



**CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”**

# **PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024**

**DOCUMENTO SOPORTE DE DECISIÓN**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

**GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON MICRO-  
TURBINAS DE GAS**

**YACIMIENTO: NEUQUÉN**

**Agosto de 2024**

<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Descripción</i>	<i>Páginas</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma</i>	<i>Fecha</i>
Emisor:			Revisado y Aprobado:			



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

## PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

## INDICE

1.	NOMBRE DEL NEGOCIO .....	5
2.	NOMBRE DEL ACTIVO .....	5
3.	NOMBRE DEL PROYECTO.....	5
4.	TIPO DE PROYECTO .....	5
1.1.	<i>Fluido</i> .....	5
1.2.	<i>Tipo</i> .....	5
5.	RESPONSABLES DEL PROYECTO.....	5
5.1.	<i>Gerente Regional:</i> .....	5
5.2.	<i>Gerente de Negocio:</i> .....	6
5.3.	<i>Gerente de Activo:</i> .....	6
5.4.	<i>Gerente de Desarrollo:</i> .....	6
5.5.	<i>Responsable del Proyecto:</i> .....	6
5.6.	<i>Referentes técnicos por especialidad por proyecto</i> .....	6
6.	DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	7
6.1.	<i>Introducción</i> .....	7
6.2.	<i>Antecedentes</i> .....	7
6.3.	<i>Ubicación física y geográfica</i> .....	8
6.4.	<i>Alcance</i> .....	8
6.5.	<i>Arquitectura del Alcance</i> .....	9
6.6.	<i>Esquema de Crecimiento de Generación de Energía Eléctrica</i> .....	9
6.7.	<i>Ingeniería Conceptual de Solución</i> .....	10
6.8.	<i>Condiciones Ambientales</i> .....	10
6.9.	<i>Micro Turbinas de Gas</i> .....	11
6.10.	<i>Provisiones Eléctricas Transportables</i> .....	11
	ANEXOS – INFORMACIÓN TÉCNICA ADICIONAL.....	12
1.	PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE MICROTURBINAS (PARA 1 MW).....	12
1.1.	TÉRMINOS, ABREVIATURAS Y DEFINICIONES.....	12
1.2.	CONDICIÓN PREVIA .....	12
1.3.	PUESTA EN MARCHA.....	13
1.3.1.	CONDICIÓN EQUIPOS PARADOS (T-2/3/4/5/6) .....	13
1.4.	PARO MICROTURBINAS .....	18



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

## PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

1.4.1.	TAG .....	18
1.4.2.	DISCLAIMER.....	18
1.5.	RESUMEN PARA ENCENDIDO DE EQUIPO CAPSTONE – MODO OPERATIVO .....	18
2.	MEMORIA DESCRIPTIVA ELÉCTRICA .....	19
2.1.	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	19
2.1.1.	DETALLES CONSTRUCTIVOS GENERALES.....	19
2.1.2.	ABERTURAS .....	21
2.2.	EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO.....	24
2.2.1.	TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	24
2.2.1.1.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PRINCIPALES .....	24
2.3.	SISTEMA DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS .....	25
2.3.1.	COORDINACIÓN Y AJUSTE DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS .....	26
2.3.1.1.	ESTUDIO, CÁLCULO Y AJUSTE DE PROTECCIONES (ECAP).....	26
2.3.1.2.	PROTOCOLOS DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS FAT (FACTORY ACCEPTANCE TEST) .....	27
2.3.1.3.	PRUEBAS SOBRE RELÉ DE PROTECCIÓN .....	27
2.3.1.4.	PROTOCOLOS DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS SAT (SITE ACCEPTANCE TEST) .....	29
3.	MEMORIA DESCRIPTIVA DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL .....	29
3.1.	ALCANCE DEL SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN.....	30
3.2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN .....	31
3.2.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN .....	32
3.2.1.1.	REPRESENTACIÓN DE PARÁMETROS .....	33
4.	MEMORIA DESCRIPTIVA DE INSTALACIONES FIJAS MÁS RELEVANTES .....	36
4.1.	SISTEMA DE REGULACIÓN DE GAS.....	36
4.1.1.	DESCRIPCIÓN Y ALCANCE GENERAL .....	36
4.1.2.	CÓDIGOS Y ESTÁNDARES.....	37
4.1.3.	DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR.....	38
4.1.4.	PROCEDIMIENTOS E INSPECCIÓN.....	39
4.1.5.	DOCUMENTACIÓN CONFORME A OBRA (CAO).....	40
4.2.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	41
4.2.1.	GENERALIDADES .....	41
4.2.2.	BASES DE DISEÑO .....	41
4.2.3.	PROYECTOS Y CÁLCULOS .....	42
4.2.4.	DISPOSICIONES PARTICULARES DE PUESTA A TIERRA .....	43
4.2.4.1.	PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO .....	43



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

4.2.4.2. PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	44
4.2.4.3. PUESTA A TIERRA DE PARARRAYOS ATMOSFÉRICOS .....	45
4.2.4.4. PUESTA A TIERRA DE DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN .....	45



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

### 1. NOMBRE DEL NEGOCIO

Negocio Añelo, Neuquén

### 2. NOMBRE DEL ACTIVO

Aguada Pichana Oeste

### 3. NOMBRE DEL PROYECTO

Cementación a bajas temperaturas

### 4. TIPO DE PROYECTO

#### 1.1. Fluido

Petróleo

Gas

#### 1.2. Tipo

Proyecto Recuperación Primaria.

Proyecto Recuperación Secundaria.

Proyecto Recuperación Terciaria.

Proyecto Tight Gas

Proyecto Reparaciones.

Proyecto Infraestructura.

Proyecto Medio Ambiente y Seguridad.

Proyecto Adecuación a Normativa.

Otros.

### 5. RESPONSABLES DEL PROYECTO

#### 5.1. Gerente Regional:

Jorge Moreno



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

### 5.2. Gerente de Negocio:

Mauricio Garay

### 5.3. Gerente de Activo:

Diego Comellas

### 5.4. Gerente de Desarrollo:

-

### 5.5. Responsable del Proyecto:

Grupo 3

### 5.6. Referentes técnicos por especialidad por proyecto

A definir por el equipo de proyecto

## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

## PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

## 6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## 6.1. Introducción

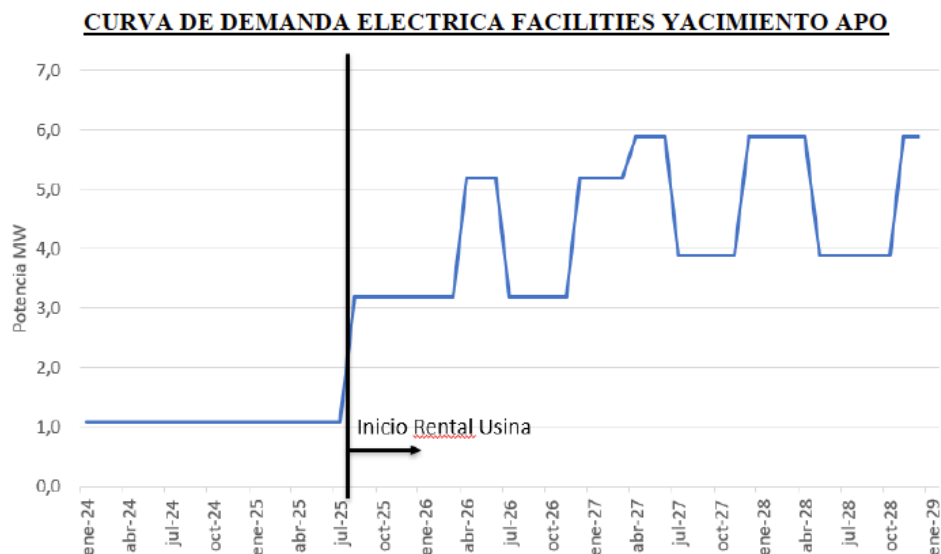
La presente Memoria Descriptiva General detalla el alcance de la provisión de equipamiento electromecánico y de automatización y control para el rental (alquiler) y/o compra de una Usina Eléctrica a ser alimentada con gas, incluyendo dentro del alcance todos sus servicios auxiliares necesarios para su funcionamiento a ser afectados a un servicio de provisión de energía a instalaciones de superficie y servicios auxiliares asociados a los Wellpads de Pozos que se encuentran operando en Yacimiento Aguada Pichana Oeste (APO), en la Provincia de Neuquén.

Se requiere la provisión de equipos Microturbinas a gas y que puedan generar energía según las características de potencia, tensión y frecuencia que se detallan a continuación.

El sistema de generación propuesto deberá contar con Reserva Disponible. Esta reserva debe ser contemplada tanto para las microturbinas como para el sistema de elevación de tensión (transformadores, barras, etc.) en función de asegurar la disponibilidad garantizada de Provisión de Energía.

