

# PROYECTO FINAL

Sistema de Monitoreo y Control de Centrales Hidroeléctricas



*El Proyecto consiste en un Sistema SCADA para el Monitoreo y Control de todo el proceso industrial de generación de energía hidroeléctrica. Además del control automático, se ha desarrollado un módulo de simulaciones para estudiar diferentes escenarios.*

## Integrantes:

- ABRAHAM, Leandro (30.572)
- BOTTA, Adrián (30.271)
- FRATTE, Daniel (29.080)
- OCAÑA, Pablo (30.356)

*Ingeniería en  
Sistemas de  
Información*



## Tabla de Contenidos

Relevamiento General .....	2
De la Organización .....	2
Funciones detectadas e Interfaces .....	4
Tecnología de la Información .....	4
Relevamiento Detallado .....	6
Marco Teórico .....	6
Sistemas SCADA de Referencia .....	9
Funciones Elegidas.....	11
Diagnóstico de la Situación Actual .....	15
Estado de la Situación Actual.....	15
Problemas y Necesidades Detectadas .....	18
Objetivos y Alcances preliminares del nuevo sistema.....	18
Diseño.....	20
Objetivos y Alcances definitivos del nuevo sistema .....	20
Product Backlog .....	20
Salidas del Sistema .....	23
Modelo Funcional.....	26
Lista de Actores del Sistema .....	26
Lista de Casos de Uso .....	26
Diagrama de Casos de Uso .....	27
User Story del Sistema.....	28
Diagrama de Flujo.....	34
Diagrama de Bloques.....	35
Modelo de datos.....	36
Planificación de pruebas de integración y seguridad .....	38
Pruebas de seguridad .....	38
Pruebas de integración .....	40
Desarrollo e Implementación .....	41
Programación y documentación.....	41
Desktop.....	41
Web .....	46
Planificación de Capacitación .....	48
Ejecución y Retroalimentación de Pruebas .....	53

Normas y procedimientos necesarios para implementar el Sistema .....	67
Recursos tecnológicos .....	67
Recursos humanos.....	67
Descripción general del Trabajo a realizar.....	67
Ubicación física de los recursos .....	68
Cableado de Datos.....	68
Cableado Eléctrico .....	69
Otros aspectos a tener en cuenta.....	69
Manual de Usuario .....	69
Planificación de Implementación del Sistema .....	70
Descripción General de las etapas de la implementación y puesta en marcha .....	70
Actividades y Objetivos de la implementación del sistema.....	70
Las actividades a realizar para la implantación son:.....	71
El propósito de las pruebas de implantación y de aceptación .....	71
Plan de implantación .....	71
Actividades y tiempos.....	71
Especificación del Equipo de Implantación .....	72
Participantes.....	72
Actividades detalladas .....	73
Gantt Plan de Implementación.....	79
ANEXOS .....	80
Anexo 1: Manuales de Usuario.....	81
Módulo de Control Automático.....	81
Módulo Hydro Desktop .....	88
Para el caso de las lecturas de los datos en tiempo real, se utiliza el protocolo UDP.....	104
Módulo de Generación de Datos.....	105
Módulo de Simulaciones .....	117
Marco Teórico.....	117
Módulo HydroWEB .....	123

## Relevamiento General

### De la Organización

Nuestro relevamiento se centró sobre la empresa C.E.M.P.P.S.A.: Consorcio de empresas mendocinas para Potrerillos S.A., empresa que trabaja sobre el proceso de producción de energía hidroeléctrica aprovechando el caudal de agua del Río Mendoza.

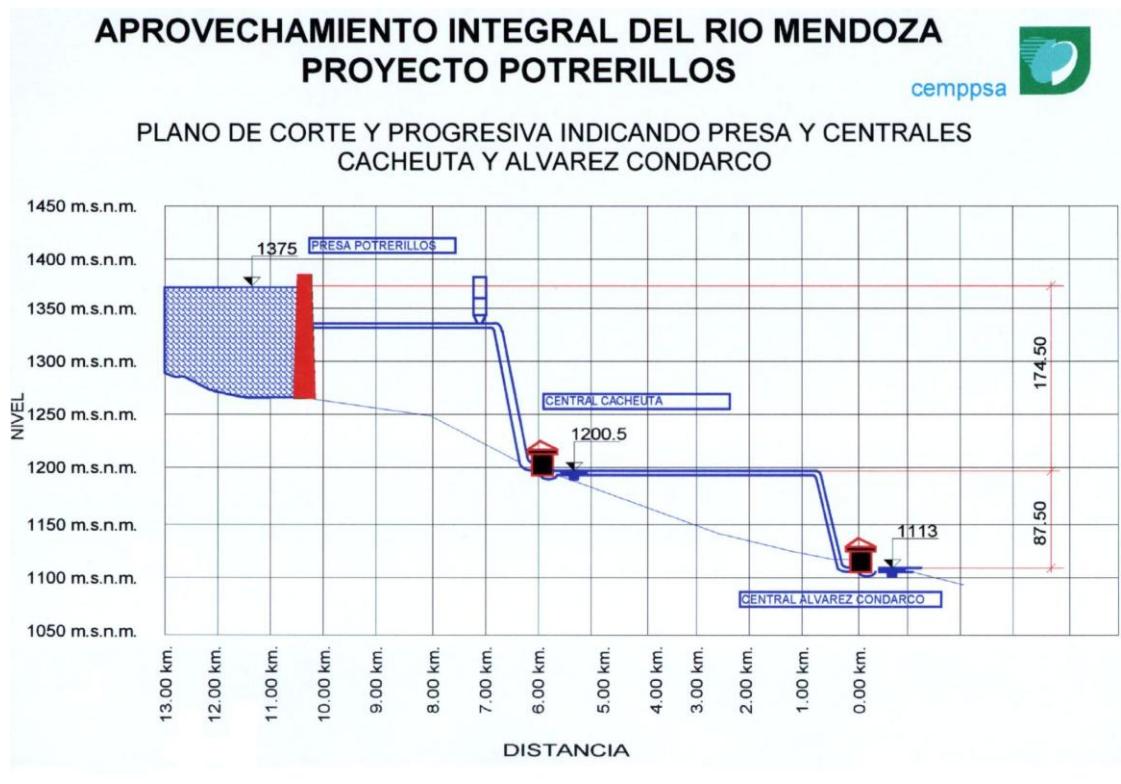


En diciembre de 1997, después de una oferta pública, la Provincia de Mendoza otorgó una concesión para proyectar, construir, operar y transferir el Complejo Hidroeléctrico Potrerillos al Consorcio de Empresas Mendocinas para Potrerillos S.A.; una corporación argentina cuya composición accionaria está compuesta por José Cartellone Construcciones Civiles S.A., Industrias Metalúrgicas Pescarmona S.A. y la Provincia, y cuya sede social está ubicada en Carril Rodríguez Peña 4447, Coquimbito, Maipú, Provincia de Mendoza, Argentina.

El Proyecto comprende una presa a través del río de Mendoza que sirve como recurso para la generación de energía, la irrigación y la prevención de inundaciones, además de la construcción de una nueva central hidroeléctrica y la mejora de una central hidroeléctrica existente, elevando la capacidad corriente de 60 MW a 183 MW de potencia instalada. El Proyecto también comprende la operación del complejo hidroeléctrico.

El Proyecto consiste en un lago de 15 kilómetros cuadrados y tres centrales eléctricas: (i) Nueva Cacheuta, (ii) Alvarez Condarco, y (iii) Carrizal. Las tres centrales se encuentran en la Provincia de Mendoza, República Argentina. Nueva Cacheuta y Alvarez Condarco, rehabilitada a nuevo e incrementada su capacidad con una tercera máquina, están localizadas sobre el Río Mendoza, 40 kilómetros al oeste de la Ciudad de Mendoza. Carrizal se ubica sobre el Río

Tunuyán, aproximadamente 55 kilómetros hacia el sudoeste de la Ciudad. La capacidad instalada combinada originalmente era de 60 MW, generando 285 GWH/año.



El Proyecto tiene por fin regular las aguas del Río Mendoza, el río no regulado más grande en la región. La región tiene aproximadamente 1 millón de habitantes y aproximadamente 80,000 hectáreas bajo irrigación. Las ventajas principales del Proyecto son

- Proporcionar una fuente confiable de agua para beber y para el uso industrial
- Proveer a la Provincia de agua confiable para la irrigación
- Proporcionar un sistema de contención sobre el Río Mendoza para el exceso de agua, que en el pasado provocó inundaciones catastróficas en la tierra aledaña
- El Proyecto también generará hasta un 25% de la energía consumida por la Provincia y podrá abastecer a toda la región de Cuyo. La Provincia está al final de una conexión de alto voltaje que no puede superar ciertos límites de capacidad, quedando expuesta a cortes de electricidad por causas naturales o por mal funcionamiento de la línea de transmisión. El Proyecto de Potrerillos mitigará estos riesgos.

Nuestra visita se realizó a la “Central Álvarez Condarco”, nombrada anteriormente, la cual es la última estación sobre el lecho del Río Mendoza, por lo que centraremos nuestro relevamiento sobre la misma.

A esta central el agua llega, almacenándose en una cámara de carga, desde donde, luego al agua baja a través de tuberías, al recinto donde se encuentran las turbinas.

La central está dotada de 3 turbinas hidroeléctricas, de las cuales, 2 fueron reparadas y renovadas, y una se instaló nueva.

El agua luego de pasar por el proceso hidroeléctrico, es devuelta al río para su uso y aprovechamiento, hídrico en la ciudad de Mendoza.

## Funciones detectadas e Interfaces

Las funciones generales de la organización son:

- Controlar el caudal de agua sobre el Río Mendoza, según las restricciones impuestas por Irrigación
- Generar energía eléctrica para el consumo en ciertas áreas de Mendoza
- Contener el agua del cauce del río y controlar sus niveles para evitar desbordes

Las funciones específicas de la central que relevamos podrían describirse como sigue:

- Monitorear el estado del funcionamiento de las turbinas
- Monitorear el nivel de agua en la cámara de carga
- Monitorear y controlar la temperatura de las distintas partes de la máquina
- Controlar el caudal generado por la estación que será devuelto al río

## Tecnología de la Información

Todo el sistema de control de esta central, tiene como soporte distintos componentes tanto de hardware como de software que detallaremos a continuación.

Los componentes de hardware principalmente, son:

- Sensores de temperatura para las partes críticas de las máquinas como, por ejemplo en los cojinetes de las turbinas.
- Sensores de posición binarios utilizados para detectar el estado de válvulas, compuertas, entre otras partes de la maquinaria.
- PLCs remotos, ubicados en el recinto de las turbinas y, PLCs masters que coordinan la comunicación entre los PLCs remotos y el sistema SCADA.

- PC de escritorio equipada con SO Windows XP donde corre el Sistema SCADA.
- Cableado de conexión.
- Switchs de comunicación.

Los componentes de Software son:

- Sistema SCADA adaptado a las necesidades de la empresa, sobre la base de un esqueleto enlatado.

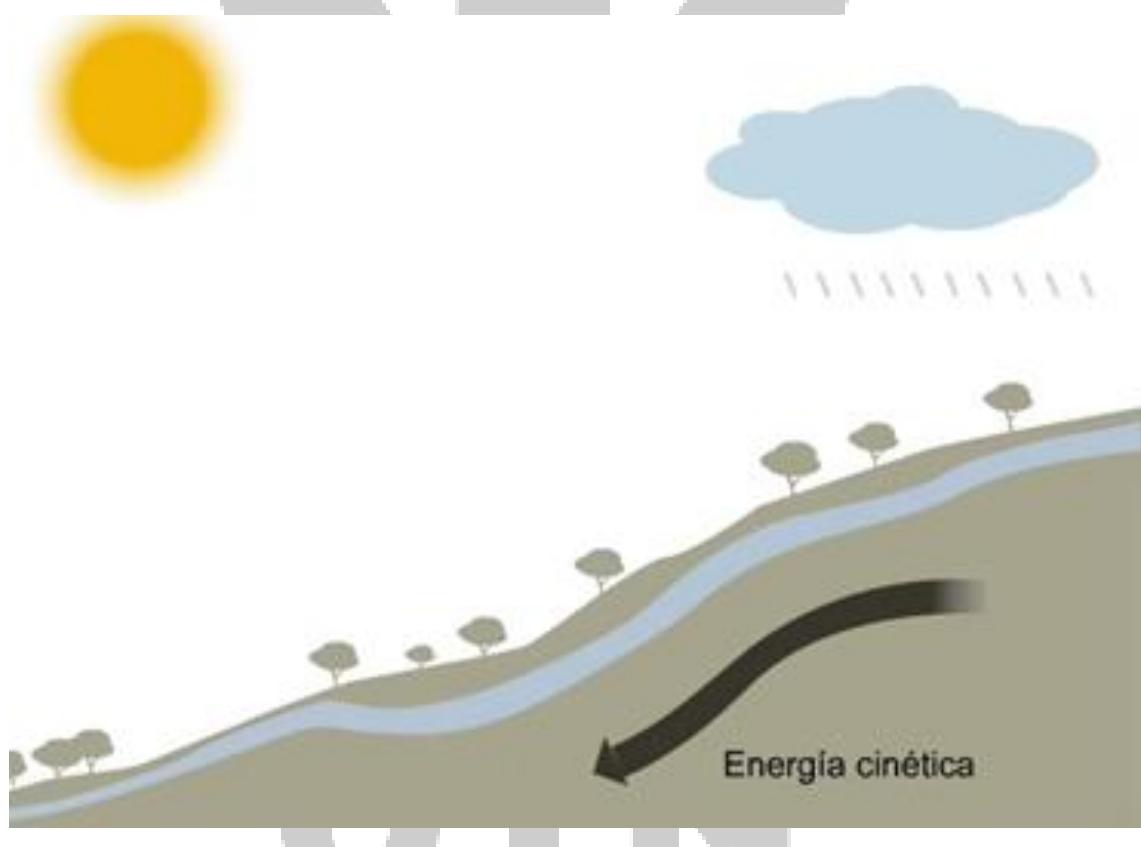


## Relevamiento Detallado

### Marco Teórico

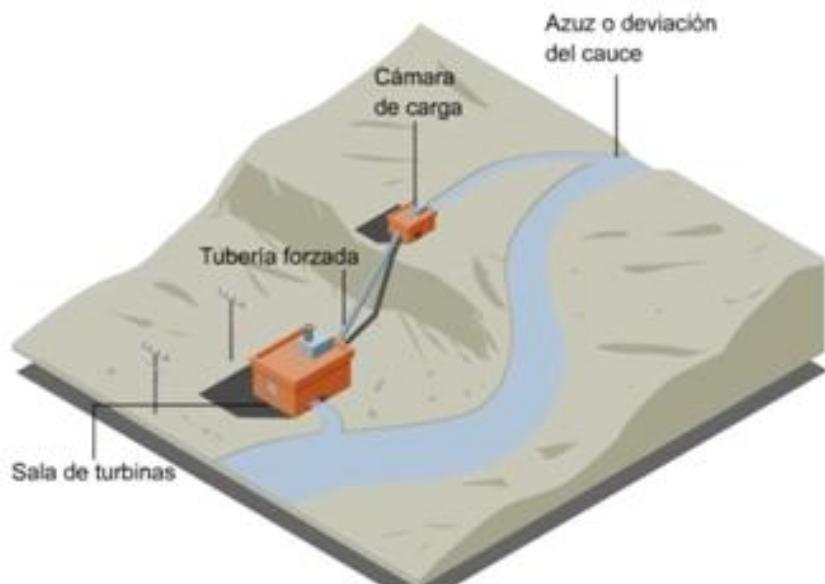
Vamos a analizar el proceso de generación de energía hidroeléctrica, desde el momento en que el agua en forma de nieve, y lluvia, alimenta el caudal de los ríos.

La nieve, acumulada en las zonas de gran altitud, se derrite produciendo deshielo que desciende por los cauces naturales o artificiales. A medida que recorre su camino aumenta su energía cinética o de movimiento, y a estas corrientes se les suma el agua de las precipitaciones.

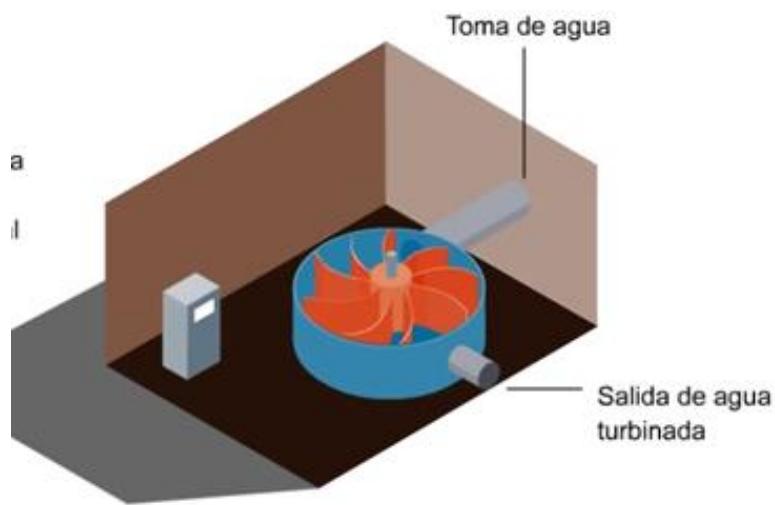


Para aprovechar esa energía, es necesario poder hacer pasar parte del caudal del río por una central que logre aprovechar esa energía cinética y la transforme en energía eléctrica.

El tipo de central que relevamos es una central de paso o de pasada. En este tipo de centrales, parte del río se desvía y es almacenada en una pequeña represa, que es llamada cámara de carga, el agua es introducida en una o más tuberías forzadas que aumentan su presión y energía cinética, y esta tubería desemboca en la sala de turbinas.



Dentro de la sala de turbinas, está la maquinaria necesaria para transformar la energía cinética, en mecánica y luego en energía eléctrica.



La turbina es una máquina de fluido, a través de las cuales pasa un fluido en forma continua y éste le entrega su energía a través de un rodete con paletas o álabes.

Es un motor rotativo que convierte en energía mecánica la energía de la corriente de agua que por ella circula. El elemento básico de la turbina es la rueda o rotor, que cuenta con palas, hélices, cuchillas o cubos colocados alrededor de su circunferencia, de tal forma que el fluido en movimiento produce una fuerza tangencial que impulsa la rueda y la hace girar. Esta

energía mecánica se transfiere a través de un eje para proporcionar el movimiento de un generador eléctrico o una hélice.

Las turbinas constan de una o dos ruedas con paletas, denominadas rotor y estator, siendo la primera la que, impulsada por el fluido, arrastra el eje en el que se obtiene el movimiento de rotación. El movimiento de rotación se transmite a los alternadores, acoplados al eje de la turbina.

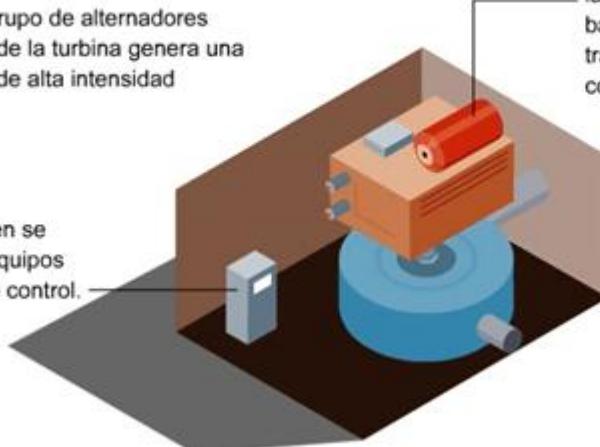
Un alternador es una máquina eléctrica, capaz de transformar energía mecánica en energía eléctrica, generando una corriente alterna, mediante inducción electromagnética. Los alternadores están fundados en el principio de que en un conductor sometido a un campo magnético variable se crea una tensión eléctrica inducida cuya polaridad depende del sentido del campo y su valor del flujo que lo atraviesa. Es un generador de corriente alterna. Funciona cambiando constantemente la polaridad para que haya movimiento y genere energía. En el recinto que investigamos se utilizan alternadores con una frecuencia de 50 Hz, es decir, que cambia su polaridad 50 veces por segundo.

#### EL ALTERNADOR

El alternador, o grupo de alternadores acoplados al eje de la turbina genera una corriente alterna de alta intensidad y baja tensión.

Esta corriente posteriormente pasa a un transformador que la convierte en alta tensión y baja corriente, apta para su transporte a grandes distancias con un mínimo de pérdidas.

En la sala también se encuentran los equipos de medición y de control.



Como vemos en la figura, la energía eléctrica generada por el alternador, tiene muy alta intensidad de corriente, y baja tensión; por lo tanto, finalmente, para poder transportarla por grandes distancias, es necesario elevarla a una muy alta tensión, baja corriente, de manera que no se produzcan perdidas de energía en su transporte.

## Sistemas SCADA de Referencia

A continuación se colocan algunas pantallas del sistema que funciona actualmente en la central Álvarez Condarco.

La pantalla siguiente, muestra el menú principal del sistema.



Como podemos ver, se puede ver un submenú por cada turbina. Además, se cuenta con menús de alarmas, eventos, registros de usuario, y datos de las otras estaciones hidroeléctricas con las que se encuentra conectada.

Otro de los menús que pudimos observar, fue el de registro de eventos

NAME	VALUE	TABNAME	AREA
Marcha U3COM-M0507-E	E		
Parada U3COM-I034-M0323-E	E		
Parada U3COM-I201-M0507-E	E		
Marcha U3COM-I321-M0357-E	E		
- U3COM-M0333-E	E		
- U3COM-M0334-E	E		
Alcanc U3COM-M0446-E	E		
- U3COM-M0445-E	E		
Parada U2COM-M0505-E	E		
Parada U3COM-I013-M0306-E	E		
Parada U1COM-M0505-E	E		
Parada U3COM-I062-M0367-E	E		
Actuado TUCUM-M0409-E	E		

```

    LOG DATE IN TIME IN DATE LST TIME LST DESCRIPTION
29/03/11 15:13:23 30/03/11 07:40:40 bomba 2 SAP en marcha/parada
29/03/11 10:55:15 29/03/11 10:55:15 Sep. aceite marcha/parada SVD
29/03/11 09:51:55 30/03/11 12:17:19 0AC02 marcha/parada SAC
29/03/11 09:36:00 30/03/11 13:40:17 Ventiladores en marcha T.F.
29/03/11 08:09:03 30/03/11 14:00:22 Parar bombas por bajo nivel SVD
29/03/11 08:09:01 30/03/11 13:46:56 Parar todas las bombas SVP
29/03/11 08:07:58 30/03/11 13:18:01 Posición limitador alcancada
29/03/11 08:07:58 30/03/11 13:18:02 Control pos. limitador trabajando
29/03/11 08:03:59 30/03/11 14:35:40 bomba 1 SAP en marcha/parada
29/03/11 08:02:52 30/03/11 13:46:56 UWU04 marcha/parada SVD
29/03/11 08:02:27 30/03/11 14:38:26 bomba 1 SAP en marcha/parada
29/03/11 08:01:16 30/03/11 11:51:14 UWU02-Marcha/parada SAP
29/03/11 08:43:43 26/03/11 20:43:43 Sirena PAE en Condición de Activar
    
```

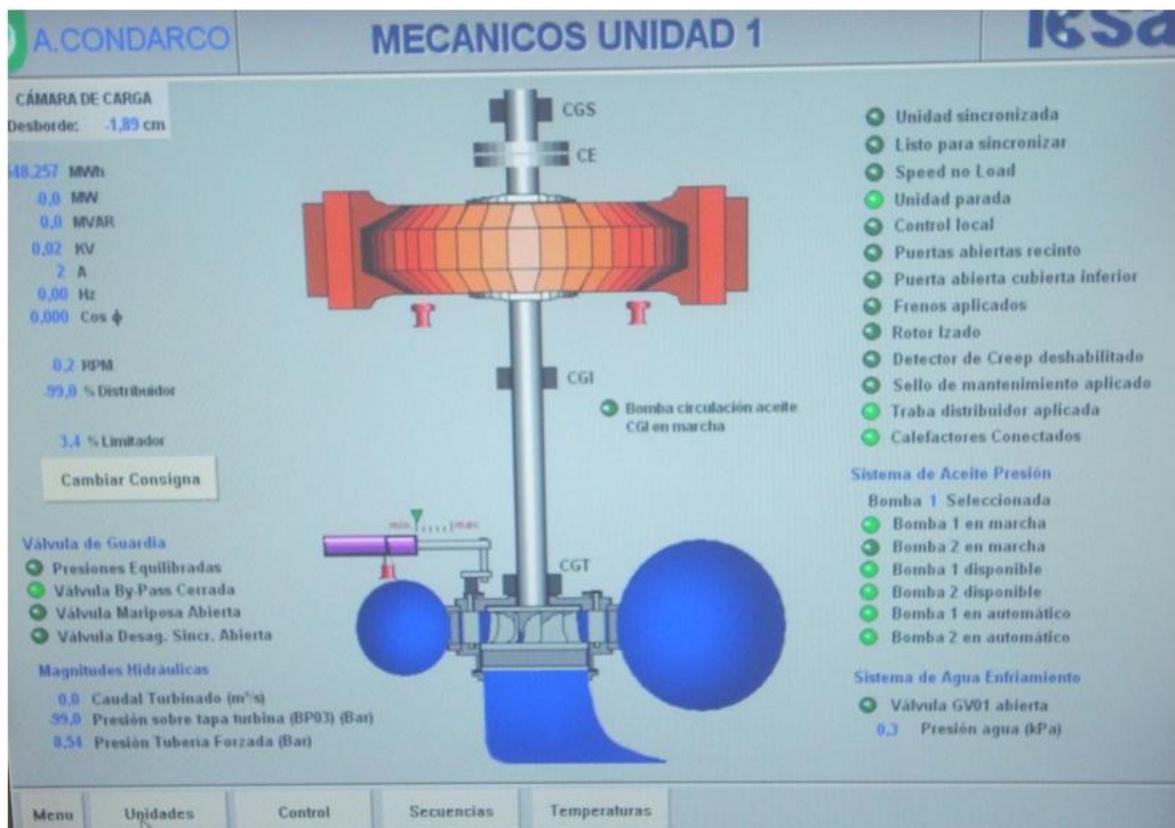
Como podemos ver, para cada evento, se muestra la hora del mismo, y algunos otros datos, como de donde procede, estado, área, etc. Esta pantalla, además, permite filtrar según diversas características deseadas.

La siguiente pantalla, es la referida a las unidades de turbinas ubicadas en toda la planta, que colocamos a modo informativo.



# UTN

Finalmente, presentamos una pantalla de una de las turbinas.



Ésta pantalla es una de las más importantes del sistema, donde los operarios y supervisores pasarán la mayor cantidad de su tiempo. Se pueden apreciar datos como nivel de desborde de la cámara de carga, potencia generada, estado de las válvulas y compuertas, sistemas de refrigeración y bombeo, entre otros.

Nuestro sistema contendrá una pantalla similar a esta, donde se podrán observar datos sobre el funcionamiento de la misma.

## Funciones Elegidas

- **Seguridad**

Este módulo discrimina los niveles de acceso al sistema. El sistema distingue entre 3 tipos de usuarios:

- **Operadores:** Actualmente, sólo se les permite el monitoreo de la planta. Pueden modificar la apertura de los álabes de la turbina, que impacta en la

energía generada, y también pueden iniciar/detener las turbinas ante una contingencia.

- Supervisores: Incluye las funcionalidades del Nivel Anterior. Además, estos usuarios pueden realizar pruebas de arranque y parada de turbinas, así como también revisar los históricos de las turbinas y generar reportes.
- Administradores: Se les permite todo. Pueden, además de lo citado anteriormente, definir niveles de alarmas, y realizar configuraciones más específicas.

- **Control y monitoreo automático**

Un PLC registra y supervisa que los valores censados se encuentren dentro de los límites, y toma medidas de rutina y emergencia cuando sea necesario. Este módulo se encarga de coordinar sensores y actuadores para que todo el proceso funcione con un mínimo de operarios.

- **Control Manual**

Actualmente, el operario puede mantener un control manual sobre:

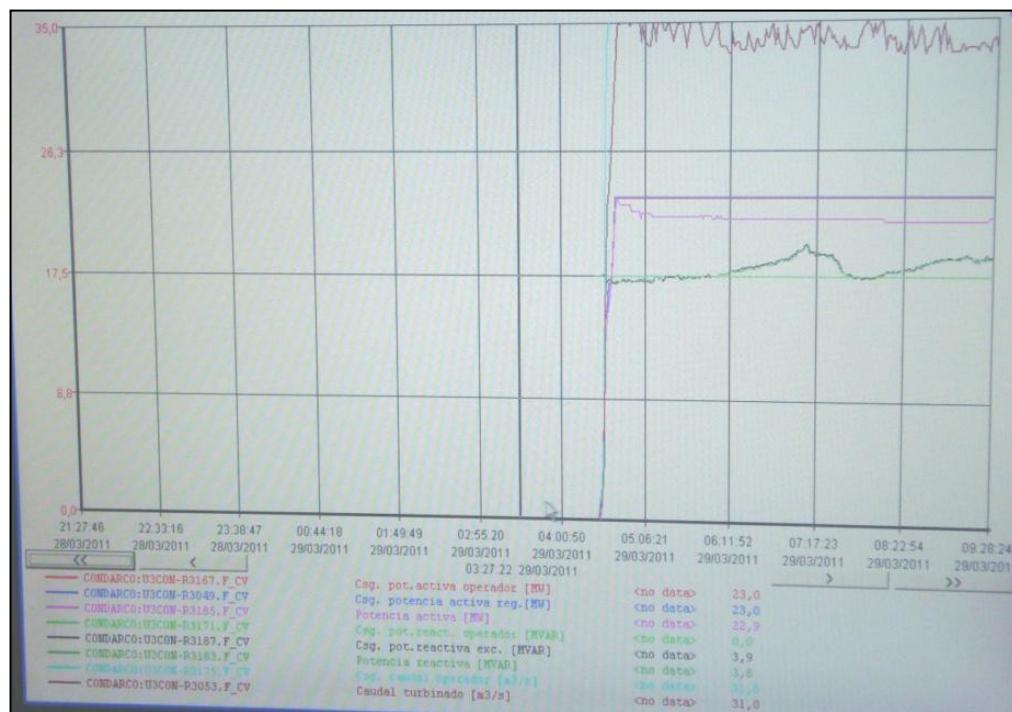
- El desborde en la cámara de carga (nivel de agua antes de entrar a la planta). El operario puede modificar el grado de apertura de la compuerta de entrada.
- La apertura de los alabes de la turbina, que impacta en la energía generada.
- Encendido y apagado (normal y de emergencia) de las turbinas.

- **Configuración**

La configuración del sistema permite definir los niveles aceptados de valores para cada uno de los sensores, así como también de las alarmas cuando una medición sobrepasa un determinado rango.

