

Sección VI- Especificaciones Técnicas y Condiciones de Cumplimiento

Sección VI -VOLUMEN B- Capítulo 3

SCADA/EMS Nivel de Control 3

Tabla de contenidos

1. GENERAL	4
2. ARQUITECTURA CONCEPTUAL	6
2.1 Consideraciones Generales	6
2.2 Arquitectura de la Infraestructura Principal	8
2.3 Arquitectura de la Infraestructura Complementaria	10
3. ALCANCE DEL SUMINISTRO	13
3.1 General	13
3.2 Software y Licencias	13
3.3 Equipos y Materiales	14
3.4 Repuestos	18
3.5 Servicios	19
3.6 Documentos Técnicos	21
3.7 Capacitación	21
4. NORMAS DE REFERENCIA	22
5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	25
5.1 Planos	25
6. INFRAESTRUCTURA PRINCIPAL N3	26
6.1 General	26
6.2 Requisitos físicos	26
6.3 Requisitos lógicos	36
6.4 Funcionalidades SCADA	38
6.5 Funcionalidades EMS	71
6.6 Diagnóstico y Mantenimiento del SCADA	96
6.7 Contingencias	97
7. AMBIENTE DE ENTRENAMIENTO (OTS)	99
7.1 General	99
7.2 Requisitos físicos	99
7.3 Requisitos lógicos	99
7.4 Funcionalidades del OTS	100
8. AMBIENTE DE PRUEBA Y DESARROLLO (PD)	106
8.1 General	106
8.2 Requisitos físicos	106
8.3 Requisitos lógicos	106
8.4 Funcionalidades del Ambiente PD	107
9. AMBIENTE DMZ	109
9.1 General	109
9.2 Requisitos físicos	109
9.3 Requisitos Lógicos	110
10. PANEL VIDEO WALL	116
10.1 General	116
10.2 Requisitos físicos	116

10.3	Requisitos lógicos.....	117
10.4	Funcionalidades Video Wall.....	117
10.5	Requerimientos post instalación	121
10.6	Garantía.....	123
11.	SEGURIDAD	124
11.1	Seguridad de Borde.....	124
11.2	Autenticación y Autorización	125
11.3	Supervisión y Gestión.....	127
11.4	Seguridad en Servidores, Estaciones de Trabajo e Ingeniería	127
11.5	Seguridad en Equipos de Red	129
11.6	Administración de Parches y Actualizaciones.....	130
11.7	Respaldo y Restauración.....	130
11.8	Seguridad Física.....	131

Lista de Figuras y Tablas

Figura 1: Filosofía del SCADA/EMS	6
---	---

1. GENERAL

Este capítulo establece los requisitos mínimos a ser cumplidos por el CONTRATISTA para el suministro, proyecto, documentación técnica, selección de materiales, fabricación, embalaje, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha de la infraestructura principal de un Sistema de Control SCADA/EMS y su infraestructura complementaria.

Se debe suministrar un Sistema de Control SCADA/EMS, siendo que la arquitectura debe ser un sistema diseñado para soportar los niveles exigidos de disponibilidad y desempeño, y todas las funciones críticas y no-críticas enumeradas en el Inciso 6.4.14– Desempeño y Disponibilidad de este capítulo.

La configuración del Sistema de Control SCADA/EMS debe tener las siguientes características:

- Deberá implementar todas las funcionalidades asociadas al nivel 3 de control del Complejo Hidroeléctrico para su operación por Salto Grande desde el Centro de Operación Unificado (COU) y Centro de Operaciones Unificado de Contingencia (COU-C);
- Un proyecto de arquitectura abierta con un Front-End Processor (FEP), registros en tiempo real, herramientas de operación, registros históricos, estaciones de trabajo gráficas de alta resolución y otros equipos, todos conectados mediante las mismas redes de comunicación.
- Recursos para facilitar la interoperabilidad, como el uso de APIs estándar o similares, deben ser contemplados.
- La indisponibilidad de un único dispositivo o equipo no debe causar de forma permanente pérdida de alguna función ni degradación del rendimiento de funciones críticas relacionadas con la operación en tiempo real.
- Todas las funcionalidades EMS ofertadas deberán haber sido desarrolladas por el fabricante del SCADA como parte de una solución comercial integral del SCADA. No se aceptarán ofertas que incorporen productos de terceros para cubrir, parcial o totalmente las funciones críticas avanzadas asociadas al EMS.

La solución debe ser concebida con un mínimo número de fuentes de campo y número de puntos de supervisión de forma tal que permita la supervisión y el control de los siguientes ámbitos del Complejo Hidroeléctrico de Salto Grande:

- 7 Unidades Generadores - Margen Izquierda;
- 7 Unidades Generadores – Margen Derecha;
- Edificio de mando – Margen Izquierda;
- Edificio de mando – Margen Derecha;
- Galería Central – Margen Izquierda;
- Galería Central – Margen Derecha;
- Toma de Agua y Vertedero – Margen Izquierda;
- Toma de Agua y Vertedero – Margen Derecha;
- Subestación 500 kV Salto Grande Uruguay;
- Subestación 500 kV Salto Grande Argentina;
- Subestación 500 kV San Javier;
- Subestación 500 kV Colonia Elia;

El SCADA/EMS debe ser dimensionado para supervisar y controlar todo el Complejo Hidroeléctrico estimando como mínimo un total de 100.000 puntos, con la posibilidad futura de realizar una expansión de hasta el 30% en el número de puntos, sin que los niveles de desempeño caigan por debajo de los niveles especificados en 6.4.14 – “Desempeño y Disponibilidad” de este capítulo.

De la totalidad de los puntos disponibles del sistema, se deberán poder configurar al menos el 80% de los mismos como puntos teledados, entendiendo los mismos como aquellos que son recolectados por los FEP desde los equipos de Nivel 1.

Adicionalmente el SCADA/EMS deberá ser entregado con no menos de 32 fuentes de campo disponibles, entendiendo las mismas como equipos de Nivel 1 que podrían entablar vínculo con el nodo FEP.

Esto significa que todo el Sistema de Control SCADA/EMS debe ser suministrado para soportar a futuro un posible crecimiento sin que Salto Grande necesite adquirir nuevo equipamiento, software, licencias, etc.

2. ARQUITECTURA CONCEPTUAL

2.1 Consideraciones Generales

En este apartado se describe la arquitectura conceptual del Sistema de Control SCADA/EMS junto con los Ambientes complementarios, se presenta en la figura 1 y contempla tanto la infraestructura principal como la complementaria, a saber:

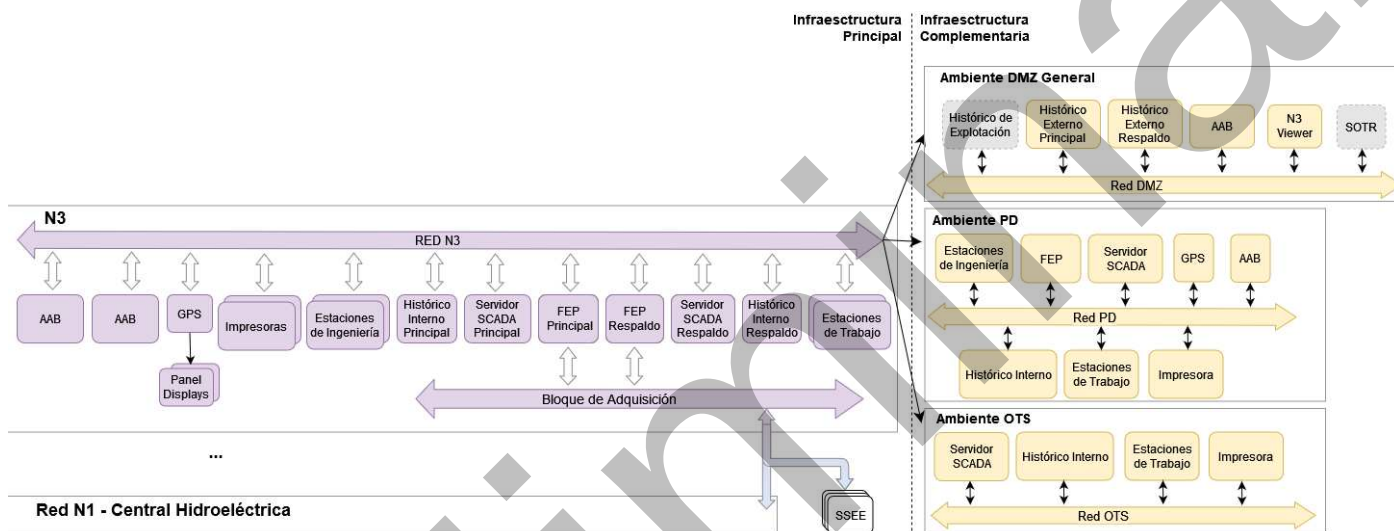


Figura 1: Arquitectura conceptual Sistema de Control SCADA/EMS de Nivel 3 (Principal + Complementaria)

La arquitectura debe contemplar como mínimo:

- Infraestructura Principal (SCADA/EMS Nivel de Control 3):
 - Servidor SCADA/EMS Principal y de Respaldo
 - Front-End Processor Principal y de Respaldo
 - Histórico Interno Principal y de Respaldo
 - Estaciones de Trabajo
 - Estaciones de Ingeniería
 - Red Nivel de Control 3 (N3)
 - Bloque de Adquisición (BA)
 - Video Wall (VW)
 - Sistema de Sincronización de tiempo por Satélite (GPS)
 - Panel Displays
 - Impresoras
 - Servidor AAB
- Infraestructura Complementaria
 - Ambiente DMZ General
 - Historiador Externo Principal y de Respaldo

- N3 Viewer
- Servidor AAB
- Histórico de Explotación (No forma parte del Alcance – Provisto por Salto Grande)
- SOTR (No forma parte del Alcance – Provisto por Salto Grande)
- Red DMZ
- o Ambiente OTS
 - Servidor SCADA
 - Históricos Interno
 - Estaciones de Trabajo
 - Impresora
 - Red OTS
- o Ambiente PD
 - Servidor SCADA
 - Servidor FEP
 - Histórico Interno
 - Estaciones de Trabajo
 - Estaciones de Ingeniería
 - Impresoras
 - Sistema de Sincronización de tiempo por Satélite (GPS)
 - Red PD

Debe ser suministrado para el Nivel de Control 3 (N3) un (01) sistema SCADA/EMS de alta disponibilidad en sustitución al SCADA/EMS actual.

Los servidores redundantes del sistema SCADA/EMS de Nivel 3 deben instalarse en las Salas destinadas a su alojamiento en cada una de las márgenes (Izquierda y Derecha).

La operación del Nivel 3 se llevará a cabo en dos (02) centros de operación físicamente separados uno denominado COU y otro COU-C. En cada uno de estos emplazamientos serán instaladas las estaciones de trabajo correspondientes.

El número final de equipos y dispositivos asociados a este nivel de control será responsabilidad del CONTRATISTA, deberá cumplir con el mínimo definido en estas especificaciones y se presentarán en la oferta durante la licitación.

El CONTRATISTA debe presentar una arquitectura presentando todos los equipos, redes con todas sus interconexiones, incluso con los niveles de control inferiores de acuerdo a estas EETT.

Deben observarse los criterios de redundancia especificados. El CONTRATISTA debe explicar claramente, en la propuesta, las condiciones bajo las cuales el sistema provisto utiliza la conmutación para aislar una falla ("failover"), conmutación entre servidores y las posibilidades de conmutación ordenada ("conmutación manual"), para fines de mantenimiento.

Debe asegurarse que las fallas lógicas o de equipos físicos no afecten ninguna de las funciones críticas especificadas. No puede haber funciones indisponibles debido a una única falla. El oferente debe describir claramente, en la propuesta, las estrategias de redundancia implementadas describiendo o especificando el grado de respaldo, el alcance del sistema propuesto y presentar detalles de fallas, tanto físicas como lógicas, que puedan afectar el funcionamiento normal de sistema provisto.

2.2 Arquitectura de la Infraestructura Principal

La Infraestructura Principal es aquella que compone el Nivel de Control 3 y se encuentra destinada a implementar todas las funciones de un SCADA/EMS. Dicha Infraestructura será utilizada para la supervisión y operación de la totalidad del Complejo Hidroeléctrico. A continuación, se detallan los componentes de la misma:

2.2.1 Servidores SCADA/EMS

Tienen como responsabilidad la validación, control de los registros de campo y calculados, el procesamiento de telemetría en tiempo real y procesamiento de comandos. Son también responsables por la ejecución lógica de las herramientas avanzadas como Control Automático de Generación (AGC), Control Automático de Tensión (AVC) y las diversas funciones necesarias para implementar las funcionalidades EMS.

También son responsables de implementar funciones y lógicas desarrolladas o a ser desarrolladas por el personal de SALTO GRANDE en el futuro. Todas las herramientas necesarias para nuevos desarrollos y pruebas deben ser suministradas.

2.2.2 Front-End Processor - FEP

Son los equipos responsables de implementar el vínculo entre el SCADA/EMS (N3), y las UACs (N1) de la central hidroeléctrica, así como los SAS (Sistema de Automatización de la Subestación) del cuadrilátero de 500 kV. Durante la transición que conlleva la implementación del Proyecto de Renovación del Sistema de Control del Complejo los FEP también se vincularán con las RTUs actuales de N1.

Deben implementar los protocolos previstos en esta especificación (véase Inciso 6.4.6 – “Intercambio de variables”) y pre-procesar toda la telemetría recibida de las fuentes de campo antes de pasar dichas variables al interior del SCADA/EMS (N3).

El número de FEP redundantes necesarios debe ser dimensionado por el CONTRATISTA y cumplir con el Inciso 6.4.144 - "Desempeño y Disponibilidad" de este capítulo.

2.2.3 Historico interno

El Histórico Interno estará compuesto por servidores redundantes de registros históricos y serán responsables del almacenamiento de todo lo relacionado a los puntos de supervisión y control del SCADA/EMS para su posterior uso y consulta de parte de los usuarios del Sistema desde las Estaciones de Trabajo y/o Ingeniería.

2.2.4 Estaciones de Trabajo

Las estaciones de trabajo serán los nodos responsables desde los cuales los operadores realizarán la supervisión y control del nivel 3.

El CONTRATISTA deberá proveer estaciones de trabajo para las siguientes salas:

- Sala del Centro de Control Unificado (COU);
- Sala del Centro de Control Unificado de Contingencia (COU-C).

2.2.5 Estaciones de Ingeniería

Las estaciones de ingeniería serán los nodos desde los cuales será posible llevar adelante toda la configuración, parametricación, modificación y diagnóstico del Sistema de Control del nivel 3.

El CONTRATISTA deberá proveer estaciones de ingeniería para las salas de Ingeniería.

2.2.6 Sistema de sincronismo de tiempo por satélite (GPS)

El sistema de sincronismo de tiempo por satélite será el responsable de brindar una referencia de tiempo al Sistema de Control del Nivel 3.

El CONTRATISTA deberá proveer un sistema de sincronismo de tiempo por satélite compuesto por dos (02) referencias de tiempo, ubicados cada una respectivamente en cada margen (Izquierda y Derecha).

El sistema de sincronismo de tiempo deberá mantener la referencia de tiempo para todos los dispositivos con capacidad de recibir señal de tiempo sincronizado que son parte del Nivel 3 de control

2.2.7 Impresoras

Todas las impresoras provistas para la infraestructura principal deben conectarse a la “Red N3”. Las impresoras serán distribuidas en las distintas salas asociadas al Sistema de Control. Se debe tener en cuenta que las impresoras disponibles en el sistema deben poder ser utilizadas por cualquier estación de trabajo.

Las impresoras estarán dedicadas para las funciones de impresión de alarmas y eventos, pantallas, etc.

2.2.8 Red N3

Todos los equipos que componen la Infraestructura Principal del Nivel 3 de Control deberán ser interconectados a través de una red denominada “Red N3” de al menos 10 Gb/s Ethernet TCP/IP redundante implementada mediante switches, firewalls y demás elementos necesarios para el perfecto funcionamiento del sistema.

La redundancia deberá ser implementada mediante dos redes físicamente separadas e independientes.

Esta red deberá estar compuesta por Switches de capa 2 y capa 3. Adicionalmente se deberán suministrar dispositivos de seguridad como firewall para la delimitación del perímetro según se defina en la etapa de Ingeniería.

2.2.9 Bloque de Adquisición

El Bloque de Adquisición (BA) tiene como función conectar los FEPs del Sistema SCADA/EMS de Nivel 3 con:

- Redes Redundantes N1
- Enlaces Redundantes con los SAS de las SSEE del cuadrilátero de 500 KV.

Este Bloque debe estar compuesto por Switches de Capa 3 y Firewalls de próxima generación en la configuración que se defina en la etapa de Ingeniería.

2.2.10 Video Wall

Se deben suministrar un (01) sistema *video-wall* para el COU que será interconectado a las estaciones de trabajo que hacen interfaz con los SCADA/EMS.

Además del suministro del Video Wall, el CONTRATISTA deberá hacer la integración del Video Wall existente en la sala del COU-C de Salto Grande al nuevo SCADA/EMS.

2.2.11 Servidor AAB

El Servidor AAB deberá llevar a cabo el respaldo completo, y la restauración si se lo requiriera, del Sistema de Control N3, de acuerdo a la configuración definida en la Etapa de Ingeniería, y la autenticación y autorización de usuarios, y gestión de antivirus.

2.2.12 Indicadores Digitales

Los Indicadores Digitales deberán ofrecer a las Salas COU y COU-C la visualización de la Fecha y Hora obtenidas del GPS.

2.3 Arquitectura de la Infraestructura Complementaria

La Infraestructura Complementaria es aquella que está compuesta por distintos ambientes que desarrollan funciones complementarias al Nivel de Control 3. Dicha Infraestructura se subdivide en distintos grupos según se detalla a continuación:

- Ambiente DMZ
- Ambiente PD
- Ambiente OTS

2.3.1 Ambiente DMZ

El Ambiente DMZ General agrupa distintas funcionalidades externas al Nivel 3 dadas por:

- Histórico Externo
- Servidor N3 Viewer
- Servidor AAB
- Histórico de Explotación
- SOTR
- Red DMZ

2.3.1.1 Histórico Externo

El Histórico Externo (HE) será el responsable del almacenamiento de largo plazo de registros SCADA/EMS de Nivel 3 para su posterior uso y consulta.

El Histórico Externo (HE) tiene como propósito permitir que los usuarios fuera del ambiente operativo puedan acceder a estos registros históricos sin entrar en el Nivel 3 de Control.

Deberá ser redundante y contar con la capacidad de interactuar con interfaces estandarizadas para el intercambio de registros con los sistemas externos a la DMZ.

2.3.1.2 Servidor N3 Viewer

El Servidor N3 Viewer es una herramienta que deberá permitir la visualización de pantallas del sistema de control de Nivel 3, desde estaciones autorizadas y usuarios con credenciales para el acceso.

Se deberá poder acceder desde distintos navegadores presentando visualmente las mismas pantallas que las observadas dentro del Sistema de Control de Nivel 3, únicamente a modo de visualización sin ningún tipo de capacidad para interferir con la operación.

2.3.1.3 Servidor AAB (Autenticación, Antivirus y Backup)

El Servidor AAB deberá contar con un Sistema de autenticación, de antinivirus y de backup con las siguientes características:

- **Sistema de Autenticación:** Que permita la autenticación de usuarios en los equipos de la DMZ.
- **Sistema de Antivirus:** Que permita centralizar la supervisión de estados de los EndPoints, la distribución y actualización de Firmas de Virus, Whitelist y demás protecciones contra amenazas de seguridad en los Servidores de la DMZ homologadas por el Contratista.
- **Sistema de Backup:** Que permita llevar adelante el respaldo completo de todos los componentes de la DMZ y su restauración.

2.3.1.4 Histórico de Explotación

El Histórico de Explotación no forma parte del alcance de esta licitación y será proporcionado por Salto Grande. El mismo deberá ubicarse en la DMZ General y está destinado a registrar, verificar y consolidar los registros de Explotación del Complejo.

Será responsabilidad del CONTRATISTA proveer la compatibilidad y vinculación de éste Histórico con el Histórico Externo de la DMZ General.

2.3.1.5 SOTR

El Sistema de Operación en Tiempo Real (SOTR) es responsable de la vinculación remota con centros externos principalmente con los Operadores Nacionales de Argentina (CAMMESA, TRANSENER) y de Uruguay (DCU-ADME).

Los nodos SOTR no forman parte del alcance de esta licitación, serán proporcionados por Salto Grande junto con la documentación necesaria para detallar su funcionamiento, siendo responsabilidad del CONTRATISTA únicamente la integración de estos con el SCADA/EMS a través del protocolo IEC 60870-5-104.

El perfil de los protocolos utilizado será proporcionado por SALTO GRANDE durante la fase del Workstatement.

2.3.1.6 Red DMZ

La red DMZ es la encargada de vincular todos los componetes presentes en el Ambiente DMZ; asimismo permitirá la vinculación entre ella y otras redes.

La red DMZ deberá recibir tráfico entrante desde la Red N3 y bidireccional con otras redes externas.

Para evitar fallas y/o vulnerabilidades de modo común, los Firewall que delimitan esta Red con redes externas ajenas al sistema de control deben ser de fabricantes diferentes a los provistos para el resto de la infraestructura del sistema de control.

Esta red deberá estar diseñada de acuerdo al inciso 6.2.8 “Redes de Area Local”.

2.3.2 Ambiente PD

El Ambiente PD (Pruebas y Desarrollos) proporciona una herramienta al plantel técnico en el ajuste y ensayo de las herramientas de SCADA/EMS, base de datos, edición de pantallas e informes, antes de que se transfieran al ambiente de producción.

Estará compuesto por los siguientes elementos:

- Servidor Scada/EMS;
- Front-End Processor - FEP;
- Histórico Interno;
- Estaciones de Trabajo;
- Estaciones de Ingeniería;
- Sistema de Sincronismo de Tiempo por Satélite (GPS)
- Impresora;
- Red PD.

La descripción de las funcionalidad de los componentes enumerados anteriormente serán de acuerdo a lo descrito en el inciso 2.2 “Arquitectura de la Infraestructura Principal”, sin contemplar esquemas de redundancia.

2.3.3 Ambiente OTS

El Ambiente (OTS) proporciona capacidad de adiestramiento en base a un modelo del sistema de energía y equipos de la central hidroeléctrica, e interactúa con el operador en capacitación exactamente del mismo modo que en el sistema de producción en N3 y N2.

Estará compuesto por los siguientes elementos:

- Servidor OTS;
- Histórico Interno;
- Estaciones de Trabajo;
- Impresora;
- Red OTS.

La descripción de las funcionalidad de los componentes enumerados anteriormente serán de acuerdo a lo descrito en el inciso 2.2 “Arquitectura de la Infraestructura Principal”, sin contemplar esquemas de redundancia.

3. ALCANCE DEL SUMINISTRO

3.1 General

Los requisitos establecidos en este apartado representan el mínimo a ser suministrado por el CONTRATISTA, que será enteramente responsable de garantizar el buen funcionamiento del sistema, de manera coordinada con todos los demás componentes de la central hidroeléctrica.

Para este proyecto no se aceptarán soluciones basadas en Virtualización ya sea en la Infraestructura Principal o Complementaria.

El Contratista es responsable del almacenamiento y preservación de los suministros de la presente Licitación. Para ello, será su responsabilidad relevar las condiciones ambientales del sitio de almacenamiento. Adicionalmente, dependiendo de dichas condiciones ambientales, si se define que los gabinetes requerirán resistencias calefactoras, termómetros y otros elementos para evitar condensación y asegurar la correcta preservación del equipamiento suministrado, los mismos deberán tener previstos cables y conectores que permitan la alimentación eléctrica sin quitar el embalaje del gabinete. Salto Grande proveerá un punto de conexión eléctrica, siendo responsabilidad del Contratista proveer el cableado y conexionado de estos servicios auxiliares provisorios.

3.2 Software y Licencias

El CONTRATISTA deberá suministrar todo el Software y Licencias para el funcionamiento adecuado del sistema provisto de acuerdo con los requisitos de esta especificación técnica.

Todas las licencias de funcionamiento entregadas por el proveedor deberán ser de carácter perpetuo, es decir, las mismas no podrán caducar y reducir funcionalidades con el tiempo generándole costos adicionales a Salto Grande para su renovación.

3.2.1 Infraestructura Principal

Un (01) conjunto completo de Software Instalado con sus correspondientes licencias, y lo que sea necesario, para el funcionamiento integral, la configuración, el desarrollo de nuevas herramientas, el diagnóstico, la seguridad y el mantenimiento del SCADA/EMS, conforme a todas las especificaciones técnicas de esta licitación.

Un (01) conjunto completo de copias de todo el Software instalado, en medios compatibles con el equipamiento de esta Infraestructura, y sus licencias asociadas.

3.2.2 Infraestructura Complementaria

Un (01) conjunto completo de Software Instalado con sus correspondientes licencias, y lo que sea necesario, para el funcionamiento integral, la configuración, el desarrollo de nuevas herramientas, el diagnóstico, la seguridad y el mantenimiento de los distintos Ambientes, conforme a todas las especificaciones técnicas de esta licitación.

Un (01) conjunto completo de copias de todo el Software instalado, en medios compatibles con el equipamiento de esta Infraestructura, y sus licencias asociadas.

3.3 Equipos y Materiales

El CONTRATISTA deberá suministrar todos los componentes, herramientas, accesorios y dispositivos necesarios para el funcionamiento adecuado del sistema provisto.

3.3.1 Infraestructura Principal

Se deberán suministrar como mínimo lo siguiente:

1. Un (01) Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos/Sistema de Gestión de Energía, denominado SCADA/EMS, compuesto como mínimo por:

Dos (02) Servidores Idénticos de tiempo real SCADA/EMS trabajando en modalidad redundante, según el Inciso 6.2.2 “Servidores SCADA” de este capítulo;

Dos (02) Servidores Idénticos de Históricos Internos trabajando en modalidad redundante, según el Inciso 6.2.3 “Servidores Histórico Interno” de este capítulo;

Dos (02) Front-End Processor Idénticos trabajando en modalidad redundante, según el Inciso 6.2.4 “Front-End Processor (FEP)” de este capítulo.

Dos (02) Servidores AAB (Autenticación, Antivirus y Backup), según el Inciso 6.2.5 “Servidor AAB (Autenticación, Antivirus y Backup)” de este capítulo, uno deberá estar acompañado de:

- Una (01) Biblioteca de Cintas de Almacenamiento (Storage Tape Libray) que soporte Cintas LTO-7 o Superior con capacidad mínima de 12 Cintas para el Almacenamiento de Respaldo Externo.
- Un conjunto de 24 cintas para ser utilizadas por el equipo del inciso anterior.

Y el otro de:

- Un (01) Equipo activo con tecnología de compresión y deduplicación para el Almacenamiento de Respaldo Externo que permita el almacenamiento de al menos cuatro (04) respaldos completos (Full) y veinticuatro (24) incrementales.

Un (01) conjunto de Racks para instalación de los servidores y equipos de comunicación, conforme Inciso 6.2.10 “Racks” de este capítulo, que contenga:

- Racks para Servidores en cada margen.
- Racks para Equipos de Comunicación en cada margen.

Una (02) Referencias de tiempo funcionando en modalidad redundante, según el Inciso 6.2.11 “Referencia de Tiempo” de este capítulo, que incorpore además:

- Dos (02) indicadores digitales de alta visibilidad, para el COU y COU-C, de modo que se pueda leer fácilmente desde una distancia de diez (10) metros. Debe indicar la fecha, con día y mes, así como

el tiempo en horas, minutos y segundos, según el inciso 6.2.11 “Indicadores Digitales”.

Un (01) Bloque de Adquisición (BA) con características redundantes, según lo especificado en el inciso 6.2.8 “Redes de Área Local (LAN)” que contenga como mínimo los siguientes elementos:

- Dos (02) Firewalls.
- Dos (02) Switches.

Una (01) Red denominada “Red N3” con características redundantes, según lo especificado en el inciso 6.2.8 “Redes de Área Local (LAN)” que contenga como mínimo los siguientes elementos:

- Dos (02) conjuntos de Equipos basados en Diodos de Datos
- Cuatro (04) Firewalls.
- Ocho (08) Switches.

2. Un (01) Conjunto de Estaciones de Trabajo e Ingeniería asociadas al SCADA/EMS compuesto de:

Tres (03) Estaciones de Trabajo con tres (03) monitores color de 24 pulgadas, cada una, para el COU según el Inciso 6.2.6 “Estaciones de Trabajo” de este capítulo;

Una (01) Estación de Trabajo con tres (03) monitores de color de 24 pulgadas, para el COU y para el uso del supervisor de operación según el Inciso 6.2.6 “Estaciones de Trabajo” de este capítulo;

Dos (02) Estaciones de Trabajo con tres (03) monitores de color de 24 pulgadas para el COU-C, según el Inciso 6.2.6 “Estaciones de Trabajo” de este capítulo;

Una (01) Estación de Trabajo con tres (03) monitores de color de 24 pulgadas para el COU-C y para el uso del supervisor de operación según el Inciso 6.2.6 “Estaciones de Trabajo” de este capítulo;

Dos (02) Estaciones de Ingeniería con tres (03) monitores de color de 24 pulgadas para la Sala de Ingeniería, según el Inciso 6.2.7 “Estaciones de Ingeniería” de este capítulo;

3. Un (01) Sistema video wall completo compuesto por 1 panel de 4 x 3 (ancho x altura) cubos de 60" a 70", completo, controlador video wall y demás elementos necesarios para el perfecto funcionamiento del sistema para instalación en el COU según el Inciso 10 de este capítulo;

4. Un (01) Escaner de Almacenamiento Removible, según el inciso 11.4.3 “Escaner de Almacenamiento Removible”; y todo lo necesario para brindar una solución de seguridad acorde a las especificaciones técnicas descriptas en el inciso 11 del presente capítulo.

3.3.2 Infraestructura Complementaria

Para los diferentes Ambientes se deberá suministrar como mínimo lo siguiente:

3.3.2.1 Ambiente DMZ General

1. Un (01) Historico Externo constituido por:
 - Al menos dos (02) Servidores Redundantes conforme al Inciso 9.2.2 “Servidores de Histórico Externo (HE)” de este capítulo;
2. Un (01) Sevidor N3 Viewer según el Inciso 9.2.3 “Servidor N3 Viewer” de este capítulo;
3. Un (01) Servidor AAB según el Inciso 9.2.4 “Servidor AAB” de este capítulo que deberá estar acompañado de:
 - Una (01) Unidad de de Cinta LTO-7 o Superior para el Almacenamiento de Respaldo Externo.
4. Un (01) conjunto de tableros tipo rack para la instalación de servidores y equipos de comunicación, según el Inciso 6.2.10 “Racks” de este capítulo;
5. Una (01) Red interna denominada “DMZ”, con características redundantes, según lo especificado en el inciso 6.2.8 “Redes de Área Local (LAN)” que contenga como mínimo los siguientes elementos:
 - Dos (02) Firewalls.
 - Cuatro (04) Switches.
6. Todo el equipamiento necesario para brindar una solución de seguridad acorde a las especificaciones técnicas descritas en el inciso 11 del presente capítulo

3.3.2.2 Ambiente PD

1. Un (01) Sistema de Pruebas y Desarrollos conforme Inciso 8 “Ambiente de Prueba y Desarrollos (PD)” , compuesto de:
 - Dos (02) Estaciones de Ingeniería con tres (03) monitores de color de 24 pulgadas cada una, según el Inciso 6.2.7 “Estaciones de Ingeniería” de este capítulo;
 - Un (01) Servidor SCADA/EMS, según el Inciso 6.2.2 “Servidores SCADA” de este capítulo;
 - Un (01) Servidor Histórico Interno, conforme al Inciso 6.2.3 “Servidor Histórico Interno” de este capítulo;

- Un (01) Front-End Processor, según el Inciso 6.2.4 “Front-End Processor (FEP)” de este capítulo;
- Un (01) Servidor AAB según el Inciso 9.2.4 “Servidor AAB (Autenticación, Antivirus y Backup)” de este Capítulo.
- Un (01) Sistema de sincronismo de tiempo por satélite compuesto por una (01) referencia de tiempo, y demás elementos necesarios para el perfecto funcionamiento del sistema, según el Inciso 6.2.11 “Referencia de Tiempo” de este capítulo.
- Un (01) conjunto de tableros tipo rack para la instalación de servidores y equipos de comunicación, según el Inciso 6.2.10 “Racks” de este capítulo;
- Una (01) red denominada “Red PD”, según lo especificado en el inciso 6.2.8 “Redes de Área Local (LAN)” que contenga como mínimo los siguientes elementos:
 - Un (01) Switch.