## 6.2. Antecedentes

Las curvas de demanda podrán ser ajustadas conforme avance el desarrollo del yacimiento, ajustes de fechas reales de RFSU Pozos de Gas y de los proyectos de facilities



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

### 6.3. Ubicación física y geográfica

Aguada Pichana Oeste, APO, se encuentra ubicado en el centro oeste de la Cuenca Neuquina, aproximadamente a unos 50km de la localidad de Añelo, a 140km de la localidad de Rincón de los Sauces y de 160km de la ciudad de Neuquén Capital.



### 6.4. Alcance

La provisión incluye el transporte, construcción y montaje de la usina modularizada, el Precomisionado, Comisionado y Puesta en Marcha (PEM). Adicionalmente incluye el servicio de Operación y mantenimiento de las instalaciones.

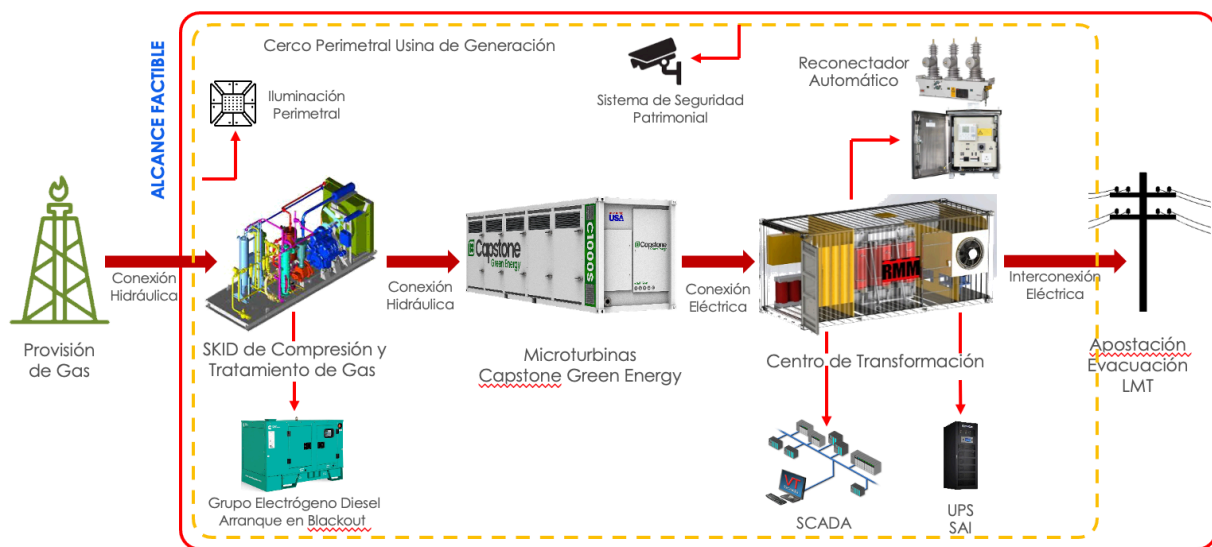


CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

6.5. Arquitectura del Alcance

A continuación, se observa el layout tentativo con la indicación del área de montaje de las Usinas Centralizadas (rental).



6.6. Esquema de Crecimiento de Generación de Energía Eléctrica

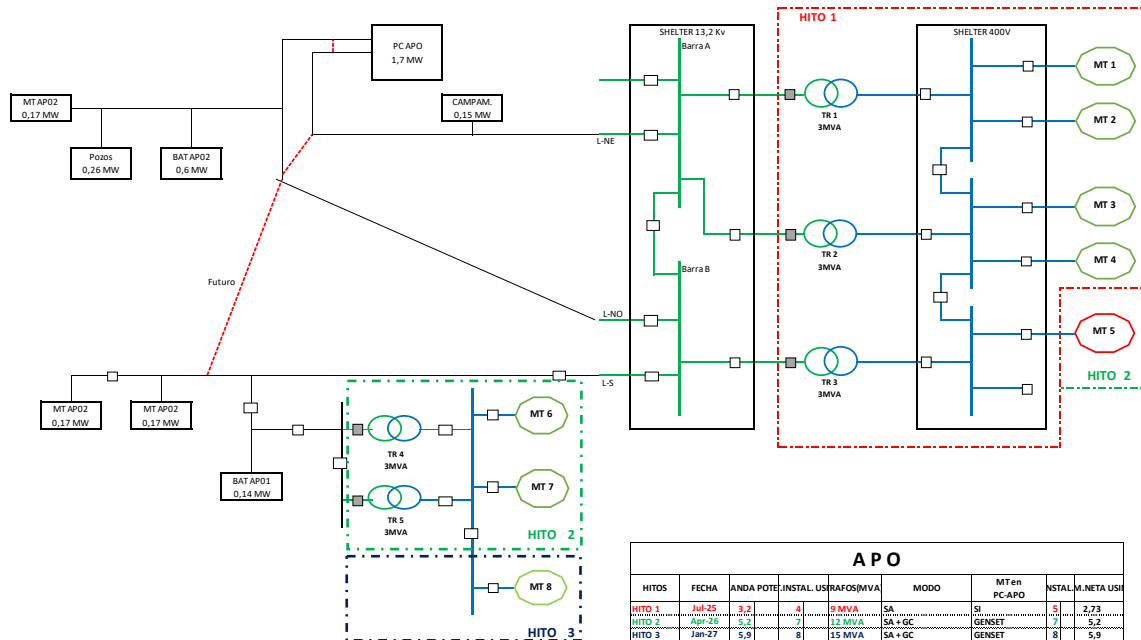
DESCRIPCIÓN		UDM	HITO #1	HITO #2	HITO #3
GENERACIÓN <sup>(1)</sup>	Incorporación	MW	3	2	2
	Acumulado	MW	2	5	7
TRANSFORMACIÓN	Incorporación	MVA	6	3	6
	Acumulado	MVA	6	9	15

(1): Corresponde a valores de potencia instalada en condiciones ISO.

CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

6.7. Ingeniería Conceptual de Solución



6.8. Condiciones Ambientales

DESCRIPCIÓN CARACTERÍSTICA	VALOR
CARACTERÍSTICA CLIMÁTICA	Semidesértico
TEMPERATURA AMBIENTE MÁXIMA	40 °C
TEMPERATURA AMBIENTE MÍNIMA	0 °C
HUMEDAD RELATIVA AMBIENTE MÁXIMA	80%
HUMEDAD RELATIVA AMBIENTE MÍNIMA	10%
VELOCIDAD DEL VIENTO MÁXIMA	150 km/h
VELOCIDAD VIENTO MÍNIMA	15 Km/h
DIRECCIÓN DE VIENTO PREDOMINANTE	SO a NE
TORMENTAS DE POLVO	Frecuentes
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	150 mm
ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	880 msnm
CONDICIONES SISMICAS	Según Cirsoc 103

## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

### 6.9. Micro Turbinas de Gas



### 6.10. Provisiones Eléctricas Transportables





## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

## ANEXOS – INFORMACIÓN TÉCNICA ADICIONAL

### 1. PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE MICROTURBINAS (PARA 1 MW)

#### 1.1. TÉRMINOS, ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

- **Desvíos del proceso:** Rango de parámetros por encima o por debajo de los límites de operación segura establecidos.
- **Evento de Seguridad en procesos:** Descarga descontrolada de productos químicos o energía de un proceso químico durante la producción, refinación de hidrocarburos o generación de energía.
- **RBAT (*Risk Based Assessment Tool*):** Herramienta de evaluación basada en el riesgo. Se emplea para determinar la clasificación de los Procedimientos en Críticos, de Referencia o Guía, según la frecuencia de uso, complejidad y consecuencia.
- **SOP:** Procedimiento Operativo de Sitio requerido en el marco del Programa de Entrenamiento de Operadores para ejecutar tareas evitando desvíos que pudieran ocasionar un evento de seguridad de procesos.
- **SOP Referencia:** Procedimiento Operativo de Sitio clasificado como de Referencia según el resultado obtenido en la Matriz RBAT.

#### 1.2. CONDICIÓN PREVIA

Asegurar presión de gas combustible en 5,5 kg/cm<sup>2</sup>g (rango operativo: de 5,27 a 5,62 kg/cm<sup>2</sup>g) en ingreso a Microturbina Capstone Modelo C1000S compuesta por 5 bahías con 1 microturbina y 2 *battery packs* en cada bahía)

Asegurar la posición del interruptor de los *battery packs* dentro de cada bahía (T-2/3/4/5/6) en ON (normalmente deberían quedar todas las bahías en ON, excepto por intervención para un mantenimiento).

## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

## PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024



**IMPOTANTE:** las puertas de acceso a las baterías y válvulas de gas de cada bahía (lado Este) y las puertas de acceso a los filtros (lado Oeste) no se deben abrir si no es para mantenimiento y en presencia de personal de Turbine Heat & Power.