- **Estadísticas**

El sistema permanentemente está adquiriendo datos y almacenándolos en una BD por un periodo de 3 meses. Esta funcionalidad permite ver la evolución de determinados datos a través del tiempo



- Pruebas de Funcionamiento**

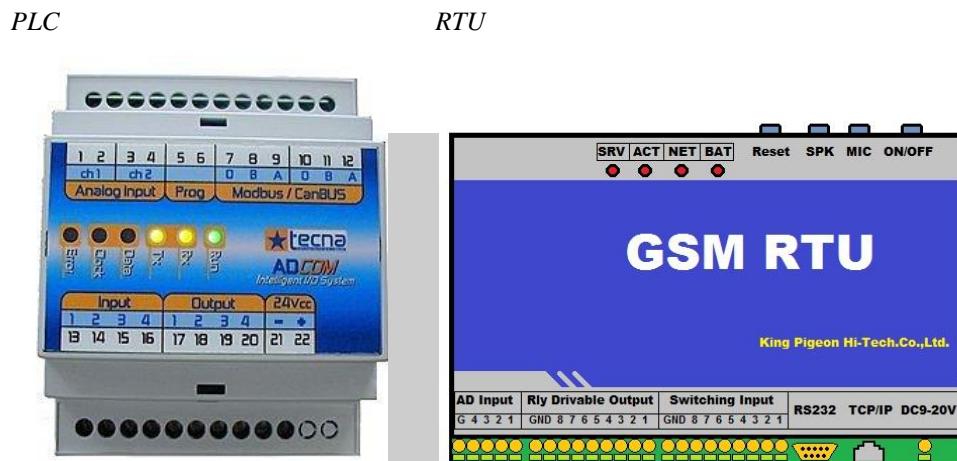
El sistema permite realizar pruebas para ver si todos los componentes involucrados en el encendido y apagado de una turbina funcionan correctamente. Estas pruebas incluyen:

Secuencia de Arranque		Secuencia de Parada	
1-	Arrancar auxiliares: Verificar presiones y flujos en turbina, generador y sistema de enfriamiento	1-	Descargar unidad: descargar potencia activa y reactiva
2-	Abrir Válvula de Guardia (Mariposa) en Bypass	2-	Abrir interruptor de unidad (des-sincronizar)
3-	Deshabilitar trabas	3-	Parar equipo de excitación
4-	Arrancar regulador de velocidad	4-	Parar regulador de velocidad
5-	Conectar equipo de excitación	5-	Aplicar trabas
6-	Sincronizar	6-	Cerrar válvula de guardia y esperar hasta que la velocidad <40%
7-	Cargar unidad: alcanzar potencias activas y reactivas	7-	Detener generador
		8-	Parar Auxiliares

- Protocolos e Interfaces**

El sistema está montado sobre los siguientes recursos:

- PLC/RTU
  - Un PLC por ‘sector’ de la planta, que se comunica con los elementos usando el protocolo MODBUS serie
  - Un PLC general que conecta todos los PLC’s de sectores, utilizando TCP/IP.

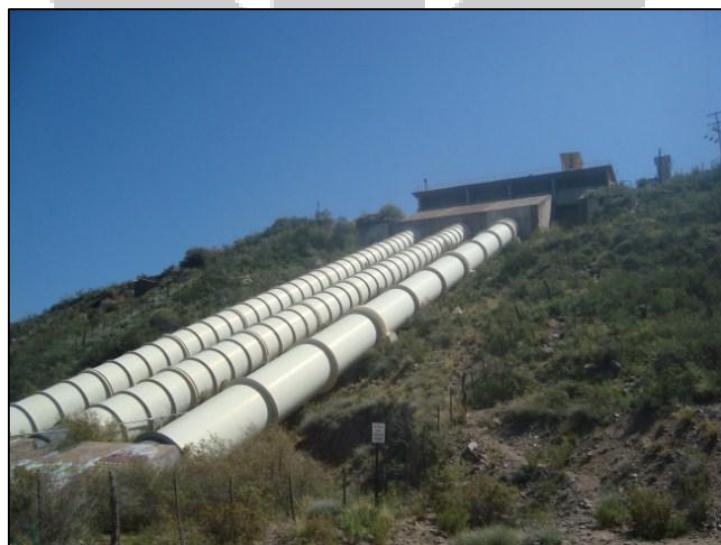


- Sensores
  - Graduales: Temperatura, Presión, etc.
  - Binarios: Abierto/Cerrado, Encendido/Apagado
- Actuadores
  - Graduales: Apertura de compuerta, álabes de la turbina, etc.
  - Binarios: Abrir/Cerrar válvulas, encender/apagar, etc.
- Red TCP-IP: Para interconectar las estaciones de la planta y los PLC. Por el momento no hay Red Wifi.
- Red Fibra Óptica: Para conectarse con las otras centrales hidroeléctricas.
- Terminal Bajo Windows XP desde la cual se supervisa internamente la planta.

## Diagnóstico de la Situación Actual

### Estado de la Situación Actual

Luego de los relevamientos realizados en la empresa CEMPPSA donde se reunió la información detallada en los puntos anteriores, el sistema implementado es el soporte central al momento de la toma de decisiones. El proceso en la central comienza con el caudal de agua que llega a la misma desde la central hidroeléctrica de Cacheuta por medio de tres tubos que la transportan (Imagen 1). En la imagen también se puede apreciar una estructura, donde se encuentra el canal de carga de la central. El nivel de agua existente aquí es supervisado por el sistema central, indicando cuánto falta para el desbordamiento del canal.



*Imagen 1*

El agua pasará por la turbina que generará la electricidad, pasa a través de una “válvula mariposa” qué, básicamente, regula el flujo de agua que se dirigirá hacia el generador. Para esto utiliza compuertas que son controladas por el sistema implementado, o bien manualmente por un operador con los permisos necesarios. Esto se puede apreciar mejor en la Imagen 2.



*Imagen 2*

En la imagen podemos deducir donde se encuentra esta válvula que controla el paso de agua hacia la turbina ya que por un lado, tenemos el agua que proviene de las tuberías (área derecha) y en el área izquierda el tubo que llega a la turbina. En este caso el paso de agua se encontraba cerrado, y podemos apreciar que los medidores de presión que se encuentran a ambos lados de la válvula indican distintos valores, ya que en el sector izquierdo no existe presión alguna (el tubo está vacío). Al momento de abrir la válvula, se debe primero nivelar los dos sectores en cuanto a presión, ya que la apertura abrupta provocaría, con seguridad, daños a las instalaciones. Para nivelar la presión, se utiliza un Bypass entre los dos sectores, que paulatinamente hace que la presión se nivele a ambos lados.

Luego del paso por la válvula mariposa, el agua sigue su camino hacia la cámara espiral que dirige el agua hacia la turbina. Las aletas de la turbina también son reguladas para indicar el caudal de agua que luego desembocará al río. Sin embargo, esta regulación no la realiza el sistema central, sino es un sistema autónomo eléctrico. El agua al pasar por la turbina provoca un movimiento giratorio que el generador convierte en energía eléctrica.

En todo el proceso, existen numerosos sensores que están enviando información permanente hacia el sistema montado. Esta información es enviada hacia PLC's remotos (imagen 3) los cuales sólo retransmiten la información recibida hacia un RTU maestro.



*Imagen 3*

Luego el RTU maestro (Imagen 4), envía la información directamente hacia el sistema (por TCP/IP), que nos brinda la visualización, control y ayuda para la toma de decisiones en el proceso general.



*Imagen 4*

El sistema actualmente montado es un SCADA enlatado, y adaptado para la estación Álvarez Condarco.

## Problemas y Necesidades Detectadas

Al momento de la entrevista, el entrevistado no indicó ningún problema específico en cuanto al sistema montado. Pero haciendo un análisis mucho más profundo pudimos encontrar los siguientes inconvenientes:

- Sistema centralizado en una computadora operaria ya que se opera sólo con el uso de una llave electrónica cuyo costo es extremadamente alto, lo que limita la utilización del sistema a sólo un operario.
- No existe la posibilidad de ingreso remoto al sistema, ya sea para supervisión o cualquier otro tipo de tarea.
- Interfaz del sistema poco amigable.
- En caso de ausencia temporal del operario, el control debía ser trasladado hacia otra central (Cacheuta o Potrerillos), ya que no existe control automatizado.

Como necesidades generales, podemos aportar lo siguiente:

- Acceso y control remoto.
- Automatización de algunos procesos que no se encuentran así, como por ejemplo el nivel de desbordamiento del canal de carga, cuya supervisión debe ser permanente ya que no existe ningún proceso que lo controle automáticamente.
- Mejoramiento de interfaces.

## Objetivos y Alcances preliminares del nuevo sistema

Los objetivos y alcances preliminares del sistema que crearemos, además de los descriptos anteriormente son los siguientes:

- Monitorear el proceso de generación de energía eléctrica en su totalidad. Esto incluye sensores y actuadores, distribuidos a lo largo de toda la planta. Específicamente el sistema controla:
  - Niveles de agua en cámara de carga/dique.
  - Temperatura de los elementos mecánicos (turbinas, cojinetes, etc.), y fluidos refrigerantes y lubricantes.

- Diferencia de Presión en ambos lados de tubería de entrada y control de válvula mariposa.
- Apertura y Cierre de los álabes de la turbina para el control del caudal general de agua.
- Control de arranque y parada (normal y de emergencia) de todo el proceso.
- Simular situaciones y ambientes posibles, para ver la respuestas que las mismas producen en el sistema, y que sirvan de ayuda para casos de emergencia u oportunos.
- Supervisar el sistema de manera remota, pudiendo acceder al estado en el que se encuentra la planta en cualquier momento de manera online y a través de la Web.
- Descentralizar la operación del sistema, permitiendo que varias pc's operadoras puedan tomar decisiones, con una auditoria que las respalde.

## Diseño

### Objetivos y Alcances definitivos del nuevo sistema

Basándonos en los objetivos preliminares planteados anteriormente, vamos a refinar los objetivos para dejar sentado todas las funcionalidades del sistema. Vamos a plantear el objetivo, y posteriormente las funciones necesarias para ese objetivo específico.

Dado que la metodología elegida (SCRUM + XP) define artefactos alternativos a los estudiados, para cumplir con este apartado se presentará uno de ellos, el cual cumple con la información pedida: **el Product Backlog**.

### Product Backlog

Sistema de Información: Hydro™ SCADA – Monitoreo y Control de Centrales Hidroeléctricas.

#### Referencias:

- **Story ID:** Identificador único de la historia de usuario.
- **User Story:** Nombre o breve mención de la funcionalidad o historia de usuario.
- **Descripción:** Detalle específico del ítem anterior.
- **Prioridad:** Nivel de importancia dentro del desarrollo del proyecto.
  - 1: Prioridad Máxima
  - 5: Prioridad Mínima

Story ID	User Story	Descripción	Prioridad
1	Nivel de Agua	Monitorear el nivel de agua en la cámara	2
1A	Caudal	Medir el caudal de entrada a la cámara de carga	3
1B	Desborde	Medir en tiempo real el nivel de desborde agua en la cámara de carga	2
1C	Álabes	Modificar el nivel de apertura de los alabes, según sea necesario	1
1D	Compuerta Desvío	Abrir / Cerrar la compuerta de desvío de la cámara de carga y la compuesta de	3

		ingreso de agua a la tubería forzada, en caso de ser necesario	
<b>2</b>	Mariposa	Controlar el funcionamiento de la válvula mariposa	1
<b>2A</b>	Presión A	Medir la presión del agua del lado A de la válvula mariposa	2
<b>2B</b>	Presión B	Medir la presión de agua del lado B de la válvula mariposa	2
<b>2C</b>	Presión Tubería	Medir la presión de agua en la tubería forzada	1
<b>2D</b>	Presión Tapa	Medir la presión sobre la tapa de la turbina	2
<b>2E</b>	A/C Mariposa	Abrir / Cerrar la válvula mariposa	1
<b>2F</b>	A/C Bypass	Abrir / Cerrar la válvula Bypass	1
<b>3</b>	Elementos Mecánicos	Mantener la temperatura de los elementos mecánicos (turbinas, cojinetes, etc.) en un nivel adecuado	2
<b>3A</b>	T° Cojinetes	Medir en tiempo real la temperatura de los cojinetes	2
<b>3B</b>	Sistema Refrigeración	Activar / Desactivar el sistema de refrigeración	1
<b>3C</b>	Diferencia de Presión	Diferencia de Presión en ambos lados de tubería de entrada y control de válvula mariposa.	1
<b>3D</b>	A/C Álabes	Apertura y Cierre de los álabes de la turbina para el control del caudal general de agua.	2
<b>3E</b>	Control Arranque	Control de arranque y parada de todo el proceso.	1
<b>4</b>	Turbina	Monitorear la velocidad de giro de la turbina	1

4A	Velocidad Giro	Medir la velocidad de giro de la turbina	2
4B	Caudal	Medir caudal turbinado	1
4C	Apertura Álabes	Controlar el nivel de apertura de los alabes	1
5	Potencia	Mantener la potencia generada en un cierto rango	2
5A	Cálculo Potencia	Calcular la potencia generada en tiempo real	1
5B	Control Caudal	Controlar el caudal de agua	2
6	Regulación al Río	Monitorear el caudal de agua que se deja pasar al rio	1
6A	Medición Caudal	Medir el caudal de agua circulando	1
7	Parametrización	Cargar los parámetros necesarios (temperatura permitida, valores de alarma, caudal de agua a generar ... )	2
8	Control de Arranque – Parada	Controlar el arranque y parada de las unidades de generación	1
9	Simulaciones	Simular situaciones y ambientes posibles, para ver la respuestas que las mismas producen en el sistema, y que sirvan de ayuda para casos de emergencia u oportunos.	4
10	Supervisión por Internet	Supervisar el sistema de manera remota, pudiendo acceder al estado en el que se encuentra la planta en cualquier momento de manera online y a través de la Web.	4
11	Arquitectura del Sistema	Descentralizar la operación del sistema	3

<b>12</b>	Reportes	Generar reportes gráfico e informativo de los valores medidos, y otros valores históricos	5
-----------	----------	---	---

## Salidas del Sistema

A continuación se presenta la lista de variables del sistema con su formato y descripción correspondiente:

- ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA (datos de sensores y actuadores en tiempo real)

SENSORES		
DATOS	FORMATO	DESCRIPCIÓN
Caudal de entrada	Numérico	Indica el volumen de agua que ingresa a la planta
Nivel Desborde en Cámara de carga	Numérico	Indica la diferencia de Agua respecto a la cota superior
Presión Tubería Forzada	Numérico	Indica el nivel de presión en la tubería forzada
Presión del Lado A de la Válvula Mariposa	Numérico	Indica el nivel de presión actual de uno de los sectores que separa la válvula mariposa
Presión del Lado B de la Válvula Mariposa	Numérico	Indica el nivel de presión actual del otro de los sectores que separa la válvula mariposa
Presión Sobre Tapa Turbina	Numérico	Indica la presión sobre la tapa de turbina
Temperatura Cojinetes Guía Superior (CGS)	Numérico	Indica la temperatura actual de los cojinetes superiores
Temperatura Cojinetes Guía Inferior (CGI)	Numérico	Indica la temperatura actual de los cojinetes inferiores

<b>Temperatura Cojinetes Guía Turbina (CGT)</b>	Numérico	Indica la temperatura actual de los cojines en la turbina
<b>Estado Sistema de Enfriamiento</b>	Cadena	Muestra el estado actual del sistema de enfriamiento
<b>Caudal Turbinado</b>	Numérico	Indica el caudal que se turbinada
<b>Velocidad Giro Turbina</b>	Numérico	Indica la velocidad a la cual se encuentra girando la turbina
<b>Intensidad Corriente</b>	Numérico	Indica la corriente que se está generando
<b>Nivel Desfogue</b>	Numérico	Indica el caudal de agua que se entrega al río
<b>Voltaje</b>	Numérico	Indica el voltaje que se está generando
<b>ACTUADORES</b>		
<b>Compuerta de Desvío de Agua</b>	Cadena	Indica si la compuerta de desvío se encuentra abierta o cerrada
<b>Compuerta de Ingreso de Agua a la Tubería Forzada</b>	Cadena	Indica el estado de la compuerta de ingreso de agua a la tubería (abierta o cerrada)
<b>Válvula Mariposa</b>	Cadena	Indica el estado de la válvula mariposa (abierta o cerrada)
<b>Bypass Válvula Mariposa</b>	Cadena	Indica si el bypass de la válvula mariposa está abierto o cerrado
<b>Frenos Turbina</b>	Numérico	Indica el porcentaje de trabajo de los frenos
<b>Apertura de los Álabes</b>	Numérico	Indica el grado porcentual de apertura de los álabes
<b>Sistema Integral de Refrigeración Por Aceite y Agua</b>	Cadena	Indica si el sistema se encuentra encendido o apagado

Frenos Generador	Numérico	Indica el porcentaje en que se están aplicando los frenos al generador
Generador	Cadena	Indica si el generador está encendido o apagado
Regulador de Velocidad	Cadena	Indica si el regulador se encuentra encendido o apagado
Equipo de Excitación	Cadena	Indica si el equipo de excitación se encuentra prendido o apagado
Unidad de Sincronización	Cadena	Indica si la unidad de sincronización se encuentra encendida o apagada
Compuertas Mantenimiento	Cadena	Indica si las compuertas de mantenimiento están abiertas o cerradas.

- **MONITOREO EN TIEMPO REAL E HISTÓRICO**

Las salidas respecto de este módulo funcional se visualizan en una pantalla similar a la presentada en la etapa de requerimientos. La misma contiene campos que periódicamente se actualizan con los valores que van siendo sensados. A su vez un esquema o gráfico del elemento de máquina es mostrado, junto con la posibilidad de visualizar una gráfica en tiempo real (o estática) de valores de magnitudes medidas respecto del tiempo.

- **SIMULACIONES**

- **Entradas:** Se crea un escenario de una situación dentro del proceso, parametrizando valores fuera de lo común o normales según se quiera.
- **Salida:** Respuesta del sistema hidráulico a tales valores en gráfica de valor respecto del tiempo e informe de resultados.

- **Interfaces Gráficas de Salida**

- WEB (para Jefe de Planta)
- Escritorio (para ambos usuarios humanos)

## Modelo Funcional

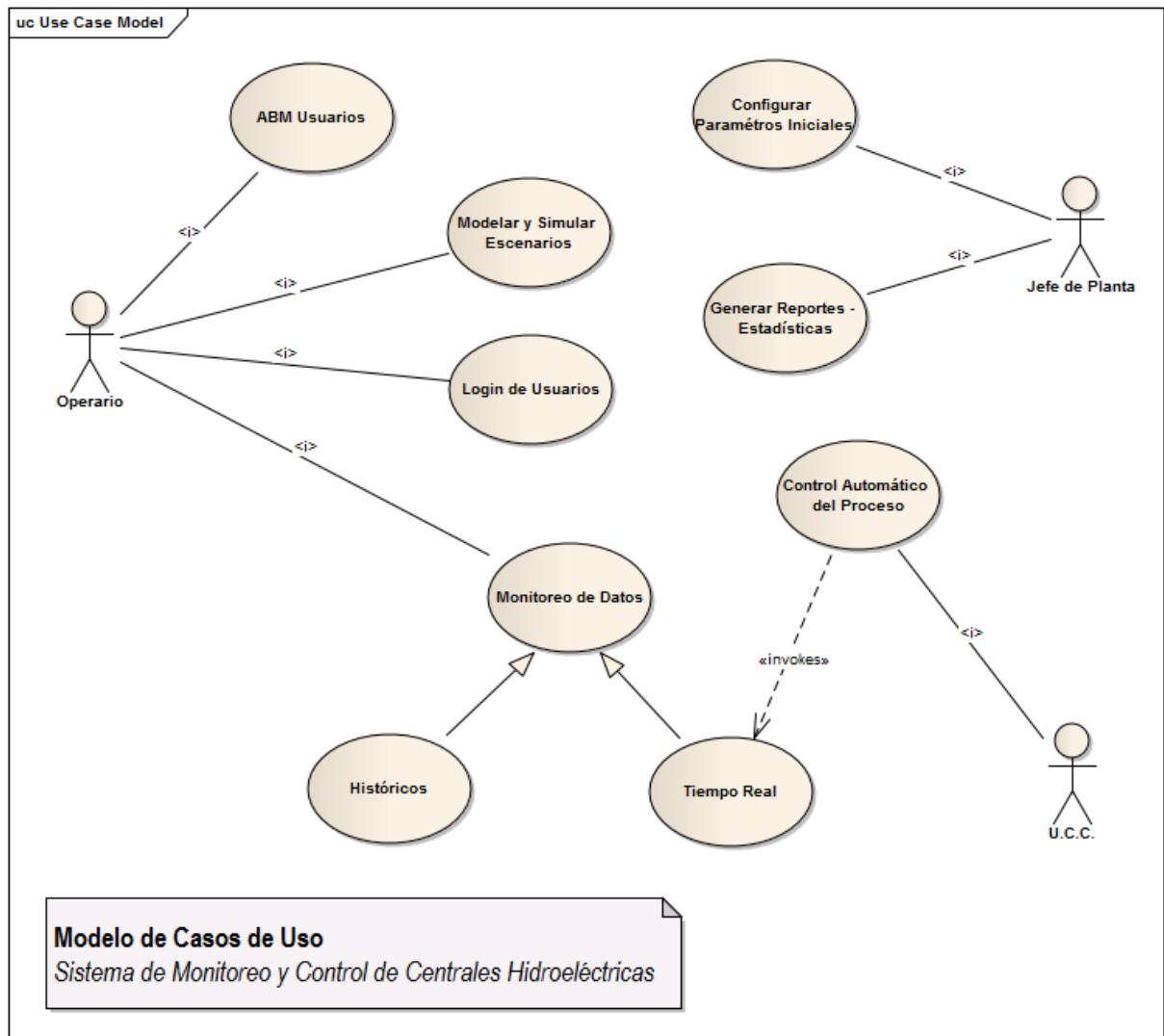
### Lista de Actores del Sistema

- **Operario:** Es el técnico encargado de las tareas más esenciales del proceso. Está en contacto con el mismo y tiene responsabilidades de supervisión, control.
- **Jefe de Planta:** Es de jerarquía superior al operario y puede tomar decisiones más importantes y cruciales respecto a las configuraciones, funcionamiento del proceso y de toda su telemetría.
- **U.C.C. (Unidad Central de Control):** Es el corazón del sistema; su módulo autónomo e independiente que controla las funcionalidades cruciales.

### Lista de Casos de Uso

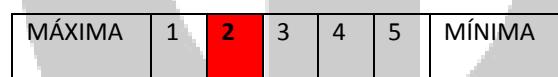
- **Módulo de Usuarios**
  - ✚ ABM de Usuarios
  - ✚ Login de Usuarios
- **Módulo de Simulaciones**
  - ✚ Modelar y Simular Escenarios
- **Módulo de Informes**
  - ✚ Generar Reportes – Estadísticas
- **Módulo de Control**
  - ✚ Monitoreo de Datos (Históricos y en Tiempo Real)
  - ✚ Configurar Parámetros Iniciales (semi – automático)
  - ✚ Control Automático del Proceso

### Diagrama de Casos de Uso



### User Story del Sistema

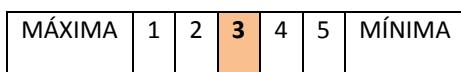
- **Nombre de User Story:** Login de Usuarios
- **Usuario:** Operario.
- **Objetivo:** Permitir el ingreso del operario al sistema. Evitar ingresos indeseados mediante la comprobación de la existencia del operario en la base de datos.
- **Descripción:** El usuario necesita loguearse en el sistema, ingresando *user* y *password*, denegando la entrada para aquellos que no hayan sido especificados como usuarios válidos.
- **Prioridad:**



- **Parámetros de Entrada:** *user, password*
- **Estimación:** -

SECUENCIA DE EJECUCIÓN	
<u>Usuario:</u> Operario	Sistema
1-Se desea loguearse en el sistema	2- Muestra pantalla de login al sistema
3- Ingresa <i>user</i> y <i>password</i>	4- Toma los campos ingresados y comprueba con la tabla Usuario los datos. <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1- Si los datos ingresados concuerdan con la base de datos           <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1.1- Muestra pantalla <i>UI-principal</i>.</li> <li>5.2- Sino muestra en pantalla "Error. El usuario y/o la contraseña no son válidos. Vuelva a ingresar."</li> <li>5.2.1- Vuelve a pantalla de login (Punto 4)</li> </ul> </li> </ul>
TEMAS ABIERTOS:	
El caso de uso al que ingresa el actor cuando se loguea es en un principio el de monitoreo de datos.	

- **Nombre de User Story:** Configurar parámetros iniciales
- **Usuario:** Jefe de Planta
- **Objetivo:** Permitir que el usuario realice modificaciones en los parámetros pre configurados de los sensores.
- **Descripción:** El usuario necesita reparametrizar los sensores, permitiendo modificar los datos propios de cada uno de ellos.
- **Prioridad:**



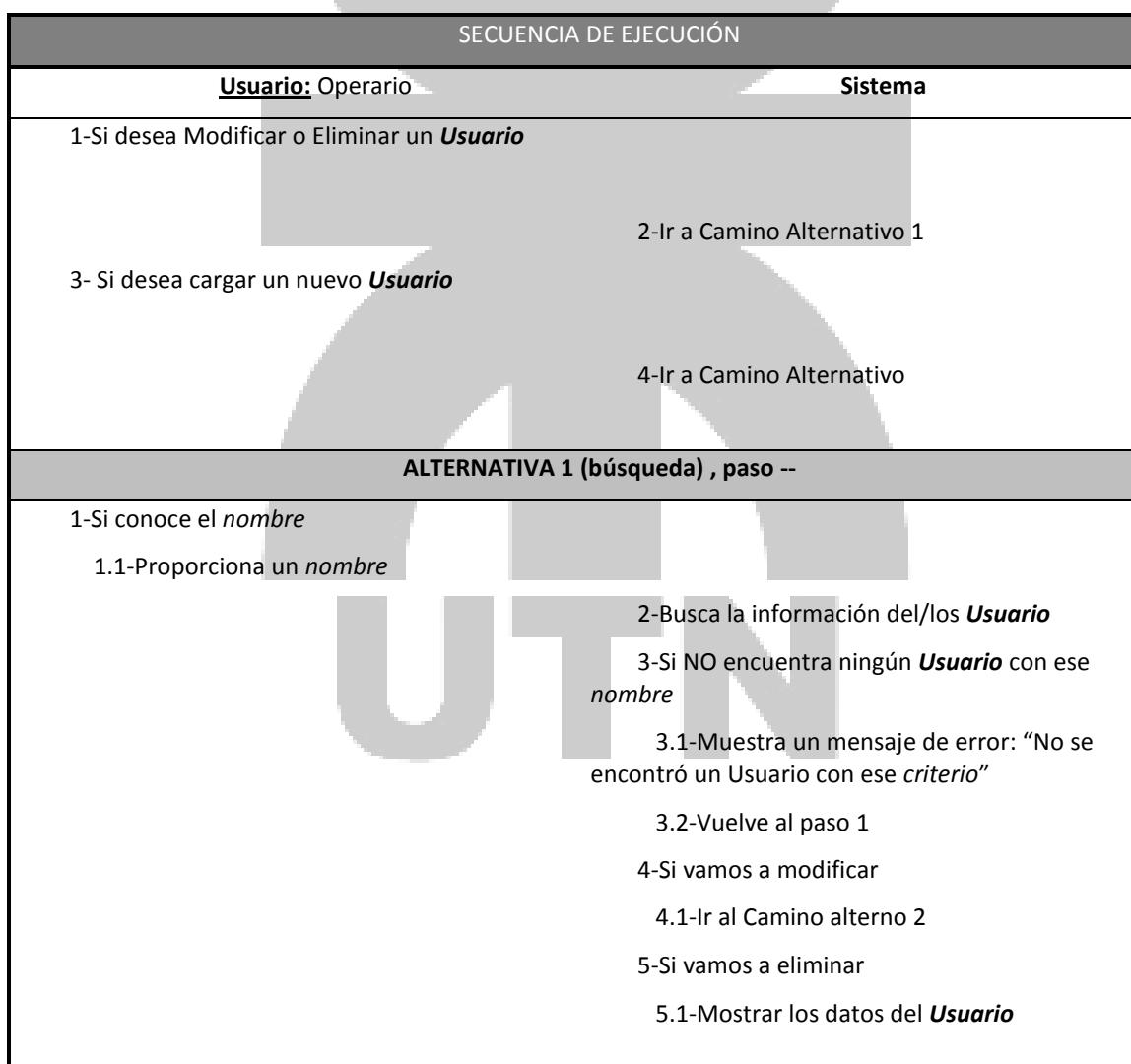
- **Parámetros de Entrada:** *usuario*
- **Estimación:** -

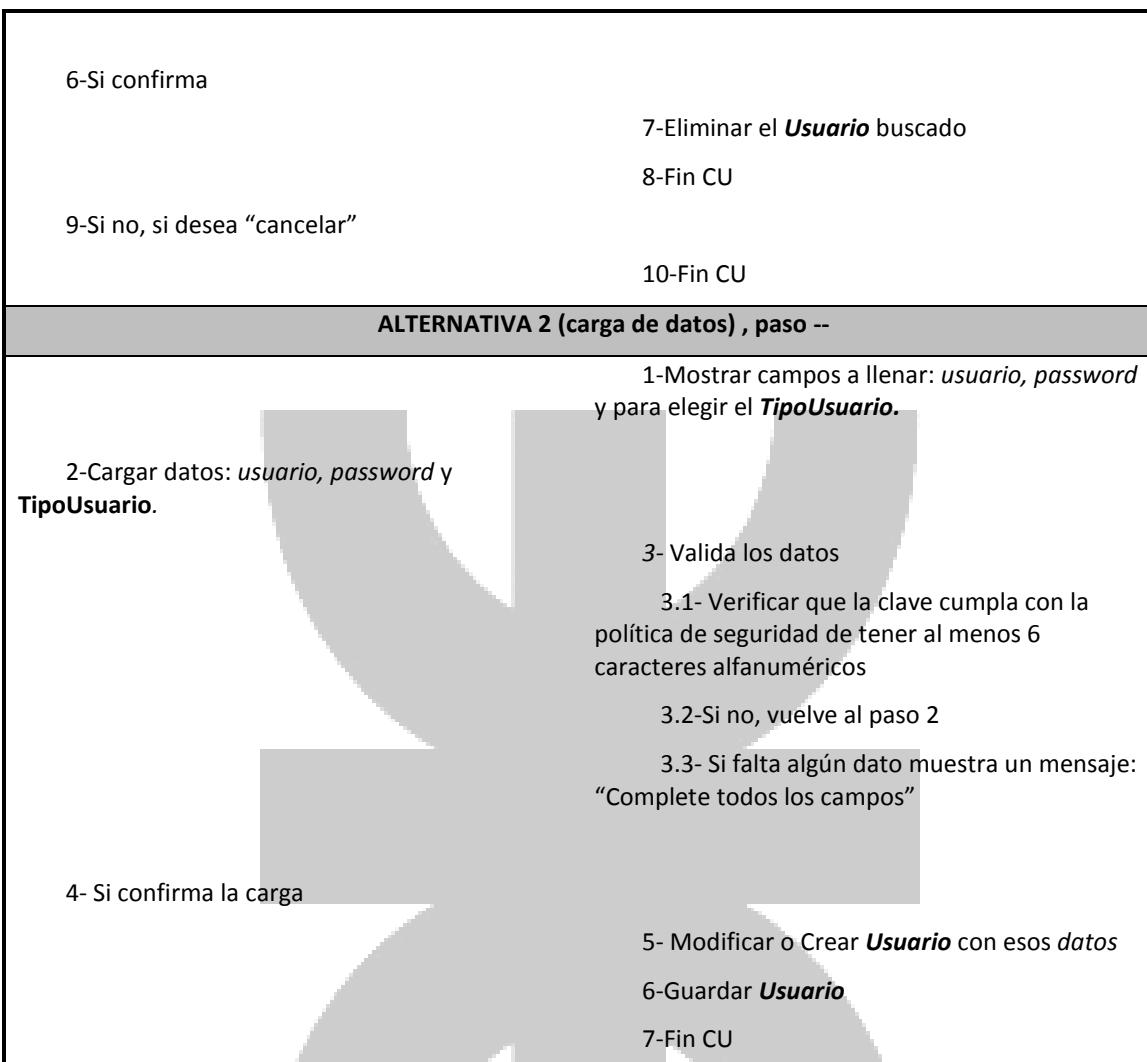
SECUENCIA DE EJECUCIÓN	
Usuario: Operario	Sistema
1- Usuario se encuentra en la pantalla (pestana) de configuración de parámetros.	
2- Selecciona un sensor de la tabla	
3- Hace click en "Editar Valores"	
	4- Abre ventana para la edición de parámetros del sector seleccionado.
5- Modifica alguno de los valores del sensor seleccionado.	
6- Confirma las modificaciones	
	7- Guarda en la base de datos las modificaciones al sensor
	8- Regresa a Pantalla de Configuración
ALTERNATIVA	
5.1- No se modifica ningún valor	
6- Cancela la modificación	
	7- Regresa a Pantalla de Configuración
REQUISITOS ESPECIALES:	
El usuario posee permisos para modificar parámetros.	

