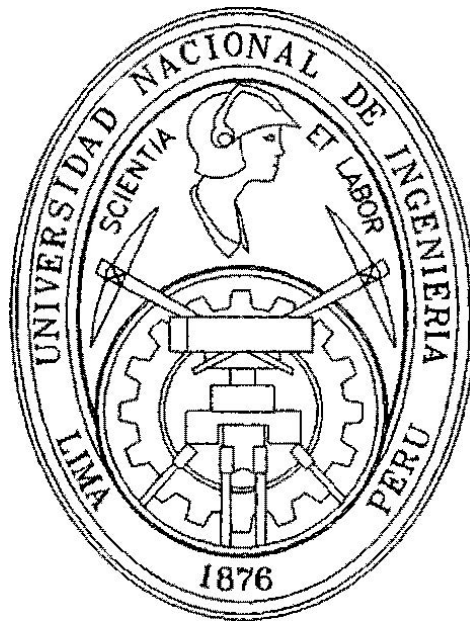


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“ESTUDIO DEL SISTEMA DE CONTROL REMOTO DE  
LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CARHUAQUERO  
DESDE LA CENTRAL TÉRMICA DE CHICLAYO”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**VÍCTOR HUGO ATALAYA REYES**

PROMOCIÓN 1997-I

LIMA-PERU

2005

## ÍNDICE

<b>PROLOGO</b> .....	<b>5</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>2. ALCANCES DEL PROYECTO</b> .....	<b>10</b>
2.1 SISTEMA DE CONTROL REMOTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CARHUAQUERO DESDE LA CENTRAL TÉRMICA CHICLAYO.....	10
2.2 NOMENCLATURA .....	11
2.3 ALCANCES DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO .....	12
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL COMPUTARIZADO Y DE TELECOMUNICACIONES</b> .....	<b>18</b>
3.1 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL .....	18
3.2 REDES DE COMUNICACIÓN .....	22
3.3 ARQUITECTURA DE COMPUTO DEL SISTEMA .....	23
3.4 FUNCIONES DEL SISTEMA DE CONTROL.....	24
3.5 NIVELES DE JERARQUÍA DE CONTROL PROPUESTOS .....	26
3.5.1 Nivel 1 - gabinetes de control local .....	26
3.5.2 Nivel 2 - sala de control de C.H. Carhuaquero .....	28
3.5.3 Nivel 3 - Centro de Control o Estación Maestra C.T. Chiclayo .....	29
3.6 ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS HISTÓRICOS.....	30
<b>4. CONFIGURACIÓN DE LA PLATAFORMA INDUSTRIAL IT</b> .....	<b>32</b>
4.1 TECNOLOGÍA ASPECT OBJECT .....	32
4.2 CONFIGURACIÓN PARA EL PROCESO DE CONTROL REMOTO .....	48
4.2.1 Software o programas.....	48
4.2.2 Computadores de proceso.....	50
4.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS COMPUTADORES.....	52
4.3.1 Servidores .....	53
4.3.2 Estaciones de trabajo.....	54
<b>5. LA PLATAFORMA INDUSTRIAL IT Y SU INTERFACE OPERADOR-MAQUINA</b> 55	<b>55</b>
5.1 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL OPERATE IT .....	55
5.2 CAPACIDADES, CONFIGURACIONES Y CONVENCIONES DE DESPLIEGUES .....	63
5.3 FUNCIONES DEL OPERATE IT .....	70
5.4 FUNCIONES DE OPERACIÓN DEL PROCESS PORTAL APLICADAS A LA PLANTA DE CARHUAQUERO.....	73
<b>6. CONTROLADORES DE PROCESOS AC 800M</b> .....	<b>76</b>
6.1 CONTROLADOR DE PROCESO AC800M .....	76
6.2 HARDWARE .....	85
6.3 ENTRADAS/SALIDAS Y BUS DE CAMPO .....	88
6.4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROCESADOR.....	92
6.5 INTEGRACIÓN DEL PLC AC 800M CON EL SISTEMA SCADA ABB .....	93
6.6 SERVIDOR OPC PARA AC 800M.....	94
6.7 INDUSTRIAL IT ARQUITECTURA DE INTEGRACIÓN.....	95

6.8	SERVIDORES.....	97
6.9	INTEGRACIÓN AC 800M CON EL PROCESS PORTAL A.....	98
6.10	RESUMEN TÉCNICO DEL PLC AC 800M.....	99
<b>7.</b>	<b>SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES .....</b>	<b>101</b>
7.1	INTRODUCCIÓN .....	101
7.2	ENLACE PRINCIPAL DE MICROONDAS DIGITAL CARHUAQUERO-CHICLAYO.....	102
7.2.1	<i>Características del radio microondas digital Lynx.HD 4E1</i> .....	105
7.2.2	<i>Características del router Cisco 3660</i> .....	106
7.2.3	<i>Características del Switch Nortel Baystack 470-48T</i> .....	107
7.2.4	<i>Otros componentes</i> .....	108
7.3	ENLACE DE RESPALDO DE ONDA PORTADORA DIGITAL SOBRE LA LÍNEA 220 K V CARHUAQUERO-CHICLAYO.....	109
7.3.1	<i>Características del PLC-ETL-540</i> .....	110
7.4	ENLACES DE COMUNICACIONES ENTRE CARHUAQUERO Y CIRATO.....	111
7.5	GPS SATELLITE CONTROLLED CLOCK.....	113
7.6	METRADO DE EQUIPOS Y MATERIALES DE TELECOMUNICACIONES.....	114
<b>8.</b>	<b>INSTRUMENTACIÓN .....</b>	<b>120</b>
8.1	INTRODUCCIÓN .....	120
8.2	MEDIDORES DE FLUJO .....	121
8.2.1	<i>Flujómetro electromagnético Magmaster Plus MMF</i> .....	122
8.2.2	<i>Flujómetro electromagnético Magmaster Plus MFE</i> .....	123
8.2.3	<i>Transmisor para flujómetro electromagnético Magmaster</i> .....	125
8.3	MEDIDORES DE TEMPERATURA Y DE PRESIÓN.....	127
8.3.1	<i>Sensor de temperatura tipo ASI 03</i> .....	128
8.3.2	<i>Transmisor de temperatura TH 202</i> .....	130
8.3.3	<i>Transmisor de presión ABB modelo 611</i> .....	131
<b>9.</b>	<b>PLAN DE TRABAJO CRONOGRAMADO .....</b>	<b>134</b>
9.1	FABRICACIÓN .....	134
9.2	SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES.....	134
9.3	TABLEROS DE CONTROL Y COMUNICACIONES.....	137
9.4	TRANSPORTE.....	137
9.4.1	<i>Transporte internacional</i> .....	137
9.4.2	<i>Transporte local</i> .....	137
9.5	ORGANIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	138
9.5.1	<i>Departamento de ingeniería</i> .....	139
9.5.2	<i>Procura y administración de obra</i> .....	139
9.5.3	<i>Planificación y control de costos</i> .....	140
9.5.4	<i>Control de calidad y seguridad</i> .....	140
9.5.5	<i>Personal del proyecto</i> .....	140
9.6	GENERALIDADES.....	141
9.7	MONTAJE E INSTALACIÓN .....	142
9.8	NORMAS.....	143
9.9	REQUISITOS PREVIOS.....	144
9.10	ENFOQUE DEL PLAN DE TRABAJO .....	144
9.10.1	<i>Central Hidroeléctrica Carhuaquero</i> .....	145
9.10.2	<i>Centro de Control y Mando Chiclayo Oeste</i> .....	152
9.11	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO .....	153

9.11.1	<i>Plan y procedimiento de pruebas</i> .....	153
9.11.2	<i>Procedimiento para las pruebas</i> .....	153
9.11.3	<i>Registros de prueba</i> .....	155
9.11.4	<i>Reportes de discrepancia</i> .....	156
9.11.5	<i>Pruebas de aceptación en planta</i> .....	157
9.11.6	<i>Pruebas de aceptación en campo</i> .....	159
9.12	ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN.....	159
9.12.1	<i>Entrenamiento en equipos y programas</i> .....	159
9.12.2	<i>Entrenamiento en los sistemas de comunicaciones</i> .....	160
9.12.3	<i>Entrenamiento en la operación del sistema</i> .....	160
9.13	INTEGRACIÓN DEL SOFTWARE Y HARDWARE.....	161
9.14	OPERACIÓN EXPERIMENTAL.....	161
9.15	CRONOGRAMA.....	161
<b>10.</b>	<b>COSTOS</b> .....	<b>164</b>
10.1	METRADO Y PRESUPUESTO.....	164
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>167</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>170</b>
	<b>APÉNDICE :PLANOS</b> .....	<b>171</b>

## PRÓLOGO

El presente informe tiene por objetivo presentar el estudio realizado para la implementación del Sistema de Control Remoto de la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero, cuyo control se realizará desde la Central Térmica de Chiclayo Oeste.

El informe esta dividido en 10 capítulos y un apéndice. Su contenido, a manera general, es el siguiente:

El **Capítulo 1** presenta una introducción al presente informe.

El **Capítulo 2** se refiere a los alcances del proyecto y presenta lo que se realizará en proyecto y los equipos y materiales que se usarán.

El **Capítulo 3** describe el sistema de control y la jerarquía de niveles que se ha a desarrollar para la implementación de este sistema. Se describe también el sistema de telecomunicaciones.

El **Capítulo 4** describe en forma general la Plataforma ABB Industrial IT que será usada para manejar la parte de control remoto del sistema. Se presenta la característica principal de esta tecnología y en la última parte se describe el equipo que soportará dicha plataforma. Se muestra también una tabla con la estructura funcional de la Central de Carhuaquero.

El **Capítulo 5** presenta la aplicación Operate IT de la Plataforma Industrial IT y sus funciones de operación. Esta aplicación representa la interface Hombre – Máquina, permitiéndoles a los operadores de la Central la operación, supervisión y control de toda la Central.

El **Capítulo 6** describe a la Unidad de Control AC800M y sus principales características.

El **Capítulo 7** describe el sistema de telecomunicaciones, su enlace principal vía microondas y su enlace de respaldo vía onda portadora. Este sistema será encargado de transmitir toda la información, en tiempo real, desde la Central de Carhuaquero hasta la Central de Chiclayo Oeste. También se presenta el metrado de equipos y materiales empleados.

El **Capítulo 8** describe la instrumentación que se empleará, como medidores de flujo, presión y temperatura. Se presenta también su metrado.

El **Capítulo 9** muestra en plan de trabajo, describiendo las tareas a realizar y la forma en se organizará al personal para realizar el proyecto. También se describen las pruebas del sistema y e entrenamiento y capacitación propuestos.

El **Capítulo 10** muestra el metrado y presupuesto general del estudio.

El objetivo para la realización del presente proyecto se debió a muchos factores entre los principales podemos mencionar el de cumplir con la Norma Técnica de enviar información en tiempo real al Comité de Operación del Sistema (COES) ya que de no hacerlo implica pagos de multas, otra de las causas son los gastos que involucran la operación y mantenimiento de la Central Hidroeléctrica Carhuaquero; se cuenta con personal en diversas zonas donde se tiene que realizar maniobras de los equipos en diferentes horarios, toma de lecturas de los instrumentos, registros de eventos, etc., algunos de estos puntos son la sala de Grupos de Generación, Patio de Llaves, Represa Cirato, Instrumentación, Servicios Auxiliares, etc., en todos estos lugares se tiene que recoger información que muchas de las veces no son tomados con la precisión debida y la suma de estas imprecisiones ocasionan grandes pérdidas para la Empresa, además de los riesgos presentados por el traslado con vehículos del personal a grandes distancias hacia los centros de operación, en algunos casos ocasionándose accidentes.

El presente estudio, realizado para la implementación del Sistema de Control Remoto de la Central de Carhuaquero, fue admitido por la Empresa Duke Energy Internacional – DEI EGENOR y actualmente este Sistema de Control viene trabajando plenamente.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las empresas ABB Perú y DEI EGENOR por su ayuda desinteresada, al brindarme los documentos necesarios para realizar el presente informe.

## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

La C.H. Carhuaquero ubicada en la provincia de Cajamarca, viene funcionando con tres grupos de generación con una potencia de 30 MW c/u, los cuales son operados y controlados por operadores en forma local y manual.

El informe tiene por objetivo explicar el Estudio realizado para la ejecución del Proyecto del Sistema de Control Remoto de la Central Hidroeléctrica Carhuaquero. El Sistema de Control Remoto tendrá por finalidad la operación, control, supervisión y monitoreo de todas las instalaciones: represa, turbinas, generadores y equipos, servicios auxiliares, transformadores, entre otros; y será realizado desde la Central Térmica de Chiclayo ubicada a una distancia de 80km de la Central de Carhuaquero.



**Figura N° 01. Represa Cirato .**



**El sistema, por lo tanto, permitirá obtener información confiable y oportuna de la operación en tiempo real de la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero, así como las funciones de mando de sus equipos de maniobra y de arranque y parada de la misma. Esto permitirá que se puedan realizar acciones y maniobras remotamente, así como mantener la operación del complejo energético de Carhuaquero, con sus parámetros eléctricos, dentro de las tolerancias especificadas por la Norma Técnica Nacional de Calidad de los Servicios Eléctricos y los criterios de calidad propios de la Central, mejorando además la confiabilidad de la operación y los gastos de operación de dicha central.**

**El Estudio ha sido realizado con las técnicas y tecnologías más modernas. Así, para el Sistema de Control se ha considerado emplear la Plataforma Industrial IT. Esta plataforma es la más reciente tecnología desarrollada por corporación ABB y es la versión mejorada de la Plataforma Advasoft, también propietaria de ABB; la cual viene siendo utilizada por varias empresas operadoras de las Centrales Hidroeléctricas del País, tales como: Duke Energy Internacional, Edegel, Electroandes, etc. Esto permitirá conseguir un Sistema con una confiabilidad muy alta, debido a que adicionalmente se contará con un moderno Sistema de Telecomunicaciones, el cual tendrá un enlace principal y otro de respaldo.**

## **CAPITULO 2**

### **ALCANCES DEL PROYECTO**

#### **2.1 Sistema de Control Remoto de la Central Hidroeléctrica Carhuaquero desde la Central Térmica Chiclayo.**

La presente sección tiene por finalidad presentar de forma general los equipos, componentes, programas y servicios que formarán parte del nuevo Sistema de Control Remoto de la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero, cuyo control se realizará desde la Central Térmica de Chiclayo Oeste.

Para la ejecución del Sistema de Control Remoto se implementarán nuevos sistemas de comunicaciones digitales: fibra óptica, microondas y onda portadora, que permitan una alta confiabilidad del Sistema a implementar.

## 2.2 Nomenclatura.

A continuación se presentará la nomenclatura empleada en el informe.

**TABLA N° 01. NOMENCLATURA UTILIZADA.**

SIGLA	SIGNIFICADO EN INGLES	SIGNIFICADO EN ESPAÑOL
OCS	Open Control System	Sistema de Control Abierto
SE	Electrical Substation	Subestación Eléctrica
RTU	Remote Terminal Unit	Unidad Terminal Remota
MDF	Main Distribution Frame	Panel de Bornes de Distribución Principal
MMI	Man Machine Interface	Interface Humano Máquina
IEC	International Electrotechnical Commission	Comisión Electrotécnica Internacional
ITU	International Telecommunication Union	Unión de Telecomunicaciones Integral
CCITT	International Telegraph and Telephone Consultative Committee	Comité Consultativo Telefónico y Telegráfico Internacional
ANSI	American National Standards Institute	Instituto de Estándares Nacional Americano
OSF	Open Software Foundation	Fundación de Software Abierto
ISP	International Standardized Profiles	Perfiles Estandarizados Internacionales
UCA	Utility Communications Architecture	Arquitectura de Comunicaciones de Empresas Eléctricas
EPRI	Electric Power Research Institute	Instituto de Investigación de Potencia Eléctrica
OLE	Object Linkaged Embedded	Objeto Enlazado e Integrado
OPC	OLE for Process Control	Objeto Enlazado e Integrado para Procesos de Control
ISO/OSI	International Standardization Organization for Open System Interconnection	Organización de Estandarización Internacional/Interconexión de Sistemas Abiertos
LAN	Local Area Network	Red de Área Local
WAN	Wide Area Network	Red de Área Extendida
RDBMS	Relational Data Base Management System	Sistema de Gestión de Base de Datos Relacional
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	Adquisición de Datos y Control Supervisorio
EMS	Energy Management System	Sistema de Gerenciamiento de Energía
SQL	Structured Query Language	Lenguaje de Gestión de Base de Datos Estructurado
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol	Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet
ICCP	Inter-Control Center Communications Protocol	Protocolo de Comunicaciones Entre Centros de Control
DPLC	Digital Power Line Carrier	Onda Portadora sobre Línea de Alta Tensión Digital
UR	Universal Relay	Relé Universal
I/O	Input/Output	Entrada/Salida
PLC	Programmable Logical Controller	Controlador de Lógica Programable
SNMP	Simple Network Management Protocol	Protocolo de Gestión de Red Simple
VPN	Virtual Public Networks	Redes Privadas Virtuales
VLAN	Virtual LAN	Red de Área Local Virtual

### **2.3 Alcances de implantación del proyecto.**

Los alcances generales para la implantación del proyecto: se muestran a continuación según el área de aplicación.

#### **I. Control, instrumentación, plataforma de computo y programación - Adecuación del sistema actual**

- Se suministrará, instalará, probará todos los materiales de instalación requeridos tales como cables, buses, interfaces y todo el equipamiento que sea necesario como servidores, estaciones de trabajo, controladores, switches, conmutadores, redes de área local LAN/WAN, y todo el equipamiento necesario para dejar expedito el Sistema de Control Remoto de la Central Hidroeléctrica Carhuaquero desde la CT Chiclayo Oeste.
- Se proveerán las unidades de control PLC's AC800M de ABB.
- Se cableará y conectará todas las señales analógicas y digitales necesarias para supervisar y monitorear las señales de cada uno de los componentes eléctricos (Generadores y Líneas de Transmisión), así mismo, se tomarán todas las señales de medición (m<sup>3</sup>/seg, °C, MW, MVAR, kV, etc.), de estados (posición de interruptores y seccionadores), de control (apertura/cierre), señales de los relés de protección y alarmas de los dispositivos que se requieran.

- Se cableará y conectará todas las señales analógicas y digitales necesarias para supervisar y monitorear las señales de cada uno de los componentes hidráulicos y electromecánicos (Represa Cirato y Desarenador) se tomarán todas las señales de medición (Nivel y Cantidad de Sólidos en Suspensión), posición de compuertas y señales de alarmas de los dispositivos que se requieran.
- Se cableará y conectará todas las señales analógicas y digitales necesarias para supervisar y monitorear el Sistema de Refrigeración de la Central Carhuaquero, para tal efecto también se instalarán los medidores de flujo y de temperatura solicitados en las especificaciones.
- Se proveerá la Ingeniería, supervisión, dirección técnica, mano de obra, herramientas, transporte, gastos de desplazamiento, estadía, seguros, etc., necesarios para la implantación del proyecto en mención.
- Se proveerán y pondrán en servicio todos los equipos de control con sus gabinetes, partes, componentes, materiales, cables, incluyendo sus programas en la SE y la Planta, como son: 1) los controladores AC800M de ABB con su gabinete de extensión y módulos de E/S, para el control y supervisión de los grupos de generación de la CH Carhuaquero; 2) el controlador AC800M de ABB con su gabinete de extensión y módulos de E/S, para coleccionar las señales de la Represa Cirato; 3) el controlador AC800M de ABB para coleccionar las señales de instrumentación; 4) los equipos de sincronización de tiempo GPS 1088B de Arbiter System USA en la CT Chiclayo y CH Carhuaquero; 5) los dispositivos de conversión de señales; 6) el enlace de fibra óptica entre el Cerro Papayo y la CH

Carhuaquero ; 7) los router marca Cisco para la CH Carhuaquero y la CT Chiclayo y los switches marca Nortel para las redes de estas Centrales; 8) la redes de control LAN Ethernet protocolo TCP/IP de 10/100 Mbps que enlazan los routeadores, servidores y periféricos, en la CH Carhuaquero; 9) los servidores de Base de datos redundantes Proliant MI 350 de Compaq USA, en la CH Carhuaquero; 10) los servidores de conectividad redundantes Proliant MI 350 de Compaq USA, en la CH Carhuaquero; 11) las estaciones de operación PC Workstation EVO W6000 de Compaq USA, con sus componentes en la CT Chiclayo; 12) la estación de Desarrollo e ingeniería PC Workstation EVO W6000 de Compaq USA, con sus componentes en la CT Chiclayo; 13) el Software Operator IT y Control IT de ABB y todos sus programas utilitarios; 14) el Software OPC Server de ABB; 15) los programas para configurar los controladores AC800M de ABB; 16) los protocolos OPC; 17) el Sistema Operativo Windows 2000 y utilitarios; 18) los medidores de flujo de agua y de temperatura de ABB; y 19) en general todos los equipos y programas necesarios para implantar el Sistema.

- Se proveerá la ejecución de la Ingeniería de detalle necesaria para una correcta instalación de los equipos de control con sus gabinetes, incluyendo sus programas en las CT Chiclayo y CH Carhuaquero, como son: planos de instalación y conexionado As Built Además se entregará la certificación de las pruebas de fábrica de los dispositivos, pruebas en sitio y puesta en servicio.

- Se construirán todos los despliegues necesarios para la Supervisión y Monitoreo del Sistema de Control Remoto de la Central Hidroeléctrica Carhuaquero desde la CT Chiclayo.
- Se proveerá un sistema de generación de reportes históricos, que permita periódicamente poder colectar la información de los sistemas hidráulicos, térmico y electromecánico, entre otros.
- Se proveerá una operación experimental del Sistema de Control Remoto de la Central Hidroeléctrica Carhuaquero desde la CT Chiclayo con una duración de treinta días.

## **II. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES.**

- Se suministrará, instalará, probará y pondrá en servicio todos los dispositivos y programas necesarios para la implementación del Sistema de Telecomunicaciones necesario para la transmisión de información del Sistema de Transmisión de Datos en Tiempo Real.
- Se suministrará todos los materiales de instalación requeridos tales como cables de fibra óptica, fusiones, cajas de conexión y soportes que sean necesarios para el enlace de fibra óptica (de Lucent Technologies) entre la CH Carhuaquero y el Cerro Papayo.

- Se proveerá un nuevo enlace de telecomunicaciones vía Onda Portadora Digital entre Carhuaquero-Chiclayo Oeste sobre la Línea de Transmisión 220 KV Carhuaquero-Chiclayo Oeste.
- Se proveerá un nuevo enlace de telecomunicaciones vía Onda Portadora Digital entre Carhuaquero-Cirato sobre la Línea de Transmisión 10 KV Carhuaquero-Cirato.
- Se proveerá un nuevo enlace de telecomunicaciones vía Microondas Digital entre Carhuaquero (Cerro Papayo)-Chiclayo Oeste.
- Se proveerá los dispositivos de enlace de comunicaciones (ruteadores, módems y switches) y sus interfaces necesarias para interconectarse a los enlaces de comunicaciones de Fibra óptica, Onda Portadora Digital y Microondas.
- Se proveerá la Ingeniería, supervisión, dirección técnica, mano de obra, herramientas, transporte, gastos de desplazamiento, estadía, seguros, etc., necesarios para la implantación del Sistema de Telecomunicaciones.
- Se realizará el dibujo de todos los planos de instalación y conexionado para el montaje y los planos As Built, la certificación de las pruebas de fábrica de los dispositivos, pruebas en sitio y puesta en servicio.
- Se efectuarán las pruebas de aceptación en sitio de la fibra óptica, onda portadora digital y microondas con protocolo de pruebas que proveerá ABB.



- Se proveerá cursos de capacitación para el personal que se hará cargo del mantenimiento y desarrollo del Sistema de Comunicaciones (Onda Portadora Digital y Microondas).

## **CAPITULO 3**

### **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL COMPUTARIZADO Y DE TELECOMUNICACIONES**

#### **3.1 Descripción funcional.**

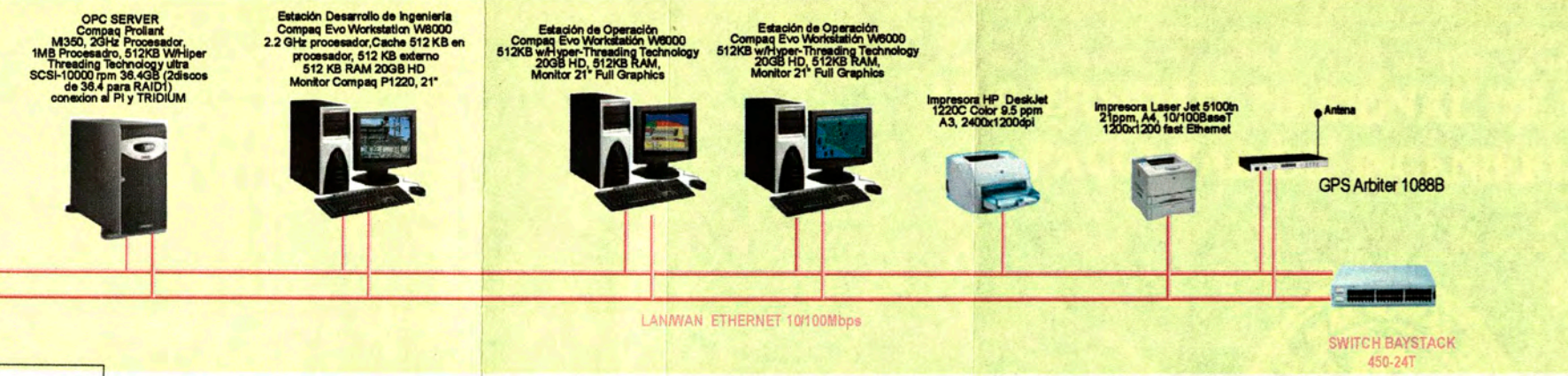
El Sistema Transmisión de Datos en Tiempo Real estará soportado por un Sistema de Control Computarizado y de Telecomunicaciones basado en la Plataforma ABB Industrial IT. Este sistema, junto con su plataforma de telecomunicaciones: vía fibra óptica y enlace principal de microondas, será el encargado de coleccionar en la Sala de Control de la Central Térmica de Chiclayo y en tiempo real, toda la información necesaria para operar, controlar y supervisar remotamente la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero. En el esquema “Configuración general del Sistema de Control Remoto”, se muestra la configuración del sistema propuesto.

NIVEL DE CONTROL 3

**ESTACION MAESTRA CHICLAYO**

Hacia Centro de Control DEI Egeonor Lima

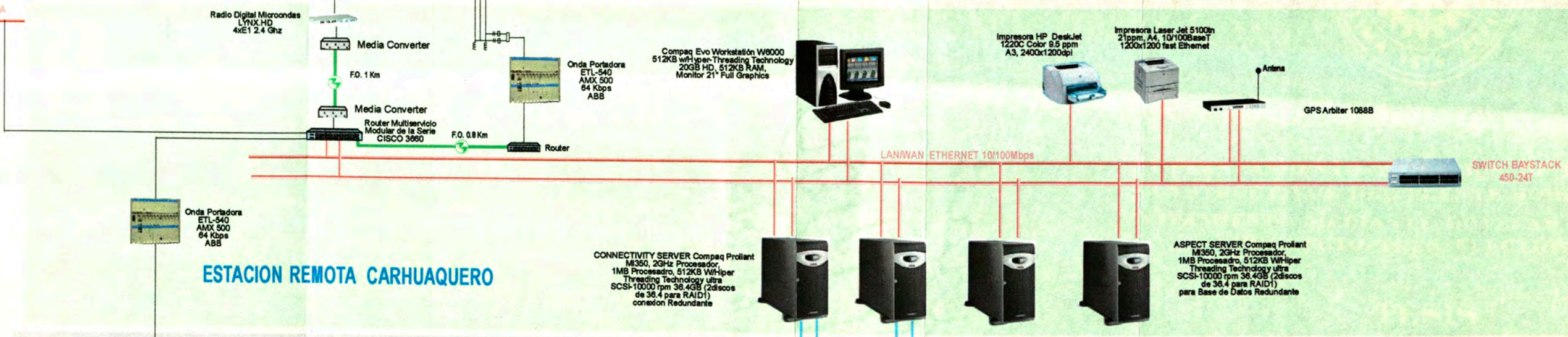
RED CORPORATIVA



NIVEL DE CONTROL 2

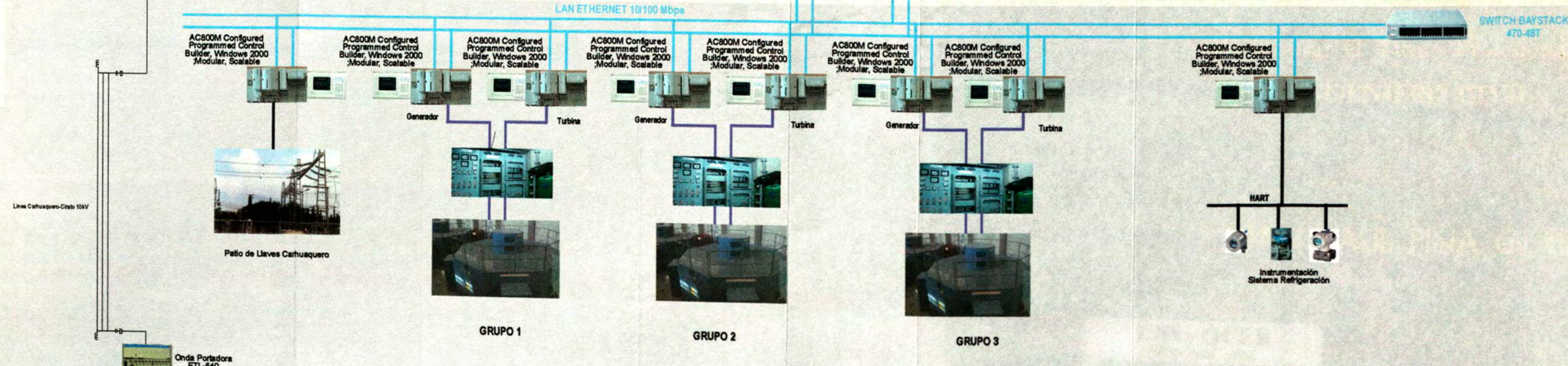
**ESTACION REMOTA CARHUAQUERO**

RED CORPORATIVA



NIVEL DE CONTROL 1

LAN ETHERNET 10/100 Mbps



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

INFORME: "ESTUDIO PARA EL CONTROL REMOTO DE LA CH CARHUAQUERO DESDE LA CT DE CHICLAYO"

ESQUEMA: CONFIGURACION GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL REMOTO

FECHA	ESCALA	REVISADO	DISEÑADO
11/03	S/E	VHAR	VHAR

### **Sala de Control – Central Térmica de Chiclayo.**

La Sala de Control y Mando para la operación Sistema de Control Remoto, estará ubicada en las instalaciones de la Central Térmica de Chiclayo Oeste. En esta Sala de Control se ubicará la nueva red LAN. A continuación se explicará brevemente sus principales funciones y los equipos que poseerá.

La Sala de Control estará conformada por un Servidor OPC Proliant MI350 de Compaq, una Estación de Ingeniería y dos Estaciones de Trabajo, EVO W6000 de Compaq, los cuales conformarán la base de la Plataforma ABB Industrial IT; de esta manera, el sistema se encargará de la adquisición de los datos provenientes de las nuevas Unidades Controladoras AC800M de ABB, ubicadas en la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero. Las dos Estaciones de Trabajo y la de Ingeniería servirán para acceder a toda la información en tiempo real. El Servidor OPC servirá para pasar la información al Sistema PI y Tridium que actualmente viene operando. La red LAN a implementarse será redundante, a fin de garantizar una plena confiabilidad durante su operación.

### **Estación Remota – Central Hidroeléctrica de Carhuaquero.**

La Estación Remota, estará ubicada en las instalaciones de la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero. A continuación se explicará brevemente sus principales funciones y los equipos que poseerá.

La Estación Remota estará conformada por dos Servidores “Aspect Server”, dos Servidores de Conectividad, todos Compaq Proliant MI350 y operando en forma redundante, una Estación de Trabajo Compaq EVO W6000, y las unidades de control AC800M de ABB, los cuales conformarán la base de la Plataforma ABB Industrial IT en esta Estación.

La información para la operación del sistema será procedente de: los componentes electromecánicos (Represa Cirato), los componentes electromecánicos (grupos de generación, sistema de refrigeración, servicios auxiliares, líneas de transmisión y transformadores de potencia) y sus subsistemas de protección, control y medición. Toda esta información será colectada por las Unidades de Control AC800M, en las cuales se instalarán los componentes correspondientes del Sistema Control IT. De esta manera, se proveerán las siguientes Unidades de Control:

- Un controlador AC800M para el Patio de Llaves de la Central, que permitirá monitorear y operar los equipos de maniobra de la línea de transmisión 220 kV Carhuaquero - Chiclayo.
- Un Controlador de Represa AC800M, que será conectado al nuevo enlace de onda portadora digital, que se implantarán entre Cirato y Carhuaquero. Similarmente este controlador servirá para el monitoreo y supervisión de niveles y posición de compuertas, entre otros, así como la medición de contenido de sólidos en suspensión de la Represa Cirato.