Sí se pueden abrir para inspección y/o reemplazo de pre-filtros las puertas de los *rainhoods* (puertas de pre-filtros; no dejar nunca estas puertas abiertas).

### 1.3. PUESTA EN MARCHA

#### 1.3.1. CONDICIÓN EQUIPOS PARADOS (T-2/3/4/5/6)

Nota: En caso que el equipo Capstone haya salido de servicio por Parada de Emergencia del equipo o de la planta compresora (PC), antes de habilitar y encender las bahías se deberá abrir los interruptores de las cargas que estén acopladas a la barra normal (TGBT-001) para que luego que la/s microturbinas se encuentren en modo “LOAD” comenzar a habilitar las distintas cargas de la planta conforme se vayan requiriendo, procurando no hacerlo en forma simultánea.

Además, se deberán encender N+1 microturbinas para abastecer las cargas según requerimiento (ej.: hasta 200 kW encender 2 bahías, entre 201 y 400 kW encender 3 bahías, entre 401 y 600 kW encender 4 bahías, > 600 kW encender 5 bahías, etc.)

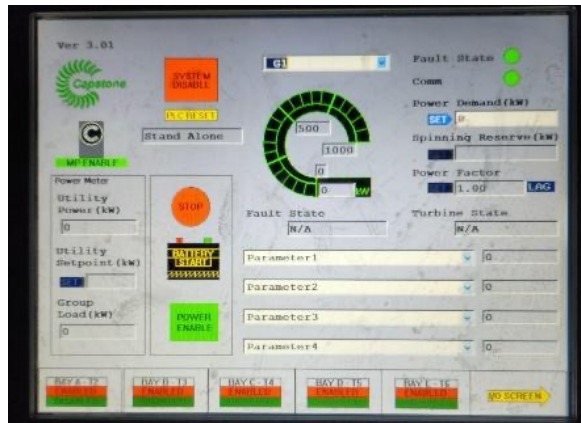
En la pantalla del equipo de generación, ingresar en la opción G1 y oprimir los siguientes indicadores para habilitar sistema:

## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

SYSTEM ENABLE quedando en la pantalla: SYSTEM DISABLE.

START quedando en la pantalla: STOP.



**Nota:** para habilitar el sistema nos solicitara una contraseña (1,2,3,4,5,6,7,8,9,0).



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

Luego cambiar a la opción T-2/3/4/5/6 y elegir microturbina deseada para arrancar. Una vez elegida la microturbina deberemos DESPERTARLA si el indicador COMM está en color rojo.

Para DESPERTAR la turbina debemos oprimir el botón verde *BATT WAKE* que se encuentra del lado izquierdo de la pantalla y esperar unos segundos a que el indicador COMM cambie a color verde.



A continuación, debemos oprimir el indicador *MP-ENABLE* quedando en pantalla *MP-DISABLE*. De esta manera la microturbina comenzará a girar hasta las 17.500 RPM quedando lista para *LIGHT-ON* (se produce la chispa que enciende la mezcla aire-gas); la MT una vez encendida, incrementa su velocidad hasta velocidad de ralentí (*IDDLE SPEED*) de 34.000 RPM.

Una vez que se encuentra en ralentí, la MT deberá alcanzar la temperatura de salida de gases de escape de la turbina (TET) de 1200°F (toma alrededor de 2 min) para luego realizar la carga de baterías (*RUN*) hasta que llegue a un valor de estado de carga (*State-Of-Charge (SOC)*) mayor a 74%.

## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

Luego de alcanzar el valor de TET previsto, la bahía cerrará su interruptor interno y entrará en modo carga (*LOAD*) entregando tensión en la red.



**Nota:** el rango de velocidades de cada MT es de 34.000 a 61.000 RPM dependiendo la demanda de KW.

Para entrar en carga se deberá cerrar interruptor de cada Bahía (*BAY A/B/C/D/E/F – T2/T3/T4/T5/T6*). Estos interruptores ya se encuentran cerrados.



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024



En caso de tener todas las microturbinas paradas, y querer arrancar más de 1 para que entren en carga en simultáneo deberemos realizar los siguientes pasos:

En la pantalla (display) de equipo de generación, ingresar en la opción G1 y oprimir indicador *SYSTEM ENABLE* quedando en *SYSTEM DISABLE* para habilitar sistema.

Asegurar que el indicador *START/STOP* se encuentre en *START* (color verde).

Luego cambiar a la opción T-2/3/4/5/6 y elegir las microturbinas deseadas para arrancar. Una vez seleccionadas deberemos DESPERTARLAS si el indicador COMM está en color rojo.

A continuación, debemos oprimir el indicador de cada una de ellas *MP-ENABLE* quedando en la pantalla *MP-DISABLE*.

Por último, volver a la opción G1 y oprimir el indicador *START* quedando en pantalla: *STOP*. De esta manera las microturbinas seleccionadas iniciaran la secuencia de encendido para luego quedar en carga.



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

**Nota:** Si se requiere arrancar una Microturbina que se encuentra parada por un largo periodo de tiempo, la misma al realizar la secuencia de arranque no entrará en carga hasta recargar sus baterías (Tag Baterías: *SLAVE\_DAQ: DAQ\_UNIT\_BATSOC/BATSOC2*), y el indicador de “*Turbine State*” indicará *RUN* (tiempo de recarga 20 min aprox. Deberá llegar a un valor de 800 aprox. cada batería).

### 1.4. PARO MICROTURBINAS

En display de equipo de generación, ingresar en opción T-2/3/4/5/6 seleccionando la microturbina a parar y oprimir el indicador *MP-DISABLE* quedando en pantalla: *MP-ENABLE*.

En la secuencia de paro la microturbina cambiara de *LOAD* a *RECHARGE* realizando la carga de sus baterías antes de comenzar el enfriamiento de 20 minutos aprox. (*COOLDOWN*).

**IMPORTANTE:** Parada de Emergencia de las MT: la parada de emergencia no debe utilizarse nunca como parada de rutina, puede provocar estrés y daños en los componentes mecánicos de las microturbinas; realizar parada según lo indicado en los párrafos anteriores.

#### 1.4.1. TAG

- Baterías: *SLAVE\_DAQ: DAQ\_UNIT\_BATSOC/BATSOC2*.
- RPM: *SLAVE\_OPER\_PARAM: engspd*.
- Presión Gas Combustible: *DAQ\_UNIT\_FULPRS*.

#### 1.4.2. DISCLAIMER

Fotos de modo ilustrativo y representativo.

### 1.5. RESUMEN PARA ENCENDIDO DE EQUIPO CAPSTONE – MODO OPERATIVO

- 1) Verificación de presión de gas combustible (5,5 kg/cm<sup>2</sup>g)
- 2) Abrir interruptores de cargas de los equipos.
- 3) Despertar bahías (*BATT WEAK*)



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

- 4) Evaluar cargas a utilizar y encender N+1 bahías en función de dicha evaluación (hasta 200 kW encender 2 bahías, de 201 hasta 400 kW encender 3 bahías, de 401 a 600 kW encender 4 bahías, > 600 kW encender las 5 bahías.
- 5) Una vez que las MT estén en “LOAD”, cerrar interruptores de cada una de las cargas hasta sumar la potencia requerida.
- 6) El sistema queda operativo.

## 2. MEMORIA DESCRIPTIVA ELÉCTRICA

### 2.1. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El equipamiento electromecánico, de protecciones eléctricas y de automatización y control se alojará en recintos contenerizados los cuales se denominan “Centro de Transformación” (CT). Estos estarán contruidos de acuerdo a las Normas vigentes de ANSI, NEMA, IEC, ASTM, IEEE, ISA ó Laboratorios de Control de Producción y Certificación de Calidad equivalentes.

El exterior del contenedor será de chapa color blanco reflectivo. La sala interior contará con una separación y puerta que impide el acceso donde se alojará el transformador de potencia.

#### 2.1.1. DETALLES CONSTRUCTIVOS GENERALES

El contenedor estará formado por un bastidor metálico solidario con toda la estructura resistente. El piso, paredes y techo estarán conformados por paneles de cierre de construcción tipo multicapa. La estructura soporte del CT estará prevista para ser anclada convenientemente a pilares de hormigón armado o perfiles metálicos o losa de hormigón. Todas las partes ferrosas tendrán tratamiento de limpieza mecánica y pintura epoxi.

El piso contará con un bastidor formado por perfiles que abarcarán todo el largo de los contenedores. Los perfiles serán resistentes, con un espesor mínimo calibre BWG N° 12.

Todo se vinculará al bastidor metálico mediante soldadura eléctrica formando un conjunto sólido y resistente. La sobrecarga mínima que admitirá será de 1.000 kg/m<sup>2</sup>. Sobre este enrejado metálico se fijarán dos placas de multilaminado fenólico de 18mm de espesor



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

como fijado mediante tornillos autoperforantes y/o remaches rápidos. Se tendrá especial cuidado en el sellado de este piso para evitar el ingreso de agua desde el exterior.