- **Nombre de User Story: ABM Usuarios**
- **Usuario:** Operario.
- **Objetivos:** Administrar los usuarios del sistema.
- **Descripción:** El usuario requiere dar de alta un nuevo usuario, modificar datos de alguno existente, o eliminarlo si lo desea.
- **Prioridad:**

MÁXIMA	1	2	3	4	5	MÍNIMA
--------	---	---	---	---	---	--------

- **Parámetros de Entrada:**
  - **Alta:** nombre de usuario, password, un tipo de usuario
  - **Modificación:** usuario, nombre de usuario nuevo, password nuevo y tipo de usuario nuevo
  - **Eliminación:** un usuario
- **Estimación:** -

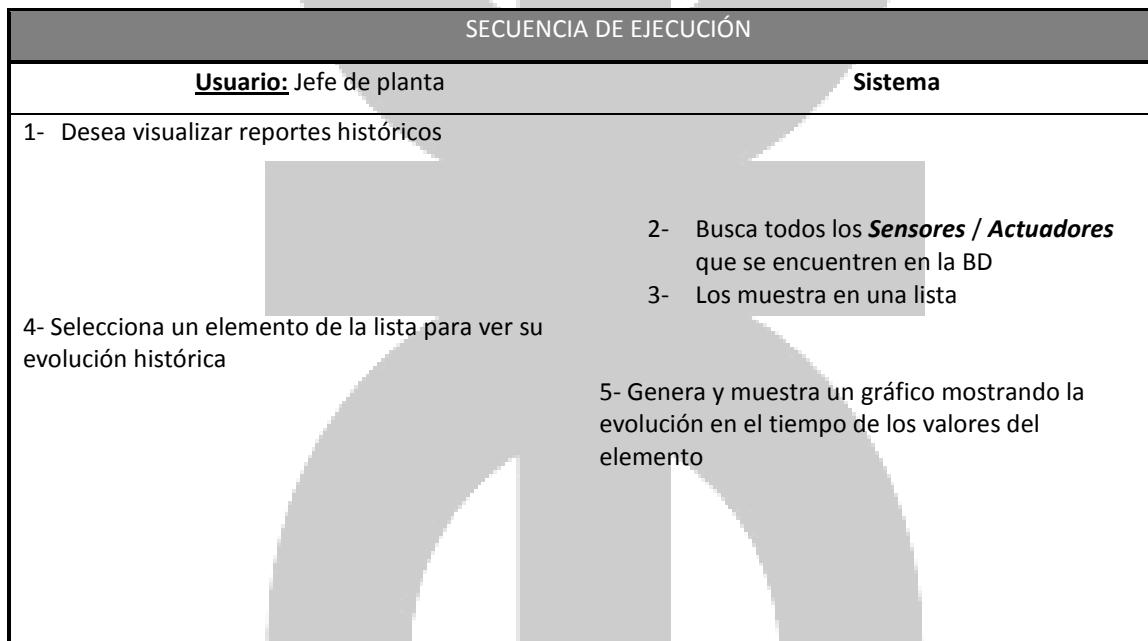




- **Nombre de User Story:** Generar reportes y estadísticas
- **Usuario:** Jefe de planta.
- **Objetivos:** Visualizar la evolución en el tiempo de los valores medidos por cierto sensor, o los valores de cierto actuador.
- **Descripción:** El usuario desea consultar la evolución histórica de los valores de los sensores y actuadores de la central.
- **Prioridad:**

MÁXIMA	1	2	3	4	5	MÍNIMA
--------	---	---	---	---	---	--------

- **Parámetros de Entrada:**  
El sensor o actuador del cual se pretende obtener la información
- **Estimación:** -



**UTN**

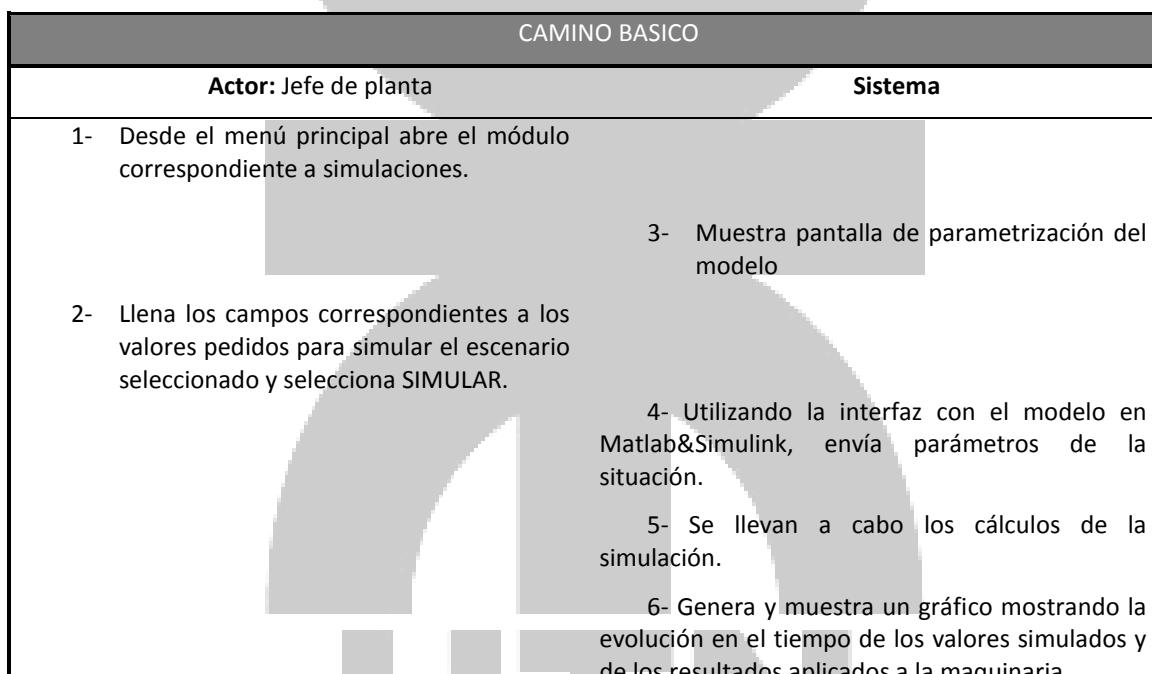
- **Nombre de User Story:** Modelar y Simular Escenarios
- **Usuario:** Jefe de planta
- **Objetivo:** Determinar futuras acciones o decisiones a tomar en base a posibles condiciones o escenarios que pueden darse en el proceso de la planta.
- **Breve Descripción:** Permite modelar y parametrizar una situación particular, resolver el modelo matemático y mostrar el resultado de la simulación.
- **Prioridad:**

MÁXIMA	1	2	3	4	5	MÍNIMA
--------	---	---	---	---	---	--------

- **Parámetros de Entrada:**

Magnitudes conocidas sobre datos de la planta como: longitud de tubería, velocidad de propagación de la onda, gravedad, etc.

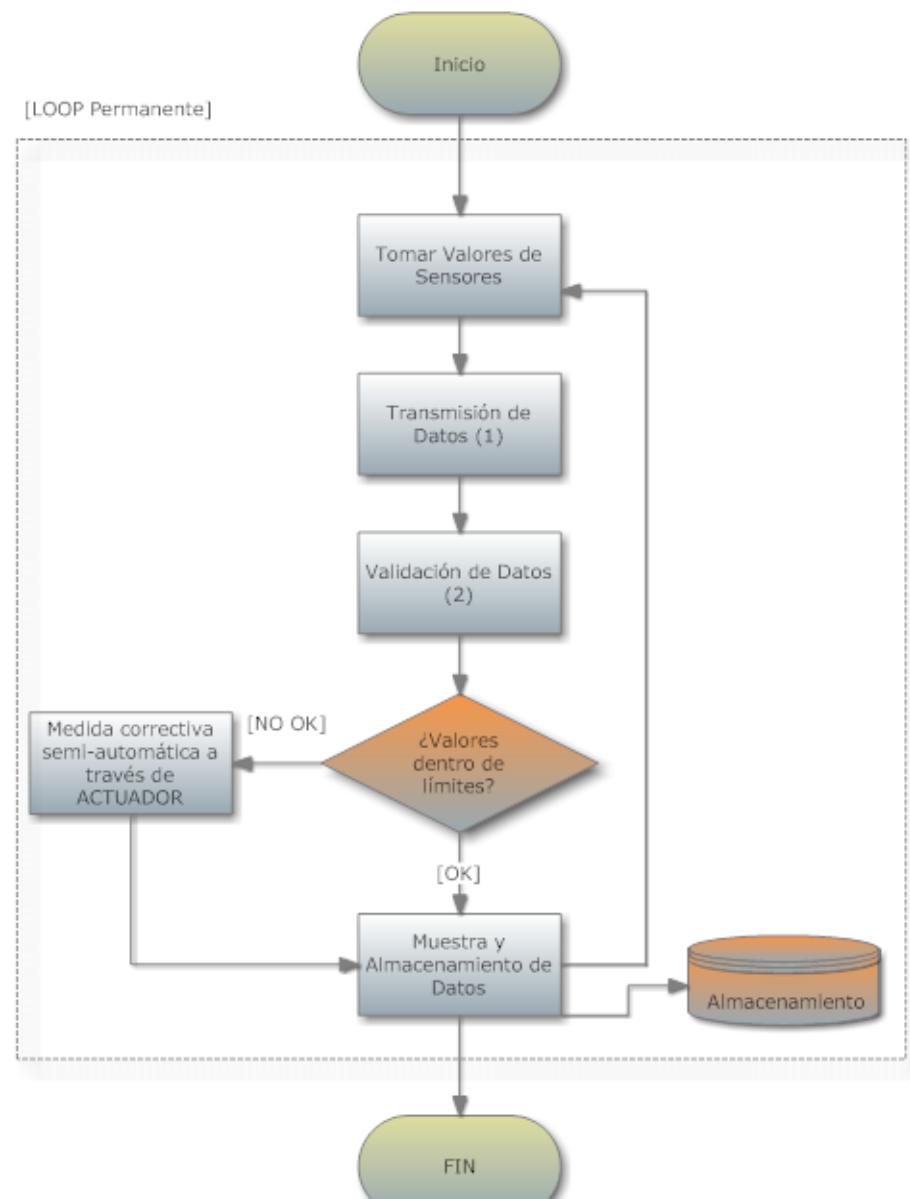
- **Estimación:** -



### Diagrama de Flujo

El siguiente diagrama de flujo, representa la funcionalidad de los casos de uso “Control automático del proceso” y “Monitoreo de datos”.

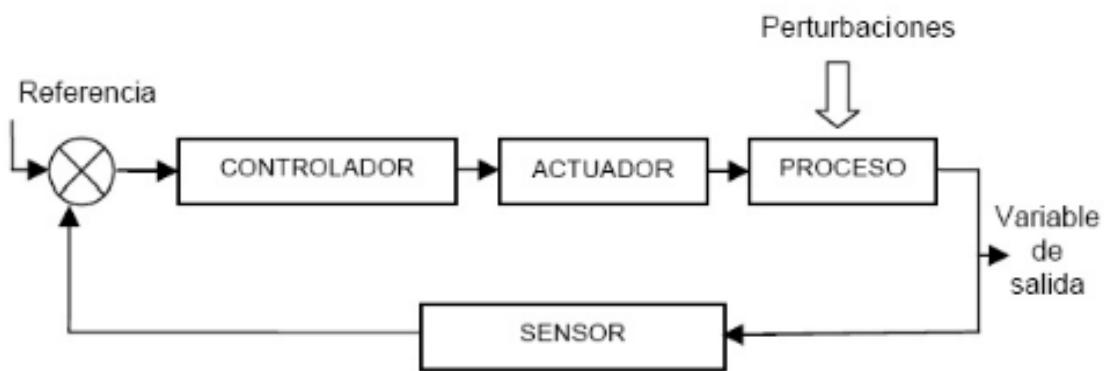
Diagrama de Flujo: Muestreo y Análisis de Valores Sensados



(1) : Diagrama Anexo MODBUS Protocol  
 (2) : Se comprueban los valores límites

### Diagrama de Bloques

Desde esta otra perspectiva, la funcionalidad de control del proceso quedaría modelada de la siguiente manera:



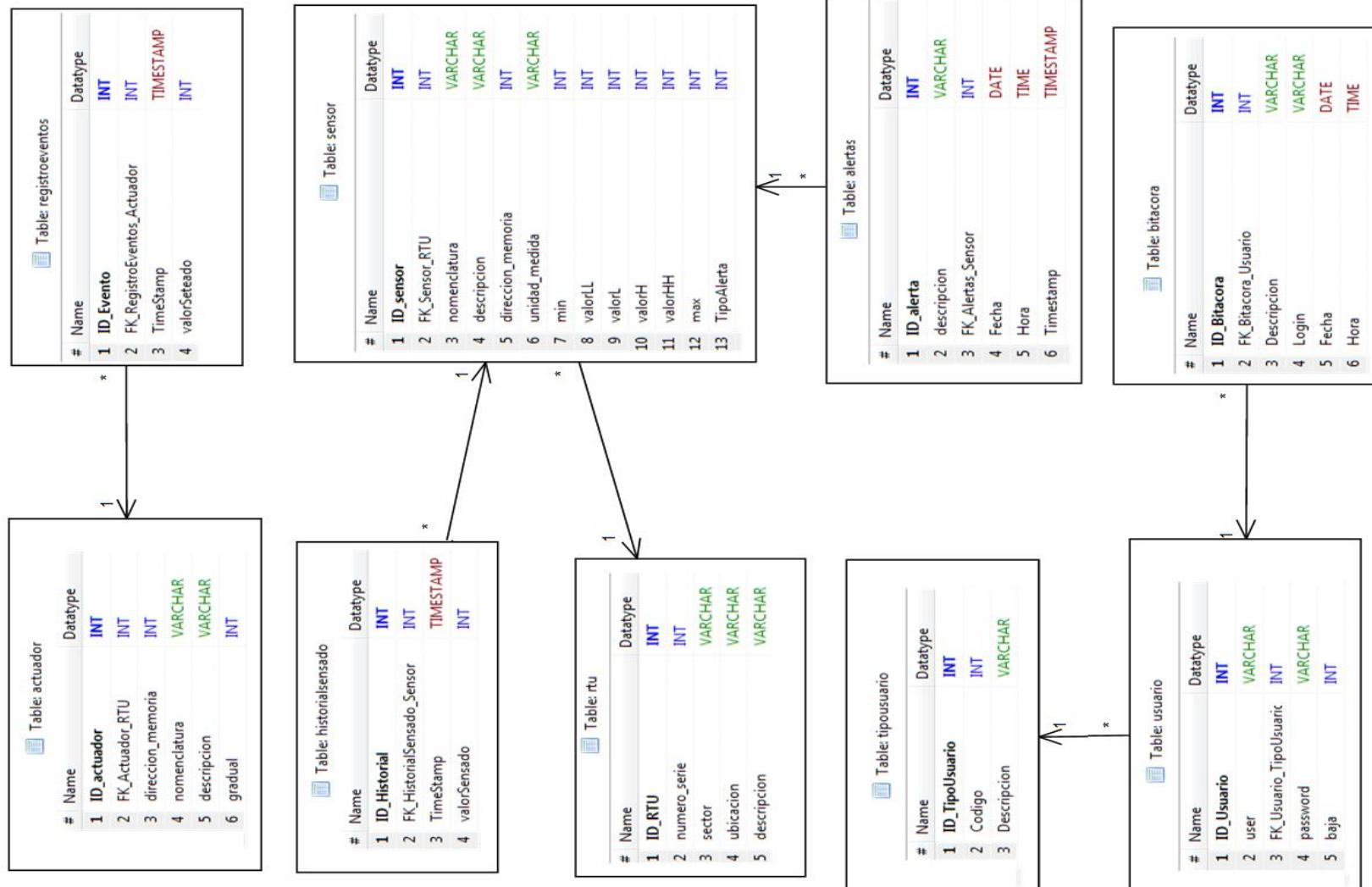
Gracias a la metodología iterativa de trabajo seleccionada para este proyecto, en sprints posteriores se refinará este diseño y se dejará plasmada la tecnología para cálculos, simulaciones utilizada así como también los modelos matemáticos correspondientes entre otros detalles más específicos.



### Modelo de datos

El siguiente es un esquema de la base de datos a diseñarse para el presente proyecto. Las entidades modeladas son las únicas que pueden ser objeto de esta herramienta dado que la metodología de diseño e implementación no es la orientación a objetos tradicional, sino un tipo de programación por bloques funcionales.





## Planificación de pruebas de integración y seguridad

### Pruebas de seguridad

**Caso de uso:** Login de Usuarios

**Responsable:** Pablo Ocaña

ASPECTOS	DESCRIPCIÓN												
<b>Objetivo de la prueba</b>	Validar el ingreso de un usuario autorizado.												
<b>Requerimientos</b>	Tabla Usuario creada Tabla Log creada												
<b>Resultado esperado</b>	Usuario logueado satisfactoriamente. Se registra en la tabla Log que el usuario se ha logueado.												
<b>Lote de prueba</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">USUARIO</th> </tr> <tr> <th>Id_usuario</th> <th>User</th> <th>password</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>001</td> <td>Juan Perez</td> <td>123456</td> </tr> <tr> <td>002</td> <td>Elio Ruiz</td> <td>654321</td> </tr> </tbody> </table> <p>También se probará con el ingreso de un usuario que no existe en la tabla usuario</p>	USUARIO			Id_usuario	User	password	001	Juan Perez	123456	002	Elio Ruiz	654321
USUARIO													
Id_usuario	User	password											
001	Juan Perez	123456											
002	Elio Ruiz	654321											
<b>Resultado obtenido</b>	La prueba todavía no está realizada												
<b>Acciones correctivas</b>	Si el usuario y/o contraseña ingresados son erróneos solicitar que se ingresen nuevamente hasta que se logre un logueo satisfactorio.												

Condición de Prueba	Caso de Prueba	Procedimiento de Prueba	Resultado Esperado	Resultado obtenido
Escenario 1: Usuario existente en la base de datos, logueo satisfactorio	Usuario: Juan Perez Password:123456	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ejecuta la pantalla principal del C.U Login de usuarios.</li> <li>2. En el campo "Usuario" se introduce el usuario y en el campo "Password" se introduce el password.</li> <li>3. Presiona botón Ingresar.</li> </ol>	Ingresar en la pantalla principal del sistema de monitoreo y control, se guarda un registro en la tabla Log con la descripción del ingreso	-
Escenario 2: Usuario no existente en la base de datos, logueo	Usuario: Luis Villa Password: 111111	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ejecuta la pantalla principal del C.U Login de usuarios.</li> <li>2. En el campo "Usuario" se introduce el usuario y en el campo "Password" se introduce el password.</li> <li>3. Presiona botón Ingresar</li> </ol>	El sistema muestra un mensaje de error de usuario y/o contraseña, y vuelve a la pantalla de logueo.	-
Escenario 3: Intento de ingreso con campo vacío (o cualquier combinación de un campo vacío)	Usuario: (vacío) Password: (vacío)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ejecuta la pantalla principal del C.U Login de usuarios.</li> <li>2. En el campo "Usuario" se introduce el usuario y en el campo "Password" se introduce el password.</li> <li>3. Presiona botón Ingresar</li> </ol>	El sistema muestra un mensaje de error de usuario y/o contraseña, y vuelve a la pantalla de logueo.	-

Estado esperado de la tabla log luego de un ingreso satisfactorio (escenario 1):

LOG	
Id_entrada	Descripción
0001	Juan Pérez 16:30 hs. 20/05/2011

## Pruebas de integración

### Caso: “Modificación de Apertura de Álabes de Turbina” (Caudal Generado)

El usuario se loguea, determina un valor de apertura de los álabes y lo ingresa, el sistema verifica los resultados de esta acción, y se registra en la base datos el acontecimiento.

#### Caso 1

##### **Objetivo de la prueba**

Verificar que un usuario autorizado (con los permisos correspondientes) utiliza un actuador y esta acción se guarda en el registro.

##### **Procedimiento de prueba**

1. El usuario con permiso de ejecución, se loguea en el sistema
2. El control del sistema pasa al módulo de monitoreo de datos, donde se visualizan los datos en tiempo real. El usuario decide modificar la apertura de los álabes de la turbina y en consecuencia el caudal generado.
3. Valor de apertura modificado. Cambios en las salida del sistema, muestra el nuevo estado de la turbina. En la tabla RegistroEventos se guarda esta instancia con: los datos del actuador que se utilizó, el valor seteado, la hora y fecha y el número de evento correlativo.

##### **Condiciones iniciales**

El usuario está creado en la base de datos y tiene privilegios de ejecución. El actuador se encuentra disponible para el uso.

##### **Resultado Esperado**

Turbina con apertura de álabes modificada, visualización correcta del estado en el monitoreo y registro del acontecimiento creado con el usuario, la fecha, la hora y el actuador que se utilizó.

#### Caso 2

##### **Objetivo de la prueba**

Verificar que un usuario NO autorizado (con los permisos correspondientes) utiliza un actuador y esta acción se guarda en el registro.

##### **Procedimiento de prueba**

1. El usuario SIN permiso de ejecución, se loguea en el sistema
2. El control del sistema pasa al módulo de monitoreo de datos, donde se visualizan los datos en tiempo real. El usuario intenta modificar el valor de apertura - caudal.
3. El sistema muestra un mensaje de error que indica que el usuario no tiene los permisos para realizar la apertura.

4. Se retorna a la pantalla anterior

#### Condiciones iniciales

El usuario está creado en la base de datos y NO tiene privilegios de ejecución. El actuador se encuentra disponible para el uso.

#### Resultado Esperado

El sistema prohíbe que el usuario sin permisos de ejecución realice la apertura del regulador de velocidad.

### Desarrollo e Implementación

#### Programación y documentación

##### Desktop

Como finalización de la etapa de diseño vamos a establecer los lineamientos para iniciar la etapa de implementación y dejar sentado los requisitos, y recursos necesarios.

Para el desarrollo vamos a usar la tecnología Delphi y vamos a realizar la implementación en el entorno de desarrollo RAD Studio. La elección de esta combinación de elementos está fundamentada en la gran disponibilidad de componentes disponibles así también como la sencillez de uso y aprendizaje. Además es posible integrar esta tecnología con los otros lenguajes que vamos a usar en otros módulos.

Otra tecnología que usaremos para los elementos relacionados a la simulación y los modelos matemáticos es la plataforma MatLab y Simulink. La misma nos va a permitir desarrollar los modelos y las ecuaciones correspondientes para realizar la simulación así también para controlar el comportamiento de ciertos elementos del sistema (actuadores) en base a valores de entrada medidos.

Para las Bases de Datos usaremos el motor MySql, y para la administración de las tablas usaremos la interfaz gráfica HeidiSQL.

En cuanto al trabajo concurrente estamos usando un sistema de control de versiones, mediante la herramienta TortoiseSVN que implementa el protocolo de versionamiento SVN y está configurado para trabajar con un repositorio alojado en GoogleCode. Este repositorio también es usado actualmente para mantener actualizados entre todos los integrantes del grupo los archivos de trabajo.

Por otro lado y a fin de lograr un mejor entendimiento del código por parte de alguien que no lo ha programado, y facilitar la programación del sistema entre varias personas, se han seguido una serie de buenas prácticas de programación a lo largo del desarrollo.

Las variables y objetos a lo largo del sistema han seguido la siguiente nomenclatura:

<Nombre completo o Abreviado del objeto> + “\_” + <Nombre de Funcionalidad/Dato>

salvo para objetos únicos, como puede ser una barra de estado (StatusBar), o Timers.

```
StatusBar: TStatusBar;
TimerStatusBar: TTimer;
lbl_ModoConsigna: TcxLabel;
PageControl_Configuracion: TcxPageControl;
TabConfiguracion_TabAlertas: TcxTabSheet;
TabConfiguracion_TabUsuarios: TcxTabSheet;
DBText_SensoresMin: TDBText;
DBText_SensoresLL: TDBText;
DBText_SensoresL: TDBText;
DBText_SensoresH: TDBText;
DBText_SensoresHH: TDBText;
DBText_SensoresMax: TDBText;
btn_ConfiguracionCambiarValores: TcxButton;
DBGrid_Configuracion: TDBGrid;
txt_ConfiguracionSensoresMax: TEdit;
txt_ConfiguracionSensoresHH: TEdit;
txt_ConfiguracionSensoresH: TEdit;
txt_ConfiguracionSensoresL: TEdit;
txt_ConfiguracionSensoresLL: TEdit;
txt_ConfiguracionSensoresMin: TEdit;
PanelConfiguracionUsuariosActuales: TPanel;
btn_ConfiguracionEliminar: TcxButton;
btn_ConfiguracionResetearPassword: TcxButton;
DBGrid_Usuarios: TDBGrid;
DBLookupCombo_TipoUsuario: TDBLookupComboBox;
```

Por ejemplo:

- **Lbl\_ModoConsigna:** El nombre nos indica que es un label (etiqueta) referido al modo que se está usando para la consigna (manual o automático).
- **DBText\_SensoresH:** Es un DBText ( campo de texto vinculado a una tabla en memoria referida a la base de datos), que contiene el valor “H” (High) de un sensor.

Como puede verse en el fragmento de código de abajo, antes de cada procedimiento o función, hay una leve descripción de lo que realiza la subrutina. Además, en las funciones que lo requieran, dentro de la misma, hay comentarios sobre su funcionamiento parcial.

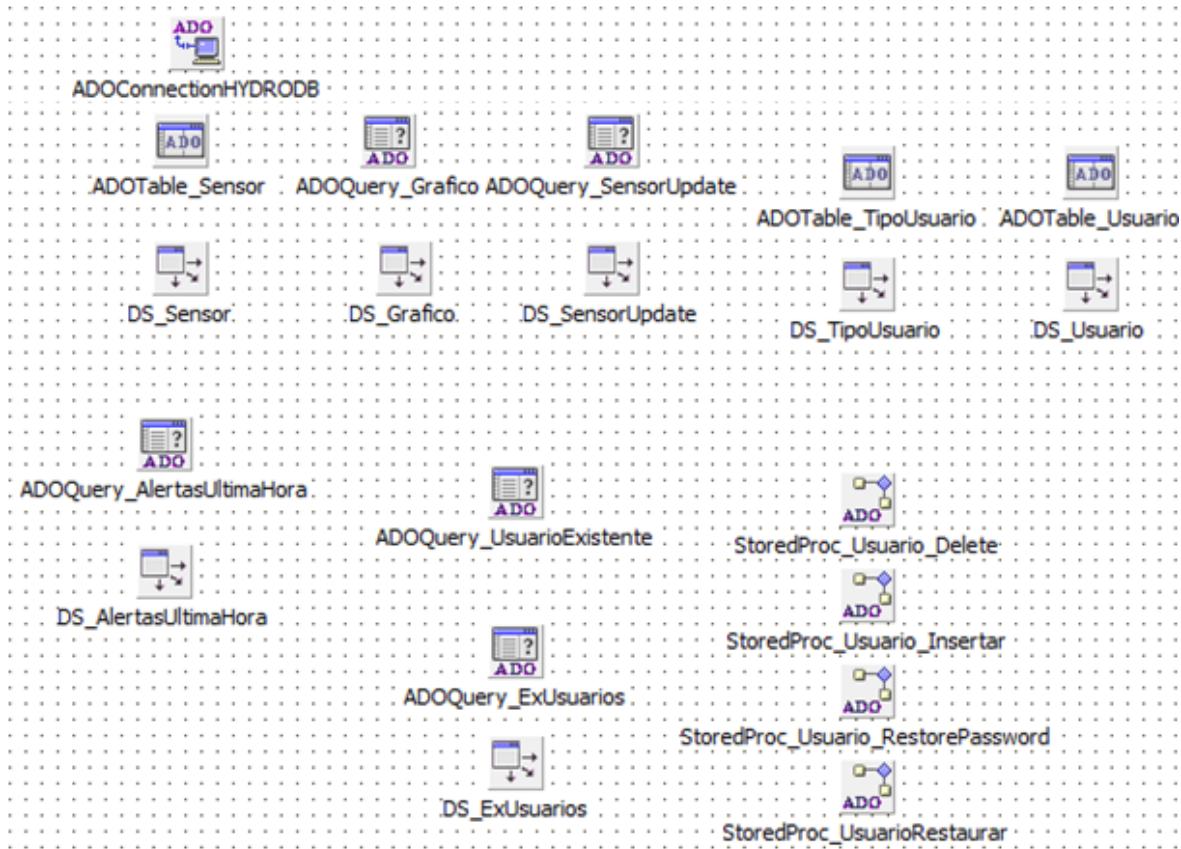
```

1.
2. (* Envía al Módulo de control automático la consigna de modo Manual,
3. y habilita los comandos manuales *)
4. procedure Tfrm_Principal.btn_ConsignaManualClick(Sender: TObject);
5. begin
6.     SocketSuscripcion.Socket.SendText('#03#');
7.     // Habilito botones de comando de actuadores
8.     btn_FrenosGenerador.Visible:= true;
9.     btn_FrenosTurbina.Visible:= true;
10.    btn_AerturaAlabe.Visible:= true;
11.
12.    // HabilitarBotonesActuadores(true);
13.    modoManual:= true;
14.    lbl_ModoConsigna.Caption:= 'Modo Manual';
15. end;
16.
17. (* Envía al Módulo de control automático la consigna realizar una
18. secuencia de encendido *)
19. procedure Tfrm_Principal.btn_SecuenciaEncendidoClick(Sender: TObject);
20. begin
21.     SocketSuscripcion.Socket.SendText('#04#');
22. end;
23.
24. (* Envía al Módulo de control automático la consigna realizar una
25. secuencia de apagado *)
26. procedure Tfrm_Principal.btn_SecuenciaApagadoClick(Sender: TObject);
27. begin
28.     SocketSuscripcion.Socket.SendText('#05#');
29. end;

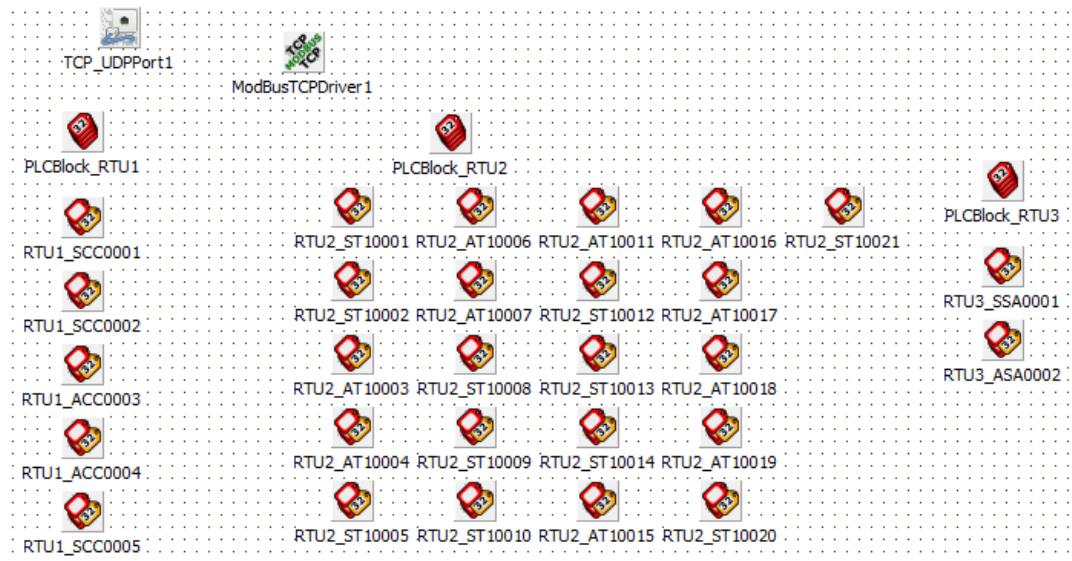
```



Respecto a la capa de acceso a datos, los componentes utilizados para acceder a la Base de Datos (query's, Store Procedures, Conexiones, DataSet, etcétera) se han nomenclado de la siguiente manera: <Nombre Completo o Abreviado del Componente> + "\_" + <Nombre de la Funcionalidad>. Por ejemplo, "ADOTable\_Usuario" representa una tabla en memoria de los usuarios.