- Un controlador AC800M, que servirá para la supervisión de los instrumentos de medición de flujo en la casa de máquinas y los correspondientes al sistema de refrigeración de cada grupo de generación. Además a este controlador se conectarán los nuevos medidores de flujo, de temperatura y de presión que se instalarán en los ductos o tuberías de servicio de los grupos de generación.

Por consiguiente, El subsistema de supervisión y adquisición de datos, que se implementará, permitirá validar los datos de estado, a saber: alarmas, arranque/parada, conexión/desconexión, en servicio/fuera de servicio, cerrado/abierto, entre otros, los datos de control, a saber: telemandos, subir/bajar, entre otros, los datos analógicos, a saber: niveles de agua, caudal, potencia activa, potencia reactiva, tensión, entre otros, y los datos de los dispositivos electrónicos inteligentes.

Toda la información será colectada por los Servidores de Conectividad y posteriormente pasados a los servidores “Aspect Server” y a la Estación de Trabajo para su almacenamiento y supervisión. La estación de Trabajo contará con el Programa Operador IT. Los Servidores contarán con los Programas Operador IT, Engineering IT y Process Portal, todos conformando la Plataforma Industrial IT.

### **3.2 Redes de comunicación.**

Las redes LAN que se implementarán, tanto en la Sala de Control ubicada en la Central Térmica de Chiclayo Oeste, como en la Estación Remota ubicada en la

Central de Carhuaquero, son redes Ethernet de 10/100 Mbps, que usan el protocolo TCP/IP para la comunicación y contarán con ruteadores Cisco, módems de alta velocidad.

Además, debido a que se requerirá un enlace principal de microondas y otro de respaldo por Onda portadora para enlazar ambas redes, se contará con equipos de conexión con dos enlaces Ethernet de comunicaciones por separado que extenderán las redes LAN. Así en la red de Carhuaquero, estos equipos extenderán la red hasta el Cerro Papayo por fibra óptica y de allí un enlace de microondas digital de velocidad 4xE1 hasta Chiclayo.

El enlace de respaldo por Onda Portadora, de 64 Kbps, Carhuaquero-Chiclayo, irá sobre la línea de transmisión de 220 kV que va de Carhuaquero a Chiclayo. La sincronización de la red LAN/WAN Ethernet se hará mediante dos GPS 1088B de Arbiter Systems, uno conectado en la red LAN de Chiclayo y el otro conectado en la red LAN de Carhuaquero.

### **3.3 Arquitectura de computo del sistema.**

En esta sección se resume el equipamiento principal que se utilizará en las redes LAN de la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero y de la Central Térmica de Chiclayo.

### **Red LAN - Central Hidroeléctrica Carhuaquero.**

- Dos Servidores de Aspectos-Aspect Server (principal y respaldo), compuesto por 2 PC's Compaq modelo Proliant MI350.
- Una Estación de Trabajo de Operación Compaq EVO W6000.
- Dos Servidores de Conectividad-Connectivity Server.
- Dos impresoras para reportes y eventos, una impresora a inyección HP Deskjet 1220C y una impresora láser B/N HP Laserjet 5100tn.

### **Red LAN - Central Térmica de Chiclayo.**

- Un servidor OPC ABB para PI y Tridium, concentrador de datos provenientes de la CH de Carhuaquero
- Tres Estaciones de Trabajo de (dos de Operación y una de Ingeniería) Compaq EVO W6000.
- Dos impresoras para reportes y eventos, una impresora a inyección HP Deskjet 1220C y una impresora láser B/N HP Laserjet 5100tn.

### **3.4 Funciones del Sistema de Control.**

El Sistema de Control Computarizado y de Telecomunicaciones del Sistema de Control Remoto de la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero, tendrá las siguientes:



- Conversión de medidas eléctricas y detección de posiciones de interruptores, seccionadores y alarmas del sistema eléctrico.
- Adquisición de los datos procedentes de los Unidades de Control AC800M de ABB situadas en la CH Carhuaquero y supervisión de sus equipos de maniobra.
- Concentración de toda esta información en la base de datos de tiempo real.
- Ejecución de las secuencias lógicas y programación necesaria entre las señales análogas, de estado y alarmas, pudiendo generar los comandos y consignas adecuados a la unidad terminal remota como consecuencia de estos automatismos.
- Direccionamiento de los datos adquiridos, de forma que cada señal procedente de los controladores AC800M se pueda asociar individualmente al Sistema de Transmisión de Datos en Tiempo Real.
- Gestión de las comunicaciones entre las unidades de control y el Sistema de Control Computarizado y el Sistema de Transmisión de Datos de Tiempo Real para proporcionarle la información que precise.
- Supervisión del estado operativo del sistema, por medio de herramientas de configuración, diagnóstico y mantenimiento, garantizando la coherencia de la información.
- Generación de reportes de la operación.

- Generación de alarmas, diagramas de tendencias de variable y archivos de datos históricos.
- Monitoreo del Sistema Eléctrico de Potencia del Sistema de Transmisión de Datos en Tiempo Real vía la Interface Hombre Máquina.
- Operación local y remota de los grupos de generación de la Planta Carhuaquero y sus componentes hidro-electromecánicos.

### **3.5 Niveles de jerarquía de control propuestos.**

El Sistema de Control Computarizado que se implementará, está concebido como una estructura de control jerarquizada en tres niveles integrados vertical y horizontalmente, y es de una arquitectura completamente abierta. A continuación se describe cada uno de los niveles de control proyectados.

#### **3.5.1 Nivel 1 - Gabinetes de Control Local.**

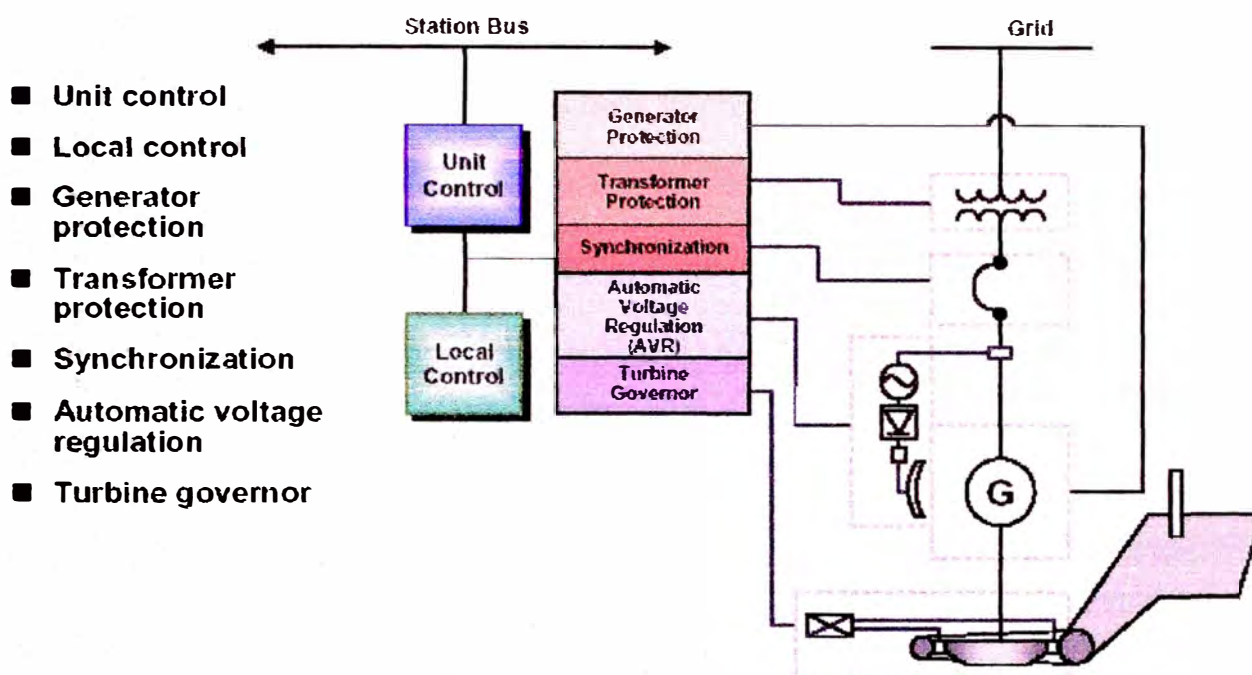
Un nivel de control de los grupos de generación y servicios comunes de la central, en el cual se integran los automatismos de las turbinas y generadores, cuya realización sólo depende de las señales adquiridas en cada uno de los equipos que componen este nivel. También se encarga de preparar la información que se suministrará a los niveles superiores del sistema.

Este nivel de control centralizado del Complejo Hidroeléctrico tendrá la misión de adquirir y gestionar las señales del sistema desde el nivel anterior de campo (sensores, transmisores, relés de interposición, transductores, buses e instrumentos electrónicos inteligentes), así como de transmitir las al nivel superior (Sala de Control de la C.H. Carhuaquero).

Así mismo, contendrá todos los automatismos distribuidos que necesiten conocer señales adquiridas en distintos equipos del nivel anterior. También se encarga de la sincronización del sistema. Este nivel está constituido por las unidades de control programable PLC's del sistema y el sistema de control de la central hidroeléctrica, así como los buses de control y medición. Ambos sistemas tienen la misión de presentar la información adquirida por el sistema de una manera accesible para los usuarios. Así como transmitir las órdenes hacia los niveles inferiores.

En este nivel se integran dos funciones: la supervisión de campo realizada desde la propia central y el telemando y gestión desde despachos de telemando y gestión local de la central.

Funcionalmente se presenta en el siguiente esquema de control en este nivel; el que se implementará, ver Apendice plano "LAN NIVEL DE CONTROL 1".



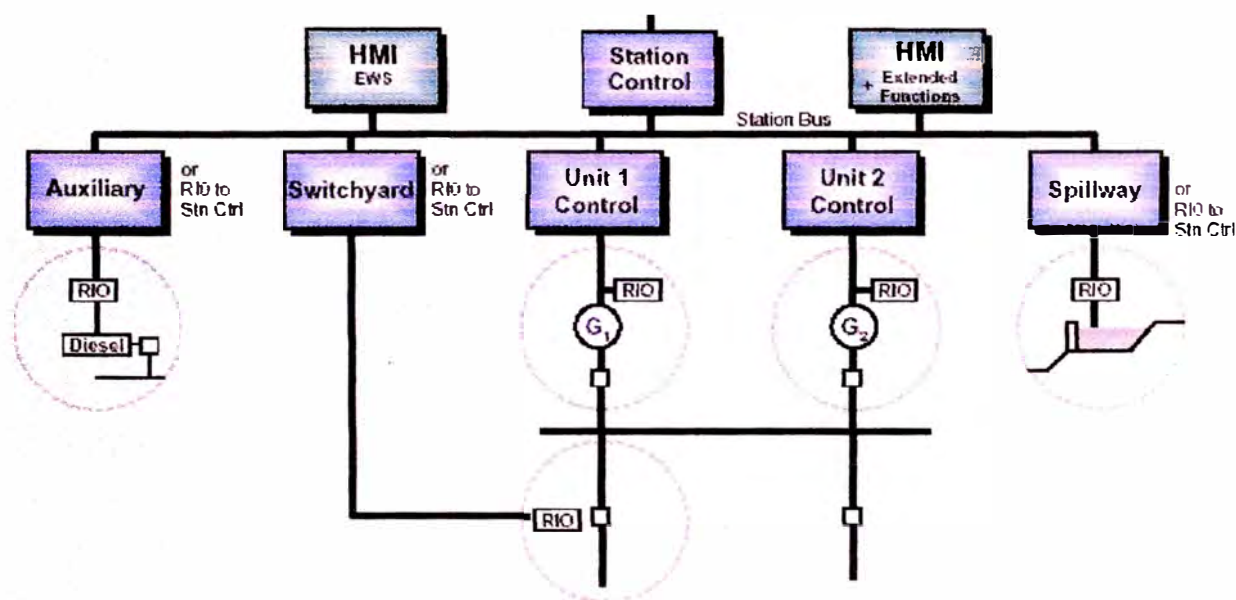
**FIGURA N° 02. ESQUEMA DE CONTROL DE NIVEL 1.**

### **3.5.2 Nivel 2 - Sala de Control de C.H. Carhuaquero.**

Este nivel está conformado por los servidores de conectividad y de aspectos, así como la estación de operación, conectados a la red de Planta, donde estará el nuevo Operator IT, y estará soportado por una red de área local LAN/WAN Ethernet de 10/100 Mbps, con sus switches, ruteadores y buses. Esta plataforma con todos sus elementos de adquisición de datos y control supervisorio, así como de interface hombre-máquina, permite operar y controlar localmente, todos los equipos eléctricos en los niveles de transmisión y transformación, como son las Líneas de Transmisión, los Transformadores de Potencia y Alimentadores Principales, Servicios Auxiliares

de la CH de Carhuaquero, así como los Grupos de la Planta con sus componentes eléctricos; incluyendo los componentes de la Represa Cirato.

Funcionalmente se presenta en el siguiente esquema de control en este nivel; el que se implementará, ver Apéndice plano “LAN NIVEL DE CONTROL 2”



**FIGURA N° 03. ESQUEMA DE CONTROL DE NIVEL 2.**

### **3.5.3 Nivel 3 - Centro de Control o Estación Maestra CT Chiclayo.**

Este nivel estará conformado por el sistema Operator IT que se instalará en el Centro de Control o Estación Maestra de la CT Chiclayo. Este nivel posee todas las funciones necesarias para efectuar el control remoto de la CH Carhuaquero desde la

CT Chiclayo. El Centro de Control podrá controlar, operar y supervisar la CH Carhuaquero con sus unidades de generación y componentes hidráulicos y electromecánicos de la misma, incluyendo la Represa Cirato.

Funcionalmente se presenta en el siguiente esquema de control remoto en este nivel, el que se implementará; ver Apéndice plano “LAN NIVEL DE CONTROL 3”

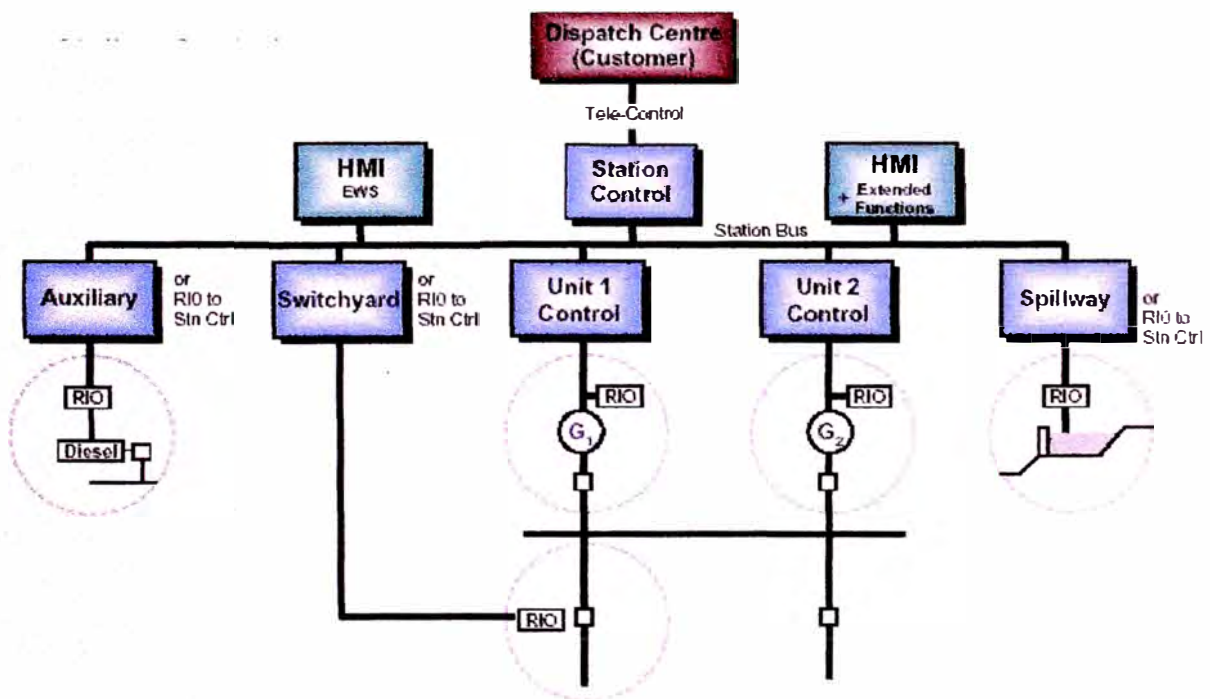


FIGURA N° 04. ESQUEMA DE CONTROL DE NIVEL 3.

### 3.6 Almacenamiento de los datos históricos.

El almacenamiento de los datos históricos se realizará por medio del Software PI Plan Suit, el cual se instalará por extensión de la Licencia de propiedad de la ya existente.

Además se ofrece el Sistema Históricos de Operación que viene con el Operate IT, y que permite, la creación de registros de datos históricos y de reportes para la operación del sistema, así como diagramas de tendencias de medición.

## CAPITULO 4

### CONFIGURACIÓN DE LA PLATAFORMA INDUSTRIAL IT PROPUESTA

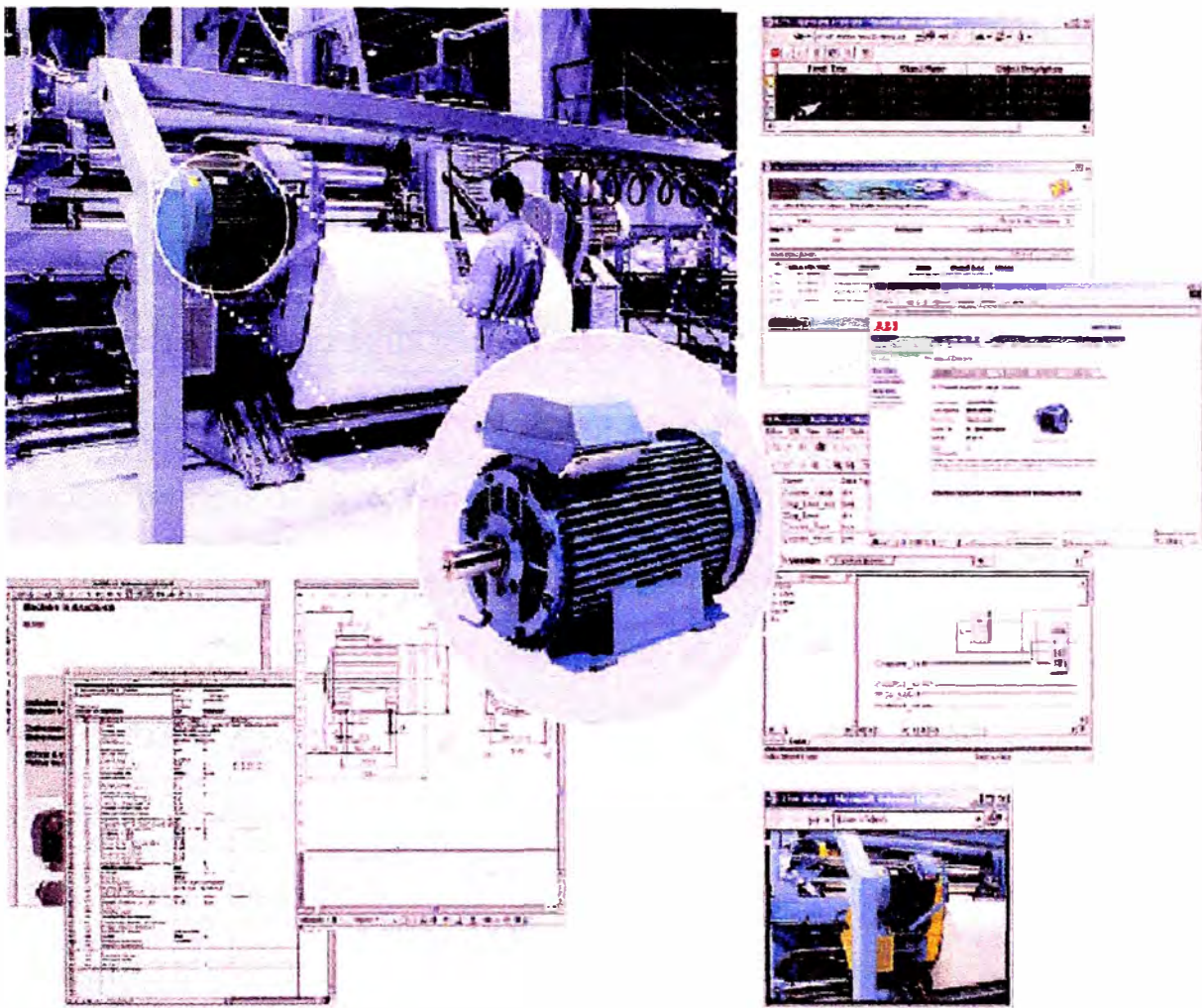
#### 4.1 Tecnología Aspects Object.

En esta sección se presenta un resumen de los conceptos fundamentales en los que se basa la Plataforma ABB Industrial IT.

Una planta hidroeléctrica está compuesta de muchas entidades reales, tales como válvulas, compuertas, motores, controladores, grupos electrógenos, instrumentos de medición, cojinetes, turbinas, rotores, estatores, interruptores, relés, transformadores, grupos de generación, líneas de transmisión, registradores, entre muchos otros. A estas entidades reales puede denominarse “**objetos**”. Cada objeto puede tener múltiples “**Aspectos**” o “**Características**”, tales como: esquemas de conexionado en Autocad, descripción de su funcionamiento, programas de control, fotos, videos, imágenes, instrucciones de operación, registros de tendencia, despliegues, etc. Al conjunto de objetos con sus aspectos se denomina conceptualmente “**Aspects**”



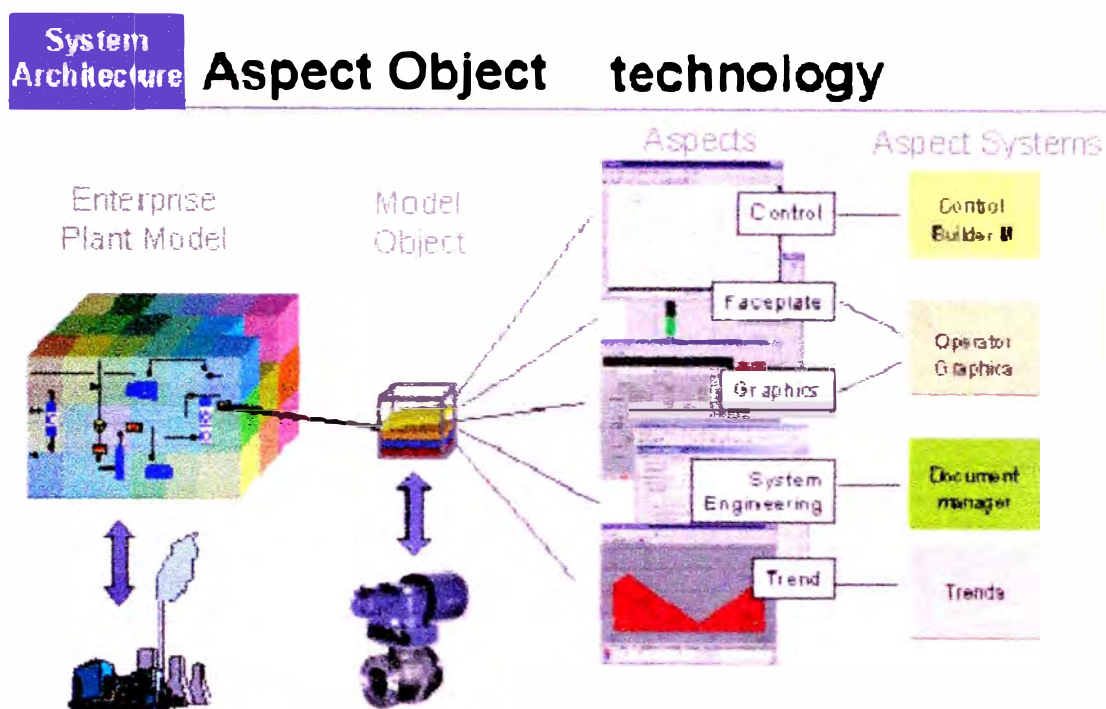
**Objects” o “Características de Objeto”.** A continuación se muestra como se aplica el concepto mencionado a un motor de planta.



**FIGURA N° 05. CARACTERISTICAS DE OBJETO DE UN MOTOR DE PLANTA.**

En este ejemplo, el modelo de Aspecto de Objeto del motor muestra múltiples aspectos que describen al objeto, tales como una reproducción de video del mismo, una descripción funcional, instrucciones para mantenerlo, un diagrama eléctrico de conexión y un programa con su lógica de control, entre otros.

Seguidamente se muestra un modelo más general, como el modelo de la planta, con cada uno de los modelos de cada objeto de la misma, en este caso se muestra un medidor de flujo de agua, con sus diferentes aspectos, generados en este caso con herramientas apropiadas denominadas Sistemas Generadores de Aspectos y que se suministran con el Industrial IT, tales como el generador del programa de control como es el Programa Constructor de Programas de Control-Control Builder, o el programa Constructor de Gráficos o Editor de Despliegues para generar los otros tipos de aspectos como los despliegues de operación, o el Gestor de Documentos para elaborar la Ingeniería del Sistema, o el Generador de Tendencias para crear el aspecto tendencia de la medición en tiempo real.

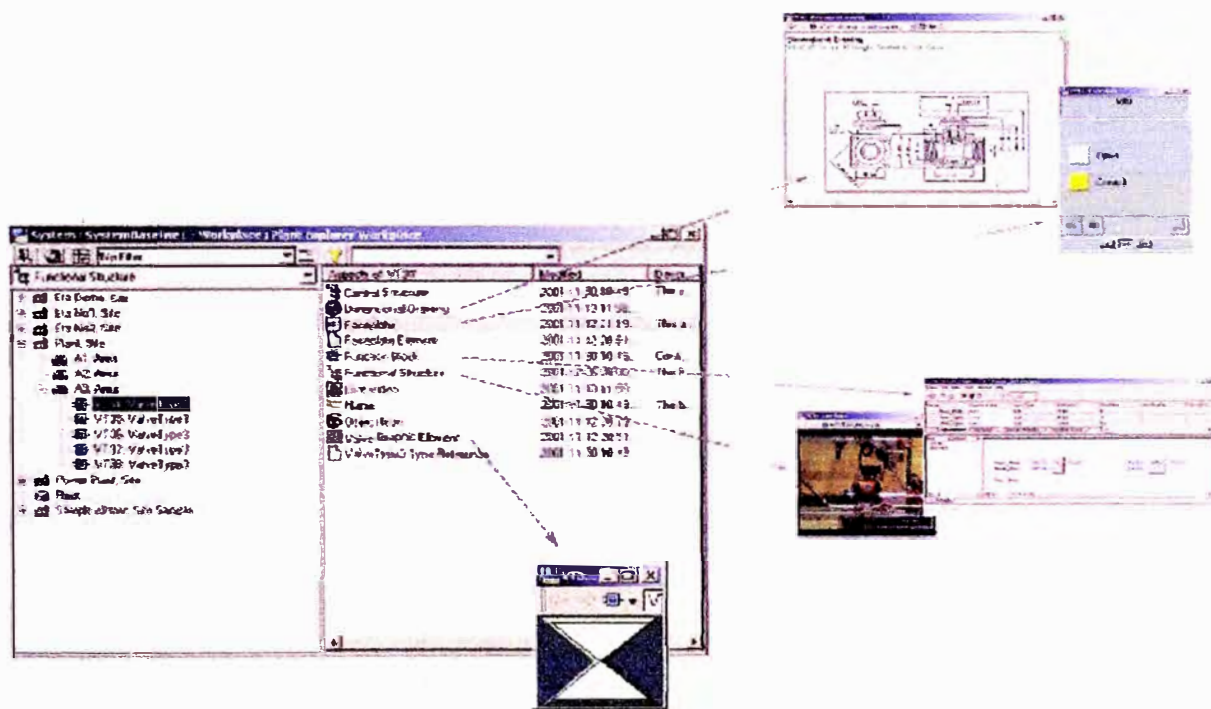


**FIGURA N° 06. ARQUITECTURA DE UN SISTEMA USANDO ASPECT OBJECT.**

Industrial IT emplea la herramienta **Plant-Explorer** para construir los modelos estructurados jerárquicamente de la planta. Estas estructuras pueden ser de tres tipos:

- Estructura funcional: muestra la planta desde el punto de vista del proceso y se emplea para propósito de operación de la planta.
- Estructura de emplazamiento: muestra la localización física de los equipos de la planta y se emplea para fines de mantenimiento.
- Estructura de control: muestra la red de control en términos de redes, nodos, buses de campo, estaciones, etc., y se emplea para fines de soporte técnico.

Un ejemplo de una estructura funcional creada con el Plant-Explorer para una planta, se muestra en la siguiente figura.













**FIGURA N° 07. MODELO DE ESTRUCTURA FUNCIONAL USANDO PLANT-EXPLORER.**

En general Plant-Explorer permite presentar detalles como los variables de Control de Temperatura (Temperature Control), Transmisor de Temperatura (Temperature Transmitter), Válvula de Bloqueo (Block Valve), Unidad de Mezcla (Mixing Unit), Celda de Procesamiento Líquido (Liquid Processing Cell), entre otros.

Para el Sistema de Control Remoto de la Planta Carhuaquero se propone una estructura funcional que será configurada según el detalle que se desee. A continuación se presenta una tabla en donde se resume la estructura funcional propuesta.