Sobre este laminado se colocará un solado de goma conductiva marca tipo INDEVAL (INDELCOL CONDUCTIVO) o similar, de 3mm de espesor, color negro, pegado con cemento adhesivo de doble contacto ignífugo.

Como terminación se preverá la colocación de un zócalo perimetral de aluminio de 50mm de altura. Todos los elementos susceptibles de ser atacados por cualquier tipo de roedores o insectos (multilaminado fenólico, ruptores de puente térmico de madera, etc.), serán tratados con productos insecticidas/pesticidas/etc. para garantizar la invulnerabilidad de estos elementos por un plazo de 25 años.

La estructura de paramentos y tabiques se construirá mediante perfiles estructurales de acero plegado o tubos estructurales. Todo el conjunto estará vinculado mediante soldadura eléctrica. Las dimensiones y espesores a utilizar serán los necesarios para conformar una estructura rígida y resistente a los esfuerzos a los cuales estarán sometidos. En los sectores en los cuales se instalarán tableros eléctricos y/o equipos, la estructura lateral contará con los refuerzos necesarios para soportar las cargas debidas a estos elementos y permitir su fijación sencilla sin necesidad de colocar elementos de refuerzo especiales. Como revestimiento exterior se utilizará la chapa de acero original de un contenedor marítimo, espesor calibre BWG N° 24 de color blanco.

El revestimiento interior será en base a paneles de fibras prensadas tipo CORLOK de 4,8mm de espesor, fijándose a la estructura mediante juntas y esquineros de perfiles de aluminio extruido. El color del revestimiento será del tipo blanco reflectivo.

Con el objeto de minimizar la posible condensación por diferencias de temperatura y ampliar la capacidad de aislamiento se preverán ruptores de puente térmico en todas las caras interiores.

El conjunto (piso, techo y perímetro) contará con una aislación térmica sobre la base de placas de poliuretano expandido de 50mm de espesor y  $40\text{kg/m}^3$  de densidad para evitar posibles condensaciones.



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

La cubierta de techo será de chapa de acero pintada (la original del contenedor marítimo) y tendrá una resistencia de sobrecarga de 200 kg/m<sup>2</sup> o la que indique el CIRSOC por nieve.

### **2.1.2. ABERTURAS**

#### **Puertas para acceso de personal**

El centro de transformación contará con dos puertas de acceso, con marco de chapa de acero galvanizada pre-pintada, espesor calibre BWG N° 18 y hoja de chapa doble BWG N° 20, inyectada con poliuretano inyectado. Sus dimensiones mínimas serán de 2,20m de alto y 1,10m de ancho. Sus características constructivas serán tales de conferir la mayor seguridad ante el intento de vandalismo.

Las puertas abrirán hacia fuera con un dispositivo antipánico (de vara saliente) y contará con una ventana con vidrio templado e inastillable y accesorios metálicos para trabar la puerta en la posición abierta. Para su apertura del lado exterior, la puerta tendrá un manijón fijo.

Una de las puertas confiere acceso al lado de baja tensión donde se encuentra el tablero de baja tensión donde se alojan los seccionadores de cada una de las microturbinas de generación de energía eléctrica. La otra puerta otorga acceso al lado de media tensión donde se encuentra el transformador de potencia y el reconector de media tensión, sin embargo, dicho acceso sólo puede producirse cuando el sistema se encuentre sin carga, produciéndose un bloqueo que impide el acceso a cualquier persona a este sector.

Vale mencionar que entre el lado de baja y media tensión existe una separación física con estructura metálica en todo el perímetro del contenedor y con malla electrosoldada.

#### **Acometidas**

El centro de transformación contará con un acceso de cables por el piso para el conexionado de baja tensión, disponiéndose de unas placas removibles dispuestas de forma longitudinal, sobre uno de los extremos de la sala. Se buscará el diseño más apropiado de las placas removibles como así también su fijación, para lograr la



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

estanqueidad necesaria, es decir para evitar el ingreso de partículas, polvo, etc., desde el exterior al centro de transformación.

Por otra parte, la salida de conductores de media tensión se prevé por el techo del centro de transformación por el otro extremo opuesto a baja tensión. Esta salida hacia el exterior será debidamente aislada y rígidamente construida para evitar cualquier tipo de esfuerzo mecánico, eléctrico y electromagnético.

### **Ventilación**

El centro de transformación cuenta con un sistema de extracción de aire forzado especialmente calculado para así evacuar la disipación de calor del transformador de potencia y del tablero de baja tensión (el cual maneja grandes corrientes).

Por otra parte, el transformador de potencia en sí mismo cuenta con un conjunto de ventilación compuesto por dos barras de ventilación, seis ventiladores tangenciales y una central de control de temperatura.

### **Instalación Eléctrica**

Se dispondrá de una distribución de iluminación y tomacorrientes. Las canalizaciones se realizarán con caño eléctrico tipo semi-pesado, cincado, cajas de paso, llaves y tomas. Las secciones de los conductores a utilizar serán de 2,5mm<sup>2</sup> para los tomacorrientes y 1,5mm<sup>2</sup> para los circuitos de iluminación. La puesta a tierra será con cable aislado con vaina verde-amarillo de sección adecuada conectado al sistema de puesta a tierra.

### **Iluminación normal y de emergencia**

En el interior del Centro de Transformación serán usadas luminarias LED, alcanzando un nivel de Iluminación de 300 Lux sobre Nivel de Piso.

El comando de iluminación interior se efectuará mediante interruptores, ubicados junto a la puerta de acceso del personal.

Los equipos de iluminación serán marca Lumenac, Philips, Anfa ó similar. La instalación de iluminación interior, incluirá además tres equipos de iluminación de emergencia



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

autónomo no permanente, autonomía de 5 hs. con tecnología LED. También tendrá un display señalético de emergencia autónomo con dibujo y flecha indicativa de escape.

La instalación interior de servicios auxiliares, contemplará además la instalación de tres tomacorrientes monofásicos de 10Amps, 240Volts, de 2 Polos + Tierra de Protección, un tomacorriente de 16Amps, 380Volts, con 3 Polos + Tierra de Protección y un Tomacorriente de 16Amps, 220Volts, con 2 Polos + Tierra de Protección.

Para la iluminación exterior de la puerta de acceso del personal, se instalará una tortuga de potencia nominal 36 Watts, tipo hermética, con refractor de vidrio templado, y lámpara tipo Dulux. Será montada a un costado de la puerta de acceso y será comandada por una (1) fotocélula.

Los sistemas indicados de iluminaciones interior y exterior, tomas de mantenimiento y reservas necesarias serán alimentados desde un tablero que será provisto completo y montado dentro del centro de transformación. Este tablero se dejará canalizado y cableado hasta borneras fronteras que se ubicaran en una caja de conexionado estanca de aluminio desde la que se conectará con el cable alimentador proveniente del tablero de auxiliares.

### **Sistema contra incendio**

El centro de transformación contará con dos matafuegos portátiles de CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono), capacidad 5 kg con manguera y difusor dieléctricos certificados y colocado según Norma IRAM 3540, sus modificaciones y prescripciones. Uno de ellos se instalará junto a la puerta de acceso.

El montaje se hará sobre placa normalizada rayado diagonal a 45° rojo y blanco. El gancho de sujeción estará a una altura entre 1,20 y 1,50 m respecto al nivel de piso terminado.

### **Elementos complementarios**

Se instalará un botiquín de primeros auxilios, al lado de la puerta. Sobre el botiquín de primeros auxilios, se instalará un portaplanos, donde se colocarán todo los manuales e ingeniería del centro de transformación y sus equipos.



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

## 2.2. EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO

### 2.2.1. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Se proveerá e integrará para cada centro de transformación un transformador de potencia correspondiente para transformar la energía de un nivel de Baja Tensión a Media Tensión. Así mismo, este equipo electromecánico cumplirá con los particulares que se detallan a continuación:

- Norma IRAM-CEA F-2099 (TRANSFORMADORES PARA TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA Y TRANSFORMADORES REGULADORES - Condiciones Generales)
- Norma IRAM 2250 - 2013 (TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN – Características y accesorios normalizados).