En la capa de Acceso a Datos de las RTU, podemos ver que tenemos los componentes vinculados a cada RTU por su nomenclatura (definida en el listado de Sensores y Actuadores del Sistema). De modo que es muy sencillo saber de cual RTU y Sensor/Actuador estamos manipulando datos. Además, en esta misma capa se encuentran los drivers correspondientes para lograr la comunicación.



Tambien los mensajes que se muestran al usuario están con un nombre sencillo. Así, como puede verse debajo, con *msError()* podemos mostrar un mensaje de error, con *msInfo()* uno de información, etcétera.

```

1. //mensaje de error, con el botón "Aceptar"
2. procedure msError (mensaje, titulo : String) ; overload;
3. begin
4.   application.MessageBox(pchar(mensaje),
5.     pchar(titulo), (MB_OK + MB_ICONSTOP));
6. end;
7.
8. //mensaje de error, con el botón "Aceptar"
9. procedure msError (mensaje : String) ; overload;
10. begin
11.   application.MessageBox(pchar(mensaje),
12.     pchar(TITULOMENSAJE), (MB_OK + MB_ICONSTOP));
13. end;
14.
15. //mensaje de información, con el botón "Aceptar"
16. procedure msInfo (mensaje, titulo : String) ; overload;
17. begin
18.   application.MessageBox(pchar(mensaje),
19.     pchar(titulo), (MB_OK + MB_ICONINFORMATION));
20. end;
21.
22. //mensaje de información, con el botón "Aceptar"
23. procedure msInfo (mensaje : String) ; overload;

```

```

24. begin
25.   application.MessageBox(pchar(mensaje),
26.     pchar(TITULOMENSAJE), (MB_OK + MB_ICONINFORMATION));
27. end;
28.
29.
30. //mensaje de confirmación, con los botones Sí/No, devuelve True si se
   pulsa "Sí"
31. //el botón por defecto será "Sí"
32. function msSiNo (mensaje, titulo : String) : boolean;
33. begin
34.   if application.MessageBox (pchar(mensaje),
35.     pchar(titulo), (MB_YESNO + MB_ICONQUESTION)) = IDYES then
36.     result := true
37.   else
38.     result := false;
39. end;

```

El código completo de la aplicación se encuentra documentado y anexado al final del presente informe.

### Web

Por otro lado para la programación de la página web del proyecto se decidió por seguir buenas prácticas de programación organizándola en distintas carpetas de manera que agrupen por funcionalidad. La estructura de directorios quedó de la siguiente manera:

- Raíz del Sitio(hydroweb)
  - Connections (conexiones a la BD)
  - Consultas (consultas en formato .sql importantes para el sitio)
  - Css (hojas de estilo del sitio)
  - Images (imágenes utilizadas en el sitio)
  - Js (librerías javascript y jquery utilizadas)
  - Swf (componentes flash para gráficos)

Las páginas se encuentran ubicadas en el directorio raíz del sistema, es decir que para acceder por ejemplo a la página principal del sitio, se deberá ingresar /hydroweb/index.php luego del nombre del dominio elegido.

Dentro de cada página del seguirá la nomenclatura que sigue:

- *primerpalabra.php*
- *primerpalabraSegundapalabra.php*

- *primerpalabraSegundapalabraTercerpalabra.php*

Así algunos de los nombre de las páginas resultado son:

- index.php
- controlMain.php

y algunos archivos utilizados para el funcionamiento del sistema como:

- consultaHistorialSensado.sql

Cabe destacar que los nombre de las librerías de javascript y jquery utilizadas mantienen el nombre original que poseen en las páginas de descarga de las mismas.

Como php y HTML son lenguajes que se integran en un mismo documento, muchas veces se requiere la reutilización de cierto código entre las distintas páginas. Por citar un ejemplo, el módulo de seguridad del sistema es un módulo cuyo ámbito se aplica a cada página del sitio, ya que se tiene que comprobar que la petición a la página provenga de un usuario registrado. Por lo tanto una buena práctica es extraer dicho módulo a una página php adicional y la misma incluirla en todas las páginas que requieran de esta funcionalidad. Esta inclusión deberá realizarse luego de la descripción inicial de la página y previo al inicio del código HTML. Un ejemplo de esto se puede ver en la siguiente imagen:

```

1 <!--
2 PÁGINA PRINCIPAL DEL MONITOREO DEL SISTEMA, CON USUARIO REGISTRADO
3 EN ESTA PÁGINA SE INSERTAN DOS PÁGINAS:
4   - controlFrame.php -> visualización del estado de los actuadores
5   - sensoresFrame.php -> visualización del estado de los sensores
6 -->
7
8
9 <?php
10 //REQUERIMOS EL MÓDULO DE SEGURIDAD
11 require_once('seguridad.php'); ?>
12
13
14 <!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
15 <html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
16 <head>
17 <meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=utf-8" />
18 <title>SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL</title>
19 <link href="css/styles.css" rel="stylesheet" type="text/css" />
20 <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/blue-glass/sidebar.css" />
```

Cada página en su comienzo tiene la descripción general de la funcionalidad que cumple. Esta descripción estará dada en formato HTML indicado por los caracteres *<!-- comentario -->*. Esto se puede ver en la próxima imagen:

```

1  <!--
2   PÁGINA PRINCIPAL DEL MONITOREO DEL SISTEMA, CON USUARIO REGISTRADO
3   EN ESTA PÁGINA SE INSERTAN DOS PÁGINAS:
4     - controlFrame.php -> visualización del estado de los actuadores
5     - sensoresFrame.php -> visualización del estado de los sensores
6   -->
7
8
9  <?php
10 //REQUERIMOS EL MÓDULO DE SEGURIDAD

```

Siguiendo con la línea que se sigue con la documentación del sistema de escritorio, para las funciones implementadas se comenta previa a la misma una breve descripción de la funcionalidad. También se comenta entre líneas de la función para aquellas que así lo requieren. Un ejemplo claro de esto se puede ver en la siguiente imagen:

```

33 // *** Funcion para Restringir o brindar el acceso
34 function isAuthorized($strUsers, $strGroups, $UserName, $UserGroup) {
35   // Por seguridad, se comienza que el usuario NO es válido.
36   $isValid = False;
37
38   //Cuando se logea en el sitio, la variable MM_Username es igual a su nombre de usuario, por lo tanto
39   //sabemos que el usuario no esta logeado si la variable de session está vacia.
40   if (!empty($UserName)) {
41     // Si el usuario tiene permisos para ver la página...
42     $arrUsers = Explode(",", $strUsers);
43     $arrGroups = Explode(",", $strGroups);
44     if (in_array($UserName, $arrUsers)) {
45       $isValid = true;
46     }
47     // Extensión para restringir a cierto grupo de usuarios --> NO IMPLEMENTADO
48     if (in_array($UserGroup, $arrGroups)) {
49       $isValid = true;
50     }
51     if (($strUsers == "") && true) {
52       $isValid = true;
53     }
54   }
55 }
56 return $isValid;
57 }

```

## Planificación de Capacitación

### Plan de Capacitación: Operación Sistema Hydro SCADA

#### Breve Descripción:

El plan propuesto abarca desde un manejo medio-avanzado de sistemas de computación hasta la explicación de cómo han sido automatizadas las tareas manuales de monitoreo y control mediante la implementación de un sistema de información del tipo SCADA.

La especificidad del plan se debe a que el personal que actualmente realiza las tareas en forma manual no tiene un manejo fluido en lo que refiere a computadoras o sistemas de información.

**Responsables del curso de capacitación:**

- Leandro Abraham, **estudiante de Ing. en Sistemas.**
- Daniel Fratte, **estudiante de Ing. en Sistemas.**

**Objetivos:**

- Que los profesionales que integran el personal operario de la planta adquieran los conocimientos técnicos, de instalación y manejo del sistema.
- Que los operarios adquieran conocimientos de todas las funcionalidades que el sistema le brindará para que luego puedan ellos mismos capacitar a nuevo personal.
- Que pudieran aplicar sus conocimientos en situaciones donde se requiera la toma de decisiones.

**Metas:**

- Elaboración de un Manual de Instrucciones.
- Organización de las clases.
- Elaboración del presupuesto y gestión para la obtención de los recursos.
- Dictado del curso.
- Evaluación de los resultados de la capacitación.

**Requisitos previos del personal a capacitar:**

El personal a capacitar a diferencia de otros sistemas posee la experiencia previa y conocimientos de planta necesarios para desenvolverse con el sistema sin mayores dificultades. A diferencia de otros sistemas de información donde el personal a operar el sistema puede ser prácticamente cualquiera, no es el caso de sistemas de esta naturaleza. Esto último nos permite orientar la capacitación hacia temas fuertes y particulares que tratan los puntos más importantes del funcionamiento del sistema, sin perder tiempo en contenidos base sobre electrónica, informática u otros, que cualquier operario posee, permitiéndonos también diseñar los manuales de usuario del sistema únicamente con información vital.

- Conocimiento y experiencia en sistemas de control. Modelado básico, esquemas y formas de operación, bloques y componentes de los mismos.
- Electrónica digital básica. Microprocesadores y microcontroladores, PLCs (funcionamiento, programación básica, etc.).
- Hidráulica General. Física aplicada y conocimientos sobre máquinas eléctricas y térmicas (transformadores, generadores, calderas, sistemas de refrigeración y lubricación industrial).
- Informática intermedia, conocimientos de arquitecturas de sistemas, operación y acceso a bancos de datos, comunicaciones de datos (ModBUS TCP, comunicación y protocolos de tiempo real, etc.).
- Electricidad general y teoría de circuitos eléctricos.

**Duración:**

- Cantidad de semanas: 4
- Clases por semana: 2
- Duración de la clase: 2 horas
- Total de horas: 12 horas.

**Distribución de Dictado de clases y temas a tratar en la capacitación**

1° Semana			
	Clase N°1		Clase N°2
Profesor	Daniel Fratte	Profesor	Leandro Abraham
Temas a Tratar:	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Funciones generales y arquitectura del sistema.</li> <li>▪ Ventajas para el usuario final.</li> </ul>	Temas a Tratar	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Introducción al manejo del sistema.</li> <li>▪ Presentación de pantallas y nomenclaturas básicas.</li> </ul>

<b>Cdad. De horas:</b>	2	<b>Cdad. de Horas:</b>	2
<b>2° Semana</b>			
<b>Clase N°1</b>		<b>Clase N°2</b>	
<b>Profesor</b>	Daniel Fratte	<b>Profesor</b>	Leandro Abraham
<b>Temas a Tratar:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Descripción de documentación digitalizada</li> <li>▪ Manejo de módulos de ABM y Usuarios</li> </ul>	<b>Temas a Tratar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Introducción al módulo de control automático</li> <li>▪ Operación de unidades mecánicas</li> <li>▪ Básico sobre comunicaciones (RTU – Modbus TCP, etc.)</li> </ul>
<b>Cdad. De horas:</b>	2	<b>Cdad. de Horas:</b>	2
<b>3° Semana</b>			
<b>Clase N°1</b>		<b>Clase N°2</b>	
<b>Profesor</b>	Daniel Fratte	<b>Profesor</b>	Daniel Fratte
<b>Temas a Tratar:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalación del sistema en el servidor.</li> <li>▪ Parametrización del hardware subyacente (sensores, actuadores, etc.)</li> </ul>	<b>Temas a Tratar:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prueba de monitoreo real</li> <li>▪ Interfaces (Web y Desktop)</li> <li>▪ Troubleshooting 101</li> </ul>
<b>Cdad. De horas:</b>	2	<b>Cdad. de Horas:</b>	2
<b>4° Semana</b>			
<b>Clase N°1</b>		<b>Clase N°2</b>	

Profesor	Leandro Abraham	Profesor	Leandro Abraham
<b>Temas a Tratar:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Introducción a los reportes (generación, interpretación, etc).</li> <li>▪ Telemetría (Bases)</li> </ul>	<b>Temas a Tratar:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Introducción al almacenamiento de datos en el sistema</li> <li>▪ Repaso general y evaluación.</li> </ul>
<b>Cdad. De horas:</b>	2	<b>Cdad. de Horas:</b>	2

Estudio de Costos Tentativo

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Fibrones	2	3	6
Carpetas	5	5	25
Lapiceras	5	1,5	7,5
Resma	1	25	25
Almuerzo	200	10	2000
Desayuno	200	3,5	700
Sueldo de Instructor	2	1200	2400
Material de estudio	3	50	150
<b>TOTAL : \$5314</b>			

## Ejecución y Retroalimentación de Pruebas

PRUEBAS DEL MÓDULO DE GENERACIÓN DE DATOS								
ID #	Funcionalidad a Probar	Parámetros de Entrada / Estado del sistema	Salidas Esperadas	Procedimiento de Prueba	¿OK / Fallo? (1)	Observaciones	Corrección ¿OK / Fallo? (2)	Observaciones
1	Conectividad con simulador de RTU: Conexión	IP: 127.0.0.1; Puerto: 502; Simulador RTU escuchando en esa IP:Puerto	Si el simulador de RTU está conectado en esa IP:Puerto, la Barra de Estado debe indicar "TCP Conectado", sino "TCP Desconectado"	Ingresar IP:Puerto, y Hacer clic en "Comenzar Generación"	OK			
2	Conectividad con simulador de RTU: Conexión	IP: 192.168.3.55; Puerto: 502; Simulador RTU <b>No está escuchando</b> en esa IP:Puerto	Mensaje de Error "El host de destino no está conectado"	Ingresar IP:Puerto, y Hacer clic en "Comenzar Generación"	Fallo	El programa se cuelga.	OK	Agregada verificación haciendo ping al host destino
3	Conectividad con simulador de RTU: DesConexión	RTU Conectadas; Generando Datos;	El módulo debería dejar de enviar mensajes al simulador, y la barra de estado debería mostrar "TCP Desconectado"	Conectarse al simulador. Hacer clic en "Detener Generación".	OK			
4	Tasa de Refresco: Cada cuántos milisegundos genera datos	IP: 127.0.0.1; Puerto: 502; <u>Tasa de Refresco:</u> 2000ms;	Visualizar en el simulador de RTU que los mensajes Modbus lleguen según la tasa de refresco ingresada	Ingresar IP:Puerto y tasa de refresco, y Hacer clic en "Comenzar Generación". Abrir en el simulador de RTU el flujo de comunicaciones y ver los timestamp	OK			
5	Variaciones en Caudal	RTU Conectadas; Generando Datos; <u>Caudal:</u> Poco	Que en el simulador de RTU el caudal de entrada oscile en valores bajos (20 a 30 m <sup>3</sup> /s)	Seleccionar "Poco Caudal" en la sección de "Caudal de Entrada"	OK			
6	Variaciones en Caudal	RTU Conectadas; Generando Datos; <u>Caudal:</u> Mucho	Que en el simulador de RTU el caudal de entrada oscile en valores bajos (30 a 60 m <sup>3</sup> /s)	Seleccionar "Mucho Caudal" en la sección de "Caudal de Entrada"	OK			

7	Variaciones en Caudal	RTU Conectadas; Generando Datos; <u>Caudal:</u> Valor Fijo (=30)	Que en el simulador de RTU el caudal de entrada sea $30m^3/s$ y no varíe	Seleccionar "Valor Fijo (=30)" en la sección de "Caudal de Entrada"	OK	El label de la GUI decía '20' -> Cambiado por 30
8	Variaciones en Caudal	RTU Conectadas; Generando Datos; <u>Caudal:</u> Valor Fijo (=60)	Que en el simulador de RTU el caudal de entrada sea $60m^3/s$ y no varíe	Seleccionar "Valor Fijo (=60)" en la sección de "Caudal de Entrada"	OK	
9	Inserción de un error en el sistema de enfriamiento	RTU Conectadas; Generando Datos;	Que en el simulador de RTU el Estado del sistema de enfriamiento pase de 0 (OK) a 1 (Error)	Tildar "Error del Sistema" en la Sección "Generación de Error" del sistema de enfriamiento	OK	
10	Eliminación de un error en el sistema de enfriamiento	RTU Conectadas; Generando Datos; Error en el sistema de enfriamiento previamente insertado	Que en el simulador de RTU el Estado del sistema de enfriamiento pase de 1 (Error) a 0 (OK)	Destildar "Error del Sistema" en la Sección "Generación de Error" del sistema de enfriamiento	OK	
11	Incremento de las temperaturas por error en el sistema de enfriamiento	RTU Conectadas; Generando Datos;	Que en el simulador de RTU las temperaturas empiecen a incrementarse luego de insertar un error	Tildar "Error del Sistema" en la Sección "Generación de Error" del sistema de enfriamiento	OK	
11	Disminución de las temperaturas luego de eliminar un error en el sistema de enfriamiento	RTU Conectadas; Generando Datos; Error en el sistema de enfriamiento previamente insertado	Que en el simulador de RTU las temperaturas empiecen a disminuir luego de eliminar un error en el sist. De enfriamiento	Destildar "Error del Sistema" en la Sección "Generación de Error" del sistema de enfriamiento	OK	
12	Variaciones en los valores generados	RTU Conectadas; Generando Datos; Actuadores de válvulas y compuertas abiertos; <u>Rango Sensores:</u> Sin Problemas	Que en el simulador de RTU las temperaturas y presiones oscilen entre los valores $L < xxx < H$	Seleccionar "Sin Problemas" en la sección "Rango Sensores"	OK	

13	Variaciones en los valores generados	RTU Conectadas; Generando Datos; Actuadores de válvulas y compuertas abiertos; <u>Rango Sensores:</u> Alerta Leve	Que en el simulador de RTU las temperaturas y presiones oscilen entre los valores LL < xxx < HH	Seleccionar "Alerta Leve" en la sección "Rango Sensores"	OK	
14	Variaciones en los valores generados	RTU Conectadas; Generando Datos; Actuadores de válvulas y compuertas abiertos; <u>Rango Sensores:</u> Alerta Grave	Que en el simulador de RTU las temperaturas y presiones oscilen entre los valores MIN < xxx < MAX	Seleccionar "Alerta Grave" en la sección "Rango Sensores"	Fallo	Las temperaturas exceden el valor Máximo definida para las mismas en la BD

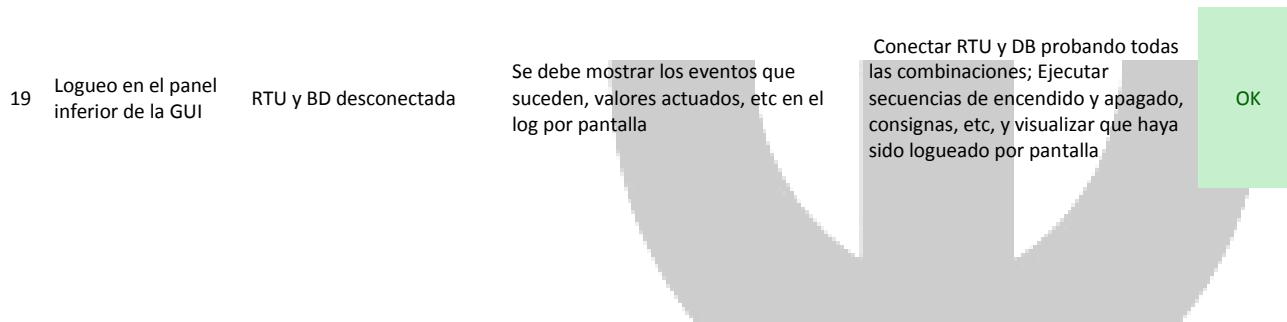
PRUEBAS DEL MÓDULO DE CONTROL AUTOMÁTICO						
ID #	Funcionalidad a Probar	Parámetros de Entrada / Estado del sistema	Salidas Esperadas	Procedimiento de Prueba	¿OK / Fallo? (1)	Observaciones
1	Conectividad con simulador de RTU: Conexión	IP: 127.0.0.1; Puerto: 502; Simulador RTU escuchando en esa IP:Puerto	Si el simulador de RTU está conectado en esa IP:Puerto, la Barra de Estado debe indicar "RTU Online: True" sino "RTU Online: False"	Ingresar IP:Puerto, y Hacer clic en "Conectar RTU"	OK	
2	Conectividad con simulador de RTU: Conexión	IP: 192.168.3.55; Puerto: 502; Simulador RTU <b>No está escuchando</b> en esa IP:Puerto	Mensaje de Error "El host de destino no está conectado"	Ingresar IP:Puerto, y Hacer clic en "Conectar RTU"	Fallo	El programa se cuelga.
3	Conectividad con simulador de RTU: DesConexión	RTU Conectadas	El módulo debería dejar de enviar mensajes al simulador, y la barra de estado debería mostrar "RTU Online: False"	Conectarse al simulador. Hacer clic en "Desconectar RTU".	OK	Agregada verificación haciendo ping al host destino

4	Tasa de Refresco: Cada cuántos milisegundos genera datos	<u>IP:</u> 127.0.0.1; <u>Puerto:</u> 502; <u>Tasa de Refresco:</u> 2000ms;	Visualizar en el simulador de RTU que los mensajes Modbus lleguen según la tasa de refresco ingresada	Ingresar IP:Puerto y tasa de refresco, y Hacer clic en "Conectar RTU". Abrir en el simulador de RTU el flujo de comunicaciones y ver los timestamp	OK
5	Conectividad con la Base de Datos: Conexión	<u>IP:</u> 127.0.0.1; <u>Puerto:</u> 502; BD en esa IP:Puerto; RTU Desconectada; BD Desconectada	La Barra de Estado debe indicar "BD Online: True"	Ingresar IP:Puerto, y Hacer clic en "Conectar BD"	OK
6	Conectividad con la Base de Datos: Desconexión	RTU Desconectada; BD Conectada	La Barra de Estado debe indicar "BD Online: False"	Ingresar IP:Puerto, y Hacer clic en "Desconectar BD"	OK
7	Logueo en la BD de valores de sensores y actuadores	RTU y BD desconectada;	Que solo logree en la BD cuando la RTU y la BD estén conectadas	Probar las 4 combinaciones de (RTU,BD ; Conectada;Desconectada)	OK
8	Logueo en la BD de valores de sensores y actuadores	RTU y BD desconectada	La Barra de Estado debe indicar "BD Online: True", "RTU Online: True", y mostrar las velocidades de comunicación y registros escritos. Se deben insertar en la BD los valores sensados	Conectar la BD y la RTU. Dejar unos segundos, y desconectar (RTU, BD o ambos). Visualizar los valores escritos en la BD	Fallo
9	Visualización de valores de sensores y actuadores en la GUI	RTU desconectada	Los paneles de cada RTU deben actualizarse según la tasa de refresco elegida cuando las RTU estén conectadas	Conectar la RTU. Visualizar que se actualicen los valores al interactuar con el simulador de RTU	OK

10	Información de la barra de estados	RTU y BD desconectada	<p>La Barra de estado debe informar el estado de las conexiones, registros escritos, velocidades, etc, en todo momento</p> <p>Que se encienda el sistema de Refrigeracion; Colocar frenos de turbina, del generador, y álabes al 0%. Encender Generador, Regulador, Equipo de Excitacion y Unidad de Sincronizacion. Abrir Compuertas de Mantenimiento, cerrar Válvula Mariposa y Abrir Compuerta de ingreso de Agua a la Tubería. Esperar que llegue al máximo de presión, ahí Abrir bypass válvula mariposa. Cuando se igualen las presiones, Abrir Válvula Mariposa y Cerrar Bypass</p> <p>Cerrar Compuerta de ingreso de Agua a la Tubería, Colocar álabes al 100% y Esperar a que la presión llegue a 0. Ahí Cerrar Válvula Mariposa, colocar frenos de turbina y generador al 100%. Apagar Generador, regulador, equipo de excitación, sincronización, y sistema de refrigeración.</p>	<p>Conectar RTU y DB probando todas las combinaciones; Ejecutar secuencias de encendido y apagado, consignas, etc, y visualizar que lo que reporte la barra de estado sea correcto.</p> <p>Hacer clic en "Sec. De Encendido". Visualizar en el log de la GUI y en el simulador de RTU lo que va sucediendo, verificando que sea acorde con la realidad.</p> <p>Hacer clic en "Sec. De Apagado". Visualizar en el log de la GUI y en el simulador de RTU lo que va sucediendo, verificando que sea acorde con la realidad.</p>	<p>Fallo</p> <p>Fallo</p> <p>Fallo</p>	<p>Informa mal la cantidad de registros escritos en BD</p> <p>Se cuelga al pedir datos a la RTU.</p>	<p>OK</p> <p>OK</p> <p>OK</p>
11	Secuencia de Encendido	RTU Conectada					<p>Cambiada la petición de datos a la RTU. Ahora se pide por bloques y no uno a uno</p>
11	Secuencia de Apagado	RTU Conectada					

12	Consigna de Caudal	RTU Conectada; No ha sido realizada una secuencia de encendido	No revisar consigna	Ingresar un valor de caudal, y hacer clic en "Set Caudal". Visualizar el log en la GUI	Fallo	El sistema no guarda un histórico de si se ha ejecutado o no una secuencia de encendido
13	Consigna de Caudal	RTU Conectada; Secuencia de encendido previamente realizada. <u>Caudal:</u> entre 0 y 40 m <sup>3</sup> /s	Que se ajusten automáticamente los actuadores para cumplir con la consigna	Ingresar el valor de caudal, y hacer clic en "Set Caudal". Visualizar el valor de caudal turbinado en el simulador de RTU para ver que se vaya ajustando hasta alcanzar la consigna. Visualizar los ajustes realizados en el log de la GUI	OK	Siempre que el caudal de entrada a la central alcance para satisfacer la consigna, esta podrá llegar al valor deseado; caso contrario, llegará lo más cerca que se pueda y seguirá revisando hasta que pueda alcanzarse por una variación del caudal
14	Consigna de Voltaje	RTU Conectada; No ha sido realizada una secuencia de encendido	No revisar consigna	Ingresar un valor de caudal, y hacer clic en "Set Voltaje". Visualizar el log en la GUI	Fallo	El sistema no guarda un histórico de si se ha ejecutado o no una secuencia de encendido

15	Consigna de Voltaje	RTU Conectada; Secuencia de encendido previamente realizada. <u>Voltaje</u> : entre 0 y 24000 volts	Que se ajusten automáticamente los actuadores para cumplir con la consigna	Ingresar el valor de caudal, y hacer clic en "Set Voltaje". Visualizar el valor de voltaje generado en el simulador de RTU para ver que se vaya ajustando hasta alcanzar la consigna. Visualizar los ajustes realizados en el log de la GUI	OK  Siempre que el caudal de entrada a la central alcance para satisfacer la consigna, esta podrá llegar al valor deseado; caso contrario, llegará lo más cerca que se pueda y seguirá revisando hasta que pueda alcanzarse por una variación del caudal
16	Consigna Manual	RTU Conectada	Habilitar el modo manual de consignas, que permite a HYDRO desktop enviar variaciones puntuales en los valores de los actuadores	Ingresar el valor de caudal, y hacer clic en "Set Manual". Visualizar la correcta ejecución en el log de la GUI	OK  El valor de la variable que indica que está en modo manual pudo verse debugueando el código
17	Gestor de Comandos Remotos		Que el Thread que gestiona los comandos remotos esté activo y a la escucha	Debugueando el código	OK
18	Logueo en archivo de texto plano de Entradas / Salidas	RTU y BD desconectada	El archivo de logueo debe contener la información esperada	Tildar "Log I/O", y elegir la ruta del archivo de logueo. Conectar RTU y DB probando todas las combinaciones; Ejecutar secuencias de encendido y apagado, consignas, etc, y visualizar que haya sido logueado en el archivo.	OK



PRUEBAS DEL SISTEMA DESKTOP HYDRO							
ID #	Funcionalidad a Probar	Parámetros de Entrada / Estado del sistema	Salidas Esperadas	Procedimiento de Prueba	¿OK / Fallo? (1)	Observaciones	Corrección ¿OK / Fallo? (2) Observaciones
1	Login como Administrador	User: admin Pass: clave correcta correspondiente		<b>Solapa Control:</b> Verificar que en el panel de consignas se pueda elegir consigna manual, y que al clickearlo se habiliten los "Set" para los actuadores. <b>Solapa Simulación:</b> Debe figurar entre las solapas. <b>Solapa Configuración:</b> Debe figurar y poder verse las subsolapas de alertas y usuarios en su totalidad, permitiendo agregar, modificar o eliminar usuarios	OK		
2	Login como Jefe de Planta	User: jefe Pass: clave correcta correspondiente	Login Correcto; Habilitados todos los controles y configuraciones		OK		
3	Login como Operario	User: operario Pass: clave correcta correspondiente	<b>Solapa Control:</b> En el panel de consignas NO se pueda elegir consigna manual. <b>Solapa Simulación:</b> NO Debe figurar entre las solapas. <b>Solapa Configuración:</b> Debe figurar sólo subsolapa de usuarios, y dentro de ésta, sólo el cambio de clave.	Loguearse y navegar por las solapas verificando las salidas esperadas	OK		
4	Login como Visitante	User: visitante Pass: clave correcta correspondiente	Sólo deben verse las solapas de Control e Históricos. No debe poder emitirse consignas, ni en modo manual ni automático	Loguearse y navegar por las solapas verificando las salidas esperadas	OK		
5	Login con usuario inexistente	User: inexistente Pass: cualquiera (usuario no existe en la BD)	Mensaje "Usuario o Password incorrecto"	Ingresar user y pass y hacer clic en "OK". Verificar mensaje de respuesta	OK		