3.3.2.3 Ambiente OTS

1. Un (01) Simulador de Entrenamiento para Operadores según el Inciso 7 “Ambiente de Entrenamiento (OTS)”, compuesto de:

Tres (03) Estaciones de Trabajo/Entrenamiento con tres (03) monitores de color de 24 pulgadas cada una según lo especificado en el Inciso 6.2.6 “Estaciones de Trabajo” de este capítulo;

Una (01) Estación de Ingeniería con tres (03) monitores de color de 24 pulgadas, según el Inciso 6.2.7 “Estaciones de Ingeniería” de este capítulo;

Un (01) Servidor de OTS / Simulador de Sistema de Potencia / Histórico Interno, conforme al Inciso 6.2.3 “Servidor Histórico Interno” de este capítulo.

Un (01) conjunto de tableros tipo rack para la instalación de servidores y equipos de comunicación, según el Inciso 6.2.10 “Racks” de este capítulo;

Una (01) red denominada “Red OTS”, según lo especificado en el inciso 6.2.8 “Redes de Área Local (LAN)” que contenga como mínimo los siguientes elementos:

- Un (01) Switch.

3.3.3 Impresoras

1. Un (01) Conjunto de Impresoras según Inciso 6.2.9 “Impresoras” compuesto de:

Cinco (05) Impresoras Láser Color para ser utilizadas en los Ambientes de la Infraestructura principal y complementaria, según el Inciso 6.2.9 “Impresoras” de este capítulo;

3.3.4 Cableado y canalizaciones

1. Todo el cableado necesario para el funcionamiento del equipamiento que forma parte de este alcance, incluidos los cables de alimentación provenientes de los tableros de distribución, todos los cables de red y fibras ópticas para la interconexión de los equipos, terminaciones, conectores y todas las canalizaciones de cable necesarias conforme a los requisitos definidos en el Capítulo 1 Inciso 11 “Requisitos Electromecánicos”. Y de acuerdo al “Anexo 01 – “Requerimiento Enlaces de Fibra Óptica”.

3.4 Repuestos

Todos los repuestos se deben suministrar con todos los accesorios necesarios para su correcto montaje y funcionamiento.

Se deben suministrar los siguientes repuestos:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Servidores Completos (Debe incluir mismas partes que Servidor SCADA N3) – N3/N2/DMZ/OTS/PD	1 unidad, por cada 10 suministradas o fracción.
Fuente de Alimentación para Servidores	4 unidades
Disco para Servidores	10 unidades
Tarjetas de Red (NIC) para Servidores (si corresponde)	1 unidad, por cada 10 suministradas o fracción.
Módulo de Memoria RAM para Servidores	4 unidades
Estaciones de Trabajo Completas (Debe incluir mismas partes que estaciones de trabajo N3 excepto monitor, teclado y mouse) – N3/N2/OTS/PD	4 unidades
Fuentes de Alimentación para Estaciones de Trabajo	4 unidades
Discos para Estaciones de Trabajo	10 unidades
Módulo de Memoria RAM para Estaciones de Trabajo	2 unidades
Tarjetas de Red (NIC) para Estaciones de Trabajo (si corresponde)	1 unidad, por cada 10 suministradas o fracción.
Monitores para Estaciones de Trabajo	6 unidades
Teclado y Mouse para Estaciones de Trabajo	2 pares

Switchs Completos (Incluyendo fuentes y trancivers si corresponde) – N3/N2/DMZ/OTS/PD	2 unidades
Firewalls Completos (Incluyendo fuentes y trancivers si corresponde) – N3/N2/DMZ/OTS/PD	1 unidad por cada marca/modelo suministrado
Referencia de Tiempo (GPS)	1 unidad
Indicador digital de alta visibilidad	1 unidad
Videowall	Según solicitado en el Inciso 10.5.1 – “Listado de Repuestos” del presente Capítulo
Escaner de Almacenamiento Removible	1 unidad

3.5 Servicios

3.5.1 Referentes al proyecto ejecutivo

- a. Elaboración de un proyecto ejecutivo completo, incluyendo una revisión final "Conforme según lo instalado o construido (As built)" y la digitalización y revisión de la documentación existente afectada por la renovación del Sistema de Control, conforme Capítulo 1 Inciso 7 “Requisitos específicos del proyecto”, Inciso 5 “Criterios de Proyecto” y demás requisitos aplicables según los manuales referenciados en esta licitación;
- b. Servicios de planificación, organización, gestión y coordinación ejecutiva del suministro e implantación de equipos y sistemas del alcance de esta reforma y modernización conforme a los requisitos de este capítulo y demás requisitos aplicables según los manuales referenciados en esta licitación;
- c. Elaboración del *Workstatement*, referente al SCADA/EMS, conforme “, Inciso 5 “Criterios de Proyecto” y el Capítulo 1 – Introducción y Requisitos Generales - Inciso 9 “WorkStatement” de esta Especificación Técnica.

3.5.2 Referentes a la fabricación

- d. Elaboración de un proyecto de fabricación completo de los equipos, conforme Capítulo 2 Inciso 9.2 “Documentación del Proyecto” y demás requisitos aplicables según los manuales referenciados en esta licitación;
 - a. ;
 - b. Elaboración de un Plan de Inspección y Pruebas (PIP) aplicable a los ensayos a realizarse durante la fabricación, conforme el Capítulo 6 inciso 2 “Inspección y Pruebas” , el Capítulo 1 Inciso 8 “Ensayos en Fábrica” de esta Especificación Técnica y demás requisitos aplicables según los manuales referenciados en esta licitación;

Ensayos, pruebas, parametrización, configuración, calibración y control de calidad de fabricación, conforme Capítulo 6 inciso 2 “Inspección y Pruebas” y el Capítulo 1 Inciso 8 “Ensayos en Fábrica” de esta Especificación Técnica;

- c. Logística incluyendo embalaje, seguros y transporte hasta SALTO GRANDE, conforme demás requisitos aplicables según los manuales referenciados en esta licitación;

Servicios de configuración, integración y pruebas, parametrización y tuning de herramientas de supervisión y control, configuración de redes, configuración de interfaces con sistemas internos y externos, enclavamientos, pantallas, sinópticos y otros Capítulo 6 inciso 2 “Inspección y Pruebas” y Capítulo 2 Inciso 9 “Documentación”.

Pruebas Integradas de Aceptación en Fábrica (FAT) conforme requisitos detallados en el Capítulo 6 inciso 2.5 “Pruebas Integradas de Aceptación en Fábrica (FAT)”.

3.5.3 Referentes a la obra

- d. Logística incluyendo movimiento dentro del complejo hidroeléctrico de SALTO GRANDE desde el Depósito hasta el lugar de utilización, conforme demás requisitos aplicables según los manuales referenciados en esta licitación;
 - a. ;

Servicios de desmontaje completo y remoción de los actuales sistemas de control y supervisión incluyendo pero no limitándose a: servidores, Workstations, Racks, muebles del COU-C, pupitre y mímico de ambas salas de mando, conforme Capítulo 1 Inciso 9 “Consideraciones para Trabajos en Obra (Montaje y Desmontaje)” de esta Especificación Técnica; En particular, se debe descablear y darle disposición final, al cableado actualmente instalado en el Mímico del actual COU-C.

Servicios de supervisión de desmontaje de los actuales sistemas de control y supervisión conforme al inciso anterior.

Servicios de montaje de los sistemas de control y supervisión, alcance de este suministro, conforme el Capítulo 1 Inciso 9 “Consideraciones para Trabajos en Obra (Montaje y Desmontaje)” de esta Especificación Técnica;

Supervisión de montaje de los actuales sistemas de control y supervisión conforme al inciso anterior.

Servicios de la puesta en marcha de todos los equipos de la provisión conforme el Capítulo 1 – Introducción y Requisitos Generales - Inciso 10 Puesta en Servicio (Comisionamiento);

Desconexión y remoción de los cables actuales de interconexión que queden sin uso de los equipos y sistemas que deben ser actualizados.

Tendido, instalación y conexionado de todo el cableado, el cuál debe ser nuevo, incluyendo fusión, conectorización y certificación de los cables de fibra óptica y sus respectivas ménsulas y bandejas, bandejas de cables, canalizaciones nuevas, incluyendo construcción y adecuación de conductos y bases civiles (donde sea necesario) y demás accesorios para el perfecto funcionamiento de los equipos y sistemas relacionados, conforme el Capítulo 1 Inciso 11 “Requisitos

Electromecánicos” de esta Especificación Técnica.

Pruebas de Aceptación en Sitio (SAT) y Prueba de Disponibilidad, conforme Capítulo 6 Inciso 3.6 “Pruebas de Aceptación en Sitio (SAT) y Capítulo 2 Inciso 9 “Pruebas de Disponibilidad” de este capítulo.

Servicios de Migración y transición del sistema SCADA/EMS actual para los nuevos niveles de control 2 y 3 según el Capítulo 6 Inciso 3 “Migración”;

Servicio de configuración del VideoWall existente, para que pueda funcionar teniendo como fuente de imágenes las provenientes del Nuevo Sistema de Control de Nivel 3.

Servicios de tendido de cables de control, fuerza, cables de comunicación y de fibra óptica, fusión, conectorización y certificación, asociados o necesarios para el correcto funcionamiento del equipamiento provisto.

3.5.4 Relativos a Garantía y Soporte Técnico

El Servicio de Garantía y Soporte Técnico conforme a lo establecido en el capítulo 1 apartado “Garantía” y “Soporte Técnico” de esta Especificación Técnica.

3.6 Documentos Técnicos

El CONTRATISTA debe proporcionar toda la documentación técnica necesaria para la perfecta comprensión, configuración, programación, operación y mantenimiento del sistema, conforme al Capítulo 2 Inciso 9 “Documentación” y según todo lo descrito en el Capítulo 1 – Introducción y Requisitos Generales.

3.7 Capacitación

El CONTRATISTA debe preparar planes específicos y ejecutar las sesiones de capacitación referente a la provisión para personal de SALTO GRANDE, conforme Capítulo 2 Inciso 10 – Capacitación.

4. NORMAS DE REFERENCIA

El suministro de equipos y proyectos debe ajustarse a las leyes y reglamentos actuales de Argentina y Uruguay, además de los requisitos establecidos en las Especificaciones Técnicas.

A continuación, enumeramos las principales normas que deben ser cumplidas por los sistemas y equipos instalados.

Todos los componentes y equipos electrónicos deben diseñarse de acuerdo con los requisitos establecidos en las siguientes normas en su última versión:

NORMA	TÍTULO DEL ESTÁNDAR
ANSI/IEEE C37.1	IEEE Standard for SCADA and Automation Systems
ANSI/ISA S5.1	Instrumentation symbols and identification
ANSI/ISA 101.01	Human Machine Interfaces For Process Automation Systems
ANSI/ISA-18.2	Management of Alarm Systems for the Process Industries
CISPR11	Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment - Electromagnetic disturbance characteristics - Limits and methods of measurement.
IEC 60068-2	Environmental Testing – Part 2: Tests – ALL PARTS
IEC 60870-5	Telecontrol equipment and systems - Part 5-104: Transmission protocols – Part 5-101: Transmission protocols.
IEC 61010	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use
IEC 61000-4-2	Inmunidad a descargas electrostáticas
IEC 61000-4-3	Inmunidad a perturbaciones electromagnéticas irradiadas
IEC 61000-4-4	Inmunidad a transitorios rápidos
IEC 61000-4-5	Inmunidad a picos de sobretensión
IEC 61000-4-6	Inmunidad a perturbaciones electromagnéticas conducidas
IEC 61000-4-8	Inmunidad a campos magnéticos
IEC 62305	Protection against lightning
IEC 62326	Printed boards
IEC 62443	Security for Industrial Automation and Control Systems
NERC/CIP	North American Electric Reliability Corporation Critical Infrastructure Protection

IEEE 1379	IEEE Recommended Practice for Data Communications Between Remote Terminal Units and Intelligent Electronic Devices in a Substation
IEEE 1815	IEEE Standard for Electric Power Systems Communications-Distributed Network Protocol (DNP3)
IEEE Std 1010	Guide for Control of Hydroelectric Power Plants
IEEE Std 1249 /IEC 62270	Guide for control for hydroelectric power plant automation.

Normas Técnicas Aplicables las Redes:

NORMA	TÍTULO DEL ESTÁNDAR
ANSI/TIA/EIA-568B. 3	Optical Fiber Cabling Components
EIA TIA-455-22	FOTP-22-B Ambient Light Susceptibility of Fiber Optic Components
ANSI/EIA/TIA 1005	Telecommunications infrastructure standard for industrial premises
ITU-T G.651	Characteristics of a 50/125 um multimode graded index optical fiber cable.
ITU-T G.652	Characteristics of a single-mode optical fibre and cable.
IEEE 802.1	IEEE Standards for Local and metropolitan area networks
IEEE 802.3	IEEE Standard for information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications
IEEE 1613	Standard Environmental and Testing Requirements for Communications Networking Devices in Electric Power Substations
IEC 61918:2010 Ed. 2.0 b	Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises

5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

5.1 Planos

N° DOCUMENTO	TÍTULO
Plano_N3-N1	ARQUITECTURA Y VINCULACIÓN ENTRE LAS REDES N3 Y N1
Plano_N2-N1	ARQUITECTURA Y VINCULACIÓN ENTRE LAS REDES N2 Y N1
Plano de Canalizaciones – Central Margen Derecha	PLANO CON LAS CANALIZACIONES EXISTENTES EN LAS DIFERENTES COTAS DE LA CENTRAL MARGEN DERECHA
Plano de Canalizaciones – Central Margen Izquierda	PLANO CON LAS CANALIZACIONES EXISTENTES EN LAS DIFERENTES COTAS DE LA CENTRAL MARGEN IZQUIERDA

6. INFRAESTRUCTURA PRINCIPAL N3

6.1 General

Este apartado presenta los requisitos funcionales que deben ser atendidos por la infraestructura principal del Nivel de Control 3.

Esta infraestructura está constituida por el sistema de operación en tiempo real SCADA/EMS. Es en este Ambiente que el operador del COU interactúa con el sistema de potencia.

En este inciso se establecen los requisitos que debe cumplir la provisión. Cabe aclarar que no se aceptarán propuestas o soluciones que contengan entornos virtuales.

El SCADA/EMS debe entregarse completamente instalado y operativo en SALTO GRANDE.

6.2 Requisitos físicos

6.2.1 General

Este Inciso tiene como objetivo presentar los requisitos mínimos de *hardware* a ser suministrados para la Infraestructura Principal. Los requisitos aquí presentados cubren todo el suministro.

La provisión debe entregarse utilizando equipos nuevos, fabricados y suministrados por empresas de primer nivel y adecuados para los fines del Sistema.

El CONTRATISTA debe presentar en su oferta modelos de servidores que hayan tenido una una fecha de lanzamiento no mayor a 30 meses al momento de la presentación de la oferta. Asimismo, ningún equipo presente en la provisión podrá tener anunciado su fin de venta (End Of Sale), fin de soporte (End Of Support Life) o fin de vida (End Of Life Announcenment).

Todos los equipos deben estar especificados para operar en ambientes en el rango de temperatura entre 10º C y 35º C, o rango más amplio, con humedad relativa entre 8% y 80%, sin condensación y con una tasa de variación máxima de 5 grados cada 15 minutos.

Todos los equipos de la provisión que tengan un esquema de redundancia (Principal y Respaldo) deberán poder instalarse en puntos geográficos (dentro del predio de Salto Grande) separados; es decir, el equipo principal en una ubicación y el de respaldo en otra diferente.

6.2.2 Servidores SCADA

Los servidores de la provisión deberán ser todos de la misma marca familia y estar constituidos con los mismos tipos y cantidades de placas e interfaces.

Cada equipo debe cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Arquitectura x86-64 con procesadores para servidores de última generación avalados por el fabricante del sistema de control para su óptimo funcionamiento;
- Debe ser del tipo Servidor de Rack estándar diecinueve (19) pulgadas con altura máxima de 2RU (*Rack unit*) con rieles y otros componentes necesarios para la instalación en bastidor;
- Debe permitir la apertura del gabinete, la remoción de tarjetas y unidades de disco sin la necesidad de herramientas especiales;
- Debe poseer *display* o conjunto de indicadores LED de funcionamiento del servidor;
- Reloj interno en tiempo real con capacidad de sincronismo externo;
- Suficiente memoria principal para satisfacer todos los requisitos de diseño y rendimiento establecidos en estas especificaciones, un mínimo de 64 GBytes DIMM DDR4 (o superior) de capacidad instalada y debe admitir una capacidad de expansión de hasta 768 GB con módulos de tipo DIMM;
- Cache de alta velocidad;
- Interfaces de red de como mínimo 1Gb/s con al menos 4 puertos RJ45.
- Interfaz gráfica con conexiones para monitor delanteras y traseras al Servidor, VGA o HDMI
- Discos Duros en configuración RAID, con tecnología SSD, Hot Plug y con Hot Spares instalados, en la combinación que mejor se adapte a la performance del sistema de control provisto.
- Fuentes de poder redundantes de conexión o sustitución en caliente (*hot-plug* o *hot-swap*);
- Rango de tensión de entrada de 100 a 240V (automático) a 50Hz;
- Ventiladores redundantes de conexión o sustitución en caliente (*hot-plug* o *hot-swap*);
- Un puerto dedicado como interfaz de gestión, con conector RJ-45, para gestión remota del mismo, no siendo esa interfaz ninguna de las controladoras de red especificadas;
- Debe ser posible, desde la interfaz de gestión, acceder al servidor vía KVM (*Keyboard, Video, Mouse*) virtual;
- El equipo debe cumplir con la norma IEC 60950-1 (Safety of Information Technology Equipment Including Electrical Business Equipment), para la seguridad del usuario contra incidentes eléctricos y la combustión de materiales eléctricos;
- El equipo ofrecido debe estar certificado y cumplir con las normas CISPR 22 - Clase A o FCC - Clase A, para garantizar los niveles de emisión electromagnética;
- Certificaciones:
 - Linux/Unix en su versión homologada.

6.2.2.1 Dispositivos Periféricos

Cada equipo debe tener:

- Capacidad de conectar una consola (KVM Físico) para generar, mantener e iniciar el sistema operativo, acceder a todas las instalaciones de mantenimiento de *hardware* y *software*, monitorear el funcionamiento, ejecutar diagnósticos, etc.;
- Capacidad de utilizar dispositivos externos tipo DVD-RW o USB Key.

6.2.3 Servidores Histórico Interno

Los equipos asociados al Histórico Interno deben trabajar en modalidad Redundante. Deben tener la misma arquitectura y las mismas características descritas en el Inciso 6.2.2 “Servidores SCADA”.

Adicionalmente deberá contar con la suficiente capacidad de almacenamiento, memoria, procesadores y conexiones como sean necesarias para cumplir con los requisitos del inciso 6.4.3.10 “Colección y Almacenamiento de Registros Históricos”.

6.2.4 Front-End Processor (FEP)

Los FEP deben trabajar en modalidad redundante, tener la misma arquitectura y las mismas características descritas en el Inciso 6.2.2 “Servidores SCADA”.

Cada FEP debe tener suficiente capacidad de memoria y proporcionar cuántos procesadores redundantes sean necesarios para satisfacer todos los requisitos de desempeño establecidos en esta especificación. Los FEP se deben conectar a la Red N3 y al Bloque de Adquisición.

Adicionalmente los FEP deben asumir el sistema heredado actual de Nivel 1 durante todo el tiempo de la transición que conlleve la renovación del Sistema de Control.

Los protocolos de comunicación industriales soportados se definen en el Inciso 6.4.6 “Intercambio de Variables” de este capítulo.

6.2.5 Servidor AAB (Autenticación, Antivirus y Backup)

El Servidor AAB deberá tener la misma arquitectura y características descritas en el Inciso 6.2.2 “Servidores SCADA”.

Adicionalmente deberá contar con la suficiente capacidad de memoria, procesadores y conexiones como sean necesarias para satisfacer el funcionamiento de las siguientes tareas:

- Gestión de Respaldos,
- Servidor de Antivirus
- Servidor de Autenticación.

6.2.5.1 Gestión de antivirus

Este servidor debe implementar una herramienta de gestión de terminales o usuario final cuya función es centralizar la distribución del agente cliente (Endpoint Security System) para todos los equipos, así como la distribución y actualización de firmas de virus y white-listing (o lista blanca).

6.2.5.2 Dispositivos Periféricos

Cada equipo debe tener:

- La capacidad de conectarse a una Unidad de Cinta externa y/o un Equipo activo con tecnología de compresión y deduplicación para almacenamiento de respaldos.

6.2.6 Estaciones de Trabajo

La solución suministrada por la CONTRATISTA debe ser compuesta por estaciones locales de alto desempeño que se conecten de forma segura con el SCADA provisto.

Las mismas deberán satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- Procesador de la familia x86_64 o AMD64
- Memoria RAM de al menos 16 GB.
- Solución de alto desempeño desarrollada para tareas de misión crítica;
- Debe poseer protocolos y recursos de comunicación segura;
- Debe proveer audio;
- Debe soportar puertos de vídeo digital en el formato DVI y/o HDMI y/o DP con una resolución mínima de 1920x1080. Deberá contar con un (01) puerto de Video adicional de reserva sobre la cantidad de monitores conectados.
- Dos (02) Puertos de red Ethernet de como mínimo 1 Gb/s.
- Discos SSD.

Esas estaciones de trabajo deberán ser instaladas en los recintos destinados para las mismas por Salto Grande.

Cada estación de trabajo debe tener suficiente capacidad de memoria y proporcionar cuántos procesadores sean necesarios para satisfacer todos los requisitos de desempeño establecidos en esta especificación y deben conectarse a las redes SCADA.

6.2.6.1 Monitores

Los monitores de vídeo en color deberán ser idénticos e intercambiables y tener las siguientes características:

- Una pantalla mínima de 24 pulgadas en la diagonal tipo IPS LED, relación dimensional de 16:9 o 16:10;
- Resolución compatible con 1920x1080 o mejor, gráficos completos de alta definición;
- Conectividad DVI y/o HDMI y/o DP compatible con la salida de Video de la Estación de trabajo. No se aceptarán adaptadores entre la salida de video de la Estación de Trabajo y la entrada del monitor.
- Base removible y orificios de montaje *Video Electronics Standards Association* (VESA) de 100 mm para ofrecer soluciones de montaje flexibles;
- Nivel de radiación e interferencia de acuerdo con las normas internacionales;

6.2.6.2 Teclado

El teclado deberá tener las siguientes características:

- Juego de caracteres, incluyendo caracteres especiales de español;
- No deberá ser inalámbrico.

6.2.6.3 Ratón

Este dispositivo debe tener las siguientes características:

- Mouse Verticales;
- Sensibilidad ajustable.
- No deberá ser inalámbrico.

6.2.6.4 Parlantes

Todas las estaciones de trabajo deben tener parlantes embebidos en sus monitores de tonos múltiples y volumen ajustable que pueda escucharse en toda la habitación bajo condiciones normales de ruido ambiental. El parlante debe permitir su inhibición.

6.2.7 Estaciones de Ingeniería

Todas las Estaciones de Ingeniería deben cumplir los mismos requisitos de las estaciones de trabajo, especificadas anteriormente en 6.2.6 “Estaciones de Trabajo”.

Además, deben tener la capacidad de conectar unidades de medios extraíbles validadas por el Escaner de Almacenamiento Removible según 6.2.8.3 “Escaner de Almacenamiento Removible”.

6.2.8 Redes de Área Local (LAN)

Deberán tener las siguientes características:

- Red Ethernet/TCP/IP;
- Fibras Ópticas;
- Cables UTP apantallados;
- Velocidad de transmisión mínima de 10 Gb/s.

Y contener el siguiente equipamiento:

6.2.8.1 Switches

Los switches deben suministrarse en un gabinete estándar para montaje en bastidor de 19", incluidos todos los accesorios y deberán ser de Capa 3.

El número de ranuras/puertos de los equipos deberá ser definido según la necesidades del proyecto.

Se deben suministrar con redundancia de fuentes de alimentación internas del tipo hot-swap.

Estos equipos deben cumplir como mínimo las siguientes normas:

- IEEE 802.3 (10BASE-T),
- IEEE 802.3u (100BASE-TX),
- IEEE 802.3ab (1000BASE-T),
- IEEE 802.3z (1000BASE-X),
- IEEE 802.3x (Full Duplex),
- IEEE 802.1D (Spanning Tree),
- IEEE 802.1s (Multiple Spanning Trees) ,
- IEEE 802.1w (Rapid Reconfiguration of Spanning Tree),
- IEEE 802.1Q (VLAN),
- IEEE 802.1X (Radius),
- IEEE 802.3ad (Link Agregation Control Protocol).

Para Switches Capa 3, se aplican como mínimo los siguientes estándares adicional:

- IPv4,
- Static Routing,
- RIP - Routing Information Protocol ,
- OSPF - Open Shortest Path First.

Deben permitir configuración/administración remota vía:

- Interfaz gráfica web basada en SSL,
- SSH v1 y v2,
- SNMP v1, v2 y v3,
- NTP para sincronismo de hora,
- Port Mirroring para analisis de tráfico,
- Port Security para restricción de puertos por MAC Address.

6.2.8.2 Firewalls

Los Firewalls deben suministrarse en un gabinete estándar para montaje en bastidor de 19", incluidos todos los accesorios.

El número de ranuras/puertos que deberán tener los equipos deberán ser definido según la necesidades del proyecto.

Se deben suministrar con redundancia de fuentes de alimentación.

Estos equipos deben cumplir como mínimo con las siguientes normas y características:

- IEEE 802.3,
- IEEE 802.1D/p,
- IEEE 802.1D/Q,
- IEEE 802.1Q,
- IEEE 802.1x,
- Servidor DHCP,
- Enrutamiento Estático y dinámico
- NAT/PAT.
- IPv4,
- Static Routing,
- RIP - Routing Information Protocol ,
- OSPF - Open Shortest Path First.
- IPSEC
- SSL

Deben permitir configuración/administración remota vía:

- Interfaz gráfica web basada en SSL,
- SSH v1 y v2,
- SNMP v1, v2 y v3,
- NTP para sincronismo de hora,
- Integración con sistemas de identidad como Active Directory o LDAP

El equipo deberá tener la capacidad de realizar las siguientes funciones:

- Next Generation Firewall (NGFW),
- Virtual Patching,
- Deep Packet Inspection (DPI).

6.2.8.3 Escáner de Almacenamiento Removible

Debe ser suministrado equipamiento para la inspección de dispositivos de memoria USB que deben instalarse en las salas de Ingeniería de acuerdo a lo descrito en el Inciso 11.4.3 “Escáner de Almacenamiento Removible”.

6.2.8.4 Cableado Estructurado

La instalación de las redes LAN, tanto sean con Fibra Optica o UTP, deben cumplir todos los requisitos de cableado estructurado.

Para la conexión y adecuada distribución de las fibras ópticas, el CONTRATISTA debe suministrar distribuidores de fibra óptica (BEO/DIO), que deben ser del tipo para montaje en rack de 19 pulgadas o tipo bandeja para instalar en el tablero y con la capacidad de número de puertos igual o superior a la cantidad de fibras del cable de fibra óptica. Accesorios equivalentes se deberán proveer para el conexionado del cableado UTP.

Los cables deberán ser suministrados con el mínimo 12 fibras ópticas y deberán contar al final de la Puesta en Servicio con una reserva igual o mayor al 50% de los pelos utilizados en cada cable de fibra óptica.

Toda la interconexión de fibra óptica entre tableros y racks debe ser hecha mediante fibras y distribuidores. No se permitirá la interconexión mediante chicotes o patchcords directos entre tableros.

Por tanto, el diseño debe cumplir con los requisitos de la norma IEC 61918:2010 Ed. 2.0 b Industrial communication networks - Installation of communication networks in industrial premises, que especifica los requisitos básicos para la instalación de medios para redes de comunicación en instalaciones industriales y entre islas de automatización de sitios industriales. La norma cubre el cableado de fibra óptica balanceada-

6.2.8.5 Equipo basado en Diodo de Datos

Los Equipos basados en Diodos de Datos deben suministrarse con las siguientes características mínimas:

- Basada en uso de Diodos de Datos.
- La naturaleza intrínseca del equipo debe permitir solo tráfico unidireccional con origen en la **Red N3**.
- Debe suministrarse con redundancia a nivel de fuente de alimentación.
- Debe permitir el uso de todos aquellos protocolos necesarios para el correcto funcionamiento y operación del Sistema de Control de Nivel 3 y demás sistemas complementarios.
- Tasa de transferencia acorde al tráfico dimensionando, de manera tal de asegurar un 30% de ancho de banda libre en los momentos de mayor demanda de los sistemas instalados.

6.2.9 Impresoras

El CONTRATISTA proporcionará Impresoras estándares disponibles comercialmente y en fabricación al momento de la firma del contrato.

Salto Grande podrá, en la etapa del "Workstatement", solicitar un cambio en el modelo de las impresoras propuestas para cumplir con las políticas de estandarización de impresoras y compra de suministros de la empresa.

Las impresoras deberán tener al menos las siguientes especificaciones:

- La impresora láser color debe ser de alto rendimiento y debe admitir funciones a través de la red LAN.
- Debe presentar conectividad de Red Ethernet solamente a través de 2 puertos RJ45. No se admitirán equipos que contengan interfaz inalámbrica (por ejemplo Wifi).
- Deben tener una resolución igual o mayor a 600 ppp. La impresora láser debe tener una velocidad de impresión superior a 30 ppm (páginas por minuto), capacidad para imprimir en papel normal de tamaño A4, con una bandeja con una capacidad de 300 hojas.

- Todas las impresoras deben contar con receptáculos para las copias impresas.
- Todas las impresoras deben ser del mismo modelo y con materiales consumibles (cartuchos, toners) de fácil compra en el mercado Argentino o Uruguayo.

6.2.10 Racks

Los servidores y los equipos de comunicaciones deben instalarse en racks autosoportados, cuyas partes y accesorios sean certificados por el fabricante para su uso en ambientes dedicados con las siguientes especificaciones:

- a. Rack para Servidores/Comunicaciones: de 42U x 600 x 1000 mm: estándar de 19" con puerta frontal y trasera perforados para que haya un flujo de aire de adelante hacia atrás con cierre cremón con pestillo manija retráctil y llave. Marco estructural soldado con una capacidad de carga dinámica mínima de 1000 kg.

Estos racks deben suministrarse con todos los accesorios, organizadores para acomodar los cables, patch panels, cajas de empalme, bandejas y soporte para cables para conexión cruzadas, bloques de terminales

Para el conjunto de Racks de las Salas de Racks del COU y para el conjunto de Racks de la Sala de Racks del COU-C, se deberá proveer un sistema *Server Console KVM Switch* para cada sala para un mínimo de 16 puertos incluyendo monitor y teclado plegables en 1 Unidad de Rack, montaje en bastidor 19".

Todo el cableado de interconexión de los equipos que componen el sistema e interconexión con interfaces externas;

Todos los demás equipos y elementos de instalación necesarios para el montaje y funcionamiento de la provisión en función de las normas especificadas.

Los Racks ubicados en el interior de las Casas de Máquinas deberán contar con amortiguadores para el aislamiento de vibración.

Los Racks deberán contar con un esquema de alimentación formado por cuatro (04) regletas de Tomacorrientes (PDU-Power Distribution Units) con dieciséis (16) tomacorrientes cada una del tipo C13, siendo que cada regleta debe ser alimentada por un circuito 220 Vca, 50 Hz, con teclas de alimentación con indicación luminosa y cubierta plástica traslúcida a modo de seguro. Estos circuitos terminales de alimentación de los bastidores deben ser confeccionados en conductores eléctricos multipolares LSOH con aislamiento en 750V con sección nominal de 4mm².