**TABLA N° 02. MUESTRA DE ESTRUCTURA FUNCIONAL PARA LA PLANTA  
CARHUAQUERO.**

 <b>PLANTA CARHUAQUERO</b>
<b>λ TF Tubería Forzada</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li> VC Válvula de Compuerta</li> <li> VM Válvula Mariposa</li> <li> VE Válvula Esférica</li> <li> AP Aparatos de Protección</li> <li> CHE Chimenea de Equilibrio</li> </ul>
<b>λ TP Turbina Pelton</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li> RO Rodete</li> <li><b>v</b> VT Velocidad Turbina</li> </ul>
<b>c C Caudal</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li> TO Toberas</li> <li> AG Aguja</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>δ</b> A1DA Aguja 1 Disminución-Aumento</li> <li><b>δ</b> A2DA Aguja 2 Disminución-Aumento</li> <li><b>δ</b> A3DA Aguja 3 Disminución-Aumento</li> <li><b>δ</b> A4DA Aguja 4 Disminución-Aumento</li> <li><b>δ</b> A5DA Aguja 5 Disminución-Aumento</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li> CO Cojinete</li> <li><b>τ</b> TMC GS Temperatura Metal Cojinete Guía Superior</li> <li><b>τ</b> TMC GE Temperatura Metal Cojinete Guía Empuje</li> <li><b>τ</b> TMC GI Temperatura Metal Cojinete Guía Inferior</li> <li><b>τ</b> TMC GT Temperatura Metal Cojinete Guía Turbina</li> </ul>

 DE Deflector

 LI Limitador

 FE Freno

### RE Regulador de Turbina

 ES Estatismo

$\tau$  PA Potencia Activa

### $f$ FE Frecuencia

 BO Bomba

$\eta$  NAB1 Nivel Aceite Bomba 1

$\eta$  NAB2 Nivel Aceite Bomba 2

 VA Válvula

$v$  VAG Válvula aceite Gobernador

### GE Generador

 RO Rotor

 ES Estator

$\tau$  TDEFR Temperatura Devanado Estator Fase R

$\tau$  TDEFS Temperatura Devanado Estator Fase S

$\tau$  TDEFT Temperatura Devanado Estator Fase T

 CO Cojinete

$\eta$  NA Nivel Aceite


 FE Freno

 RE Refrigeración

 TM Transformadores de Medida






























$\tau$  TC Transformador de Corriente




















$\tau$  TT Transformador de Tensión

 ME Medidores de Energía

	<ul style="list-style-type: none"> <li>τ EA Energía Activa</li> <li>τ ER Energía Reactiva</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>⚙ SE Seccionadores</li> <li>⚙ IN Interruptores</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>τ IG Interruptor de Generador</li> <li>τ IC Interruptor de Campo</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>⚙ CA Calentador</li> </ul>
c	CAC Calentador Conectado
c	CAD Calentador Desconectado
	<ul style="list-style-type: none"> <li>⚙ VE Ventilador</li> </ul>
m	MVP Motor Ventilador Principal
	<b>λ RT Regulador de Tensión</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>⚙ EX Excitación del Generador</li> </ul>
m	EDA Excitación Disminución-Aumento
m	IC Intensidad de Campo
m	PRG Potencia Reactiva Generador
m	TG Tensión Generador
	<b>λ PR Protección del Generador</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>⚙ Averías en Aislamiento</li> <li>⚙ Averías Mecánicas</li> <li>⚙ Deterioro Interno Aislamiento</li> <li>⚙ Perturbaciones Externas</li> <li>⚙ Desexcitación Rápida</li> <li>⚙ Vigilancia Circuito Excitación</li> </ul>
	<b>λ SR Sistema de Barras</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>⚙ TB Tensión de Barras</li> </ul>
	<b>λ SA Servicios Auxiliares</b>



-  TGD Tensión generador diesel
-  IGD Intensidad generador diesel
-  TAU1 Tensión auxiliar de unidad 1
-  TAU2 Tensión auxiliar de unidad 2
-  TAU3 Tensión auxiliar de unidad 3
-  IAU1 Intensidad auxiliar de unidad 1
-  IAU2 Intensidad auxiliar de unidad 2
-  IAU3 Intensidad auxiliar de unidad 3
-  TB Tensión en barra 400V
-  TF Tensión fase RU-SU (barra 10kV)
-  TF Tensión fase SU-TU (barra 10kV)
-  TF Tensión fase TU-RU (barra 10kV)
-  IFR Intensidad fase R (barra 10kV)
-  IFS Intensidad fase S (barra 10kV)
-  IFT Intensidad fase T (barra 10kV)
-  CS Cancelación de sincronización
-  IL Interruptor línea 501
-  IL Interruptor línea 502
-  IL Interruptor línea 503
-  IL Interruptor lado 10kV
-  IL Interruptor lado 400V
-  IGD Interruptor grupo diesel de acceso a barra 10kV
-  ISG Interruptor salida grupo diesel de acceso a barra 10kV
-  SAB Seccionador acceso barra 10kV G1
-  SAB Seccionador acceso barra 10kV G2
-  SAB Seccionador acceso barra 10kV G3
-  SS Seccionador salida de G1 10kV
-  SS Seccionador salida de G2 10kV
-  SS Seccionador salida de G3 10kV

-  CMA Cambio manual a automático interruptor de generador 1
-  CMA Cambio manual a automático interruptor de generador 2
-  CMA Cambio manual a automático interruptor de generador 3
-  SCB Selección de secuencia de la barra RST
-  SCB Selección de secuencia de la barra STR
-  SCB Selección de secuencia de la barra TSR
-  IL Interruptor línea 501
-  IL Interruptor línea 502
-  IL Interruptor línea 503
-  IL Interruptor lado 10kV
-  IL Interruptor lado 400V
-  IGD Interruptor grupo diesel de acceso a barra 10kV
-  IGD Interruptor salida grupo diesel de acceso a barra 10kV
-  SAB Seccionador acceso barra 10kV G1
-  SAB Seccionador acceso barra 10kV G2
-  SAB Seccionador acceso barra 10kV G3
-  SS Seccionador salida de G1 10kV
-  SS Seccionador salida de G2 10kV
-  SS Seccionador salida de G3 10kV

### TR Transformadores

-  RE Refrigeración
-  TM Transformadores de Medida
-  TC Transformador de Corriente
-  TT Transformador de Tensión
-  ME Medidores de Energía
  -  EA Energía Activa
  -  ER Energía Reactiva
-  IN Interruptores

 PA Pararrayos

 SE Seccionadores

m Seccionador de Línea

m Seccionador de Barra

m Seccionador de Tierra

 AI Aisladores


**λ PT Protección del Transformador**

**λ LT Líneas de Transmisión**

 TM Transformadores de Medida

τ TC Transformador de Corriente

τ TT Transformador de Tensión

 ME Medidores de Energía

τ EA Energía Activa

τ ER Energía Reactiva

 IN Interruptores

 PA Pararrayos

 SE Seccionadores

m Seccionador de Línea

m Seccionador de Barra

m Seccionador de Tierra


 AI Aisladores

**λ PLT Protección Líneas de Transmisión**






**λ VE Ventilación**

**λ GE Grupo Electrónico**

**λ SR Sistema de Refrigeración**

 FPCAR Flujoímetro principal del circuito abierto de refrigeración




 FPCCR Flujoímetro principal del circuito cerrado de refrigeración





-  FCRG Flujoómetro del circuito de refrigeración del generador
-  FRCSE Flujoómetro refrigeración cojinete superior y empuje generador
-  FRCI Flujoómetro refrigeración cojinete inferior generador
-  FRAR Flujoómetro refrigeración aceite regulador de turbina
-  FRCG Flujoómetro refrigeración cojinete y guía de turbina

### TTP Teletransmisión y Telecomunicaciones en la Planta

-  Telefonía
-  Telemida
-  Telemando
-  Teleseñalización
-  Onda Portadora
-  Radio VHF
-  Microondas
-  Fibra Optica

### PC Represa Cirato

-  NP Nivel de Represa
-  MSS Medida de Sólidos en Suspensión
-  PCR Posición de Compuertas Radiales

-  C1 Compuerta 1
-  C2 Compuerta 2
-  C3 Compuerta 3
-  CV Compuerta Vagón

-  Desarenador

-  AO Apertura Obturadores

### PMG Puesta en Marcha de Grupo

-  AR Arranque

-  P0 Paso 0

- m 0.1 Interruptores abiertos
- m 0.2 Arranque de equipos auxiliares
- m P1 Paso 1
- m 1.1 Desbloqueo
- m 1.1.1 Paro de equipo de protección
- m 1.1.2 Parada de emergencia
- m 1.1.3 Tiempo Largo de Arranque
- m 1.1.4 Falla de voltaje de circuitos DC mandos
- m 1.1.5 Falla de equipos de supervisión de velocidad
- m 1.1.6 Niveles de aceite de las chumaceras anormal
- m 1.2 Arranque automático de unidad
- m 1.3 Arranque de bomba de aceite del gobernador (bomba 1 o bomba 2)
- m 1.4 Arranque de contactor de tiempo de válvula de aceite
- m 1.5 Válvula de aceite del gobernador abierto y gobernador listo
- m 1.6 Arranque automático en progreso
- m 1.7 Verificar agujas (cerradas)
- m P2 Paso 2
- m 2.1 Arranque de bomba de aceite de presión de los cojinetes
- m 2.2 Apertura de válvula esférica > 30%
- m 2.3 Válvula Bypass abierto
- m 2.4 Arranque de agua de refrigeración (bomba 1 o bomba 2)
- m 2.5 Desconexión de frenos
- m 2.6 Desconexión calentadores del generador
- m 2.7 Condiciones cumplidas (2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6)
- m P3 Paso 3
- m 3.1 Válvula solenoide de parada en servicio
- m 3.2 Apertura automática del limitador de carga > 30%
- m 3.3 Arranque automático del gobernador electrónico
- m P4 Paso 4

- m 4.1 Velocidad > 30%
- m 4.2 Parada de la bomba de presión de aceite del cojinete
- m P5 Paso 5
- m 5.1 Velocidad > 90%
- m 5.2 Cierre automático de interruptor de campo
- m 5.3 Tensión > 90%
- m P6 Paso 6
- m 6.1 Conexión de sincronización con los equipos de ajuste de tensión y velocidad
- m 6.2 Cerrar interruptor de generador
- m Parada
- m P1 Paso 1
- m 1.1 Disponer unidad de generación en control individual desconectado ( MW y Mvar total)
- m 1.2 Orden de quitar carga activa
- m 1.3 Potencia activa y reactiva = 0
- m 1.4 Deflector en posición de no carga
- m P2 Paso 2
- m 2.1 Comenzar parada automática
- m 2.2 Arranque/parada en progreso
- m 2.3 Limitador de carga posición de aguja =0
- m P3 Paso 3
- m 3.1 Apertura automática interruptor de generador (U1.G-A1-QS)
- m 3.2 Apertura automática interruptor del campo (UI.G-AU-QK) generador
- m P4 Paso 4
- m 4.1 Cierre de válvula esférica
- m 4.2 Gobernador electrónico detenido
- m 4.3 Cerrar limitador de carga
- m 4.4 Paro de válvula solenoide
- m P5 Paso 5

- 5.1Valvula esférica cerrada
- P6 Paso 6
- m 6.1Velocidad < 30%
- m 6.2Arrancar bomba de aceite del cojinete
- m 6.3Valvula de by pass cerrada
- m P7 Paso 7
- m 7.1Velocidad < 15 %
- m 7.2Aplicación de frenos mecánicos
- m P8 Paso 8
- m 8.1Velocidad < 0.5 %
- m 8.2Parada de bomba de aceite del gobernador
- m 8.3Parada de bomba de agua de enfriamiento 1 y 2
- m 8.4Conexión de los calentadores del generador
- m 8.5Paro de bomba de aceite de cojinetes
- m 8.6Paro contador de tiempo de la secuencia de los frenos
- m 8.7Equipos auxiliares fuera de servicio

Como se observa de la muestra anterior se puede inferir la potencialidad de la Aplicación de la Tecnología de Aspectos de Objeto que se propone implantar, pues permite modelar y obtener un Sistema de Información en Tiempo Real completo para operar y mantener local y remotamente la Central de Carhuaquero, así como para poder darle soporte técnico y logístico, y con un suministro de información valiosa para todas las demás áreas de la Empresa que lo requieran, a partir de cada aspecto de los objetos definidos, como el costo de operación (aspecto) o costo de producción, un reporte diario de producción (aspecto), un gráfico de calidad de la operación, su descripción funcional (aspecto), un diagrama diario de la tendencia de la tensión en barras de generación (aspecto), un reporte de las alarmas del generador en un mes (aspecto), datos del proveedor de un repuesto para el generador (aspecto), entre otros, del generador (objeto).

## **4.2 Configuración para el proceso de control remoto.**

### **4.2.1 Software o programas.**

#### **Programas de terceros.**

La Plataforma ABB Industrial IT se ejecuta en la plataforma del Sistema Operativo Windows 2000 de Microsoft, firma con quien además ABB ha firmado un convenio multinacional corporativo y para dar soporte a los programas de terceros que se utilicen.



- Microsoft Windows 2000.
- Microsoft Windows 2000 Service Pack 2.
- Microsoft Internet Explorer 6.0.
- Microsoft DirectX 8.0 para Windows 2000.
- Adobe Acrobat Reader 4.0.
- Microsoft Visual Basic 6.0 con Visual Studio Service Pack 5.
- Windows Installer 2.0.

### **Programas de la Plataforma Industrial IT.**

Los Programas más importantes con todas sus librerías de la plataforma Industrial IT que se instalarán para el Control Remoto de la Planta Carhuaquero son:

#### **Operator IT.**

- Process Portal A Operator Workplace
- Process Panel
- OPC Server/Client
- Active X Library
- Symbol Factory

#### **Control IT.**

- AC800 M/C Connect
- IEC 61131-3 Control programming Languages

- HART Protocol

### **Engineering IT.**

- Plant Explorer
- Control Builder M
- Graphics Builder

### **Inform IT.**

- Process Portal A Historian

#### **4.2.2 Computadores de proceso.**

Los programas y las librerías del Industrial IT se integrarán y correrán en computadores que se proveerá y que funcionalmente operarán como Servidores de Proceso y Estaciones de Trabajo. Industrial IT define en su configuración Servidores de Aspectos y Servidores de Conectividad y Estaciones de Trabajo Clientes para Operación e Ingeniería, según se describe más adelante.

#### **Servidores de aspectos**

De acuerdo con Industrial IT, los dos (2) Servidores de Aspectos que se proponen en configuración dual y redundante para brindar alta disponibilidad del sistema, procesan la “inteligencia central” de todo el Sistema de Aspectos de Objetos, descrito

en las secciones anteriores, ellos incluyen los Directorios de Aspectos con todos los Aspectos de Objetos y los otros servicios relacionados con la gestión del sistema, nominación de servidor, referencias cruzadas, distribución de archivos y seguridad, entre otros; en estos Servidores opera el Controlador del Dominio de Windows.

### **Servidores conectividad**

De acuerdo con Industrial IT, los dos (2) Servidores de Conectividad que se proponen en configuración dual y redundante para brindar alta disponibilidad del sistema, proveen acceso a todos los controladores del Sistema conectados al Bus de Control en este caso a los Controladores ABB AC800M que se propone para el control y proceso remoto, y a otras fuentes de datos en tiempo real, como alarmas y eventos; así mismo, procesan los datos históricos, los mensajes del sistema, los servicios OPC Server para los controladores y las señales de sincronización del sistema, entre otros.

### **Servidor de Conectividad al PI y Tridium**

De acuerdo a las especificaciones técnicas se requiere que los datos en tiempo real del Sistema de Control Remoto de la Planta Carhuaquero sean colectados, procesados e integrados a las aplicaciones PI y Tridium actualmente en operación, en respuesta a dicho requerimiento se propone implantar un Servidor de Conectividad que provea los servicios de interface.

## **Estaciones de trabajo clientes**

Para la supervisión, control y operación del Planta Carhuaquero se proveerá Estaciones de Trabajo que operarán como clientes, con las funciones del Process Portal A Workplaces o Estaciones de Trabajo de Operación, en número de cuatro (4): tres (3) Estaciones para Operación de la Planta Carhuaquero o Workplaces (uno local y dos remotos) y un Workplace de Ingeniería remoto para la construcción de despliegues, integración de aplicaciones y ampliaciones de señales, entre otros.

### **4.3 Características Técnicas de los computadores.**

Para cumplir con las exigentes funciones descritas en la sección anterior se propone los computadores siguientes, cuyas principales especificaciones técnicas se describen seguidamente:

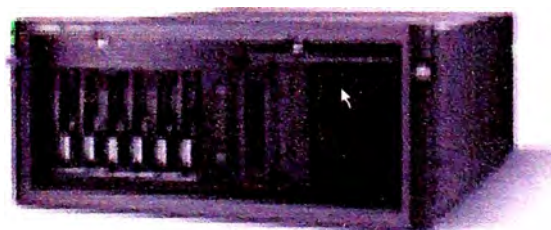
- Dos Servidores de Conectividad redundantes, Compaq modelo Proliant MI350 de 2 GHz, Evo W6000 equipada con monitor Compaq P1220 color de 17”
- Dos Servidores de Aspectos de Objeto redundantes, Compaq modelo Proliant MI350 de 2 GHz, Evo W6000 equipada con monitor Compaq P1220 color de 17”
- Un Servidor OPC de Conectividad al PI y Tridium, Compaq modelo Proliant MI350 de 2 GHz, Evo W6000 equipada con monitor Compaq P1220 color de 17”

- Tres Estaciones de Trabajo de Operación, Evo W6000 equipada con monitor Compaq P1220 color de 21”
- Una Estación de Trabajo de Ingeniería, Evo W6000 equipada con monitor Compaq P1220 color de 21”

Como parte de la alimentación eléctrica para los computadores ABB proveerá 2 (dos) UPS (Fuente de Alimentación Ininterrumpida) de 8 kVA (uno para la estación Carhuaquero y el otro para la estación Chiclayo) 220 Vca y 60Hz.

#### **4.3.1 Servidores.**

Se propone servidores Compaq ProLiant MI350 ofrece un alto rendimiento y alta disponibilidad a empresas y grupos de trabajo corporativos que requieren una solución para sus aplicaciones críticas. Sus funciones, capacidades de administración y ampliación lo convierten en una plataforma ideal para aplicaciones de archivos/impresión, web, correo electrónico, backup de datos y aplicaciones de bases de datos reducidas.



**FIGURA 08. SERVIDOR COMPAQ PROLIANT MI350.**

**Características Principales:**

- Procesador Intel Xeon™ de 2.0 GHz y 2.20 GHz (capacidad para dos procesadores) con memoria caché estándar de 512-KB nivel 2 .
- 512MB de memoria DIM ECC PC2100 DDR SDRAM (ampliables hasta 8GB).
- Controladora Ethernet PCI (10/100).
- Cinco ranuras de expansión disponibles: cuatro PCI de 64-bit/100-MHz, un PCI de 32-bit/33-MHz.

**4.3.2 Estaciones de trabajo.**

Se propone estaciones de trabajo Evo W6000 de Compaq. Este ordenador es una estación con capacidad para dos procesadores. Presenta cinco bahías (dos disponibles). Es ideal para aplicaciones gráficas y aplicaciones de desarrollo de software.

**Características Principales:**

- Soporta hasta dos procesadores Intel Xeon de 2GHz.
- Memoria caché de 512KB nivel 2 integrada en el procesador
- Chipset Intel 860 con 400-MHz de Front Side Bus
- Memoria de 512 MB ECC RDRAM ampliable hasta 2GB
- Controladora Ethernet PCI (10/100)
- Cinco bahías de expansión: tres externas y dos internas.

## **CAPITULO 5**

### **LA PLATAFORMA INDUSTRIAL IT Y SU INTERFACE OPERADOR - MAQUINA**

#### **5.1 Definición y Características del Operate IT.**

La plataforma Industrial IT ofrece su programa Operate IT para realizar las funciones de Interface Hombre - Máquina. Los Servidores en la Sala de Control, junto con las tres estaciones de trabajo (dos de operación y una de Ingeniería) ubicados en la Central Térmica de Chiclayo, estarán equipados con dicho programa. Algo similar ocurrirá en la Estación Remota de la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero.

#### **Interface del Operador de Planta - Operate IT.**

El programa Operate IT, cuya capacidad funcional integrada se muestra en la siguiente figura, es una herramienta multifuncional con una muy alta resolución, lo cual facilitará las tareas de operación, supervisión y control de toda la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero y de todos sus componentes hidro-electromecánicos

como sus tres Turbinas, incluyendo los tres Grupos de Generación, la Represa de Cirato, Servicios Auxiliares, Sistema de Refrigeración, Patio de Llaves con sus componentes electromecánicos y Sistemas de Comunicaciones.



**FIGURA N° 09. INTERFACE DEL OPERADOR - OPERATE IT.**

### **Características del Operate IT.**

El Sistema Operate IT es una solución de integración de sistemas de control para aplicaciones de automatización de procesos de producción de energía eléctrica que reportan e integran la funcionalidad de equipos tales como los de instrumentación, motores y I/Os, con las funciones de administración de toda la empresa.



El Operate IT permite el monitoreo, control y administración de información de toda la planta desde el lugar que se decida. Ofrece a los operadores un menú de navegación de contexto intuitivo que les permite concentrarse en las tareas de operación y administración actuales, siguiendo el flujo de operación a través del sistema de control de procesos de toda la planta.

El Operate IT contiene a su vez los subprogramas: Process Portal, el cual es en sí la interface mencionada, Process Panel, una serie de paneles para el operador y Pocket Portal, del tipo PDA que permite una comunicación inalámbrica. Por esto, el Operate IT permite una capacidad de navegación rápida a través de todas las funciones de operación y mantenimiento, tales como alarmas, históricos, tendencias, sumario de eventos, despliegues, entre otros del sistema; facilitando la tarea del operador de la planta. El Process Portal o Portal de Procesos es en sí la Interfaz Hombre-Máquina para control de procesos y una herramienta eficiente para el trabajo diario de operadores e ingenieros y personal de mantenimiento de la planta. Sus Principales características son las siguientes:

### **Integración de la información.**

Integra toda la información de sistemas y plataformas diferentes en un solo ambiente usando la tecnología Aspect Object, ahorrando tiempo en la búsqueda de información que puede ser empleado para mejorar el desempeño de la planta.

Para mostrar la información requerida basta con apuntar cualquier objeto y hacer clic derecho con el mouse, mostrando un menú con las acciones asociadas al objeto y que pueden ser accesibles a través de todo el sistema. Una de las acciones del objeto puede referirse a otro objeto como por ejemplo un dispositivo de otro fabricante, haciéndola perfecta para integrar aplicaciones de terceros. Este menú puede también personalizarse para incluir referencias de selección específicas como por ejemplo:

- Documentos de Word (procedimientos de operación y calibración, hojas de datos, etc.)
- Dibujos de AutoCAD
- Diagramas Lógicos de Control
- Software de Sistema de Administración de Mantenimiento
- Documentos de Excel (hojas de cálculo de entrada de datos, registros de cliente, etc.)
- Fotos o videos del elemento.

Como se muestra en la figura 05 la integración de la información de un elemento de planta, en este ejemplo se ven esquemas funcionales, tablas de operación, diagramas lógicos para un motor de planta.

### **Interoperatividad basada en estándares.**

Process Portal está basado en estándares abiertos. Trabaja con sistema operativo MS Windows 2000 permitiendo integrar aplicaciones de oficina como MS Word, Mail,

Internet Explorer, etc. El graficador Graphic Builder está basado en MS Visual Basic. Sus bloques de construcción son Controles ActiveX un estándar del mundo de Microsoft. Incluso en un gráfico de procesos se pueden integrar con cualquier formato gráfico. La comunicación está basada en OPC (OLE for Process Control) que hace posible recibir datos de cualquier Servidor OPC y usarlos y desplegarlos en Process Portal. La interoperatividad basada en estándares también asegura la integración con futuras aplicaciones suministrados por terceros.

### **Área de trabajo.**

El área de trabajo de Process Portal permite a los usuarios ver y usar los datos del proceso, del sistema y de la empresa. Los elementos de interface están diseñados específicamente para acomodarse a las necesidades de usuarios de sistemas de control de procesos y para ofrecer un área de trabajo de fácil manejo en el cual desarrollar tareas para el manejo total de la empresa. La presentación del área de trabajo puede ser configurada por el usuario. Ya que está basado en Windows incluye herramientas de ayuda para asistir a los usuarios en la interpretación de símbolos y para expandir descripciones de texto.

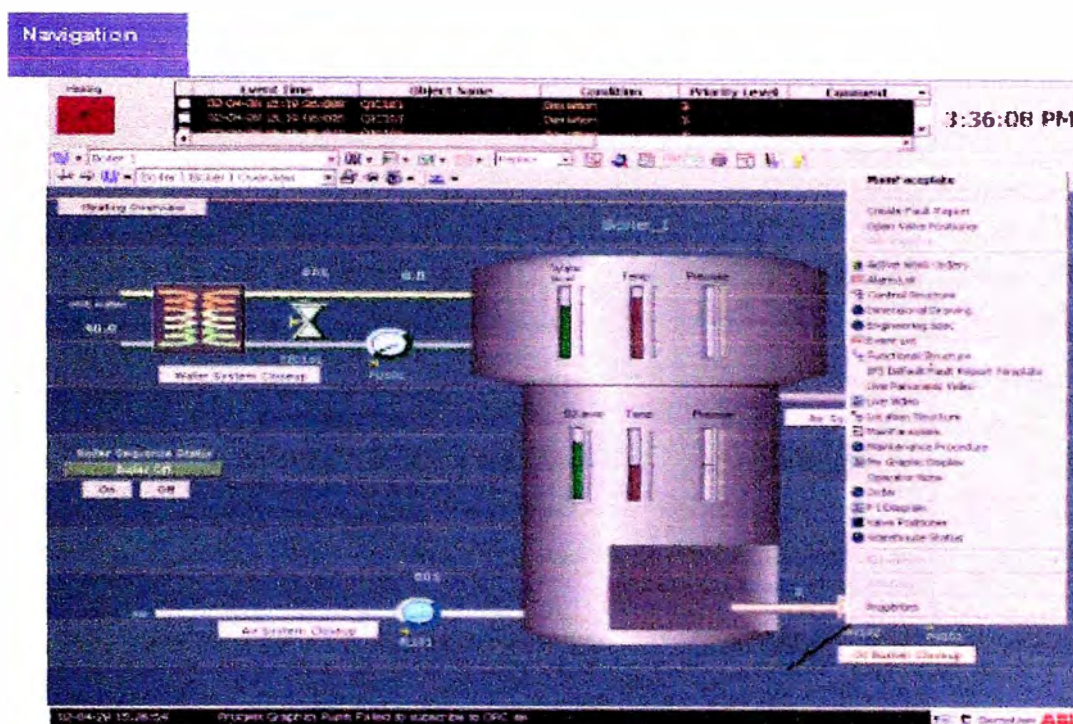


**Manejo de ventanas.**

Permite manejar toda el área de trabajo, incluyendo vistas de la pantalla de control y vistas integradas de paquetes de software de terceros que pueden operar en el ambiente del área de trabajo. La herramienta View Classes permite priorizar la información pudiendo el operador acceder constantemente a la información adecuada. A cada tipo de información, tales como Despliegue de Tendencia, Lista de Alarmas, se le puede asignar un nivel de prioridad, el tamaño de la ventana, la posición inicial y el número de menús posibles.

**Navegación eficiente y flexible.**

Process Portal permite disminuir los pasos para la acción (aspecto) de objetos, al asignarles una acción por defecto que permitan minimizar el tiempo de interacción con él en una situación crítica. Posee botones Adelante y Atrás para desplazarse entre acciones así como una lista de históricos con las acciones visitadas recientemente. Permite conseguir una lista con referencia a todas las pantallas donde se encuentre el objeto, ahorrando tiempo en la operación y durante la fase de ingeniería.

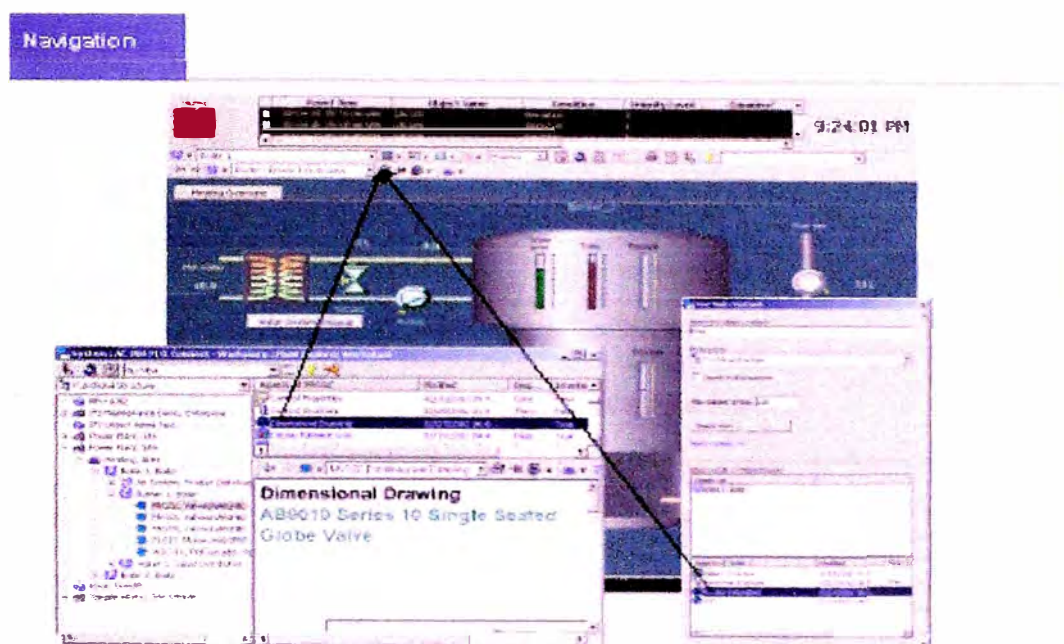


**FIGURA N° 11. FÁCIL NAVEGACIÓN.**

### **Explorador de planta.**

Es el buscador del Process Portal. Permite acceder a objetos de manera similar al acceso a archivos del Explorador de Windows.

Los objetos pueden representar válvulas, bombas, interruptores, seccionadores, motores, bombas, generadores o lotes de producción. Pueden también ser objetos de alto nivel como unidades de proceso con combinaciones de equipos y señales. Pueden ordenarse en estructuras donde los objetos pueden ser accedidos desde diferentes aspectos organizacionales. Por ejemplo se pueden ordenar según el flujo de proceso lógico, según donde se localizan físicamente en la planta o según su pertenencia a la red del sistema de control.

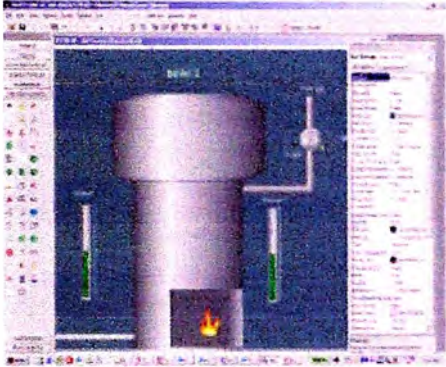


**FIGURA 12. FACIL EXPLORACIÓN.**

## **5.2 Capacidades, configuraciones y convenciones de despliegue.**

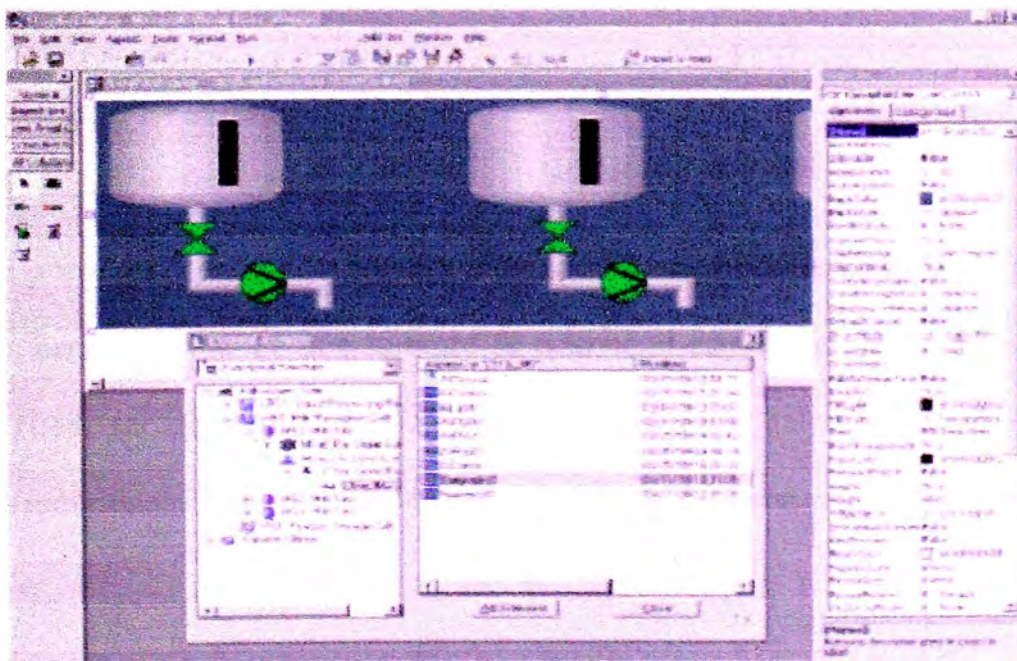
Process Portal proporciona una interfaz de usuario gráfica basada en tecnología Control ActiveX, que permite personalizar los gráficos de una sección del proceso de la planta fácilmente. Estos gráficos son comúnmente usados para mostrar los datos del proceso y acceder a controles de proceso, e incluso pueden también definir enlaces a otros gráficos y objetos. El editor gráfico se llama Graphic Builder y esta basado en MS Visual Basic. Este editor permite importar imágenes de áreas de procesos en cualquier formato gráfico y usarlas como imagen de fondo para ayudar a los operadores de planta, teniendo así información grafica y alfanumérica. configurarse está limitada solo por la memoria y todas las pantallas están disponibles para cada cliente del sistema. A continuación se muestra algunas pantallas de editor de despliegues

Process  
Graphics  
Benefits



- **State of the Art Process Graphics**
  - Graphic elements, subelements, primitives libraries
  - 2D, 3D, photos, scanned images
  - Aspect links to any aspect
  - Buttons, property elements
- **Graphic Builder**
  - Graphic element building/modification/arranging Property elements
  - Element Browser enables reuse of graphic elements for all function block- and control module instances
  - Expression Builder to perform logic, set colors, input properties, local language

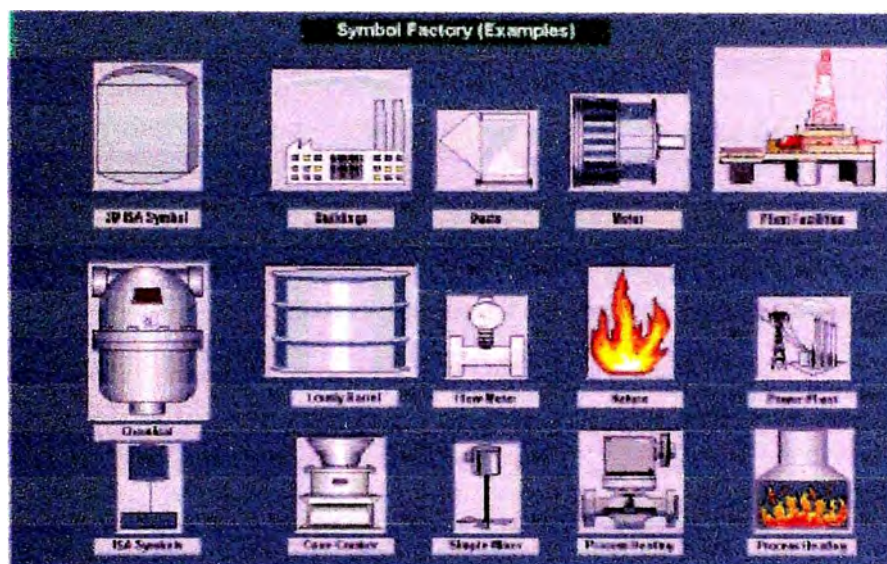
**FIGURA N° 13. EDITOR DE DESPLIEGUES GRAPHIC BUILDER.**



**FIGURA N° 14. APLICACIÓN.**



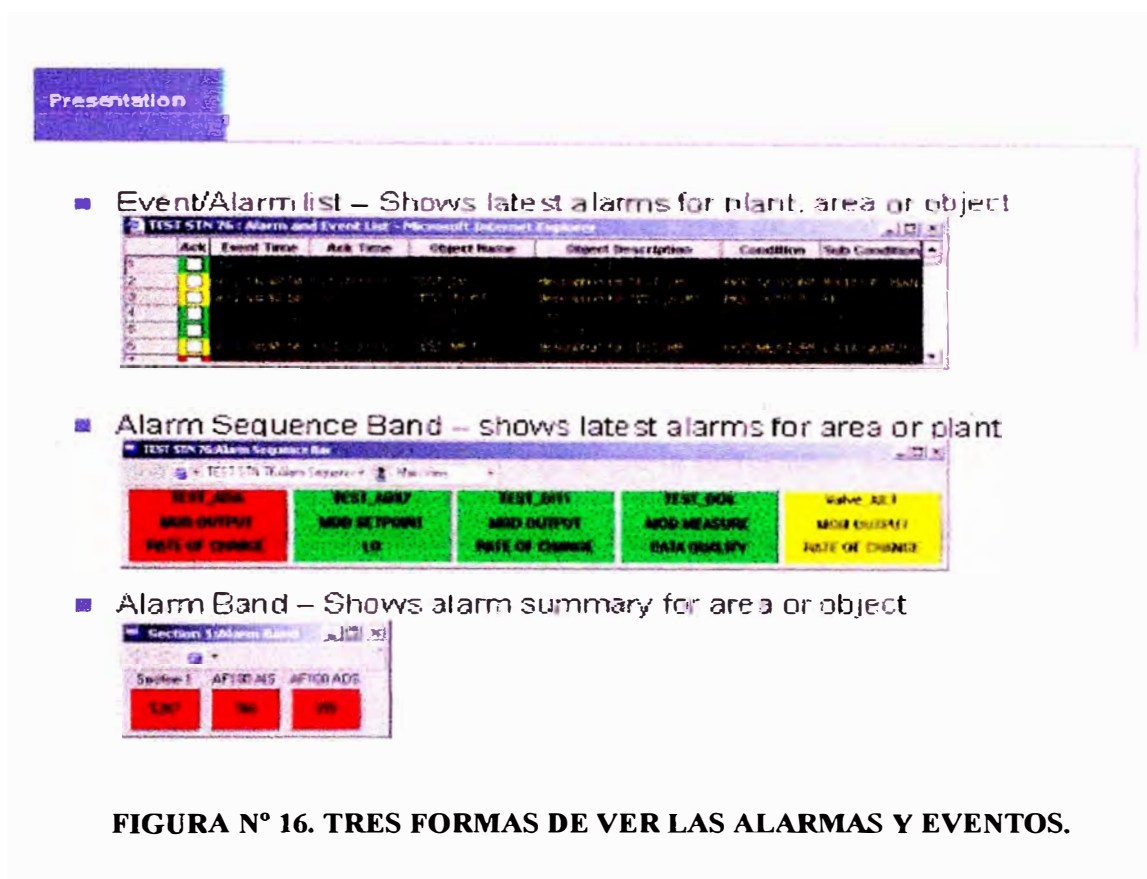
Así mismo se proveerá para la construcción de los despliegues una Librería de Símbolos y Gráficos de plantas de producción y componentes, entre otros.