6	Login con clave errónea	User: jefe; Pass: clave_incorrecta	Mensaje "Usuario o Password incorrecto"	Ingresar user y pass y hacer clic en "OK". Verificar mensaje de respuesta	OK
7	Barra de Estados	Todas las combinaciones de (Modulo de C.A.; RTU y BD ; Online/Offline)	Que la barra de estados refleje el estado actual del sistema	Probar las combinaciones de Rtu, BD y Módulo de control automático, entre Online y Offline, y ver que la barra de estados se actualice	OK
8	Configuración > Alertas	Usuario Jefe de planta o administrador logueado. Serie de Valores que cumpla que Min<=LL<=L<=H<=HH<=Max	Actualización con éxito de los valores. Mensaje "Valores actualizados con éxito"	Seleccionar un sensor. Ingresar los valores. Hacer clic en "Cambiar Valores"	OK
9	Configuración > Alertas	Usuario Jefe de planta o administrador logueado. Serie de Valores que NO cumpla que Min<=LL<=L<=H<=HH<=Max	Mensaje de Error.	Seleccionar un sensor. Ingresar los valores. Hacer clic en "Cambiar Valores"	OK
10		Usuario de cualquier categoría logueado; Clave anterior Incorrecta	Mensaje "Error: La clave anterior no es correcta"		OK
11	Configuración > Usuarios > Cambio de Clave	Usuario de cualquier categoría logueado; Clave anterior correcta; Claves nuevas distintas	Mensaje "Error: Las claves nuevas no coinciden"	Ir a la Solapa Configuracion -> Usuarios. Ingresar clave anterior y 2 veces la nueva clave. Hacer clic en cambiar. Re-Loguearse para validar si se cambió o no la clave en función del resultado del cambio de clave.	OK
12		Usuario de cualquier categoría logueado; Clave anterior correcta; claves nuevas iguales de menos de 8 caracteres	Mensaje "Error: La clave debe tener al menos 8 caracteres"		OK

13	Usuario de cualquier categoría logueado; Clave anterior correcta; claves nuevas iguales de 8 o más caracteres	Mensaje "Clave cambiada con éxito"; Cambio de clave en la BD		OK
14	Configuración > Usuarios > Cambio de Tipo de Usuario Configuración > Usuarios > Reseteo de Clave	Usuario Jefe de planta o administrador logueado. Usuario: Juan; Tipo: Visitante --> Jefe de Planta Usuario Jefe de planta o administrador logueado. Usuario: adrian	Usuario cambiado de categoría Clave del usuario reseteada al mismo nombre que el login. Mensaje "Clave de <usuario> reseteada con éxito a <usuario>"	Ir a la Solapa Configuracion -> Usuarios. Seleccionar al usuario, y modificar su categoría. Salir del sistema y loguearse con dicho usuario y validar que se habiliten los componentes según el nuevo perfil de usuario. Ir a la Solapa Configuracion -> Usuarios. Seleccionar al usuario y hacer clic en "Resetear Password". Reloguearse con dicho usuario para validarlo
15	Configuración > Usuarios > Eliminar usuario	Usuario Jefe de planta o administrador logueado. Usuario "roberto"	Mensaje "Usuario <usuario> eliminado con exito". El usuario eliminado figura en el panel de ex usuarios. Usuario con bit baja en 1 en la base de datos. El usuario eliminado no puede loguearse	Ir a la Solapa Configuracion -> Usuarios. Seleccionar al usuario y hacer clic en "Eliminar Usuario".
16	Configuración > Usuarios > Restaurar usuario	Usuario Jefe de planta o administrador logueado. Usuario "roberto" previamente eliminado	Mensaje "Usuario <usuario> restaurado con exito". El usuario eliminado pasa del panel de ex usuarios al de usuarios. El usuario puede loguearse. Usuario con bit baja en 0 en la Base de datos.	Ir a la Solapa Configuracion -> Usuarios. Seleccionar al usuario en el panel ex usuarios y hacer clic en "Restaurar Usuario".
17	Configuración > Usuarios > Nuevo Usuario	Usuario Jefe de planta o administrador logueado; User=daniel; TipoUsuario=""	Error: Debe Ingresar un tipo de usuario	Fallo
18	Configuración > Usuarios > Nuevo Usuario	Usuario Jefe de planta o administrador logueado; User=daniel; TipoUsuario="Visitante"	Mensaje "usuario agregado con éxito". Usuario creado en la BD	OK

20	Historicos > Sensado	Usuario no visitante logueado; FechaInicio<FechaFin	Mensaje "Las fechas ingresadas no son válidas"			OK	
21	Historicos > Sensado	Usuario no visitante logueado; FechaInicio>FechaFin	Se debe mostrar un gráfico de los valores histórico del sensor elegido, de acuerdo a las fechas y horas ingresadas.	Ir a solapa Históricos -> Sensado. Seleccionar un sensor y las fechas. Hacer clic en "Ver Histórico"		OK	
22	Historicos > Alertas	Usuario Jefe de planta o administrador logueado;	Alertas por fecha, de existir	Ir a solapa Históricos -> Usuarios. Navegar por los usuarios hasta elegir el usuario y día deseado.		OK	No hay posible error
23	Historicos > Usuarios	Usuario Jefe de planta o administrador logueado;	Actividades realizadas por el usuario			OK	No hay posible error

PRUEBAS DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA							
ID #	Sistema / Módulo	Funcionalidad a Probar	Parámetros de Entrada / Estado del sistema	Salidas Esperadas	Procedimiento de Prueba	¿OK / Fallo? (1)	Observaciones
1	GD-RTU	Escritura de Sensores; Lectura de Actuadores	RTU Conectadas; GD Generando datos	Los cambios en los valores de los sensores deben corresponderse con lo enunciado en el manual técnico del Módulo de Generación de datos.	Comenzar la generación desde GD. Modificar manualmente los valores de los actuadores en las RTU y validar que se modifiquen de acuerdo al manual técnico (recordar que los cambios son probabilísticos)	Fallo	Fallo en La generación de temperaturas
2	GD-RTU-MCA	Secuencias de Apagado y Encendido	RTU Conectadas; GD Generando datos; MCA Conectado a la RTU	Que GD responda adecuadamente a los seteos de actuadores realizados por el MCA, permitiendo una ejecución correcta de las secuencias. Que los seteos se guarden en las RTU	Ingresar al MCA y ejecutar secuencias. Validar mediante el log de la GUI del MCA y visualizando en las RTU los cambios en sensores y actuadores realizados por GD y MCA	OK	

			Usuario de Hydro Administrador o Jefe de Planta logueado; Modo Manual Activado. FrenosTurbina / Álabes / Frenos Generador de 0% a 50%	Que MCA reciba el mensaje de HYD y ejecute los seteos sobre las RTU. Que GD reaccione ante los seteos y esto se refleje en HYD.	Hacer clic sobre el botón "set" de algún actuador e ingresar el nuevo valor. Validar que se modifique el valor en la RTU	OK
3	GD-RTU-MCA-HYD	Control Manual. Actuadores Graduales	Usuario de Hydro Administrador o Jefe de Planta logueado; Modo Manual Activado. FrenosTurbina / Álabes / Frenos Generador de 0% a 50%	Que MCA reciba el mensaje de HYD y ejecute los seteos sobre las RTU. Que GD reaccione ante los seteos y esto se refleje en HYD.	Hacer clic sobre el botón "set" de algún actuador e ingresar el nuevo valor. Validar que se modifique el valor en la RTU	OK
4	GD-RTU-MCA-HYD	Control Manual. Actuadores Binarios	Usuario de Hydro Administrador o Jefe de Planta logueado; Modo Manual Activado. Cualquier compuerta de Abierta a Cerrada y viceversa; Cualquier Sistema de Encendido a Apagado y viceversa	Que MCA reciba el mensaje de HYD y ejecute los seteos sobre las RTU. Que GD reaccione ante los seteos y esto se refleje en HYD.	Hacer doble clic sobre la compuerta/válvula/sistema y validar que se modifique en la RTU.	OK

Ref:	
GD	Generación de Datos
RTU	Modbus Slave (RTU's)
MCA	Módulo de control Automático
BD	Base de Datos
HYD	Hydro Desktop



Pruebas del Sistema Web

ID #	Sistema / Módulo	Funcionalidad a Probar	Parámetros de Entrada / Estado del sistema	Salidas Esperadas	Procedimiento de Prueba	¿OK / Fallo? (1)	Observaciones	Corrección ¿OK / Fallo? (2)	Observaciones
1	Login Web	Login como administrador	User: admin Pass: <u>123456</u>	El usuario ingresa al sitio web, a la página principal del sistema	Comprobar mensaje de bienvenida y menú de opciones a la izquierda	Ok	-	-	-
2	Login Web	Login con usuario no registrado en la BD	Usuario: Luis Villa Pass:111111	El usuario no ingresa al sitio web, sino que se mantiene en la misma página	Ingresar los datos en los campos. Comprobar que se visualice el mensaje de error	Ok	-	-	-

3	Login Web	Login sin ingresar datos	<u>Usuario: (Vacío)</u> <u>Pass:(Vacío)</u>	El usuario no ingresa al sitio web, sino que se mantiene en la misma página	Ingresar sin llenar los campos. Comprobar que se visualice el mensaje de error	OK	-	-
4	Estadísticas Web	Solicitar datos estadísticos sin ingresar rango de tiempo	Usuario logueado. Sensor a requerir: Voltaje Generado. Campos "Desde" y "Hasta" vacíos	Se visualiza gráfico sin datos	Seleccionado "Voltaje generado". Sin seleccionar rango.	Fallo	Debería visualizarse un mensaje de error, para completar datos	Ok
5	Estadísticas Web	Solicitar datos estadísticos ingresando todos los datos	Usuario logueado. Sensor a requerir: Voltaje generado. <u>Desde: 29/08/2011</u> . <u>Hasta: 30/08/2011</u>	Se visualiza gráfico para el rango de tiempo dado	Seleccionado "Voltaje generado". Seleccionar rango de fecha	Ok		

## Normas y procedimientos necesarios para implementar el Sistema

### Recursos tecnológicos

Para lograr la implementación del sistema desarrollado en la Central Hidroeléctrica relevada para su realización es necesario contar con ciertos requisitos que condicionan la efectiva realización de la misma.

Primeramente es necesario contar con los componentes de hardware necesarios debidamente funcionales. Este requisito esta cumplido en el caso de la empresa relevada debido al sistema que actualmente está funcionando contando con una red de sensores y actuadores ubicados en puntos estratégicos de la planta de manera de poder monitorear y controlar los aspectos necesarios de la planta. Además en la planta relevada se cuenta con la infraestructura de cableado que conecta cada uno de estos sensores con sus respectivas RTU/PLC y luego estos componentes hacia la unidad de control (Servidor). Para adaptar lo existente a la arquitectura propuesta pueden ser necesarios cambios mínimos en la ubicación, conectividad y configuración de los sensores/actuadores y RTU/PLC.

Otro recurso de hardware necesario es el servidor donde se ejecutará el módulo de control automático y allí mismo se instalara la base de datos y donde se ejecuta la aplicación web.

Además se van a requerir PC utilizadas para ejecutar las distintas instancias necesarias de HydroDesktop.

Con respecto al software se deberá instalar el motor de base de datos MySql en el servidor. Además se instalará el servidor web Apache para desplegar ahí la aplicación web. El módulo de control automático se desplegará en el servidor principal y el componente de HydroDesktop se instalará en cada terminal que se necesite.

### Recursos humanos

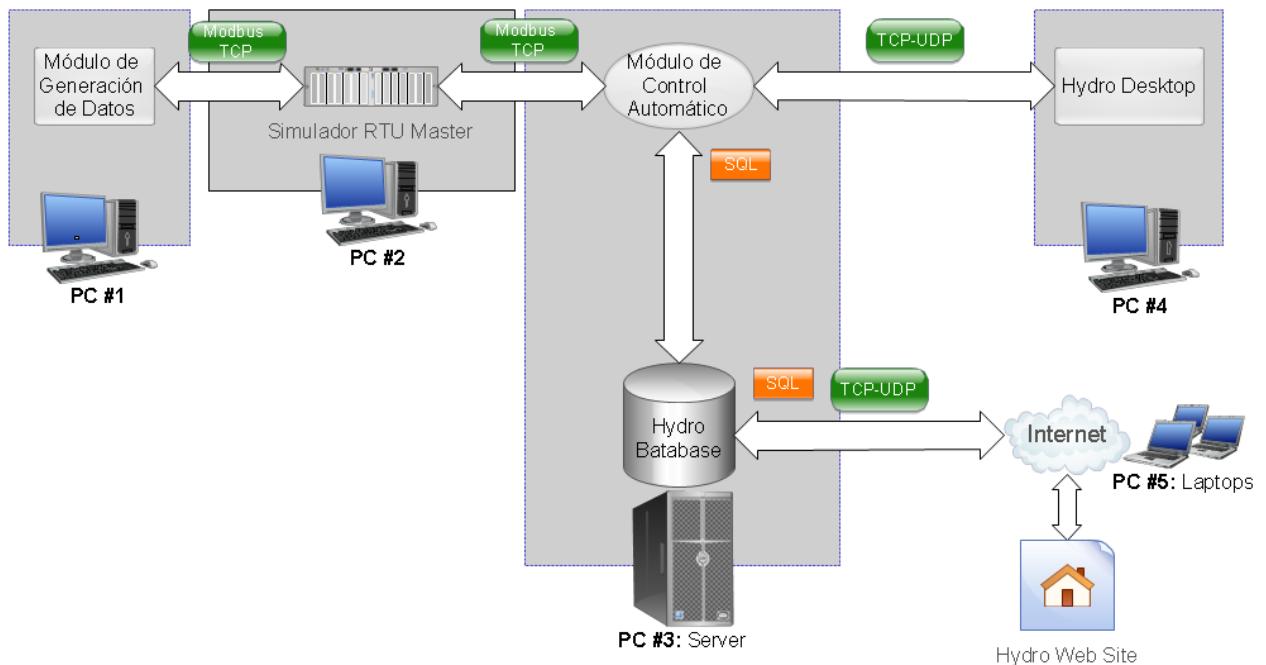
En cuanto a recursos humanos es necesario crear una conciencia en los mismos para ir preparándolos para la transición al nuevo sistema. Para esto se realizarán planes de capacitación de manera que los usuarios directos e indirectos tengan conocimiento del nuevo sistema y así la transición será lo más suave posible. Estos planes cubrirán todos los temas necesarios como por ejemplo nociones básicas teóricas, uso del sistema, nuevas interfaces y funciones, etc.

### Descripción general del Trabajo a realizar

A continuación describiremos el trabajo necesario para implementar la infraestructura del sistema diseñado según la propuesta que realizamos dejando en claro que las

instalaciones de la empresa están bastante adecuadas pero aquí propondremos el caso en la instalación desde cero de la infraestructura.

En la siguiente figura es posible ver la arquitectura diseñada la cual será de guía para la instalación de los recursos necesarios,



### Ubicación física de los recursos

- *Sala de turbinas:* los elementos a monitorear y controlar se encuentran en su gran mayoría en la misma que es a donde llega la tubería forzada y donde se encuentran las turbinas. Debido a la necesidad de encontrar un lugar donde sea posible ubicar las RTU esclavas que sea práctico y cercano a todos los elementos a monitorear, en esta sala se instalará el rack sobre el que se montaran estas RTUs.
- *Sala de control:* Esta segunda sala se ubicará en otro lugar debido a la necesidad de aislarla de los ruidos producidos por los elementos de trabajo. En esta sala habrá otro rack donde estará montado el RTU máster, en este mismo rack estará ubicado físicamente el servidor principal.

### Cableado de Datos

- La primera parte del cableado es la que conecta los sensores/actuadores con las distintas RTU montadas en un rack ubicado estratégicamente de manera de centralizar el lugar físico de todas las RTU. Este cableado se realiza con cables

especiales para tales fines de manera que la información no sea alterada en el camino hacia las RTU debido a interferencias de distinta índole.

- La segunda etapa de cableado se realiza para conectar las RTU, ubicadas en un rack en la sala de turbinas, con el RTU máster que se encuentra en la sala de control. Esta conexión se realizará con cable UTP. Posteriormente se conectará el RTU máster con el servidor también con cable UTP.
- Una tercera etapa es la que conecta el servidor con las terminales bobas desde las cuales se realizarán las tareas de monitoreo y control necesarias. Para lograr esta conexión se instalara un router al cual se conectarán tanto el RTU máster como las distintas terminales todo mediante cable UTP.

### Cableado Eléctrico

- La alimentación de los equipos que se forman parte del sistema (Servidor, routers, terminales, RTU) debe ser obtenida en lo posible de una línea separada del resto de manera de no verse afectado el sistema pro sobrecargas, cortocircuitos u otro tipo de imprevistos que puedan dañar el equipamiento. Además esta línea debe poseer un suministro alternativo de energía tanto UPS como un generador alimentado por combustible de manera de poder mantener el sistema funcionando aun si la energía se corta en el edificio, debido a la criticidad de los elementos que el sistema debe manejar.

### Otros aspectos a tener en cuenta

- Cada uno de los equipos así también como los sensores y los actuadores serán identificados por un código único que los representará.
- Bajo ningún Aspecto se superará el consumo permitido por la sección de los cables de alimentación previamente calculados con un margen suficiente.

Las instalaciones serán acondicionadas con las protecciones necesarias en salida de gabinete, accesos a cajas de conexión y de paso, cruces de paredes, mamparas y cualquier sector que pudiese significar un futuro daño en el cableado.

### Manual de Usuario

Ver anexo: *Manuales de Usuario del Sistema*

## Planificación de Implementación del Sistema

### Descripción General de las etapas de la implementación y puesta en marcha

A continuación planteamos una posible forma de implementar el sistema que se realizará en varias etapas.

- En la primera etapa se **instalaran y/o pondrán a punto los sensores y actuadores y las correspondientes unidades que los manejen (RTU)** y se establecerá el **cableado de datos y de alimentación para estos componentes**. Además se instalará el servidor con el módulo de control automático y se configurarán los parámetros del sistema así como usuarios básicos necesarios. Luego se instalará en una terminal el componente “Hydro Desktop” con las funcionalidades principales de seguridad, control y monitoreo para poder comenzar a operar básicamente y paulatinamente el sistema. Esta etapa será de adaptación y transición del antiguo sistema al nuevo por lo que debe ser lo menor brusca posible.
- La segunda etapa **contará con la implementación del módulo de reportes y gráficos** ya que para hacer buen uso de los mismos, se deberá contar con la información recabada por el uso del sistema y debido a que no es tan necesario en una primera instancia así también como la aplicación de monitoreo “Hydro Web” en el servidor.
- La tercera etapa, **implementará el módulo de simulación** debido a que es una funcionalidad accesoria que no es vital para la empresa su funcionamiento en el sistema

Este tipo de implementación implicará instalar el nuevo sistema en forma gradual. Esto significa que en cada etapa del proceso de instalación se irá haciendo experiencia con el sistema nuevo, se irá mejorando en función de nuevos requerimientos y superación de problemas que se puedan ir encontrando. Durante estas etapas el nuevo sistema se ejecutará en paralelo con el antiguo para lograr la transición de manera gradual que buscamos y de manera de no dejar la planta inoperable.

La implementación producirá como salida código fuente, ejecutables, documentos, anexos y toda salida física que nos permitan darle un valor agregado al sistema.

### Actividades y Objetivos de la implementación del sistema

La planificación para la implementación del sistema consiste en la realización de las actividades que son necesarias para que el sistema pase a producción y funcione de la forma planificada.

Teniendo en cuenta el análisis de factibilidad y el alcance del sistema podemos definir un plan de implantación donde se especifica entre otras cosas el equipo que va llevar a cabo las tareas necesarias.

#### Las actividades a realizar para la implantación son:

1. Preparación de la infraestructura edilicia para instalar y/o adecuar los elementos de hardware
2. Instalación de hardware y software necesario para implantar el sistema
3. Generación de manual de procedimientos
4. Establecimiento del plan de Capacitación (Capacitación)
5. Formación necesaria para la implantación
6. Pruebas de implantación del sistema
7. Incorporación del sistema al entorno de Operación
8. Carga y configuración inicial de datos
9. Pruebas de aceptación
10. Generación de procedimientos de mantenimiento

#### El propósito de las pruebas de implantación y de aceptación

- Comprobación de detalles de diseño interno
- Comprobación de gestión de volúmenes requeridos de información
- Comprobación de tiempos de respuesta deseados
- Comprobación de seguridad
- Comprobación del comportamiento del sistema en situaciones extremas.

#### Plan de implantación

Una vez estudiado el alcance y los condicionantes de la implantación, se decide si ésta se puede llevar a cabo. Será preciso establecer, en su caso, la estrategia que se concretará de forma definitiva en el plan de implantación. El plan de implantación presenta las actividades necesarias (mencionadas anteriormente) para lograr la implementación así como los tiempos

Se constituye el equipo de implantación, determinando los recursos humanos necesarios para la propia instalación del sistema, para las pruebas de implantación y aceptación, y para la preparación del mantenimiento. Se identifican, para cada uno de ellos, sus perfiles y niveles de responsabilidad.

#### Actividades y tiempos

Actividad	Duración
1. Preparación de la infraestructura edilicia para instalar y/o adecuar los elementos de hardware	2 Semanas
2. Instalación de hardware y software	2 Semanas

necesario para implantar el sistema	
3. Generación de manual de procedimientos	1 Semana
4. Establecimiento del plan de Capacitación	1 Semana
5. Formación necesaria para la implantación (Capacitación)	3 Semanas
6. Pruebas de implantación del sistema	2 Semanas
7. Incorporación del sistema al entorno de Operación	2 Semanas
8. Carga y configuración inicial de datos	1 Semana
9. Pruebas de aceptación	2 Semanas
10. Generación de procedimientos de mantenimiento	1 Semana

### Especificación del Equipo de Implantación

Se constituye el equipo de trabajo necesario para llevar a cabo la implantación y aceptación del sistema, según el plan de implantación establecido en la tarea anterior.

Para ello se identifican, en función del nivel de esfuerzo requerido, los distintos participantes implicados en la implantación del sistema (usuarios, equipo técnico y responsable de mantenimiento), determinando previamente sus perfiles, responsabilidades y nivel de implicación.

### Participantes

Nombre del Rol	Descripción	Externo/Interno	Cantidad
Scrum Master	Persona a cargo del seguimiento de toda la implantación del sistema.	Interno	1
Analista	Persona con conocimiento del sistema de sus requisitos y de la documentación recabada y generada.	Interno	1
Programador	Responsable de la mayoría de la codificación del sistema	Interno	1
Diseñador	Persona con conocimiento del diseño del sistema y de la documentación recabada y generada.	Interno	1
Equipo de desarrollo.	Personas a cargo del desarrollo del Sistema en todas sus etapas y procesos	Interno	4
Product Owner	Persona Interna a la empresa encargada de la implementación del nuevo sistema en la empresa	Externo	1

<b>Responsable</b>	Es un Ingeniero en Electrónica	Externo – Sub	1
<b>Técnico</b>	encargado de instalar y poner a punto la parte de hardware correspondiente a sensores y actuadores	contratado por el equipo de desarrollo	
<b>Operarios</b>	Toda aquella persona que será usuario final del sistema ya sea para operar la planta o para visualizar datos, reportes, etc.	Externo – Miembros de la empresa	

### Actividades detalladas

A continuación se especificarán en un grado mayor de detalle a que nos referimos con cada actividad y los participantes involucrados así como el responsable/s de la misma y su duración

- ✓ **Preparación de la infraestructura edilicia para instalar y/o adecuar los elementos de hardware**

- **Responsable:**
  - Scrum Master

- **Participantes:**
  - Scrum Master
  - Responsable técnico
  - Product Owner

- **Duración:**
  - Dos semanas

- **Descripción:**

Esta actividad consta en preparar la infraestructura planificando los espacios físicos para cada componente. Además se pondrán a punto y dejará la infraestructura de hardware lista para que el sistema comience a funcionando pudiendo comunicarse con las RTU y con los sensores/actuadores. Es necesario contar con un especialista en componentes electrónicos de este tipo por eso la presencia de ese participante

- ✓ **Instalación de hardware y software necesario para implantar el sistema**

- **Responsable:**
  - Scrum Master

- **Participantes:**
  - Scrum Master
  - Responsable técnico

- Product Owner

- **Duración:**

- Dos semanas

- **Descripción:**

Luego de la puesta a punto se procede a instalar todos los componentes de hardware necesarios como se planificó y se diseñó de manera de lograr todas las mediciones necesarias con el nuevo sistema. En el caso de que se cuenta con componentes instalados existentes se realizarán las adaptaciones necesarias en esta actividad.

✓ **Generación del manual de procedimientos**

- **Responsable:**

- Scrum Master

- **Participantes:**

- Scrum Master
- Responsable técnico
- Diseñador
- Product Owner

- **Duración:**

- Una semana

- **Descripción:**

En el manual de procedimientos se plasmarán de forma detallada y en una explicación paso a paso todos los procedimientos que puedan ser necesarios para la implantación. Entre ellos las configuraciones iniciales, la forma de instalación de los componentes, los estándares o normas adoptadas.

✓ **Establecimiento del plan de Capacitación**

- **Responsable:**

- Scrum Master

- **Participantes:**

- Scrum Master
- Analista
- Programador
- Product Owner

- **Duración:**
  - Una semana

- **Descripción:**

Aquí se realizará una elección de actividades a realizar para llevar a cabo la capacitación del personal en cuanto al uso del sistema teniendo en cuenta responsables, costos, tiempos y recursos necesarios entre otras cosas.

✓ **Formación necesaria para la implantación (Capacitación)**

- **Responsable:**
  - Scrum Master
- **Participantes:**
  - Scrum Master
  - Analista
  - Programador
  - Responsable técnico
  - Diseñador
  - Product Owner
  - Operarios

- **Duración:**
  - Tres semanas

- **Descripción:**

Todo el equipo en conjunto realizará una formación en cada uno de los aspectos que les incumben para lograr la completa implantación del sistema y para poner en común los temas que se deben consensuar y las características de cada parte que todos deben conocer y tener en cuenta para implementar el sistema.

✓ **Pruebas de implantación del sistema**

- **Responsable:**
  - Scrum Master
- **Participantes:**
  - Scrum Master
  - Analista
  - Programador
  - Responsable técnico
  - Diseñador
  - Product Owner

- **Duración:**
  - Dos semanas
- **Descripción:**

Se realizan pruebas piloto del funcionamiento del sistema para poder analizar si se obtiene el rendimiento deseado. Si las salidas son correctas y si todos los requisitos están cumplidos. En este tipo de sistema es muy importante y necesaria esta tarea porque una vez funcionando el sistema no es sencillo detenerlo para hacer modificaciones por lo que se debe probar arduamente con mayor importancia los módulos de control y monitoreo que deben funcionar a la perfección. Esta prueba puede realizarse sin quitar de funcionamiento el sistema antiguo hasta no asegurarse la totalidad de funcionamiento del nuevo y se utilizará con algunos componentes para verificar que las mediciones y acciones tomadas en consecuencia sean correctas y acertadas. También se deben simular situaciones extremas para verificar el funcionamiento robusto del sistema.

✓ **Incorporación del sistema al entorno de Operación**

- **Responsable:**
  - Scrum Master
- **Participantes:**
  - Scrum Master
  - Analista
  - Programador
  - Responsable técnico
  - Diseñador
  - Product Owner
  - Operarios
- **Duración:**
  - Dos semanas
- **Descripción:**

Durante esta actividad se realiza la transición al sistema nuevo de forma gradual teniendo en cuenta de no dejar ningún aspecto sin cubrir en ningún momento, como por ejemplo algún valor sensado o la operación de cierto actuador. Al finalizar esta actividad el nuevo sistema debe quedar funcional operando la planta al menos con las funciones de sensar y de controlar todos los elementos que sean necesarios.

✓ **Carga y configuración inicial de datos**

- **Responsable:**
  - Scrum Master

- **Participantes:**
  - Scrum Master
  - Analista
  - Programador
  - Product Owner
  - Operarios

- **Duración:**
  - Una semana

- **Descripción:**

En esta etapa se darán de alta los sensores, actuadores, RTUs del sistema, así también como los usuarios que tendrán acceso. Otro aspecto a tener en cuenta de esta etapa es que se configurarán los parámetros del sistema como datos de conexión, valores de referencia y de alerta de los sensores, entre otras cosas.

✓ **Pruebas de aceptación**

- **Responsable:**
  - Scrum Master

- **Participantes:**
  - Scrum Master
  - Product Owner
  - Operarios

- **Duración:**
  - Dos semanas

- **Descripción:**

Durante esta actividad se usará el sistema y se podrán realizar pequeños cambios que no hayan surgido en etapas anteriores siempre verificando su impacto en la planta en producción y en el sistema desarrollado

✓ **Generación de procedimientos de mantenimiento**

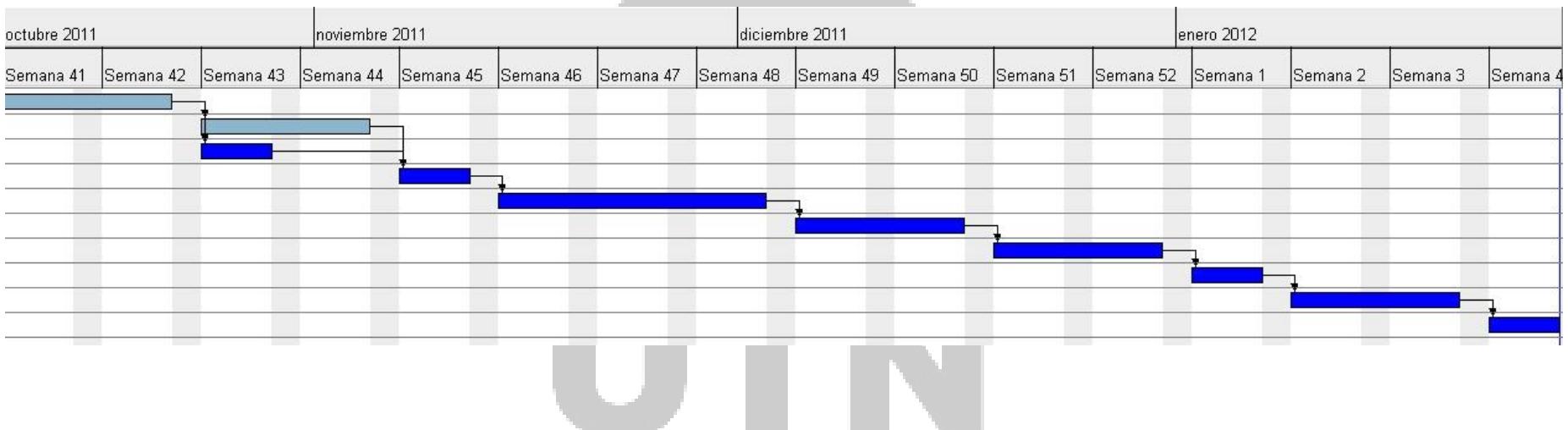
- **Responsable:**
  - Scrum Master

- **Participantes:**

- Scrum Master
  - Product Owner
  - Operarios
  - Responsable Técnico
  - Diseñador
- **Duración:**
- Una semana
- **Descripción:**
- Finalmente se deben redactar los procedimientos para realizar el mantenimiento rutinario del sistema y de sus componentes así como algún otro tipo de mantenimiento correctivo que pueda ser necesario realizar sobre el sistema.