El sistema debe estar preparado para ser desmontado en cualquier momento de su ciclo de vida y trasladado para su instalación en otro lugar, por lo tanto, deberá contar con ruedas.

Los racks deberán presentar una reserva de espacio libre del 25% del espacio total del rack, una vez puesto en

servicio el sistema

Los Racks deberán contar con tapas laterales desmontables para facilitar el acceso a los equipos y cableado.

Los Racks deberán ser de color negro.

6.2.11 Referencia de Tiempo

El CONTRATISTA proporcionará una Referencia de Sincronización de Tiempo con receptores de señal satelital del sistema de posicionamiento global con capacidad de sintonizar al menos dos (02) constelaciones de satélite distintas (GPS, GLONASS).

En caso de falla de la señal de satélite el sincronismo de tiempo deberá proseguir su función utilizando un reloj interno de alta precisión.

Deberá proporcionar dos (02) equipos de recepción de señal GPS, ambos activos para utilizar indistintamente uno primario y otro como secundario, que podrán conectarse cada uno de ellos con un mínimo de cuatro satélites. Contarán con las antenas, equipo para recepción de la señal satelital con todas las funciones de generador y decodificador de tiempo, y la red de distribución de señal horaria al equipo, incluyendo dispositivos activos, cableado, conectores y demás accesorios necesarios para la instalación de la red. También se deberán incluir los equipos protectores de descargas atmosféricas en las conexiones hacia las antenas. Deberán ser instalados cada uno en una margen de la Central, en racks estándar de 19".

Los equipos GPS deben actuar como referencia de tiempo conectados a la Red N3 permitiendo su gestión a través de protocolos TCP/IP .

El suministro será completo y se debe garantizar que la señal llegue a los niveles de control N3 de acuerdo con el protocolo correspondiente y que las interfaces permitan la conexión al equipo que recibirá la señal horaria.

Las referencias de tiempo deben tener una precisión mejor que 250 ns y se distribuirá con una resolución mejor o igual que 1 ms.

El CONTRATISTA proporcionará los receptores, repetidores y demás equipos y elementos necesarios para su vinculación con todos los equipos, manteniendo la precisión adecuada para llegar a todos los puntos de sincronización, teniendo en cuenta la interferencia electromagnética de los lugares donde se instalará. Deberá contar con al menos 4 interfaces 100 Mbit/s Ethernet, o superior, con soporte NTP.

El sistema de referencia de tiempo debe tener la capacidad de calcular los retrasos de transmisión y realizar la compensación de tiempo necesaria para obtener las mediciones correctas.

Cada equipo debe tener una alta disponibilidad y deben contar con relojes internos. Los equipos deben tener un sistema de “Conmutación automática”, que permite la entrada del reloj de respaldo en caso de falla de la señal satelital. En estos casos se deberá emitir una señal de alarma, la cual debe ser señalizada en los equipos y en la estación de trabajo del Nivel de Control 3.

La señal de la antena al receptor debe transmitirse a través de un cable coaxial de bajas pérdidas adecuado para la distancia que debe recorrer. La distancia del cable debe tenerse en cuenta a la hora de programar el sistema GPS, permitiendo compensar el retraso de la señal en el cable de transmisión.

Los cables de señal GPS para transmitir la señal de satélite desde la antena al receptor deben estar protegidos con un supresor de sobretensión de cable coaxial.

En caso de falla en la recepción de la señal GPS, los equipos deben continuar corriendo libre a través de un reloj interno, con una desviación máxima de 1 ms por día de la última referencia adquirida. Se debe reanudar la sincronización a través de la señal de GPS tan pronto como esté disponible nuevamente de forma automática.

El CONTRATISTA proporcionará todos los cables, fibras ópticas, patch cords, interfaces, conectores y demás accesorios necesarios para la instalación del sistema de sincronización.

El dispositivo deberá tener al menos una salida eléctrica TTL, que permitan implementar IRIG-B004, DCF77, PPS con una precisión media de ± 50 ns.

El dispositivo deberá tener al menos dos salidas ópticas ST, que se pueden configurar para IRIG-B004, DCF77, PPS con una precisión media de ± 50 ns.

Deberán tener fuentes de alimentación eléctrica en 220 Vac en la frecuencia de 50Hz.

6.2.12 Interfaces de Comunicación con Equipos Heredados

Se deben proporcionar capacidades de vinculación de los FEP provistos durante la transición con los sistemas heredados actuales.

Para ello se deberá prever la vinculación con las veintitrés (23) RTUs instaladas, mediante un canal Ethernet TCP/IP redundante con protocolo DNP 3.0.

6.3 Requisitos lógicos

6.3.1 Consideraciones Generales

Este Inciso tiene como objetivo presentar los requisitos mínimos a ser suministrados para el SCADA/EMS.

Los requisitos aquí presentados cubren todo el suministro y deberán ser entregados completos, probados e integrados.

6.3.2 Sistemas Operativos

Los sistemas operativos deberán ser suministrados en su última versión homologada por el proveedor de SCADA/EMS.

Los servidores SCADA, FEP e Histórico Interno deberán ser entregados con Sistemas Operativos instalados Linux/Unix. No se aceptarán propuestas que no implementen estas características en dichos nodos.

El resto de los Servidores, las Estaciones de Trabajo e Ingeniería deberán ser entregados con Sistemas Operativos instalados Linux/Unix o Windows. Se valorarán aquellas ofertas que opten por Linux/Unix.

6.3.3 Herramientas de Adquisición y Control en tiempo real y Registro Histórico

Debe proporcionarse herramientas de Adquisición, Control y Registros Históricos que contengan como mínimo lo siguiente:

- Adquisición, Control, Almacenamiento, Procesamiento de variables de campo;
- Capacidad de vinculación mediante protocolos industriales;
- Interfaz Humano-Máquina;
- Configuración, diagnóstico y mantenimiento del SCADA;
- Configuración, diagnóstico y mantenimiento de Base de Datos;
- Recolección de Registros Históricos.

Para el caso particular de la Herramienta de Configuración de Base de Datos, la misma deberá permitir para cada punto configurado en el SCADA, la asignación de un campo exclusivo para la utilización de TAGs del tipo alfanumérico, con un mínimo de 20 caracteres, a los efectos de permitir la implementación de codificaciones estándares de señales.

Dicho campo deberá ser distinto al utilizado para la asignación del descriptor o descripción del punto.

La codificación a utilizar en este campo, será KKS. Para las señales existentes, Salto Grande entregará el listado de códigos asociados a las mismas durante la etapa de migración. Será responsabilidad del contratista la definición de los TAGs KKS para las nuevas señales que fueran necesarias crear para el funcionamiento del equipamiento entregado.

Este TAG deberá permitir el filtrado y selección de puntos tanto en los listados de alarmas/eventos asociados a operación, como así también en las distintas funciones asociadas a los registros históricos.

6.3.4 Herramientas de Operación

Deberán proporcionarse como mínimo las siguientes Herramientas de Operación:

- Herramienta de Control Conjunto del Sistema de Vertedero;
- Herramienta de Control Automático de Generación;
- Herramienta de Regulación Secundaria de Frecuencia;
- Herramienta de Control Automático de Tensión;

- Herramienta de supervisión de la Reserva Operativa (reserva rotante);
- Herramienta de supervisión del Sistema Eléctrico;
- Herramienta de Control de Operación;
- Herramienta Configurador de Red Eléctrica;
- Herramienta Estimador de Estados;
- Herramienta de Flujo de Potencia óptimo;
- Herramienta de Control de Secuencias y cálculos de tiempo real.

6.3.5 Control de Acceso

El SCADA/EMS deberá contar con un sistema de control de acceso redundante, por lo tanto se deben implementar servicios de autenticación como los Active Directory Domain Services (AD) o Lightweight Directory Access Protocol (LDAP).

Este control es fundamental para que se pueda establecer un mínimo de trazabilidad de las acciones de los usuarios. Cada usuario necesita tener su propia identidad, privilegios, restricciones y límites de usuario (perfil), conforme definido en el inciso 6.4.10 “Interfaz Humano-Máquina” de este capítulo.

6.4 Funcionalidades SCADA

6.4.1 Consideraciones Generales

Este Inciso presenta las funciones básicas necesarias para la supervisión y control operativo en tiempo real, y que, además, soportan a la ejecución de las funciones a ser implementadas en el SCADA.

6.4.2 Adquisición de variables de estado

Esta función tiene el objetivo de recopilar variables en tiempo real periódicamente desde el Nivel 1 de control, almacenando temporalmente esos registros.

Se deben adquirir los siguientes tipos de variables:

- Estados/Digitales;
- Medidas/Analógicas;
- Contadores/Totalizadores;
- Secuencia de eventos (SoE).

Dentro de esta función también se incluye la verificación y/o señalización de errores/fallas de la adquisición de campo.

6.4.2.1 Procedimientos de Adquisición

La adquisición, de acuerdo con la arquitectura propuesta del sistema de control de Nivel 3, se realiza a través de los equipos del Nivel 1 de control en:

- a. Unidades de Adquisición y Control (UAC) a instalarse en la Central y Edificios de Mando.

Unidades terminales remotas (RTU) convencionales instaladas en el complejo (durante la migración).

Sistemas de Automatización Local existentes en las 4 subestaciones de cuadrilátero de 500 kV, concentrados en los gateways de subestación.

Los registros de los equipos son adquiridos por los FEP. Los perfiles de protocolo deben cumplir con los estándares utilizados por SALTO GRANDE.

El CONTRATISTA debe tener en cuenta que una parte de las variables de proceso debe ser adquirida simultáneamente como secuencia de eventos e indicaciones de estado que caracterizan un doble tratamiento de adquisición.

6.4.2.2 Requisitos de Adquisición

Los requisitos de adquisición mínimos deben ser tales que los FEP puedan ejecutar lo descrito a continuación:

- Solicitudes de variables analógicas y digitales;
- Solicitudes de Integridad;
- Solicitudes de inicialización.

Cuando una comunicación normal con un equipo de Nivel 1 de control se restablece después de una falla (por problemas en el equipo o en el vínculo), una solicitud de inicialización debe ejecutarse automáticamente para este dispositivo específico.

6.4.2.3 Error de Adquisición/Verificación de Fallas

El proceso de adquisición debe identificar errores o fallas en la adquisición de telemetría del Nivel 1. Siempre que existan errores o fallas de adquisición detectados después de un número definido de intentos, se debe definir un indicador de calidad apropiado para todos los registros que se adquirieron. Cuando las variables en campo son accesibles nuevamente, se debe quitar este indicador.

Se deben hacer estadísticas para los distintos tipos de errores detectados para cada equipo y vínculo. Estas estadísticas se deben alojar en los históricos para consultas posoperativas. Los principales errores o fallas de adquisición deben ser llevados al conocimiento del operador para la acción necesaria por lo que deben ser tratados como alarmas.

En caso de falla de uno de los vínculos con los equipos de Nivel 1, el FEP debe conmutar automáticamente hacia el canal de respaldo.

6.4.3 Procesamiento e histórico de Telemetría

6.4.3.1 General

Esta función es responsable del procesamiento en tiempo real de la telemetría adquiridos y el archivado histórico de los registros mediante la ejecución de, como mínimo, las siguientes tareas:

- Verificación de la calidad;
- Procesamiento de alarmas y eventos;
- Identificación de cambio de estado;
- Conversión en unidades de ingeniería;
- Verificación de límites;
- Verificación de razonabilidad;
- Procesamiento de mediciones;
- Transformación de secuencia de eventos;
- Obtención de estados mediante combinaciones lógicas;
- Obtención de valores analógicos calculados.
- Archivado de registros históricos.

6.4.3.2 Calidad de las variables

Toda variable, independiente de su origen, debe tener un atributo de calidad que debe estar asociado de acuerdo con el tipo de estado, falla, desvío o intervención y registrado tanto en tiempo real como en el histórico.

Los códigos de calidad deben estar disponibles para ser utilizados en los cálculos como valores booleanos (verdadero/falso). Debe ser posible definir un punto calculado para el cual el valor del resultado depende de la presencia de códigos de calidad seleccionados, utilizando operadores condicionales de ejecución ("si-entonces-si no") de cálculos generalizados.

Todos los valores de calidad adoptados por un punto deben registrarse en el histórico y deben estar disponibles para su presentación, inclusión en informes y uso por parte de las funciones de SCADA.

Debe ser posible modificar un código de calidad a través de entradas manuales. Valores que tienen un código de calidad de entrada manual o anulación manual debe considerarse válido o "bueno".

6.4.3.3 Procesamiento de Indicaciones de Estado

Las indicaciones de estado se procesarán de la siguiente manera:

- Comparación de cada indicación de estado recibida con aquella registrada previamente, a fin de detectar cualquier cambio de estado;
- Detección de posibles cambios de estado, mediante la comparación de las indicaciones de estado con las obtenidas en la verificación de integridad.

Los cambios de estado se deben procesar con estampado de tiempo SOE y deben ser capaces de disparar (actuar como “triggers” de) otras herramientas como secuencias, cálculos, etc.

6.4.3.4 Procesamiento de variables analógicas

El procesamiento de variables analógicas debe incluir:

- Conversión de variables analógicas recogidas de los equipos de Nivel 1 de Control a unidades de ingeniería usando expresiones lineales y no lineales;
- Asignación de un valor de cero (0) a una medición analógica cuando el valor medido es inferior a un umbral especificado. (“low cutoff”)

Limitar la verificación de todas las medidas analógicas en relación con los siguientes tipos, cuando resulten:

- Límites de operación, con previsión para al menos cuatro (04) valores límites, dos (02) superiores y dos (02) inferiores para cada medición, siendo que niveles de operación superiores e inferiores deberán poder ser modificados en tiempo real por herramientas automáticas o por entrada manual del operador. Los límites de funcionamiento dinámicos deben ser ajustables;
- Las condiciones fuera de los límites deben indicarse por el respectivo *flag* y generar una alarma para el operador. Cuando la medición se reanuda dentro del intervalo normal, *el flag* debe ser removido e indicado mediante una alarma generada para el operador;
- Los límites superiores e inferiores de los transductores (Razonabilidad) deben indicarse con un *flag* si los límites se han excedido, indicando saturación, para aquellas medidas asociadas al transductor. Si el valor se reanuda a la condición normal, el indicador se quita automáticamente. Estos límites se deben definir para cada transductor.

En todos los casos anteriormente mencionados, en el caso de violaciones de límite, las mediciones analógicas deben retomar su adquisición a partir del momento de la normalización.

A fin de evitar la generación de alarmas repetidas debido a pequeñas oscilaciones alrededor de los límites, se debe definir una banda muerta para cada entrada, especificada en porcentajes o valor fijo para cada límite predefinido (Histéresis).

El SCADA debe permitir la recepción de mediciones analógicas ya en escala de ingeniería desde los equipos de Nivel 1, aplicando los límites operacionales definidos anteriormente. Además, debe proporcionar la capacidad de recepción de valores en punto flotante.

6.4.3.5 Procesamiento de Acumuladores

El procesamiento de los valores acumulados o totalizados debe incluir:

- Conversión de los valores de totalizados provenientes desde Nivel 1 a unidades de Ingeniería. El método utilizado debe tener en cuenta el “rollover” del conteo de registradores de los totalizadores, si éstos han superado su capacidad de conteo;
- Comparación de los valores de energía (MWh) medidos desde Nivel 1 y aquellos calculados por la integración de valores de potencia activa (MW) medidos. Las alarmas deben ser generadas cuando la diferencia absoluta entre los valores comparados excede un valor preestablecido.

6.4.3.6 Procesamiento de Secuencia de Eventos

La estampa de tiempo que refleja el momento de ocurrencia de cada evento debe ser obtenida tomando en consideración:

- Los eventos de campo que sean recibidos desde el FEP con estampa de origen, deberán permanecer con dicha estampa, manteniendo la resolución mínima de 1 milisegundo.
- Los registros producidos por el SCADA deben ser estampados por él mismo;

6.4.3.7 Indicaciones de Estados mediante Lógica

Deben proveerse las capacidades necesarias para llevar adelante:

- Lógicas combinatorias a partir de registros adquiridos y/o calculados;
- Variables de estados lógicos producidos a partir de mediciones analógicas;
- Desarrollo de lógicas a partir de variables con cambio de estado de un (01) milisegundo.
- Configuración de lógicas combinatorias cuyo resultado sea de simple retención.

Estas indicaciones de estado deben ser tratadas de la misma forma que las variables adquiridas. Sin embargo, en caso de entradas manuales en el resultado de las lógicas combinatorias o en las variables que componen la lógica, éstas deben considerarse válidas en el resultado de la combinación.

6.4.3.8 Funciones de Cálculo

El SCADA debe proporcionar como mínimo capacidades para realizar funciones de cálculos utilizando como entrada los valores de variables adquiridas por el FEP, estimadas o calculadas, tales como:

- Cálculo de valores utilizando combinaciones de operaciones aritméticas (por ejemplo, adición, resta, multiplicación, división, exponenciación e integración), con una frecuencia de recálculo mínima de 1 segundo.
- Obtención de valores máximos y mínimos para distintos períodos de tiempo (Ej. Horarios, diarios, etc);
- Integración de valores de potencia activa medida (MW), realizados en cada escaneo;
- Obtención de valores a partir de expresiones mixtas, con variables como indicaciones de estado, valores analógicos (medidos y/o calculados);
- Obtención de valores a partir de cálculos con sentencias condicionales.
- Implementación de algoritmos definidos por Salto Grande.

La utilización de estos cálculos deberá poder invocarse desde cualquier función del Sistema provisto.

Todos estos valores analógicos calculados deben ser tratados de la misma forma que los medidos. Sin embargo, en caso de entradas manuales en el resultado de las expresiones o en las variables que componen la expresión, éstas deben considerarse válidas en el resultado.

Los puntos calculados deben poder generarse a partir de los siguientes:

- Valores de los registros en Tiempo Real;
- Valores de atributos de los puntos del Sistema provisto, incluidos los valores de límites;
- Códigos de calidad de los registros en Tiempo Real.

Los puntos calculados deben ser configurables para que se muestren o no en la lista de eventos o se almacenen de forma histórica.

Se debe prever la entrada manual por el operador en el resultado de un cálculo. El resultado del punto calculado no debe ser sobre-escrito cuando el punto está en la condición de entrada manual.

Debe preverse la posibilidad de configurar al menos cinco mil (5.000) valores resultantes de funciones de cálculos.

6.4.3.9 Tiempo de Operación de Equipos

Se deben implementar contadores de tiempos de operación de los distintos equipos, compararlos con valores predefinidos y generar alarmas a lo largo del tiempo.

6.4.3.10 Colección y Almacenamiento de Telemetría en Registros Históricos

Deberá ser posible especificar cualquier punto analógico o calculado o punto de indicación o cambio de estado o eventos y alarmas que se almacenará en el Histórico Interno. El proceso de almacenamiento implica la conversión del formato de los registros en tiempo real a la estructura de la base de datos del histórico.

Las variables a ser almacenadas serán detalladas por el CONTRATISTA durante el desarrollo del proyecto, revisadas, eventualmente corregidas y confirmadas por SALTO GRANDE.

Los puntos deberán poder ser coleccionados de acuerdo a todos los siguientes metodos: periódicamente, en la ocurrencia de un cambio de estado y en la evolución del valor actual (delta). El Histórico Interno deberá tener la capacidad de almacenar registros para todos los puntos especificados por no menos de 60 (sesenta) días y deberá abastecer a todos los usuarios concurrentes del Sistema SCADA/EMS independientemente de la modalidad de Redundancia que se adopte.

6.4.3.11 Visualización de Registros

Esta función debe proporcionar acceso conveniente a las variables en tiempo real, como así también a las históricas para su visualización.

Para realizar esta función, la interfaz debe proporcionar al menos los siguientes recursos:

- Selección de pantallas;
- Exhibición de alarmas y eventos;
- Registro de tendencias;
- Impresión de tabulaes y tendencias;

6.4.3.12 Playback de históricos

El SCADA deberá ser capaz de realizar reproducciones ("playback") de históricos, incluyendo alarmas y actualizaciones puntuales (estados, valores, memos, códigos de calidad, alarmas, etc.), utilizando las mismas pantallas de los operadores.

El operador debe poder elegir las fechas y horas de inicio y finalización de los registros almacenados, incluyendo las alarmas y eventos, obteniendo así los resultados presentados visualmente sobre una representación gráfica del sistema.

El operador debe poder moverse hacia adelante y hacia atrás a través del histórico y los registros y alarmas deben presentarse en la pantalla a medida que ocurren en el tiempo que se presenta.

Los controles de reproducción habituales (pausa, retroceso, avance rápido, avance a velocidad alterada - múltiplos o submúltiplos de la velocidad normal -, etc.) deben estar disponibles.

Las pantallas de supervisión deben tener destaque de tal forma que el operador reconozca que está observando algo desde el Histórico Interno y no corresponde a las variables actualizadas en tiempo real.

6.4.3.13 Creación y registros de notas del operador

Esta función debe proporcionar al operador la creación y registro de notas.

Se debe proporcionar un recurso para que el usuario pueda crear, ingresar y editar notas o memorandos relacionados con cualquier dispositivo o tema. Las notas deben ser de fácil acceso y la indicación de la existencia de notas debe presentarse cada vez que cualquier usuario llame a la pantalla, en cualquier estación de trabajo.

Deben cumplir al menos los siguientes requisitos:

Fecha y hora de creación;
Usuario que creó la nota;
A qué equipo se refiere;
Comentarios de texto en formato libre;

Las listas de notas deben mostrarse en orden cronológico y por usuario a elección del operador.

6.4.4 Comandos

El objetivo de esta función es la transmisión de comandos para las UACs/RTUs/subestaciones y la consecuente verificación de su ejecución.

Los comandos son de los siguientes tipos:

- Abrir/cerrar, conectar/desconectar o iniciar/parar para dispositivos biestables, como interruptores, seccionadores, motores, etc.
- Aumentar/disminuir y de SetPoint de Referencia para dispositivos cuya posición o valor de salida varía continuamente o discretamente a lo largo de un intervalo de valores.

Debe ser posible el envío de los siguientes comandos de control:

- Comandos biestables (Trip/Close);
- Comandos aumentar/disminuir (*raise & lower*);
- Comandos de referencia (*setpoint*);
- Comando de reconocimiento y rearme;

Los comandos de aumentar/disminuir y referencia deben ser definidos para controlar variables como por ejemplo: la potencia y la tensión de la unidad generadora, el control conjunto y el limitador del distribuidor de la turbina.

Todas las ventanas de comando de la Interfaz deben presentar mensajes si hay alguna restricción operativa o bloqueo activado, posibilitando la continuación o no del mismo después de que el operador tome conocimiento del mensaje.

6.4.4.1 Comandos Biestables

Estos comandos deben ser activados por los operadores mediante la interfaz con indicación de confirmación y con presentación de señalización de restricciones operativas o bloqueos, cuando los haya.

Después de la ejecución de un comando binario (abrir/cerrar, encender/apagar, etc), se debe contar con la posibilidad de activar un temporizador, con un período ajustable para cada equipo de campo, para monitorear la ejecución con o sin éxito.

6.4.4.2 Comando Aumentar/Disminuir

Debe ser posible el envío automático del comando de aumentar/disminuir a las UACs/RTUs desde los módulos de control automático, así como envíos manuales a petición del operador como por ejemplo: aumentar/disminuir la posición de *TAP* de transformadores y la apertura de las compuertas del vertedero, potencia activa y tensión de unidad generadora, entre otros. Cada comando manual corresponde a un paso de aumentar/disminuir.

6.4.4.3 Comando de Referencia (SetPoint)

Debe ser posible el envío automático de los comandos de referencia (*setpoint*) a las UACs/RTUs desde los módulos de control automático, así como envíos manuales a petición del operador.

Además, se deben incluir recursos para, eventualmente, convertir el valor de referencia deseado en pulsos de aumentar/disminuir para las UACs/RTUs.

6.4.4.4 Comandos de Reconocimiento y Rearme de Alarmas

Después de las acciones de reconocimiento de alarma en el SCADA, los comandos deben ser sincronizados en todas las Estaciones de Trabajo. De la misma forma, después de reanudar la condición normal y quitar los puntos de alarma de la lista de puntos, los comandos de rearme deben sincronizarse.

6.4.5 Eventos y Alarmas

6.4.5.1 General

Debe implementarse un mecanismo de eventos y alarmas para su uso en las estaciones de trabajo.

A efectos de este inciso, se considerarán:

- Eventos son todas las ocurrencias de cambios de estado de puntos de supervisión, acciones de operadores, fallas en la ejecución de acciones, cambios en condiciones operativas y acciones relevantes de lógicas de control automático, etc.
- Las alarmas son casos particulares de eventos cuya ocurrencia debe ser comunicada a operadores evidenciando la necesidad de acciones operativas.

El SCADA debe estar diseñado para que ningún evento o alarma se pierda, incluso en estados de elevada actividad.

Las funciones de parpadeo se deben utilizar para indicar las alarmas no reconocidas y un código de color para indicar el tipo de alarma y su condición.

La configuración y señalización de alarmas deben cumplir con las recomendaciones de la Norma “ANSI/ISA-18.2: Management of Alarm Systems for the Process Industries”.

Debe ser posible filtrar las listas de eventos y alarmas, y guardar estos filtros por cada usuario para ser recuperado en su próximo acceso.

Las listas de eventos y alarmas deben respetar los límites de las AoRs (Áreas de Responsabilidad) para ser visualizadas y atendidas por Operadores.

6.4.5.2 Filtrado y Agrupamiento de Eventos y Alarmas

Los eventos se deben poder filtrar/agrupar, como mínimo, en las siguientes categorías:

- Operación de la central hidroeléctrica, eventos asociados con las funciones de operación;
- Operación de las subestaciones del cuadrilátero 500 kV, eventos asociados con las funciones de operación;
- Operación de los Servicios Auxiliares CA, CC y el Sistema de MT, eventos asociados con las funciones de operación;
- Funcionamiento del sistema, eventos asociados a las funciones del despachante;
- SCADA, eventos asociados a los equipos de sistema, como nodos lógicos o físicos, UAC, RTU, equipos de comunicación.

En lo que se refiere a la presentación de eventos y alarmas, se considerarán por defecto como mínimo las siguientes listas:

- Listas de eventos (todas las alarmas correspondientes están incluidas)
 - Lista de Eventos general;
 - Operación de la central hidroeléctrica;
 - Operación de las subestaciones del cuadrilátero 500 kV;
 - Operación del Servicios Auxiliares CA, CC y Sistema de MT;
 - Funcionamiento del Sistema asociado a las funciones del despachante;
 - Lista de eventos del propio SCADA;
 - Lista de puntos con entrada manual;
 - Lista de puntos inhibidos;
 - Lista de puntos desactivados;
 - Lista de puntos no válidos;
 - Lista de estado de interruptores;
 - Lista de estado de seccionadores;
 - Lista de equipos en condición anormal;

Las listas de eventos deben presentar el Tag y descriptivo completo del punto adquirido o calculado.

Cada lista debe tener la posibilidad de filtrar, como mínimo, por TAG y por texto introducido por el usuario. Asimismo, se deberán proveer otras formas de filtro, así como filtro por área/subestación a la que pertenecen ciertos puntos, etc.

- Listas de Alarma
 - Lista de alarmas general;
 - Resumen de la Operación de la central hidroeléctrica
 - Listas de alarmas por unidad generadora;
 - Subestaciones del cuadrilátero 500 kV;
 - Vertedero;
 - Presa;
 - Servicios Auxiliares de la Casa de Máquinas - AC;
 - Servicios Auxiliares de la Casa de Máquinas - DC;
 - Resumen de la Operación del Sistema (Despacho);
 - Operación Hidráulica;
 - Operación Eléctrica;
 - Operación de Energía;
 - Resumen SCADA;
 - Equipos SCADA y Comunicación;
 - Otros Equipos;
 - Lista de Secuencia de Eventos;
 - SOE Resumen;
 - SOE por unidad generadora y subestación;

Las listas de alarmas deben presentar el descriptivo completo del punto supervisado o calculado. Adicionalmente deberán presentar el tablero y el dispositivo primario de los puntos alarmados de campo.

Cada lista debe tener la posibilidad de filtrar, como mínimo, por TAG y por texto introducido por el usuario. Asimismo, se deberán proveer otras formas de filtro, así como filtro por área/subestación a la que pertenecen ciertos puntos, etc.

En la lista de alarmas debe ser posible filtrar las alarmas, reconocidas, no reconocidas y borradas.

Debe ser posible para el personal de SALTO GRANDE modificar, configurar las listas anteriores y crear nuevas listas o categorías de eventos o alarmas.

6.4.5.3 Clases de Alarmas/Eventos

Las alarmas y eventos se clasificarán provisionalmente como mínimo en siete (07) clases con sus respectivas prioridades:

- Disparo con bloqueo;
- Disparo sin bloqueo;
- Bloqueo Operado;

- Emergencia o Urgentísimos;
- Urgentes;
- Ordinarias;
- Equipos propios Sistemas de Control.

Debe ser posible reconfigurar y definir otras clases de alarmas.

Las distintas clases de alarmas deberán poder ser asociadas, como mínimo, a distintos elementos tales como:

- Colores y fondos de textos.
- Sonidos.
- Prioridades.

6.4.5.4 Presentación y Anunciación de Alarma

Una instancia de alarma debe ser presentada y anunciada en los puestos de operación, de acuerdo con su modo de funcionamiento, de la siguiente manera:

- Visualización de una ventana específica de macro alarmas, donde la macro-alarma indica el área de ocurrencia de la alarma. La macro-alarma debe indicar un objeto para acceder a la pantalla que contiene el diagrama de esta área, así como acceder a la lista de alarmas correspondiente. La macro-alarma debe parpadear con el color del tipo de alarma más crítico que representa. El efecto parpadeante debe cesar después del reconocimiento de las alarmas del área, manteniendo el color de la alarma más crítica no rearmada.
- Accionar una alarma sonora en las estaciones de trabajo según la clase de alarma.
- Visualización del punto de la lista de alarmas en el color asociado, parpadeando hasta que sea reconocido.

Las listas de alarmas deben mostrar las alarmas en orden cronológico, siendo las más recientes en la parte superior de la lista.

- Aparición de la alarma en todas las pantallas donde está presente: cambio de color en el botón de acceso a la lista de alarmas, parpadeando los gráficos que representan el punto, las macro alarmas asociadas y las pantallas de alarma para las que se ha configurado.
- Las alarmas de los equipos colocados en mantenimiento deben tener la posibilidad de inhibir o desactivar todo su tratamiento.

6.4.5.5 Almacenamiento de Eventos y Alarmas

Las listas de eventos, alarmas y SOE deben tener la capacidad de soportar una condición de carga pesada del sistema.

La función de almacenamiento y recuperación de registros de alarmas y eventos se debe constituir en una lista cronológica de todas como mensajes de alarma y evento del Sistema SCADA.

Cada registro debe tener la misma información que se presenta en los resúmenes de alarmas y eventos. Las alarmas y los eventos almacenados no se deben poder modificar.

Se deben proporcionar funciones de clasificación, presentaciones selectivas (filtrado) e impresión del contenido de las alarmas y eventos registrados. Estas funciones deben estar disponibles a través de una interfaz de operador.

Además, debe ser posible almacenar las alarmas, incluidas las que se han eliminado o cancelado de las listas y las listas SOE, para permitir un acceso selectivo posterior y facilitar el proceso de análisis.

Se deben proporcionar funciones para generar todas las listas de eventos y alarmas en archivos en formato PDF, XLS, CSV a elección del operador, sin restricciones dentro de los períodos almacenados y los números de registros.

6.4.5.6 Descripción de Alarma

Deben ser suministrados medios para almacenar descripciones de alarmas con al menos doscientos (200) caracteres. Esta descripción debe poder ser accedida en las líneas de la lista de alarmas, y cada descripción debe atender una alarma individual o grupos de alarmas. Se deben proporcionar recursos para configurar y editar las alarmas y modificar todas sus características y formas de presentación.