#### 2.2.1.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PRINCIPALES

CARÁCTERÍSTICA TÉCNICAS PRINCIPALES	
<b>Potencia Nominal</b>	
Arrollamiento primario	3.000 kVA
Arrollamiento secundario	3.000 kVA
<b>Tensiones Nominales en Vacío</b>	
Primario:	0,40 kV
Secundario:	13,86 kV
<b>Conexiones</b>	
Primario:	Estrella con neutro a tierra
Secundario:	Triángulo
Grupo de Conexiones	YNd11
<b>Tensión de Cortocircuito</b>	
$S_r \leq 3.000$ kVA	6 %
Frecuencia	50 Hz
<b>Refrigeración</b>	
Refrigeración	Ventilación forzada.
<b>Niveles de Aislación</b>	
Niveles de Aislación	Niveles de Aislación indicados en Norma IRAM 2211 (Nivel superior)





## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

### 2.3. SISTEMA DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Desde la salida de cada una de las microturbinas de generación de energía eléctrica, se acometerá al Tablero de Baja Tensión de protección de salida de la generación, llegando a un embarrado en cobre con sendos interruptores automáticos extraíbles motorizados de corriente nominal de 2.000A cada uno (uno por cada microturbina). Aguas arriba de estos se alojará un interruptor automático extraíble motorizado general de corriente nominal de 5.000A a partir del cual se conectará el transformador de potencia con conductores de cobre de calibre debidamente dimensionados.

A la salida en Media Tensión del transformador se contempla colocar como mínimo las siguientes protecciones eléctricas y sus accesorios (a título enunciativo e informativo):

- Seccionadores fusibles unipolares tipo XS a cuchillas (33kV-300A)
- Descargadores poliméricos de sobretensión (15kV-10kA)
- Seccionadores unipolares a cuchillas (15kV-400A)
- Reconectador automático para 13,86kV con comando local y remoto
  - Tablero de control ADVC
  - Sensores de tensión y corriente internos.
  - Batería recargable.
  - Cable de comunicación entre tablero de control y accionamiento electromecánico.
  - Soportes para el montaje en poste del reconectador.
  - Soportes para el montaje en poste del tablero de control y accionamiento electromecánico
  - Placa de entradas/salidas digitales.
  - Juego de descargadores.
  - Cables y conectores para la conexión entre la red de MT
  - Placa de entradas/salidas digitales.
  - Juego de descargadores.
  - Cables y conectores para la conexión entre la red de MT



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

- Todos los accesorios eléctricos, electromecánicos, morsetería, etc. requeridos y necesarios para al montaje y conexionado de todos los elementos antes detallados.

Vale la pena mencionar que mediante un esquema de triple protección con Seccionadores a Cuchilla Unipolares se otorgará la funcionalidad de seccionamiento redundante solicitada por pliego. Esto puede observarse en los diagramas unifilares correspondientes.

### **2.3.1. COORDINACIÓN Y AJUSTE DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS**

La implementación de interconexión a la red de media tensión mediante un reconectador automático requiero que se realicen los siguientes estudios, cálculos, ajustes y ensayos de coordinación.

#### **2.3.1.1. ESTUDIO, CÁLCULO Y AJUSTE DE PROTECCIONES (ECAP)**

El objetivo principal de este presente estudio es determinar y ejecutar los ajustes de los dispositivos de protección ubicados en ambos extremos la Línea de Media Tensión (LMT) en un nivel de tensión de 13,86 kV para su operación coordinada ante cualquier perturbación en el sistema eléctrico. Dicha LMT es la encargada de evacuar la energía generada por las microturbinas hacia la LMT de Pan American Energy (PAE).

La protección eléctrica en cuestión es 1 (uno) reconectador por cada centro de transformación, correspondiente al lado de la generación, en el cual se encuentra alojada un relé de protección electrónico (IED) en el cual se ejecutan las funciones de protección luego detalladas.

Con dichos ajustes del relé de protección, se logrará cumplir con los requisitos básicos de ingeniería de protecciones de PAE y nuestros propios, los cuales son: rapidez de operación, selectividad y confiabilidad, entre otros. Los parámetros eléctricos de base de la red eléctrica serán provistos por PAE tomando como referencia la protección eléctrica más cercana a punto de interconexión bajo estudio. Esto permitirá realizar el estudio, verificando el comportamiento eléctrico y térmico de los componentes del sistema ante fallas trifásicas, bifásicas y monofásicas en los mismos, también permite calibrar o ajustar los relés de protección y verificar la capacidad de soportar fallas eléctricas.



FACULTAD DE INGENIERIA  
en acción continua...

## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

Los criterios de protección seleccionados cumplen con los alcances solicitados por PAE los cuales se detallan en los siguientes apartados.

### 2.3.1.2. PROTOCOLOS DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS FAT (FACTORY ACCEPTANCE TEST)

Se elaborarán los protocolos de Inspección y Ensayos FAT (*Factory Acceptance Test*), los que serán previamente a su ejecución en firme, aprobados por PAE. Se podrán hacer consultas a PAE para unificar criterios durante el proceso de conformación de estos.

A saber, se elaborarán los protocolos para los siguientes ensayos:

- Protocolos de Ensayos Reconector Lado Generación
- Protocolos de Ensayos Transformadores de Tensión
- Protocolos de Ensayo Protección Salto Vector

### 2.3.1.3. PRUEBAS SOBRE RELÉ DE PROTECCIÓN

Se contempla la ejecución de pruebas sobre los relés de protección antes mencionados. Estas pruebas serán inspeccionadas por personal de PAE.

Asimismo, se emitirán los informes correspondientes para cada grupo de pruebas de la protección para contar con la aprobación firmada por PAE.

Se contempla el equipamiento e instrumental de medición necesarios para las pruebas a realizar. De forma particular se contempla un módulo complementario para la valija de ensayos que permita conectar las salidas de baja tensión.

Las funciones de protecciones a ajustar y ensayar son las siguientes:

- Función de Protección de Sobrecorriente direccional (67/67N)
  - La función direccional (67/67N) mirando hacia la red de la CEGC (Característica de Tiempo Definido) con pickups de arranque (MT) contemplando los niveles de corriente de cortocircuito limitados por el parque de microturbinas.
- Función de Protección de Sobrecorriente de Fase (50/51)



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

- Se ajustarán las funciones de sobre corriente Fase (50/51) con el escalonamiento de tiempos requerido.
- Función de Protección de Sobrecorriente de tierra (50N/51N)
  - Se ajustarán las funciones de sobre corriente de tierra (50N/51N) con el escalonamiento de tiempos requerido.
- Función de Protección de Sobre tensión (59)
  - $U_{pickup} \geq 1,10 U_{nominal}$  por un lapso de tiempo superior a 10 seg.
- Función de Protección de Sub tensión (27)
  - $U_{pickup} \leq 0,85 U_{nominal}$  por un lapso de tiempo superior a 10 seg.
- Función de Protección de Potencia inversa (32)
- Función de Protección Anti-isla o Vector Shift (78)
- Función de Protección de Mínima y Máxima Frecuencia (81)
  - $F_{m\acute{a}x.}: 48 \text{ Hz} - DT = 15 \text{ seg.}$
  - $F_{m\acute{i}n.}: 52 \text{ Hz} - DT = 15 \text{ seg.}$

Las pruebas mínimas a realizar son:

- 1) Verificación de entradas y salidas binarias y análogas
- 2) Operación y reflejo de estados de interruptores
- 3) Inyección Primarios reconectadores y transductores asociados
  - a. Inyección primaria de todos los transductores TC y TP 75% Valores Nominales.
  - b. Verificación de relación y margen de error.
- 4) Inyección Secundarios de todas las protecciones
  - a. Verificación de valores de Pick up.
  - b. Verificación de valores de Trip.
  - c. Verificación de tiempos de operación (al menos 5 puntos por función)
  - d. Verificación de función ANSI 78 (Anti-Isla)
- 5) Pruebas de Operación y Maniobra
  - a. Verificación de enclavamientos y maniobras de energización.



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

- b. *DeadBus/LiveLine* (Solo esta condición permitirá el cierre)
- c. *LiveBus/DeadLine*.
- d. *LiveBus/LiveLine*.
- e. *DeadBus/DeadLine*.
- f. Maniobras cierre apertura y enclavamiento por función ANSI 78.

### 2.3.1.4. PROTOCOLOS DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS SAT (*SITE ACCEPTANCE TEST*)

Se contempla la asistencia en sitio para la ejecución en ensayos SAT (*Site Acceptance Test*) propiamente dicho con energización de la LMT. Se estima la duración de dichos ensayos de 1 (un) día, entendiendo que previamente se han aprobado las pruebas mencionadas en el alcance 4.3.1.3.

Se contempla el equipamiento e instrumental de medición necesarios para las pruebas a realizar. De forma particular se debe contar con un módulo complementario para la valija de ensayos que permita conectar las salidas de baja tensión, como así también por si hubiera que realizar alguna corrección en la parametrización de las protecciones eléctricas bajo estudio.

Posteriormente se acordará con PAE la secuencia de ensayos SAT que se realizarán para este particular.

## 3. MEMORIA DESCRIPTIVA DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

EL objetivo principal de este apartado es poner en conocimiento a PAE sobre la posible provisión relacionada con el Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA), a fin de que la misma otorgue consistencia al desarrollo del sistema de Automatización y Control de los equipos y elementos afectados.