### Gantt Plan de Implementación

Nombre	Fecha d...	Fecha d...
✓Preparación de la infraestructura edilicia para instalar y/o adecuar los elem...	10/10/11	22/10/11
✓Instalación de hardware y software necesario para implantar el sistema	24/10/11	5/11/11
✓Generación del manual de procedimientos	24/10/11	29/10/11
✓Establecimiento del plan de Capacitación	7/11/11	12/11/11
✓Formación necesaria para la implantación (Capacitación)	14/11/11	3/12/11
✓Pruebas de implantación del sistema	5/12/11	17/12/11
✓Incorporación del sistema al entorno de Operación	19/12/11	31/12/11
✓Carga y configuración inicial de datos	2/01/12	7/01/12
✓Pruebas de aceptación	9/01/12	21/01/12
✓Generación de procedimientos de mantenimiento	23/01/12	28/01/12



# ANEXOS

UTN

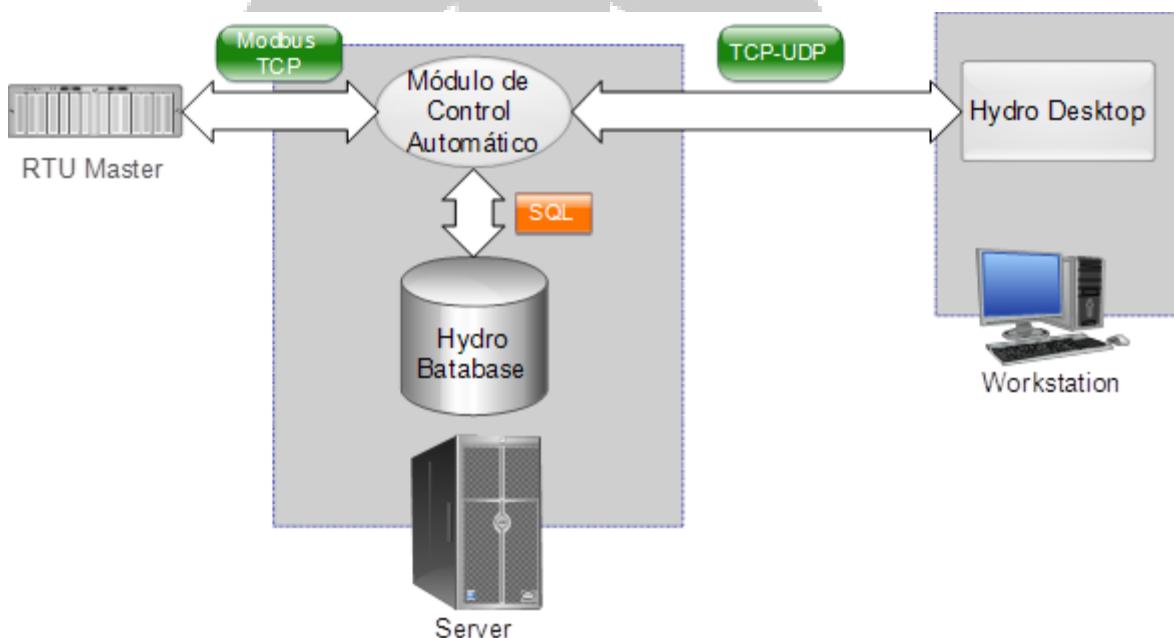
## Anexo 1: Manuales de Usuario

### Módulo de Control Automático

#### 1. FUNCIONALIDAD BRINDADA

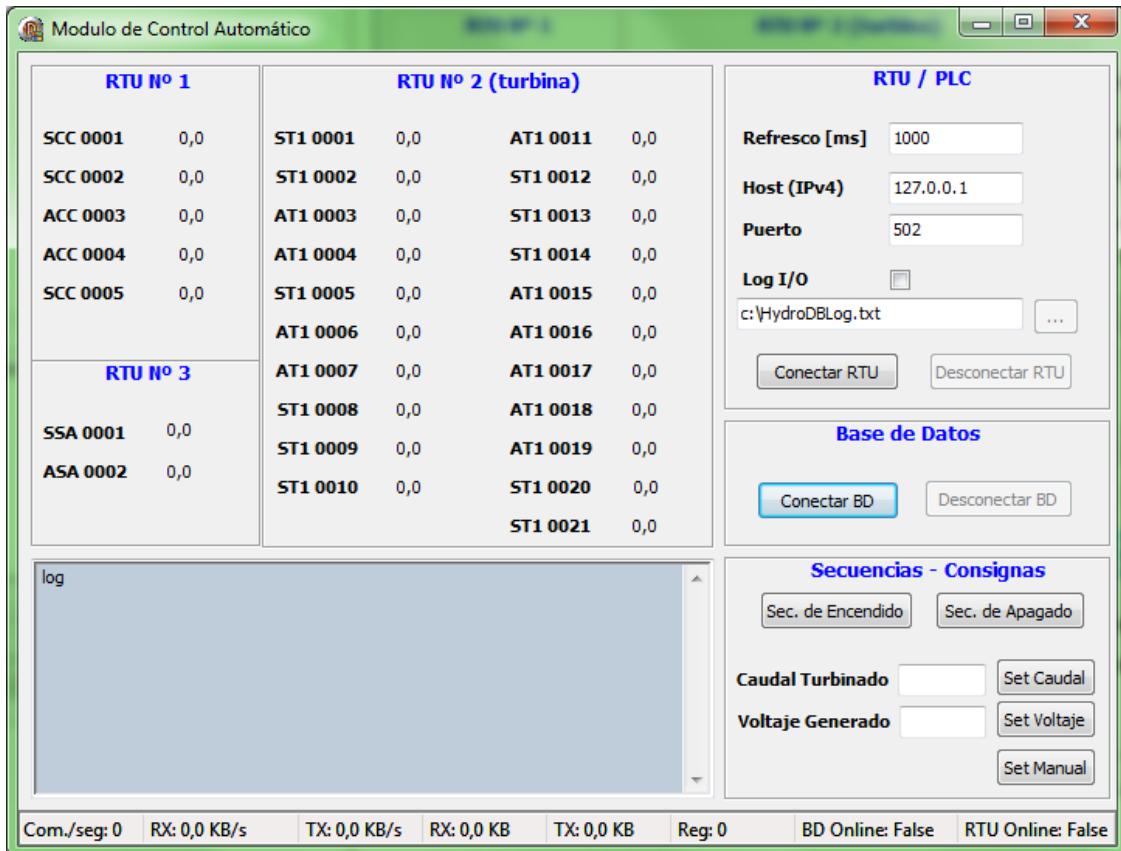
Este módulo es el corazón del sistema. Tiene por objetivos:

- Ser intermediario entre Hydro Desktop y las RTU. A través de una conexión TCP, Hydro Desktop enviará a este módulo acciones para ser llevadas a cabo por este módulo, a saber:
  - Consigna de Caudal: Mantener el caudal turbinado en un valor fijo. Por ejemplo, “turbinar 35 m<sup>3</sup>/segundo”.
  - Consigna de Voltaje: Mantener el voltaje generado en un valor fijo. Por ejemplo, “generar 24 KV”.
  - Secuencias de Encendido y Apagado: Para encender todos los componentes en el orden adecuado y sin dar lugar a errores.
- Interactuar con actuadores para cumplir con las consignas mencionadas anteriormente, en función de los valores de los sensores
- Guardar en la Base de datos los cambios en los valores de los sensores, y los valores de los actuadores modificados
- Registrar las alertas que surjan en la Base de Datos



## INTERFAZ DE USUARIO

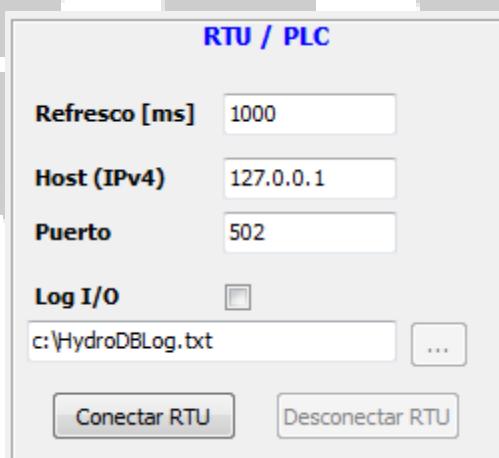
Al ingresar al programa, podemos ver la pantalla principal, como se muestra en la *Figura 1*.



*Figura 1*

La misma se divide en las siguientes partes:

### a. Detalles de Conexión



En este sector, se puede configurar los datos relativos a la conexión con la RTU o PLC. Estos datos son:

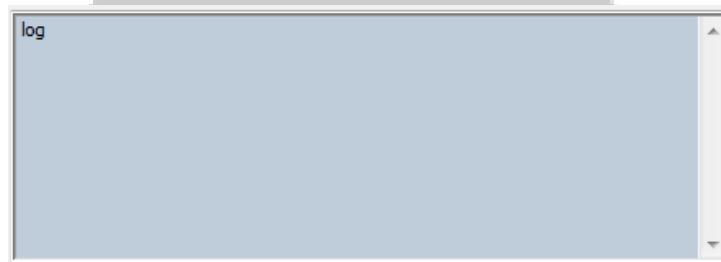
- Refresco: Indica cada cuanto tiempo se van a leer los datos. Por defecto, 1 segundo (1000 milisegundos)
- Host: Es la dirección IPv4 de la RTU/PLC.
- Puerto: Puerto TCP por el que escucha la RTU/PLC. Por defecto, 502, que es el puerto de escucha del protocolo MODBUS-TCP.
- Log I/O: Checkeando esta casilla se puede loguear todo el tráfico entre este módulo y la RTU en un archivo de texto.

b. Base de Datos



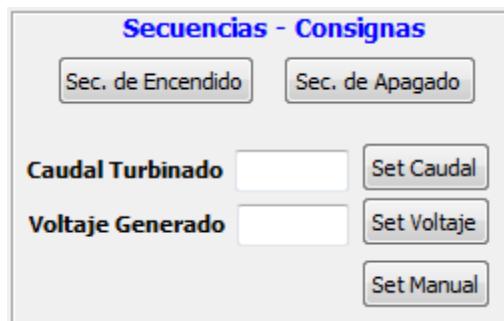
En este sector, podemos conectar y desconectar la Base de Datos, para poder empezar/detener la escritura de valores sensados/escritos en la base de datos.

c. Log



En este cuadro de texto se registran todos los eventos que suceden en este módulo.

d. Secuencias y Consignas



Desde este panel se pueden realizar las secuencias de encendido y apagado de la turbina, y la regulación automática (de caudal o voltaje) o manual de todo el sistema.

Todo esto también puede ser accedido a través de Hydro Desktop.

#### e. Barra de Estado

Com./seg: 0	RX: 0,0 KB/s	TX: 0,0 KB/s	RX: 0,0 KB	TX: 0,0 KB	Reg: 0	BD Online: False	RTU Online: False
-------------	--------------	--------------	------------	------------	--------	------------------	-------------------

Da detalles relativos a la velocidad de transmisión, recepción, estado de la Base de Datos, RTU.

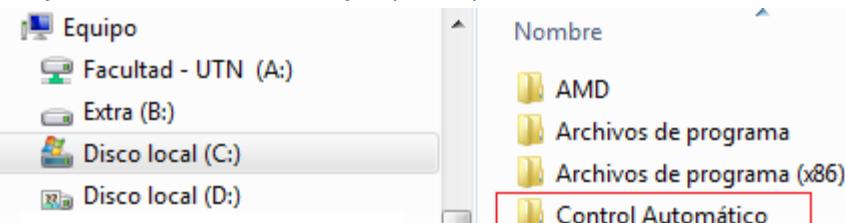
## 2. MENSAJES DE ERROR

Durante el funcionamiento del posible módulo, pueden aparecer los siguientes mensajes de error

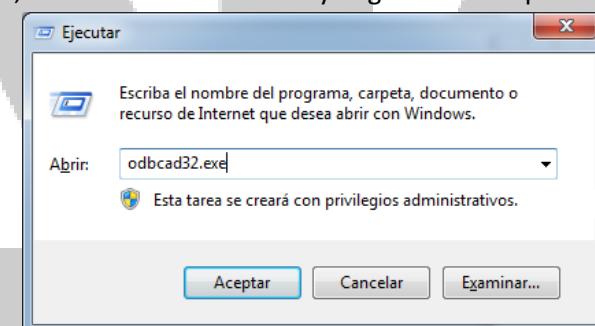
Mensaje de Error	Motivo del Error	Tipo de Error	Cómo Corregirlo
	Se produce por un error en la comunicación.	Fatal	Revisar las conexiones lógicas y físicas de la red. Revisar que el servicio de Mysql esté activo.

### 3. INSTALACIÓN y PUESTA EN MARCHA

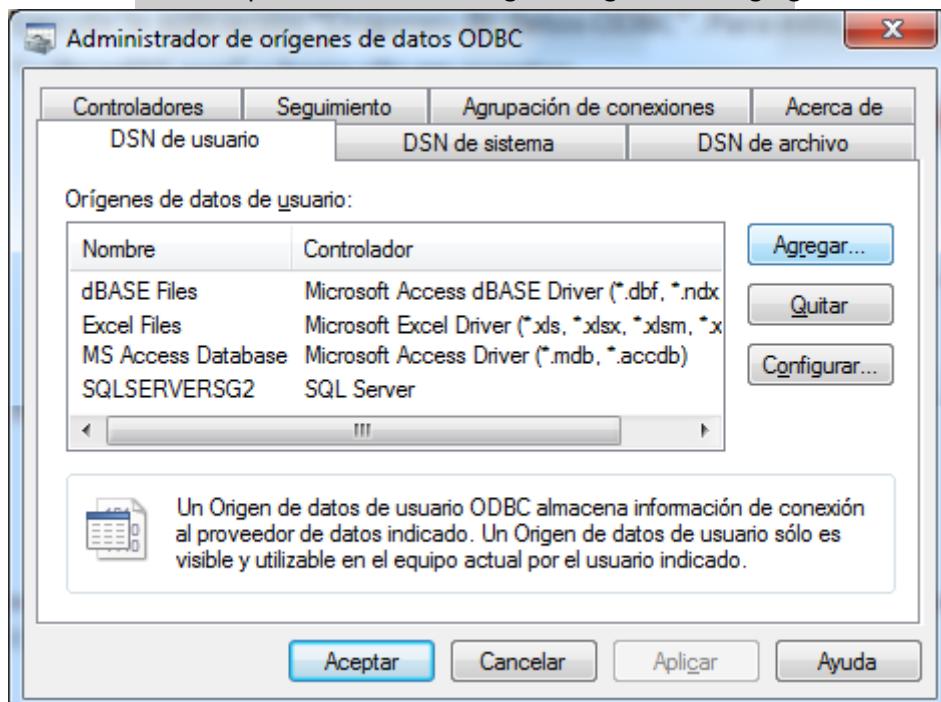
- a. Copie el contenido de la carpeta “Control Automático” a la computadora donde se ejecutará el módulo. Por ejemplo, cópiala a **C:\Control Automático**.



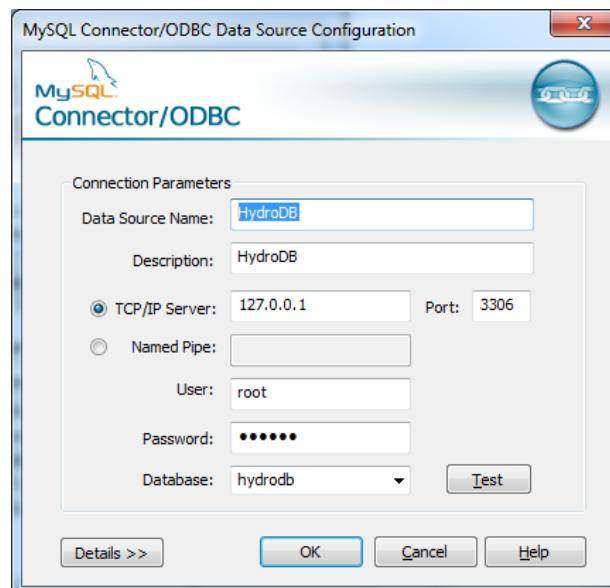
- b. Ejecute la aplicación “Orígenes de datos ODBC”. Para esto, vaya a Inicio → Ejecutar, escriba “odbcad32.exe” y haga clic en aceptar



- c. Se abrirá una pantalla como en la figura. Haga clic en “Agregar”



- d. En la pantalla siguiente, elegir “MySQL Server” y hacer clic en finalizar. Luego, configurar la pantalla siguiente:



Hacer clic en OK.

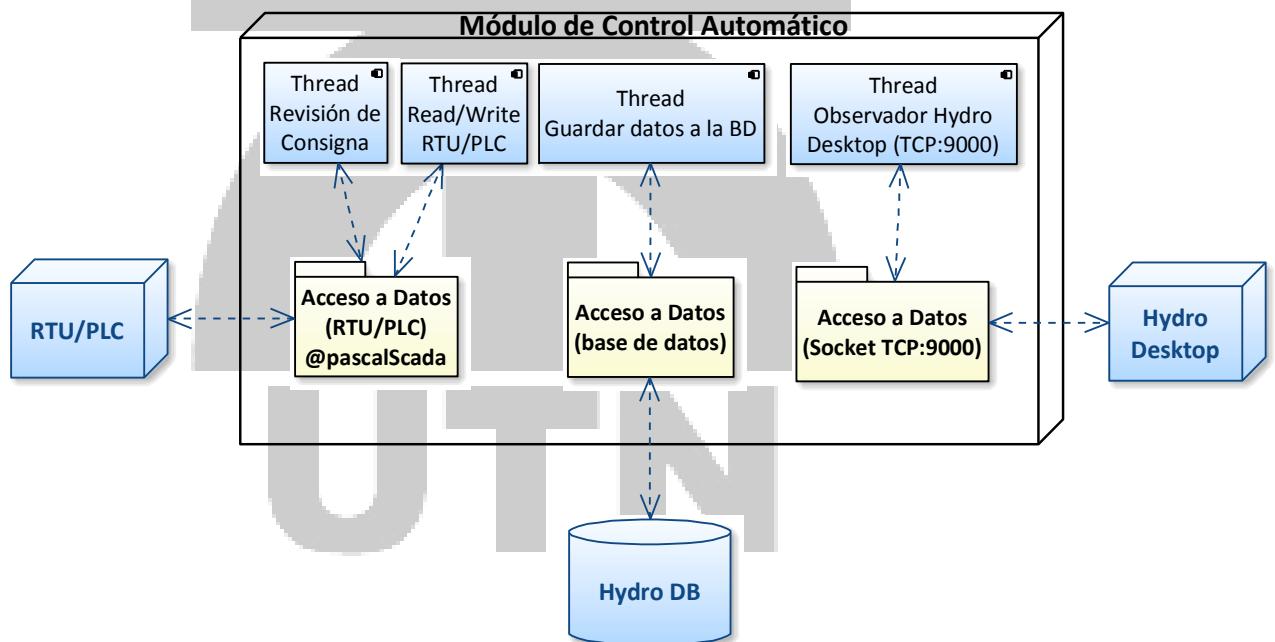
- e. Ya estamos en condiciones de abrir el módulo de control desde "ControlAutomatico.exe".



#### 4. FUNCIONAMIENTO

Este módulo se compone de 4 hilos (threads):

- Uno que es el encargado de Guardar las lecturas de los sensores y escrituras de valores en los actuadores en la Base de datos. Este thread guarda los datos periódicamente, al mismo intervalo de tiempo con el que se leen los datos de la RTU/PLC
- El segundo thread es el encargado de leer periódicamente datos de la RTU/PLC, utilizando el protocolo MODBUS/TCP. El mismo ha sido implementado utilizando los componentes PascalScada, de licencia libre.
- El tercer thread es un socket TCP/UDP que escucha por el puerto 9000. El mismo es el encargado de:
  - Registrar al observador Hydro Desktop
  - Recibir Solicitudes (consignas o secuencias) de Hydro Desktop, y satisfacerlas
- El último thread es el encargado de mantener en correcto funcionamiento la consigna seteada para el control automático, en caso que esté activa.



## Módulo Hydro Desktop

### 1. FUNCIONALIDAD BRINDADA

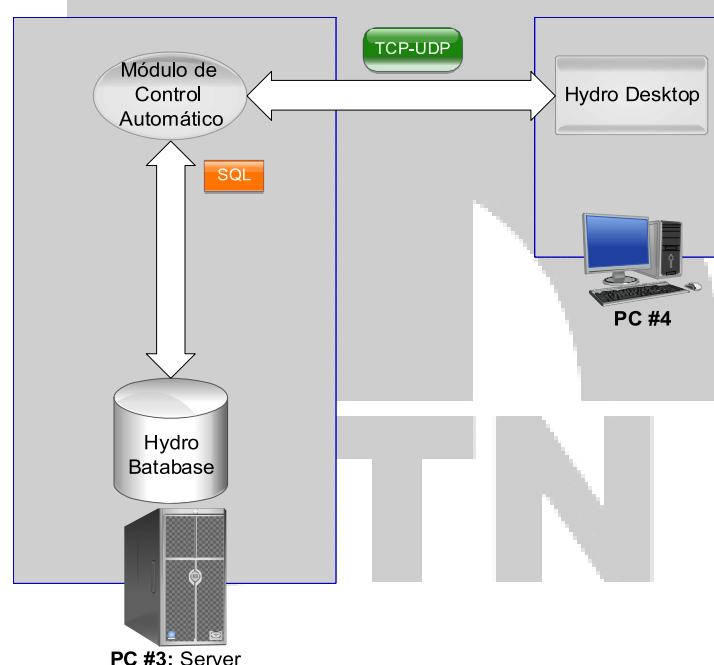
Este sistema permite al usuario supervisar el proceso de generación de energía eléctrica, y ajustar partes del mismo en caso que sea necesario.

Respecto a la supervisión, el usuario podrá en todo momento:

- Ver el estado de cada sensor ubicado a lo largo de la central hidroeléctrica, así como su valor actual e histórico
- Simular escenarios con diferentes características, para ver la respuesta del sistema ante las mismas

Respecto a los ajustes en actuadores, el usuario podrá:

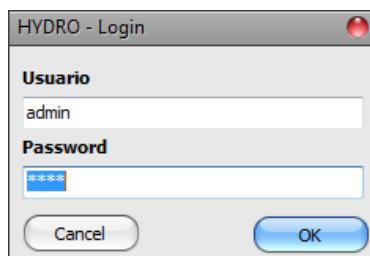
- Modificar manualmente el estado de las compuertas, válvulas, frenos, etcétera (solo para usuarios con permiso correspondiente)
- Emitir consignas que se revisen periódicamente para ser cumplidas. Por ejemplo: Mantener una generación de 24 KV.
- Emitir Secuencias de encendido y apagado de todos los equipos.



Además, este sistema permitirá la emisión de reportes de valores históricos sensados, historial de actividad de usuarios y alertas del sistema.

## 2. INTERFAZ DE USUARIO

Al ingresar al sistema, se le solicitará al usuario que se loguee, en una pantalla como la que se muestra en la *Figura 1*.



*Figura 1 – Login*

Según el perfil del usuario con el que se ingrese, se mostrarán más o menos controles en la interfaz de usuario. Hay 4 perfiles de usuario:

- Administrador: Puede ver y realizar todas las acciones posibles del sistema.
- Jefe de Planta: Puede ver y realizar todas las acciones posibles del sistema.
- Operario: Puede operar la planta en forma automatizada, y ver todos los reportes menos los de actividad del usuario. No puede administrar usuarios.
- Visitante: Solo puede ver el estado de la planta.

Las capturas de pantalla realizadas corresponden a las de un usuario del tipo "Administrador" o "Jefe de Panta", por lo que contienen todos los controles y funcionalidades. Se aclarará cuando una función no esté habilitada para algún tipo de usuario.

Una vez ingresado al sistema, podremos ver una pantalla como la que se muestra en la *Figura 2*.

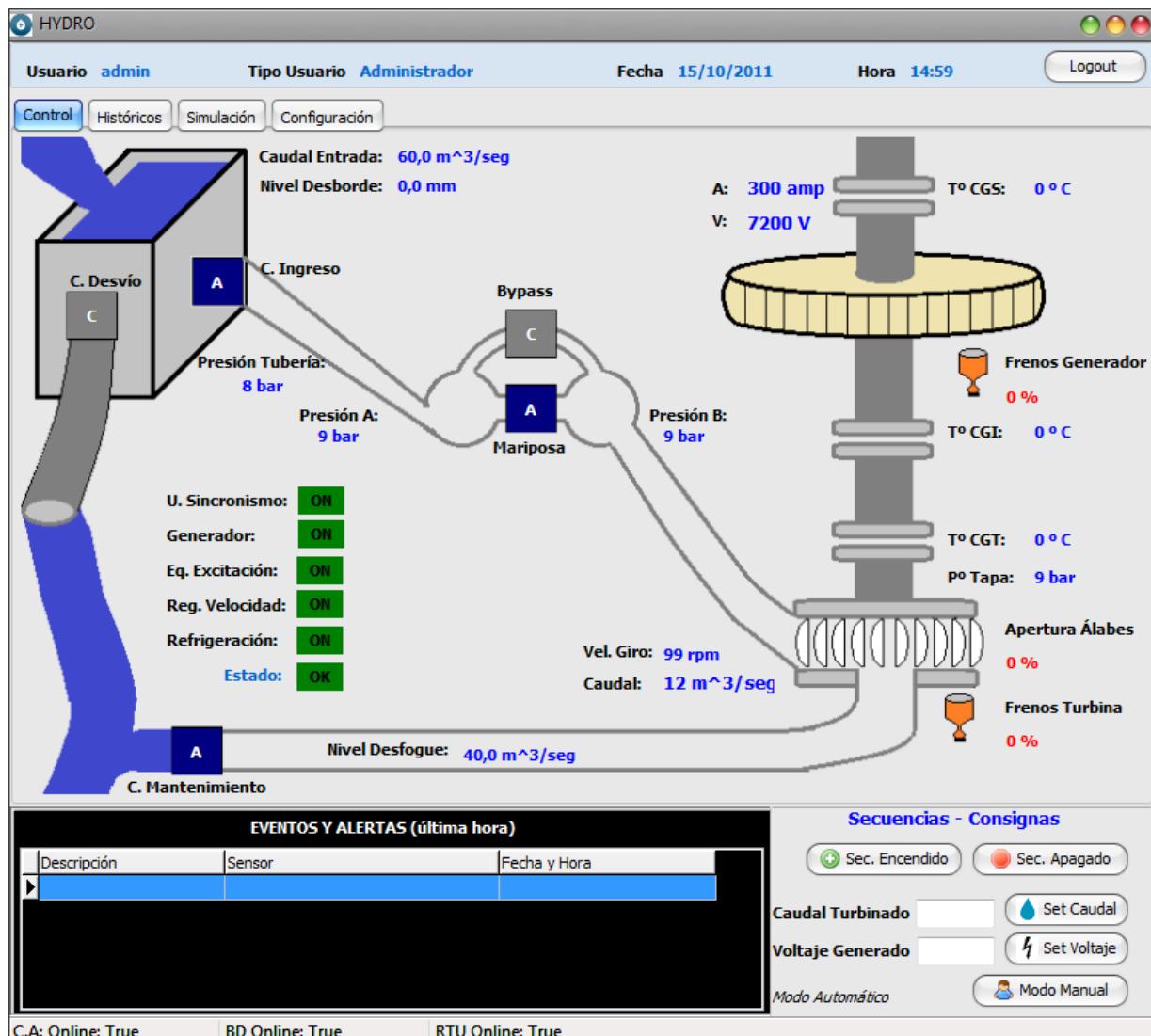


Figura 2 – Control

En la parte superior de esta pantalla (Figura 2.1) se encuentran los datos del usuario logueado, la fecha y la hora actual.

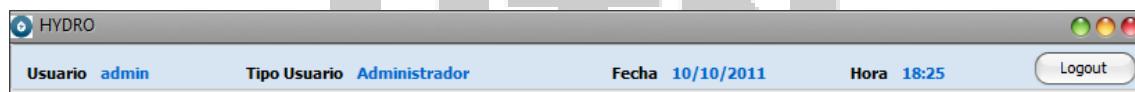


Figura 2.1 – Barra de Usuario

En la inferior, se encuentra una grilla con las alertas de la última hora (Figura 2.2), las secuencias, consignas y modos de funcionamiento (Figura 2.3), y una barra de estados de conexiones (Figura 2.4).

EVENTOS Y ALERTAS (última hora)		
Descripción	Sensor	Fecha y Hora

Figura 2.2 – Alertas

**Secuencias - Consignas**

	Sec. Encendido		Sec. Apagado
<b>Caudal Turbinado</b>			Set Caudal
<b>Voltaje Generado</b>			Set Voltaje
<i>Modo Automático</i>			
Modo Manual			

Figura 2.3 –Consignas

C.A: Online: True      BD Online: True      RTU Online: True

Figura 2.4 – Barra de Estado de Conexiones

Como puede observarse en la solapa **Control** (Figura 2), se incluye un gráfico representativo del circuito del agua en el proceso de generación de energía, junto con los valores de los sensores y actuadores correspondientes, como temperatura, presión, válvulas, compuertas, etcétera. De esta forma, el operador de turno puede visualizar fácilmente el estado del sistema.

El usuario puede interactuar con algunos de los controles de este gráfico, como las válvulas, compuertas y sistemas interviniéntes (Figura 3). Puede Abrir/Cerrar válvulas, encender/apagar sistemas como el de refrigeración, modificar la apertura de los álabes de la turbina o frenos, etcétera. Para poder hacer esto, el usuario debe ser un administrador o jefe de planta, y debe haber previamente habilitado el “modo manual” desde el panel de consignas (Figura 2.3).