**FIGURA N° 15. LIBRERÍA DE SIMOLOS Y GRAFICOS.**

### **Administrador de alarmas.**

Process portal esta equipado con un potente sistema Administrador de Alarmas y Eventos para cerciorar de que siempre se conoce el estado de planta. El estado de alarma puede ser mostrado en varias presentaciones tales como en Lista de Alarmas, Alarma Individual Barra, o en Banda de Alarmas, según se muestra seguidamente.



El contenido de las diferentes presentaciones es definido en la configuración de alarmas. Se puede seleccionar cualquier alarma o evento que se desea tener en cada presentación.

Muestra de atributos de Alarmas que pueden filtrarse:

- Tipo de mensaje (Alarma/Evento)
- Prioridades de alarma
- Areas de planta o secciones de proceso
- Estado de la alarma y período de tiempo

El administrador de alarmas se hace fácil, usando las estructuras del objeto cuando la configuración de alarmas se filtra. Se pone una lista de alarmas y la configuración del filtro de alarmas en el objeto que representa el área de proceso en la estructura. Se puede decidir si quisiera que la lista tomara los alarmas para el área de proceso por sí mismo o todas las alarmas para el área de proceso tan bien como las subzonas de proceso representadas como objetos “hijos” en la estructura. Típicamente, con un par de clics usted puede instalar una lista de alarmas para demostrar todas las alarmas de un motor que está teniendo problemas.

### **Lista de Eventos / Alarmas.**

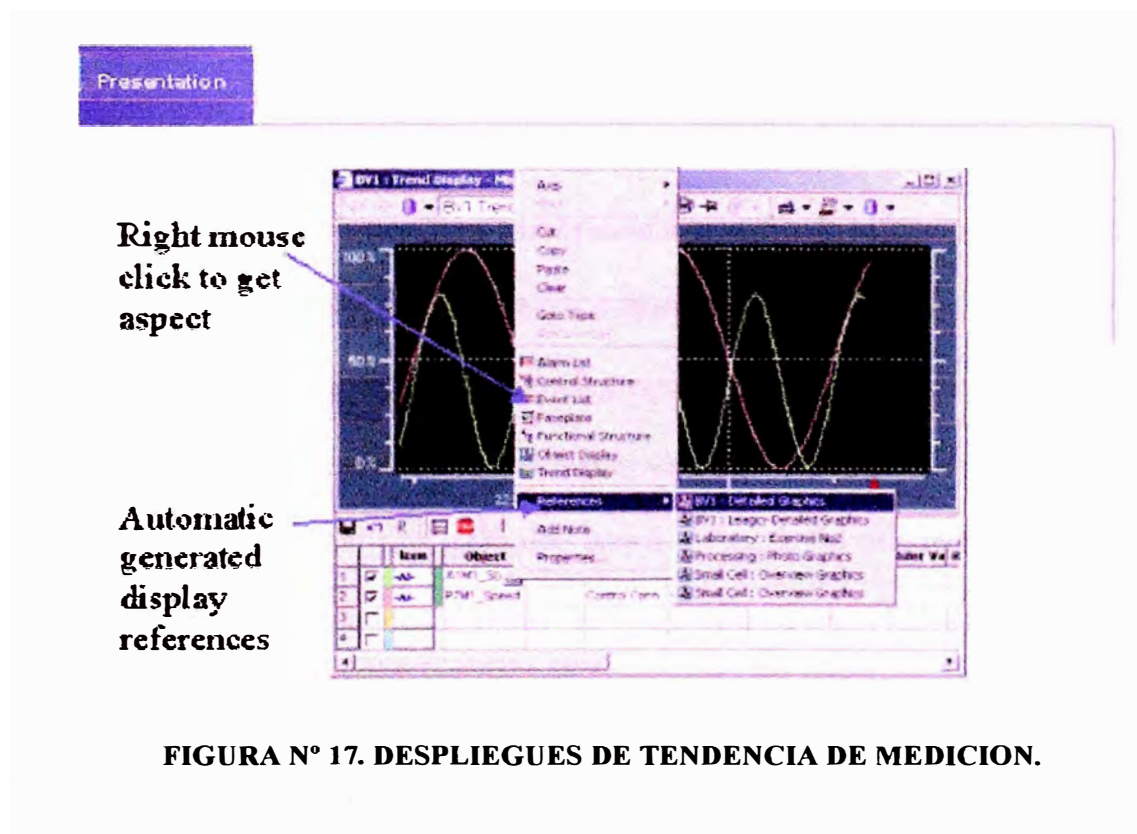
Una lista de alarmas exhibe todos los eventos configurados por el filtro de alarmas. Todas, o un subconjunto, cualidades de eventos junto con el valor actual para ese objeto pueden ser exhibidos. Ver las alarmas es muy flexible. Se puede reconocer alarmas individuales, seleccionar múltiples o realizar un reconocimiento entero de la página. Para ver los detalles de una alarma seleccionada se puede entrar a Details View. El cual muestra todas las cualidades que son disponibles y asociadas con la alarma. Se puede también agregar un comentario como el cual explique la condición de la alarma.

### **Tendencias.**

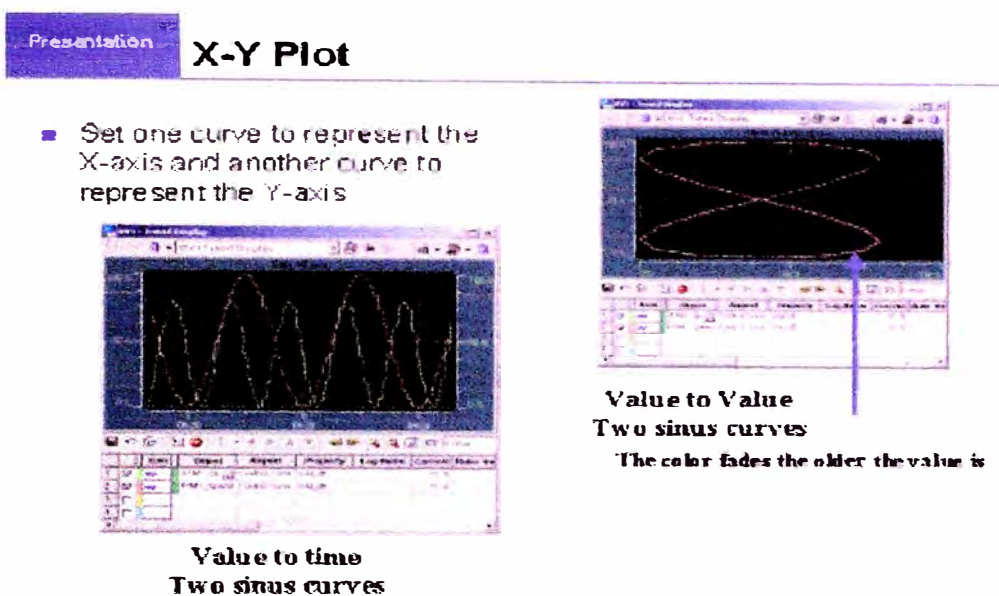
El despliegue de tendencias forma parte de algunas de las herramientas más importantes asociadas con la operación y análisis del proceso industrial. La dirección

de Process Portal en esta función es necesaria para la presentación al operador de un extenso conjunto de características de tendencias y funciones.

El despliegue de la tendencia puede presentar datos “run-time” e históricos. Apenas se abre la exhibición de la tendencia un objeto todos los datos disponibles se muestran. Esto también significa que se puede mover la gama del tiempo hacia adelante y hacia atrás sin la preocupación alrededor de donde los datos están viniendo.



Usualmente las tendencias son un valor para medir versus el tiempo. En algunos usos es muy útil poder tender dos valores para determinar la relación entre ellos. Process Portal le da la posibilidad de ver a los valores de la tendencia en un diagrama de X/Y



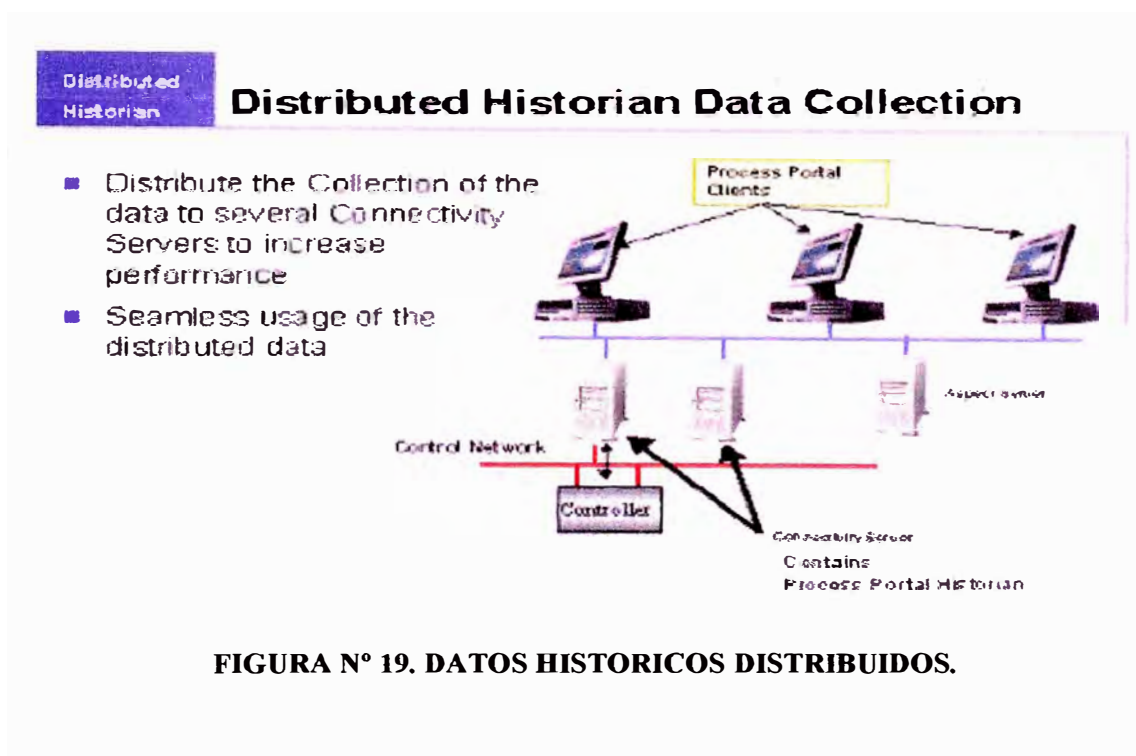
**FIGURA N° 18. DESPLIEGUES DE TENDENCIA X – Y.**

La tabla de tendencias proporciona también una porción de información, por ejemplo el valor medio, máximo y mínimo de los datos. Se puede preprocesar datos antes de ser mostrados en el display de tendencias con el uso de funciones como mínimo, máximo, promedio e instantáneo. Para hacer un informe, se puede copiar las figuras en la tabla y pegarlas en, por ejemplo, Word o Excel. Se puede también copiar el display completo de la tendencia como gráfico y pegarla en el informe.

### **Almacenamiento Histórico.**

Es posible almacenar valores de los datos de operación en el tiempo y coleccionarlos periódicamente en archivos de disco magnético del Servidor asignado para tal función según se muestra en la siguiente figura, actualmente se puede coleccionar hasta 2'000,000 de puntos. Los archivos de datos históricos pueden almacenarse incluso

jerárquicamente. La información colectada puede distribuirse y puede configurarse en forma dual y redundante para dotar de alta confiabilidad a la información guardada. La figura siguiente muestra esta funcionalidad.



### 5.3 Funciones del Operate IT.

Las funciones que brinda el Operate IT para ayuda en la operación del sistema se resumen seguidamente en la figura mostrada, entre otras funciones que serán integradas al Sistema de Control de la CH Carhuaquero se mencionan:

- Interface de Usuario Multigráfica
- Gráficos de Procesos de Producción
- Generación de Alarmas y Eventos
- Gráficos de Tendencias

- Históricos
- Funciones de Control Integradas
- Redundancia
- Seguridad
- Integración de Equipos de Terceros
- Soporte en lenguaje Nativo.

Se ofrece las siguientes funciones de ayuda entre otras a la operación y que cumplen con las especificaciones:

- Se usarán procedimientos interactivos que conduzcan al operador a través de los pasos apropiados con alguna forma de reconocimiento desplegado en cada paso de la operación. El paso final en cualquier secuencia que cambie el estado de un dispositivo o los valores de la base de datos o dispositivo serán procesados como un evento.
- Cuando sea apropiado, los menús de diálogo serán desplegados automáticamente para guiar a los operadores a través de los procedimientos operativos. Los menús de diálogo que aparecen en respuesta a la selección de un punto aparecerán en lugares de la pantalla alejados del punto seleccionado. Estos menús de diálogo ofrecerán todas las acciones que puedan ejecutarse lógicamente sobre el punto (abrir, cerrar, aumentar, disminuir, inhibir alarmas, editar la base de datos, hacer tendencia, reasignar prioridad de alarmas, etc.). Cuando sea aplicable, se ofrecerá una acción que origine textos de "ayuda" o "procedimientos alternos".

- Cuando un punto de la base de datos ha sido seleccionado por un operador, otro intento del operador por seleccionar el punto se impedirá.
- Será posible llamar cualquier despliegue en cualquier monitor desde cualquier consola en cualquier instante, limitado únicamente por el Modo de Operación, las Áreas de Responsabilidad y las Áreas de Visualización. Será posible llamar el mismo despliegue en más de un monitor en una o más consolas simultáneamente.

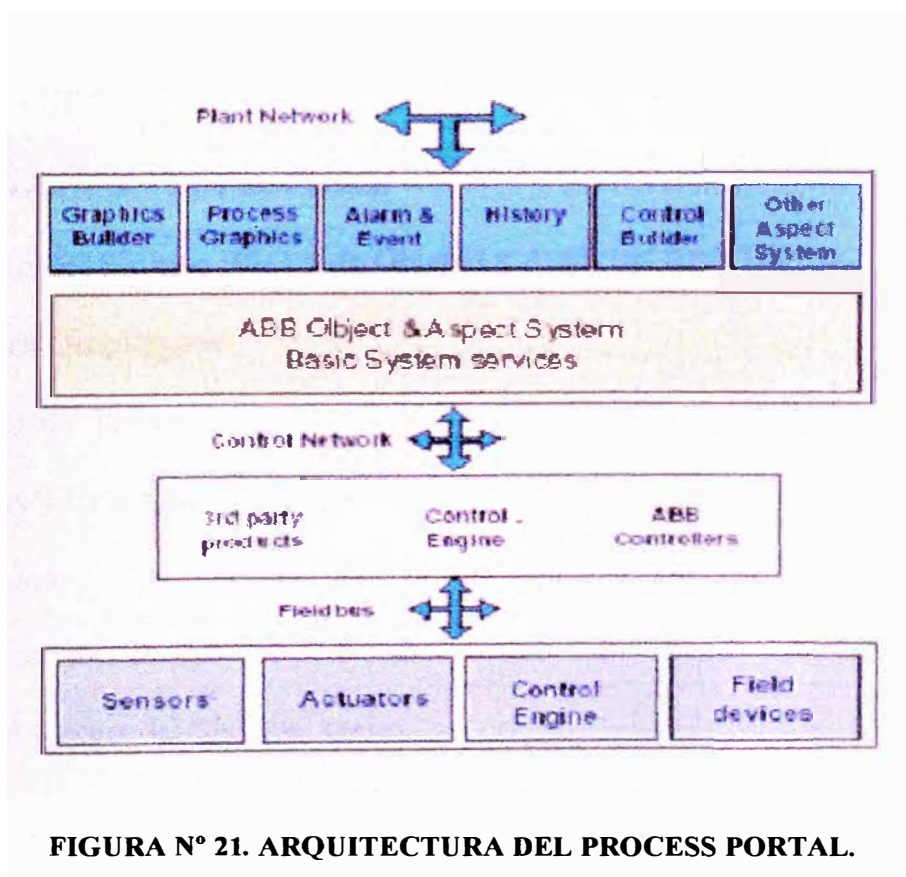


**FIGURA 20. RESUMEN DE FUNCIONES DEL OPERATE IT.**



#### 5.4 Funciones de operación del Process Portal aplicadas a la planta de Carhuaquero.

El Sistema de Control Remoto que se implementará para la Central de Carhuaquero, se ha concebido como una estructura de control jerarquizada en tres niveles, a fin de cumplir los requerimientos del proyecto. Esta estructura se basa en la arquitectura natural con la que opera el Process Portal, aplicación del Operate IT. A continuación se muestra un esquema general de los niveles de control propuestos.



**FIGURA N° 21. ARQUITECTURA DEL PROCESS PORTAL.**

**Nivel de Control 1: Bus de campo.**

- Sensores
- Actuadores.
- Máquinas de Control.
- Dispositivos de Campo.

**Nivel de Control 2: Red de Control.**

- Productos de Terceros.
- Máquinas de Control.
- Controladores ABB.

**Nivel de Control 3: Red de Planta.**

- Servicios del Sistema Básico de Objetos y Aspectos de ABB.
- Editor de Despliegues.
- Gráficos del Proceso.
- Alarmas y Eventos.
- Históricos.
- Constructor de Programas de Control.
- Otros Aspectos del Sistema, como:
  - Despliegues del Sistema Hidráulico y Electromecánico.
  - Despliegue de Descripción del Sistema.
  - Despliegues de la Represa.
  - Despliegues de los Diagramas Unifilares de la Central, Grupos de Generación y Patio de Llaves.

- Despliegues del sistema de refrigeración de los Grupos de Generación.
- Despliegues Tabulares de las Centrales, Subestación y Patio de Llaves.
- Despliegues de los Diagramas Unifilares de las Líneas de Transmisión.
- Despliegues de Resumen del Sistema.
- Despliegue de Alarmas y Eventos.
- Despliegues de Contabilización de Energía.
- Despliegues Dinámicos de Arranque y Parada de Grupos.

## **CAPITULO 6**

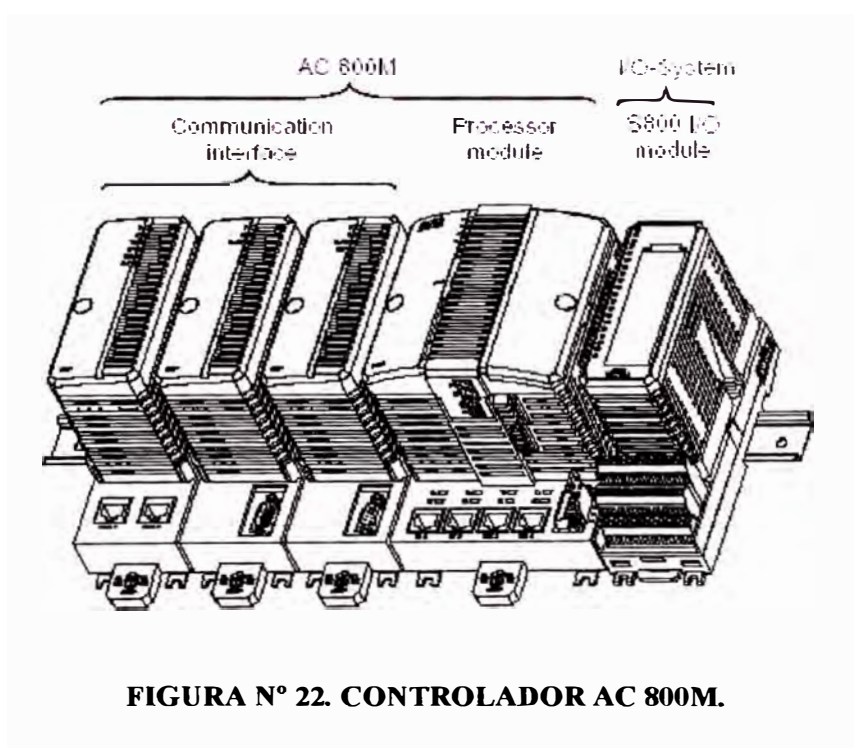
### **CONTROLADORES DE PROCESOS AC800M**

#### **6.1 Controlador de procesos AC800M.**

El controlador AC800M será implementado para controlar los 3 grupos de generación de la Central de Carhuaquero, según la siguiente distribución.

**Red de PLC's Controlador de Unidad.** Ubicados en tableros denominados GCB "Gobernador Control Board" (Panel de Control Gobernador). Tiene como tarea principal manejar el sistema que gobierna la turbina del grupo, el mismo que es un servo-sistema manejado por energía hidráulica. Estos controladores también controlan y supervisan todo equipo auxiliar, como las bombas de lubricación y de alta presión y desempeña todas las funciones de supervisión básicas como monitoreo de temperaturas y vibración. Toda la secuencia lógica del proceso de la unidad generadora como arranque y parada y cierre de emergencia. La comunicación de los PLC's será vía LAN Ethernet.

**Red de PLC's Controlador de Turbina.** Ubicados en tableros denominados ECB "Excitation Control Board" (Panel de Control de Turbina). Tiene como tarea principal controlar y monitorear el equipo de regulación de tensión. La comunicación de los PLC's será vía LAN Ethernet.



**FIGURA N° 22. CONTROLADOR AC 800M.**

El Controlador AC800M contiene diferentes módulos de entrada y salidas analógicas y digitales y de alimentación. A continuación se detalla los módulos a implementar.

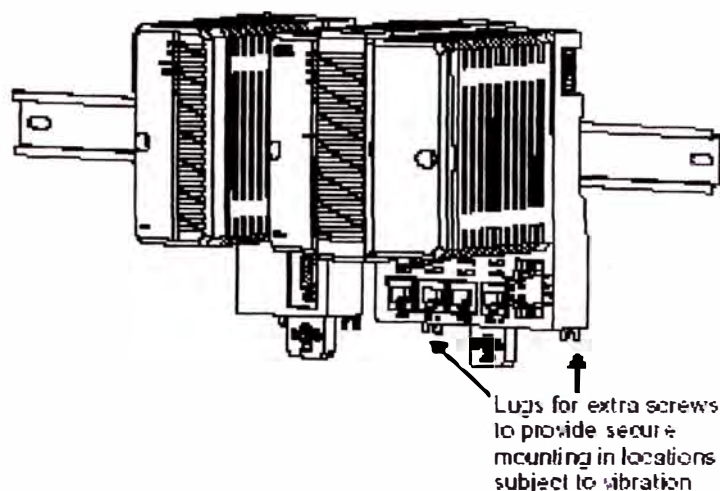
- Se proveerán controladores de proceso y los módulos de entrada/salida serán instalados en racks dentro de los gabinetes provistos, ubicándose dos en la planta Carhuaquero.

- Se diseñarán las fuentes de alimentación para instalarse junto a los controladores y los módulos de entrada/salida de forma integrada.
- Se suministrará la fuente de alimentación la cual será hábil de conducir una desconexión de 20 mseg. El CPU será notificado dentro de 20 mseg y organizar una ordenada parada.
- Se proveerá el sistema de control que detectará automáticamente los módulos de entrada/salida (I/O). Este sistema será pre-configurado para identificar el tipo y atributos de todos los módulos I/O. Cualquier diferencia entre el módulo de I/O pre-configurado y otro insertado será automáticamente detectada y se producirá una alarma.

Cada terminal de I/O y el módulo serán habilitado o deshabilitado por software de manera que se prevea módulos de I/O y terminales de I/O incompatibles mezclados accidentalmente. Cada terminal de I/O terminará en uno y solo un terminal roscado.

Los módulos ABB del PLC AC 800M hacen posible el reemplazo en caliente de cualquier módulo de I/O de forma muy segura y práctica sin parar o interferir con el controlador relacionado o el sistema. La parametrización y configuración del sistema de todos los módulos de I/O serán efectuadas sólo por software.

Los componentes de I/O provistos serán del tipo de montaje en riel DIN y adecuado para montaje en gabinetes de campo.



**FIGURA N° 23. MONTAJE EN RIEL DIN.**

El sistema de control de proceso suministrado será capaz de proveer diagnóstico detallado del sistema desde la estación de operación y de ingeniería del sistema. Como mínimo se brindará información acerca del estado del módulo y canal. Será posible obtener información sobre la versión de hardware y software del módulo, así como horas de operación sobre el tiempo en uso; además será posible obtener una alarma en caso de exceso de temperatura.

En caso de falla de la comunicación de un controlador o I/O, todos los módulos de salida proveerán un cierre de canal inteligente, es decir la salida permanecerá en el último estado y además tendrá un canal inteligente de salida configurable por el usuario. Cada canal de salida debe mantener su propio valor de seguridad que se ejecuta automáticamente, es decir a la detección de una comunicación de fuera de tiempo entre el controlador y el módulo de salida.

El sistema será capaz de soportar varios tipos de buses de campo, como mínimo Profibus DP, Modbus Master Esclavo, Foundation Fieldbus, Modbus, Ethernet, Hart. Por lo menos hasta cuatro líneas por controlador pueden operarse simultáneamente. Se podrán añadir dispositivos de campo en cualquier tiempo al bus sin necesidad de inicializar el bus o el controlador.

Las I/O remotas ABB podrán configurarse desde la estación de trabajo. Poseerán facilidades de diagnóstico con indicadores tipo led para fallas y con posibilidad de desplegar mensajes de diagnóstico en la mencionada estación. En caso de falla de comunicación la I/O remota tendrá la habilidad de ser configurada para mantener el valor previo o ir a un valor predeterminado

La I/O remota tendrá una capacidad de extensión como mínimo de 700 metros. Se dispondrá de la tecnología de fibra óptica para aplicaciones de mayor distancia.

A continuación se detallan los módulos a utilizar a si como el número de entradas y salidas analógicas y digitales por grupo.

**TABLA N° 03.**

<b>Grupo de Generación</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Modulos</b>
<b>AI</b>	<b>22</b>	<b>AI810</b>
<b>AI (Pt100)</b>	<b>9</b>	<b>AI830</b>
<b>AO</b>	<b>5</b>	<b>AO810</b>
<b>DI</b>	<b>80</b>	<b>DI811</b>
<b>DO</b>	<b>27</b>	<b>DO820</b>



En el caso de los equipos auxiliares el Controlador se integrará a la red Ethernet a través de sus dos puertos Ethernet y la comunicación con el PLC de la interfase gráfica Process Panel 245 será por el protocolo Modbus RTU.

**TABLA N° 04.**

<b>Equipo Auxiliar</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Módulos</b>
<b>AI</b>	<b>15</b>	<b>AI810</b>
<b>AO</b>	<b>0</b>	
<b>DI</b>	<b>20</b>	<b>DI811</b>
<b>DO</b>	<b>32</b>	<b>DO820</b>

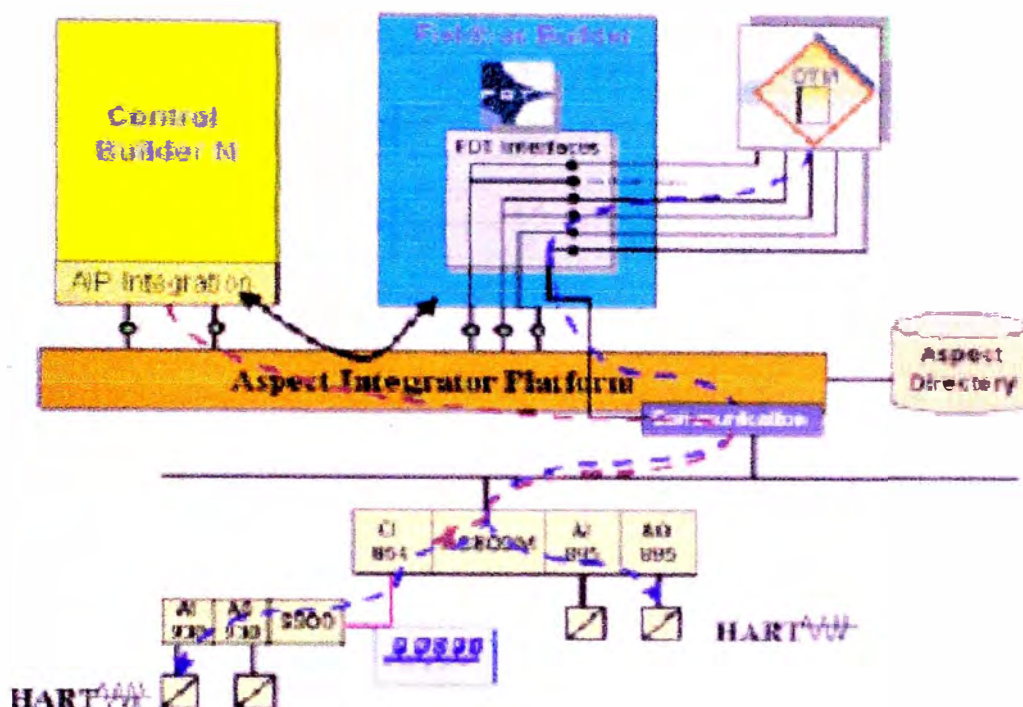
El Controlador correspondiente a instrumentación se ubicará en el tablero de Control instrumentación y equipos auxiliares en sala de grupos Carhuaquero, la conexión a la red se hará a través de los puertos ethernet tanto principal como redundante , una de las entradas seriales se utilizará para la comunicación con la interfase gráfica Process Panel y por el protocolo Modbus RTU

Los módulos necesarios para manejar las señales analógicas procedentes de los medidores de presión, flujo y presión (instrumentación) serán.

**TABLA N° 05.**

<b>Instrumentación</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Módulos</b>
<b>AI</b>	<b>36</b>	<b>AI895</b>

Los módulos analógicos AI895 soportan el protocolo HART , la ruta seguida por la información recopilada se muestra en la siguiente figura.