El sistema integrará las microturbinas de generación de energía eléctrica, los tableros eléctricos de protecciones, equipos periféricos, instrumentos, controlador PLC, etc., con un producto SCADA automático corriendo en estaciones de trabajo en nivel superior. El controlador PLC realizarán las operaciones de control de la planta, mientras que el software del SCADA desarrollado realizará las tareas de supervisión.



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

Se contempla la provisión de ingeniería, equipos, hardware, materiales, montaje, puesta en servicio y capacitación del sistema Supervisión, Control y Adquisición de DATos (SCADA) de tecnología de última generación, para las instalaciones objeto de esta memoria descriptiva.

Dentro de los documentos que se contempla desarrollar, se encuentran (a modo enunciativo, no taxativo):

- Diagramas de Arquitectura del Sistema
- Lista de Señales e Instrumentos
- Lista de Equipos
- Listas de E/S de PLCs
- Situación de equipos, sensores e instrumentos
- Layout Sistema de Comunicación
- Memoria de Automatización
- Configuraciones de PLC

### 3.1. ALCANCE DEL SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN

Esta sección enuncia los componentes y accesorios que de alguna manera se relacionan con el ensamblaje y la configuración del estado operativo de la usina de generación de energía eléctrica. A saber (a modo enunciativo, no taxativo):

- Paneles para la localización de: controladores, fuente de alimentación, CPU, módulos de entradas y salidas, módulos de comunicación y otros accesorios necesarios;
- Hardware del Controlador Lógico Programable (PLC);
- Cables, conectores y otros dispositivos necesarios para la interconexión del sistema de control y supervisión;
- Software para programar el controlador y para configurar las redes de control y supervisión;
- Equipos, accesorios y materiales de comunicación;
- Equipos de red activos y pasivos: *switches, firewalls, routers, patch-panels*, convertidores electroópticos, cables 5E cat. STP (*Shielded Twisted Pair*), Cables ópticos, *patch-cords*;



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

- Equipos de protección contra sobretensiones, estabilizadores de tensión.

### 3.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN

Los paneles, el hardware y el software del Sistema de Control estarán diseñados para un funcionamiento continuo las 24 horas del día, los 7 días de la semana, los 365 días del año, y presentarán un ciclo de vida adecuado para soportar un entorno agresivo (con protecciones adecuadas contra el polvo, la humedad, las vibraciones y la corrosión).

Todos los componentes del Sistema de Control estarán diseñados para evitar accidentes, daños o perturbaciones operativas resultantes de interrupciones repentinas del suministro de energía, con especial atención al fácil acceso para el mantenimiento y la sustitución de piezas o componentes defectuosos.

El sistema de control tendrá una arquitectura modular distribuida con capacidad de expansión. La expansión del sistema se podrá realizar sin la necesidad de cambiar la arquitectura del sistema.

Los componentes estarán estandarizados, siempre que sea posible, para minimizar los inventarios de repuestos.

El sistema de control tendrá de forma preliminar la siguiente configuración:

- PLC + SCADA (Controlador Lógico Programable + Supervisión, Control y Adquisición de DATos), sistema que une el PLC al sistema de supervisión o al sistema de supervisión de procesos industriales;

El Sistema de Control tendrá confiabilidad para asegurar la continuidad operativa del parque de generación de energía eléctrica mediante:

- Independencia funcional entre las diversas unidades del sistema;
- Garantía de calidad de fabricación y pruebas funcionales;
- Sistemas de autodiagnóstico que facilitan la detección y localización de fallas;
- Integración con el SCADA maestro de PAE mediante la adopción de estándares para la adquisición y disponibilidad de datos (OPC A&E, OPC DA, COM / DCOM, etc.)



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

El Sistema de Control permitirá la ejecución automática de operaciones de comando, control, enclavamiento, secuenciación y generación de alarmas. En relación con el control de variables analógicas, el sistema permitirá el monitoreo de variables en lazo abierto y permitir el desempeño del control proporcional, integral y derivado (PID) en lazo cerrado, control de límite cruzado, cascada PID, control multivariable, etc.

El sistema de control también proporcionará acceso a otros datos relacionados con el control, la calibración, la parametrización y el control de dispositivos, instrumentos, etc., relacionados con las redes de comunicación interconectadas a ellos. Cuando se necesite software adicional para la configuración de los dispositivos de red, se especificará claramente a PAE antes de realizar alguna modificación o provisión adicional.

Todo el hardware y el software incluidos en el Sistema de Control serán de alta tecnología y la versión del software será una versión actual y probada en el mercado.

El controlador será de alta tecnología y con facilidad de integración, adherente a la arquitectura de sistemas abiertos que permita la integración con el sistema de PAE.

El sistema en su conjunto no tendrá restricciones en cuanto a las estaciones operativas y el número de controladores.

El sistema de control será capaz de procesar todas las entradas digitales y actualizar todas las salidas digitales en un ciclo máximo dentro del tiempo incurrido por todos los componentes del sistema (procesador, redes, conmutador, etc.).

El sistema de control será capaz de ejecutar el ciclo de lectura de todas las variables analógicas, el procesamiento y la actualización de las salidas analógicas, incluidos todos los componentes del sistema (procesador, redes, conmutador, etc.).

### **3.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN**

El sistema de supervisión operará las 24 horas del día, los 7 días de la semana, los 365 días del año y todos sus componentes serán adecuados para una operación continua.

Aunque el equipamiento del sistema estará protegido en un ambiente adecuadamente ventilado, todos los componentes del sistema soportarán la operación eventual en un ambiente no ventilado para manejar posibles fallas del sistema de ventilación. En estas





## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

eventualidades, prevalecerán las condiciones climáticas del sitio y todos los componentes permanecerán encendidos y funcionando correctamente. El entorno operativo puede estar sujeto a la deposición de polvo, así como a interferencias electromagnéticas.

Además, el acceso al programa del sistema de control será abierto, con el objeto de permitir a PAE futuras modificaciones, para lo cual se podrá a pedido de PAE suministrar la correspondiente licencia y el equipamiento para tal fin.

El sistema de Supervisión y Control incluirá al menos las funcionalidades para monitorear:

- Los generadores de energía eléctrica (Microturbinas),
- Transformadores de potencia,
- Servicios auxiliares,
- Protecciones Eléctricas de BT y MT
- Otros elementos correspondientes al funcionamiento de la Usina de generación.

Para este fin, se proveerá y ejecutarán todos los cableados requeridos, hasta cada centro de transformación correspondiente.

El sistema será fácilmente actualizable, de tal manera que se adapte a las futuras necesidades de cambio sin que sea necesario un reemplazo completo.

El sistema permitirá la incorporación de una nueva tecnología de hardware, sin mayores cambios en su estructura y software existentes.

El SCADA se ensamblará a partir de componentes estándar que requieran el mínimo de modificación, eliminando o minimizando la utilización de hardware personalizado.

El Sistema permitirá el control del funcionamiento instantáneo e histórico de las microturbinas, control de arranque-parada de las mismas y reinicialización del sistema.

### 3.2.1.1. REPRESENTACIÓN DE PARÁMETROS

- Tensiones/Corrientes RMS trifásicas,
- Frecuencia de la red,
- Tensión y corrientes CC,
- Factores de potencia,
- Potencia activa, reactiva y aparente de salida,



FACULTAD DE INGENIERIA  
en acción continua...

## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

- Valores históricos,
- Gráficas de funciones,
- Registro de los valores de irradiación,
- Potencia instantánea,
- Energía generada,
- Alarmas,
- Seguimiento de indicadores de falla y disponibilidad, etc.

El sistema permitirá la conexión remota para su monitorización y control, contemplándose la integración con el sistema de telecontrol de PAE. En el caso de ocurrencia de este particular, el enlace de comunicación entre el sistema SCADA de la usina de generación y el sistema de PAE deberá pre-acordarse.

Se contempla que el tiempo de actualización de las variables al cambiar de pantalla será inferior a 4 segundos. Cualquier actuación del operador en el SCADA sobre un elemento de campo tendrá un tiempo de respuesta inferior a 1 segundo, entendiendo este tiempo como el que transcurre desde que el operador da la orden y empieza a ejecutarse en el equipo correspondiente. La indicación de comando ejecutado se actualizará en la pantalla del SCADA en un tiempo inferior a 1 segundo.

Lo indicado en el párrafo anterior determinará la arquitectura óptima de las redes de comunicación de las microturbinas, servicios auxiliares y de protecciones eléctricas. Esta arquitectura quedará claramente reflejada en la etapa de desarrollo de ingeniería de detalle.

El SCADA incorporará como mínimo las siguientes funciones:

- Monitorización del funcionamiento instantáneo e histórico de las microturbinas y control de arranque-parada de las mismas. Esta función también puede integrarse con el SCADA de PAE directamente desde el sistema nativo de las microturbinas (CRMS).
- Monitorización de los transformadores y servicios auxiliares.
- Monitorización y control de protecciones de MT.
- Posibilidad de conexión/desconexión remota del sistema.