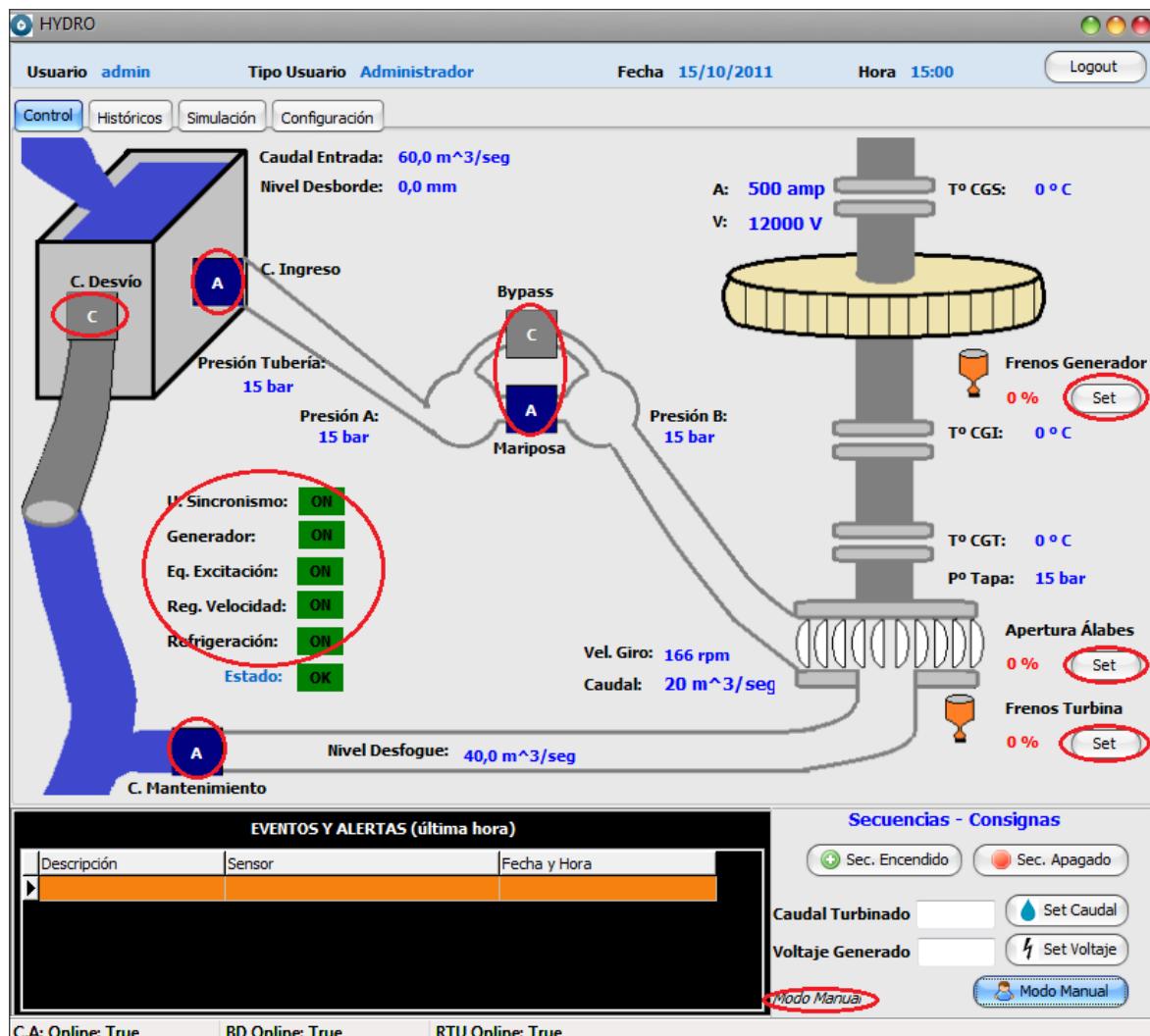


Figura 3 – Control en Modo Manual

Respecto a las **secuencias y consignas** (Figura 2.3):

- Una **secuencia** es un conjunto de acciones a ejecutar. En este caso, se presentan secuencias de encendido y apagado del sistema. Se han agrupado dichas funciones para evitar un posible error humano al realizar estas secuencias. Cualquier tipo de usuario, salvo los Visitantes pueden realizar secuencias.
  - La secuencia de encendido incluye los siguientes pasos
    1. Encender Sistema de Refrigeración
    2. Colocar Frenos de la turbina al 0%
    3. Colocar álabes al 0%
    4. Colocar frenos Generador al 0%
    5. Encender Generador
    6. Encender regulador de velocidad

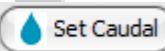
7. Encender Equipo de Excitación
8. Encender Unidad de Sincronización
9. Abrir Compuertas de Mantenimiento
10. Cerrar Válvula Mariposa
11. Abrir Compuerta de ingreso de Agua a la Tubería
12. Abrir bypass válvula mariposa
13. Cuando la Presión del lado A sea igual a la del lado B, Abrir Válvula Mariposa y Cerrar Bypass

- La secuencia de apagado incluye los siguientes pasos

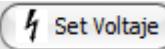
1. Cerrar Compuerta de ingreso de Agua a la Tubería
2. Colocar álabes al 100%
3. Cuando Presión del lado A sea igual a 0, cerrar Válvula Mariposa
4. Gradualmente
  1. Aplicar Frenos de la turbina al 100%
  2. Colocar frenos Generador al 100%
5. Apagar Generador
6. Apagar regulador de velocidad
7. Apagar Equipo de Excitación
8. Apagar Unidad de Sincronización
9. Apagar Sistema de Refrigeración

- Una **consigna** es una regla que se define y el sistema revisa y trata de cumplir cada un cierto tiempo. Particularmente, hay dos tipos de consignas

- De Caudal: En algunos lugares, el departamento de irrigación exige no turbinar más de cierta cantidad de metros cúbicos de agua por segundo, por lo que limitar esto puede ser útil en algunos contextos. Para esto, el usuario ingresa la cantidad de metros cúbicos y hace clic en "Set Caudal"

**Caudal Turbinado**  

- De Voltaje: Permite mantener el voltaje generado en un cierto valor, de ser posible. Para esto, el usuario ingresa la cantidad de voltaje y hace clic en "Set Voltaje"

**Voltaje Generado**  

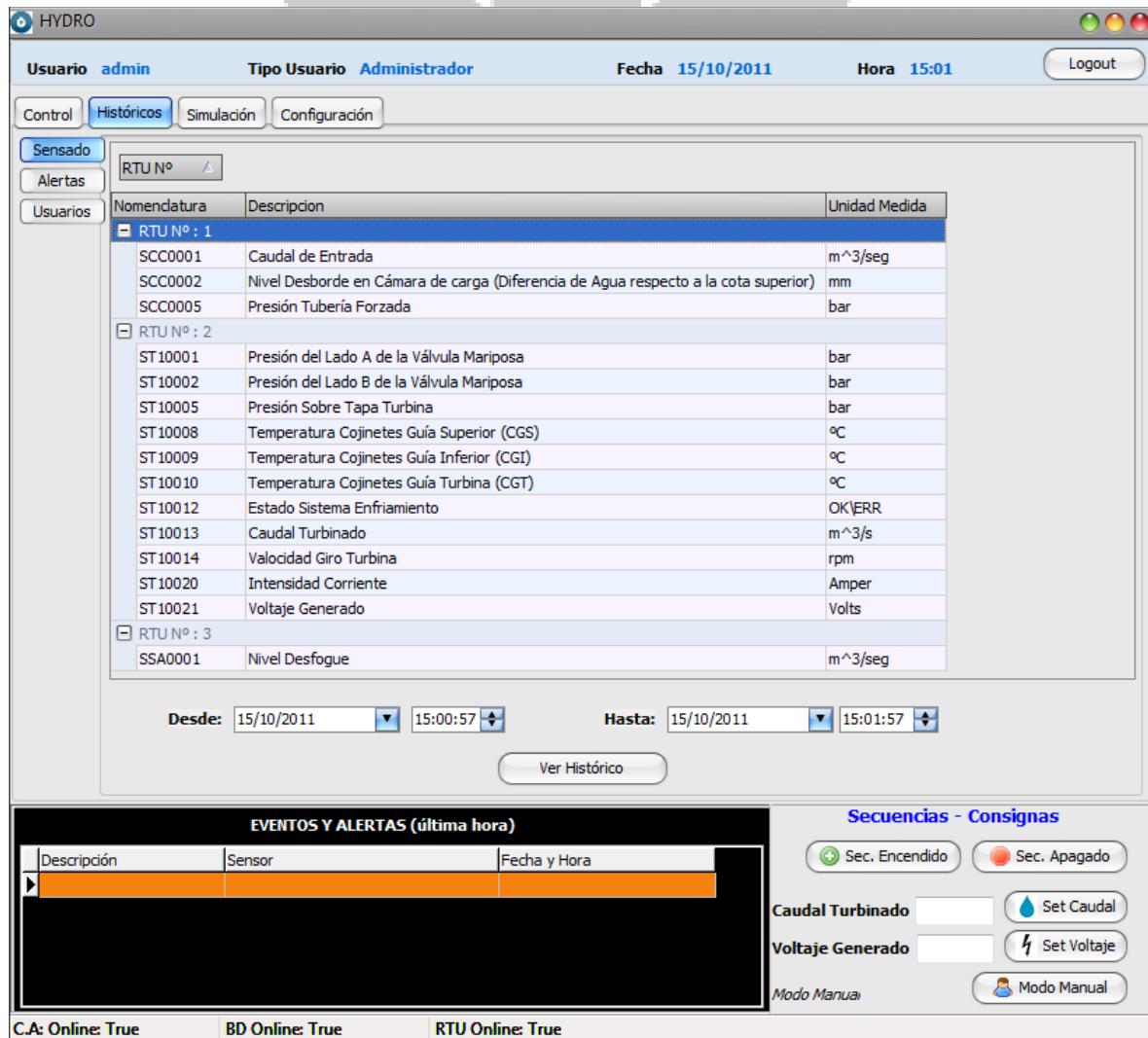
Las consignas de caudal y voltaje están disponibles para todos los usuarios, menos para los visitantes.

Una vez que el usuario ingresa una consigna, la misma se le enviará al *Módulo de Control Automático*, que será el encargado de revisarla y hacerla cumplir, de ser posible.

Respecto a las alertas (*Figura 2.2*), las mismas se producen cuando el valor de un sensor excede un determinado valor prefijado (ver solapa de configuración de alertas). Se indicarán las alertas de la última hora en la grilla de la figura.

La segunda solapa que presenta el sistema, es la de **Históricos**. La misma está disponible para todos los usuarios, excepto para los visitantes. Dentro de la misma, hay 3 sub-solapas.

La primera, la de **Sensado** (*Figura 4a*), que permite ver los valores históricos registrados por cada sensor, filtrados por fecha.



RTU Nº :	Nomenclatura	Descripción	Unidad Medida
RTU Nº : 1	SCC0001	Caudal de Entrada	m^3/seg
	SCC0002	Nivel Desborde en Cámara de carga (Diferencia de Agua respecto a la cota superior)	mm
	SCC0005	Presión Tubería Forzada	bar
RTU Nº : 2	ST10001	Presión del Lado A de la Válvula Mariposa	bar
	ST10002	Presión del Lado B de la Válvula Mariposa	bar
	ST10005	Presión Sobre Tapa Turbina	bar
	ST10008	Temperatura Cojinetes Guía Superior (CGS)	°C
	ST10009	Temperatura Cojinetes Guía Inferior (CGI)	°C
	ST10010	Temperatura Cojinetes Guía Turbina (CGT)	°C
	ST10012	Estado Sistema Enfriamiento	OK\ERR
	ST10013	Caudal Turbinado	m^3/s
	ST10014	Velocidad Giro Turbina	rpm
	ST10020	Intensidad Corriente	Amper
	ST10021	Voltaje Generado	Volts
RTU Nº : 3	SSA0001	Nivel Desfogue	m^3/seg

Desde: 15/10/2011 15:00:57 Hasta: 15/10/2011 15:01:57

Ver Histórico

EVENTOS Y ALERTAS (última hora)

Secuencias - Consignas

Sec. Encendido Sec. Apagado

Caudal Turbinado Set Caudal

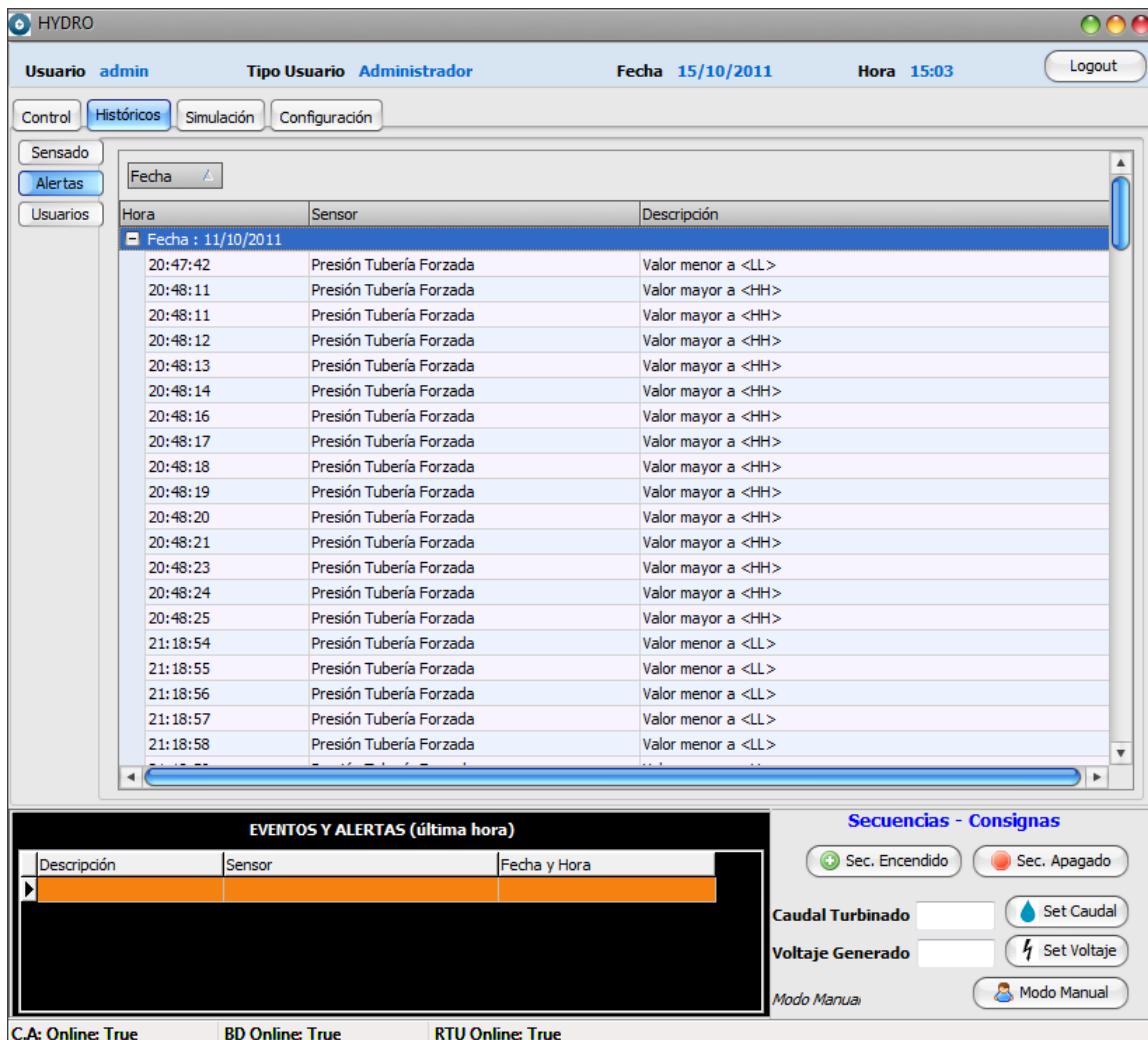
Voltaje Generado Set Voltaje

Modo Manual Modo Manual

C.A: Online: True BD Online: True RTU Online: True

Figura 4a – Históricos de Sensado

La segunda sub-solapa es la de Alertas (*Figura 4b*), que permite ver las alertas discriminadas por fecha.



Hora	Sensor	Descripción
20:47:42	Presión Tubería Forzada	Valor menor a <LL>
20:48:11	Presión Tubería Forzada	Valor mayor a <HH>
20:48:11	Presión Tubería Forzada	Valor mayor a <HH>
20:48:12	Presión Tubería Forzada	Valor mayor a <HH>
20:48:13	Presión Tubería Forzada	Valor mayor a <HH>
20:48:14	Presión Tubería Forzada	Valor mayor a <HH>
20:48:16	Presión Tubería Forzada	Valor mayor a <HH>
20:48:17	Presión Tubería Forzada	Valor mayor a <HH>
20:48:18	Presión Tubería Forzada	Valor mayor a <HH>
20:48:19	Presión Tubería Forzada	Valor mayor a <HH>
20:48:20	Presión Tubería Forzada	Valor mayor a <HH>
20:48:21	Presión Tubería Forzada	Valor mayor a <HH>
20:48:23	Presión Tubería Forzada	Valor mayor a <HH>
20:48:24	Presión Tubería Forzada	Valor mayor a <HH>
20:48:25	Presión Tubería Forzada	Valor mayor a <HH>
21:18:54	Presión Tubería Forzada	Valor menor a <LL>
21:18:55	Presión Tubería Forzada	Valor menor a <LL>
21:18:56	Presión Tubería Forzada	Valor menor a <LL>
21:18:57	Presión Tubería Forzada	Valor menor a <LL>
21:18:58	Presión Tubería Forzada	Valor menor a <LL>

**EVENTOS Y ALERTAS (última hora)**

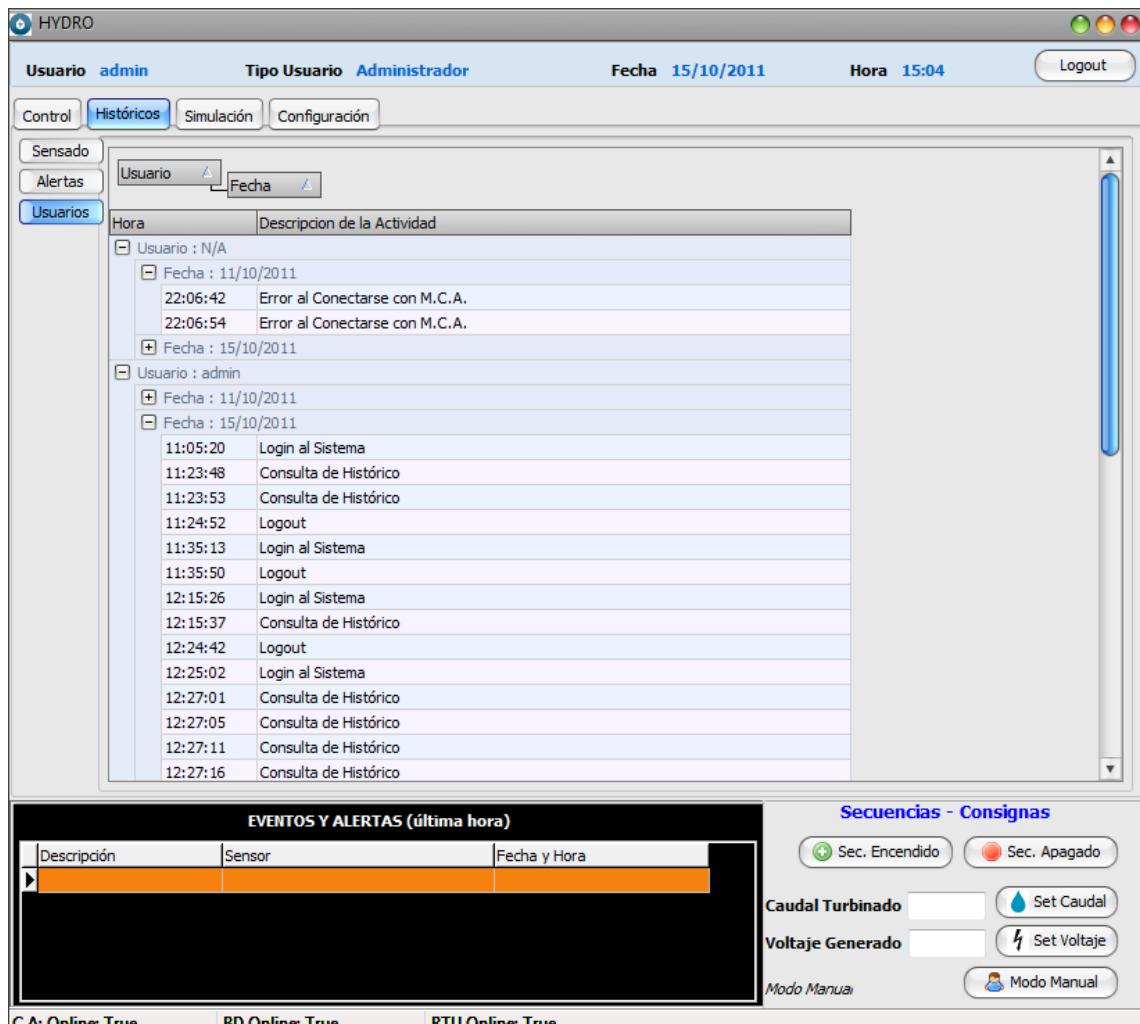
Descripción	Sensor	Fecha y Hora

**Secuencias - Consignas**

C.A: Online: True    BD Online: True    RTU Online: True

Figura 4b – Históricos de Alertas

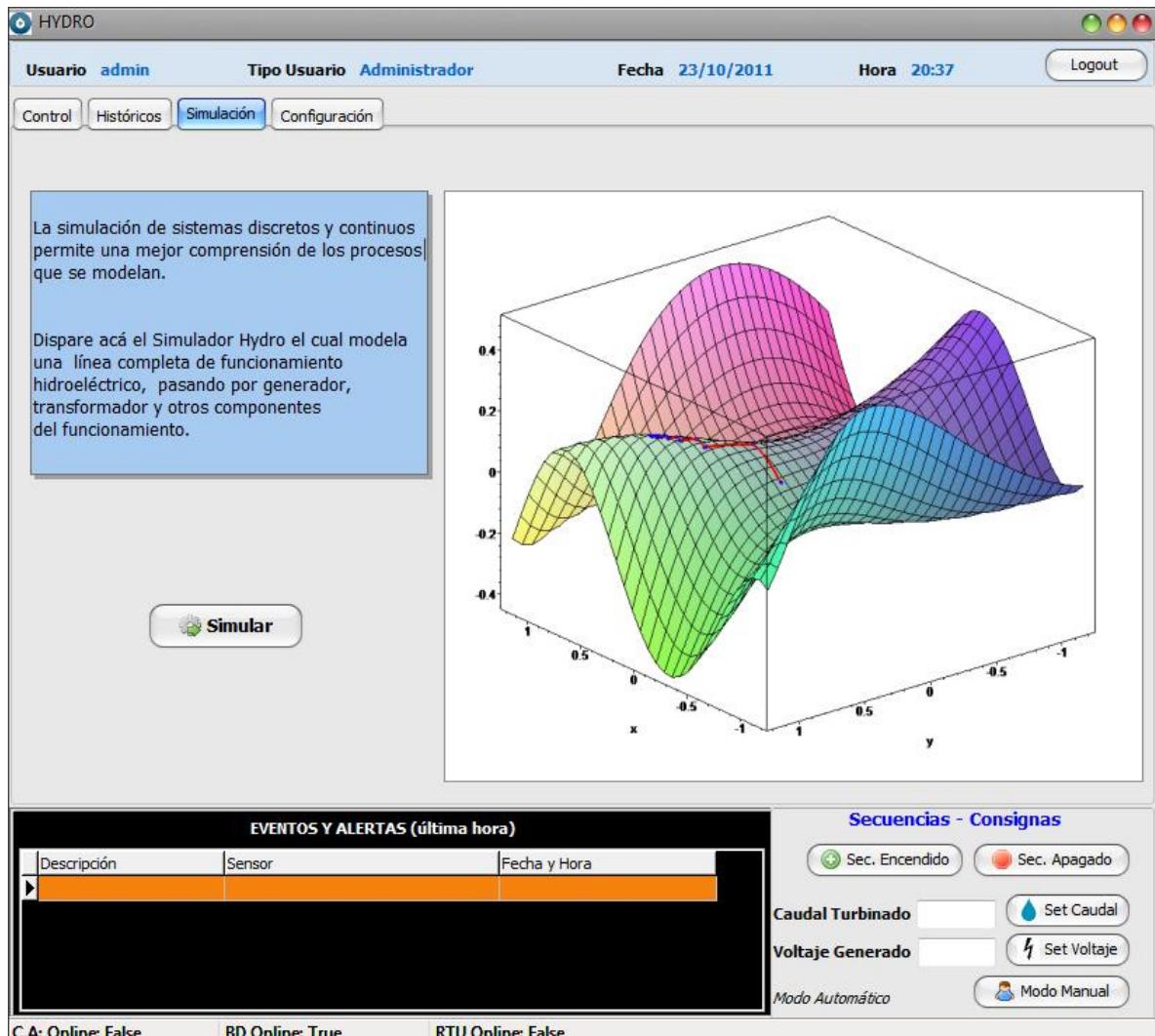
La última sub-solapa es la de Usuarios (*Figura 4c*), que permite lo que han hecho los usuarios desde su login al sistema. Sólo está disponible para el jefe de planta y administrador.



Hora	Descripción de la Actividad
Usuario : N/A	
Fecha : 11/10/2011	22:06:42 Error al Conectarse con M.C.A. 22:06:54 Error al Conectarse con M.C.A.
Fecha : 15/10/2011	
Usuario : admin	
Fecha : 11/10/2011	
Fecha : 15/10/2011	11:05:20 Login al Sistema 11:23:48 Consulta de Histórico 11:23:53 Consulta de Histórico 11:24:52 Logout 11:35:13 Login al Sistema 11:35:50 Logout 12:15:26 Login al Sistema 12:15:37 Consulta de Histórico 12:24:42 Logout 12:25:02 Login al Sistema 12:27:01 Consulta de Histórico 12:27:05 Consulta de Histórico 12:27:11 Consulta de Histórico 12:27:16 Consulta de Histórico

*Figura 4c – Históricos de Usuarios*

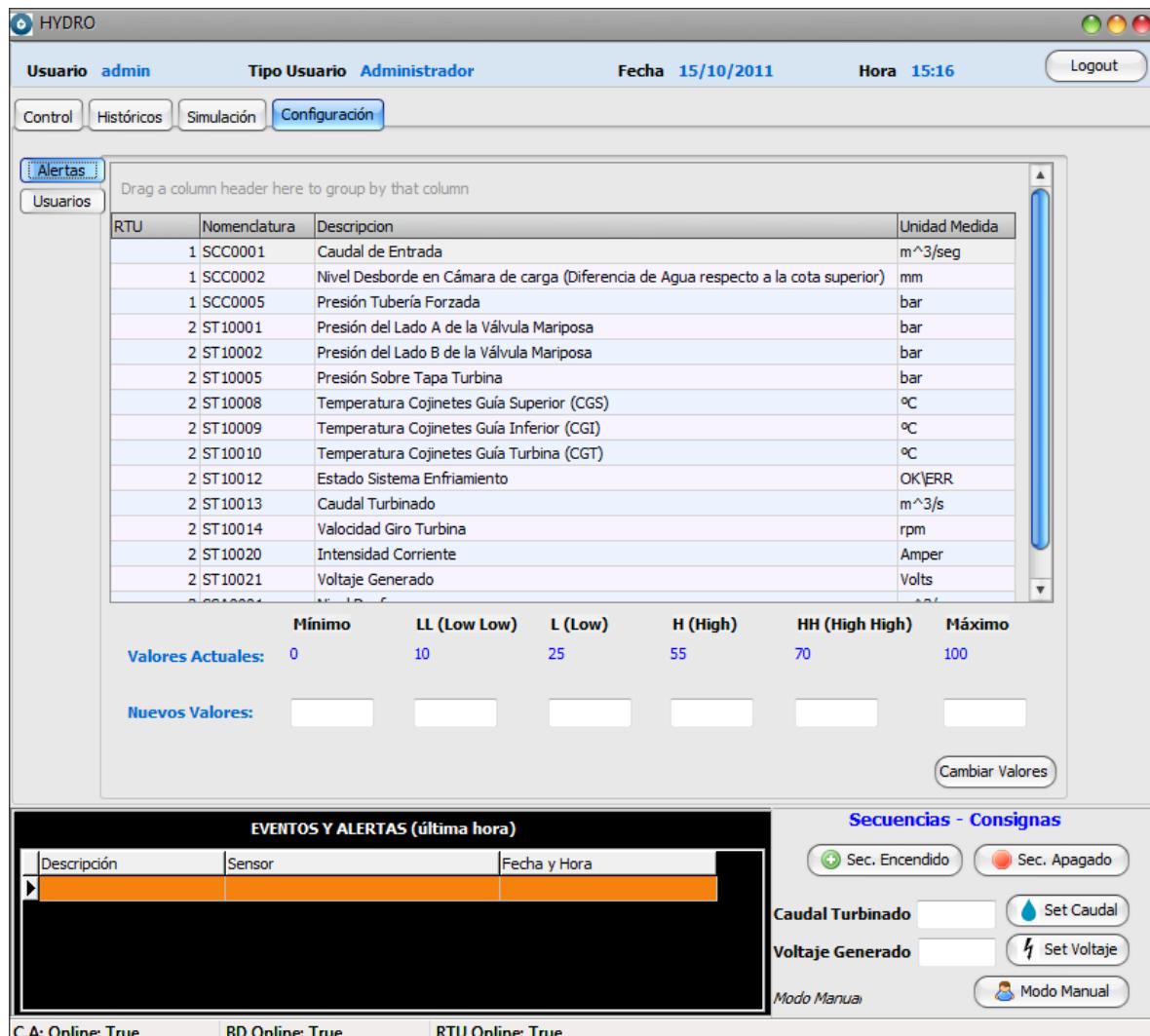
La tercera solapa, es la de **Simulación** (*Figura 5*). Desde la misma, presionando el botón “Simular”, se puede acceder a una interfaz de usuario para realizar simulaciones del ámbito hidroeléctrico.



*Figura 5 - Simulación*

*Nota: Para mayores detalles, consulte el manual de usuario del módulo de simulación*

La última solapa, es la de **Configuración** (*Figura 6 y 7*).



RTU	Nomenclatura	Descripción	Unidad Medida
1 SCC0001	Caudal de Entrada		m <sup>3</sup> /seg
1 SCC0002	Nivel Desborde en Cámara de carga (Diferencia de Agua respecto a la cota superior)		mm
1 SCC0005	Presión Tubería Forzada		bar
2 ST10001	Presión del Lado A de la Válvula Mariposa		bar
2 ST10002	Presión del Lado B de la Válvula Mariposa		bar
2 ST10005	Presión Sobre Tapa Turbina		bar
2 ST10008	Temperatura Cojinetes Guía Superior (CGS)		°C
2 ST10009	Temperatura Cojinetes Guía Inferior (CGI)		°C
2 ST10010	Temperatura Cojinetes Guía Turbina (CGT)		°C
2 ST10012	Estado Sistema Enfriamiento		OK\ERR
2 ST10013	Caudal Turbinado		m <sup>3</sup> /s
2 ST10014	Velocidad Giro Turbina		rpm
2 ST10020	Intensidad Corriente		Amper
2 ST10021	Voltaje Generado		Volts

Mínimo      LL (Low Low)      L (Low)      H (High)      HH (High High)      Máximo

Valores Actuales: 0      10      25      55      70      100

Nuevos Valores:

Cambiar Valores

EVENTOS Y ALERTAS (última hora)

Descripción	Sensor	Fecha y Hora

Secuencias - Consignas

Sec. Encendido  Sec. Apagado   
 Caudal Turbinado  Set Caudal   
 Voltaje Generado  Set Voltaje   
 Modo Manual

C.A: Online: True      BD Online: True      RTU Online: True

*Figura 6 – Configuración de Alertas*

Esta solapa se encuentra dividida en 2:

- Configuración de alertas (*Figura 6*)

Desde aquí se puede configurar, para cada sensor, los valores a partir de los cuales alertar. Se consideran normales los valores ubicados entre L(Low) y H(High), altos entre LL y L, y entre H y HH, y extremos cuando están entre el mínimo y HH, o entre HH y el máximo.

- Configuración de usuarios (*Figura 7*)

- Panel de Cambio de Clave: Disponible para todos los usuarios. Desde aquí, se puede cambiar la clave de acceso al sistema.

- Panel de Usuarios Actuales: Disponible para administrador o jefe de planta. Desde aquí se puede cambiar el perfil de un usuario, restaurarle la clave, o eliminar al mismo.
- Panel de Ex usuarios: Disponible para administrador o jefe de planta. Desde aquí se pueden restaurar usuarios previamente eliminados.
- Panel para Agregar Usuarios: Disponible para administrador o jefe de planta. Haciendo clic en “Agregar Usuario” se puede agregar un nuevo usuario al sistema.