**FIGURA 24. MÓDULOS AI895 Y PROTOCOLO HART.**

A continuación se muestran los módulos y las señales que se integrarán del patio de llaves y línea 1 L220kV, este PLC estará ubicado en el tablero de control correspondiente y se encontrará en la sala de control Carhuaquero, la conexión a la red se hará a través de los puertos Ethernet tanto principal como redundante, una de las entradas seriales se utilizará para la comunicación con la interfase gráfica Process Panel 245 por el protocolo Modbus RTU.

**TABLA N° 06.**

Patio de llaves		
Tipo	Cantidad	Módulos
AI	11	AI810
AO	0	
DI	36	DI811
DO	18	DO820

TABLA N° 07.

<b>Linea 1 220kV</b>		
<b>Tipo</b>	<b>total</b>	<b>Módulos</b>
<b>AI</b>	<b>9</b>	<b>AI810</b>
<b>AO</b>	<b>0</b>	
<b>DI</b>	<b>12</b>	<b>DI811</b>
<b>DO</b>	<b>6</b>	<b>DO820</b>

El PLC correspondiente a las señales de la Represa Cirato estará ubicado en la misma Represa y la transmisión de datos al centro de control se hará utilizando un módulo de comunicación CI853C de donde saldrá al Modem de onda portadora , en la central llegará al router multiservicio CISCO 3660 entradas RS 232 C y su conexión al switch principal y redundante, este PLC se encontrará ubicado en el tablero de control de Represa Cirato según se muestra en el esquema “CONFIGURACION GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL REMOTO”, este PLC cuenta además con los siguientes módulos y tipos de señales:

TABLA N° 08.

<b>Presa Cirato</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Módulos</b>
<b>AI</b>	<b>9</b>	<b>AI810</b>
<b>AO</b>	<b>2</b>	<b>AO810</b>
<b>DI</b>	<b>22</b>	<b>DI811</b>
<b>DO</b>	<b>1</b>	<b>DO820</b>

Para las señales provenientes de Control Supervisión Conjunto se detallan a continuación, este PLC estará ubicado en el tablero de control Patio de Llaves.

TABLA N° 09.

Control Supervisorio Conjunto		
Tipo	total	Módulos
AI	2	AI810
AO	0	
DI	60	DI811
DO	7	DO820

Toda Unidad de Control AC800M, contará con una pantalla Process Panel que será la interfase gráfica con el operador y por la cual se podrá monitorear las principales variables del proceso. Así mismo, se proveerá una Tarjeta PROFIBUS-DP (C1851) para futuras integraciones de equipos.

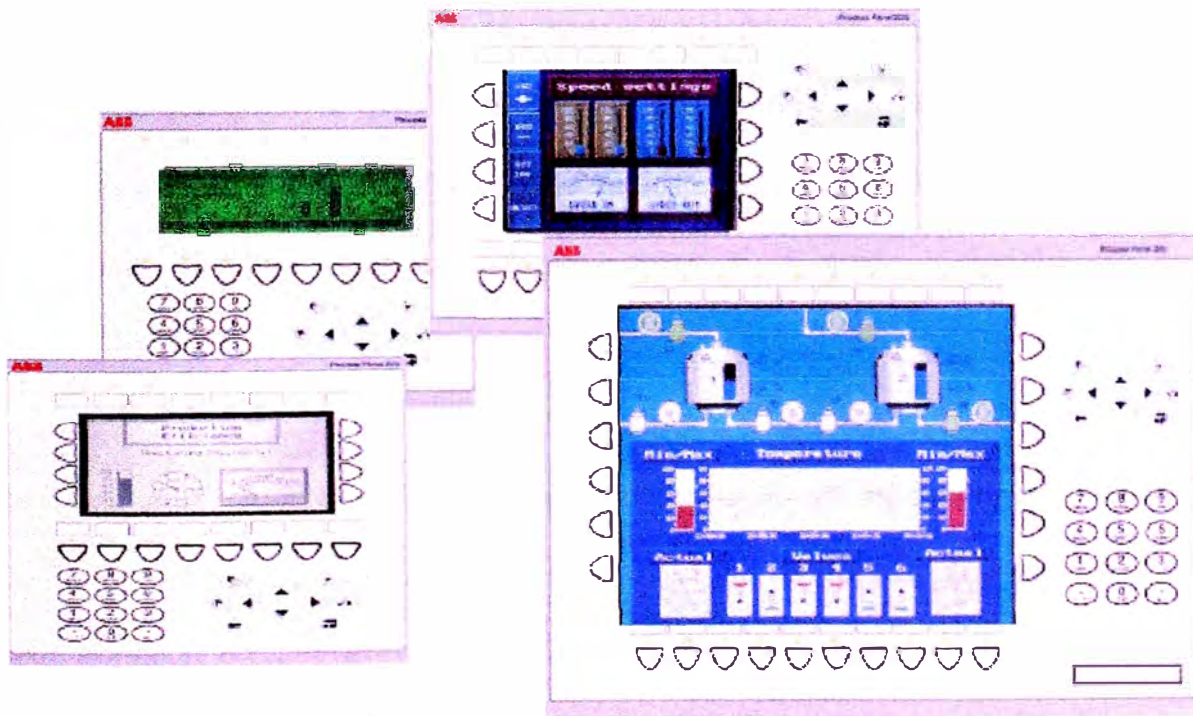


FIGURA N° 25. PANTALLA DE INTERFACE GRÁFICA PROCESS PANEL.

## **6.2 Hardware.**

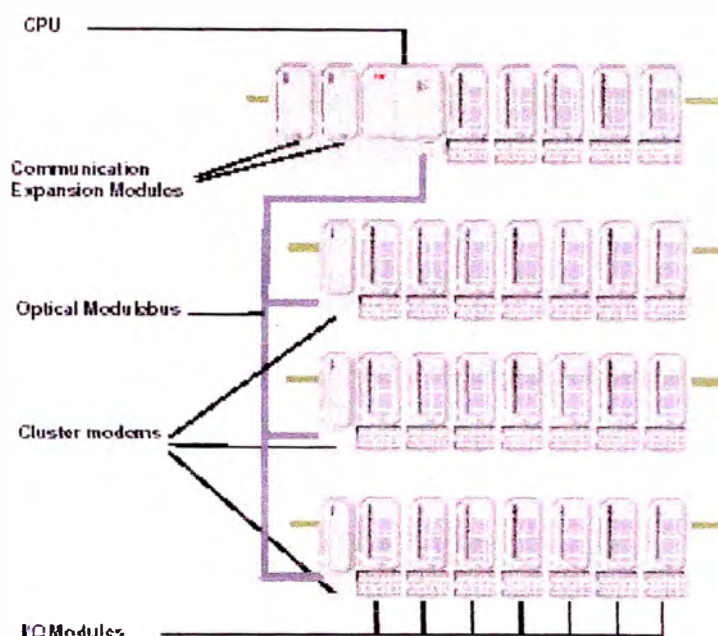
### **AC 800M**

Se proveerá el hardware del AC 800M basado en una plataforma construida a propósito de ABB con un diseño modular. Consistente en una unidad de CPU, y opcionalmente una o varias unidades de extensión para las interfaces de comunicaciones. Las unidades de la extensión (máximo 12 unidades) están conectadas en el lado izquierdo de la CPU. Doce módulos locales S800 I/O se pueden conectar con el interfaz incorporado eléctrico de ModuleBus, en el lado derecho. La unidad de la CPU también tiene dos puertos incorporados de Ethernet y dos puertos seriales incorporados, de los cuales uno se utiliza para la conexión de la herramienta. El CPU viene en diversas gamas, y se puede opcionalmente hacer redundante.

Los módulos adicionales de I/O se pueden conectar directamente con la CPU vía un interfaz óptico incorporado de ModuleBus. Un total de 96 módulos de S800 I/O se puede conectar directamente con la CPU vía las interfaces ópticos y eléctricos de ModuleBus. Hay varios tipos de módulos de I/O disponibles, extendiéndose desde una entrada digital simple al tratamiento avanzado de señales análogas.

En la configuración redundante del CPU, el Modulebus eléctrico incorporado no se utiliza, y en lugar de otro todo I/O directo está conectado sobre el Modulebus óptico. Esto significa que 84 módulos de I/O son la cantidad máxima posible.

En la figura de abajo se demuestra, un ejemplo de una configuración típica con una sola CPU del AC 800M y módulos de S800 I/O.



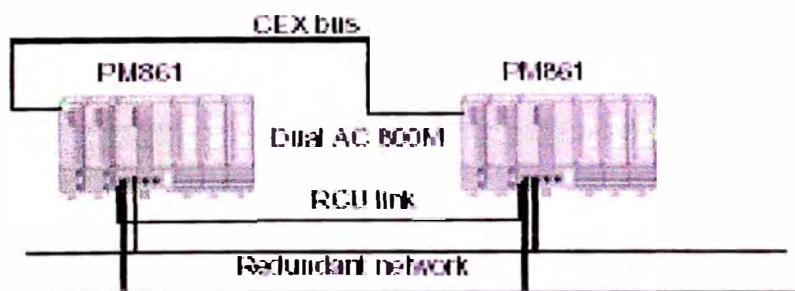
**FIGURA N° 26. ARQUITECTURA DEL AC 800M Y S800.**

**TABLA N° 10. AC 800M LÍMITES DE CONFIGURACIÓN Y RENDIMIENTO**

Número de expansión de módulos de comunicación	12
Número de modulebuses locales eléctricos incorporados	1
Número de Modulebuses ópticos	1
Máxima distancia de Modulebus ópticos	200 m por segmento
Número máximo de módulos S800 I/O como I/O locales en ModuleBus eléctrico local	12
Máximo número de módulos S800 I/O en Modulebus óptico	84
Canales por módulos I/O	2-16 , típicamente 8 - 16
Ciclo de escaneo de módulo análogo (8 canales)	1,5 ms
Ciclo de escaneo de módulo digital (16 canales)	0.25 ms
Máximo número de módulos S800 I/O vía PROFIBUS dp, por bus	79
Número de controladores por servidor OPC	12

## Redundancia en Controladores AC 800M

AC 800M puede tener dos módulos de procesador redundantes PM861 trabajando en modo dual del CPU, con la misma funcionalidad que un sistema que funciona con solamente una CPU. La CPU de reserva está en el modo espera, listo para asumir el control de la ejecución del CPU primario en el caso de falla del hardware. La aplicación del usuario no necesita estar enterada de la opción redundante del CPU; es incluso posible configurar de nuevo un sistema que funciona en solo modo para incluir una CPU de reserva, sin necesitar cambiar el uso.



**FIGURA N° 27. REDUNDANCIA DEL AC800M.**

## Rendimiento de la comunicación

La tabla abajo demuestra el funcionamiento de un sistema principal en términos de mensajes por segundo para MMSWrite y MMSRead respectivamente.

**TABLA N° 11. RENDIMIENTO DEL SISTEMA PRINCIPAL.**

Application load in controller when communication master(%)	Data type	Messages/sec. AC 800M. AC 250 Write	Messages/sec. AC 800M. AC 250 Read	Messages/sec. AC 800C Write	Messages/sec. AC 800C Read
0	1 dint or 1 bool	160	160	45	45
0	159 dint	140	70	20	8
0	319 bool	115	50	10	5
0	136 real	140	80	20	10
0	190 string [1]	140	40	15	5
0	6 string [140]	160	160	45	35
50	1 dint or 1 bool	85	80	20	20
50	159 dint	70	35	10	4
50	319 bool	45	25	5	2.5
50	136 real	70	40	10	5
50	190 string [1]	70	20	10	2.5
50	6 string [140]	85	85	20	18

### **6.3 Entradas/salidas y bus de campo.**

#### **Entradas/Salidas del proceso**

Las I/O del proceso puede ser ya sea local, conectado directamente con el controlador, o distribuido, conectado vía un bus de campo. Los I/O conectados vía el Modulebus (eléctrico u óptico) se miran siempre como locales. Otros sistemas I/O (ABB y terceros) pueden ser conectados vía PROFIBUS. Los anteriores buses de



campo ABB, “Master Fieldbus” y “Advant Fieldbus 100, AF 100”, no son soportados actualmente.

### **S800 I/O**

El S800 es un sistema modular universal, de fines generales de I/O, que sirve como I/O directo para el controlador AC 800M Industrial IT tan bien como I/O remoto conectado con cualquier controlador vía Profibus dp/V1, o vía el Modulebus óptico.

**TABLA N° 12. LISTA DE MÓDULOS ANALÓGICOS S800.**

AI 810	8 canales	Entrada analógica, fuente de corriente , 0(4)-20mA, 0(2)-10V, 12 bits, error máximo 0.1%, aislamiento: 1 grupo de 8
AI820	4 canales	Entrada analógica, -20-+20mA, -10-+10V, -5-+5V, 12 bits, error máximo 0.1% aislamiento: individual
AI830	8 canales	Entrada RTD, 100 ohm Pt, Ni, 10 ohm Cu, 120 ohm Ni , resistencia 0-400 ohm, 14 bits , error máximo 0.1 %
AI835	8 canales (7 + juntura fría)	Entradas de termocuplas , tipo B , C, E, J, K, N, R, S, T, $\pm 75\text{mV}$ , 14bits, error máximo 0.1%
AI890	8 canales	Entrada analógica con interfase segura intríntrica , fuente de corriente, 0(4)-20mA, 12 bits, error máximo 0.1%, aislamiento: 1 grupo de 8
AI895	8 canales	Entrada analógica con interfase segura intríntrica y HART, los mismos datos como AI890 pero solo 4-20mA
AO810		Salida analógica, 0(4)-20mA, 14 bits, sobre rango máximo 15% $\rightarrow$ 23mA, error máximo 0.1% , aislamiento : 1 grupo de 8
AO820		Salida aislada análoga, -20-+20mA, -10-+10V, -5-+5V, 12 bits, sobre rango $\pm 15\%$ $\rightarrow$ $\pm 23\text{mA}$ , error máximo 0.1%, aislamiento: individual
AO890		Salida analógica con interfase segura intríntrica, 0(4)-20mA, 12 bits, error máximo 0.1% , aislamiento : 1 grupo de 8
AO895		Salida analógica con interfase segura intríntrica y HART , mismos datos que AO890 , pero solo 4-20mA

**TABLA N° 13. MÓDULOS BINARIOS S800.**

DI810	16 canales	Entrada binaria, 24 Vcc, aislamiento : 2 grupos de 8
DI811	16 canales	Entrada binaria, 48 Vcc, aislamiento : 2 grupos de 8
DI814	16 canales	Entrada binaria, (fuente de corriente) 24 Vcc, aislamiento : 2 grupos de 8
DI820	8 canales	Entrada binaria, 110Vcc/120Vca, aislamiento: individual
DI821	8 canales	Entrada binaria, 220Vcc/230Vca, aislamiento: individual
DI830	16 canales	Entrada binaria SOE (estampa de tiempo local) 24 Vcc, aislamiento : 2 grupos de 8
DI831	16 canales	Entrada binaria SOE (estampa de tiempo local) 48Vcc , aislamiento : 2 grupos de 8
DI885	8 canales	Entrada binaria SOE y detección de cable roto 24/48Vcc , aislamiento: 1 grupo de 8
DI890	8 canales	Entrada binaria con interfase segura intrínseca , aislamiento : individual
DO810	16 canales	Salida binaria (fuente de corriente) 24 Vcc , 0.5A , aislamiento: 2 grupos de 8, prueba SC
DO814	16 canales	Salida binaria (corriente de drenaje) 24 Vcc, 0.5 A , aislamiento : 2 grupos de 8 , prueba SC
DO815	8 canales	Salida binaria (fuente de corriente) 24 Vcc , 2 A, aislamiento : 2 grupos de 4 , prueba SC
DO820	8 canales	Salida binaria (Relé NA) 5-250 V ac/cc , 3 A , aislamiento : individual
DO821	8 canales	Salida binaria (Relé NC)
DO890	8 canales	Salida binaria con interfase segura intrínseca 100-5000 ohm , 12 Vcc a 40 mA, aislamiento individual , prueba SC , detección de falla de cable
DP820	2 canales	Contador incremental de pulsos , 0.25Hz -1.5 Mhz , contador 29 bits

#### **6.4 Características principales del procesador.**

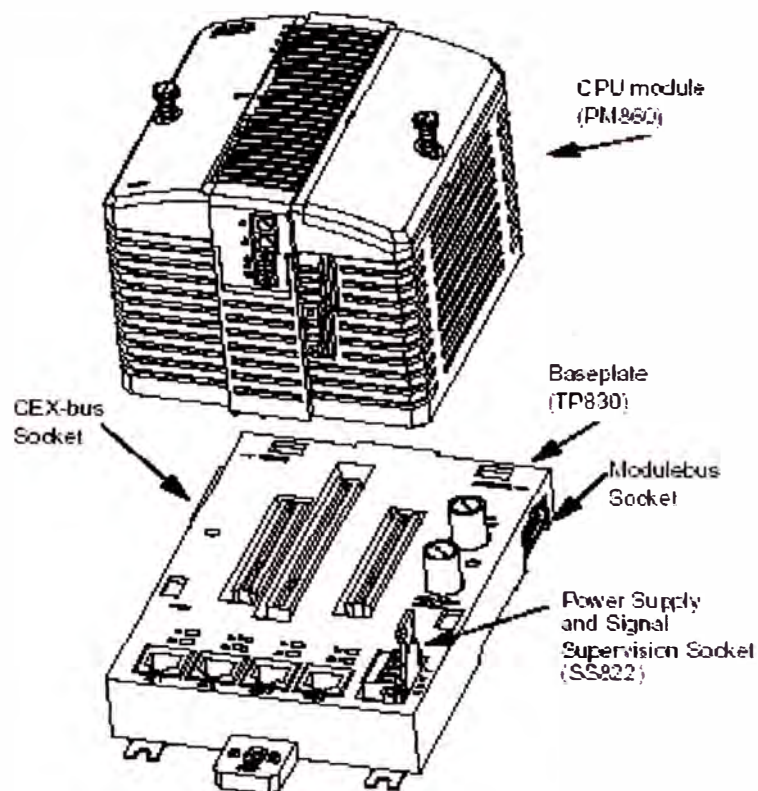
Físicamente, el módulo procesador PM860 / TP830 consiste en dos partes:

- Unidad central de proceso (CPU) módulo (PM860) , tableros con CPU y fuente de alimentación.
- Placa de base (TP830), conteniendo al tablero de la terminación del módulo.

El tablero de la CPU contiene el microprocesador MPC860/48 Hz y la memoria RAM. La memoria lleva a cabo una versión ejecutable de los soportes lógico inalterable, de la configuración de sistema del controlador y de un programa de uso.

El módulo de la CPU también tiene un Modulebus óptico usado para conectar cluster adicionales de S800 I/O. La placa base tiene dos puertos de Ethernet RJ45, (CN1, CN2), para la conexión a la red del control, y a dos puertos seriales RJ45, (COM3, COM4). Uno de los puertos seriales, (COM3), es un puerto de RS232-C con las señales de control del módem mientras que el otro, (COM4), se aísla y se utiliza para la conexión de una herramienta de configuración.

En la placa base se montan el Modulebus eléctrico y los conectores del bus de la extensión de la comunicación (CEX-bus). El Modulebus eléctrico se utiliza para conectar un cluster de los módulos de S800 I/O directamente con la placa base. El CEX-bus se utiliza para extender los puertos de comunicación a bordo con los módulos del interfaz de comunicaciones.

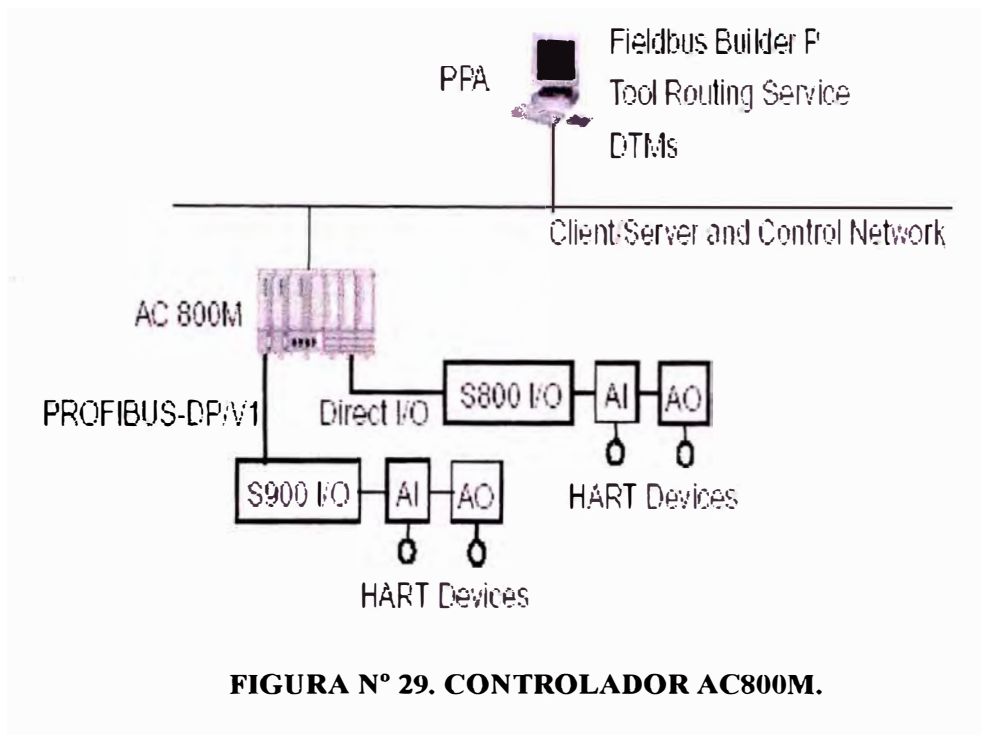


**FIGURA N° 28. MÓDULO PROCESADOR PM860 Y TP830.**

## **6.5 Integración del PLC AC 800M con el sistema SCADA ABB.**

### **AC 800M Connect y AC 800M Integration.**

El AC 800M Connect integra el Software de control con el Aspect Integrator Platform (AIP). El software AC 800M Connect es necesario para la integración del AC 800M con Process Portal A y otros productos Industrial IT. Cuando AC 800M Connect es conectada , funciones , dialogos e items de menu son añadidos a ambos al Control Builder M y al Process Portal A Plant Explorer.



### Principales Componentes.

- Aspect System para AC 800M
- Objetos gráficos tipo librería para AC 800M
- Servicio de ruteo de la herramienta para AC 800M

### 6.6 Servidor OPC para AC 800M.

El servidor OPC para AC 800M brinda OPC clientes (Process Portal A y otros) que da acceso a los datos del controlador AC 800M , consiste en dos partes:

- Acceso de Datos (DA)

- Alarma y eventos (AE)

El servidor de OPC expone datos a los clientes de OPC (parte de DA) y remite la información de alarmas y eventos de los controladores suscritos a clientes OPC (parte de AE).

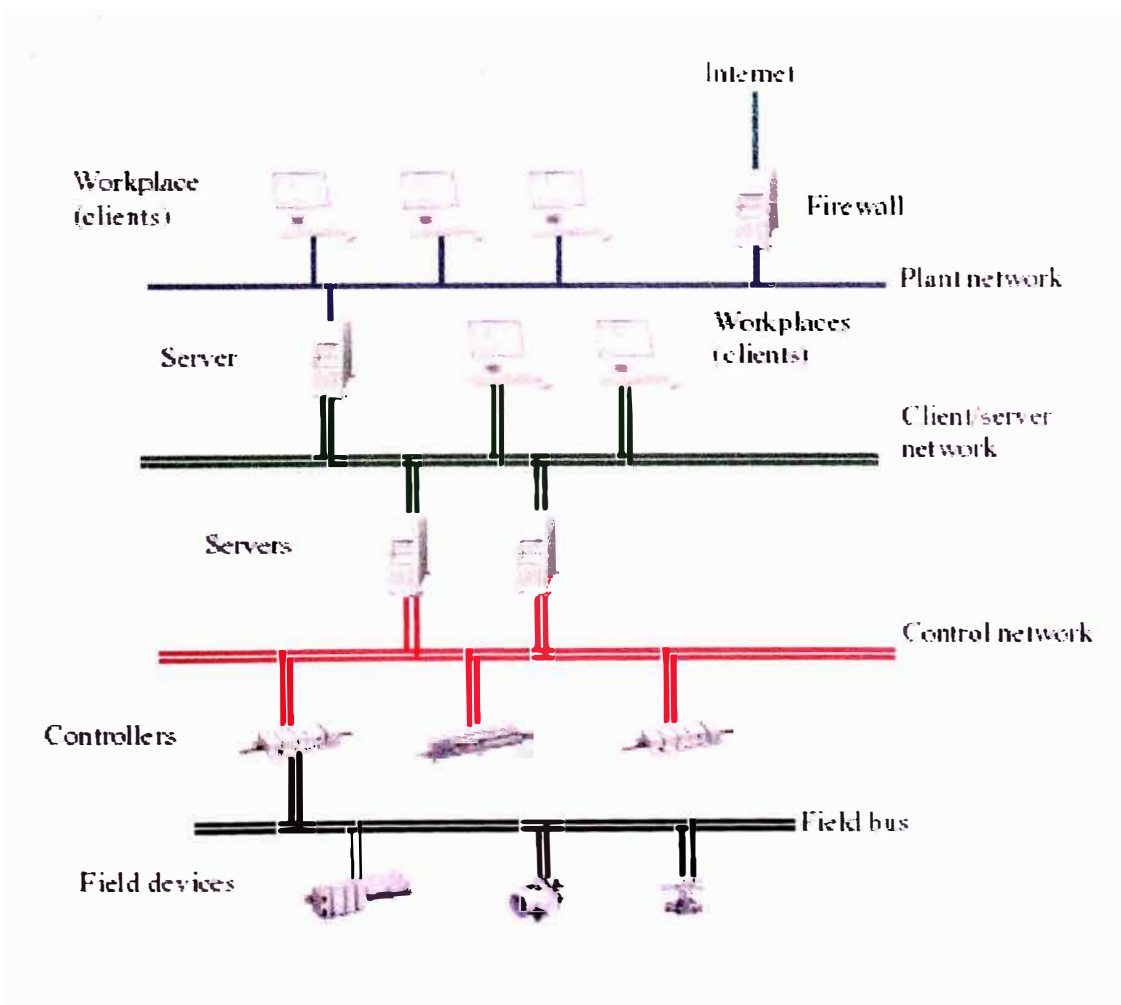
El servidor OPC es parte del connectivity server, que recoge y adapta datos del AC 800M para poderlo presentar por los clientes de Process Portal A (PPA) (lugar de trabajo del operador) o un cliente de terceros.

## **6.7 Industrial IT Arquitectura de Integración.**

Industrial IT esta basada en cuatro redes separadas.

- Bus de campo y dispositivos conectados a los controladores
- Red de control, contiene controladores
- Red de cliente servidor, contiene servidores, estaciones de ingeniería y estaciones de trabajo de operador
- Intranet de planta, comprende estaciones de trabajo del operador (y posiblemente comunicándose con otras redes de la planta vía el Internet)

En configuraciones más pequeñas, la red cliente/servidor y la red de control se pueden combinar, para formar una red de control y cliente/servidor. En plantas más pequeñas, no pudo también haber necesidad de un Intranet de planta.



**FIGURA N° 30. TOPOLOGÍA Y ARQUITECTURA GENERAL.**



## **6.8 Servidores.**

Para una integración de red existen 3 tipos de servidores.

- Aspect Servers, manejo de objetos, nombres, y seguridad
- Connectivity Servers, provee acceso a los controladores y a sus datos
- Application Servers, corre las aplicaciones

Un Aspect server contiene un directorio de aspecto que lleve a cabo la estructura del objeto de aspecto. El directorio del aspecto puede ser redundante.

Los Connectivity server constituyen un puente entre los controladores, y el ambiente del operador. El servidor OPC para AC 800M es parte de los servidores de conectividad. Los servidores de conectividad manejan alarmas y eventos, así como otros datos de OPC, tales como datos en tiempo real del controlador y datos históricos. Puede haber varios servidores de conectividad, cada uno configurado para manejar un grupo específico de lugares de trabajo. Cada lugar de trabajo se puede configurar para utilizar cualquier servidor disponible, o dedicado.

Los servidores de aplicación se utilizan para correr aplicaciones tales como optimización del historiador y del activo de la empresa.

## 6.9 Integración AC 800M con el Process Portal.

El AC 800M connect esta principalmente dirigida a la integración de AC 800M con Process Portal A. Con esta integración el hardware y el software pueden ser accedidos del ambiente Process Portal A, usando las funciones proporcionadas por Process Portal A

### Software del servidor y el cliente

- Software cliente Process Portal A , también llamado estación de operación
- Software servidor Process Portal A (aspect y connectivity server)

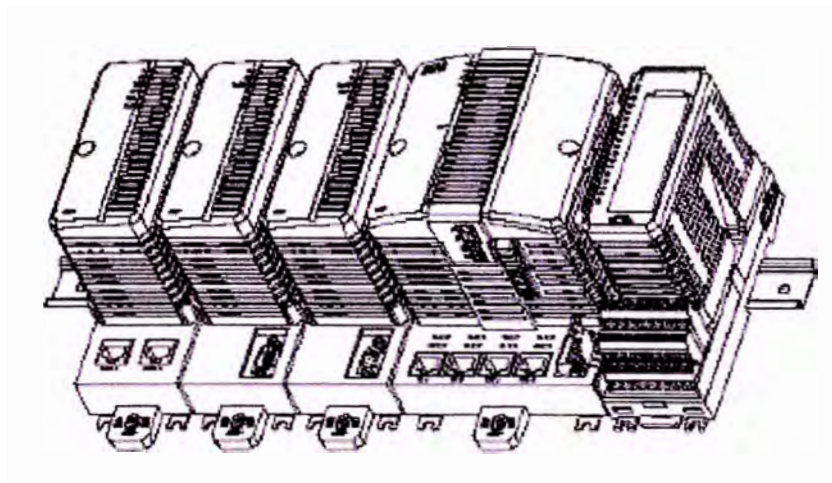
El connectivity server maneja la comunicación entre el Process Portal A clientes y el controlador AC 800M .Alarmas, eventos y los datos del controlador se transfieren al cliente usando OPC, vía de un o varios OPC server.

**TABLA N° 14. REQUERIMIENTOS DEL SOFTWARE AC 800M CONNECT.**

Software	Requerimientos
Sistema Operativo	Windows 2000 profesional o server con service pack 2 mínimo
Controles y gráficos	Microsoft DirectX 8.0 for Windows 2000
Browser	Internet Explorer 5.5 plus SP2 o mas
Impresión de la documentación del proyecto	Microsoft word 2000
Lectura de manuales en línea	Acrobat Reader 5.0

### 6.10 Resumen técnico del PLC AC 800M.

El Controlador AC 800M es modular, escalable, se configura y se programa con Control Builder M, es capaz manejar una gran cantidad de entradas/salidas digitales y analógicas, instalados localmente o remotamente. La comunicación soporta Ethernet, Profibus DP y varios protocolos de RS 232C.



**FIGURA N° 31. CONTROLADOR AC800M.**

La unidad es montada en un riel DIN y las interfaces directamente al sistema de ABB S800 I/O, eléctricamente, por fibra óptica y Profibus DP, gracias a esta modularidad y escalabilidad, los AC 800M son un asunto factible para una amplia gama de los usos industriales del control, pequeñas o grandes, de la lógica o de los lazos, centralizados o distribuidos.

#### **Principales Especificaciones:**

- Alimentación: 24 Vdc (19.2 – 30 Vdc)
- Clase de protección: IP20

- Módulo CPU PM860
- Tipo de procesador : MPC860
- Memoria RAM: 8MB
- 2 Canales de comunicación Ethernet.
- 2 Canales de comunicación RS 232C
- Capacidad de hasta 8 S800 I/O cluster cada una con 12 módulos, por ejemplo máx 96 I/O módulos.
- Módulos S800 I/O
  - Fuente de alimentación: 24V dc (19.2-30V)
  - Clase de Protección: IP20
  - Medios de Comunicación: Advant Fieldbus 100, Profibus DP.
  - N° de modulos I/O : hasta 12 por estación

## **CAPITULO 7**

### **SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES**

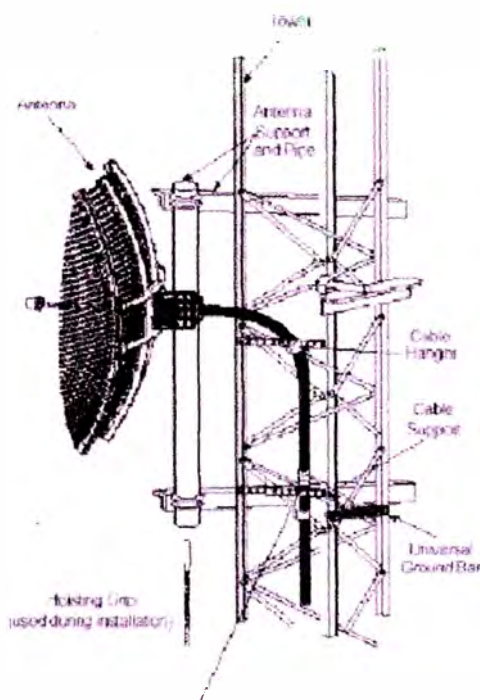
#### **7.1 Introducción.**

En esta sección se presenta el Sistema de Telecomunicaciones que será la plataforma de transmisión de datos que permita a la nueva red propuesta de control y supervisión de la Central Térmica Chiclayo Oeste adquirir y enviar información en tiempo real del Sistema Eléctrico de Potencia de la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero y operarla remotamente.