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

- Registro de los valores de potencia instantánea,
- Registro de los valores de energía generada,
- Registro de los valores de alarmas, etc.
- Generación de tendencias de los valores de operación del parque de generación.

El Sistema de Supervisión presentará, de forma enunciativa, no taxativa, las siguientes funciones y características:

- Arquitectura cliente-servidor;
- Comunicación con el nivel de control mediante la adopción de estándares de acceso a datos: OPC A&E (*OLE for Process Control – Alarms and Events*), OPC DA (*OLE for Process Control – Data Access*), XML (*EXtensible Markup Language*), DDE (*Data Dynamic Exchange*), COM/DCOM (*Component Object Model/Distributed Component Object Model*), ActiveX, ODBC (*Open Data Base Connectivity*), etc.;
- Autenticación integrada del sistema operativo;
- Configuración del control de firma para cada variable de proceso;
- Interfaz de usuario estandarizada para firma electrónica;
- Protecciones y criptografías adicionales en los archivos de dominio, proyecto y biblioteca;
- Creación de una base de datos protegida de acciones en el sistema;
- Registro de intentos exitosos y no exitosos de acceder al sistema;
- Opción de inserción de comentarios de usuario en el reconocimiento de alarmas por parte del operador;
- Base de datos en tiempo real;
- Entorno de desarrollo;
- Parametrización de los controladores de comunicación con el PLC;
- Identificación de los tipos de señales que se interconectarán con el PLC;
- Bibliotecas estándar de símbolos de proceso para el diseño de pantallas sinópticas orientadas a objetos;



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

- Bibliotecas de lógica y programación estándar que contengan los siguientes bloques de funciones: trigonométrica, estadística, lógica booleana, sumatoria, contadores de eventos externos, generación de alarmas según el intervalo de valores de puntos analógicos, conmutación de señales, operaciones matemáticas simples y para la elaboración de funciones matemáticas;
- Posibilidad de crear bibliotecas de imágenes con figuras en formato .bmp (Bitmap);
- Generación de informes de proceso e indicadores clave de rendimiento (KPI - *Key Performance Indicators*);
- Gestión de alarmas mediante gráficos de Pareto, navegación de alarmas en estructura arborescente;
- Recursos para la configuración de alarmas por supresión, edición de descripciones de alarmas, generación de alarmas por enclavamiento, riesgos operativos, mal funcionamiento;
- Registro de acuses de recibo de alarma en la base de datos;
- Visualización de los datos históricos de la operación en sinópticos y gráficos de tendencias;
- Cálculo basado en valores actuales y valores históricos;

## 4. MEMORIA DESCRIPTIVA DE INSTALACIONES FIJAS MÁS RELEVANTES

### 4.1. SISTEMA DE REGULACIÓN DE GAS

Se contempla el suministro de un skid de calentamiento, filtración, regulación, scrubber y medición de gas natural

#### 4.1.1. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE GENERAL

Se contempla la provisión de todos los materiales constructivos correspondientes al skid de regulación de gas, conforme el desarrollo de la ingeniería de detalle que se ejecutará oportunamente, la cual será previo al inicio de fabricación aprobada por PAE.



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

Los materiales a utilizar serán de marcas, modelos y calidades reconocidas, y se los seleccionará procurando la minimización del parque de repuestos requeridos y en la misma dirección que con la ingeniería de detalle, las características y especificaciones de los materiales serán sometidas a la aprobación de PAE, quien decidirá a su exclusivo juicio su aceptación.

Se contempla la provisión las válvulas, instrumentos y accesorios respetando las marcas y modelos que están homologados por PAE.

La provisión incluye todos los elementos necesarios para realizar en forma completa la construcción de los equipos sobre skid (consumibles, cañerías, accesorios, válvulas, instrumentación, etc.), de forma enunciativa, no taxativa:

- Válvulas y accesorios.
- Soportes y elementos de izaje para transporte e instalación.
- Suministro de terminales de conexión para puesta a tierra.
- Bulonería y juntas.
- Instrumentación.
- Pintura exterior
- Placa de identificación
- Pruebas y Ensayos.
- Preparación para el transporte.
- Repuestos para precomisionado, comisionado y puesta en marcha, según aplique.
- Transporte a sitio de obra/almacén (Aplicable según orden de compra).
- Documentación técnica (Memorias de cálculo, planos de detalle, hoja de datos del fabricante, etc.)
- Documentación de calidad/Data Book (Plan de inspección y ensayos, documentos de soldadura, registros de Ensayos No Destructivos (END), registros de pruebas, certificados de materiales, actas de inspección, etc.)

### 4.1.2. CÓDIGOS Y ESTÁNDARES

Se seguirá, cuando sea aplicable, la última edición de los siguientes códigos y estándares (esta lista no se deberá considerar como absoluta, se pueden encontrar referencias a otros códigos y estándares a través de las especificaciones particulares):



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

- *ASME – American Society of Mechanical Engineers:*
  - *ASME B1.20.1: Connection threads (NPT).*
  - *ASME B16.11: Forged steel fittings, socket welding and threaded.*
  - *ASME B16.5: Flanged connections.*
  - *ASME B16.10: Dimensions between valve ends.*
  - *ASME B16.20: Metallic Gaskets for Pipe Flanges – Ring Joint, Spiral Wound and Jacketed.*
  - *ASME B16.25: Butt welding ends.*
  - *ASME B16.34: Valves with flanged, threaded and welded ends.*
  - *ASME B31.3: Process Piping.*
  - *ASME B36.10: Welded and seamless wrought steel pipe.*
  - *ASME Section VIII. Rules for Construction of Pressure Vessels*
  - *ASME Section V. Nondestructive Examination*
  - *ASME Section IX. Welding, Brazing, and Fusing Qualifications*
  - *Norma API 12K. Specification for Indirect Type Oil- Field Heaters*
- *ASTM – American Society for Testing and Materials.*

### 4.1.3. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR

Se contempla entregar la ingeniería constructiva con la cual se realizará la fabricación del suministro, identificando las distintas tareas para la fabricación y entrega del equipo. La ingeniería contemplará el cálculo y verificación de las cañerías que componen los puentes y equipos, así como el diseño y verificación de la secuencia de montaje.

El diseño de los equipos será conforme a las leyes y reglamentaciones de la República Argentina, como así también a la última revisión de los códigos y estándares vigentes a la fecha de la orden de compra.

Se entregarán los siguientes documentos (a modo enunciativo, no taxativo):

- Cronograma de fabricación y ensayos
- Lista de Documentos
- Plano del conjunto mecánico
- Hoja de datos de instrumentos
- Mapa de soldaduras
- Planilla de uniones soldadas



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

- Procedimientos de soldadura
- Calificación de Procedimientos de soldadura
- Calificación de soldadores
- Procedimiento de radiografiado
- Procedimiento de tintas penetrantes
- Procedimiento de prueba hidráulica
- Procedimiento de prueba de fugas
- Procedimiento de prueba de estanqueidad
- Procedimiento de prueba funcional del tren de combustión
- Procedimiento de protección anticorrosiva
- Planos de skids

### 4.1.4. PROCEDIMIENTOS E INSPECCIÓN

Para las inspecciones se avisará al personal de PAE con suficiente tiempo de antelación con el fin de lograr una correcta coordinación entre las partes intervinientes. En correspondencia con lo mencionado, siguiendo el plan de fabricación y ensayos, no se avanzará con la construcción hasta tanto la inspección haya comprobado como mínimo los siguientes ítems:

a) Verificaciones de documentación:

- Certificado de calidad de cañerías, bridas, manómetros, transmisores, chapas y accesorios.
- Certificado de calidad y de pruebas de válvulas esféricas realizadas por el fabricante de estas.
- Planos mecánicos aprobados.
- Procedimientos de soldadura aprobados.
- Calificaciones de soldadores aprobadas.
- Procedimientos de ensayos no destructivos aprobados.
- Certificación de operador de radiografiado aprobada.
- Procedimiento de Prueba Hidráulica aprobado.
- Procedimiento de Prueba Neumática aprobado.
- Procedimiento de Protección Anticorrosiva aprobado.



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

b) Verificaciones durante la construcción:

- Soldaduras.
- Ensayos no destructivos.
- Pruebas de resistencia y hermeticidad.
- Pruebas de fugas.
- Limpieza de superficies y Pintura.
- Embalaje y carga en transporte.
- *Data Book*.

Se realizarán todos los ensayos de gamma-grafiado para la Serie ANSI 300 y tintas penetrantes de acuerdo a las especificaciones y normas vigentes.

### 4.1.5. DOCUMENTACIÓN CONFORME A OBRA (CAO)

La documentación Conforme a Obra incluirá (a modo enunciativo, no taxativo):

- Listado de documentos.
- Plan de inspección y ensayos.
- Reportes de inspección.
- Planos constructivos para equipos y el skid.
- Hojas de datos de equipos e instrumentos.
- Certificados de materiales e instrumentos.
- Mapa de soldaduras.
- Calificaciones de procedimientos y soldadores.
- Procedimientos de soldaduras.
- Procedimientos de ensayos no destructivos.
- Procedimiento de prueba hidráulica y neumática.
- Procedimiento de prueba de Funcional el tren de combustión.
- Procedimiento de prueba de estanqueidad.
- Calificación de operador de radiografía.





## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

- Actas y registros de resultados de ensayos.
- Placas radiográficas originales y digitalizadas.
- Procedimiento de limpieza y pintura.
- Placa de identificación del equipo.
- Certificados de garantías de materiales e instrumentos.
- Certificado de garantía del fabricante.
- Fotos del conjunto terminado y montado (desde todos los ángulos)

## 4.2. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

### 4.2.1. GENERALIDADES

Se contempla la ejecución de la Puesta A Tierra (en adelante PAT) del parque de generación, en la zona de o los Centros de Transformación y sobre la base del terreno natural. Sin embargo, se realizarán las mediciones de resistividad del terreno para procurar los valores de cálculo necesarios y las mejoras de terreno en la profundidad y superficie necesarias para ello. Todo esto será previamente aprobado por PAE en fase de Ingeniería de detalle, previo a su ejecución.

### 4.2.2. BASES DE DISEÑO

Los objetivos básicos de una instalación de puesta a tierra son los siguientes:

- Proteger al personal y al equipo instalado, limitando las tensiones de paso y contacto que pueden aparecer en un momento dado, respecto a tierra, en las masas metálicas o entre dos puntos del terreno.
- Limitar el valor de las sobretensiones que pueden aparecer en el sistema eléctrico en las diferentes condiciones de explotación.
- Hacer posible la localización y facilitar la desconexión de los elementos afectados por una falla a tierra.



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

El sistema de puesta a tierra estará formado por un conjunto de jabalinas o electrodos unidos por conductores de enlace a los conductores principales de tierra y a sus derivaciones. Las masas se conectarán a las líneas de tierra a través de conductores de protección.

Se contempla la medición en campo de los valores de la resistividad media del terreno.

Para definir el valor de la sobre-corriente de falla, se calcularán las corrientes máximas para falla monofásica y bifásica a tierra para cada nivel de tensión existente y se tomará el dato más desfavorable. Se tendrá en cuenta la forma de la conexión del neutro a tierra.

A efectos de diseñar la red de tierra, el tiempo máximo de eliminación de falla se obtendrá teniendo en cuenta:

- El tiempo de detección y actuación del relé de sobrecorriente (a tiempo definido o a tiempo inverso) que actúe como protección de respaldo (*back up*), más los correspondientes a los relés auxiliares.
- El tiempo de apertura del interruptor.
- La existencia de reenganches rápidos (equivale al doble de la suma de los dos tiempos anteriores)

Para todos los cálculos se considerará que la resistencia media del cuerpo humano es de 1.000 ohmios.

Para calcular las tensiones de paso y contacto se utilizarán los procedimientos de cálculo aceptados por la autoridad competente.

La resistencia de puesta a tierra de la red general de tierras del parque de generación será inferior a 2 ohmios.

### 4.2.3. PROYECTOS Y CÁLCULOS

Luego del diseño plasmado en los diferentes planos y listas de materiales, se elaborará un informe en el cual quedará justificado técnicamente el proyecto realizado. En dicho informe figurarán como mínimo los conceptos siguientes:

- Valor adoptado para la resistividad del terreno y características del mismo.
- Cálculo de la corriente máxima de falla a tierra con el criterio anteriormente indicado.
- Tiempo de eliminación de la falla.



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

- Cálculo de la resistencia de puesta a tierra
- Cálculo de la tensión de paso y contacto en las instalaciones de BT y MT
- Secciones y tipo de los conductores
- Cantidad, utilización y justificación de las distintas redes de tierras separadas.

Se comprobará que los valores obtenidos para las tensiones de paso y contacto son inferiores a los recomendados en la norma aplicable.

En el informe se reflejarán los resultados obtenidos de la investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, racks, vallas, conductores de neutro, etc.

En caso de que haya transferencia de tensión, se propondrá y se diseñará la solución elegida para eliminarla o reducirla hasta valores aceptables.

Si como consecuencia de los valores de resistividad del terreno se derivasen condiciones difíciles para la puesta a tierra, se propondrán las acciones a tomar para mejorar sustancialmente el terreno y reducir los riesgos a las personas e instalaciones.

### 4.2.4. DISPOSICIONES PARTICULARES DE PUESTA A TIERRA

#### 4.2.4.1. PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

En la puesta a tierra del neutro de los transformadores que tendrá un valor no superior a 5 ohms, se empleará uno de los métodos siguientes:

- Baja tensión: Directo a tierra
- Media tensión (potencia): A través de resistencia limitadora (a definir en ingeniería de detalle y bajo aprobación de PAE).

Cada neutro directo o bien la salida de la resistencia limitadora o su equivalente, se conectará a un electrodo especial de tierra separado de otros.

La conexión se realizará con cable aislado, con un aislamiento para la tensión entre fases. La sección se determinará considerando que debe soportar como mínimo la corriente máxima homopolar calculada durante un segundo, o el tiempo máximo de disparo si es interruptor.



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

Los transformadores de corriente para medir la corriente homopolar por el neutro se instalarán en el mismo transformador si la puesta a tierra es directa, o sobre el elemento limitador de la corriente a tierra en los restantes casos.

Cada neutro contará con un puente de prueba y una barra de conexión que se instalarán en el interior de la subestación. El puente de prueba permite verificar el valor óhmico resultante del electrodo y, por lo tanto, la resistencia a tierra de cada neutro.

### 4.2.4.2. PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para la puesta a tierra del Centro de Transformación se realizará una PAT separada con los siguientes criterios:

- Instalación del parque de intemperie, a la que se conectarán las carcasas de sus transformadores y generadores, descargadores hilos de guardia, las estructuras metálicas de apoyo, chasis y bastidores de todos los equipos eléctricos, etc.
- Instalación para la cerca perimetral metálica exterior de la subestación y parque de generación, que no tendrá contacto eléctrico con masas conductoras.
- Instalación del centro de transformación, a la que se conectarán las carcasas de sus transformadores y generadores, las pletinas de tierra de los tableros (cuadros, la armadura y el mallado del edificio, la estructura, bandejas de cables y todo elemento metálico no destinado a conducir corriente, etc.

La red correspondiente al parque de intemperie estará constituida por una malla que se calculará bajo los criterios antes indicados. Cada electrodo o conjunto de electrodos si éstos están agrupados, se conectará a la malla de tierra a través de un puente de prueba aéreo, que se instalará en un lugar de fácil acceso.

La red correspondiente a la cerca perimetral metálica del exterior se podrá conectar directamente a los electrodos de tierra. No habrá contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o avería.



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

En el Centro de Transformación se instalará una malla de conductor de cobre desnudo de sección mínima de  $35\text{mm}^2$  y respetando los criterios indicados anteriormente, formando una retícula de como mínimo 200 a 300 mm de lado, que se unirá a la red de tierra.

Se dispondrá una pletina de cobre de 60 x 5 mm que rodeará todo el edificio, a la cual se podrán conectar los conductores de protección de cada masa. Estas conexiones se harán a través de un borne de compresión atornillada a la pletina, que previamente se habrá taladrado.

La pletina de cobre formará parte de la malla correspondiente al edificio, a efectos del cálculo de las tensiones de paso y contacto.

Los electrodos o conjuntos de electrodos correspondientes a esta red se conectarán a la pletina a través de puentes de prueba a instalar en el interior del edificio.

La pletina de cobre se fijará al techo o pared a través de soportes distanciadores, que permitan una separación de 30 mm.

Las bandejas metálicas de la canalización de cables se conectarán en los dos extremos a la pletina.

### **4.2.4.3. PUESTA A TIERRA DE PARARRAYOS ATMOSFÉRICOS**

La bajada de la instalación captadora de rayos atmosféricos se conectará directamente a una red de tierras separada de las otras redes existentes del parque de generación, con las cuales deberá quedar unida.

Esta red será de tipo anillo que rodee el conjunto de la instalación portadora del pararrayos, o de tipo radial hacia un conjunto de electrodos.

Se instalarán puentes de prueba para poder medir el valor óhmico de la puesta a tierra.

### **4.2.4.4. PUESTA A TIERRA DE DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN**

La red de tierra para la descarga de los descargadores de sobretensión en redes de media tensión será separada de las otras redes existentes, si bien finalmente quedará unida a ellas.

Se instalará un contador de descargas en la conexión común de los descargadores.



## CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

# PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2024

Se colocará un puente de prueba que permita medir el valor de la resistencia de puesta a tierra.

Los descargadores de sobretensión de la red de baja tensión se conectarán a la red de tierras del centro de transformación o a la de las masas de media y baja tensión si están en el exterior.