6.4.6 Intercambio de variables

6.4.6.1 Consideraciones Generales

La función de intercambio de variables debe proporcionar todos los recursos necesarios para controlar el envío y recepción de comandos y telemetría entre el SCADA y los equipos del Nivel 1 (N1).

6.4.6.2 Vinculación con UACs

La vinculación del SCADA con las UACs de Nivel 1 se realiza a través de sus FEP conectados al bloque de Adquisición.

El FEP debe ser capaz de soportar el vínculo con los controladores de las UACs en una modalidad redundante.

~~El protocolo definido para la vinculación entre SCADA y las UACs deberá ser un protocolo que el FEP implemente en forma nativa y que sea industrial estándar abierto (No propietario) que contemple en su device profile.~~ Para la comunicación de los FEP con las UACs, trabajando el FEP como Maestro/Cliente, se admitirán dos posibilidades:

- Comunicación vía el protocolo DNP3.0 (mínimo Level 2).
- Comunicación vía IEC 60870-5-104 u otro protocolo industrial estándar, abierto (no propietario), que contemple en su Device Profile las siguientes características:
 - Comandos digitales
 - Setpoints analógicos
 - Reporte por cambio de estado/calidad y por chequeo de integridad de variables digitales
 - Reporte por cambio de valor/calidad, por tiempo y por chequeo de integridad de variables analógicas
 - Contadores/Acumuladores
 - Estampado de tiempo de variables digitales, para implementación de filosofía SOE con resolución mínima de 1ms
 - Filosofía de enclavamiento de seguridad para el envío de comandos o setpoints, del tipo Select-Before-Operate o equivalente

~~Se entiende por implementación nativa de un protocolo, aquella que utiliza los recursos propios del FEP para implementar el protocolo en cuestión.~~

No se admitirán ofertas que utilicen conversores de protocolo de ningún tipo para vincular en forma definitiva los FEP de Nivel 3 con las UACs de Nivel 1. Tampoco se admitirá protocolo del tipo IEC 61850 para la vinculación entre el Nivel 3 y el Nivel 1 de control.

Se entiende por protocolo industrial abierto (no propietario) aquel que es de amplia implementación industrial, internacionalmente acreditado por normas de entes reconocidos en la materia (IEEE, IEC, ITU-T, etc), y que la totalidad de la documentación relativa a su implementación técnica, sin importar la especificidad de la misma, se encuentra disponible para su uso en forma pública; adicionalmente, su utilización/implementación no se encuentra asociada al pago de una licencia o “fee”. Dicha documentación deberá estar disponible en idioma inglés o español.

6.4.6.3 Vinculación con las RTU

Las RTUs existentes, durante el período de transición, se vincularán con el SCADA, en forma redundante, vía el protocolo DNP3 (Level 2) a través de una red de fibra óptica en doble anillo (existente).

Cada RTU tiene dos (02) canales de fibra óptica para redundancia. El CONTRATISTA debe proveer los medios necesarios para compartir este canal con los FEP redundantes de cada SCADA.

Las RTUs se integrarán al SCADA al inicio de la migración de los sistemas heredados y se deben deshabilitar y desafectar a medida que los nuevos equipos entren en funcionamiento hasta el final de la renovación del Nivel 1 de Control.

Para abordar la transición de las RTUs instaladas actualmente en campo se deberá prever la utilización del protocolo DNP3 (Level 2).

Durante la transición, donde se estará migrando el Nivel 3 y Nivel 2 hacia los nuevos, se deberá implementar la comunicación con las actuales RTUs de Nivel 1 vía DNP3.0 Level 2. En este caso, se admitirá temporalmente la utilización de conversores de protocolo, en caso de ser necesario, solamente durante la transición mencionada precedentemente.

6.4.6.4 Telecontrol de las Subestaciones 500 kV

El SCADA de Nivel 3 se vinculará, en forma redundante, mediante un gateway (existente) con el SAS (Sistema de Automatización de Subestación) de cada una de las 4 Subestaciones del cuadrilátero 500 kV.

A través del Bloque de Adquisición se vincularán las fibras ópticas provenientes de las SSEE, recibiendo la telemetría de los SAS y enviando desde el SCADA comandos remotos.

Los protocolos definidos para la vinculación entre SCADA y los SAS deberán ser DNP3 (Level 2) o IEC 60870-5-104 para lo cual el FEP deberá tener soporte nativo (sin equipamiento adicional para conversión de protocolo).

6.4.7 Interfaces con Histórico Externo (Nivel 3)

El Sistema de Control SCADA de Nivel 3 deberá vincularse con el Histórico Externo ubicado en la DMZ.

Preferentemente, la vinculación, debe poder integrarse al proceso de Alta, Modificación y Baja de puntos del Sistema SCADA/EMS, de forma tal que cualquier modificación realizada en el SCADA/EMS impacte de igual modo en el Histórico Externo.

6.4.8 Configuración y Mantenimiento del SCADA/EMS

Deben ser suministradas por el CONTRATISTA de forma integrada herramientas para la configuración, diagnóstico y mantenimiento del SCADA/EMS, el cual debe ser accedido a través de las Estaciones de Ingeniería.

Las herramientas provistas deberán contener como mínimo las siguientes características:

- Gestión de base de datos de tiempo real y de la configuración del SCADA/EMS.
- Carga de la base de datos de tiempo real, programas o archivos de configuración e inicialización.
- Creación y modificación de pantallas de las estaciones de trabajo con sus respectivos valores dinámicos.
- Gestión de la copia de seguridad de todo el sistema y su configuración, esto incluye tanto la generación de respaldos como su posterior restauración.

Las herramientas para gestión, configuración y mantenimiento, además de reunir las funciones generales ya descritas, debe también poder ejecutar como mínimo las siguientes funciones de ingeniería:

- Modificación de los límites de funcionamiento normal de las señales de proceso;
- Bloquear y liberar la actualización de la base de datos;
- Ajustar el valor inicial de los puntos de operación;
- Retener los ajustes de referencias y escalas del equipamiento de campo supervisado por el SCADA.

6.4.9 Gestión de Histórico Interno

6.4.9.1 General

Debe ser suministrada una herramienta de gestión de bases de datos para el Histórico Interno del SCADA, que debe disponer de recursos que permitan la definición de estructuras de datos, responsable de la creación, almacenamiento y mantenimiento de los archivos, tablas y datos necesarios para todas las funciones del sistema. Se deben cumplir como mínimo los siguientes requisitos:

- Ante un evento en el que el Histórico Interno por alguna falla no pueda acceder a las variables en tiempo real deberá existir un mecanismo automático que haga seguimiento de la evolución temporal de las mismas y posterior a la reposición de la falla permita al Histórico Interno hacerse de los registros no adquiridos.
- Proporcionar información estadística sobre su rendimiento;
- Proporcionar medios para administrar las versiones de la base de datos;
- Permitir hacer respaldos de la base de datos durante su uso, sin que esto degrade el funcionamiento normal de la misma.

La definición de las estructuras y del contenido de la base de datos debe realizarse utilizando un lenguaje de alto nivel para manipulación de base de datos.

6.4.9.2 Definición y modificación de la estructura de datos

El Contratista deberá proveer los medios para gestionar la estructura de datos de las Bases de Datos del Histórico Interno.

Los cambios en la estructura se deben realizar sin afectar la operación del sistema. Sólo después de la validación se podrá cargar una nueva versión en el ambiente de producción.

6.4.9.3 Generación y Mantenimiento de Bases de Datos

La herramienta de gestión de Base de Datos deberá poder definir el contenido, la estructura y el método de acceso para crear y mantener la base de datos. Durante la generación de la base de datos se debe comprobar la integridad de los registros.

Las compilaciones hechas para cambios de base de datos deben proporcionar medios para informar errores y recuperar información en caso de falla.

6.4.9.4 Soporte para la Documentación de Base de Datos

La herramienta de gestión de Base de Datos deberá poder generar informes que contengan estructuras y contenido de base de datos.

6.4.9.5 Gestión de Archiving

Las herramientas de Gestión de Base de Datos deberán tener la funcionalidad de gestionar los registros históricos una vez alcanzado el límite temporal definido para la Base de Datos.

Se deben proporcionar recursos para almacenamiento y consulta de lo archivado.

6.4.10 Interfaz Humano-Máquina

6.4.10.1 Modos de Operación de la Estación de Trabajo

Los modos de operación se utilizan para designar una manera de operar o realizar las actividades de la operación.

Los modos de operación deben permitir a los operadores ejecutar los procedimientos y acceder a los registros relativos a su área de responsabilidad.

El SCADA deberá incluir las licencias correspondientes para la creación de al menos 40 usuarios nominales y prever el acceso concurrente de al menos doce (12) de ellos en cualquier modalidad de funcionamiento del sistema. De estos totales, se espera que al menos 5 dispongan perfil de administración y gestión de la solución.

El SCADA debe ofrecer la posibilidad de configurar diversos modos de operación de acuerdo con el perfil y área de responsabilidad del usuario.

Dependiendo del modo de operación, debe haber restricciones en las funciones y registros accesibles por los usuarios, para evitar acciones no autorizadas.

Como mínimo los siguientes modos de funcionamiento se deben definir:

a. Modo de Operación total del Complejo.

Este modo es designado para operar todo el Complejo de Salto Grande, la central hidroeléctrica, incluyendo actividades de supervisión y control de los equipos/instalaciones de cada casa de máquinas, edificios de mando, vertedero y Subestaciones del cuadrilátero de 500 kV, incluyendo actividades de supervisión y control de la operación interconectada en los aspectos eléctricos, energéticos e hidráulicos. En el caso de Nivel 3 de Control deben ser accesibles a todas las funcionalidades EMS (AGC, AVC, RSF, etc).

Modo de Supervisión

Este modo permite apenas sólo la visualización de las estaciones de trabajo de acuerdo al área de responsabilidad.

Se deben proporcionar recursos para definir otros modos de funcionamiento, asignando otras áreas de responsabilidad y uniendo las áreas de responsabilidad arriba en un solo modo.

6.4.10.2 Estaciones de Ingeniería

Las Estaciones de Ingeniería se destinarán al diagnóstico, configuración y mantenimiento del SCADA/EMS. Estas estaciones deberán poder trabajar con todos los modos de operación de las Estaciones de Trabajo pero también deberán permitir el uso de un modo adicional denominado **“Configuración y Diagnóstico”**.

Este modo se asigna para el desarrollo e implementación de lógicas de control, así como para incluir, modificar o eliminar puntos, eventos, alarmas y parámetros, pantallas, acceder a visualizaciones disponibles en las estaciones de trabajo en otros modos de operación, como así también para el diagnóstico y configuración de bajo nivel del SCADA.

6.4.10.3 Requisitos Generales de Visualización de las Estaciones de Trabajo/Ingeniería

La IHM de las estaciones debe integrar un conjunto de funciones que permite la operación de todo el Complejo Hidroeléctrico de Salto Grande. La filosofía de operación a través de la Interfaz Humano-Máquina debe utilizar los siguientes principios:

- Diseño totalmente gráfico;
- Seguridad operacional mediante modos de operación, incluso con identificación adecuada de cada modo de forma visualmente fácil de verificar;
- Estructura jerárquica de pantallas/sinópticos;
- Estandarización funcional de las Estaciones de Trabajo;

La IHM debe consistir en una interfaz y dispositivos de visualización asociados a las estaciones de trabajo con gráficos completos. Las señales audibles también deben formar parte de la IHM.

La IHM debe estar diseñada para garantizar la supervisión y el control de la central hidroeléctrica, así como permitir los ajustes, la depuración y la puesta en operación del Sistema SCADA/EMS, además de garantizar, posteriormente, su diagnóstico y mantenimiento.

Debe adaptarse a las necesidades del operador y aprovechar eficazmente los recursos para que, mediante las herramientas gráficas, se obtenga un ambiente intuitivo y fácil de aplicar y usar, debiendo basarse en modelos comprensibles que sigan una lógica única para todas las funciones.

Los parámetros analógicos ingresados por el operador deben ser verificados si están en el rango y formatos adecuados para el proceso asociado.

La IHM debe proveer facilidades para supervisar, en tiempo real, todos los parámetros disponibles desde campo y sus atributos en el Sistema SCADA/EMS.

Todas las pantallas, gráficos, mensajes de fallas, alarmas y eventos que utilizan la IHM para la supervisión y control de la central hidroeléctrica y los ajustes y parámetros que son vistos por los operadores deben estar en idioma español.

6.4.10.3.1 Pantallas Gráficas del Sistema

Generalidades

Las pantallas gráficas deben presentar una visión completa del proceso industrial con los equipos en campo y deben atender al estándar de pantallas definido por SALTO GRANDE, mantener algunas de las funcionalidades existentes y respetar, en la medida en que lo permitan los recursos gráficos de la Estación de Trabajo, las relaciones espaciales y la representación de los equipos. Las mismas deberán poder ser visualizadas por medio de los monitores de las estaciones de trabajo como así también del VideoWall provisto y del existente.

Las pantallas gráficas deben rescatar las condiciones operacionales que ayuden al desempeño para permitir al Operador poder asimilar, con una presentación eficiente para que las variables más importantes se destaquen de las demás, evitando así la sobrecarga cognitiva del Operador.

El desarrollo de pantallas gráficas debe facilitar la accesibilidad del operador, previendo el uso de las Estaciones de Trabajo por parte de personas con Daltonismo, que es un trastorno visual que impide a las personas diferenciar y distinguir algunos colores.

El estilo de la pantalla, así como la presentación de las alarmas, deben cumplir con los conceptos de alto rendimiento y deberá cumplir con las recomendaciones de la Norma "ANSI/ISA-101.01-2015: Interfaces Hombre-Máquina".

En cada monitor de cada Estación de Trabajo/Ingeniería deberá ser posible desplegar en forma simultanea al menos 4 pantallas/display del Sistema de Control.

Todas las pantallas/displays de las Estaciones de Trabajo deberán ser desarrolladas y configuradas por el Contratista, con el acompañamiento del personal de Operaciones de Salto Grande, a los efectos de poder permitir operar adecuadamente el equipamiento del Complejo. Estos displays deberán estar en concordancia con la norma ANSI/ISA 101.01. Para esto, se tomará como punto de partida el set de pantallas y displays que se encuentran desarrolladas y en funcionamiento en el sistema de control actual de planta.

Cantidades:

Las cantidades de pantallas gráficas deberán ser definidas en conjunto con SALTO GRANDE durante el proyecto ejecutivo y dependerá de la funcionalidad y características de cada sector de planta a ser supervisado y controlado. Todos los equipos, señales de entrada/salida, estados, señales internas, comandos y variables de la central hidroeléctrica deben ser indicados. Su presentación e interfaz con el Operador estarán sujetas a la no objeción de SALTO GRANDE.

La Estaciones de Trabajo deberán incluir todas las pantallas que sean necesarias para atender todas las funcionalidades del proceso y de estas Especificaciones Técnicas, y tener la capacidad de expansión, es decir, de creación de nuevas pantallas de al menos 100% para uso futuro, sin afectar la performance del SCADA.

6.4.10.3.2 Formatos de Pantalla para Supervisión y Control

El CONTRATISTA debe diseñar, construir e integrar todos los esquemas de pantallas, con la no objeción del personal de SALTO GRANDE. Los esquemas de pantalla deben utilizar las facilidades y ventajas técnicas de alta resolución gráfica disponibles en el sistema para optimizar las funcionalidades en la IHM.

6.4.10.3.3 Actualización de Parámetros Dinámicos

Todos los valores analógicos, visualizados en pantallas sinópticas o ventanas, deben actualizarse con la periodicidad establecida en el inciso 6.4.14 "Desempeño y Disponibilidad" de este capítulo.

La representación en pantalla del estado de los equipos de campo debe actualizarse inmediatamente después de que el cambio se haya incorporado en la base de tiempo real, sin esperar el barrido de actualización de los valores analógicos.

Adicionalmente deberá ser posible configurar la posibilidad de tener hasta cinco (05) ventanas activas en cada uno de los monitores, todo de acuerdo con lo especificado en el Inciso 6.4.14 "Desempeño y Disponibilidad" sin que se produzca degradación de las características garantizadas del SCADA.

6.4.10.3.4 Representación Dinámica

Todos los equipos de campo supervisados y/o controlados desde el SCADA, deben ser representados e identificados mediante símbolos, objetos gráficos y/o caracteres alfanuméricos, los cuales deben variar dinámicamente de acuerdo a su condición o estado en el campo.

Para ver las diferentes condiciones y atributos de las referencias dinámicas se deben utilizar colores diferentes en los símbolos y los caracteres alfanuméricos.

Se utilizarán colores diferentes para los valores analógicos que superen los límites permitidos de escala.

Si no se ha reconocido aún una alarma de infracción de límites para los valores analógicos, el valor debe indicarse de forma intermitente.

Se deben utilizar colores diferentes a los utilizados para la representación de los niveles de tensión de la red del sistema de potencia, para indicar el estado de "Energizado", "Desenergizado" y "Puesto a Tierra" de los generadores, transformadores, líneas de transmisión y secciones de barras.

Para todos los puntos del sistema, elementos, equipos o unidades deben estar previstos etiquetas que señalan las condiciones especiales de operación. Deben ser representados apropiadamente en las pantallas gráficas, en las listas y en los diagramas tabulares.

Los colores y símbolos, objetos gráficos y caracteres alfanuméricos dinámicos deben cumplir con lo especificado por SALTO GRANDE.

6.4.10.3.5 Normas para los Colores Dinámicos

El CONTRATISTA debe seguir las convenciones mencionadas anteriormente, definidas para la elaboración de pantallas de la IHM. Estas convenciones establecen los patrones de color según las condiciones, las etiquetas, los símbolos, la categoría de las alarmas, el estado y el comportamiento de los equipos.

El SCADA debe ser capaz de representar mediante símbolos los diferentes elementos, equipos y dispositivos de la central hidroeléctrica, los cuales deben presentarse en las pantallas de acuerdo con el código de colores y símbolos definidos.

Colores Dinámicos para la Red Eléctrica

Se deben proporcionar capacidades para colorear en forma dinámica el estado de todos los elementos de la red eléctrica. Debe ser posible determinar qué elementos de la red están desenergizados como consecuencia de cambios de estado de los interruptores, seccionadores y generadores. Un elemento de la red será considerado desenergizado si está aislado físicamente del resto de la red y la sub-sección aislada a la que pertenece no tiene fuentes de tensión energizadas dentro de ella. La ausencia de una fuente de tensión energizada debe ser confirmada además por la ausencia de flujos de potencia dentro de dicha sub-sección.

Los elementos de la red tales como: líneas, transformadores, secciones de barras, generadores, etc. deben cumplir, dinámicamente, la norma de colores definida por SALTO GRANDE para las pantallas gráficas. Se deben tener en cuenta los niveles de tensión y las condiciones bajo las cuales están operando los equipos (puestos a tierra, desenergizados o energizados).

Las condiciones dinámicas para la actualización de las pantallas deben cumplir lo establecido en el Inciso 6.4.14 "Desempeño y Disponibilidad" de este capítulo.

6.4.10.3.6 Etiquetas

Las etiquetas representan condiciones especiales de operación, sobre las cuales el operador quiera llamar la atención colocando restricciones o advertencias. Se deben representar en las pantallas mediante símbolos.

Las etiquetas deben ser independientes entre sí a efectos de su uso, pero a efectos de colores y símbolos en las pantallas automáticamente se deben aplicar niveles de jerarquías.

Los símbolos y las jerarquías que se deben aplicar a las etiquetas dependerán de los recursos gráficos de la estaciones de trabajo, por lo que deben definirse con SALTO GRANDE durante la fase de WORKSTATEMENT.

Cuando más de una etiqueta está asociada con un equipo, la etiqueta con la prioridad más alta, de acuerdo con la definición de SALTO GRANDE, debe mostrarse en la pantalla.

Las etiquetas deben poder ser colocadas o retiradas por el operador, según los permisos de su usuario.

La aplicación de etiquetas a los puntos del SCADA, elementos, subsistemas, etc., debe ser una característica nativa del mismo.

Debe tener capacidad para definir como mínimo siete (07) tipos de etiquetas que se identifican como:

- Entrada Manual;
- Notas del Operador;
- Comando Inhibido;
- Alarma inhibida;
- Exploración/Barrido Inhibido;
- En Prueba;
- En Mantenimiento.

Debe ser posible registrar toda creación, modificación o eliminación de etiquetas en la lista de eventos del SCADA.

Al menos 2 etiquetas deben tener la capacidad de suprimir las alarmas de una determinada área pasándolas a eventos.

Las etiquetas deben ser aplicables a los puntos de supervisión y control del SCADA, así como a las pantallas.

Debe ser posible visualizar en una lista las etiquetas existentes con los siguientes detalles:

Fecha de aplicación;
Equipo/punto aplicado;
Operador responsable por la aplicación;
Tipo de etiqueta;
Notas de los operadores.

6.4.10.3.7 Impresión de Pantallas

El operador debe poder obtener capturas de cualquier pantalla o ventana de lo que se está presentando mediante un procedimiento simplificado. Las impresiones pueden ser en colores o blancas y negras.

6.4.10.3.8 Curvas de Tendencias

La función de registro de tendencias permite analizar la tendencia de cualquier valor analógico convenientemente seleccionado del proceso para examinar el comportamiento y el rendimiento de la operación.

El SCADA debe tener la capacidad de generar gráficos de evolución temporal a partir de los valores de registros históricos, es decir, "curvas de tendencia" o "pantallas de tendencia".

Las curvas de tendencia deben tener un gráfico con capacidad de al menos 1.000 puntos "x-t" para cada magnitud.

Las curvas de tendencia deben poder realizarse con variables analógicas o de estado.

Los grupos de variables analógicas medidas o calculadas deben ser previamente definidos y sus valores a lo largo del tiempo deben poder ser presentados en forma de gráficos y tablas.

Debe ser posible formar hasta cincuenta (50) grupos de hasta diez (10) variables cada uno, con la periodicidad de actualización pudiendo ser seleccionada por grupo entre el tiempo normal de barrido y una (01) hora. El número de muestras para la composición de los gráficos deberá ser capaz de satisfacer al menos la cantidad de valores necesarios para registrar la evolución de la variable durante un mínimo de veinticuatro (24) horas.

Para cada señal medida se deben poder generar curvas de tendencia, con escalas ajustables en ambos ejes. En el caso de utilizar varias curvas en una misma pantalla, deben ser presentadas en colores diferentes para cada variable. La escala de tiempo debe ser ajustable en rangos que permita seguir la evolución de la variable en tiempos cortos y largos.

Debe ser posible visualizar el valor (numérico) de las variables en el gráfico que aparece en la pantalla. El registro de cada grupo de variables debe iniciarse o interrumpirse a petición del operador desde cualquier estación de trabajo seleccionada como supervisión u operación.

Debe ser posible definir los parámetros para la formación de grupos de variables, la definición de la periodicidad y los formatos de presentación, así como el formato de visualización, los colores, las escalas, etc.

Los valores de las variables que componen las curvas de tendencia deben poder presentarse en valores de ingeniería o normalizarse en p.u. ("por unidad").

La presentación de la curva de tendencia debe incluir características que permitan cambiar la escala de la curva ("zoom in" y "zoom out"), el desplazamiento vertical y horizontal de la curva ("panning").

Las funciones de escala automática se pueden utilizar al comienzo de la presentación de gráficos o mediante un comando del usuario. No se deben realizar cambios de escala automáticos mientras se muestran curvas de tendencia.

Los valores correspondientes a esta función deben poder quedar asociados a la sesión del operador para su futura reutilización.

Debe ser posible al operador iniciar tendencias basándose en los valores registrados en los históricos, con las mismas capacidades que las tendencias en tiempo real.

Debe ser posible seleccionar cualquier período registrado en el histórico interno de manera simple y directa por parte del operador.

6.4.10.3.9 Curvas X-Y

El SCADA debe poder generar curvas del formato X - Y con registros en tiempo real o con valores del histórico interno. Las curvas X - Y deben poder mostrar gráficos de hasta al menos 1.000 pares de puntos;

Las curvas X - Y deben poder realizarse con valores analógicos y de estado.

Los valores presentados en las curvas X - Y deben poder comprender valores adquiridos previamente a lo largo del tiempo, y registrados en el Histórico Interno, como así también valores en tiempo real, es decir, los últimos valores adquiridos para el punto.

Los valores de las cantidades que componen las curvas X - Y deben poder presentarse en valores reales o normalizados en p.u. ("por unidad")

Para iniciar una curva X - Y, el usuario deberá poder elegir la fecha y hora de inicio de la curva, un par de puntos del SCADA y la tasa de actualización de la curva.

Los puntos secuenciales de la curva estarán conectados por segmentos de línea recta.

La presentación de la curva X - Y debe incluir características que permitan cambiar la escala de la curva ("acercar" y "alejar"), el desplazamiento vertical y horizontal de la curva ("panorámica"). Debe haber un comando para poner una curva delante de las demás.

Debe haber una indicación de que la curva ha evolucionado fuera de los valores de la escala.

6.4.10.4 Procedimientos Operativos de la Estación de Trabajo

6.4.10.4.1 Inhibición/Desactivación de equipos o variables

El sistema debe permitir inhibir/deshabilitar o activar/deshabilitar la supervisión de equipos o puntos mediante diagramas esquemáticos, unifilares, sinópticos o tabulares para:

- Desactivar/activar la supervisión de equipos o puntos de operación;
- Inhibir/Desinhibir estados/eventos;
- Inhibir/Desinhibir las alarmas;
- Inhibir/Desinhibir comandos.

Los puntos desactivados no se deben actualizar con valores de campo. Esta asignación debe inhibir la generación de los eventos, alarmas y los comandos asociados. Debe existir una lista dedicada que muestra qué puntos están deshabilitados.

Los puntos con alarmas inhibidas deben continuar registrando eventos. Debe existir una lista dedicada que muestra que alarmas se encuentran inhibidas.

En el caso de que se intente dar un comando a un dispositivo designado como inhibido/desactivado, se mostrará un mensaje de solicitud no válida.

El SCADA debe asociar un atributo específico al punto actualmente asignado como "INHIBIDO" y también al punto asignado como "DESACTIVADO".

Todas las acciones de INHIBICIÓN/DESINHIBICIÓN y DESACTIVACIÓN/ACTIVACIÓN de equipos, deben quedar registradas en el Histórico Interno.

6.4.10.4.2 Entrada Manual de Valores y Estados

Se debe proporcionar una forma robusta y consistente de verificación en la introducción/modificación de valores/estados que permita comprobar la validez de lo introducido, avisar al operador en caso de error y cancelar la acción, así como permitir el reingreso de los mismos.

Se debe proporcionar la capacidad para visualizar aquellas variables que han sido introducidas manualmente mediante un listado de valores analógicos y digitales insertados, como mínimo, en las últimas veinticuatro (24) horas de operación, indicando: fecha y hora de actualización, la estación de trabajo donde se realizó la entrada y el nombre del usuario. Cada acción de entrada manual debe incluirse en la lista de eventos apropiada.

6.4.10.4.3 Comandos

Los comandos, independientemente de su naturaleza, deben:

- Ser registrados en los apartados de Eventos o Alarmas correspondiente, con una especificación del instante del evento, la estación de trabajo que originó el comando, y el nombre del usuario;
- Deben existir registros de comandos realizados con éxito, cancelación de los mismos por el usuario o por *time-out* en el Histórico Interno para posterior análisis;
- Ser abortados automáticamente por el SCADA en caso de conmutación por error o reinicio, enviando también un mensaje indicando el hecho.
- Ser habilitados sólo en el modo de operación apropiado en las estaciones de trabajo;
- Ser inhibidos para una estación de trabajo cuando otra ya inició una acción sobre la misma variable, emitiendo también un mensaje que caracterice el hecho.

Comandos Biestables (Trip/Close, Run/Stop, etc)

Los comandos sobre distintos equipos de campo deberán incluir las siguientes acciones:

- Seleccionar el equipo;
- Comprobar el modo de funcionamiento;
- Seleccionar la operación deseada;
- Comprobar si hay alguna restricción operativa o bloqueo de comando activado;
- Ejecutar el comando después de la confirmación del usuario.

Después de seleccionar el equipo, el SCADA debe proporcionar al usuario las opciones de comando compatibles con el estado real del equipo. Si el usuario selecciona una operación no válida, se debe rechazar la solicitud de comando y se debe indicar la restricción operativa.

Después de seleccionar un equipo y una operación deseada, el operador debe tener un tiempo predeterminado para completar el comando. Antes de confirmar efectivamente el comando, debe ser posible cancelar la acción mediante un botón específico.

En caso de rechazo de un comando, así como la ejecución correcta de un comando, un mensaje debe mostrarse con los detalles sobre lo que ocurrió.

Comando de Aumentar/Disminuir (Raise/Lower)

El comando de aumentar/disminuir debe incluir las siguientes acciones:

- Seleccionar el equipo;
- Seleccionar la operación deseada;
- Comprobar si hay alguna restricción operativa o bloqueo de comando activado;
- Ejecutar el comando;

La posición actual siempre debe aparecer.

Una vez que la selección del equipo ha sido realizada por iniciativa del operador, un temporizador con un período ajustable debe ser configurado para permitir la ejecución de otros comandos en el mismo punto. Si el temporizador se agota, el operador debe seleccionar el punto de nuevo.

La ejecución de este comando se puede suspender si se ha superado o se ha cancelado el tiempo de espera del operador.

Ajustes de Referencia

El comando del tipo de ajuste de referencia (*setpoint*) debe incluir las siguientes acciones:

- Seleccionar el equipo a controlar;
- Introducir el valor deseado;
- Comprobar si hay alguna restricción operativa o bloqueo activado;
- Ejecutar el comando después de la confirmación del usuario.

El valor actual debe indicarse así como los límites de operación. Este nuevo valor sólo será aceptado después de haber realizado una prueba de consistencia previamente.

Una vez realizada la acción de control, un temporizador debe iniciarse. Si se excede el período de tiempo, el operador debe volver a seleccionar el punto.

La ejecución de esta acción de control se suspenderá automáticamente después de que el tiempo para emitir el comando haya expirado o haya sido cancelado por el operador.

6.4.10.4.4 Asignación de Valores a Calcular

Debe ser posible definir expresiones matemáticas que el operador pueda seleccionar en cualquier momento para activar los cálculos en tiempo real por un período especificado.

6.4.10.4.5 Reconocimiento de Alarmas

Debe ser posible reconocer una alarma en las listas o en una pantalla que presente la alarma correspondiente. Cuando se reconoce una alarma, debe dejar de parpadear. Las alarmas, reconocidas o no, deben permanecer en la misma lista de alarmas.

Las variables que abandonaron su condición de alarma pero no fueron reconocidas deben aparecer en color diferente. Al reconocer la alarma rearmada, se eliminará de la lista junto con su elemento anterior actuado y reconocido.

También debe ser posible reconocer las alarmas por grupo. Sin embargo, sólo se pueden reconocer las alarmas visualizadas.

6.4.10.4.6 Silenciamiento de Alarma Audible

Deberá ser posible silenciar una alarma audible desde cualquier estación de trabajo.

La alarma se silenciará para todas las estaciones de trabajo en el mismo modo de funcionamiento.

6.4.10.4.7 Eliminación de Alarma

Debe ser posible quitar las alarmas de los puntos reconocidos y en condiciones normales. Esta eliminación debe producirse automáticamente o manualmente.

6.4.10.4.8 Inhibición de Alarma Sonora

Se deben prever medios para inhibir, independientemente, la señal acústica correspondiente a las alarmas, a partir de una estación de trabajo específica.

6.4.11 Areas de Responsabilidad (AoR)

El acceso a la telemetría en tiempo real y control del sistema eléctrico deberá gestionarse mediante la asignación de derechos asociados a cada cuenta de usuario/operador. Según se haya configurado desde la administración del SCADA, el operador obtendrá o se le restringirá acceso a determinados puntos y pantallas como así también a diferentes comandos.

6.4.12 Impresión y Registro de Variables

6.4.12.1 Asignación de impresoras

Las diversas impresoras se deben asignar libremente desde una lista de impresoras instaladas y que forman parte de la misma red.

6.4.12.2 Generación y Actualización de Informes

Se deben proporcionar medios que permitan ajustar desde las estaciones de trabajo los formatos de informe.