Debido a la necesidad de una alta confiabilidad en la operación remota de la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero, se proveerá y pondrá en servicio un Sistema de Telecomunicaciones compuesto de dos enlaces digitales que interconecten las nuevas redes de control y supervisión LAN/WAN de Carhuaquero y Chiclayo, uno principal de microondas digital y otro de respaldo de onda portadora digital, ambos con anchos de banda suficientes para transportar toda la información requerida al Sistema de

Control Remoto de la Planta (servicios de voz, datos de redes y datos de Telecontrol), y que se detallan a continuación.

## 7.2 Enlace principal de Microondas Digital Carhuaquero-Chiclayo



**FIGURA N ° 32. ENLACE MICROONDAS.**

Se proveerá un enlace de microondas digital de ancho de banda 4xE1 (4x2 Mbps) como enlace principal para la transmisión de datos del sistema entre la CH Carhuaquero y la CT Chiclayo, basado en un sistema de radios Lynx.HD de Proxim Corporation que emplean la tecnología espectro ensanchado (spread-spectrum), que les permite proporcionar enlaces de comunicaciones E1 en la banda de operación de 2.4 - 2.48 GHz.

- En la estación Carhuaquero ubicada en el Cerro Papayo a 1200 msnm y con coordenadas 9264.90N, 694,70E, ABB instalará un equipo de radio para el enlace de radio microondas digital punto a punto con la estación de Chiclayo. El enlace se complementará con la ampliación por parte de ABB de la red LAN de la Planta en la CH Carhuaquero hasta el Cerro Papayo para la conexión del equipo de radio, mediante un enlace de fibra óptica monomodo autosoportante montado en los soportes de la Línea de Transmisión de 10 KV. ABB proveerá la fibra óptica y todos los materiales, accesorios y media converters necesarios para implantar este enlace de comunicaciones complementario de aproximadamente 1.5 kilómetros. Estos equipos estarán contenidos en un armario metálico IP65 de dimensiones adecuadas y para instalación a la intemperie. El armario estará adherido y soportado por la torre o estructura metálica de comunicaciones. Como en el Cerro existe suministro eléctrico de 220 Vca monofásico, el sistema de radio se alimentará mediante un adaptador de corriente alterna DIN de tres pines. Para la implementación de la red en la estación remota Carhuaquero se utilizará un Switch Nortel Baystack de 24 puertos el cual permitirá interconectar la Workstation, los equipos de comunicaciones, los servidores, las impresoras y el GPS.
  
- En la estación Chiclayo a 58 msnm y con coordenadas 9251,50N, 628,60E, ABB instalará un radio para el enlace de radio microondas digital punto a punto con la estación de Cerro Papayo. Como en la CT Chiclayo existe suministro eléctrico de 220 Vca monofásico, el sistema de radio se alimentará mediante un adaptador de corriente alterna DIN de tres pines. En la estación Chiclayo se implementara la

red mediante el Switch Nortel Baystack de 24 puertos para interconectar el servidor OPC, las workstation, la estación de ingeniería, impresoras y el GPS, además de los equipos de comunicaciones.

- El Router Cisco 3660 en el lado de la Sala de Control Carhuaquero, se ubicará en un Tablero de Comunicaciones correspondiente. Asimismo en la Sala de Control Chiclayo se ubicará el equipo de Radio Microondas Digital Linx.HD y el Router 3660, en el Tablero de Comunicaciones. Este router se conecta a un Switch Nortel Baystack de 48 puertos el cual se utilizara para implementar la red de control de todos los PLC's.

El sistema de radio enlace propuesto incluye un acceso a los sistemas de información corporativos de DEI EGENOR a través del router CISCO 3660 que también se proveerá. Se proveerá el replanteo de campo, la ingeniería de detalle, el suministro de equipos, programas, pruebas, instalación, y puesta en servicio, teniendo en consideración los estándares de comunicaciones internacionales y las normas dadas por Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) del país.



### **7.2.1 Características del radio microondas digital Lynx.HD 4E1**

Los radios microondas digitales Lynx.HD que se proveerán opera en la Banda de Frecuencia de 2.4 a 2.48 GHz. Esta radio transporta cuatro señales digitales E1 (4x2.048 Mbps) full duplex, con canales 2(A, B) en el formato de código HDB3 y proveen interfaces de 75 ohm BNC o 120 ohm DB-15/RJ-45. Poseen un canal de mantenimiento, mediante el cual se pueden efectuar funciones de configuración y monitoreo. Este canal no impacta en la capacidad de transmisión E1.

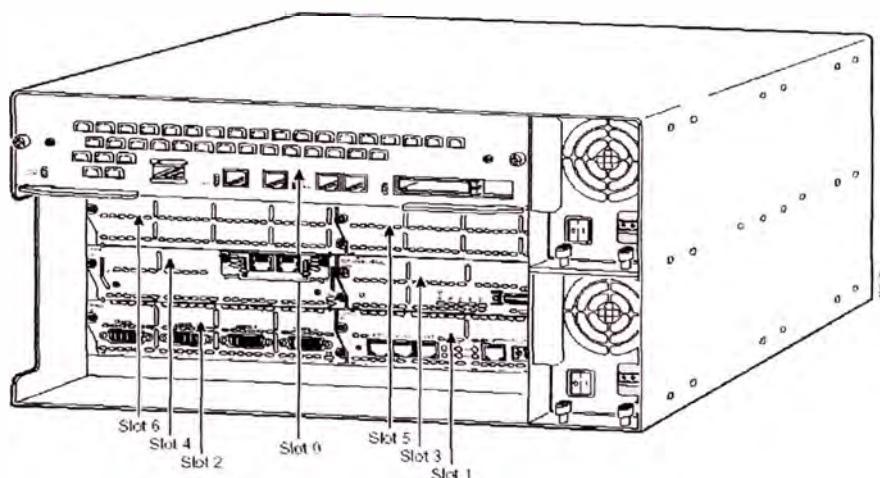


**FIGURA N° 33. RADIO MICROONDAS.**

Estos equipos estarán ubicados en el Tablero de Comunicaciones de la sala de control Chiclayo y en Carhuaquero-Cerro Papayo (en su respectivo gabinete).

### 7.2.2 Características del router CISCO 3660.

El router Cisco 3660 que se propone es de acceso modular y de alta densidad, seguidamente se describen sus características técnicas.



**FIGURA N° 34. ROUTER CISCO.**

El router a suministrarse pertenece a la familia 3600 de Cisco, la misma que está basada en una plataforma multifunción que combina acceso por marcado, ruteamiento, servicios LAN-to-LAN e integración de voz, video, y datos en el mismo dispositivo. Esta serie esta soportada por el software IOS, el cual incluye capacidades de voz analógica y digital, acceso ATM con T1/E1 IMA o interfaces OC-3.

El router Cisco 3660 tiene 6 slots para módulos de red, cada slot puede aceptar una gran variedad de tarjetas modulo, incluyendo tarjetas mixtas LAN to WAN

soportando Ethernet, Fast Ethernet, Token Ring, VoIP, VoFR y una gran variedad de tecnologías WAN.

### **Características Principales:**

- Servicios de voz Analógica y Digital
- Servicios de red ATM
- Servicios de marcado (dial-up)
- Redes ISDN PRI / BRI
- Servicios mixtos WAN
- Memoria DRAM: 32MB (expandible a 128)
- Procesador: 225 Mhz RISC QED RM5271

### **7.2.3 Características del SWITCH NORTEL BAYSTACK 470-48T.**

El Switch Nortel Baystack 470-48T que se propone, es del tipo apilable, cuenta con de 48 puertos Ethernet 10/100 Mbps. Incluye 2 puertos de uplink GBIC (Gigabit Interface Converter) y puertos de conexión para la apilación con otros módulos BayStack 470. Sus características de Calidad de Servicio (QoS) aseguran conectividad y capacidad de red priorizando el tráfico de datos y a los usuarios para un máximo rendimiento.



**FIGURA 35. SWITCH.**

**Características Principales:**

- Puntos por Unidad: 48
- Cantidad Máxima de Puntos: 384
- Hasta 8 módulos apilados
- Puertos GBIC integrados: 2
- MDI/MDIX: esta característica elimina la necesidad de costosos cables cross-over para conectar un HUB o un SWITCH, pues el puerto automáticamente puede detectar la energía en el cable y auto configurarse.

**7.2.4 Otros componentes.**

Existen componentes adicionales que se necesitan para implementar el enlace principal de microondas digital Carhuaquero – Chiclayo. Estos son los que se proponen:

- Antenas: Los radios emplearán antenas Andrews PLF-23 direccionales de alta ganancia, especiales para enlaces punto a punto. Son muy robustas, de acero y resistentes al agua.
- Cables coaxiales de baja pérdida para conectar la radio y la antena
- Conectores y cables de comunicaciones
- Torres autoportadas para soportar las antenas, de una altura de 25 metros en cada una de las estaciones y en la repetidora.

- Pararrayos: Los soportes de antena tendrán incorporados pararrayos contra descargas atmosféricas.
- Todos los equipos de radio estarán aterrados a un pozo de tierra independiente del sistema de tierra de los equipos eléctricos. Este pozo de tierra se unirá al pozo de tierra del sistema eléctrico en caso de que estén próximos.
- Luces señalizadoras de obstáculos (balística) para las torres autosoportadas.

### **7.3 Enlace de respaldo de onda portadora digital sobre la línea 220 kV Carhuaquero-Chiclayo.**

Se proveerá como enlace de respaldo para la transmisión de datos del sistema de control un nuevo enlace de onda portadora digital fase – fase en la línea de transmisión de 220 KV entre la Central Carhuaquero y la SE Chiclayo Oeste (ETECEN) que reemplazará al enlace de onda portadora que viene operando actualmente, el cual quedará como enlace de reserva, empleando para tal efecto las trampas de onda y los transformadores capacitivos actuales, y que se conectarán a los equipos terminales de onda portadora mediante unidades de acoplamiento y transformadores diferenciales que también proveerá ABB.

El enlace de onda portadora propuesto estará basado en un sistema de onda portadora digital ETL-540 de ABB.

La portadora ETL-500 es un equipo multipropósito diseñado para la transmisión de voz, datos y protección de señales sobre líneas de poder. El equipo puede ser usado

en líneas de alto voltaje en cualquiera de sus niveles o longitudes. Además con el aumento de la capacidad de transmisión provisto por el AMX 500. Con 64Kbps de transmisión, una conexión costo-eficiente entre redes digitales de banda ancha puede ser establecida.

### **7.3.1 Características del PLC-ETL-540.**

Se utilizará la siguiente configuración: ETL 540 + AMX 550 + 8KHz, de un solo canal para operaciones de alta velocidad ocupando un ancho de banda de 8KHz, la velocidad de transmisión puede llegar a 64Kbps.

Entre sus principales características tenemos:

Onda Portadora Programable para transmisión de voz y datos.

Lo último en procesamiento de señales, permite soluciones a la medida para cada aplicación, con una optima operación pese a condiciones adversas.

El multiplexor AMX 500 permite alcanzar velocidades de hasta 64Kbps.

Ajuste de velocidad de datos acorde a las características de la línea.

Software Integrado, para un mayor performance NSD 550, protección programable de señales.

MODEM NSK 5 para bajas velocidades.

Tres Clases 5W, 40W y 80W de acuerdo a la condición de la línea.

Programable sobre un rango de portadora de frecuencia de 24 a 500Khz.

Operación con uno o dos canales.

DDS provee máxima estabilidad de conversión de frecuencia.

Interfaces estancares para la transmisión de voz y datos.

Diseño modular y compacto.

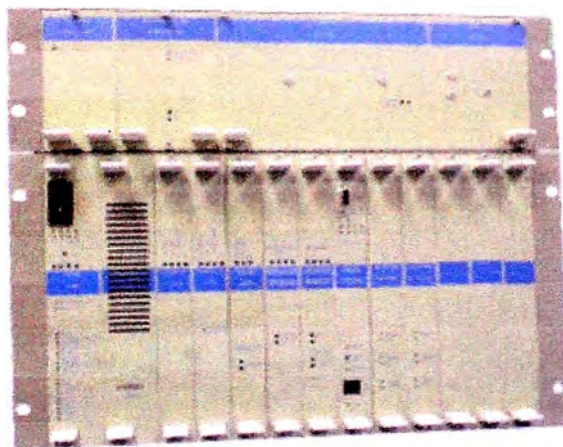
Interfase MMI 500 para Windows.

Canal de Operaciones embebido para monitoreo y configuración remota.

Acceso remoto vía Internet y llamada MODEM.

Acorde a IEC 60495 y IEC 60834-1.

Cumple con seguridad y capacidad electromagnética requerida por la comunidad Europea.



**FIGURA N° 36. SISTEMA DE ONDA PORTADORA.**

#### **7.4 Enlaces de comunicaciones entre Carhuaquero y Cirato.**

Se proveerá un nuevo enlace para la transmisión de datos entre la CH Carhuaquero y Cirato por onda portadora digital ETL 540 utilizando la línea de transmisión de 10

kV existente que reemplazará al enlace de onda portadora de 200 baudios que viene operando actualmente, empleando para tal efecto las trampas de onda y los transformadores capacitivos actuales, y que se conectarán a los equipos terminales de onda portadora mediante unidades de acoplamiento y transformadores diferenciales que también se proveerá.

Para Cirato se esta considerando conectar el controlador a la LAN 1, para eso se utilizará un switch con Uplink WAN , el cual se conectara a la Onda Portadora por el AMX500 (Interfase X.21) Esto permitirá la conexión directa del Servidor de Conectividad con el controlador de la Represa Cirato. El switch que se utilizará es el OmniAcces512 de Alcatel.



**FIGURA N° 37. SISTEMA DE ONDA PORTADORA.**



## 7.5 GPS SATELLITE CONTROLLED CLOCK.

El reloj controlado por satélite GPS 1088B Arbiter que se proveerá, da una alta precisión en la sincronización de las redes LAN a implementarse, Red LAN de Chiclayo y Red LAN Carhuaquero.



**FIGURA N° 38. SISTEMA GPS.**

### **Principales características:**

- Precisión de sincronización. Las especificaciones aplican a la salida de 1PPS, en la presencia de Capacidad Selectiva (SA), a la fecha de publicación.
- Precisión de la posición:
  - 25 metros, disponibilidad selectiva (Selective Availability) apagada.
  - 100 metros, disponibilidad selectiva (Selective Availability) encendida.
  - Altitud, 140 metros, disponibilidad selectiva (Selective Availability) encendida.

- Rastreo del satélite. Ocho canales, código C/A (1575.42 MHz). El receptor rastrea simultáneamente hasta un máximo de 8 satélites. Los resultados del rastreo de todos los satélites son promediados en el modo de mantener posición o en el modo de mantener posición apagado, usando la estimación de mínimos de cuadrados.

## **7.6 Metrado de equipos y materiales de telecomunicaciones.**

A continuación se presenta el metrado de equipos y materiales necesarios para implementar el Sistema de Telecomunicaciones.

**TABLA N° 15. ENLACE DE MICROONDAS CARHUAQUERO-CHICLAYO**

ITEM	DESCRIPCION	UNI.	CANT
<b>A. EQUIPOS Y MATERIALES</b>			
01	Radio Lynx.HD 4E1	Uni	2
02	Antenas Andrews	Uni	2
03	Cable coaxial para conectar el radio y la antena	m	120
04	Conectores tipo N	Uni	8
05	Torre auto-soportada de metal 25 m. Para montar la antena	Uni	2
06	Cable coaxial, cables de interfase E1	Total	2
07	Pararrayos	Uni	3
08	Pozo de puesta a tierra	Global	3
09	Gabinete	Uni	3
10	Adaptador AC/DC	Uni	2
11	Media Converter BNC/FO (1300nm SM)	Uni	2
12	Chasis para 2 tarjetas media converter	Uni	2
13	Lámparas de señalización de obstáculos (balística)	Uni	2

**TABLA N° 16. ENLACE DE ONDA PORTADORA LINEA 220 KV CARHUAQUERO -  
CHICLAYO**

<b>B. EQUIPOS Y MATERIALES</b>			
1	Terminal de Onda Portadora Digital 64 Kbps , incluye:	Uni	2
2	Equipo OPD-1, 79 Kbps (Int V.35, G703)	Uni	2
3	Módulo de multiplexación interna	Uni	2
4	Bornes BBZMMX.00	Uni	2
5	Submódulo de voz KVMX	Uni	2
6	Bornes KZBM.00	Uni	2
7	Submódulo de datos KDMX	Uni	2
8	Bornes KZDM.00	Uni	2
9	Módulo básico de teleprotección TPMB.00, para una orden	Uni	2
10	Bloque BBZBBA.20	Uni	2
11	Módulo de teleprotección TPCB, para dos órdenes adicionales	Uni	2
12	Bloque BBZBBA.24	Uni	2
13	Unión TPCA/TPCB	Uni	2
14	Bloque de ventilación forzada	Uni	2
15	Armario RD 40 (con BB aliment.)	Uni	2
16	Cables y conectores de instalación	Global	
17	Unidad de acoplamiento Tipo UAM/W	Uni	4
18	Transformador diferencial CHD	Uni	2

<b>C. PROGRAMAS DEL SISTEMA</b>			
1	Software para programar y ajustar la Onda Portadora	Global	1

**TABLA N° 17. ENLACE DE ONDA PORTADORA REPRESA CIRATO-CARHUAQUERO**

<b>D. EQUIPOS Y MATERIALES</b>			
1	Terminal de Onda Portadora Digital 64 Kbps ABB, incluye:	Uni	2
2	Equipo OPD-1, 79 Kbps (Int V.35, G703)	Uni	2
3	Módulo de multiplexación	Uni	2
4	Bornes BBZMMX.00	Uni	2
5	Submódulo de voz KVMX	Uni	2
6	Bornes KZBM.00	Uni	2
7	Submódulo de datos KDMX	Uni	2
8	Bornes KZDM.00	Uni	2
9	Armario RD 40 (con BB aliment.)	Uni	2
10	Cables y conectores de instalación	Globa l	
11	Unidad de acoplamiento Tipo UAM/W	Uni	4
12	Transformador diferencial CHD	Uni	2

**TABLA N° 18. ENLACES DE FIBRA OPTICA AMPLIACION DE RED LAN DE CARHUAQUERO**

<b>E. MATERIALES</b>			
01	OFS PowerGuide 12 SMF G.652 ADSS span 300 m	m	2,000
02	PLP Inicio/Fin 11.1 kN 13.0-14.0 mm, Guardacabo, Extensor y Tuerca	kit	8
03	PLP Suspension 13.0-14.0 mm, Grillete, Tuerca Ojo 5/8", Preformado	kit	10
04	OEM Reserva Aérea Cable ADSS	kit	4
05	OEM Tornillo 5/8" Pasante, Arandelas y Topes	kit	10
06	PLP Grapa Dieléctrica Uretano c/Bracket	kit	12
07	Hellermann Tyton Cierre de Empalme 12/24 Aéreo	kit	3
08	Hellermann Tyton Termocontráctil 45 mm x 80 und pkg 88.20 88.20	pkg	1
09	Atlantic Teleconnect Pigtail ST Simples 1.5 m SMF	Uni	16
10	AMP Bandeja FO 19"W 1 RU (3 Paneles no incluidos)	Uni	2
11	AMP Panel 6 Acopladores ST SMF	Uni	2
12	AMP Panel Ciego	Uni	2
13	AMP Ordenador Horizontal Frontal 19"W 1 RU	Uni	2
14	Atlantic Teleconnect Patch Cord ST-ST Duplex 2 m SMF	Uni	2
15	Hellermann Tyton Bandeja/Organizador Empalmes	Uni	2
16	Media Converter BNC a Fibra Optica Monomodo	Uni	2
17	Chasis Dual para Media Converter	Uni	2

TABLA N° 19. GPS ARBITER 1088B

G. EQUIPOS			
1	GPS Arbitter 1088B, inc. Antena, cables y accesorios de conexión	Uni	2

TABLA N° 20. SWITCHES Y ROUTERS

H. EQUIPOS			
1	Router Cisco 3660	Uni	2
2	Tarjeta Cisco NM-1FE-TX	Uni	2
3	Tarjeta Cisco NM-2CE1U	Uni	2
4	Tarjeta Cisco VIC	Uni	2
5	Switch Nortel 450-24T	Uni	2
6	Switch Nortel 470-48T	Uni	1

## **CAPITULO 8**

### **INSTRUMENTACION**

#### **8.1 Introducción.**

Se suministrarán los instrumentos de medición de flujo de agua para el monitoreo y supervisión del Sistema de Agua de Refrigeración de los Grupos de Generación de la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero y los instrumentos de medición de temperatura y de presión de cada Intercambiador de Calor del Sistema antedicho. Todos los instrumentos de medición que se proveerán son de fabricación ABB. Estos instrumentos que se conectarán al PLC AC 800M que se suministrará operarán bajo la plataforma Industrial IT.

Se proveerá medidores de flujo modelo ABB MagMaster, los cuales se usarán para medir los caudales de ingreso del sistema de refrigeración de las unidades de generación de la CH Carhuaquero. Estos equipos reemplazarán a los que actualmente vienen operando, y se integrarán al sistema de control por protocolo HART al Controlador PLC AC 800M a través del módulo analógico AI895.



## 8.2 Medidores de flujo.

Los medidores de flujo de agua del Sistema de Agua de Refrigeración que se implantarán serán monitoreados y supervisados por el Sistema Industrial/Operate IT de ABB a través del PLC AC 800 del Sistema de Agua de Refrigeración de los tres grupos de generación (generador y turbina) de la CH Carhuaquero; estos medidores también vienen con sus salidas 4-20 mA.

Se cumplirán los siguientes requisitos:

- Provisión de sensor y transductor separados.
- El transductor se instalará en un panel a unos 12 m del flujómetro más alejado (incluye cable de conexión).
- Operan en agua con conductividad mayor a 5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- Fuente de alimentación 220 Vca 60 Hz.
- Transmisor incluye display que muestre la medición en unidades de ingeniería.
- Provistos con salida de alarma y salida de accionamiento de relé.
- Operan en ambiente de casa de máquinas de una central de generación hidráulica.

Las solución esta basada en la provisión de medidores de flujo ABB Electromagnéticos, modelo MagMaster Plus MFF y modelo MagMaster Plus MF, con sus respectivos transmisores modelo MagMaster, estos equipos cumplen con grandes mejoras los requisitos solicitados.

Los medidor de flujos ABB tienen un rango de medición de 1500:1 en el modelo MagMAster Plus MFF y de 1000:1 en el modelo MagMaster Plus MFE, lo cual permite medir amplias variaciones de flujo, además no cuenta con partes móviles, y los electrodos gracias a sus materiales de construcción son libres de mantenimiento.

El medidor de flujo MagMaster Plus MFF de diámetro 200mm conjuntamente con el transmisor MagMaster reemplazará al medidor de flujo principal del circuito abierto de refrigeración con interruptor en los 3 grupos generadores.

### **8.2.1 Medidor de flujo Electromagnético Magmaster Plus MMF.**

En la siguiente figura se presenta el flujómetro electromagnético para medir el flujo de agua en las tuberías del sistema de agua de refrigeración.



**FIGURA N° 39. MEDIDOR DE FLUJO MMF.**

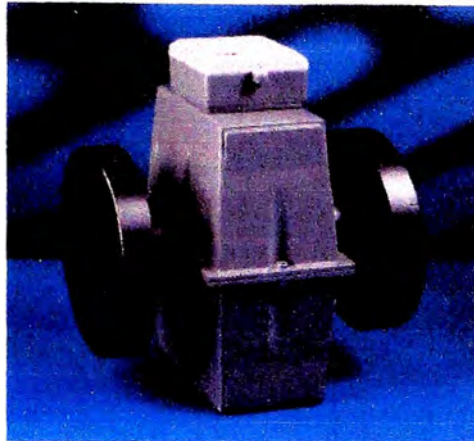
#### **Especificaciones Técnicas:**

- Rango de operación de flujo: 1500:1.

- Sumergible y puede enterrarse.
- Conveniente para usos en ambientes inundados.
- Elimina uso de bóvedas de medición, lo que redonda en economías en la instalación.
- Asegura la operación confiable sin necesidad de mantenimiento.
- Diámetro desde 200 a 2200mm.
- Enterramiento 1m a 5 metros de profundidad (a la tapa del sensor)

### **8.2.2 Medidor de flujo Electromagnético Magmaster Plus MFE**

El medidor de flujo ABB modelo MagMaster MFE que se proveerá conjuntamente con su transmisor MagMaster para los diámetros de 150 mm, 50 mm, 40 mm y 25 mm sustuirá al medidor de flujo principal del circuito cerrado de refrigeración (161) con interruptor, al medidor de flujo de refrigeración de cojinete superior y empuje del generador ASEA, al medidor de flujo de refrigeración de cojinete inferior del generador ASEA, al medidor de flujo refrigeración cojinete aceite regulador de la turbina (44), al medidor de flujo refrigeración cojinete y al de guía de turbina (440) respectivamente para los tres grupos generadores.

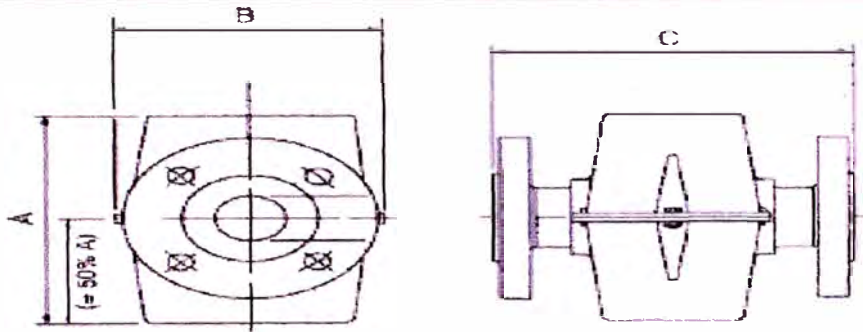


**FIGURA N° 40. MEDIDOR DE FLUJO MFE.**

### **Especificaciones Técnicas:**

- Rango de operación de flujo: 1000:1.
- Para todo proceso de líquidos y mezclas.
- Tecnología de pulsos de corriente continua.
- Aprobación FM y certificación CSA para lugares peligrosos.
- Sumergible y enterrado.
- Materiales resistentes a variedades de corrosión y abrasión.
- Sistema de flujo bidireccional.
- Diseño, manufactura y calibración con estándares internacionalmente aceptados:  
ISO 9001/NAMAS/NIST/NATA
- Asegura la operación confiable sin necesidad de mantenimiento.
- Dimensiones:

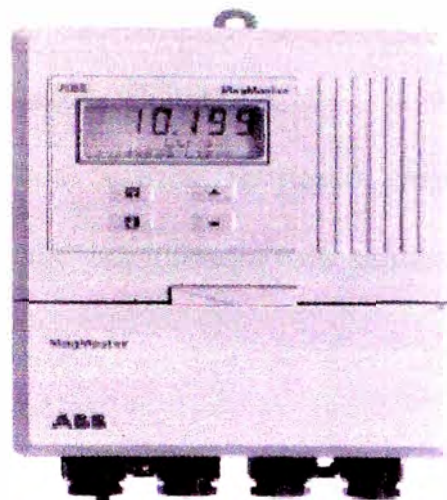
Meter Size		A		B		C		Net Weight	
mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	kg	lbs
15	0.5	174	6.9	140	5.5	200	7.9	9	20
20	0.75	174	6.9	140	5.5	200	7.9	9	20
25	1.0	210	8.3	176	6.9	200	7.9	10	22
40	1.5	210	8.3	176	6.9	200	7.9	12	27
50	2.0	210	8.3	176	6.9	200	7.9	14	31
65	2.5	280	11.0	219	8.6	200	7.9	19	42
80	3.0	280	11.0	219	8.6	200	7.9	20	44
100	4.0	312	12.3	230.5	9.1	250	9.9	28	62
150	5.9	370	14.6	281	11.1	300	11.8	39	86



**FIGURA N° 41. DIMENSIONES DEL MEDIDOR MFE.**

### **8.2.3 Transmisor para el medidor de flujo electromagnético Magmaster.**

El transmisor que se proveerá es de la marca ABB y el modelo es MagMaster, puede ser instalado local o remotamente. De acuerdo con las especificaciones los transmisores serán instalados a 12 metros del medidor de flujo más alejado. Seguidamente se muestra una figura del transmisor.



**FIGURA N° 42. TRANSMISOR.**

El transmisor MagMaster es diseñado y manufacturado de acuerdo con procedimientos internacionales de calidad como el ISO 9001, todos los medidor de flujos son calibrados y equipados con equipos de laboratorio de registros internacionales, que proveen al usuario final una completa seguridad en calidad y rendimiento de la medición.

#### **Especificaciones Técnicas:**

- Incorporado con tecnología de Pulsos de Corriente Continua.
- Configurable por medio de teclado parámetros según las unidades de ingeniería, ejemplo: rango de flujo, unidades de flujo y todas las salidas.
- Detección de tuberías vacías: dan lecturas seguras en cero y en tuberías vacías.
- Fuente de alimentación variable: de 95 a 240 Vca y 11 a 40 Vcc.

- Modo de prueba y autodiagnóstico: proporciona una poderosa herramienta de inicio. Prueba todas las salidas y pantallas, sin conectar al sensor.
- Tres totalizadores internos: avance, retroceso, neutro; avance y retroceso del cambio de flujo y el rango comprendido de salidas: corriente, pulsos, datos y, protocolo HART.

### **8.3 Medidores de temperatura y de presión.**

Se proveerá medidores temperatura y presión denominados ABB ASI 03 RTD Pt 100 y Modelo 600T respectivamente, los cuales se usaran para medir las temperaturas y presión del flujo de agua del sistema de refrigeración de las unidades de generación de la CH Carhuaquero, estos equipos reemplazarán a los actuales. Estos medidores se integrarán por protocolo HART al PLC AC 800M a través del módulo analógico AI895. También se provee salidas de corriente 4-20 mA.

#### **Especificaciones Técnicas:**

- Provisión de sensor y transductor.
- Conexiones roscadas de los termómetros y medidores de presión R ½" BSP.
- Sensores de temperatura Pt 100.
- Protección IP 67.
- Resistente a la vibración.
- Rango de medición de temperatura de 0°C a 60 °C.
- Rango de medición de presión 0 a 6 bar.

- Para operar en ambiente de casa de máquinas de una central de generación hidráulica.

Los equipos citados tomarán las mediciones de temperatura del ramal de agua fría entrada circuito abierto (código 406 de especificaciones técnicas), temperatura ramal de agua fría salida circuito abierto (código 407 de especificaciones técnicas), temperatura ramal secundario entrada de agua circuito cerrado (código 408 de especificaciones técnicas), temperatura ramal secundario salida de agua circuito cerrado (código 409 de especificaciones técnicas).

### **8.3.1 Sensor de temperatura tipo ASI 03.**

El sensor de temperatura es usado para aplicaciones con transmisores montados en campo y termopozos. El RTD y el termopozo se mantienen en contacto firme para evitar que el conjunto del sensor vibre contra el termopozo. El mecanismo de carga del resorte proporciona la protección contra vibraciones. La conexión roscada NPT estándar de ½ pulgada se provee con una extensión de unión-entrerroscada y tuerca hexagonal de 316 SS.



**FIGURA 43. SENSOR DE TEMPERATURA.**



El sensor de temperatura es usado para aplicaciones con transmisores montados en campo y termopozos. El RTD y el termopozo se mantienen en contacto firme para evitar que el conjunto del sensor vibre contra el termopozo. El mecanismo de carga del resorte proporciona la protección contra vibraciones. La conexión roscada NPT estándar de ½ pulgada se provee con una extensión de unión-entrerroscada y tuerca hexagonal de 316 SS.

#### **Especificaciones Técnicas:**

- RTD/Termocupla.
- Diseñado para uso con transmisores montados en campo y aplicaciones en termopozos.
- Alta durabilidad.
- Gran termoestabilidad y capacidad de repetición.
- Diseño intrínseco seguro.
- Alta resistencia a la vibración.
- Transferencia térmica mejorada.
- Facilidad de instalación.