Debe ser posible elaborar informes que incluyan registros en tiempo real, calculados o históricos, estadísticos, eventos de listas de eventos, eventos insertados manualmente, notas y cualquier otro registro pertinente.

Además, el SCADA debe soportar el almacenamiento de informes, organizados por fecha y/o turnos del operador, para el acceso posterior desde estaciones de trabajo y de ingeniería.

Debe ser posible generar todos los informes en archivos en formato PDF, XLS, CSV.

6.4.12.3 Impresión de Informes

Debe ser posible imprimir informes de manera sistemática, desde las estaciones de trabajo o de ingeniería.

Los medios deben proporcionarse para permitir la selección de:

- El informe deseado;
- El valor del intervalo de tiempo;
- Selección del número de copias;
- Activación/desactivación de la impresión de informes;
- Numeración de secuencia de informe.

Se proporcionarán al menos los siguientes tipos de informe para las áreas de operación de la central hidroeléctrica y del despacho:

- **Informes horarios:** que contienen valores instantáneos del registro histórico previamente seleccionados para imprimir al final de la hora;
- **Informes de desviaciones:** conformado básicamente de valores máximos y mínimos ocurridos durante la desviación, valores medios comprobados y la configuración del Sistema de Potencia, a ser impreso al final de cada turno de operación. También debe ser posible incluir notas y comentarios por el despachador/operador;

- **Informes Diarios:** que consisten generalmente de valores máximos y mínimos ocurridos durante el día, medias y valores acumulados, a ser impresos cada 24 (veinticuatro) horas.
- **Informes Mensuales y anuales:** que consisten generalmente de valores máximos y mínimos ocurridos durante el mes/año, medias y valores acumulados, a ser impresos mensual o anualmente.
- Debe ser posible la configuración de nuevos informes, modificarlos o eliminarlos o suspender la actividad de generación de informes.

6.4.13 Copia de Seguridad y Recuperación

Debe proporcionarse una funcionalidad automática de copia de seguridad y recuperación del sistema, el cual soportará las copias de seguridad de la base de datos y del sistema SCADA. Las copias de seguridad deberán poder configurarse para ser completas o incrementales, y permitir al usuario definir los archivos del sistema a ser incluidos y la periodicidad de la copia de seguridad.

La operación de copia de seguridad debe ser automática. Si se encuentra algún problema, se debe generar una notificación para proporcionar asistencia.

Para el proceso de restauración, se debe proporcionar una herramienta que permita realizar la restauración en base a las Copia de Seguridad.

6.4.14 Desempeño y Disponibilidad

6.4.14.1 General

Los requisitos de desempeño y disponibilidad deben ser completamente atendidos por el SCADA, tanto en términos de *hardware* como de *software*.

Los requisitos de desempeño y disponibilidad de SCADA se describen en términos de:

- Funcionalidad;
- Tiempos de Respuesta;
- Disponibilidad;
- Confiabilidad;
- Reserva y escalabilidad;
- Definición de Estados de Elevada Actividad;

6.4.14.2 Funcionalidad

6.4.14.2.1 General

La concepción global del sistema debe incluir principalmente aspectos como:

- Utilización completa de funciones, equipos e interfaces;
- Interfaces funcionales de fácil utilización;
- Coherencia de los resultados numéricos y valores mostrados;

- Integridad de los registros almacenados;
- Utilización de conceptos y tecnologías de vanguardia, cuando sea apropiado;
- Flexibilidad para aceptar futuros cambios o mejoras.

6.4.14.2.2 Funciones críticas

Las funciones críticas del SCADA son las siguientes:

- Funciones Críticas Básicas:
 - Adquisición de registros y variables;
 - Procesamiento y Almacenamiento de Registros Históricos (Interno);
 - Visualización de variables en tiempo real y de Registros Históricos (Interno);
 - Ejecución y procesamiento de Comandos;
 - Ejecución de Cálculos y Secuencias.
 - Intercambio con Nodos SOTR e Histórico Externo.
- Funciones Críticas Avanzadas:
 - Supervisión del Sistema de Potencia/Hídrico;
 - Control Automático de Generación;
 - Control Automático de Tensión;
 - Control Automático de Regulación Secundaria de Frecuencia (RSF, tanto local como conjunta);
 - Supervisión de flujo de energía en el Sistema de Potencia;
 - Supervisión del Sistema Eléctrico;
 - Supervisión de la Reserva de Operación;
 - Evaluación del Sistema de Potencia por estimador de estados.

6.4.14.3 Tiempos de Respuesta

El SCADA debe ser dimensionado y parametrizado para una respuesta rápida con las siguientes características principales:

- Sistema Operativo para realizar tareas en tiempo real, sin que ello conlleve a una sobrecarga;
- Estructura y codificación de software altamente eficiente;
- Optimización de componentes para reducir el tiempo de respuesta.

La respuesta debe medirse en términos de respuesta funcional, es decir, el intervalo de tiempo entre solicitar la función y alcanzar los resultados finales.

Los tiempos de respuesta principales se definen a continuación y se incluyen en algunos casos las condiciones para obtener estas respuestas. Estos tiempos de respuesta se refieren al sistema todo configurado, incluyendo todas las reservas y expansiones previstas, y se refieren a condiciones de funcionamiento con contextos de elevada actividad.

6.4.14.3.1 Adquisición de variables y Respuesta de Control

Cambios de estado o evento: el intervalo de tiempo entre la ocurrencia de cualquier cambio de estado en su fuente (contacto de entrada de la UAC de nivel 1) hasta que el cambio se almacene en la base de datos de tiempo real del SCADA no debe superar los dos (02) segundos.

Mediciones analógicas: el intervalo de tiempo entre la adquisición de un valor analógico en la entrada del UAC de nivel 1 y el almacenamiento en la base de datos de tiempo real del SCADA no debe exceder los dos (02) segundos. Este tiempo incluye verificación de validez, conversión de unidades de ingeniería y verificación de límites de medición.

Comandos: el intervalo de tiempo desde la inicialización de un comando, manual o automático, hasta el accionamiento de los correspondientes contactos de salida del UAC de nivel 1, no debe exceder de un (01) segundo.

6.4.14.3.2 Respuesta de la Interfaz Humano-Máquina

Selección de visualización: el intervalo de tiempo entre la solicitud de cualquier visualización de la estación de trabajo y su visualización en pantalla, incluidas variables estáticas y dinámicas, no debe ser superior a tres (03) segundos.

Confirmación gráfica ante una acción de mando: el intervalo de tiempo de una acción de comando de control y confirmación gráfica del inicio de la ejecución del mando no debe ser superior a dos (02) segundos.

Actualización dinámica en pantalla de telemetría o valores calculados: el tiempo de actualización de las variables que se mostrará en pantalla deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- El estado, secuencia e eventos y mediciones analógicas se deben actualizar en pantalla en menos de un (01) segundo después de la actualización de la base de datos en tiempo real;

6.4.14.4 Disponibilidad

El SCADA debe estar diseñado para garantizar una disponibilidad igual o mejor que el 99,95% (noventa y nueve coma noventa y cinco por ciento), es decir, tomando como ejemplo una ventana de un año; un máximo de 4,4 horas de fallas al año.

El CONTRATISTA debe informar en la oferta los valores de disponibilidad, justificándolos mediante memorias de cálculo e informes técnicos.

6.4.14.5 Confiabilidad

Todos los equipos suministrados deben ser de buena calidad de fabricación, a fin de proporcionar una alta fiabilidad general para el sistema.

El *software* que se suministrará con el sistema debe estar libre de errores conocidos y problemas de rendimiento.

6.4.14.6 Reserva y Escalabilidad

El SCADA debe tener capacidad de reserva y previsión para expansiones sin la degradación de los tiempos de respuesta especificados.

El *hardware* y *software* del sistema deben ser modulares para garantizar que futuras expansiones o cambios no comprometan el sistema en operación. El *software* modular debe desempeñar funciones específicas, tener límites externos claramente definidos e interfaces simples con otros módulos de *software*.

6.4.14.6.1 Reserva de Uso de CPU

Cada servidor y estación de trabajo debe tener al menos un 40% (cuarenta por ciento) de reserva media de capacidad útil de la CPU y del canal I/O, medida durante un período de cinco (05) minutos asumiendo los estados de elevada actividad especificada en el Inciso 6.4.14.7 “Definición de Estados de Elevada Actividad” de este capítulo.

El uso medio del 60% (sesenta por ciento) incluye el procesamiento de todas las funciones especificadas que se les asignan con una cantidad de información y configuración del sistema según lo previsto en el momento de su aceptación final.

6.4.14.6.2 Reserva de Memoria Principal y Expansión

Cada servidor y estación de trabajo, debe suministrarse con al menos el 50% (cincuenta por ciento) de reserva de memoria volátil (RAM) instalada utilizada para uso exclusivo de SALTO GRANDE en el soporte de funciones suministradas.

Cada servidor y estación de trabajo debe tener una capacidad de reserva del 100% (cien por ciento) de slots disponibles para la instalación futura de módulos de memoria volátil (RAM) principal en relación con la capacidad total suministrada, sin la necesidad de agregar equipamiento adicional (con excepción de las nuevas memorias).

6.4.14.6.3 Reserva de Almacenamiento

El espacio libre de almacenamiento efectivo debe ser de al menos un 40%. Para el caso de los servidores se debe medir luego de aplicada la configuración de RAID. Este espacio libre deberá quedar disponible en las particiones de mayor actividad.

6.4.14.7 Definición de Estados de Elevada Actividad

Los estados de elevada actividad del SCADA/EMS son aquellos en los que ocurren los siguientes eventos en un período de cinco (05) minutos.

- Procesamiento de todos los programas en función de las funciones previstas;
- Cambio del 20% (veinte por ciento) de todos los puntos de estado cada minuto;
- Violación de límite de operación del 20% (veinte por ciento) de todos los valores analógicos cada minuto;
- Cambio de cuarenta y cinco (45) puntos de estado en 100 ms (cien milisegundos), entre el segundo y el cuarto minuto, en el 20% (veinte por ciento) de las UAC;
- Tasa mínima de interacción del operador de doce (12) acciones por minuto para cada estación de trabajo (selección de visualización, confirmación de alarma, comandos de control y entrada de parámetros);
- Actualización de registros dinámicos en una pantalla diferente en cada monitor de cada estación de trabajo con el mayor volumen de registros y cada exhibición mostrando un promedio del 20% (veinte por ciento) de violaciones de valores analógicos y 20% (veinte por ciento) de los cambios de estados por minuto;
- Visualización de una pantalla de una estación de trabajo específica, con variaciones de valores analógicos y cambios de estado, en todas las estaciones de trabajo;
- Visualización en todas las Estaciones de Trabajo, de todas las alarmas y eventos que ocurrieron en la lista de alarmas y eventos;
- Intercambio de variables con todos los sistemas externos.

6.5 Funcionalidades EMS

6.5.1 General

Estas funciones componen el conjunto de herramientas asociadas a las actividades de supervisión, control/optimización del despacho de carga, destinadas a cumplir requisitos funcionales típicos de un Energy Management System (EMS).

El producto a ser presentado en la oferta debe ser un producto con desarrollo comercial previo, que ya haya sido instalado y validado su funcionamiento en otras instalaciones y que forme parte del portfolio del oferente. No se aceptarán ofertas que cubran las funcionalidades EMS con desarrollos custom para proyectos puntuales. Queda exento de esta observación todos los aspectos relacionados con el inciso 6.5.2.2 Supervisión del Sistema Hídrico.

Los siguientes atributos se deben prever para la herramienta:

6.5.1.1 Disponibilidad

El nivel de disponibilidad de la herramienta a ser suministrada por el CONTRATISTA, califica dentro de lo especificado como Función Crítica Avanzada y debe ser compatible con lo exigido para la función correspondiente, conforme lo definido en el Inciso 6.4.14.4 “Disponibilidad” de este capítulo.

6.5.1.2 Integridad y restricciones

Todas las pantallas para consultar las variables de entrada y salida del EMS deben estar disponibles en todas las estaciones de trabajo. Sin embargo, deben proporcionarse jerarquías de acceso para que las operaciones de tuning y/o ajuste de parámetros puedan llevarse a cabo sólo por perfiles de ingeniería.

6.5.1.3 Código Fuente

Todo el código fuente de las herramientas o funcionalidades desarrolladas exclusivamente para SALTO GRANDE debe ser proporcionado.

6.5.2 Herramienta de Control en Tiempo Real

6.5.2.1 General

Todas las herramientas de control en tiempo real deben visualizarse en las estaciones de trabajo, según el modo de funcionamiento.

De esta forma, las pantallas asociadas a cada una de las funcionalidades de la herramienta deben satisfacer los requisitos de visualización de las estaciones de trabajo definidas en el Inciso 6.4.10.3 “Requisitos Generales de Visualización de las Estaciones de Trabajo/Ingeniería “ de este capítulo.

Para algunas funciones, se deben suministrar los medios necesarios para permitir el acceso a las pantallas de configuración de parámetros a partir de las estaciones de trabajo y/o ingeniería.

Las funciones deben, en general, presentar ventanas para la introducción manual de parámetros, así como tomar la posibilidad de activar algunas funciones a petición del operador.

Todas las herramientas de control en tiempo real deben procesarse en equipos vinculados a la red N3 de acuerdo con la arquitectura del sistema y la asignación de funciones entre equipos que cumplen los requisitos del Inciso 6.2 “Requisitos Físicos”.

6.5.2.2 Supervisión del Sistema Hídrico

Tiene el objetivo de supervisar en tiempo real de los niveles y caudales relacionados con el funcionamiento del sistema hídrico de SALTO GRANDE.

Está conformado por las siguientes funciones:

6.5.2.2.1 Supervisión del nivel de aguas arriba y abajo

Esta función realiza el seguimiento de todos los niveles de aguas arriba (embalse) y abajo (río). Deberán ser supervisadas todas las mediciones de nivel en la presa y en el río.

6.5.2.2.2 Cálculo del Caudal Vertido

Esta función calcula los valores del caudal vertido para cada compuerta en base a su altura, como así también el caudal total del vertedero. Se pondrán a disposición del proveedor las curvas paramétricas que caracterizan el caudal a través de cada compuerta, en función de los niveles aguas arriba y abajo.

6.5.2.2.3 Cálculo del Caudal Turbinado

Este cálculo obtiene los caudales de cada unidad generadora, de cada casa de máquinas y el caudal total turbinado. Además, los caudales calculados de la turbina deben compararse con valores medidos y alarmas deben ser generadas en caso de discrepancias. Se pondrán a disposición del proveedor las curvas paramétricas que caracterizan el caudal a través de cada turbina, en función de la potencia y los niveles aguas arriba y abajo.

6.5.2.2.4 Cálculo de Caudales Erogados

Este cálculo obtiene los valores de los caudales totales descargados aguas abajo de Salto Grande considerando los valores de caudal total turbinado y vertido.

Deben también proporcionarse el caudal instantáneo y el promedio de la hora anterior, el promedio estimado de la hora actual y del día.

6.5.2.2.5 Supervisión del Caudal Afluyente

Esta función toma como entrada los aportes a la cuenca del embalse y estima los valores de reserva en función de la curva característica del embalse y el caudal erogado. Se pondrá a disposición del proveedor la ecuación que caracteriza la reserva en función de los caudales entrantes/salientes.

6.5.2.2.6 Control del Caudal Erogado

El objetivo de esta función es controlar automáticamente el valor del caudal erogado a través del control de las compuertas del vertedero.

Desde el valor de los Caudales Erogados calculados, esta tarea calcula las posibles variaciones necesarias para cumplir con la programación de descargas diarias/horarias y determinar automáticamente nuevos valores a ser vertidos por el Control Conjunto del Vertedero descrito en Capítulo 5.

El recálculo de esta lógica debe ser cada dos (02) segundos.

6.5.2.3 Control Automático de Generación

El Control Automático de Generación (AGC) es responsable de controlar el punto de operación de las unidades generadoras de cada casa de máquinas. Este control puede ser realizado utilizando diferentes estrategias, o modos de operación, según la necesidad operativa.

Esta lógica debe controlar las unidades generadoras de las centrales margen izquierda y derecha (CMI y CMD), seleccionadas para AGC, para regular potencia, frecuencia y el intercambio de energía, atendiendo a la programación de generación establecida. Además, el AGC debe monitorear la Reserva Rotante.

El AGC debe ser capaz de operar en modo remoto, recibiendo consignas externas según los siguientes modos:

- Consigna de potencia activa total (MW);
- Consigna de frecuencia (Hz) del complejo;
- Señal de incremento/decremento en la consigna de generación en la central, con valores configurables.

Por normativa de los Despachos Nacionales, Salto Grande debe poder ser capaz de regular la frecuencia secundaria del sistema, por lo tanto el AGC deberá incluir también un control de frecuencia secundaria que tenga la capacidad de ajustar las unidades en función de una referencia común.

En caso de que se produzca cualquier procedimiento de conmutación por error (*failover*) del SCADA/EMS, o bien de alguna de las referencias de tensión/frecuencia/potencia, el AGC debe retomar el funcionamiento sin causar ninguna perturbación al sistema eléctrico de potencia.

El AGC debe actuar en las unidades generadoras para reducir el error de control dentro de un tiempo ajustable y sin una acción de control excesivo de los reguladores de velocidad. El recálculo del AGC debe ser cada dos (2) segundos. Dicho control debe, como mínimo, poder ser configurado con lazos Proporcional e Integral.

6.5.2.3.1 Modos de Operación del AGC

El AGC debe ser capaz de operar como mínimo en los siguientes modos de control de generación:

- **Modo "Frecuencia Constante":** debe actuar en lazo cerrado para anular el error de frecuencia en régimen permanente según la dinámica necesaria definida en etapa de ingeniería de detalle;
- **Modo "Producción Constante":** debe actuar en lazo cerrado de modo a anular la desviación de la generación en relación a una consigna según la dinámica necesaria definida en etapa de ingeniería de detalle;
- **Modo "Intercambio Constante":** debe actuar en lazo cerrado para anular la desviación de intercambio entre dos áreas en relación a una consigna según la dinámica necesaria definida en etapa de ingeniería de detalle;
- **Modo "Frecuencia e Intercambio Constante":** debe actuar en lazo cerrado para anular el error compuesto por desviación de frecuencia y desviación del intercambio en relación a una consigna según la dinámica necesaria definida en etapa de ingeniería de detalle;
- **Modo "Frecuencia e intercambio constante con corrección del error de tiempo":** debe actuar en lazo cerrado para anular el error compuesto por desviación de frecuencia, desviación del intercambio en relación a una consigna y error de tiempo según la dinámica necesaria definida en etapa de ingeniería de detalle;
- **Modo "Frecuencia constante con corrección de error de tiempo":** debe actuar en lazo cerrado para anular el error compuesto por desviación de frecuencia y error de tiempo según la dinámica necesaria definida en etapa de ingeniería de detalle;
- **Modo "Repartidor de carga local":** debe actuar sólo cuando se active manualmente para realizar una rampa, cambiando el nivel de generación dentro de un tiempo especificado según la dinámica necesaria definida en etapa de ingeniería de detalle;
- **Modo "Repartidor de carga remota":** debe actuar para atender comandos para incrementos/reducción de generación a partir de una consigna externa según la dinámica necesaria definida en etapa de ingeniería de detalle.

6.5.2.3.2 Estados del AGC

El AGC debe disponer de los siguientes estados:

- **Desconectado:** En este estado el AGC no realiza ninguna acción de control sobre las unidades generadoras, aunque sus variables internas (magnitudes filtradas, error de control, etc.) deben actualizarse. La conmutación de cualquier otro estado al estado "desconectado" debe ocurrir de forma automática o por acción del operador. La conmutación del estado "desconectado" a cualquier otro estado debe ocurrir únicamente por la acción del operador.
- **Conectado:** En este estado el AGC realiza normalmente las acciones de control automático. Para operar en este modo una serie de condiciones operativas deben ser satisfechas, por ejemplo: las magnitudes medidas necesarias para la realización de la función deben estar disponibles/actualizadas y los valores de las magnitudes deben situarse dentro de los rangos de operación preestablecidos.
- **Suspensión (o temporalmente suspendido):** En este estado, el AGC no debe realizar acciones de control sobre las unidades generadoras, pero debe permanecer actualizando sus variables internas. Este estado es transitorio, y la aplicación debe permanecer suspendida sólo mientras espera el establecimiento de las condiciones operativas necesarias. Si las condiciones necesarias no se establecen dentro de un tiempo configurable, el AGC debe conmutar al estado "desconectado". Si las condiciones necesarias se establecen dentro de un tiempo configurable, el AGC debe conmutar al estado "conectado".

6.5.2.3.3 Modos de Control de Unidades Generadoras

El AGC debe posibilitar la operación de las unidades generadoras como mínimo en los siguientes modos de control de unidad:

- **"Manual":** las unidades generadoras en modo "manual" no están sujetas a las acciones de control del AGC;
- **"Automático":** las unidades generadoras en modo "automático" son controladas por el AGC;
- **"Base":** las unidades generadoras en modo "base" deben ser controladas por el AGC para mantener constante el punto base definido para cada unidad. En esta condición la unidad no contribuye a la regulación del sistema;
- **"Rampa":** las unidades generadoras en modo "rampa" deben ser controladas por el AGC en el sentido de realizar rampas de aumento o reducción de generación por medio de tasas de ascenso/descenso configurables, hasta que el punto base deseado sea alcanzado. Al final de la rampa, la unidad debe conmutar automáticamente al modo "Base";

- **“Base Regulante”:** Este modo es similar al modo "Base", pero permite que la unidad generadora contribuya a la regulación del sistema, en el sentido de reducir el error de control, dentro de un rango establecido en torno a la potencia base. Una vez que el error de control se reduce a un nivel satisfactorio, la unidad retoma la potencia base.

6.5.2.3.4 Número de medidas de frecuencia utilizadas por el AGC

El AGC debe permitir la configuración de al menos cuatro (4) medidas de frecuencia. Debe ser posible cambiar la prioridad de selección de las medidas en tiempo de ejecución.

6.5.2.3.5 Funcionamiento del AGC en caso de detección de funcionamiento en isla

Si el AGC detecta un funcionamiento en islas eléctricas del Complejo, debe seguir controlando la isla con mayor número de unidades en control. En estos casos, el AGC debe seleccionar automáticamente la medida de frecuencia de mayor prioridad de la isla controlada.

6.5.2.3.6 Ajuste de parámetros de control por isla eléctrica

El AGC debe poner a disposición mecanismos para la configuración independiente de los parámetros de control utilizados para cada isla eléctrica. El AGC debe poner a disposición al menos dos (2) conjuntos de parámetros de control. Un caso de uso de esta configuración sería, por ejemplo, para la central CMI la utilización de un conjunto de parámetros para el control de generación de la isla conectada al sistema UTE y un segundo conjunto de parámetros para el control de generación de la isla conectada a la CAMMESA.

6.5.2.3.7 Reparto de generación entre unidades generadoras en modo automático

El AGC debe repartir la generación controlada entre todas las unidades generadoras que estén operando en control, de acuerdo con un factor de participación. El reparto debe realizarse independientemente del modo de operación seleccionado para el control.

6.5.2.3.8 Factor de participación en la distribución de la generación

El AGC debe permitir establecer un factor de participación individual para cada unidad generadora en modo automático. Este factor de participación determina la proporción con que cada unidad generadora participa de la división de la generación total.

6.5.2.3.9 Rampas de generación

El AGC debe poner a disposición del operador mecanismos para la realización de rampas de generación (potencia activa) temporizadas para cada unidad en control. El valor de referencia de generación, así como el tiempo de rampa debe ser informado por el operador. El mando de rampas de generación debe estar disponible sólo en los modos de operación "Repartidor de carga local" y "Producción constante".

6.5.2.3.10 Lógicas de reducción de generación

El subsistema de control automático de la generación debe ser capaz de ejecutar una orden automática de reducción de la generación de cada unidad controlada, independientemente de su modo de operación. Esta orden será determinada por una función independiente, que puede o no estar vinculada al AGC. La cantidad de generación a ser reducida es determinada por la lógica en función de condiciones del sistema eléctrico.

6.5.2.3.11 Desconexión del AGC por actuaciones en puntos de supervisión

El AGC debe permitir que se establezcan puntos de estado condicionantes para su operación. Al ocurrir una transición a un estado específico de cualquiera de estos puntos (por ejemplo, actuación de alguna protección), el AGC debe ser desconectado.

6.5.2.3.12 Cambio automático del modo de operación por actuaciones en puntos de supervisión

El AGC debe permitir que se establezcan puntos de estado cuya transición provoque el cambio del modo de operación del AGC. El modo de operación deseado debe ser parametrizable individualmente por punto.

6.5.2.3.13 Cancelación de acciones de control por actuaciones en puntos de supervisión

El AGC debe permitir que se configuren puntos de estado cuya transición provoque la cancelación de las acciones de control en curso. Estas acciones de control incluyen las rampas de generación y las rampas de unidad generadora.

6.5.2.3.14 Cambio automático del modo de control de unidad generadora por actuación de punto de supervisión

El AGC debe permitir que se configuren puntos de estado cuya transición provoque el cambio automático del modo de control de una determinada unidad generadora en el AGC. El modo de operación deseado debe ser parametrizable individualmente por punto de estado y por unidad generadora. Ejemplo de utilización: cambiar el modo de control de la unidad generadora para manual cuando sucede la actuación de alguna falla del sistema de regulación de velocidad.

6.5.2.3.15 Suspensión/Desconexión del AGC en función de desviaciones de frecuencia

La desviación de frecuencia en relación al valor de consigna debe ser una de las condiciones operativas para que el AGC permanezca conectado. Si el valor de la frecuencia en uso por el AGC presenta una desviación superior a un valor configurable, la lógica debe conmutar inmediatamente al estado "suspendido" y posteriormente al estado "desconectado" si la desviación de frecuencia se mantiene por un tiempo determinado. Los parámetros de esta lógica (desviación de frecuencia más allá de la cantidad de referencia e intervalo de tiempo de desconexión) deben ser configurables.

6.5.2.3.16 Suspensión/Desconexión del AGC en función de desviaciones de la magnitud controlada (ACE)

La desviación de magnitud controlada en relación al valor nominal (ACE - Error de control de área) debe ser una de las condiciones operativas para que el AGC permanezca conectado.

Si el valor de la magnitud controlada por el AGC presenta una desviación superior a un valor configurable (ACE muy elevado), el control debe conmutar inmediatamente al estado "suspendido" y, posteriormente, al estado "desconectado" si la desviación se mantiene por un tiempo determinado.

Los parámetros de esta lógica (límite positivo/negativo del ACE e intervalo de tiempo para desconexión) deben ser configurables.

6.5.2.3.17 Lógica de no seguimiento de acciones de control

Si la potencia activa de una unidad generadora controlada por el AGC no sigue la orden de control realizada por el lazo de control dentro de un determinado período de tiempo, el AGC debe pasar esta unidad al modo de control "manual". Los parámetros de la lógica de no-seguimiento (intervalo de tiempo, banda muerta, etc.) deben ser configurables de manera independiente para cada unidad generadora.

6.5.2.3.18 Filtrado de las medidas analógicas utilizadas por el AGC

El AGC debe ser capaz de filtrar las medidas analógicas utilizadas para fines de control (frecuencia, potencias activas e intercambios, etc) por medio de filtros de 1º orden cuyos parámetros deben ser ajustables de manera independiente para cada medida analógica.

6.5.2.3.19 Registro histórico de variables del subsistema AGC

El AGC debe proporcionar mecanismos para que sus variables internas puedan ser historizadas.

6.5.2.3.20 Uso de medidas de frecuencia asociadas a las islas de control

El AGC sólo debe permitir el uso de medidas de frecuencia de las barras de 500 kV pertenecientes a la isla eléctrica bajo control. En otras palabras, el AGC no debe permitir que las medidas de frecuencia asociadas a barras no pertenecientes a la isla de control sean usadas en el control de esa isla.

6.5.2.3.21 Redundancia de las medidas de potencia activa utilizadas por el AGC

El AGC debe permitir la configuración de al menos tres (3) medidas de potencia activa asociadas a cada unidad generadora, las cuales deben ser utilizadas de acuerdo con la validez de las medidas y sobre la base de una prioridad predefinida.

6.5.2.3.22 Validación de medidas de potencia activa utilizadas por el AGC

El AGC debe disponer de un mecanismo para la validación de las medidas de potencia activa de las unidades generadoras obtenidas a partir de la adquisición de campo. La validación debe tener en cuenta, además de la calidad asociada a la medición de los puntos, la coherencia entre los valores redundantes. Debe ser posible deshabilitar este mecanismo cuando sea necesario.

6.5.2.3.23 Acción en caso de falla en las medidas de potencia activa de las unidades generadoras

Si todas las medidas de potencia activa asociadas a una unidad generadora resultan inválidas, el AGC debe pasar la unidad al modo de control "manual".

6.5.2.3.24 Bloqueo del envío de comandos para aumentar o reducir la potencia activa de la unidad generadora por actuación de punto de supervisión

El AGC debe permitir que se configuren puntos de estado cuyo cambio provoque el bloqueo del envío de comandos para aumentar o reducir la potencia activa de una determinada unidad generadora. Si el punto de estado vuelve a la condición normal, se debe desbloquear el envío de comandos. El AGC debe permitir la parametrización de los puntos de estado de forma independiente por tipo de comando a ser bloqueado (aumentar o reducir) y por unidad generadora. Ejemplo de utilización: bloquear el envío de comandos para elevar la generación de una unidad generadora cuando ocurra indicación de distribuidor totalmente abierto.

6.5.2.3.25 Control de la generación total cuando las unidades generadoras están en modo "rampa"

Si el AGC está operando en modo "Repartidor de carga" y las unidades generadoras están en modo de control "Rampa", el AGC debe controlar la generación por medio de redistribución de potencia activa entre las demás unidades generadoras en modo de control "automático", para mantener la generación total aproximadamente constante durante la rampa de la unidad.

6.5.2.3.26 Límites operativos de las unidades generadoras

El AGC debe proporcionar mecanismos para la configuración de rangos de operación para cada unidad generadora. Los límites de cada rango de operación se deben actualizar dinámicamente en función de magnitudes medidas (salto y posición del limitador de apertura del distribuidor, por ejemplo).

6.5.2.3.27 Entrada manual de límites operativos de las unidades generadoras

El AGC debe proporcionar mecanismos para la entrada manual de límites operativos de las unidades generadoras definidas por el despachador para cada unidad generadora. A efectos de la emisión de alarmas, el AGC utilizará el valor más restrictivo entre los límites calculados y los límites manuales.

6.5.2.3.28 Validación de entradas manuales

El AGC debe disponer de un mecanismo para la validación de las entradas manuales realizadas por los operadores. Los ingresos deben validarse en relación con límites estáticos (pre-configurados o límites dinámicos calculados en función de las condiciones operativas del sistema).

6.5.2.3.29 Número mínimo de unidades generadoras en modo "automático"

El AGC se debe conmutar al estado "suspendido", y posteriormente a "desconectado" si el número de unidades generadoras en modo "automático" es menor que un valor parametrizable.

6.5.2.3.30 Alarmas emitidas por el AGC

El AGC debe emitir alarmas a los operadores, en las siguientes situaciones, como mínimo:

- Modificación del modo de funcionamiento del AGC;
- Cambio del modo de control de una unidad generadora;
- Cambio de estado del control automático de generación, por ejemplo: suspendido o desconectado. En estos casos, la alarma indicará el motivo de la suspensión/desconexión, por ejemplo: desviación de frecuencia, número insuficiente de unidades generadoras;
- Agotamiento de la reserva rotante establecida;
- Unidades generadoras operando fuera del rango de operación establecido;
- Actuación de la lógica de no seguimiento para las unidades generadoras.

6.5.2.3.31 Documentación del lazo de control

La documentación completa y detallada del lazo de control implementado en el AGC (diagramas funcionales y lógicos, manuales, etc.) debe ser entregada a SALTO GRANDE.

6.5.2.3.32 Posibilidad de inclusión de nuevas funcionalidades

El AGC debe suministrarse de modo que las nuevas funcionalidades se puedan incorporar posteriormente.

6.5.2.4 Control Automático de Tensión (AVC)

El Control Automático de Tensión (AVC) es responsable de controlar la tensión de las barras de 500 kV de las Subestaciones SGA y SGU, así como de mantener la distribución de potencia reactiva entre las unidades generadoras. Este control puede ser realizado utilizando diferentes estrategias, o modos de operación, según la necesidad operativa.

El Complejo de Salto Grande funciona normalmente con los dos sectores operando interconectados (CMI y CMD), el AVC debe proporcionar mecanismos de equalización de reactivos para evitar que las unidades generadoras de los diferentes sectores no sean divergentes ni oscilantes.

El AVC debe ser capaz de operar en modo remoto, recibiendo consignas externas según los siguientes modos:

- Consigna total de potencia reactiva (MVar);
- Consigna tensión en la barra de 500 kV;
- Señal de incremento/decremento en la referencia de tensión por sector, con valores configurables.

En caso de que se produzca cualquier procedimiento de conmutación por error (Failover) del SCADA/EMS, o bien de alguna de las referencias de tensión, el AVC debe retomar el funcionamiento sin causar ninguna perturbación al sistema de potencia.

El AVC debe actuar en las unidades generadoras para reducir el error de control dentro de un tiempo ajustable y sin una acción de control excesivo de los reguladores de tensión de la unidad. El ciclo de recálculo del AVC debe ser cada dos (2) segundos.

Además, el AVC debe demostrar una respuesta rápida y estable sin oscilación debido a un error de control, cuando haya suficiente capacidad de regulación. Para ello el AVC debe proveer recursos de ajuste para el rango de tensión y potencia reactiva.

Como mínimo, debe poder ser configurado con lazos Proporcional e Integral.

6.5.2.4.1 Modos de Operación del AVC

El AVC debe proveer al menos los siguientes modos de operación:

- **"Control de tensión basado en la potencia reactiva"**: debe actuar en lazo cerrado para anular el error de tensión de la barra controlada utilizando la potencia reactiva de las unidades generadoras como variable de control;
- **"Control de tensión basado en la corriente de excitación"**: debe actuar en lazo cerrado para anular el error de tensión de la barra controlada utilizando la corriente de excitación de las unidades generadoras como variable de control;

- **"Repartidor de potencia reactiva":** En este modo, el AVC debe repartir la potencia reactiva total del sector igualmente entre las unidades generadoras operando en modo "Automático". En este modo de operación el error de tensión en la barra controlada no se tiene en cuenta. En este modo, el AVC debe proporcionar mecanismos para la realización de comandos manuales para reducción/aumento de tensión (variación de potencia reactiva) en lazo abierto.

6.5.2.4.2 Estados del AVC

El AVC debe disponer de al menos los siguientes estados:

- **Desconectado:** el AVC no realiza ninguna acción de control sobre las unidades generadoras, aunque sus variables internas (magnitudes filtradas, error de control, etc) deban ser actualizadas. La conmutación de cualquier otro estado al estado "desconectado" debe ocurrir de forma automática o por acción del operador. La conmutación del estado "desconectado" a cualquier otro estado debe ocurrir solamente por la acción del operador;
- **Conectado:** el AVC realiza normalmente las acciones de control automático. Para operar en este modo, una serie de condiciones operativas deben ser satisfechas, por ejemplo: las magnitudes medidas necesarias para la realización de la función deben estar disponibles/actualizadas y los valores de las magnitudes deben situarse dentro de los rangos de operación preestablecidos;
- **Suspensión (o temporalmente suspendido):** el AVC no debe realizar acciones de control sobre las unidades generadoras, pero debe permanecer actualizando sus variables internas. Este estado es transitorio, y el control debe permanecer suspendido sólo mientras espera el establecimiento de las condiciones operativas necesarias. Si las condiciones necesarias no se establecen dentro de un tiempo configurable, el AVC debe conmutar al estado "desconectado". Si las condiciones necesarias se establecen dentro de un tiempo configurable, el AVC debe conmutar al estado "conectado".

6.5.2.4.3 Modos de control de unidades generadoras (AVC)

El AVC debe posibilitar la operación de las unidades generadoras como mínimo en los siguientes modos de control de unidad:

- **"Manual":** las unidades generadoras en modo "manual" no están sujetas a las acciones de control del AVC;
- **"Automático":** las unidades generadoras en modo "automático" serán controladas por el AVC, participando plenamente del control de tensión y repartición de potencia reactiva;
- **"Base":** las unidades generadoras en modo "base" deben ser controladas por el AVC en el sentido de mantener constante la potencia reactiva definida por el operador para cada unidad. En esta condición la unidad no contribuye a la regulación de tensión del sistema. Este modo de control de

unidad generadora se aplica sólo al modo de funcionamiento del AVC "Control basado en la potencia reactiva".

6.5.2.4.4 Número de medidas de tensión utilizadas por el AVC

El AVC debe posibilitar la configuración de al menos cuatro (4) medidas de tensión asociadas a cada una de las tensiones de control (barras de las SSEE SGA y SGU). Debe ser posible cambiar la prioridad de selección de las medidas en tiempo de ejecución.

6.5.2.4.5 Funcionamiento del AVC en caso de detección de funcionamiento en isla

En caso de funcionamiento en isla, el AVC debe mantener en modo "Automático" solamente las unidades generadoras que permanezcan bajo control del AGC después de las islas. En otras palabras, el AVC debe controlar la misma isla controlada por el AGC (véase Inciso 6.5.2.3.5 "Funcionamiento del AGC en caso de detección de funcionamiento en isla"). En estos casos, el AVC debe seleccionar automáticamente la medida de tensión de la barra de 500kV de mayor prioridad de la isla controlada.

6.5.2.4.6 Ajuste de parámetros de control por isla eléctrica

El AVC debe poner a disposición mecanismos para la configuración independiente de los parámetros de control utilizados para cada isla eléctrica. El AVC debe poner a disposición al menos dos (2) conjuntos de parámetros de control. Un caso de uso de esta configuración sería, por ejemplo, para la central CMI, UTE y un segundo conjunto de parámetros para el control de tensión de la isla conectada a CAMMESA.

6.5.2.4.7 Reparto de potencia reactiva entre unidades generadoras en modo automático

El AVC debe repartir en régimen continuo la potencia reactiva entre todas las unidades generadoras de la isla que estén operando en modo "automático", de acuerdo con un factor de participación. El reparto debe ser realizado para el modo de operación "Control basado en la potencia reactiva" y modo "Repartidor de potencia reactiva".

6.5.2.4.8 Reparto de la corriente de excitación entre unidades generadoras en modo automático

El AVC debe repartir en régimen continuo la corriente de excitación entre todas las unidades generadoras de la isla que estén operando en modo "automático", de acuerdo con un factor de participación. El reparto debe realizarse para el modo de operación "Control Basado en la Corriente de Excitación".

6.5.2.4.9 Factor de Participación en el Reparto de la Potencia Reactiva

El AVC debe permitir establecer un factor de participación individual para cada unidad generadora en modo automático. Este factor de participación determina la proporción con que cada unidad generadora participa de la división de la potencia reactiva total.

6.5.2.4.10 Factor de Participación en el Reparto de la corriente de excitación

El AVC debe permitir establecer un factor de participación individual para cada unidad generadora en modo automático. Este factor de participación determina la proporción con que cada unidad generadora participa de la división de la corriente de excitación total.

6.5.2.4.11 Desconexión del AVC por actuaciones en puntos de supervisión

El AVC debe permitir que sean configurados puntos de estado condicionantes para su operación. Al ocurrir una transición a un estado específico de cualquiera de estos puntos (por ejemplo, actuación de alguna protección), el AVC debe ser desconectado.

6.5.2.4.12 Cambio automático del modo de operación por actuaciones en puntos de supervisión

El AVC debe permitir que se configuren puntos de estado cuya transición provoque el cambio del modo de operación del AVC. El modo de operación deseado debe ser parametrizable individualmente por punto.

6.5.2.4.13 Cancelación de acciones de control por actuaciones en puntos de supervisión

El AVC debe permitir que se configuren puntos de estado cuya transición provoque la cancelación de las acciones de control en curso.

6.5.2.4.14 Cambio automático del modo de control de unidad generadora por actuación de punto de supervisión

El AVC debe permitir que se configuren puntos de estado cuya transición provoque el cambio automático del modo de control de una determinada unidad generadora en el AVC. El modo de operación deseado debe ser parametrizable individualmente por punto de estado y por unidad generadora. Ejemplo de utilización: cambiar el modo de control de la unidad generadora para manual cuando ocurre la actuación de algún limitador del sistema de excitación.

6.5.2.4.15 Suspensión/Desconexión del AVC en función de desviaciones de tensión

La desviación de tensión en la barra controlada en relación a su referencia de tensión (suministrada por el operador) debe ser una de las condiciones operativas para que el AVC permanezca conectado. Si el valor de la tensión de la barra controlada presenta una desviación superior a un valor configurable, el control debe conmutar inmediatamente al estado "suspendido" y posteriormente al estado "desconectado" si la desviación de tensión se mantiene por un

tiempo determinado. Los parámetros de esta lógica (desviación de tensión más allá del valor nominal e intervalo de tiempo de desconexión) deben ser configurables.

6.5.2.4.16 Suspensión/Desconexión del AVC por falla en las medidas de tensión de la barra controlada

La validez de las medidas de tensión de la barra controlada debe ser una de las condiciones operativas para que el AVC permanezca conectado. Si todas las medidas de tensión de la barra controlada presentan fallas (error de medida, por ejemplo), la lógica debe conmutar inmediatamente al estado "suspendido" y, posteriormente, al estado "desconectado" si la falla se mantiene por un tiempo determinado. Los parámetros de esta lógica (como intervalo de tiempo de desconexión) deben ser configurables.

6.5.2.4.17 Lógica de no seguimiento de acciones de control

Si la tensión de una unidad generadora controlada por el AVC no sigue el orden de control realizado por el control dentro de un determinado período de tiempo, el AVC debe pasar esta unidad al modo de control "manual". Los parámetros de la lógica de no-seguimiento (intervalo de tiempo, banda muerta, etc.) deben ser configurables de manera independiente para cada unidad generadora.

6.5.2.4.18 Filtrado de las medidas analógicas utilizadas por el AVC

El AVC debe ser capaz de filtrar las medidas analógicas utilizadas para fines de control (tensiones, potencias reactivas y corrientes de excitación) por medio de filtros de 1º orden cuyos parámetros deben ser ajustables de manera independiente para cada medida analógica.

6.5.2.4.19 Registro histórico de variables internas del AVC

El AVC debe proporcionar mecanismos para que sus variables internas puedan ser historizadas.

6.5.2.4.20 Uso de medidas de tensión asociadas a las islas de control

El AVC sólo debe permitir el uso de medidas de tensión pertenecientes a la isla eléctrica bajo control. En otras palabras, el AVC no debe permitir que las medidas de tensión asociadas a barras no pertenecientes a la isla de control sean usadas en el control de esta isla.

6.5.2.4.21 Redundancia de las medidas analógicas de las unidades generadoras usadas por el AVC

El AVC debe permitir la configuración de al menos tres (3) medidas de tensión, potencia reactiva y corriente de excitación asociadas a cada unidad generadora. Las medidas deben ser utilizadas por el AVC de acuerdo con su validez y sobre la base de una prioridad predefinida.

6.5.2.4.22 Validación de medidas de las unidades generadoras usadas por el AVC

El AVC debe proporcionar un mecanismo para la validación de las medidas analógicas de las unidades generadoras usadas para el control de tensión (potencia reactiva, tensión y corriente de excitación). La validación debe tener en cuenta, además de la calidad asociada a la medición, la coherencia entre los valores redundantes. Debe ser posible habilitar/deshabilitar este mecanismo de validación cuando sea necesario.

6.5.2.4.23 Acción en caso de falla en las medidas de potencia reactiva de las unidades generadoras

Si todas las medidas de potencia reactiva asociadas a una unidad generadora resultan inválidas, el AVC debe pasar la unidad al modo de control "manual".

6.5.2.4.24 Bloqueo del envío de comandos para aumentar o reducir la tensión de la unidad generadora por actuación de punto de supervisión

El AVC debe permitir que se configuren puntos de estado cuya alteración provoque el bloqueo del envío de comandos para aumentar o reducir la tensión de una determinada unidad generadora. Si el punto de estado reanuda la condición normal, se debe desbloquear el envío de comandos. El AVC debe permitir la parametrización de los puntos de estado de forma independiente por tipo de comando a ser bloqueado (aumentar o reducir) y por unidad generadora. Ejemplo de utilización: bloquear el envío de comandos para elevar la tensión de una unidad generadora cuando ocurra indicación de tensión máxima.

6.5.2.4.25 Rampas de tensión por isla controlada

El AVC debe poner a disposición del operador mecanismos para la realización de rampas de tensión temporizadas en la barra controlada. Tanto el valor de referencia de tensión como el tiempo de rampa deben ser informados por el operador. La realización de rampas de tensión debe estar disponible solamente en los modos de operación "Control basado en potencia reactiva" y "Control basado en corriente de excitación".

6.5.2.4.26 Límites operativos de las unidades generadoras

El AVC debe proporcionar mecanismos para la configuración de límites operativos para cada unidad generadora (límites de potencia reactiva y/o corriente de excitación). Los límites pueden ser fijos o ser actualizados dinámicamente en función de magnitudes medidas.

6.5.2.4.27 Entrada manual de límites operativos de las unidades generadoras

El AVC debe proporcionar mecanismos para el ajuste manual de límites operativos definidos por el operador para cada unidad generadora. A efectos de la emisión de alarmas, el AVC utilizará el valor más restrictivo entre los límites calculados y los límites manuales.

6.5.2.4.28 Validación de entradas manuales

El AVC debe disponer de un mecanismo para la validación de las entradas manuales realizadas por los operadores. Los ingresos deben validarse en relación con los límites estáticos (pre-configurados) o los límites dinámicos calculados en función de las condiciones operativas del sistema.

6.5.2.4.29 Vínculo AGC-AVC

El AVC debe disponer de una lógica que permita la operación de una unidad generadora en modo de control "Automático" en el AVC solamente si la unidad generadora está en modo de control "Automático" en el AGC. La habilitación de esta lógica debe ser configurable. Debe tener la posibilidad de desactivar el vínculo sin perjuicio de las demás funciones del AVC.

6.5.2.4.30 Alarmas emitidas por el AVC

El AVC debe emitir alarmas a los despachadores, en las siguientes situaciones, como mínimo:

- Cambio del modo de funcionamiento del AVC;
- Cambio del modo de control de una unidad generadora;
- Cambio de estado del control automático de tensión, por ejemplo: suspensión o desconexión. En estos casos, la alarma indicará el motivo de la suspensión/desconexión, por ejemplo: desviación de tensión;
- Unidades generadoras operando fuera de los límites operativos;
- Actuación de la lógica de no seguimiento para las unidades generadoras.

6.5.2.4.31 Documentación del lazo de control

La documentación completa y detallada del lazo de control implementado en el AVC (diagramas funcionales y lógicos, manuales, etc.) debe ser entregada y deberá contar con la no objeción de Salto Grande.

6.5.2.4.32 Posibilidad de inclusión de nuevas funcionalidades

El AVC debe ser suministrado de modo que nuevas funcionalidades puedan ser incorporadas posteriormente.

6.5.2.4.33 Parámetros de control independientes para cada modo de operación

El AVC debe disponer de parámetros de control ajustables de manera independiente para cada modo de operación, que sean: "Control basado en la potencia reactiva", "Control basado en la corriente de excitación" y "Repartidor de potencia reactiva".

6.5.2.5 Supervisión de Reserva Operativa

Esta funcionalidad debe comparar los valores de reserva de generación actual de cada sector (CMI y CMD) con el mínimo necesario para cada sector de la central hidroeléctrica. El valor total de reserva (CMI y CMD) también debe compararse con los requisitos de reserva de potencia. Los niveles de reserva deben calcularse totalizando las capacidades disponibles de las unidades generadoras sincronizadas (límite máximo de alcance operativo) y restando de este total el valor correspondiente a la suma de la generación activa de las unidades sincronizadas. Después de comparar los niveles de reservas de generación reales y recomendados por sector y general, el módulo debe generar una alarma si hay una deficiencia en esos valores y calcular el valor de la insuficiencia registrada.

6.5.2.6 Supervisión del Sistema Eléctrico

Esta función tiene como objetivo permitir la supervisión en tiempo real de la generación e intercambios de energía de SALTO GRANDE con el sistema interconectado y sus respectivas desviaciones, y determina los rangos y límites de operación para unidades generadoras, líneas de transmisión y transformadores.

Esta función consta de las siguientes capacidades:

6.5.2.6.1 Supervisión de generación

Proporciona un resumen de los registros de generación/intercambio de potencia (MW), energía (MWh) y desviaciones por unidad, por central, por subestación y total.

Debe comparar periódicamente la energía generada/intercambiada con la energía programada, calculada a partir del programa diario de intercambio, utilizando variables en tiempo real relativas a la generación/intercambio.

Las desviaciones entre los valores reales y programados se calcularán en la ejecución de cada ciclo, y se generarán mensajes de advertencia cuando las desviaciones alcancen un valor considerado alto.

Deberá generar dos informes, uno para la desviación de energía acumulada para cada hora completa y el otro para la desviación de energía acumulada para cada día.

6.5.2.6.2 Definición de rangos operativos de la unidad generadora

Deberá calcular en tiempo real los rangos de operación permitidos para las unidades generadoras del sector CMI y CMD.

Estos rangos deben calcularse basándose en las curvas de potencia activa generadas frente al salto bruto/neto, ajustes del limitador de potencia, parámetros hidráulicos de la turbina y configuraciones de protección de la unidad generadora.

Estos parámetros deben ser utilizados conjuntamente con las curvas de capacidad de la unidad generadora y con la capacidad del transformador elevador, en términos de potencia aparente máxima, para determinar los límites operacionales permitidos en términos de potencia activa y reactiva.

Debe considerarse también la limitación de generación activa causada por la generación de energía reactiva.

Los límites inferiores y superiores calculados para cada intervalo se deben actualizar en tiempo real y quedar disponibles para su uso posterior por otras funciones.

Además, este módulo debe mostrar cada curva de capacidad de unidad generadora indicando la posición de los limitadores y el punto de operación real (potencia activa y reactiva). La curva de capacidad de cada unidad generadora generada por esta función también debe estar disponible para la supervisión del COU y permitir la vinculación en las pantallas de supervisión.

Las alarmas deben ser generadas siempre que el punto de operación se acerca a los límites (banda muerta ajustable por el operador). En este caso, el módulo debe sugerir acciones para reanudar a un punto de operación normal.

Deben calcularse:

- Rangos de operación permitidos para cada una de las unidades generadoras (MW), especificadas en términos de límites superior e inferior.
- Potencia reactiva máxima que cada una de las unidades generadoras puede generar en el momento (MVar);
- Curvas de capacidad de las unidades generadoras con puntos de operación.

6.5.2.6.3 Determinación de los límites del sistema de transmisión

Calcula, a solicitud del operador, los límites térmicos de la línea de transmisión y la potencia del transformador, teniendo en cuenta los límites admisibles de los equipos.

6.5.2.7 Estimación de Estados

El estimador de estados es responsable de realizar el cálculo/estimación del estado del sistema eléctrico de potencia, es decir, tensiones complejas (módulos y ángulos) en todas las barras del modelo eléctrico. Para ello, se utilizan medidas analógicas de tensiones en diversas barras del sistema, flujos de potencia activa y reactiva medidos en varios circuitos del sistema, *taps* de transformadores reguladores, así como el estado topológico del modelo eléctrico determinado por el subsistema configurador de red.

Los valores estimados por el estimador de estados se utilizan para la detección de errores en el cálculo topológico del sistema eléctrico, así como para la identificación de medidas analógicas con errores graves.

Preferencialmente se debe utilizar un algoritmo basado en un cálculo independiente de parámetros para cada una de las líneas. El modelo utilizado para representarlos debe ser detallado durante la fase de Workstatement.

El estimador de estados debe proporcionar las siguientes características:

- Una vez finalizado el proceso de estimación, la solución para toda la red está disponible para su revisión mediante diagramas unifilares y pantallas tabulares.
- Tabla con los valores medidos y estimados y las desviaciones verificadas;
- Potencias activa y reactiva;
- Tensión en las barras y líneas;
- Medidas con grandes errores;
- Alarmas que indican una medición con un error excesivo;
- Alarmas que indican violaciones de límites de magnitudes estimadas.

En condiciones normales de operación el tiempo de ejecución del Estimador de Estados debe ser menor que cinco (05) segundos.

6.5.2.7.1 Visualización de medidas analógicas con errores graves en las pantallas de supervisión

El estimador de estados debe disponer de medios para alterar la coloración/señalización de las medidas analógicas identificadas con errores graves. La coloración y los símbolos utilizados para la señalización de esta condición deben ser configurables por el usuario.

6.5.2.7.2 Presentación de lista de medidas analógicas con errores graves

El estimador de estados debe disponer de interfaz gráfica para la presentación de una lista de medidas analógicas identificadas con errores graves.

6.5.2.7.3 Registro histórico de las medidas estimadas

El estimador de estados debe permitir el registro histórico de las magnitudes estimadas.

6.5.2.7.4 Exportación de casos en formato abierto

El estimador de estados debe posibilitar la exportación de casos de flujo de potencia utilizando formatos abiertos, por ejemplo, IEEE Common Data Format (CDF).

6.5.2.7.5 Registro periódico de casos

El estimador de estados debe posibilitar el registro periódico de casos de flujo de potencia utilizando formatos abiertos, por ejemplo, IEEE Common Data Format (CDF).

6.5.2.7.6 Exportación de casos para uso en el Ambiente OTS

El estimador de estados debe posibilitar la exportación de casos de flujo de potencia utilizando formatos compatible con el simulador de entrenamiento de operadores/despachadores del Ambiente OTS.

Preliminar

6.5.2.8 Configurador de Red

El configurador de red es responsable de hacer el procesamiento topológico del modelo eléctrico configurado en los sistemas SCADA/EMS por medio de la evaluación de los registros de tiempo real relacionados a los estados de interruptores y seccionadores conjuntamente con los estados de conectividad (interruptores, seccionadores) del modelo eléctrico.

El configurador de red debe ejecutarse automáticamente siempre que haya un cambio en el estado de los interruptores o seccionadores. Después de la detección de un cambio de estado, los demás módulos (validación de telemetría, estimador de estado, etc.) se ejecutarán sólo después de un período parametrizable entre 0 a 20 (cero a veinte) segundos. En el caso de un nuevo cambio de estado dentro de este período de tiempo, se debe reiniciar el conteo de tiempo. Es importante resaltar que los cambios en la topología del sistema en los sectores deben causar suspensión sólo de las funciones correspondientes del sector en el que ocurrió la alteración de la topología.

El configurador de red debe proporcionar las siguientes características:

- Determinación del estado de energización (con/sin tensión) de todos los equipos que componen el modelo eléctrico (interruptores, seccionadores, transformadores, unidades generadoras, líneas de transmisión, barras, etc.);
- Determinación de la conectividad de todos los equipos que componen el modelo eléctrico;
- Detección de cualquier cambio topológico en el modelo eléctrico por medio de cambios en puntos de estado asociados a equipos de conmutación (interruptores y seccionadores);
- Detección de múltiples islas eléctricas;
- Detección de topología incorrecta;
- Interfaz con los displays para la señalización del estado de energización de los equipos del modelo eléctrico mediante coloración dinámica en diagramas unifilares en pantallas de supervisión.

6.5.2.8.1 Interfaz para acceso a la topología del modelo eléctrico

El configurador de red eléctrica debe proveer una interfaz para acceder a su modelo interno que mantienen la topología actualizada del modelo eléctrico del SCADA/EMS. Debe ser posible obtener la siguiente información:

- Estado de energización de todos los equipos que componen el modelo eléctrico;
- Señalización de cambios en la topología del modelo eléctrico.

6.5.2.9 Flujo de Potencia

El módulo de flujo de potencia es responsable de proveer medios para la realización de estudios de flujo de potencia de diferentes condiciones operativas de manera iterativa. Esta capacidad puede ser utilizada, por ejemplo, para la

realización de pre-evaluaciones de las condiciones de sobrecarga de equipos del sistema de potencia antes de la ejecución de maniobras en los equipos reales.

6.5.2.9.1 Exportación de casos en formatos abiertos

El módulo de flujo de potencia debe posibilitar la exportación de los casos de flujo de potencia, referentes a estudios de flujo de potencia, en formato abierto, por ejemplo, IEEE Common Data Format (CDF).

6.5.2.9.2 Exportación de casos para uso en el OTS

El módulo de flujo de potencia debe posibilitar la exportación de casos de flujo de potencia utilizando formato compatible con el OTS.

6.5.2.9.3 Importación de casos generados por el estimador de estados

El módulo de flujo de potencia debe posibilitar la importación de casos generados por el estimador de estados para uso como condición inicial para los estudios de flujo de potencia.

6.5.3 Herramienta pre y pos operativas

6.5.3.1 General

Todas las herramientas pre y pos operativas deben visualizarse en las estaciones de trabajo, según el modo de funcionamiento.

Las funciones deben, en general, permitir la introducción manual de parámetros, así como tomar la posibilidad de activar algunas funciones a petición del operador.

Todas las herramientas deben procesarse en el Nivel 3 de Control de acuerdo con la configuración y asignación de funciones en los equipos que cumplen los requisitos del Inciso 6.2 “Requisitos Físicos”.

Las salidas generadas por la función de programación diaria de operaciones deben poder ser utilizadas por las herramientas de control en tiempo real.

6.5.3.2 Programación de Caudales Erogados

Esta función tiene como finalidad definir la programación de los caudales erogados de SALTO GRANDE, así como las restricciones de operación hidráulica, la previsión de funcionamiento de las compuertas del vertedero.

Las siguientes tareas comprenden esta función:

6.5.3.2.1 Elaboración de la programación de los caudales erogados o caudal total

Tiene por finalidad la tabulación del caudal erogado sobre una base diaria y horaria, así como también determina las posibles restricciones de caudal de salida que deben cumplirse.

6.5.3.2.2 Elaboración del cronograma de vertimiento

Esta tarea establece el cronograma de vertimiento de agua para cada día de la próxima semana y cumple con las restricciones establecidas por la tarea por la programación de los caudales erogados.

6.5.3.3 Programación Diaria de Operación

El propósito de esta función es configurar los horarios de generación, intercambio y descargas de SALTO GRANDE. Pretende, al mismo tiempo, superar las limitaciones operacionales existentes y optimizar el uso de los recursos hidroeléctricos disponibles, por un período de 1 a 7 días consecutivos.

Esta función debe realizarse al menos una vez al día. Su carácter altamente iterativo puede, en muchos casos, requerir que esta función se recalcule durante una hora una vez que la función ha comenzado a ejecutarse.

Con base en la disponibilidad ya calculada y en los intercambios solicitados por los Despachos Nacionales, se elaboran y analizan la programación de generación, intercambio y salida de energía, para cada hora del día, por central y para toda la planta. Toda la programación se verifica para ver si se cumplen con las restricciones hidráulicas y eléctricas, incluidos los caudales erogados.

Deben lograrse los siguientes resultados:

- Programación de generación diaria, horaria, por central y para toda la planta;
- Programación de intercambio diario, horario y global;
- Programación de caudales erogados;
- Mensajes de alarma en caso de violación de restricciones;
- Salto Bruto promedio programado;
- Evolución de los niveles de aguas arriba (embalse) y aguas abajo (río);
- Demanda diaria y disponibilidad energética.

6.5.3.4 Programación Semanal de la Operación

Esta función tiene como objetivo establecer directrices prioritarias para la operación de la central hidroeléctrica en el corto plazo (próxima semana de operación). Estas directrices se definen en términos de la descarga promedio que se debe lograr (o el nivel del embalse que se debe mantener) para cada día de la semana de operación y deben cumplirse en la medida de lo posible mediante el programa de operación diaria y la operación en tiempo real.

Esta herramienta se deberá utilizar al menos una vez al día. Se debe utilizar para verificar que se cumpla la potencia programada para cada día de la semana de operación. Si no se cumplen los requisitos de energía, el programa optimiza la disponibilidad, reduce la energía diaria y cambia los volúmenes de agua de un día a otro, según sea necesario, hasta que se llegue a una solución.

A continuación, la herramienta calcula en detalle la disponibilidad de generación/transmisión de SALTO GRANDE basándose en la solución optimizada de flujo de energía.

Deben alcanzarse los siguientes resultados:

- Solución de flujo de potencia óptima para SALTO GRANDE para todos los días de la próxima semana;
- Potencia y energía diaria disponible para toda la planta;
- Déficits o excedentes de energía;
- Valores esperados de la evolución de los niveles de aguas arriba y aguas abajo;
- Demanda (MWh/h) y disponibilidad de energía (MWh) para cada central y para cada unidad;
- Salto Bruto promedio diario esperado.

6.5.3.5 Cuenta de Intercambio

Esta función tiene como finalidad ayudar en el análisis de los intercambios de energía de SALTO GRANDE con el fin de detectar posibles discrepancias en las mediciones de los intercambios de energía y demanda y los valores alternativos propuestos en caso de fallas.

Además, este módulo debe sumar los intercambios de demanda por central y por líneas de transmisión para las 24 horas acumuladas, además de calcular las acumulaciones mensuales y anuales para cada área y brindar informes diarios con los registros anteriores para efectos contables.

Se deben totalizar los intercambios de demanda las 24 horas del día por central y por línea de transmisión y en cada equipo, proporcionando un intercambio de demanda diario total.

Se deben proporcionar informes de acumulación mensuales y anuales actualizados por área y en cada equipo.

6.6 Diagnóstico y Mantenimiento del SCADA

6.6.1 General

El SCADA debe estar diseñado para facilitar su mantenimiento, pruebas y reparaciones.

Para el mantenimiento preventivo y correctivo de *hardware*, se deben proporcionar procedimientos de prueba de componentes, puntos de prueba, programas de diagnóstico y equipos de prueba y herramientas especiales (si aplican).

Se deben suministrar herramientas para la depuración en línea y fuera de línea para pruebas de *software*.

Para el mantenimiento de las herramientas del SCADA, deben existir medios que permitan la adición, modificación, o corrección mediante Estaciones de Ingeniería.

6.6.2 Herramientas de Apoyo

Se deben proporcionar herramientas eficaces para el desarrollo y el mantenimiento de *funciones lógicas y bases de datos*. Estas herramientas de apoyo deben poder ser utilizadas por varios usuarios desde las Estaciones de Ingeniería.

El proveedor también debe proporcionar las herramientas de soporte utilizadas en el desarrollo y mantenimiento de los equipos físicos, lógicas de control y bases de datos suministrados.

Deben ser proporcionados como mínimo:

- Compiladores;
- Editores de programas;
- Depuradores de código;
- Gestión de la configuración y versión del *software*;
- API y bibliotecas
- Gestión de bases de datos;
- Gestión de archivos ejecutables;
- Configuración de nuevas UACs dentro del SCADA;

6.6.3 Supervisión de la Infraestructura

Se deberán proveer herramientas para gestionar y supervisar la infraestructura como switches, firewalls, servidores, estaciones de trabajo y todos los equipos de red previstos en el suministro, para facilitar el análisis de las fallas detectadas, incidentes de seguridad y mantenimiento del hardware.

6.7 Contingencias

6.7.1 General

Deben ser proporcionados recursos para la gestión de contingencias del SCADA para permitir las siguientes funciones:

- Supervisión y detección de fallas;
- Control de asignación de funciones entre los equipos;
- Conmutación automática de servidores en caso de falla;
- Modo de Inicialización del SCADA;
- Reinicialización de procesos críticos en caso de Falla;
- Reconfiguración automática de servidores en caso de falla;
- Reconfiguración automática de Redes en caso de Falla;
- Conmutación manual de servidores en caso de falla;

Deben crearse automáticamente archivos de errores y fallas (logs), que incluyen la fecha y hora de la ocurrencia.

6.7.2 Conmutación Automática (Failover)

Los servidores de respaldo deben mantenerse actualizados para estar listos para hacerse cargo del procesamiento si se detecta una falla en el primario.