### 8.3.2 Transmisor de temperatura TH 202.

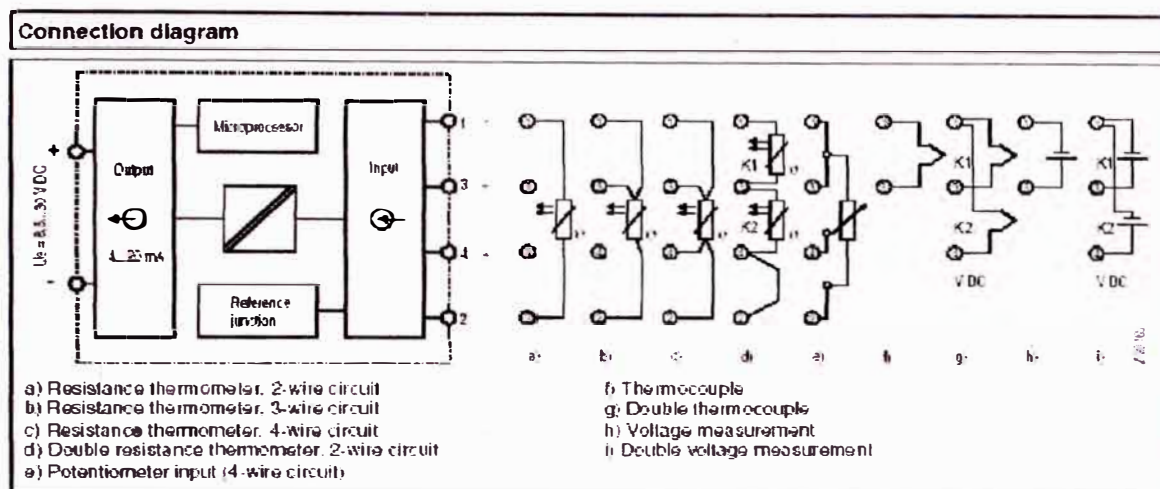
El Transmisor de temperatura que se proveerá es fabricado por ABB y el modelo es TH 202, una figura del mismo se muestra seguidamente.



**FIGURA N° 44. TRANSMISOR DE TEMPERATURA.**

#### **Especificaciones Técnicas:**

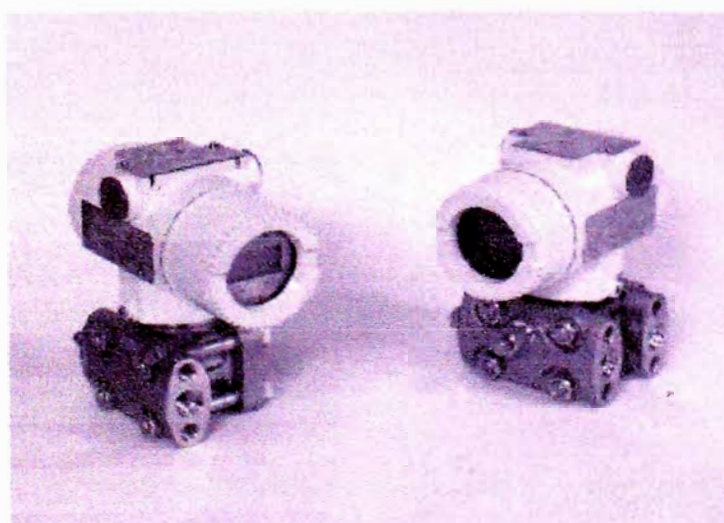
- Entradas:RTD (circuito de 2 ,3 , 4 cables).
- Salidas: 2 cables, 4 a 20 mA, y protocolo HART.
- Linealización especificada por el usuario.
- Fuente de alimentación: 8.5 a 30 VDC



**FIGURA N° 45. DIAGRAMA DE CONEXIÓN.**

### 8.3.3 Transmisor de presión ABB modelo 611.

El transmisor de presión a proveerse es fabricado por ABB y corresponde al modelo 611. Su rango es de 0 a 6 bar, reemplazará al medidor existente de presión de salida del circuito cerrado de agua de refrigeración.



**FIGURA 46. TRANSMISOR DE PRESIÓN.**

**Especificaciones Técnicas:**

- Incluye medición de "proceso-inerte".
- Provisto con protocolo HART y salida 4-20 mA.
- Provee intercambiabilidad para permitir mejoras del transmisor.
- Calibración rápida local y manejo completo vía PC.
- Capacidad de CoMeter display.
- Ciclo vital ecoeficiente
- Impacto ambiental bajo según norma LCA y estándar ISO 14040.
- Salida de 4 a 20mA.
- Fuente de alimentación: 10.5 a 42 VDC

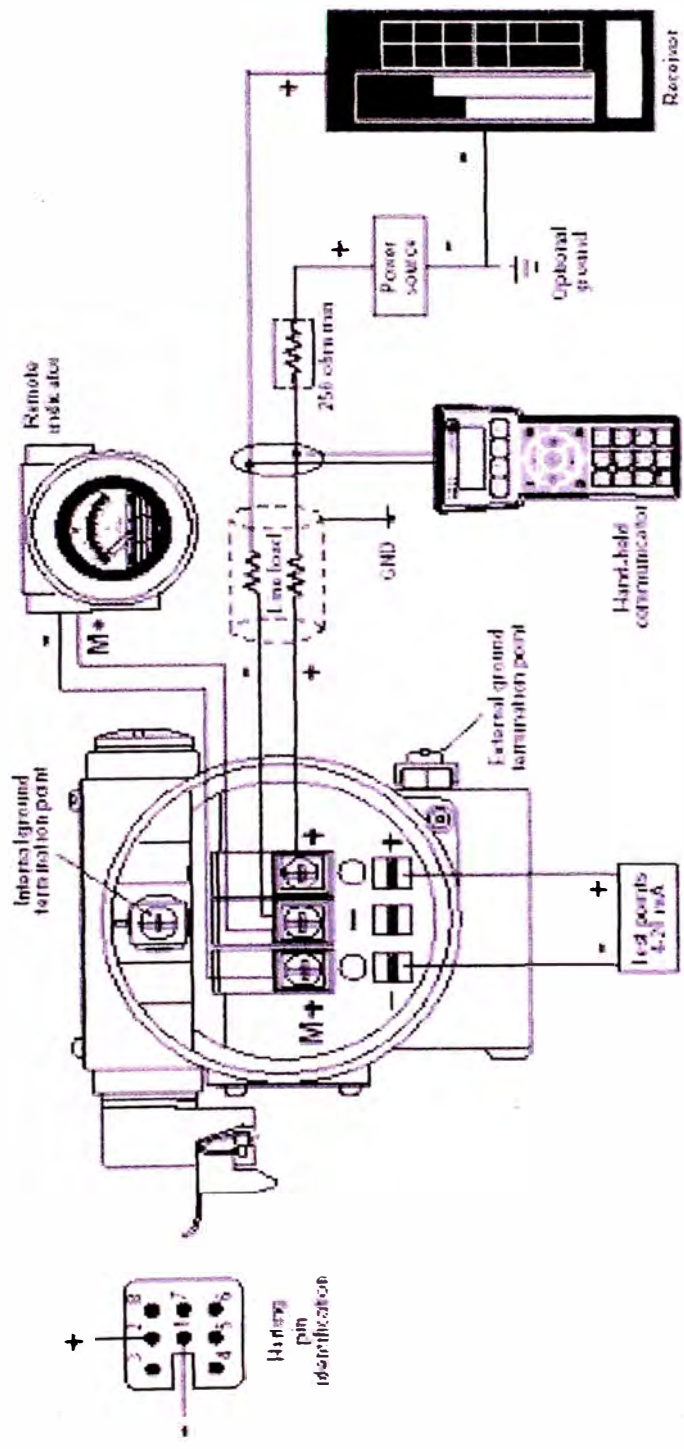


FIGURA N° 47. DIAGRAMA DE CONEXIÓN.

## **CAPITULO 9**

### **PLAN DE TRABAJO CRONOGRAMADO**

En esta sección, se presenta el plan de trabajo detallado para la implantación del Proyecto del Sistema de Control Remoto de la C.H. Carhuaquero desde la C.T. Chiclayo, es decir, desde el diseño, Ingeniería de detalle, fabricación, transporte internacional y local, instalación y montaje, pruebas, puesta en servicio, operación experimental y la recepción final, incluyendo la organización que se propone y los equipos a utilizar en cada una de las actividades. Se presenta también en esta sección el Cronograma del Proyecto.

#### **9.1 Fabricación.**

En este apartado se indica las procedencias de los equipos importantes del Sistema de Control con la finalidad de brindar seguridad y confiabilidad. Estos equipos cuentan con el certificado de calidad ISO 9001.

## **9.2 Sistema de control y comunicaciones.**

Los servidores, estaciones de trabajo y estaciones de ingeniería propuestos, son equipos de alto rendimiento y confiabilidad que garantizarán la adquisición y envío de datos en tiempo real del Sistema de Control Remoto a implementar. Se asegura que los equipos a suministrar serán particularmente probados en fábrica.

Todos los equipos del fabricante ABB cuentan con las respectivas garantías del fabricante y serán particularmente probadas para el proyecto en mención.

Se propone para los enlaces de Onda Portadora Digital de 64 Kbps entre la Estación Remota C.H. Carhuaquero y la Sala de Control en Tiempo Real ubicada en la nueva Estación Maestra que se instalará en Chiclayo Oeste, así como el enlace entre La Represa Cirato y la CH Carhuaquero, los equipos de Onda Portadora Digital (OPD) ABB. Estos equipos cuentan plena garantía del fabricante. Estos equipos vienen operando con total satisfacción en la S.E. Huallanca y la S.E. Chimbote, como parte fundamental del sistema de telecomunicaciones de la Modernización de la SE Huallanca de la CH Cañón del Pato.

El Sistema de Onda Portadora Digital para Líneas de Alta Tensión tipo OPD ABB ha sido diseñado para cumplir con los requisitos anteriormente mencionados y está constituido por un módem, capaz de operar con los niveles de ruido propios de las líneas de alta tensión, y por un convertidor de frecuencias. Su capacidad de

transmisión es de 81 kbit/s, de los cuales 79 kbit/s están a disposición del usuario, siendo el único en el mercado internacional que alcanza este ancho de banda, permitiendo multiplexar varios canales de voz y de datos y, en alternativa, establecer un canal de 64 kbit/s más otros canales adicionales, hasta un total de 15 kbit/s, para señalización, telecontrol, etc. Al terminal se conecta también el sistema de teleprotección de líneas de transmisión.

Similarmente, los equipos de radio microondas digital Lynx.HD propuestos para el enlace principal de comunicaciones, cuentan con la garantía y confiabilidad del fabricante en toda su gama de fabricación de equipos de Radio Microondas y ha sido diseñado para proporcionar enlaces digitales de ancho de banda 4XE1 en la banda de 2.4 GHz, empleando la tecnología espectro expandido (spread-spectrum).

### **Fibra Óptica.**

El enlace de Microondas entre Chiclayo y Carhuaquero se complementará con la ampliación de la red LAN de la Planta en la CH Carhuaquero hasta el Cerro Papayo para la conexión del equipo de radio, mediante un enlace de fibra óptica monomodo auto-soportada, montado en los soportes de la Línea de Transmisión de 10 KV. Se proveerá la fibra óptica y todos los materiales, accesorios y media converters necesarios para implantar este enlace de comunicaciones complementario de aproximadamente dos kilómetros.



### **9.3 Tableros de control y comunicaciones.**

#### **Tableros y Cables de control**

Todos los tableros serán de fabricación nacional ABB y serán ensamblados localmente por personal especializado. Los cables de control y fuerza son de fabricación nacional marca Indeco y del tipo Afumex que cuentan con las ventajas de durabilidad y calidad.

### **9.4 Transporte.**

#### **9.4.1 Transporte internacional.**

Debido a la importancia y fragilidad de los equipos de un centro de control se propone que todo el transporte internacional sea aéreo de forma de que no sufran ningún tipo de deterioro mayor ni menor durante este transporte, especialmente los golpes menores son los más preocupantes ya que no se notan al llegar a destino y se muestran recién cuando se están probando estos equipos.

#### **9.4.2 Transporte local.**

Por el motivo anterior, el transporte hacia la ciudad de Chiclayo y la planta Carhuaquero de todos los equipos de control, cómputo, instrumentación y comunicaciones será terrestre, con unidades especialmente acondicionadas cubriendo

la ruta Lima – CH Carhuaquero y de la CH Carhuaquero a la ciudad de Chiclayo se realizará en unidades acondicionadas especialmente para ello. Caso aparte es el traslado hacia la Represa Cirato donde se reembalarán todos los equipos destinados a este lugar para que soporten en trayecto en camioneta.

### **9.5 Organización para la realización del proyecto.**

Para la ejecución de los trabajos relacionados al Sistema de Control y Comunicaciones y adecuación de señales eléctricas se implementará una organización dotada con profesionales de demostrada experiencia en el diseño, procura, montaje, construcción y administración de proyecto de tal envergadura

En términos generales la organización de obra propuesta es la siguiente:

- Departamento de Ingeniería
- Procura y Administración de Obra
- Planificación y Costos
- Control de Calidad y Seguridad
- Gerente de Obra
- Ingeniero Residente
- Ingenieros Asistentes
- Técnicos
- Jefe de almacén

### **9.5.1 Departamento de ingeniería.**

Para las actividades de ingeniería se asignará un jefe de departamento quién tendrá a su cargo la conducción integral de los estudios de detalle del proyecto, asumiendo las funciones de residente de Obra en ausencias temporales del titular por causas de fuerza mayor y por tiempo reducido. Para el desarrollo de las actividades de ingeniería se contará con la participación de los especialistas necesarios para realizar todas las actividades ligadas a la ingeniería de detalle del proyecto. Estos profesionales tendrán el apoyo de personal técnico de personal técnico (ingenieros, asistentes, calculistas y dibujantes) apoyo logístico y administrativo para lograr el correcto cumplimiento de sus funciones).

### **9.5.2 Procura y administración.**

Estará a cargo de un jefe de administración de obra que se encargará además de las tareas propias de la contabilidad, finanzas y tesorería, del monitoreo y coordinación de las compras. Habrá un equipo de personas responsables, desde la emisión de las órdenes de compra hasta la llegada de los suministros a los almacenes de obra. Dentro de la administración se incluye un área de logística a cargo de una persona responsable de la construcción, mantenimiento y buen funcionamiento de los almacenes previstos. Dentro del área de logística se implementará los talleres de mantenimiento y reparación de equipos y vehículos asignados al proyecto.

### **9.5.3 Planificación y control de costos.**

El encargado de esta área será el responsable de mantener actualizado el control del avance del proyecto y su planificación, así como llevar un adecuado control de los costos. También tiene por función elaborar los informes y reportes de avance de las obras en el ámbito interno, tanto en el aspecto físico de ejecución de obra como en el económico.

### **9.5.4 Control de calidad y seguridad**

Los responsables de estas áreas deberán de elaborar los respectivos planes a ser aplicados en cada una de las fases de trabajo. Emitiendo los puntos de inspección y protocolos respectivos. En lo que respecta a la seguridad, esta área será la responsable de impartir las medidas de seguridad, control de cumplimiento de las mismas, nociones de primeros auxilios, charlas, etc.

### **9.5.5 Personal del proyecto**

Las funciones del personal responsable que conformará el organigrama de ejecución del presente proyecto serán las siguientes:

## **Gerente del proyecto**

Asume la gerencia del proyecto por parte del contratista y como tal será el responsable del buen funcionamiento de la organización estableciendo relación directa con las diferentes áreas de la misma para lograr el cumplimiento de las metas y objetivos en el marco del plan de calidad y seguridad a implementar.

## **Ingeniero Residente de Obra**

Dirige y coordina las funciones administrativas y técnicas del proyecto en el lugar de las obras. Tendrá a su cargo las funciones de los Ingenieros asistentes y especialistas asignados a obra, así como del personal de administración, jefe y encargados de almacén y de los supervisores y capataces de obra.

### **9.6 Generalidades.**

Se asume plena responsabilidad del diseño, fabricación y puesta en operación del Sistema de Control Remoto de la CH Carhuaquero. Sus obligaciones incluyen, pero no se limitarán al resumen de responsabilidades indicadas a continuación:

- Diseño e ingeniería del sistema.
- Integración del software de SCADA y de las aplicaciones necesarias, programación e integración al Sistema.
- Suministro e integración del software del sistema operativo, utilitarios y librerías.

- Suministro, instalación y puesta en servicio de todo el hardware necesario para el sistema, incluyendo Controladores, procesadores, periféricos, interfaces de comunicación y hardware relacionado, redes de área local, conmutadores, fibra óptica, adecuación en los terminales de onda portadora.
- Integración y cableado de todo el hardware suministrado.
- Adecuación al Telecontrol (cableado, instalación de transductores, relés y armarios, entre otros) de las instalaciones de la CH Carhuaquero, así como la sala de Control y Mando en la Ciudad de Chiclayo.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de todos los equipos.
- Pruebas de aceptación y entrega del servicio.
- Envío de los equipos en condiciones seguras al lugar de instalación definitivo.
- Instalación de todo el sistema e implementación de todos los servicios necesarios: hardware, software, soporte técnico, seguro, garantía y entrenamiento.
- Entrenamiento del personal de hardware y software.
- Suministro de documentación completa.
- Suministro de garantía.
- Suministro de asistencia técnica, repuestos y partes durante la vida útil del sistema.

### **9.7 Montaje e instalación.**

En el presente apartado se describe los procedimientos referidos a las fases de instalación del Centro de Control en la CH Carhuaquero y en la sala de Control y Mando en la ciudad de Chiclayo, las cuales consisten en:

- Adquisición, Montaje y Pruebas de Equipos para la implementación del Sistema de Supervisión y Control computarizado en la CH Carhuaquero y en la sala de Control y Mando de la ciudad de Chiclayo Oeste.
- Adquisición de parámetros eléctricos de las unidades de generación en la CH Carhuaquero e integración de instrumentos, relés y otros para administración remota

### **9.8 Normas.**

Este Procedimiento se rige por la siguiente normativa que será de obligado cumplimiento:

- Normas nacionales e internacionales
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación según Código Nacional de Electricidad del Perú e Instrucciones Técnicas Complementarias
- Manual de calidad de ABB
- Manual de seguridad de la Central Carhuaquero
- Código Nacional de Electricidad

### **9.9 Requisitos Previos.**

Antes de iniciar los trabajos, se comprobará que se cumpla los siguientes requisitos:

- Que los equipos a montar, han sido recepcionados de acuerdo con los procedimientos de “Recepción e Inspección de Materiales” previamente acordados con la Supervisión.
- Que los equipos se encuentren convenientemente contados, clasificados y dispuestos en el almacén para facilitar el aprovisionamiento.
- Que se disponga de los Certificados o protocolos de Ensayo en Fábrica, exigibles en el contrato, así como de las instrucciones de montaje para los diferentes equipos.
- Que se dispone de los planos de ingeniería de detalle aprobados y vigentes.
- Que se disponga de las herramientas, equipos y personal adecuado para realizar los trabajos.
- Que haya una programación óptima y segura de cada una de las actividades involucradas en los trabajos a realizar las cuales deberán de ser de pleno conocimientos y aprobación por parte de la Supervisión del cliente.

### **9.10 Enfoque del plan de trabajo**

El objetivo de este enfoque es el de establecer una visión clara de cómo se tienen conceptuados los trabajos de ejecución del proyecto. Los trabajos correspondientes a



este proyecto comprenden el diseño, suministro de equipos, materiales, servicios y el desmontaje y montaje indicados a continuación:

### **9.10.1 Central Hidroeléctrica Carhuaquero.**

#### **Montaje de Tablero de Comunicaciones.**

- Acondicionamiento de las canaletas existentes e instalación de canaletas complementarias para el recorrido del nuevo cableado.
- Nuevo cableado de control y medidas desde los equipos de patio de llaves hasta los tableros, esto incluirá toda la información necesaria para la supervisión y control.
- Instalación de 01 Router multiservicio Cisco 3660.
- Instalación de 2 servidores de Conectividad Proliant ML 350 de Compaq
- Instalación de 2 servidores Base de Datos Proliant ML 350 de Compaq
- Instalación de 01 estación de trabajo EVO6000ML de Compaq
- Instalación de 01 Switch Nortel 470-48T
- Sincronización en tiempo de los servidores, estación de operación y controladores AC800M, esto con el fin de garantizar la precisión de eventos de 1ms. Todos los equipos del sistema de Control serán sincronizados por la red de comunicaciones no siendo necesario cableado adicional para ello.

### **Montaje de Tablero de Control de Generador Grupo 1 en Sala de Grupos.**

- Acondicionamiento de las canaletas existentes e instalación de canaletas complementarias para el recorrido del nuevo cableado.
- Nuevo cableado de control y medidas desde los equipos de patio de llaves hasta los tableros, esto incluirá toda la información necesaria para la supervisión y control.
- Instalación de 01 Controlador AC800M.
- Instalación de 01 Switch Nortel 470-48T
- Instalación de 01 Panel de control Local Process Panel 245 de ABB, para monitoreo y control local de las dispositivos electromecánicos del grupo de generación 1.
- Sincronización en tiempo de los controladores AC800M, esto con el fin de garantizar la precisión de eventos de 1 ms.

### **Montaje de Tablero de Control de Turbina Grupo 1 en Sala de Grupos.**

- Acondicionamiento de las canaletas existentes e instalación de canaletas complementarias para el recorrido del nuevo cableado.
- Nuevo cableado de control y medidas desde los equipos de patio de llaves hasta los tableros, esto incluirá toda la información necesaria para la supervisión y control.
- Instalación de 01 Controlador AC800M.

- Instalación de 01 Panel de control Local Process Panel 245 de ABB, para monitoreo y control local de las dispositivos electromecánicos del grupo de generación 1.
- Sincronización en tiempo de los controladores AC800M y Panel de Control Local, esto con el fin de garantizar la precisión de eventos de 1 ms.

### **Montaje de Tablero de Control de Generador Grupo 2 en Sala de Grupos.**

- Acondicionamiento de las canaletas existentes e instalación de canaletas complementarias para el recorrido del nuevo cableado.
- Nuevo cableado de control y medidas desde los equipos de patio de llaves hasta los tableros, esto incluirá toda la información necesaria para la supervisión y control.
- Instalación de 01 Controlador AC800M.
- Instalación de 01 Panel de control Local Process Panel 245 de ABB, para monitoreo y control local de las dispositivos electromecánicos del grupo de generación 2.
- Sincronización en tiempo de los controladores AC800M, esto con el fin de garantizar la precisión de eventos de 1 ms.

### **Montaje de Tablero de Control de Turbina Grupo 2 en Sala de Grupos.**

- Acondicionamiento de las canaletas existentes e instalación de canaletas complementarias para el recorrido del nuevo cableado.

- Nuevo cableado de control y medidas desde los equipos de patio de llaves hasta los tableros, esto incluirá toda la información necesaria para la supervisión y control.
- Instalación de 01 Controlador AC800M.
- Instalación de 01 Panel de control Local Process Panel 245 de ABB, para monitoreo y control local de las dispositivos electromecánicos del grupo de generación 2.
- Sincronización en tiempo de los controladores AC800M y Panel de Control Local, esto con el fin de garantizar la precisión de eventos de 1 ms.

#### **Montaje de Tablero de Control de Generador Grupo 3 en Sala de Grupos.**

- Acondicionamiento de las canaletas existentes e instalación de canaletas complementarias para el recorrido del nuevo cableado.
- Nuevo cableado de control y medidas desde los equipos de patio de llaves hasta los tableros, esto incluirá toda la información necesaria para la supervisión y control.
- Instalación de 01 Controlador AC800M.
- Instalación de 01 Panel de control Local Process Panel 245 de ABB, para monitoreo y control local de las dispositivos electromecánicos del grupo de generación 3.
- Sincronización en tiempo de los controladores AC800M, esto con el fin de garantizar la precisión de eventos de 1 ms.

### **Montaje de Tablero de Control de Turbina Grupo 3 en Sala de Grupos.**

- Acondicionamiento de las canaletas existentes e instalación de canaletas complementarias para el recorrido del nuevo cableado.
- Nuevo cableado de control y medidas desde los equipos de patio de llaves hasta los tableros, esto incluirá toda la información necesaria para la supervisión y control.
- Instalación de 01 Controlador AC800M.
- Instalación de 01 Panel de control Local Process Panel 245 de ABB, para monitoreo y control local de las dispositivos electromecánicos del grupo de generación 3.
- Sincronización en tiempo de los controladores AC800M y Panel de Control Local, esto con el fin de garantizar la precisión de eventos de 1 ms.

### **Montaje de Tablero de Control, Instrumentación y Equipos auxiliares en Sala de Grupos.**

- Acondicionamiento de las canaletas existentes e instalación de canaletas complementarias para el recorrido del nuevo cableado.
- Nuevo cableado de control y medidas desde los equipos de patio de llaves hasta los tableros, esto incluirá toda la información necesaria para la supervisión y control.
- Instalación de 01 Controlador AC800M para instrumentación.
- Instalación de 01 Controlador AC800M para Servicios Auxiliares.
- Instalación de 01 Panel de control Local Process Panel 245 de ABB, para monitoreo y control local de las dispositivos de instrumentación y dispositivos electromecánicas del Servicios Auxiliares.
- Sincronización en tiempo de los controladores AC800M y Panel de Control Local, esto con el fin de garantizar la precisión de eventos de 1 ms.

### **Montaje de Tablero de Control Patio de Llaves, línea 220 kV y Control Supervisión Conjunto.**

- Acondicionamiento de las canaletas existentes e instalación de canaletas complementarias para el recorrido del nuevo cableado.
- Nuevo cableado de control y medidas desde los equipos de patio de llaves hasta los tableros, esto incluirá toda la información necesaria para la supervisión y control.

- Instalación de 01 Controlador AC800M para coleccionar señales de los equipos del Patio de Llaves y de equipos electromecánicos de la Línea 220 kV.
- Instalación de 01 Controlador AC800M para funciones de Control Supervisión Conjunto.
- Instalación de 01 Panel de control Local Process Panel 245 de ABB, para monitoreo y control local de los dispositivos de instrumentación y dispositivos electromecánicos de los Servicios Auxiliares.
- Sincronización en tiempo de los controladores AC800M y Panel de Control Local, esto con el fin de garantizar la precisión de eventos de 1 ms.

#### **Montaje de Tablero de Control Represa Cirato en Sala de Control.**

- Acondicionamiento de las canaletas existentes e instalación de canaletas complementarias para el recorrido del nuevo cableado.
- Nuevo cableado de control y medidas desde los equipos de patio de llaves hasta los tableros, esto incluirá toda la información necesaria para la supervisión y control.
- Instalación de 01 Controlador AC800M para coleccionar señales de los equipos electromecánicos de la Represa Cirato.
- Instalación de 01 Panel de control Local Process Panel 245 de ABB, para monitoreo y control local de los dispositivos de instrumentación y dispositivos electromecánicos de los Servicios Auxiliares.
- Instalación de 01 Equipo de Onda Portadora Digital (equipos para Carhuaquero).

- Sincronización en tiempo de los controladores AC800M y Panel de Control Local, esto con el fin de garantizar la precisión de eventos de 1 ms.

### **Montaje de Tableros de Onda Portadora Digital**

- Acondicionamiento de las canaletas existentes e instalación de canaletas complementarias para el recorrido del nuevo cableado.
- Nuevo cableado de control y medidas desde los equipos de patio de llaves hasta los tableros.
- Instalación de 02 Equipos de Onda Portadora Digital (equipos para Carhuaquero y Chiclayo y equipos para Carhuaquero y Cirato respectivamente).

#### **9.10.2 Centro de control y mando Chiclayo Oeste.**

### **Montaje de Tablero de Comunicaciones.**

- Acondicionamiento de las canaletas existentes e instalación de canaletas complementarias para el recorrido del nuevo cableado.
- Nuevo cableado de control y medidas desde los equipos de patio de llaves hasta los tableros, esto incluirá toda la información necesaria para la supervisión y control.
- Instalación de 01 Router multiservicio Cisco 3640.
- Instalación de 01 servidor OPC Proliant MI 350 de Compaq



- Instalación de 03 estaciones de trabajo EVO6000ML de Compaq
- Instalación de una radio Microondas Digital
- Instalación de 01 Switch Nortel 470-48T
- Sincronización en tiempo de los servidores, estación de operación y controladores AC800M, esto con el fin de garantizar la precisión de eventos de 1 ms. Todos los equipos del sistema de Control serán sincronizados por la Red de comunicaciones no siendo necesario cableado adicional para ello.

### **Montaje de Tablero de Onda Portadora Digital**

- Acondicionamiento de las canaletas existentes e instalación de canaletas complementarias para el recorrido del nuevo cableado.
- Nuevo cableado de control y medidas desde los equipos de patio de llaves hasta los tableros.

### **9.11 Pruebas y puesta en servicio.**

En este apartado se indica los procedimientos para las pruebas totales de la instalación.

#### **9.11.1 Plan y procedimiento de pruebas.**

Los planes y procedimientos para las pruebas en campo serán desarrollados y documentados para asegurar que cada prueba y demostración sea completa y que

cualquier parte de las pruebas y demostraciones pueden ser repetidas. El plan de pruebas y su procedimiento serán entregadas a 8 semanas antes del inicio de las pruebas en fábrica o planta del fabricante y en sitio

Los planes y procedimientos de pruebas serán ser diseñados de manera que los representantes de C.H. Carhuaquero puedan, al mayor grado posible, participar en la realización de las pruebas que muestren el rendimiento, incluyendo pruebas de procedimientos de configuración, pruebas en línea y supervisión de los resultados de las pruebas. Las técnicas seleccionadas para las pruebas deberán minimizar el tiempo de prueba requerido, manteniendo un alto nivel de confianza para la validación de los resultados de las pruebas.

El Plan incluirá la siguiente información:

- Programación de las pruebas.
- Asignación de registro, procedimientos y formatos.
- Metodología para corrección de discrepancias.
- Procedimiento para notificación inmediata de todos los cambios hechos al sistema.
- Lista de toda la documentación a ser usada durante la prueba, indicando el estado de cada documento.
- Protocolos.
- Diagrama de bloque de la configuración de hardware para la prueba, incluyendo canales de comunicación, y cualquier hardware de prueba o simulación.

### **9.11.2 Procedimiento para las pruebas**

Los procedimientos de las pruebas incluirán los siguientes puntos:

- Propósito de cada prueba.
- Función a ser probada.
- Procedimiento a seguir.
- Configuración y condiciones a probar.
- Todas las entradas y salidas.
- Descripción y listado del software de prueba.
- Resultados esperados.
- Criterios de aceptación.

Un mínimo de 25% de las pruebas programadas más un día completo deberán ser destinados para pruebas no estructuradas del hardware y el software.

### **9.11.3 Registros de prueba.**

Se mantendrá un registro completo de todos los resultados de las pruebas de aceptación en fábrica y en campo. Estos registros deberán ordenarse por la

enumeración de los pasos en los procedimientos de las pruebas. Los registros deberán incluir los siguientes tópicos:

- Referencia a la apropiada sección del procedimiento de prueba.
- Descripción de cualquier condición o acción especial tomada durante la prueba (incluyendo los datos del caso de prueba).
- Resultados de prueba paso a paso, incluyendo la indicación pasó/falló.
- Fecha de la prueba.
- Copias de cualquier reporte de discrepancias generado.
- Reportes de discrepancias.

#### **9.11.4 Reportes de discrepancia**

Cada vez que se detecte una desviación de los requerimientos especificados, se preparará un reporte de discrepancia, incluyendo los siguientes tópicos:

- La hora y fecha en que la variación fue descubierta por primera vez.
  - Referencias apropiadas a esa Especificación y/o el procedimiento de prueba.
  - Una descripción de las condiciones de prueba al momento en que la discrepancia fue detectada.
- Después de consultar se asignarán cada discrepancia a una de las tres clases, dependiendo del impacto de la misma:
  - Clase 1. La prueba terminará inmediatamente para evaluación y corrección.

- Clase 2. La prueba continuará y la discrepancia será corregida al término de la sesión o del día.
- Clase 3. La prueba continuará y la discrepancia será corregida y probada en un plazo a acordarse.

Se documentará las acciones correctivas tomadas para eliminar cada discrepancia y actualizará la documentación apropiada como resultado de la acción correctiva. Los reportes de discrepancia deberán ser completados mediante firmas, las correcciones a la discrepancia. Los reportes de discrepancias deberán estar disponibles en todo momento.

#### **9.11.5 Pruebas de aceptación en planta**

El traslado de los equipos del hardware de cómputo, control, instrumentos, periféricos y software a las instalaciones de Carhuaquero y Chiclayo Oeste del Sistema de Control Remoto estará supeditado al logro de resultados satisfactorios en las pruebas de aceptación en planta. Estas pruebas deberán ser conducidas sobre el total del Sistema y de sus interfaces.

En general las pruebas incluirán ejercicios razonables de integración de Hardware y Software, ente otros incluirá los siguientes tópicos:

- Inspección física de conformidad entre diagramas y apariencia del equipo.

Demostración del apropiado funcionamiento del Hardware mediante la prueba de cada dispositivo, individual y colectivamente.

- Demostración del apropiado funcionamiento del Software incluyendo casos de pruebas con datos normales y de excepción.
- Simulación de alarmas incluyendo violación de límites de valores análogos y cambios de estado.
- Demostración de la capacidad del Sistema para comunicarse considerando las siguientes simulaciones:
  - a. Datos en tiempo real.
  - b. Respuestas de dispositivos controlados.
- Demostración del funcionamiento de la Interface Hombre-Máquina.
- Demostración de la adición y eliminación de puntos del Sistema, usando las funciones de edición de datos.
- Demostración de las funciones de generación y edición de despliegues, reportes.