En el caso de la infraestructura principal, para la redundancia el tiempo de conmutación por error (failover) para la reserva asumir las funciones del primario no debe exceder 60 (sesenta) segundos.

La conmutación automática debe realizarse sin pérdida de información o degradación de cualquier función.

La falla de un FEP no debe provocar la conmutación de los servidores SCADA.

6.7.3 Conmutación Manual

Debe ser posible realizar la conmutación manual de un determinado servidor desde su propia consola o una estación de trabajo/Ingeniería.

Esta conmutación debe efectuarse con los mismos condicionantes que la conmutación automática.

6.7.4 Procedimientos de Contingencia

6.7.4.1 Operación Normal

En operación normal, todas las estaciones de trabajo/ingeniería deben estar conectadas a los servidores activos del SCADA.

En cualquier momento, debe ser posible pasar manualmente como principal el servidor que está como respaldo.

6.7.4.2 Contingencia de los Servidores SCADA

En caso de contingencia del servidor principal del SCADA, el que se encuentra como respaldo debe asumir automáticamente el control.

La conexión de todas las estaciones de trabajo/ingeniería debe ser transferida automáticamente al servidor que estaba como respaldo.

La transferencia de la conexión debe ser automática sin intervención del operador y notificada al mismo.

6.7.4.3 Contingencia o impedimento de la Operación

En caso de contingencia o impedimento de la Operación acotado al recinto principal, debe ser posible que los operadores continúen sus funciones desde el recinto de respaldo con las estaciones de trabajo allí dispuestas, sin que se vean afectadas las capacidades de las herramientas de operación.

En este caso, no debe producirse conmutación entre servidores.

7. AMBIENTE DE ENTRENAMIENTO (OTS)

7.1 General

Este inciso presenta todos los requisitos que deben ser atendidos para el ambiente de entrenamiento.

El ambiente de entrenamiento proporciona capacidad de adiestramiento en base a un modelo del sistema de energía y equipos de central hidroeléctrica e interactúa con el operador en capacitación exactamente del mismo modo que en el sistema real.

Debe ser proporcionada por el CONTRATISTA una herramienta de entrenamiento para la formación y capacitación de los operadores en diversos escenarios, para tomar rápidamente decisiones correctas en condiciones variadas de operaciones del sistema eléctrico y de la central hidroeléctrica.

Se deberán proveer tanto el equipamiento como las licencias necesarias para el funcionamiento del ambiente y el uso concurrente, como mínimo, de 4 usuarios.

7.2 Requisitos físicos

El OTS debe ser implementado como un conjunto reducido, no redundante del sistema SCADA/EMS.

Dicho conjunto se debe caracterizar por una réplica del SCADA/EMS compuesto por:

- Un (01) servidor de entrenamiento (Servidor OTS), Histórico Interno OTS;
- Dos (02) estaciones de trabajo que representan la operación.
- Una (01) estación de trabajo para el instructor con la finalidad de configurar y reproducir escenarios para los participantes.
- Una (01) estación de ingeniería para la parametrización del ambiente completo.

No se aceptarán soluciones de Virtualización.

7.3 Requisitos lógicos

7.3.1 Sistemas Operativos

Los sistemas operativos que se instalan en el OTS deben ser los mismos utilizados en la infraestructura principal para proporcionar a Salto Grande el mismo ambiente de trabajo.

7.3.2 Control y Adquisición

Debe ser proporcionado:

- Todas las herramientas instaladas en el SCADA/EMS del ambiente de producción;

- Herramienta del simulador de la capacitación de operadores.

Todas las herramientas deben adaptarse al Ambiente de Entrenamiento y funcionar de la misma manera que lo hace en la infraestructura principal.

7.4 Funcionalidades del OTS

7.4.1 Generales

Este Inciso tiene como objetivo presentar las funciones básicas necesarias para el OTS.

El servidor de entrenamiento debe tener instalado todas las herramientas SCADA/EMS y también debe tener implementado un simulador del sistema de potencia y de las unidades generadoras. Los equipos deben estar conectados entre sí mediante Ethernet LAN.

Las variables simuladas en tiempo real deben ser actualizadas por el SCADA periódicamente con las mismas tasas de refresco del sistema SCADA/EMS de la infraestructura principal y deben ser presentados como si los registros hubieran sido procesados por el FEP.

Los comandos (arrancar/parar, abrir/cerrar, puntos de consigna (*setpoints*)) iniciados en las estaciones de capacitación por el operador o por una herramienta como el AGC o AVC deben ser enviados al modelo del sistema de potencia, el cual debe responder a esos comandos de la misma manera que el equipo de la central hidroeléctrica que está siendo simulado.

El ambiente de entrenamiento debe permitir el registro de históricos en el mismo formato del SCADA/EMS de la infraestructura principal.

El ambiente de entrenamiento debe ser suministrado de forma físicamente independiente al SCADA/EMS.

Las estaciones de trabajo suministradas para el OTS deben ser dispuestas en un recinto físico destinado a entrenamiento que Salto Grande pondrá a disposición y en una Red OTS físicamente separada a la Red N3.

Todas las pantallas, base de datos y herramientas disponibles en la Infraestructura Principal del SCADA/EMS deben estar disponibles y ser posible su utilización para el Ambiente de Entrenamiento.

El sistema de entrenamiento (OTS) debe ser del mismo fabricante de la infraestructura principal y replicar las mismas características de la versión entregada como SCADA/EMS.

El ambiente de entrenamiento (OTS) debe contar con las características técnicas necesarias para que los usuarios (instructor, operador) puedan desarrollar todas las actividades previstas, sin necesidad de la asistencia de equipamiento técnico ni personal de parte del CONTRATISTA una vez puesto en servicio el OTS.

7.4.2 Historico Interno del OTS

El OTS debe ser equipado con un registro histórico interno para almacenamiento de variables referentes a simulación en ejecución, como así también, herramientas de acceso/visualización de registros equivalentes a aquellas usadas en la infraestructura principal.

El OTS debe contar con características tales que le permita al instructor reproducir o revisar las acciones realizadas por la persona en capacitación y al operador acceder a los registros almacenados para la toma de decisiones en la operación.

7.4.3 Requisitos del Modelo del Sistema de Potencia

El OTS debe ser equipado con un simulador basado en el Modelo del Sistema de Potencia.

El simulador del sistema de potencia debe consistir en modelos de las centrales hidroeléctrica de las márgenes izquierda y derecha, un modelo de carga/frecuencia, un modelo de red eléctrica del entorno del complejo, un modelo de regulación secundaria del sistema, un modelo de flujo de potencia, comportamiento dinámico y un modelo de relés de protección.

El simulador del OTS debe tener la capacidad de importar un “caso” de flujo de potencia exportado vía modo de estudio o solución del estimador de estados a partir de otro ambiente de ejecución (Scada/EMS o Ambiente PD).

El simulador del OTS debe incluir modelos dinámicos para, por lo menos, los siguientes equipos:

- Generadores,
- Turbinas,
- Reguladores de velocidad,
- Excitaciones.

7.4.3.1 Modelos de Casas de Máquinas

Los modelos de las casas de máquinas de las márgenes izquierda y derecha deben diseñarse para simular las siguientes características de la central:

- Todas las variables analógicas y acumuladores deben cambiar dinámicamente con valores realistas en las periodicidades de adquisición de datos;
- Modelos de turbina y regulador de velocidad completos que cambian en respuesta a los comandos del AGC y control manual de cada unidad generadora;
- Modelos de generador y regulador de tensión/excitación completos que cambian en respuesta a los comandos del AVC y control manual de cada unidad generadora;
- Tensiones de barra de 500 kV cambiando en respuesta a los comandos de setpoint del AVC;
- Modelos simplificados de los equipos de playa de las subestaciones del cuadrilátero de 500 kV;
- Las lecturas de temperatura deben utilizar valores definidos en una instancia previa a la simulación. Los cambios de temperatura anormales deben ser modelados como eventos en el escenario de capacitación;

- Las variables de estado deben cambiar de acuerdo con un escenario de eventos planificado o en respuesta a los comandos de control emitidos por el operador;
- Registros SOE modelados como eventos en el escenario de capacitación;
- Simulación dinámica de las secuencias de arranque y parada de la unidad generadora con un tiempo realista de cada paso en la secuencia;
- Funciones de control de reguladores de velocidad y reguladores de tensión/excitaciones de las unidades generadoras como modelos de segundo orden;
- Proporcionar modelos de carga del tipo ZIP (carga constante, impedancia constante y potencia constante).

7.4.3.2 Modelos de Red y Cuadrilátero de Salto Grande

Los modelos de centrales hidroeléctricas también deben incluir una representación detallada de la red eléctrica dentro de SALTO GRANDE, desde los terminales de la unidad generadora hasta las barras de 500 kV de las subestaciones SGA y SGU, las subestaciones del cuadrilátero 500 kV y todas las líneas de transmisión de salida.

Los valores eléctricos de la red - tensiones, flujos MW y MVAR - deben ser fácilmente y directamente calculados por un rápido flujo de carga iterativo o no iterativo. Los valores eléctricos deben calcularse periódicamente para generar resultados de la solución de red a la tasa de barrido del flujo del simulador del OTS.

Los cambios topológicos debidos a eventos de disparo en el escenario de capacitación o debido al mando de supervisión de un operador deben cambiar automáticamente el modelo de red y el flujo de carga consecuente.

7.4.3.3 Modelos de Carga/Frecuencia del Sistema

Los modelos de carga/frecuencia del sistema, deben basarse en una representación del comportamiento de carga/frecuencia de los sistemas conectados a SALTO GRANDE.

7.4.3.4 Simulación de flujo de potencia y comportamiento dinámico

El modelo debe simular el flujo de potencia del sistema interconectado con características de comportamiento dinámico. Este modelo debe reaccionar a los cambios de topología simulados de los modelos de red.

7.4.3.5 Herramienta para simulación de modelos del operador

El OTS debe poseer la capacidad de crear modelos de simulación definidos por el operador a través de una herramienta gráfica similar a las herramientas JMCAD o Simulink. El simulador de entrenamiento debe permitir la integración de la simulación de los modelos definidos por el operador con la simulación dinámica del modelo de red previsto para entrenamiento mediante la lectura y escritura de puntos de supervisión.

7.4.3.6 Simulación de modelos del operador para funciones de control

El simulador de entrenamiento debe proveer la capacidad de crear modelos de simulación definidos por el operador por medio de herramienta de edición gráfica similar a las herramientas JMCAD o Simulink para la simulación de funciones de control del sistema eléctrico de potencia, como reguladores de velocidad y tensión de las unidades generadoras.

7.4.4 Constructor de Escenarios de Capacitación

El OTS deberá suministrarse con quince (15) escenarios mínimos configurados, a acordar con SALTO GRANDE cuáles son dichos escenarios en la etapa de Ingeniería.

Adicionalmente, deben proporcionarse funcionalidades para permitir que un instructor prepare un escenario de capacitación en la estación del instructor conectado a la función simulador del sistema de potencia del OTS.

Las pantallas deben incluir diagramas de red y otros tipos de diagramas y objetos diseñados para facilitar el desarrollo de un escenario de formación.

El simulador de entrenamiento debe suministrar la capacidad de inicialización de una sesión de entrenamiento utilizando procedimientos simples, consistiendo como mínimo de las siguientes etapas:

- Pausa de una sesión de entrenamiento en ejecución;
- Selección de un escenario de capacitación previamente elaborado; e inicio de la nueva sesión de entrenamiento.

7.4.4.1 Selección de la condición del sistema

A partir de un conjunto de al menos cinco (05) escenarios básicos, debe ser posible seleccionar un escenario básico y mostrar sus detalles en el monitor.

El instructor debe poder hacer cambios en el escenario, como nivel de carga del sistema, estados y modos de control de las unidades generadoras, límites operacionales y condiciones hidráulicas.

Debe ser posible generar un escenario desde una instantánea del conjunto de valores en tiempo real o del registro histórico, pertenecientes al SCADA/EMS y recuperado en el sistema de entrenamiento.

7.4.4.2 Gestión escenarios

Se deben prever funcionalidades para la gestión de escenarios. Las características de gestión deben incluir crear, guardar, editar y eliminar escenarios, de manera directa por el usuario instructor a través de la interfaz provista, como parte de las prestaciones estándares del producto ofertado.

El simulador de entrenamiento deberá suministrar la capacidad de creación, almacenamiento y restablecimiento de escenarios de entrenamiento, con el objetivo de simplificar el proceso de inicialización de sesiones de entrenamiento. El escenario de entrenamiento deberá considerar, por lo menos, los siguientes incisos:

- Caso de flujo de potencia;
- Caso de carga;
- Lista de eventos del escenario;
- Condiciones iniciales de puntos analógicos y de estado;
- Fecha/hora de inicio de la simulación;
- Parámetros (ajustes) de herramientas.

7.4.4.3 Eventos

El OTS debe disponibilizar una herramienta para la creación y edición de eventos de entrenamiento. El editor deberá permitir la inserción, remoción y reordenamiento de eventos utilizando recursos de copiar y pegar similar a edición de planillas Excel.

El simulador de entrenamiento debe suministrar la capacidad de importar un conjunto de alarmas/eventos exportados desde el SCADA/EMS.

El simulador de entrenamiento debe suministrar la capacidad de importar un conjunto de alarmas/eventos predefinidos por el operador/instructor en un formato de planilla.

Para el período de formación seleccionado, debe proveerse una pantalla de planificación de eventos a través del cual el instructor puede planificar eventos para que se activen en momentos específicos.

El simulador de entrenamiento debe suministrar la capacidad de creación de listas de eventos de entrenamiento contemplando, por lo menos, los siguientes tipos de eventos:

- Apertura/cierre de interruptores y seccionadores;
- Trip de unidades generadoras;
- Cambio de estado en puntos de supervisión de estado;
- Cambio instantáneo de valores analógicos en puntos de supervisión analógicos;
- Alteración de la potencia activa y tensión de unidades generadoras;
- Alteración de valores de carga del modelo eléctrico (potencia activa y reactiva) en la forma de rampas;
- Falla/restablecimiento del vínculo con las UACs;

El simulador de entrenamiento debe permitir el disparo de listas de eventos de entrenamiento preprogramadas de las siguientes formas, por lo menos:

- Al iniciarse una sesión de entrenamiento;
- Definiendo una estampa de tiempo de simulación;
- Por medio de una acción del instructor;
- En función de la transición de un punto de estado o punto comandable.

El simulador de entrenamiento debe utilizar los tags para referenciar puntos de supervisión en las listas de eventos, de modo que alteraciones en los descriptivos de los puntos no causen impacto en listas de eventos preparadas para escenarios de entrenamiento.

7.4.5 Control del Escenario cuando está activo

El instructor debe poder realizar las siguientes tareas:

- Iniciar la sesión de capacitación;
- Interrumpir o terminar la sesión de capacitación;
- Reiniciar la sesión de capacitación desde cualquier punto seleccionado en el tiempo;
- Introducir nuevos eventos durante la sesión.

8. AMBIENTE DE PRUEBA Y DESARROLLO (PD)

8.1 General

Este inciso presenta los requisitos físicos y funcionales, que deben ser atendidos para el ambiente de prueba y desarrollo.

Este ambiente proporciona una herramienta al plantel técnico en el ajuste y ensayo de las herramientas de SCADA/EMS, base de datos, edición de pantallas e informes, antes de que se transfieran al ambiente de producción.

Debe ser proporcionado por el CONTRATISTA un Sistema de Prueba y Desarrollo (PD) para la elaboración y ejecución de lógicas, mantenimiento y ensayos.

Se deberán proveer tanto el equipamiento como las licencias necesarias para el funcionamiento del ambiente y el uso concurrente, como mínimo, de 4 usuarios.

8.2 Requisitos físicos

El ambiente PD consiste en un sistema reducido del SCADA/EMS para verificar, diagnosticar y ajustar el comportamiento de las herramientas presentes en el SCADA en un ambiente similar al de producción.

Deben ser proporcionados servidor FEP, servidor de tiempo real SCADA/EMS, servidor del Histórico Interno, estaciones de ingeniería, una referencia de tiempo (GNSS), que en su conjunto caracterizan una réplica del sistema SCADA/EMS.

Todos los equipos del ambiente de prueba deben cumplir con los mismos requisitos del ambiente de producción según el Inciso 6.2 “Requisitos Físicos” de este capítulo.

8.3 Requisitos lógicos

8.3.1 General

El ambiente PD debe incluir las herramientas para la configuración y edición de la Base de Datos y pantallas, para el desarrollo y prueba de lógicas y para el mantenimiento del SCADA/EMS. Debe ser posible probar cualquier función del SCADA/EMS desde el ambiente PD sin interferir con el funcionamiento / rendimiento del sistema en tiempo real.

8.3.2 Sistemas Operativos

Los sistemas operativos asociados al ambiente PD deben ser los mismos que los utilizados en la infraestructura principal para proporcionar a Salto Grande el mismo ambiente de trabajo.

8.3.3 Control y Adquisición

Debe ser proporcionado como mínimo lo siguiente:

- Todas las herramientas instaladas en el SCADA/EMS del ambiente de producción;
- Herramienta de desarrollo y pruebas para la configuración.

8.4 Funcionalidades del Ambiente PD

8.4.1 General

El ambiente debe contar con las mismas versiones de las herramientas presentes en la infraestructura principal. Para ello se deben suministrar todas las licencias que sean necesarias.

El ambiente PD debe tener la capacidad de adquirir variables mediante dos (02) posibilidades:

- Rack de prueba de una UAC;
- Herramienta que permita estimar o simular comportamiento de las unidades generadoras y líneas para el ajuste y prueba de las herramientas de control automático (AGC, AVC, etc).

Este ambiente debe cumplir con todos los requisitos funcionales previstos para el ambiente de producción, según el Inciso 6.4 “Funcionalidades SCADA”.

8.4.2 Requisitos del Ambiente PD

8.4.2.1 Independencia

El ambiente de prueba debe ser independiente (servidores, base de datos, redes de comunicación distintas) de la infraestructura principal y del ambiente de entrenamiento. El CONTRATISTA debe asegurar que las acciones ejecutadas en el ambiente PD no afectarán el ambiente de producción.

8.4.3 Herramientas del Ambiente

El ambiente PD debe disponer de las mismas herramientas y funcionalidades que se encuentran presentes en el SCADA/EMS de Nivel 3.

En el ambiente se deben incluir todos los medios necesarios para desarrollo, integración y depuración de herramientas/funciones creadas por SALTO GRANDE.

En el ambiente de prueba se deben incluir las mismas herramientas definidas en el apartado 6.6.2 “Herramientas de Apoyo” del Ambiente de Producción.

8.4.4 Compatibilidad para intercambio con la infraestructura principal

El ambiente PD debe ser capaz de importar/exportar de la Infraestructura Principal y utilizar lo siguiente:

- Bases de datos;
- Pantallas de supervisión;
- Herramientas o funciones de control automático;
- Configuración de equipos físicos.

8.4.5 Capacidad para uso de herramientas asociadas al EMS

El ambiente PD debe ser capaz de hacer uso de las mismas herramientas EMS utilizadas en el ambiente de producción, desde las proporcionadas por el fabricante hasta las implementadas por SALTO GRANDE.

8.4.6 Interfase con SOTR

El ambiente PD debe suministrarse con la misma capacidad de vincularse con los equipos SOTR, de la misma manera que lo hace en la infraestructura principal.

8.4.7 Registros históricos (Histórico Interno)

El ambiente PD debe estar equipado con un Histórico Interno propio para el almacenamiento de variables analógicas y de estado, así como de herramientas de acceso y visualización de registros equivalentes a las utilizadas en la Infraestructura Principal.

8.4.8 Comunicación con las RTUs y UACs

El ambiente PD debe disponer de interfaces de comunicación con las RTUs y UACs con los mismos protocolos disponibles en la Infraestructura Principal.

8.4.9 Acceso al código fuente

El suministro del sistema debe contemplar la puesta a disposición del código fuente de las herramientas desarrolladas exclusivamente para SALTO GRANDE.

9. AMBIENTE DMZ

9.1 General

Este apartado presenta los requisitos funcionales que deben ser atendidos por el Ambiente DMZ.

El Ambiente DMZ estará compuesto por:

- Histórico Externo;
- Réplica de Pantallas Gráficas del SCADA/EMS;
- Nodo de Respaldo, Autenticación y Antivirus;
- SOTR - Sistema de Operación en Tiempo Real (Provisto por Salto Grande);
- BDE - Registro Histórico de explotación del complejo (Provisto por Salto Grande);

Tanto el SOTR como la BDE, si bien no forman parte del alcance de esta licitación, el proveedor deberá contemplarlos a los efectos de su vinculación física como partícipe del Ambiente DMZ, como así también con su vinculación lógica con el Sistema de Control y con sus Registros Históricos.

9.2 Requisitos físicos

9.2.1 General

Este Inciso tiene como objetivo presentar los requisitos mínimos de equipamiento a ser suministrados. Los requisitos aquí presentados cubren todo el suministro. No se aceptarán soluciones basadas en Virtualización.

Todo el equipamiento asociado al ambiente DMZ deberá estar alineado con lo especificado en el Inciso 6.2 “Requisitos Físicos” de este capítulo.

9.2.2 Servidor Histórico Externo (HE)

Los servidores del Histórico Externo (HE) deberán funcionar en configuración redundante de acuerdo al inciso 9.3.2.4 “Redundancia, Recuperación, Respaldos y Restauración” de este capítulo, y deberán tener la misma arquitectura y las mismas características que los equipos descriptos en el Inciso 6.2.2 “Servidores SCADA” de este capítulo.

Los servidores deberán estar dimensionados para cumplir con los requisitos del inciso 9.3.2.5 “Colección, Almacenamiento y visualización de Registros Históricos” de este capítulo. Asimismo, para garantizar la disponibilidad deberán cumplir con lo explicitado en el Inciso 9.3.2.6 “Desempeño” de este capítulo.

9.2.3 Servidor N3 Viewer

El Servidor N3 Viewer debe cumplir con lo descrito en el Inciso 6.2.2 “Servidores SCADA”.

El servidor N3 Viewer deberá contar con la suficiente capacidad de memoria, procesadores y conexiones como sean necesarias para satisfacer el funcionamiento de lo descrito en el Inciso 9.3.3 “Servidor N3 Viewer” del presente capítulo.

9.2.4 Servidor AAB (Autenticación, Antivirus y Backup)

El Servidor AAB debe cumplir con lo descrito en el Inciso 6.2.2 “Servidores SCADA” de este capítulo.

El servidor deberá contar con la suficiente capacidad de memoria, procesadores y conexiones como sean necesarias para satisfacer el funcionamiento de lo descrito en el Inciso 9.3.4 “Servidor AAB (Autenticación, Antivirus y Backup)” de este capítulo.

9.2.4.1 Dispositivos Periféricos

Cada equipo debe tener:

- La capacidad de conectarse a una Unidad de Cinta externa y/o un Equipo activo con tecnología de compresión y deduplicación para almacenamiento de respaldos.

9.2.5 Red DMZ

Todos los equipos de la Red DMZ deberán cumplir con los requisitos del Inciso 6.2.8 “Redes de Área Local (LAN)” de este capítulo.

La Red de la DMZ deberá ser una red físicamente separada de cualquier otra red.

9.3 Requisitos Lógicos

9.3.1 General

Este Inciso presenta las funciones básicas necesarias para la implementación del ambiente DMZ

9.3.2 Servidor Historiador Externo (HE)

9.3.2.1 General

Como parte del Ambiente DMZ el Histórico Externo (HE) será el responsable del almacenamiento a largo plazo de registros del SCADA/EMS de Nivel 3 para su posterior uso y consulta.

El Histórico Externo (HE) tiene como propósito además, permitir que los usuarios fuera del ambiente operativo puedan acceder a estos registros históricos sin comprometer los estándares de seguridad definidos para el Nivel 3 de Control.

El Histórico Externo (HE) debe poder almacenar Alarmas, Eventos, Señalizaciones de Estado y mediciones con sus respectivas estampas de calidad y de tiempo provenientes del SCADA/EMS de Nivel 3. Se debe poder configurar individualmente por punto coleccionado:

- Modo de Colección de registros, ya sea basada en deltas o en cambios de estados.
- Parametrización de Bandas Muertas: establecer un rango inferior y/o superior dentro del cual el valor deba ser coleccionado.
- Escalado de valores, en caso de querer coleccionarlos en una unidad de medida diferente.
- Parametrización de permisos por punto y por usuario o por la combinación de ambos. (Lectura/Escritura o Sólo Lectura)

El Histórico Externo deberá incluir las siguientes características:

- Herramienta gráfica para la consulta de valores históricos.
- Herramienta gráfica para la administración y configuración del Almacenamiento.
- Esquemas de Failover y Recuperación.
- Acceso a Registros por Usuarios desde aplicaciones externas (ej. Excel)
- Capacidad de Exportar en Excel/CSV.
- Capacidad de permitir inyección de registros desde archivos externos con formatos estándares.
- Permitir consultas SQL locales y remotas.

9.3.2.2 Fuentes de Registros

Los registros deberán ser coleccionados desde el Nivel 3, ya sea desde los procesos destinados a distribuir las variables en tiempo real o bien desde el Histórico Interno del SCADA. Se valorarán aquellas propuestas que coleccionen desde el Histórico Interno del SCADA.

La vinculación, debe poder integrarse para el traspaso de valores con sus estampas de tiempo y tags de calidad, como así también el proceso de Alta, Modificación y Baja de puntos del Sistema SCADA/EMS de forma tal que, cualquier modificación realizada en éste impacte de igual modo en el Histórico Externo (HE).

El Historico Externo debe poder adquirir datos desde al menos otras 5 (cinco) fuentes adicionales a través de estándares conocidos en el mercado cualquiera fuese la modalidad de Redundancia elegida. Se deberán proveer las licencias correspondientes.

9.3.2.3 Funciones de Administración

El Historico Externo debe disponer de funciones y/o metodologías para gestionar las diferentes características:

9.3.2.3.1 Gestión de Base de Datos

El Histórico Externo deberá contar con una herramienta que permita gestionar el contenido de la Base de Datos.

9.3.2.3.2 Autenticación de Usuarios

El Histórico Externo (HE) deberá contar con una metodología que permita verificar la identidad de los usuarios mediante credenciales.

El Histórico Externo (HE) deberá poder integrarse con los servicios de autenticación como Windows Active Directory Domain Services (AD) o Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) para admitir un inicio de sesión único y aplicar las políticas de grupo.

9.3.2.3.3 Autorización de Usuarios

El Histórico Externo (HE) deberá poder establecer perfiles de usuarios mediante los cuales se definan los permisos de acceso a los recursos. Estos perfiles deben incluir al menos:

- Permiso de Lectura y/o Escritura sobre un punto en particular o grupo de puntos.
- Permiso de Uso de Herramientas de Extracción o Visualización de Registros.
- Permiso de acceso a la administración y configuración del Histórico Externo (HE) (Solo Administradores).

9.3.2.3.4 Supervisión

El Histórico Externo (HE) deberá suministrar herramientas que puedan usar los Administradores para realizar como mínimo las siguientes tareas:

- Administrar el archivado de registros, configurar los ajustes de seguridad, crear nuevos puntos, acceder a logs y supervisar el rendimiento y el estado de salud del Histórico Externo (HE).
- Analizar autodiagnósticos y registros, como alarmas, alertas y notificaciones del propio historico.
- Analizar el uso del Histórico Externo (HE) y los cambios en las configuraciones manteniendo la trazabilidad.

9.3.2.4 Redundancia, Recuperación, Respaldos y Restauración

El Histórico Externo (HE) deberá soportar las siguientes tareas:

- **Redundancia:** debe contar con una arquitectura redundante de tal forma que se garantice la continuidad de las actividades de colección, almacenamiento y visualización de los registros ante una falla o ante tareas de mantenimiento.
- **Recuperación:** Ante una pérdida temporal de la conexión entre el Historiador Externo (HE) y el Sistema SCADA/EMS de Nivel 3, debe existir una metodología que permita volcar al destino correspondiente los registros no coleccionados durante este período, recuperando de esta forma la funcionalidad completa del Histórico Externo (HE).
- **Respaldos:** Debe disponer de una metodología de respaldo de los registros de la base de datos del Histórico Externo (HE) y poder alojar el mismo de forma local y remota. La realización de los respaldos no debe afectar el funcionamiento del sistema.
- **Restauración:** Los respaldos deben permitir restaurar parcial y totalmente los registros del Histórico Externo.

Todas las tareas detalladas previamente deberán registrar en logs su funcionamiento incluyendo la fecha y hora de ocurrencia.

9.3.2.5 Coleccion, Almacenamiento y Visualización de Registros Históricos

El Histórico Externo (HE) deberá permitir la colección y el almacenamiento de al menos 50.000 puntos con sus respectivas Etiquetas de Calidad con posibilidad de ampliación futura de un 100%. El proveedor deberá describir claramente los requisitos para alcanzar dicha ampliación.

Estos registros deberán estar a disposición para un uso frecuente durante al menos cinco (05) años, manteniendo su resolución de origen. Adicionalmente deberá poder almacenar para uso no frecuente todos aquellos registros más antiguos con posibilidad de restauración en caso de ser necesaria su consulta. Los archivos generados para realizar archivado de registros antiguos deberán poder ser guardados de forma local como así también en medios externos.

Los registros coleccionados por el Historiador Externo deben poder consultarse también mediante la conexión o integración con productos de terceros a través de los siguientes protocolos estándar: OPC, XML, Web Services (Servicios Web) y consultas SQL mediante conectores ODBC, OLEDB y JDBC. Además debe brindar la posibilidad de exportar datos en formatos CSV y XML. Se deberá proveer el dimensionamiento y las licencias correspondientes para al menos 10 conexiones simultáneas de los tipos descriptos.

Los usuarios del Histórico Externo (HE) deben poder realizar las siguientes tareas relativas a la visualización de los Registros:

- Visualizar registros y generar reportes personalizados.
- Organizar y Recopilar registros sobre eventos que tengan una hora específica de inicio y finalización.
- Permitir la discretización de valores registrados en períodos preestablecidos de minutos, horas, días, en base a cálculos de los valores comprendidos en el período ya sea máximos, mínimos, promedios, valores más cercanos, etc.

9.3.2.6 Desempeño

Los requisitos de desempeño y disponibilidad deben ser completamente atendidos por el Histórico Externo (HE), tanto en términos de hardware como de software.

El Histórico Externo (HE) debe garantizar:

- El acceso y uso de todas las funciones del Histórico Externo (HE) deberán tener una disponibilidad mínima del 99,5% (noventa y nueve coma cincuenta por ciento) del tiempo, es decir, un máximo de indisponibilidad de 44 horas al año.
- Para Arquitecturas Redundantes el tiempo de conmutación por error (failover) o por conmutación manual, para la reserva asumir las funciones del primario no debe exceder 5 minutos.
- Ante una pérdida temporal de la conexión entre el Sistema SCADA/EMS y el Historiador Externo, debe existir una metodología, automática y/o manual, que permita al Histórico Externo (HE) recuperar los registros correspondiente a la ventana de tiempo asociada a la pérdida de conexión. Se deberá considerar una ventana de tiempo de al menos 7 (siete) días.
- El intervalo de tiempo entre la ocurrencia de cualquier evento o cambio de valor en su fuente, SCADA/EMS de Nivel 3, hasta que el cambio se almacene en la base de datos del Histórico Externo (HE), no debe exceder los 5 minutos.
- El Historiador Externo (HE) debe ofrecer una tasa de recolección de registros con una tasa de al menos 100 mil registros por segundo.

- Acceso concurrente de al menos 20 (veinte) usuarios con sus licencias correspondientes para visualización o administración del Histórico Externo (HE).

9.3.2.7 Usuarios

El Histórico Externo (HE) debe contemplar la posibilidad, e incluir las licencias correspondientes, para la creación de al menos 100 usuarios y prever el acceso concurrente de al menos veinticinco (25) de ellos independiente de la modalidad de Redundancia elegida.

De estos totales, se espera que al menos 5 dispongan perfil de administración y gestión de la solución.