Estas pruebas tendrán una duración total de 10 días.

### **9.11.6 Pruebas de aceptación en campo**

Estas pruebas se realizarán una vez concluida la instalación del sistema de control, cómputo y de comunicaciones tanto en Carhuaquero como en Chiclayo Oeste. Los protocolos de realización de estas pruebas se enviarán con seis semanas de anticipación para la aprobación respectiva, la misma que los devolverá a la cuarta semana con observaciones si las hubiera a fin de que se efectúen las correcciones necesarias para dar inicio a las pruebas de campo

El objetivo de estas pruebas será demostrar que todo el equipamiento y programas están completamente operativos y preparados para dar inicio a la etapa de operación experimental, cuya duración será de un mes.

## **9.12 Entrenamiento y capacitación.**

### **9.12.1 Entrenamiento en equipos y programas.**

Se cumplirá con la ejecución del entrenamiento en equipos y programas del sistema, los cuales comprenderá los siguientes puntos:

Consistirá en un curso de seis días donde se tratarán los siguientes tópicos:

- Red LAN/WAN, Servidores y Estaciones de Trabajo.
- Unidades Controladoras AC 800M.
- Instrumentación.

### **9.12.2 Entrenamiento en los sistemas de comunicaciones.**

Se proporcionará entrenamiento en los sistemas de comunicaciones de Onda Portadora Digital y sistema de microondas Digital, en este caso se dictarán dos cursos de comunicaciones con la duración y lugar en que se propondrá posteriormente, los cursos serán:

- Sistema de Onda Portadora Digital
- Sistema de Microondas Digital

### **9.12.3 Entrenamiento en la operación del sistema.**

Se entrenará a los operadores de la planta con instructores calificados en las capacidades funcionales del sistema y en la operación eficiente de las estaciones de operador. Este entrenamiento familiarizará al personal destinado con los conceptos y características generales. Esto incluirá entrenamiento práctico empleando todos los equipos de estación y proveerá un conocimiento de los requerimientos de todas las funciones de la interface hombre-máquina. El entrenamiento del personal de operación se efectuará en Lima en las instalaciones que se estimen convenientes y tendrá un período de duración de cinco (5) días.



### **9.13 Integración del software y hardware.**

Se realizará una demostración de la integración del hardware y software, ambos certificados para la planta por fábrica, cuando hayan sido instalados y completamente integrados. Esta demostración verificará que el hardware y el software están completamente operacionales y están ensamblados en una configuración capaz de soportar la integración en campo.

### **9.14 Operación experimental**

Se propone la realización de un periodo de operación experimental de acuerdo a lo establecido en las bases la cual permitirá garantizar por un tiempo determinado la asistencia permanente de especialistas para la operación del sistema hasta que el personal de planta se encuentre capacitado para operar el equipamiento nuevo por un periodo de un mes.

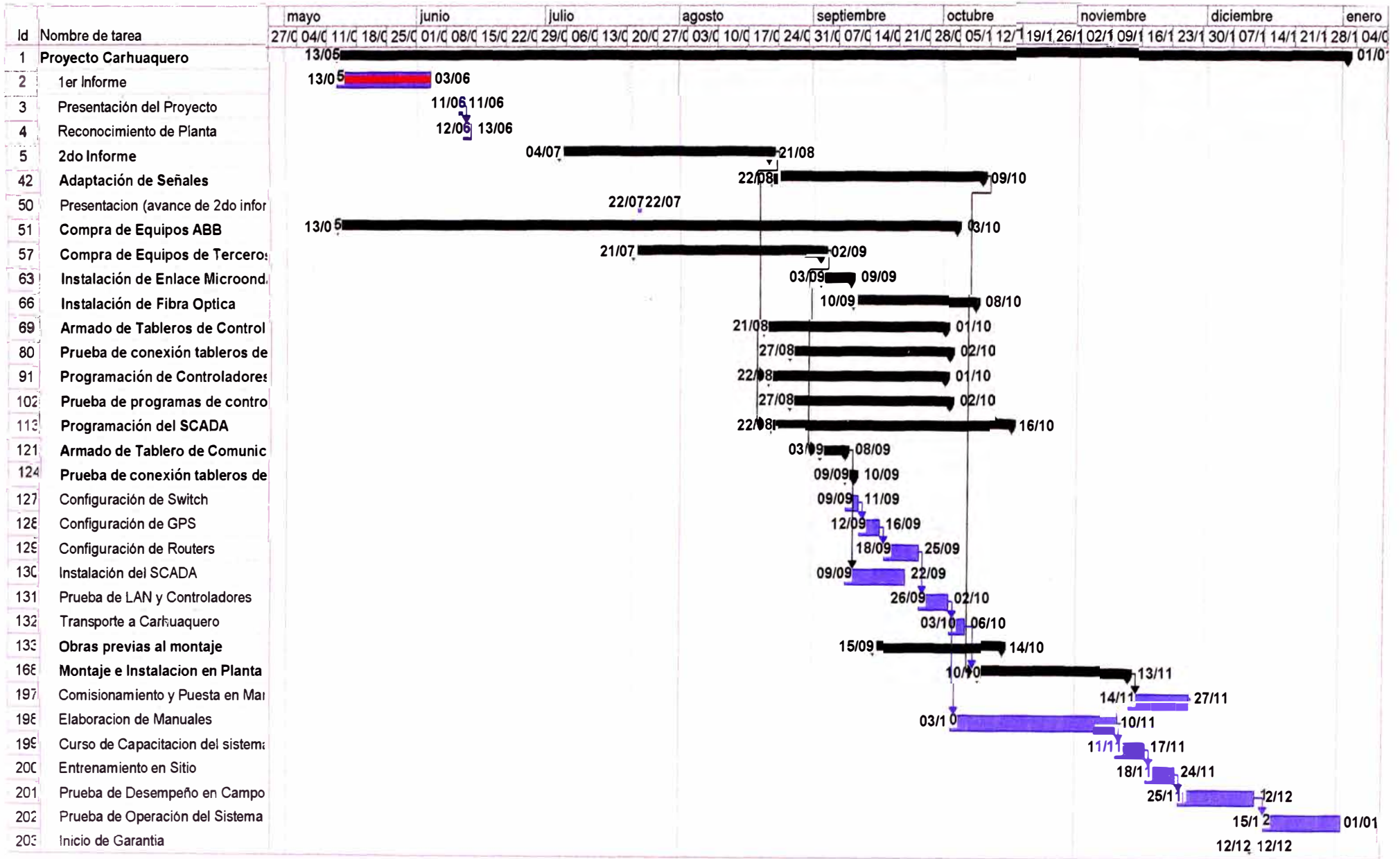
### **9.15 Cronograma.**

Se adjunta un cronograma general de todas las actividades inherentes a la implantación del Proyecto del Sistema de Control Remoto de la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero desde la Central Térmica de Chiclayo.

TABLA N° 21. TAREAS.

TAREAS	DURACION	INICIO	FIN
<b>Proyecto Carhuaquero</b>	<b>168 días</b>	<b>13-May-03</b>	<b>1-Ene-04</b>
1er Informe	16 días	13-May-03	3-Jun-03
Presentación del Proyecto	1 día	11-Jun-03	11-Jun-03
Reconocimiento de Planta	2 días	12-Jun-03	13-Jun-03
2do Informe	35 días	4-Jul-03	21-Ago-03
Adaptación de Señales	35 días	22-Ago-03	9-Oct-03
Presentación (avance de 2do informe)	1 día	22-Jul-03	22-Jul-03
Compra de Equipos ABB	104 días	13-May-03	3-Oct-03
Compra de Equipos de Terceros	32 días	21-Jul-03	2-Sep-03
Instalación de Enlace Microondas	5 días	3-Sep-03	9-Sep-03
Instalación de Fibra Óptica	21 días	10-Sep-03	8-Oct-03
Armado de Tableros de Control	30 días	21-Ago-03	1-Oct-03
Prueba de conexión tableros de control	27 días	27-Ago-03	2-Oct-03
Programación de Controladores	29 días	22-Ago-03	1-Oct-03
Prueba de programas de controladores	27 días	27-Ago-03	2-Oct-03
Programación del SCADA	40 días	22-Ago-03	16-Oct-03
Armado de Tablero de Comunicaciones	4 días	3-Sep-03	8-Sep-03
Prueba de conexión tableros de comunicaciones	2 días	9-Sep-03	10-Sep-03
Configuración de Switch	3 días	9-Sep-03	11-Sep-03
Configuración de GPS	3 días	12-Sep-03	16-Sep-03
Configuración de Routers	6 días	18-Sep-03	25-Sep-03
Instalación del SCADA	10 días	9-Sep-03	22-Sep-03
Prueba de LAN y Controladores	5 días	26-Sep-03	2-Oct-03
Transporte a Carhuaquero	2 días	3-Oct-03	6-Oct-03
Obras previas al montaje	22 días	15-Sep-03	14-Oct-03
Montaje e Instalación en Planta	25 días	10-Oct-03	13-Nov-03
Puesta en Marcha	10 días	14-Nov-03	27-Nov-03
Elaboración de Manuales	27 días	3-Oct-03	10-Nov-03
Curso de Capacitación del sistema	5 días	11-Nov-03	17-Nov-03
Entrenamiento en Sitio	5 días	18-Nov-03	24-Nov-03
Prueba de Desempeño en Campo	14 días	25-Nov-03	12-Dic-03
Prueba de Operación del Sistema	14 días	15-Dic-03	1-Ene-04
Inicio de Garantía	0 días	12-Dic-03	12-Dic-03

**TABLA N° 21. CRONOGRAMA GENERAL**



## **CAPITULO 10**

### **COSTOS**

#### **10.1 Metrado y Presupuesto.**

En esta sección se presentan el presupuesto general para la implementación del Sistema de Control Remoto de la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero. Este presupuesto se detalla los costos de los materiales y equipos que se utilizarán, tanto para la Sala de Control, ubicada en la Central Térmica de Chiclayo Oeste, como en la Estación Remota, ubicada en la central de Carhuaquero.





**CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO**

$$VAN = \sum_{k=0}^n \frac{Fck}{(1 + TIR)^k}$$

TASA DE DESCUENTO DE 10% COC= 0.1

VAN=0			
SI:	i=14.5%	VAN=0.	1600
SI:	i=14.6%	VAN=0.	-468
Interpolando TIR=14.5% Tenemos un TIR mayor que el COC, el proyecto es beneficioso			

Año	Flujo	Flujo neto US\$
0	Inversión	868461
1	Beneficio	255000
2	Beneficio	260000
3	Beneficio	260500
4	Beneficio	253000
5	Beneficio	252500

**CALCULO DEL VALOR ACTUAL NETO** VAN= 971996.759

<b>BENEFICIOS CUANTITATIVOS DE LA EMPRESA</b>	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
	Inversión	Beneficio	Beneficio	Beneficio	Beneficio	Beneficio
REDUCCION DE MULTAS POR PARTE DE LOS ENTES SUPERVISORES		75000	78000	77000	72000	72500
TRANSPORTE DE PERSONAL EN LA OPERACIÓN DE CHICLAYO A CARHUAQUERO		15000	16000	15500	15000	15000
REDUCCION DE TIEMPOS DE VENTA DE ENERGIA		95000	93000	99000	96000	94000
REDUCCION DE MULTAS POR.NO CUMPLIR CON LA NORMA EN TIEMPO REAL COES		57000	60000	57000	58000	57000
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO		13000	13000	12000	12000	14000
<b>BENEFICIOS CUALITATIVOS DE LA EMPRESA</b>						
REDUCCION EN TIEMPOS DE OPERACIÓN						
SEGURIDAD EN OPERACIÓN						
MEJORAMIENTO EN ANALISIS DE FALLAS						
SEGURIDAD EN LAS MANIOBRAS A NIVEL PERSONAL						
MEJORA EN LA VISION DE LA EMPRESA CON RESPECTO A LOS CLIENTES						
	<b>868461</b>	<b>255000</b>	<b>260000</b>	<b>260500</b>	<b>253000</b>	<b>252500</b>

NOTA: TENEMOS UNA RECUPERACION DE CAPITAL EN 5 AÑOS

## **CONCLUSIONES**

**El presente informe tiene por finalidad presentar el estudio para la ejecución del Proyecto del Sistema de Control Remoto de la Central Hidroeléctrica Carhuaquero, controlado desde la Central Térmica de Chiclayo Oeste.**

### **Sistema de Control**

- **La lógica de control que posee el sistema actual se mantendrá. Las funciones que realizará el nuevo sistema de control serán de supervisión, arranque y parada general de todo el sistema en tiempo real. Es decir supervisara las funciones que actualmente ya realiza el sistema de control. Además el nuevo sistema de control permitirá manipular los mandos locales y remotos con los que actualmente cuenta el sistema de los 3 grupos generadores, el sistema de refrigeración y los servicios auxiliares de la Central Carhuaquero, en el Patio de Llaves, se realizará el monitoreo y operaron los equipos de maniobra de la línea de transmisión 220 kV**



Carhuaquero-Chiclayo, así como la supervisión de parámetros de caudal, sólidos en suspensión, nivel de agua, posición de compuertas.

Las funciones realizadas por el Sistema de Control Computarizado entre otras son las siguientes:

- Adquisición de los datos procedentes de las Unidades de Control AC800M situadas en diez zonas (generador 1, turbina 1, generador 2, turbina 2, generador 3, turbina 3, instrumentación, patio de llaves y línea 220kV, represa Cirato y servicios auxiliares).
- Concentración de toda esta información en la base de datos de tiempo real.
- Ejecución de las secuencias lógicas y programación necesarias entre las señales análogas, de estado y alarmas, pudiendo generar los comandos y consignas adecuados a la unidad terminal remota como consecuencia de estos automatismos.
- Direccionamiento de los datos adquiridos, de forma que cada señal procedente de los controladores AC800M se puedan asociar individualmente al Sistema de Transmisión de Datos en Tiempo Real
- Mejoramiento en el análisis de fallas, y seguridad en la operación del sistema

## **Sistema de Telecomunicaciones**

Para realizar la comunicación entre los diferentes dispositivos de control (Computadora para la supervisión y el control, y Controladores de campo) se utilizará una red de Área Local o LAN. En la Red de CT Chiclayo se utilizará una red LAN Ethernet con protocolo TCP/IP, la cual comunicará los servidores, estaciones de trabajo, conmutadores, ruteadores y periféricos de cómputo. Para esto se le asignará una dirección IP a cada elemento que conforme la red. En la Red de CT Carhuaquero, es semejante a la LAN de CT Chiclayo, se utilizará una LAN Ethernet con protocolo TCP/IP; Para comunicar los controladores AC800 y la LAN de CH Carhuaquero se utilizará una LAN ETHERNET TCP/IP.

Estas redes interconectadas cumplen con los requisitos mínimos siguientes:

Dispondrá de un ancho de banda de 10/100 Mbps, capacidad de hardware y software para enlazarse con las redes LAN corporativas, capacidad de hardware y software para enlazar redes LAN/WAN, protocolo de comunicación abierto TCP/IP con un ancho de banda que permitirá al sistema alcanzar las exigencias de respuesta y acceso requeridos.

La arquitectura del sistema debe permitir el uso integrado de productos de terceros y que son estándares de DEI EGENOR como el sistema PI, Tridium y OPC.

Con este sistema mejorara la visión de la empresa respecto a los clientes, así como también mejorara la su rentabilidad

Los tiempos de paradas se optimizarán, así como los riesgos de accidentes bajarán considerablemente debido a que el control será remotamente

Se tendrá mayor durabilidad de los equipos mecánicos debido al seguimiento diario de las variables de temperatura, presión, etc.

Reducción en el carga laboral en la planta debido a que se el monitoreo será remoto

Según el cálculo de la tasa interna de retorno se puede concluir que el proyecto es viable ya que tenemos una tasa interna de retorno ( TIR ) de 14.5% mayor que el costo de oportunidad de capital ( COC ) de 10%.

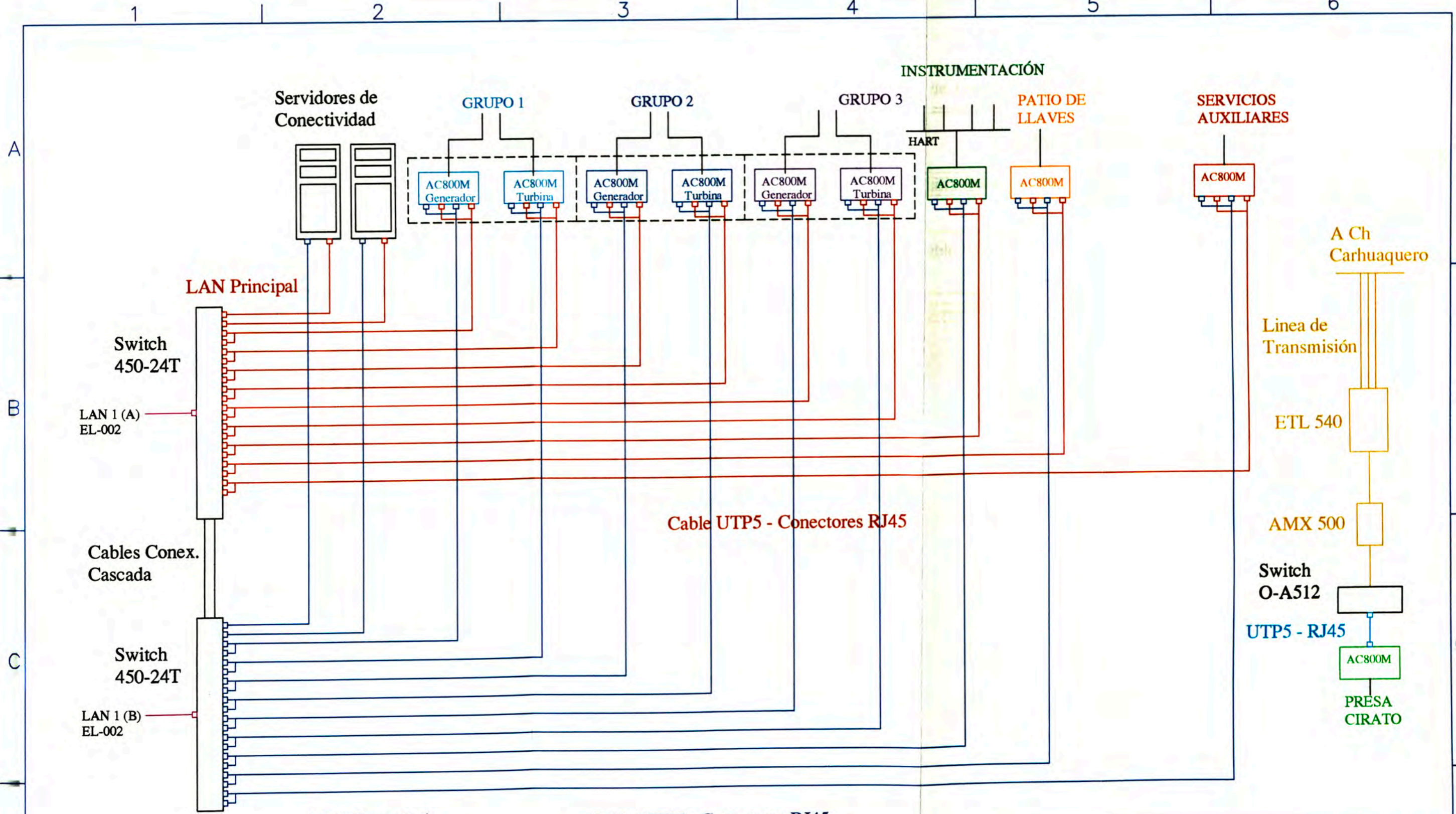
Realizando la actualización de costos mediante el VAN se obtuvo una recuperación del capital en 5 años.

**BIBLIOGRAFIA**

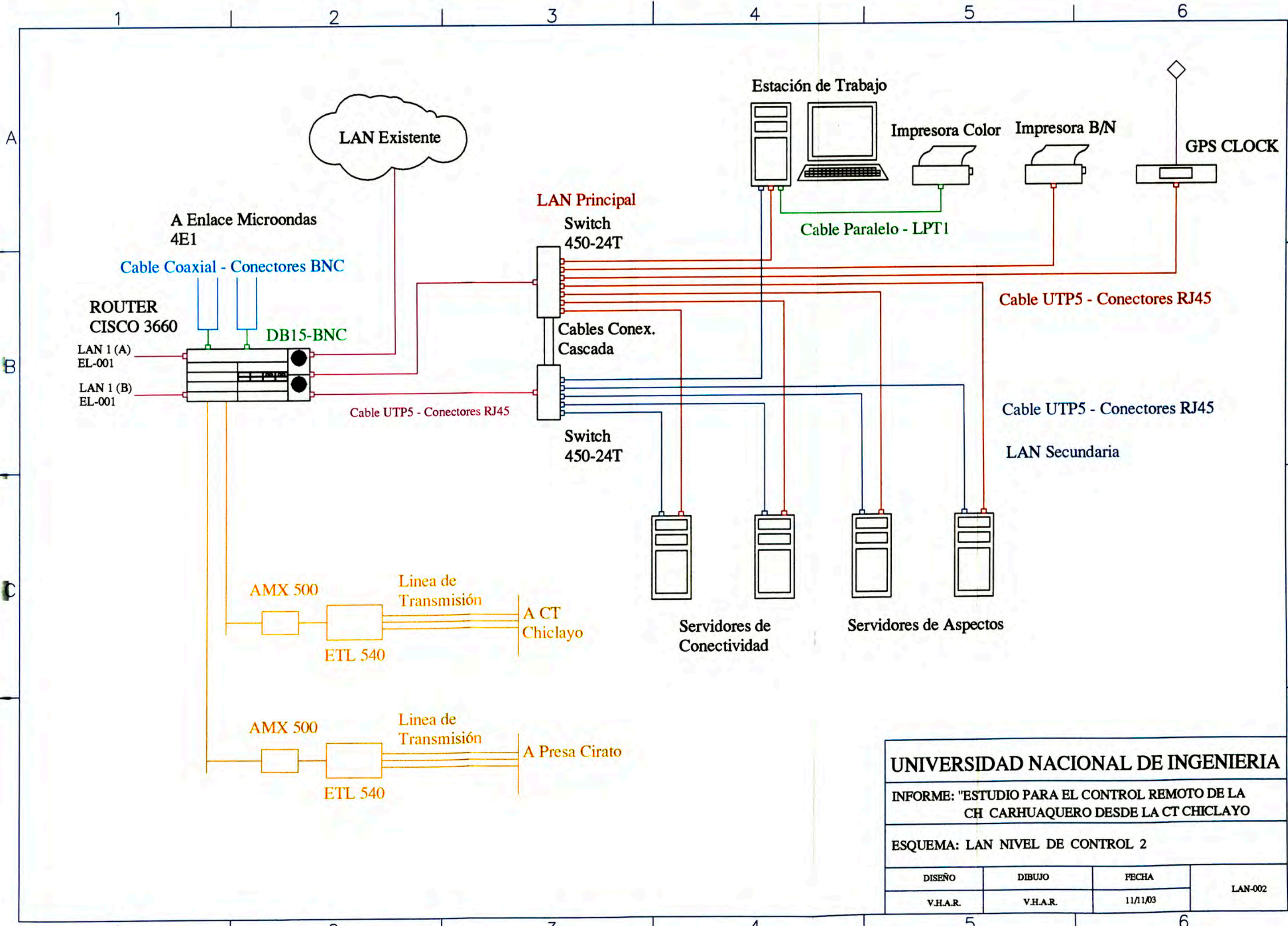
- A –1. Asea Brown Boveri. "Industrial<sup>IT</sup> Integrated Automation Solutions for Process Automation based on Aspect Object Technology" 2001. pp 30 - 227.
- A – 2. Asea Brown Boveri. "Control<sup>IT</sup> AC 800M/C Connect" 2001. pp 43 - 73.
- C – 1. Carlos Alcorcer "Redes de computadoras" 2000 pp. 30 –168.
- C – 2. Catálogo "AMP Netconnect" 1998 pp. 20 – 167.
- J – 1. José Martín Sanz "Comunicaciones Ópticas" 1996. pp 49 – 55, 135 –155

## **APÉNDICE**

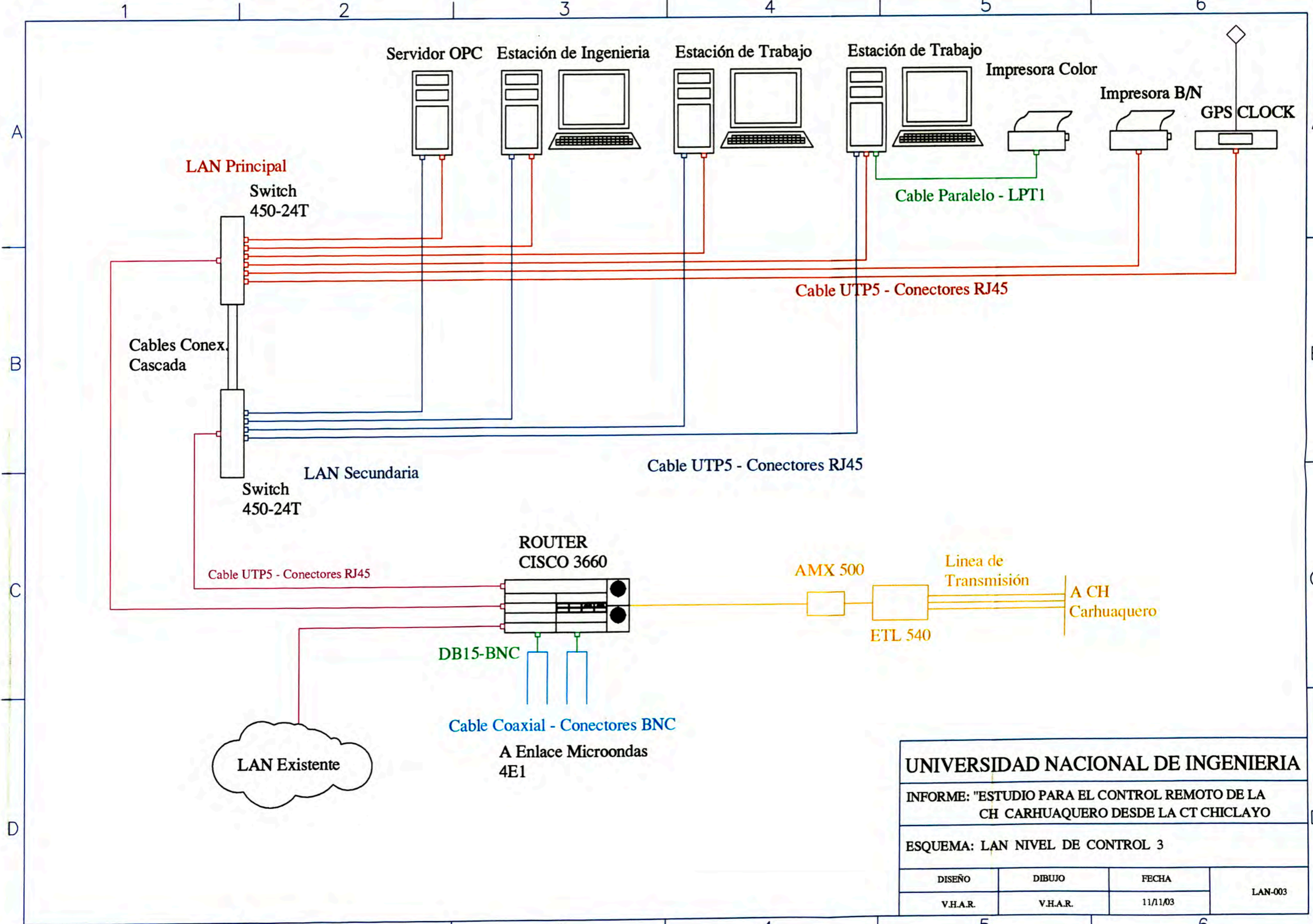
### **PLANOS**



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			
INFORME: "ESTUDIO PARA EL CONTROL REMOTO DE LA CH CARHUAQUERO DESDE LA CT CHICLAYO"			
ESQUEMA: LAN NIVEL DE CONTROL 1			
DISEÑO	DIBUJO	FECHA	LAN-001
V.H.A.R.	V.H.A.R.	11/11/03	

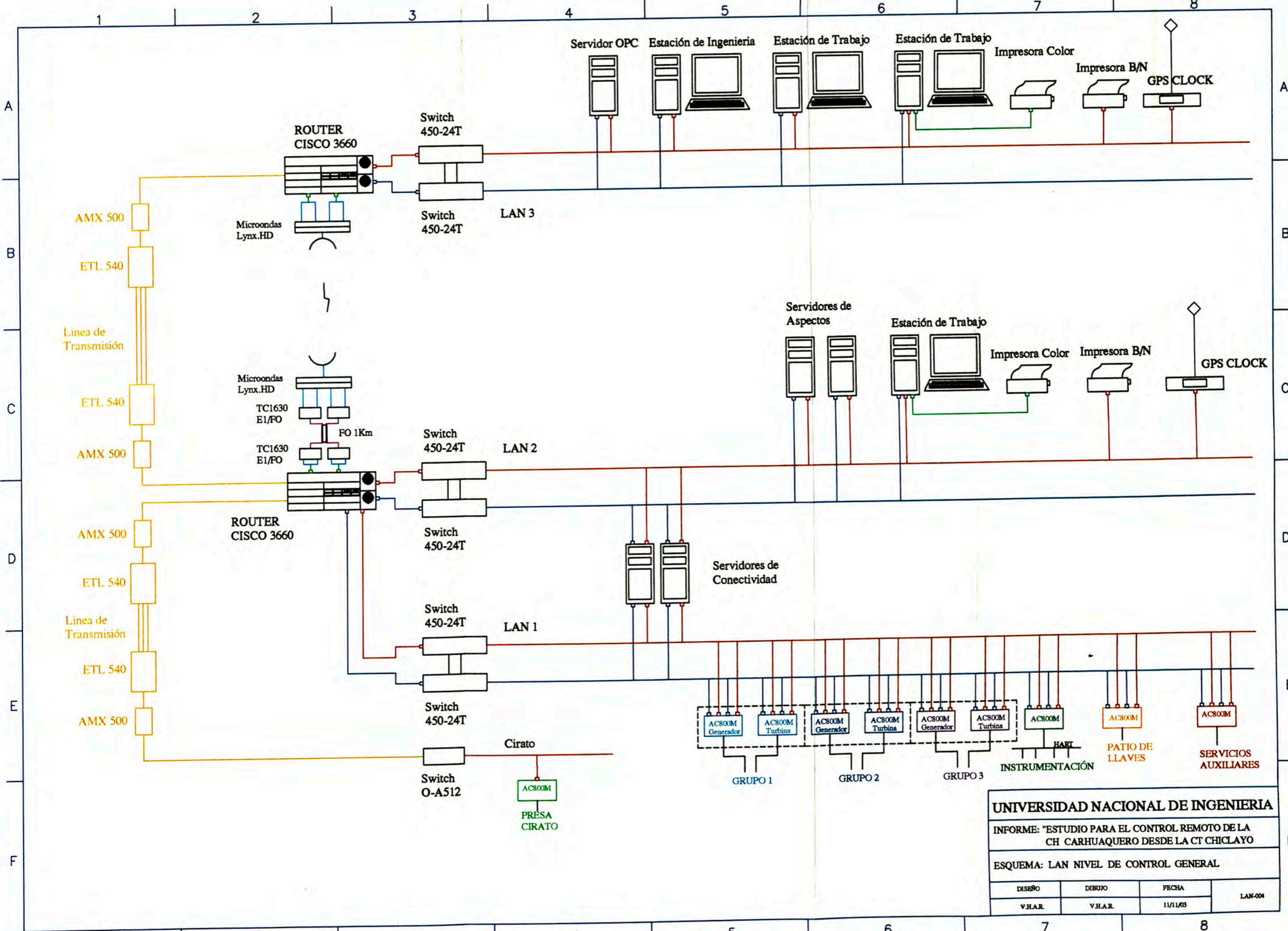


<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			
INFORME: "ESTUDIO PARA EL CONTROL REMOTO DE LA CH CARHUAQUERO DESDE LA CT CHICLAYO"			
ESQUEMA: LAN NIVEL DE CONTROL 2			
DISEÑO	DIBUJO	FECHA	LAN-002
V.H.A.R.	V.H.A.R.	11/11/03	



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			
INFORME: "ESTUDIO PARA EL CONTROL REMOTO DE LA CH CARHUAQUERO DESDE LA CT CHICLAYO"			
ESQUEMA: LAN NIVEL DE CONTROL 3			
DISEÑO	DIBUJO	FECHA	LAN-003
V.H.A.R.	V.H.A.R.	11/11/03	





<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			
INFORME: "ESTUDIO PARA EL CONTROL REMOTO DE LA CH CARHUAQUERO DESDE LA CT CHICLAYO"			
ESQUEMA: LAN NIVEL DE CONTROL GENERAL			
DISEÑO	DIBUJO	FECHA	LAN-004
V.H.A.R.	V.H.A.R.	11/11/03	