9.3.3 Servidor N3 Viewer

El Servidor N3 Viewer deberá, mediante un navegador, presentar las mismas pantallas de una estación de trabajo en modo supervisión, es decir, que pueda ser posible acceder a la visualización de un set de pantallas, registros históricos, listas de ventos, alarmas e informes. Sin embargo, la ejecución de comando y la entrada de parámetros no debe ser posible bajo ninguna circunstancia. (No debe poseer la capacidad intrínseca [real/configurable] de ejecutar acciones de comandos, u otras que puedan interferir con la operación).

Debe contemplar la posibilidad e incluir las licencias correspondientes para la creación de al menos 50 usuarios y prever el acceso concurrente de al menos veinte (20) de ellos. De estos totales, se espera que al menos 5 dispongan perfil de administración y gestión del Servidor N3 Viewer.

La implementación de la herramienta N3 viewer, deberá realizarse en el ambiente DMZ mediante el equipo basado en Diodo de Datos de manera tal que intrínsecamente no exista la posibilidad que un comando llegue al SCADA/EMS de Nivel 3.

9.3.4 Servidor AAB (Autenticación, Antivirus y Backup)

El Servidor AAB deberá realizar las siguientes tareas:

- Servidor de Autenticación (Validación de Acceso de Usuarios)
- Servidor de Autorización (Validación de Permisos de Usuarios)
- Gestión de Respaldos,
- Servidor de Antivirus

El Servidor AAB deberá realizar la copia de seguridad y recuperación de todos los elementos componentes del Ambiente DMZ.

Para la gestión de respaldos se deberá incluir todo el *hardware* y *software* necesarios para realizar las copias de seguridad y su recuperación.

Este Servidor deberá permitir la programación de la ejecución de las copias de seguridad de acuerdo a las necesidades de Salto Grande. Ejemplo: Incremental, Completa, periodicidad Semanal, Mensual, etc.

El usuario de la gestión de copias de seguridad deberá poder realizar una restauración de las mismas de forma autónoma.

El resto de Servidores en DMZ deberá poder conectarse al Servidor AAB para Autenticar y Autorizar usuarios.

9.3.5 Red DMZ

La Red DMZ deberá permitir distintas vías de conexión:

- **Desde el Sistema de Control N3:** La Red DMZ deberá poder recibir registros históricos desde el Sistema de Control de Nivel 3.
- **Con Sistemas Externos:** Deberá permitir el intercambio con redes externas del Histórico Externo (HE), N3 Viewer y Servidor AAB.

10. PANEL VIDEO WALL

10.1 General

El objetivo de este inciso es establecer los requisitos asociados al conjunto de equipos que componen el video wall.

El video wall es parte de una solución integrada para representar las variables en tiempo real del SCADA/EMS.

Mediante la modalidad llave en mano, el CONTRATISTA deberá proveer el suministro, instalación/montaje y puesta en servicio de un video wall en el COU, que incluya todo lo que se detalla en el presente Inciso. El equipamiento a ser instalado deberá contar con un representante técnico en Argentina o Uruguay certificado por el fabricante del equipamiento, ser de moderna tecnología, reconocida calidad y confiabilidad.

El representante técnico en Argentina o Uruguay para la marca de video wall ofertada, deberá contar con un mínimo de cinco (5) años de trayectoria con la marca, contar con disponibilidad de repuestos y personal técnico calificado para el equipamiento ofertado. El Oferente deberá entregar el certificado y cualquier otra documentación que acredite la capacidad del representante técnico.

10.1.1 Lugares de Instalación

El video wall se instalará en la sala del COU.

10.2 Requisitos físicos

Debe ser provisto para la proyección del panel del video wall un sistema con tecnología de cubos de retroproyección (RPC) según se detalla a continuación:

Un (01) panel video wall para el COU compuesto de:

- Doce (12) cubos de retroproyección (RPC) con tecnología láser DLP de 60" a 70"; 16:9; mínimo FULL HD (1920x1080), en configuración 4x3 (ancho x alto);
- Un (01) conjunto de estructura metálica para soporte de hasta dieciocho (18) cubos, en configuración 6x3 (ancho x alto). La estructura metálica deberá prever tapas o cierres para los soportes de los cubos que no han de ser instalados en el presente suministro;
- Dos (2) controladores con su cableado correspondiente, con capacidad para funcionamiento en modo redundante entre ellos; con una configuración de RAID de discos que garantice redundancia de datos ante la falla de un disco y la posibilidad del recambio en caliente de los discos;
- Un (01) conjunto de terminaciones, marcos laterales, frontales superiores e inferiores;
- Acceso trasero para su mantenimiento;

Los cubos del videowall, junto con su estructura metálica, deberán ser instalados en la Sala COU, mientras que los controladores deberán ser instalados en la Sala de Racks del Edificio GOPE. Por lo tanto, los controladores deberán ser rackeables en racks de 19 pulgadas.

10.3 **Requisitos lógicos**

10.3.1 **Sistemas Operativos**

El sistema operativo que se instalará en el sistema de gestión de imágenes del video wall debe ser Unix, Linux o Windows en su versión más reciente homologada. Se valorará la provisión de dicho equipamiento con Unix/Linux.

10.3.2 **Herramienta de Gestión de Imágenes**

Debe ser proporcionado el siguiente software:

- *Software* de gestión de imágenes para visualización de imágenes, selección de origen de las imágenes, configuración de parámetros y ajuste de las imágenes;
- Controlador de *software* para permitir la visualización de aplicaciones a través de la red local (TCP/IP);
- Licencias de *software endpoint user security*.

10.4 **Funcionalidades Video Wall**

10.4.1 **General**

El panel video wall debe permitir a los operadores la visualización de las pantallas mostradas en las estaciones de trabajo del sistema SCADA/EMS y la visualización de imágenes procedentes de otras fuentes de vídeo externas.

Para las fuentes de video externas, se deberá proveer un mínimo de cuatro (4) entradas HDMI.

Adicionalmente, se deberá suministrar con un mínimo de dos (2) entradas de red con conector RJ45.

El método de vinculación entre el controlador del video wall y el Sistema de Control no debe estar desaconsejado o restringido según el fabricante del SCADA/EMS. Toda la vinculación se atenderá a los lineamientos del fabricante del Sistema de Control y no podrá interferir con las funcionalidades de la herramienta, tampoco podrá generar limitaciones en la garantía del mismo o su disponibilidad garantizada.

10.4.2 Desempeño

El panel video wall debe presentar imágenes y variables dinámicas, procedentes del SCADA/EMS, equivalente a las pantallas mostradas en las estaciones de trabajo. Luego de una solicitud, la imagen que haya sido actualizada en las estaciones de trabajo, localizados en la misma sala de control, debe ser actualizada en el video wall como máximo un (1) segundo después.

Debe tener la capacidad de presentar como mínimo diez (10) pantallas del SCADA/EMS, y una imagen de vídeo externa por HDMI, sin degradación de la calidad.

El panel video wall debe tener la capacidad de operar veinticuatro (24) horas al día, siete (7) días a la semana sin presentar ninguna degradación de rendimiento u operación.

El equipamiento deberá desempeñarse con una disponibilidad superior al 99,8%, tanto durante la Marcha Industrial como durante el Período de Garantía.

10.4.3 Configuración

El panel video wall consistirá en múltiples cubos combinados en una matriz, para formar una gran pantalla.

Se debe suministrar con un sistema de gestión de imágenes y un sistema de diagnóstico y notificación de fallas.

El panel video wall deberá poder vincularse con el SCADA/EMS tanto a través de la red local TCP/IP como así también mediante fuentes de vídeo Display Port, DVI/RGB y HDMI.

Se debe suministrar un (1) conjunto formando una matriz de 4 x 3 cubos (ancho x altura), montado en una estructura que soporte 6 x 3 cubos (ancho x altura). Dicha estructura deberá suministrarse con cerramientos en los soportes en los cuales no se instalen cubos.

10.4.4 Gestión de Imágenes

El panel video wall debe cumplir los siguientes requisitos:

- Cualquier imagen procedente del SCADA/EMS debe poder ser visualizada en cualquier monitor o área del panel asociada al controlador que recibe dicha fuente de imagen;
- Cualquier imagen procedente de otras fuentes de vídeo deben poder ser visualizadas en cualquier monitor o área del panel asociada al controlador que recibe dicha fuente de imagen;
- Una imagen de 1920x1080 píxeles debe poder ser redimensionada desde la resolución nativa hasta la matriz completa de los cubos;
- Calibración automática del color y el brillo por comparación intercubo.

El gestor de imagen del video wall debe cumplir los siguientes requisitos:

- Proporcionar herramienta instalada para la configuración de parámetros y ajuste de las imágenes;
- Proporcionar herramienta instalada para el arreglo de las pantallas, selección del origen de las imágenes y para guardar los arreglos de las pantallas y origen, y posibilitar la presentación simultánea de varios orígenes, en ventanas que puedan ser dimensionadas por el operador;
- Proporcionar controlador para permitir la adquisición de imágenes a través de la red local (TCP/IP);
- Proporcionar un medio necesario para que el operador pueda interactuar con la herramienta del gestor de imagen;

10.4.5 Cubos y fuente de luz

Los cubos de los paneles video wall deben cumplir los siguientes requisitos:

- Capacidad de mostrar imágenes hasta los extremos del cubo;
- Capacidad automática de calibración de color y luminosidad entre los cubos adyacentes, para que las imágenes presenten continuidad;
- Soportar la iluminación de la sala donde serán instalados, sin perjudicar la visualización de imágenes;
- Cubos de retroproyección (RPC) con tecnología láser DLP de 60 a 70 pulgadas, relación de aspecto 16:9 y resolución mínima FULL HD (1920x1080);
- Vida útil de la fuente de luz láser mayor o igual a 100.000 horas de uso ininterrumpido en modo 24/7;
- Fuentes de luz láser redundantes, con fuentes de alimentación de controladores y fuentes de alimentación externas, ambas redundantes;
- Luminancia mínima de 600 cd/m²;
- Nivel de contraste mínimo 1800:1;
- Temperatura de operación – 10 a 30 °C.

10.4.6 Normas aplicables

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| • EMC : | Clase A según CE, FCC o UL |
| • Emisión: | EN 55032: 2012 |
| • | EN 61000-3-2: 2014 |
| • | EN 61000-3-3: 2013 |
| • Inmunidad: | EN 55024: 2010 |
| • Seguridad del producto | EN 60950-1: 2006 |
| • RoHS | EN 50581: 2012 |

10.4.7 Características de Construcción

La matriz de cubos debe montarse en una estructura metálica, que permita la precisa alineación de los cubos y facilite el acceso a los mismos en caso de mantenimiento. El acceso para mantenimiento debe ser por la parte posterior de los cubos y de la estructura metálica soporte. La estructura de montaje, deberá impedir su deformación mecánica, garantizando así una imagen íntegra.

El panel de video wall no debe molestar o causar pérdida de la agudeza visual a los usuarios. El CONTRATISTA debe examinar los niveles de vibraciones existentes en el lugar de la instalación y debe proyectar un soporte adecuado para que la vibración final del panel del video wall esté de acuerdo con lo establecido anteriormente.

El panel del video wall debe ser modular y montado en chasis reforzado. El CONTRATISTA deberá proveer la mampostería necesaria a fin de integrar visualmente el panel del video wall a la pared que lo contiene.

La estructura de soporte de los cubos de proyección debe prever la posibilidad de agregar en el futuro dos columnas de cubos de imagen adicionales (una a cada lado). Así mismo, se debe prever que pueda realizarse el cambio de módulos sin necesidad de desarmar partes de la estructura.

Las estructuras mecánicas del panel de video wall deben tener puntos para la conexión a tierra.

La superficie del panel del video wall debe ser lisa y uniforme, aunque opaca, evitando de esta forma reflejos luminosos que ofusquen la visión de los operadores.

Deben ser proporcionados controladores de bastidor estándar 19" (diecinueve pulgadas) con rieles y demás componentes necesarios para la instalación en racks.

La separación física entre los cubos adyacentes (interposición entre cubos borde a borde), debe ser menor que 1,5 (uno y medio) milímetro, para no crear distorsiones en las imágenes proyectadas en toda el área útil de los monitores.

El sistema de refrigeración de los cubos deberá basarse en convección de aire. No se aceptarán propuestas que tengan sistemas de enfriamiento por medio de líquidos para los cubos.

En cuanto al cableado a instalar, cada cable y cada uno de sus pares deberán estar perfecta y unívocamente identificados en cada uno de sus extremos. Dicha identificación deberá ser coherente con la documentación Conforme a Obra.

Todos los materiales y componentes empleados deberán ser de excelente calidad y tener adecuada protección contra agentes mecánicos, eléctricos, químicos, etc.

10.4.8 Integración con el Sistema SCADA/EMS

El CONTRATISTA será responsable de la conectividad e integración de los paneles del video wall al SCADA/EMS, con el suministro del cableado y equipos de red local, licencias adicionales de aplicaciones o cualquier otro dispositivo necesario para el adecuado funcionamiento, garantizando el cumplimiento de esta especificación técnica, para lo cual deberá dimensionar los recursos necesarios en el controlador/cubos.

10.4.9 Adecuación Arquitectónica y Civil

El panel video wall debe instalarse en la nueva sala del COU.

10.5 Requerimientos post instalación

10.5.1 Listado de repuestos

El CONTRATISTA deberá proveer los repuestos críticos y no críticos recomendados por el fabricante del equipo para 5 (cinco) años de funcionamiento. Se entiende por repuesto crítico aquel que luego de fallar, deja inutilizado al menos un cubo de proyección.

Asimismo, el listado de repuestos mínimo a suministrar debe ser:

- Dos (2) fuentes de alimentación de los cubos, de idénticas características a las suministradas
- Una (1) controladora completa, configurada y pronta para su recambio directo, de idénticas características a las suministradas
- Dos (2) fuentes de alimentación de la controladora, de idénticas características a las suministradas
- Una (1) tarjeta de salida, por cada tipo de tarjeta suministrada, de idénticas características a las suministradas
- Una (1) tarjeta de captura, por cada tipo de tarjeta de captura suministrada, de idénticas características a las suministradas
- Dos (2) convertidores, por cada tipo de convertidor suministrado, de idénticas características a los suministrados
- Herramientas especiales, necesarias para la instalación y mantenimiento del equipo según el manual del fabricante

El equipo a suministrar, deberá contar con un ciclo de vida remanente igual o mayor a cinco (5) años. El CONTRATISTA deberá entregar la documentación correspondiente que avale lo solicitado.

10.5.2 Documentación

El CONTRATISTA suministrará la documentación del sistema, consistente en textos explicativos, diagramas de bloque, planos, manuales, etc., necesarios para ilustrar la operación y filosofía del sistema para proveer instrucciones al operador, para la configuración del sistema, y para efectuar el mantenimiento del mismo.

En la documentación se deberán entregar, como mínimo, los siguientes ítems:

- Planos y manuales de montaje, interconexiones de partes, cableado detallado. Todo conforme a obra;
- Manuales descriptivos de funcionamiento, a nivel de bloques;
- Manuales de software y documentación explícita sobre licencias que se adquieran como parte del suministro (si corresponde);
- Manual de Operación que incluya secuencias de operación, funcionamiento de todos los elementos de los que disponga cada equipo (paneles de llaves, indicadores, etc.), que puedan además ayudar al análisis y diagnóstico de fallas;
- Manual de Configuración y Mantenimiento que, entre otros aspectos, en conjunto con el Manual de Operación permita la localización y reparación de fallas;
- Programa de Mantenimiento Preventivo tentativo, basado en la experiencia del fabricante con el equipamiento provisto.

Toda la documentación deberá responder siempre exactamente a la versión del equipamiento que se suministre;

10.5.3 Capacitación

El CONTRATISTA deberá incluir un plan de capacitación adecuado para dotar a sus asistentes con los conocimientos necesarios a fin de llevar adelante las siguientes tareas:

- Operación normal;
- Configuración y Mantenimiento;

La capacitación deberá dictarse previo al Ensayo de Aceptación en Sitio (SAT). Es necesario también especificar cuánta carga horaria se propone para cada temario.

El alcance de la instrucción deberá permitir al personal una cabal comprensión del funcionamiento del sistema, la incorporación de conceptos y experiencia que permita el diagnóstico de fallas de bajo nivel como así también la idoneidad necesaria para la modificación de parámetros críticos y no críticos que hagan a la configuración y calibración del sistema.

Los temarios asociados a estos dos ítems deberán exponerse en clases separadas, de forma tal de poder transmitir conocimiento a distintos grupos de personas y deberán basarse en el material entregado como Documentación.

Para la capacitación de Operación Normal, se contemplará el dictado en más de una ocasión con el objetivo de permitir la participación de personal afectado a turnos rotativos.

Todas estas actividades se realizarán en instalaciones de Salto Grande utilizando el equipamiento instalado como objeto para demostraciones y ejemplificaciones.

Todos los gastos asociados a esta actividad deberán estar a cargo del CONTRATISTA.

10.6 **Garantía**

Adicionalmente a lo solicitado en la Garantía por todo el equipamiento entregado en el Capítulo 1, el CONTRATISTA deberá demostrar que el equipamiento entregado e instalado, cuenta con garantía respaldada por el fabricante del mismo.

11. SEGURIDAD

Este apartado establece los lineamientos y requisitos técnicos mínimos de seguridad que debe cumplir el CONTRATISTA sobre el Nivel 3 (N3, Control Remoto Externo) como así también sobre la Infraestructura Complementaria. La temática se aborda desde estos principales aspectos:

- Seguridad de Borde.
- Autenticación y Autorización.
- Supervisión y Gestión.
- Seguridad en Servidores, Estaciones de Trabajo e Ingeniería.
- Seguridad en Equipos de Red.
- Administración de Parches y Actualizaciones
- Respaldo y Restauración

11.1 Seguridad de Borde

El CONTRATISTA deberá presentar en su oferta una estrategia de seguridad de borde alineada con los estándares que estas especificaciones adhieren, en función de la seguridad que este tipo de equipamientos requiere y del conocimiento específico del producto entregado que el proveedor tiene por ser su fabricante.

11.1.1 Firewalls

Se requiere la provision de firewalls de próxima generación (NGFW) para, al menos, el control de bordes entre:

- Borde entre Red NIVEL 1 – Red NIVEL 3 (Bloque de Adquisición);**
- Borde entre Red NIVEL 3 y el resto de los ambientes (DMZ, PD, OTS, COU y COU-C).**
- Borde entre Ambiente DMZ- Ambiente Exterior;**

El ítem 'c' debe ser de diferente fabricante que los ítems 'a' y 'b'.

Las cantidades minimas a proveer para lograr la robustez y duplicidad necesaria para una arquitectura de este tipo, se detallan en el Inciso 3 "Alcance del Suministro"

Las características mínimas que estos equipos deben suministrar se detallan en el inciso 6.2.8.2 "Firewall – Next Generation"

11.1.2 Protección Entre Dominios

Se deberá implementar una solución de tecnologías de protección entre dominios (Cross-Domain Solutions) basadas en Diodos de Datos para reforzar la seguridad en el tráfico entre las redes críticas y las No Confiables. Debe implementarse, al menos, para todas las comunicaciones entre la **Red N3** y la **Red DMZ**, permitiendo el flujo únicamente en sentido desde la Red N3 hacia la Red DMZ.

Las características mínimas que estos equipos deben suministrar se detallan en el inciso 6.2.8.2 “Equipo basado en Diodo de Datos”

El CONTRATISTA debe proveer todo el software y hardware necesario al igual que una configuración inicial acorde a la arquitectura utilizada.

Esta solución debe ser complementaria a las descritas en el inciso 11.1 “Seguridad de Borde”.

No se aceptarán ofertas que no incluyan en su provisión, equipos de Protección entre Dominios según lo especificado en el presente inciso.

11.1.3 Acceso Remoto a DMZ

Para las conexiones asociadas a soporte o administración provenientes de otras redes no gestionadas y tengan destino equipos de la **red DMZ**, debe implementarse una solución de Acceso Remoto Seguro del tipo “Zero Trust” que garantice:

- Autenticación multifactor. Identificación de usuario considerando contraseña de acceso y otro elemento como biometría, tokens OTP (One Time Password) o certificados digitales en tarjetas inteligentes y similares;
- Control de acceso a los equipos de la red. La herramienta debe permitir administrar el acceso de los usuarios, limitándolo a el/los equipo/s correspondientes y al tiempo necesario de trabajo.
- La herramienta a utilizar debe poder permitir el uso de un equipo intermedio de salto que permita llegar a los equipos destino. Las conexiones desde y hacia estas terminales deben estar encriptadas.
- Restricción en la transferencia directa de archivos.
- Integración con servicios de autenticación Active Directory y/o LDAP.
- Capacidad de integración futura con tecnologías PAM (Privileged Access Management).

El CONTRATISTA debe proveer del equipamiento y las licencias necesarias para brindar la funcionalidad a todos los equipos intervinientes y para el uso de como mínimos de 3 usuarios concurrentes.

11.2 Autenticación y Autorización

Para garantizar que el acceso a todos los equipos pertenecientes a la **Infraestructura Principal y Complementaria de Nivel 3** sea realizado por usuarios identificados y con los niveles de autorización necesarios para la tarea a realizar, se deberá implementar:

11.2.1 Servicios de autenticación y autorización

Se requiere la implementación de un servicio de autenticación y autorización como Windows Active Directory Domain Services (AD) o Lightweight Directory Access Protocol (LDAP).

Se deberá proveer del software y el hardware necesario para su implementación (ver inciso 9.3.4 “Servidor AAB”) como así también de una configuración alineada con los estándares de seguridad y de acuerdo a los criterios que el fabricante entiende como necesarios para proteger esta infraestructura. La implementación deberá garantizar con mínimo que:

- cada usuario tenga su propia identidad de red no permitiéndose el uso de cuentas genéricas o compartidas.
- cada usuario tenga un perfil con determinados privilegios y restricciones relacionados a su rol en la organización y al dispositivo que esté utilizando.
- exista la posibilidad de integración con el sistema SCADA/EMS y la posibilidad de utilizar “Single Sign-On”.
- exista una política de grupo capaz de establecer directivas y medidas de seguridad para el uso de los dispositivos.

El CONTRATISTA deberá implementar como mínimo un servicio de autenticación en cada uno de los ambientes considerando el de Producción (**Red N3**) y el resto de los ambientes pertenecientes a la **Infraestructura Complementaria**, pudiendo incorporar instancias adicionales si así lo considera necesario para el correcto funcionamiento del equipamiento entregado. Para el caso particular del **ambiente OTS** que no posee servidor AAB, el proveedor podrá definir donde alojar este servicio.

Para el caso de la implementación correspondiente a la **Red N3**, se requiere de la provisión de una arquitectura duplicada para evitar que una única falla genere indisponibilidad en la autenticación a, por ejemplo, Estaciones de Trabajo.

La gestión de Autenticación de usuarios a Estaciones de Trabajo e Ingeniería pertenecientes al SCADA/EMS debe poder realizarse de forma independiente a la implementación descrita en este inciso.

11.2.2 Contraseñas

Se requiere el uso de contraseñas para acceso a los diferentes sistemas del nivel en cuestión. Se deberá contar con la capacidad de poder establecer contraseñas complejas, con una longitud mínima y un intervalo regular de recambio acorde a los estándares de seguridad solicitados. Estas especificaciones deben estar definidas en las políticas de grupo aplicables a los diferentes ambientes y/o en el propio Sistema SCADA/EMS. Deberá estar alineada con los estándares de seguridad y de acuerdo a los criterios que el fabricante entiende como necesarios para proteger esta infraestructura

11.2.3 Segundo Factor de Autenticación

Para agregar una capa adicional de protección en la autenticación, las Estaciones de Trabajo deben ser capaces de aceptar autenticación de doble factor, basado en el uso de biometrías, tarjetas inteligentes,

tokens USB o incluso soluciones One Time Passwords (contraseñas desechables), como llaveros y aplicaciones de contraseña o SMS.

11.3 Supervisión y Gestión

11.3.1 Red de Gestión Out-Of-Band

Se debe disponer de una red dedicada de gestión de la infraestructura, independiente de la red de producción. Esta red debe permitir la gestión de equipos de red, Firewalls, Servidores y Estaciones de Trabajo/Ingeniería asociados a la **Red N3**.

Tareas de mantenimiento, actualizaciones, respaldos y envíos de datos hacia el Sistema de diagnóstico de Infraestructura, deben realizarse desde esta red.

11.3.2 Sistema de Diagnóstico de Infraestructura

Se deberá proveer de una solución que permita recopilar los eventos generados y visualizar el estado de los diversos equipos como ser Switches, Firewalls, Servidores, Estaciones de Trabajo/Ingeniería como así también aplicaciones Antivirus, Sistemas Operativos y Servicios de Autenticación pertenecientes a la **Red N3** y a la **Infraestructura Complementaria**.

La solución debe proporcionar como mínimo:

- La capacidad de recibir información desde el log en formato SYSLOG y desde el log de Eventos de Sistemas Operativos Windows;
- La capacidad de recibir información mediante protocolo ICMP, SNMP, WMI y SSH;
- La posibilidad de visualizar la información recopilada a través de una interfaz de usuario.
- La capacidad de generar notificaciones ante la ocurrencia de determinados eventos y/o cambios de estado.

El CONTRATISTA debe proveer del equipamiento, la configuración inicial y las licencias necesarias para brindar la funcionalidad de forma perpetua a un mínimo de 100 dispositivos, un mínimo total de 2000 variables y para el uso de al menos 2 usuarios de visualización concurrentes.

11.4 Seguridad en Servidores, Estaciones de Trabajo e Ingeniería

11.4.1 Antivirus – Endpoint Protection

Se debe proveer de todo el hardware, software y licencias necesarias para la utilización de una solución Antivirus - Endpoint Protection. Todos los equipos pertenecientes a la **Infraestructura de Nivel 3** y a la **Infraestructura Complementaria**, sea cual fuese su Sistema Operativo, deben estar protegidos con esta solución. La misma debe ofrecer como mínimo las siguientes características:

- Protección contra malware
- Protección contra software no autorizado: Debe haber control sobre las aplicaciones que se ejecutan en cada equipo.
- Protección contra criptografía no autorizada, para evitar ataques de ransomware.
- Debe tener la capacidad de generar registros (logs) para monitoreo y/o análisis forense y poder integrarse al Sistema de Diagnóstico de Infraestructura.

Ningun proceso de actualización de los sistemas de Endpoint Protection debe indisponer a los equipos donde se encuentre instalado.

No se aceptarán ofertas en las que dichas herramientas no se encuentren homologadas por el fabricante del Nivel 3 para ser utilizadas en los equipos provistos.

Servidor de Gestión

Deben controlarse a través de un servidor de gestión unificado (ver inciso 9.3.4 “Servidor AAB”) que garantice, al menos:

- Gestión centralizada de políticas de seguridad,
- Supervision de estado de Endpoints
- Acceso basado en perfiles de seguridad.
- Actualizacion centralizada de Bases de Datos y Agentes

El fabricante del Sistema SCADA/EMS deberá proveer el servicio de homologación de actualizaciones que la implementación Antivirus requiera.

El CONTRATISTA deberá analizar y proponer la mejor arquitectura como así también de una configuración alineada con los standards de seguridad y de acuerdo a los criterios que el fabricante entiende como necesarios para proteger esta infraestructura.

11.4.2 Hardening

Con la finalidad de proteger el sistema SCADA/EMS se establecen los siguientes requisitos mínimos de Hardening:

- Bloqueo de Puertos Físicos en desuso.
- Bloqueo de Puertos TCP/UDP en desuso.
- Bloqueo de servicios innecesarios.

Estas medidas de Hardening se deben aplicar en todos los Servidores y Estaciones de Trabajo e Ingeniería descriptos en el presente capítulo excepto en los cuales se establezca el permiso de uso de memorias USB previamente escaneadas. Ver inciso 11.4.3 “Escaner de Almacenamiento Removible”.

No se aceptarán ofertas que carezcan del hardening mínimo descripto anteriormente.

11.4.3 Escaner de Almacenamiento Removible

Se debe instalar un sistema dedicado para inspeccionar Almacenamiento Removible USB (o dispositivos de memoria extraíbles) en las salas donde se requiera el dispositivo, por ejemplo, en la sala donde se ubica el ambiente de Prueba y Desarrollo y otras áreas indicadas en las arquitecturas típicas.

La solución debe llevar a cabo una inspección de malware a través de sistemas sandboxing o tecnología similar para detectar comportamientos anómalos y permitir el uso de solo unidades autorizadas en Servidores, Estaciones de Trabajo y/o Ingeniería designadas.

El escáner de almacenamiento removible debe contener dos componentes:

Estación de escaneo

Un dispositivo físico (quiosco) que se utiliza para realizar análisis de seguridad de las memorias extraíbles antes de conectarlas a un equipo .

Agente de verificación

Un software presente en los equipos autorizados para usar memorias extraíbles que valida si el dispositivo insertado fue analizado previamente en la estación de escaneo.

11.5 Seguridad en Equipos de Red

11.5.1 VLANS

El equipamiento de red deberá tener la capacidad de poder separar el tráfico en VLANS (LANs Virtuales) de acuerdo al protocolo IEEE 802.1Q.

La definición de VLANs y el modo de su implementación dentro de los distintos ambientes se definirá en detalle en la etapa de Ingeniería de Detalle.

11.5.2 Hardening

Con la finalidad de proteger el acceso a las redes de operación y/o gestión, se establecen los siguientes requisitos mínimos de Hardening:

- Apagado de Puertos no utilizados.
- Implementación de Filtrado por MAC.
- Implementación de credenciales para acceso a puertos CONSOLA y MGMT.
- Desactivado de funciones no utilizadas.

Asegurar el uso efectivo del cifrado de datos (SSH) o certificados digitales cuando sea necesario.

Estas medidas de Hardening se deben aplicar al menos en todos los Switches y Firewalls provistos.

11.6 Administración de Parches y Actualizaciones

En función de todo el equipamiento provisto, el contratista deberá presentar, en función del conocimiento específico de su sistema de control, una estrategia que permita la administración de parches y actualizaciones asociadas a: el SCADA/EMS, los Sistema operativos de los Servidores y estaciones de trabajos, bases de datos, antivirus e histórico externo.

En caso de que esta estrategia requiera equipamiento adicional el mismo deberá ser incorporado en la oferta.

El proveedor deberá demostrar que, como parte de la gestión del producto, tiene desarrollado tareas o servicios de seguimiento de actualizaciones y parches que respalden esta estrategia, debiendo informar de qué manera los clientes de producto entregado acceden a esa actualización.

11.7 Respaldo y Restauración

Se deberá implementar una solución de respaldo (BackUp) brindando la posibilidad de restauración que permita restaurar un Servidor Completo como mínimo con el siguiente alcance:

- Sistema Operativo
- Aplicaciones
- Configuraciones
- Base de datos de Registros Histórico (si existiera).

Este respaldo no deberá requerir la salida en servicio de ningún equipo, siendo necesaria su ejecución con los equipos en funcionamiento sin afectar la performance del sistema SCADA/EMS.

La solución de backup deberá cubrir al menos todos los servidores pertenecientes a la **Infraestructura de Nivel 3** y a la **Infraestructura Complementaria**.

El CONTRATISTA deberá proveer todo el hardware, software y licencias necesarias, como así también proponer un plan de respaldo y restauración. El equipamiento a suministrar se detalla en el Inciso 3 “Alcance del Suministro” de este capítulo.

El licenciamiento deberá contemplar los Servidores mencionados en el Alcance, el volumen de datos a respaldar y los medios de respaldo a utilizar en cada caso según se describe en los apartados 3.3.1 y 3.3.2 del presente capítulo.

La solución también debe tener al menos las siguientes capacidades:

- Estructuración del catálogo de copias de seguridad;

- Control de versiones;
- Construcción de políticas flexibles;
- Generación de copia incremental/diferencial;
- Definición de puntos de recuperación en el tiempo;
- Automatización de tareas y rutinas de administración de backup;
- Verificación de integridad y coherencia;

11.8 Seguridad Física

En todo el ámbito de la provisión, en aquellos tableros o equipos que el Contratista suministre de forma adicional o complementario a lo especificado, tendrá bajo su responsabilidad el diseño, suministro e implementación de las medidas de seguridad física explicitadas en estas especificaciones para el resto del equipamiento.