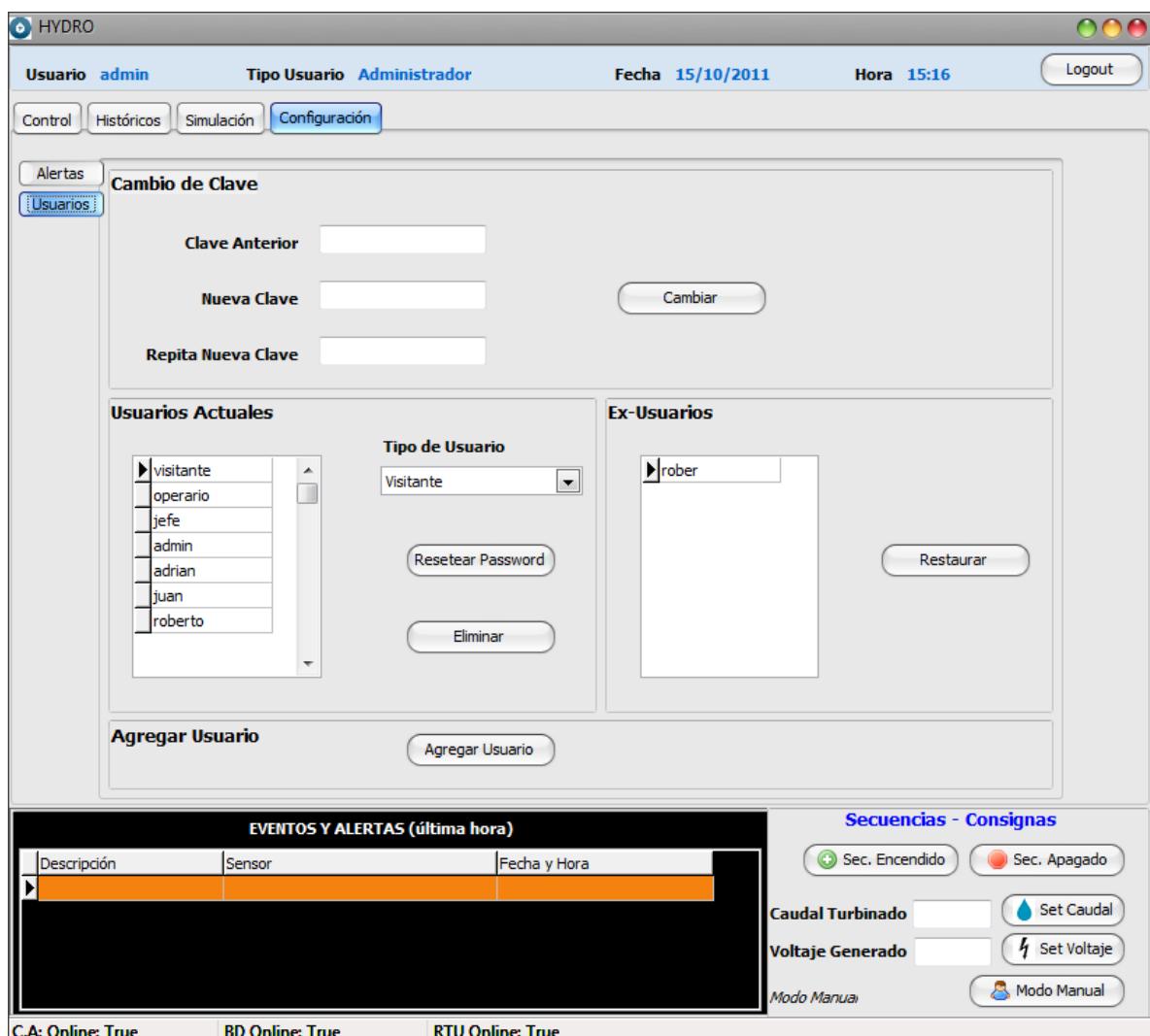
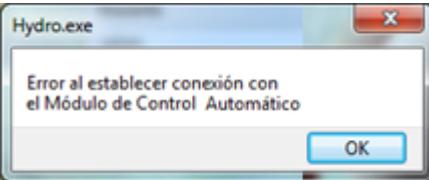
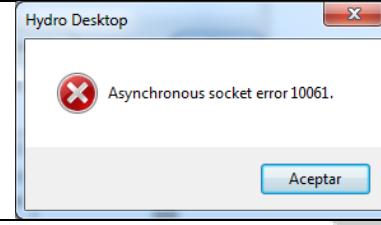
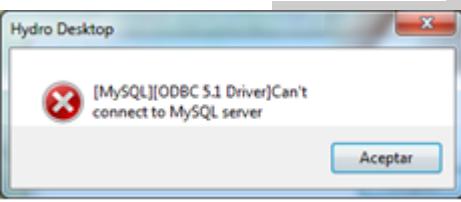


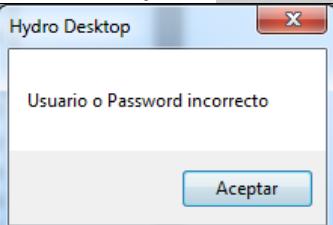
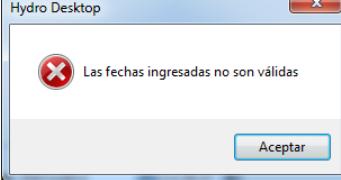
Figura 6 – Configuración de usuarios

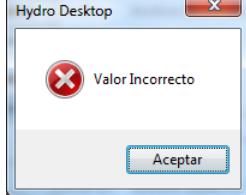
### 3. MENSAJES DE ERROR

Durante el funcionamiento, pueden aparecer los siguientes mensajes de error

Mensaje de Error	Motivo del Error	Tipo de Error	Cómo Corregirlo
	No se puede establecer una conexión con el Módulo de control Automático	Fatal	Revisar la conexión de red del equipo, y que el Módulo de control esté activo. Reiniciar Hydro
	El puerto para comunicarse con el servidor se encuentra cerrado o en conflicto	Fatal	Revise que el firewall tenga las excepciones correspondientes para Hydro y que el M.C.A esté activo. Reiniciar Hydro
	La base de datos no se encuentra en la IP:Puerto que indica la configuración.	Fatal	Revise la configuración de "Orígenes de Datos ODBC" y el Archivo Hydro.ini. Verifique que la IP que figura en ambos lugares sea la del servidor. Revise que el servicio de la BD esté activo.

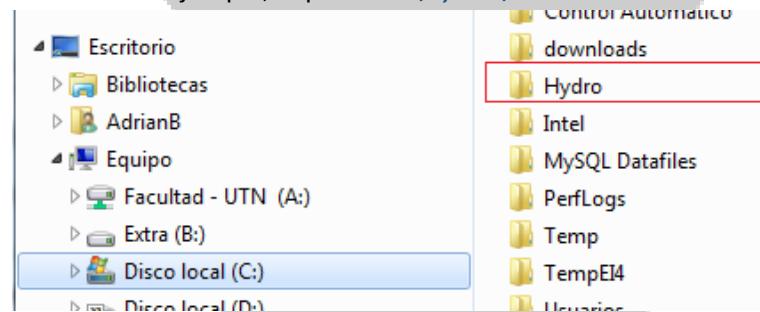
El resto de los errores que pueden producirse, son debido a errores del operario, a saber:

Mensaje de Error	Descripción
	Se produce en la ventana de login. El usuario ingresó un par <usuario;clave> incorrecto.
	Se produce al solicitar un Reporte de Histórico de Sensado, cuando el usuario ingresa una "Fecha Desde" posterior a la "Fecha Hasta"

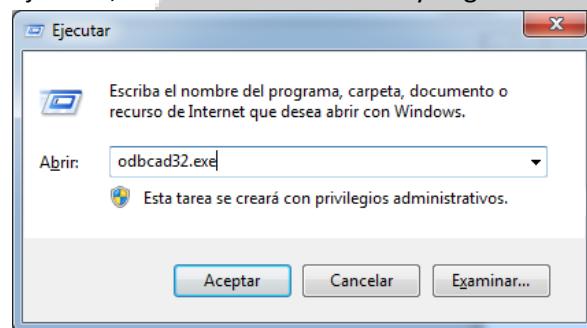
	<p>Se produce al setear los límites de los sensores, cuando se ingresan valores que no son crecientes.</p>
	<p>Se produce al setear manualmente un actuador, cuando se ingresa un valor fuera del rango correspondiente.</p>

#### 4. INSTALACIÓN y PUESTA EN MARCHA

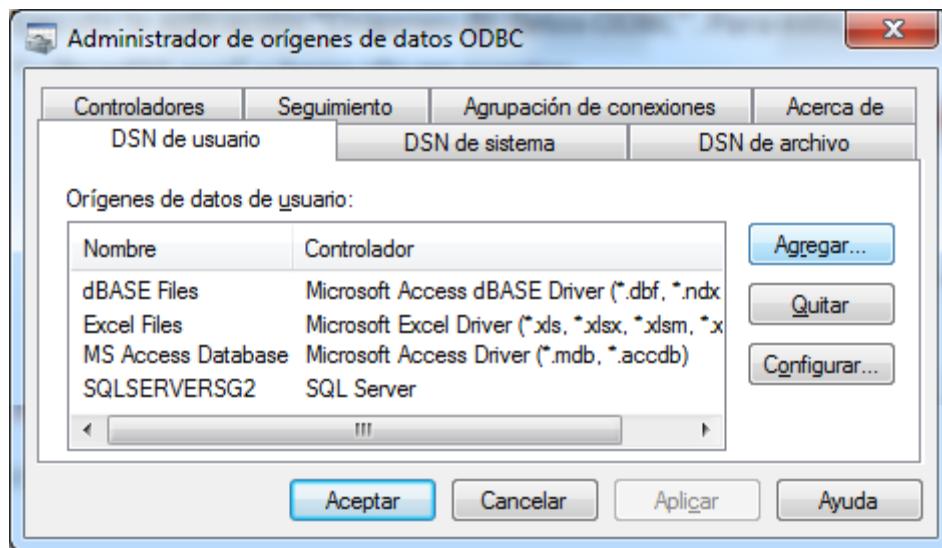
- Copie el contenido de la carpeta “Hydro” a la computadora donde se ejecutará el módulo. Por ejemplo, cópiela a [C:\Hydro](#).



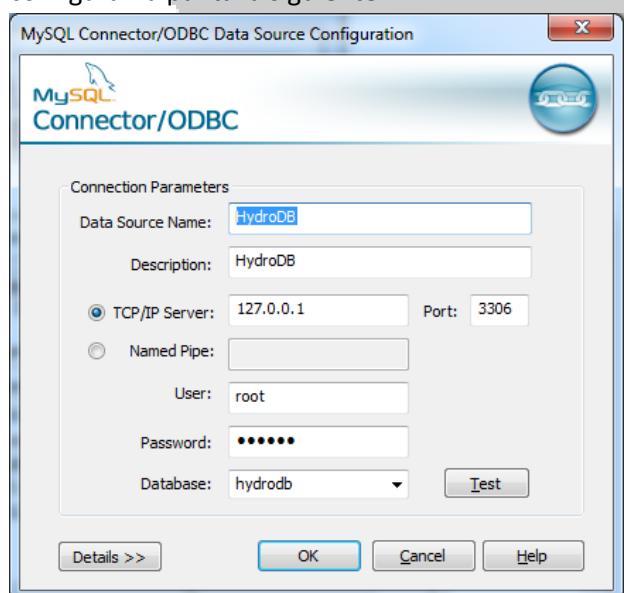
- Ejecute la aplicación “Orígenes de datos ODBC”. Para esto, vaya a Inicio → Ejecutar, escriba “odbcad32.exe” y haga clic en aceptar



- Se abrirá una pantalla como en la figura. Haga clic en “Agregar”



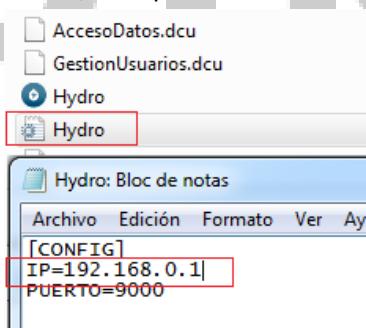
- d. En la pantalla siguiente, elegir “MySQL Server” y hacer clic en finalizar. Luego, configurar la pantalla siguiente:



- Data Source Name: HydroDB
- TCP/IP Server: Dirección IP del Servidor donde se ubica la Base de datos.
- Puerto: 3306
- User: root
- Password: 123456
- Database: hydrodb

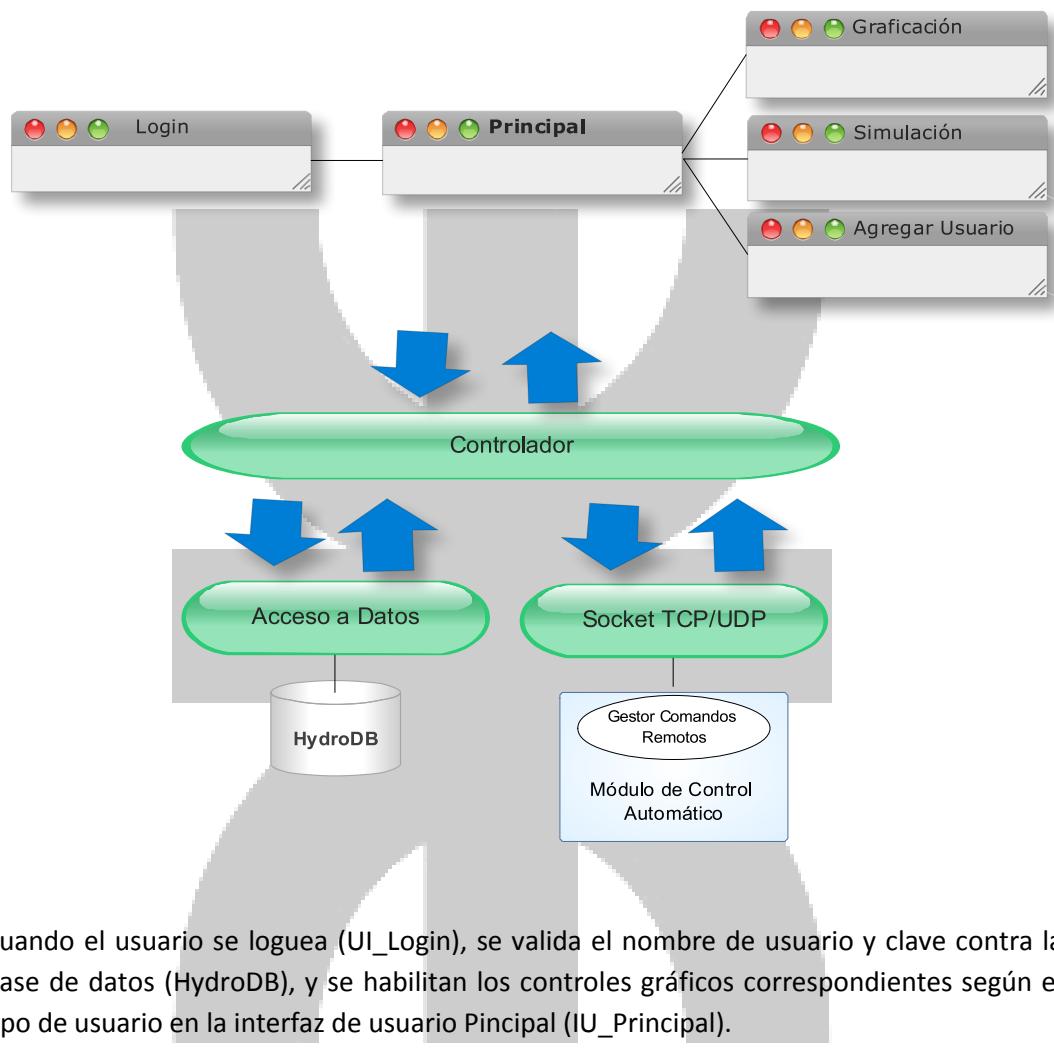
Hacer clic en OK.

- e. Vaya a donde instaló Hydro (por ejemplo, C:\Hydro\)) y edite el archivo “Hydro.ini”. Donde dice IP, coloque la IP del servidor



## 5. FUNCIONAMIENTO

Internamente, el sistema posee 5 interfaces de usuario, como puede verse en la figura inferior.



Cuando el usuario se loguea (UI\_Login), se valida el nombre de usuario y clave contra la Base de datos (HydroDB), y se habilitan los controles gráficos correspondientes según el tipo de usuario en la interfaz de usuario Principal (IU\_Principal).

Una vez ahí, a través del socket TCP/UDP se establece una comunicación con el módulo de control automático para el envío de comandos y consignas, y para la recepción de valores de las RTU.

Las otras interfaces de usuario son:

- **Graficación:** Se accede cuando el usuario desea ver el historial sensado de un sensor en particular. Se obtiene de HydroDB los valores correspondientes, y se grafican en la Interfaz de usuario de Graficación (IU\_Graficación)
- **Simulación:** Se accede desde la Solapa de Simulación. Se abre una nueva Interfaz que realiza una interfaz con simulink para modelar el escenario deseado.

- Agregar usuario: Como su nombre lo indica, sirve para agregar un usuario al sistema. Sólo está disponible para el administrador o jefe de planta. (IU\_AgregarUsuario)

Volviendo a la comunicación entre Hydro y el módulo de control automático (MCA), se definió un protocolo para el envío de comandos a MCA sobre TCP, a saber:

Nº Comando	Trama	Funcionalidad
01	#01<CantidadCaudal>#	Solicita aplicar una consigna de caudal en el MCA, con el valor <CantidadCaudal> (previamente validado)
02	#02<CantidadVoltaje>#	Solicita aplicar una consigna de voltaje en el MCA, con el valor < CantidadVoltaje > (previamente validado)
03	#03#	Solicita habilitar el modo manual de consignas.
04	#04#	Solicita Iniciar una secuencia de encendido.
05	#05#	Solicita Iniciar una secuencia de apagado.
06	#06<RTU> <Dir.Memoria> <Valor>#	Solicita setear un valor a un actuador de una dirección de memoria de una RTU determinada.

Para el caso de las lecturas de los datos en tiempo real, se utiliza el protocolo UDP.



## Módulo de Generación de Datos

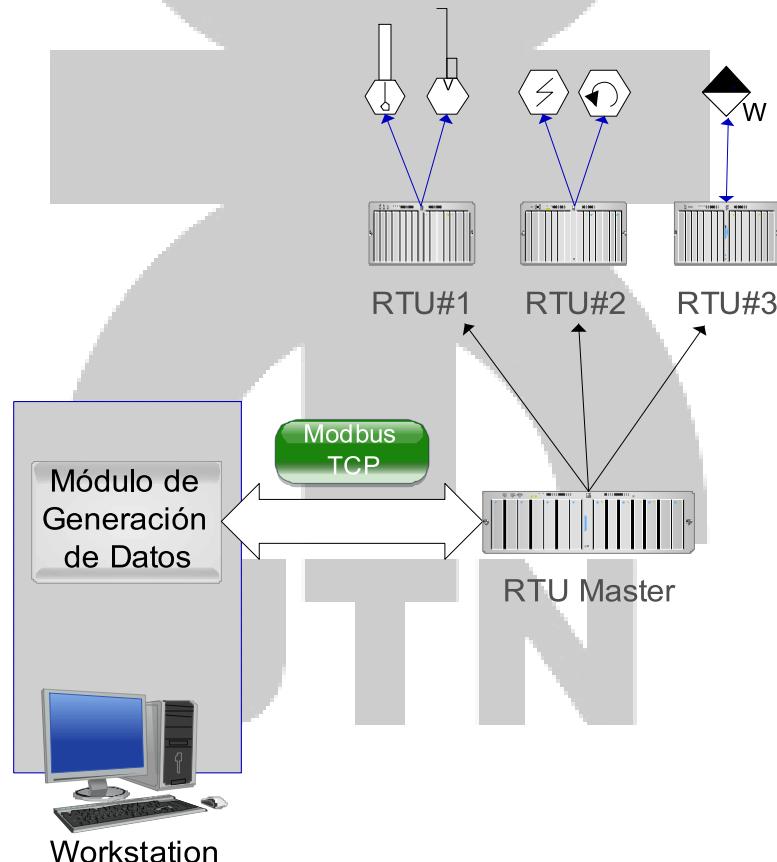
### 1. FUNCIONALIDAD BRINDADA

Este módulo tiene por objetivo simular la captura de información de sensores, en el ambiente de una central hidroeléctrica.

Para ello, el usuario ingresa las tendencias de los datos que quiere generar, y el programa periódicamente envía paquetes MODBUS-TCP a un simulador de RTU/PLC, simulando el funcionamiento de sensores reales de temperatura, presión, caudal, etcétera.

La generación de datos se realiza aleatoriamente teniendo en cuenta:

- Las tendencias especificadas por el usuario
- Valores generados anteriormente
- Valores de los actuadores del simulador de RTU/PLC



## 2. INTERFAZ DE USUARIO

Al ingresar al programa, podemos ver la pantalla principal, como se muestra en la *Figura 1*.



Figura 1

La misma se divide en las siguientes partes:

### f. Detalles de Conexión

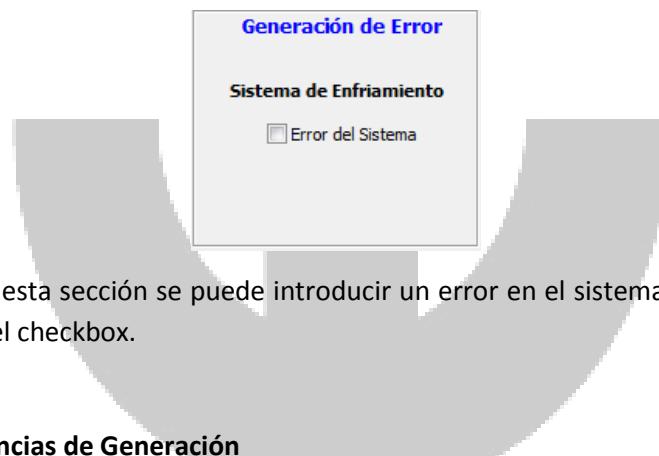
Refresco [ms]	1000
Host (IPv4)	127.0.0.1
Puerto	502

En este sector, se puede configurar los datos relativos a la conexión con la RTU o PLC. Estos datos son:

- Refresco: Indica cada cuanto tiempo se van a generar nuevos datos. Por defecto, 1 segundo (1000 milisegundos)

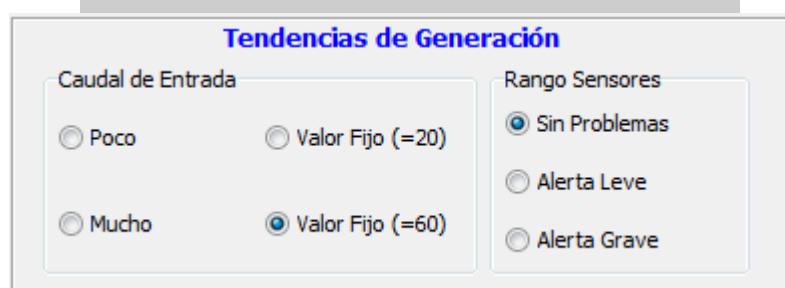
- Host: Es la dirección IPv4 de la RTU/PLC.
- Puerto: Puerto TCP por el que escucha la RTU/PLC. Por defecto, 502, que es el puerto de escucha del protocolo MODBUS-TCP.

#### g. Generación de errores



Desde esta sección se puede introducir un error en el sistema de enfriamiento, al tildar el checkbox.

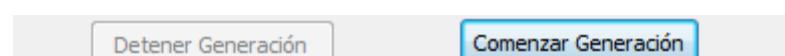
#### h. Tendencias de Generación



Desde aquí se pueden definir a grandes rasgos las tendencias que tendrán los datos que se vayan generando.

- a. Caudal de entrada: Indica cuántos  $\text{m}^3/\text{segundo}$  de agua ingresarán a la planta.
- b. Rango Sensores: Permite definir la amplitud de valores que se generen para los sensores. Estos pueden funcionar normalmente, produciendo alertas leves, o alertas graves. (Ver tabla de Sensores y Actuadores)

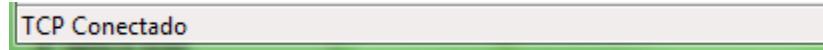
#### i. Botones de Iniciar y Detener Generación



Como su nombre lo indica, una vez definido todo lo anterior, se puede dar inicio a la generación de datos haciendo clic en "Comenzar Generación".

Cuando se deseé, se puede hacer clic en “Detener Generación” para dejar de generar datos.

#### j. Barra de Estado



Indica si el módulo está o no conectado a la RTU/PLC.

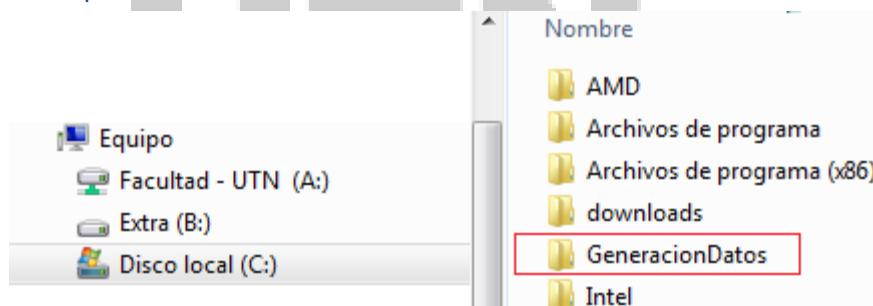
### 3. MENSAJES DE ERROR

Durante el funcionamiento, pueden aparecer los siguientes mensajes de error

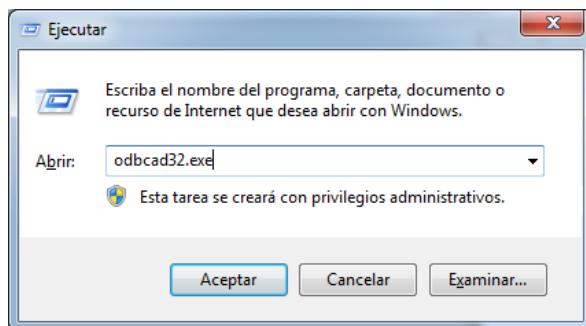
Mensaje de Error	Motivo del Error	Tipo de Error	Cómo Corregirlo
	No se puede establecer una conexión con el Servidor.	Fatal	Revisar que el servidor esté operativo. Reiniciar el Generador de datos
	La RTU ha dejado de responder.	Fatal	Revisar que la RTU esté conectada, y que la red que conecta este módulo con la RTU esté operativa

### 4. INSTALACIÓN y PUESTA EN MARCHA

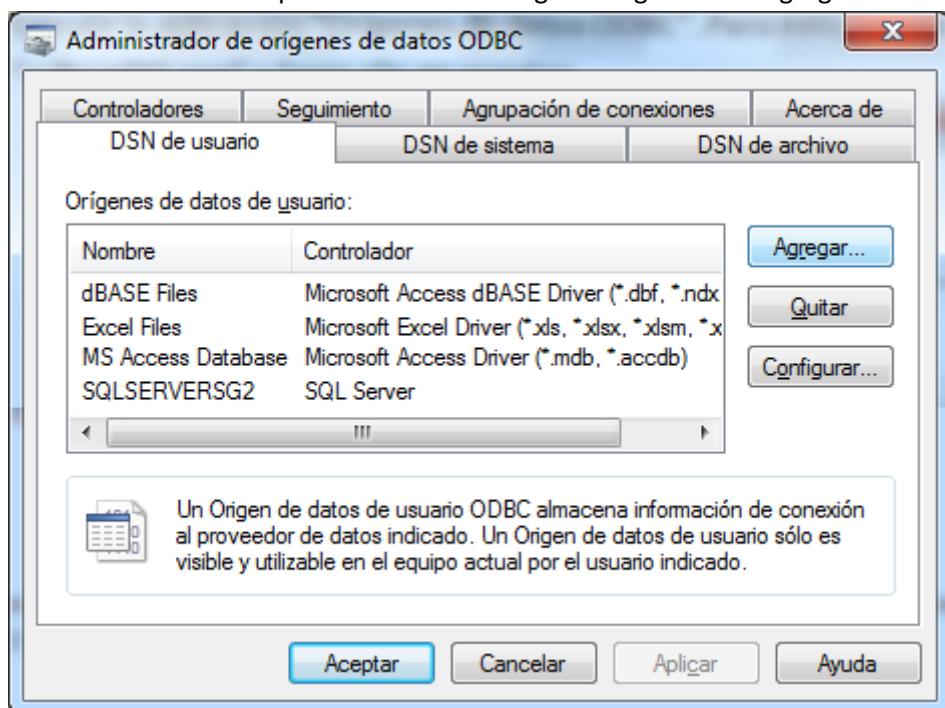
- Copie el contenido de la carpeta “Generación de Datos” a la computadora donde se ejecutará el módulo. Por ejemplo, cópiela a [C:\Generación de Datos\](C:/Generación de Datos).



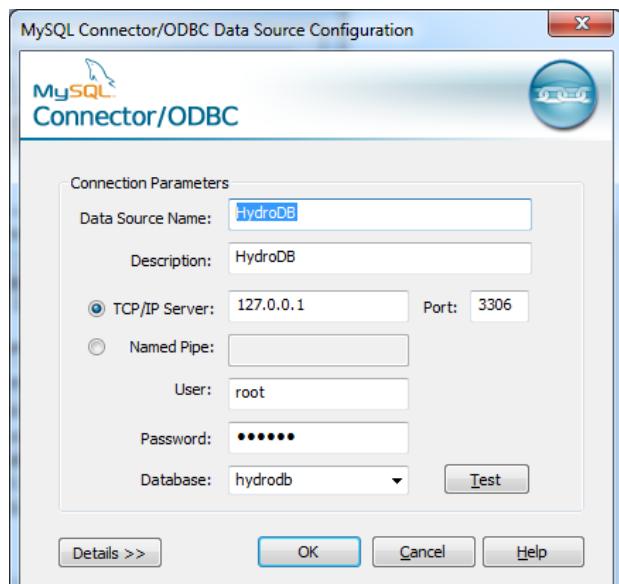
- Ejecute la aplicación “Orígenes de datos ODBC”. Para esto, vaya a Inicio → Ejecutar, escriba “odbcad32.exe” y haga clic en aceptar



c. Se abrirá una pantalla como en la figura. Haga clic en “Agregar”



d. En la pantalla siguiente, elegir “MySQL Server” y hacer clic en finalizar. Luego, configurar la pantalla siguiente:



Hacer clic en OK.

- Data Source Name: HydroDB
- TCP/IP Server: Dirección IP del Servidor donde se ubica la Base de datos
- Puerto: 3306
- User: root
- Password: 123456
- Database: hydrodb

- e. Ya estamos en condiciones de abrir el generador de datos desde "GeneracionDatos.exe". Recuerde que la RTU y el servidor deben de estar conectados para que pueda funcionar adecuadamente el módulo

## 5. FUNCIONAMIENTO

El sistema mantiene en memoria una serie de datos de cada sensor, a saber:

```

1.  TSensor = Array[1..15] of record
2.    LL,L,H,HH: integer;
3.    max,min: integer;
4.    LimiteInferior, LimiteSuperior: integer;
5.    nomenclatura: string;
6.    Valores: Array[0..9] of integer;
7.    index: integer;
8.  end;

```

- Valores de las Alertas (LL,L,H,HH)
- Valores máximo y mínimo que puede presentar cada sensor
- Límite Inferior y Superior de Generación: Entre qué conjunto de valores va a generar el programa. Estos límites varía cuando el usuario selecciona generar datos con alertas leves, graves o sin alertas.
- Nomenclatura: nombre del sensor
- Valores[]: Histórico de los últimos 10 valores del sensor. Sirven para poder seguir generando datos respetando una tendencia
- Index: último valor ingresado en Valores[]

Periódicamente, según el tiempo de Refresco definido en el panel “Detalles de Conexión”, el sistema define el nuevo valor para cada sensor de un modo aleatorio respetando las tendencias, mediante la siguiente función:

```

1.  function aleatorio(valorAnterior:integer;
2.                      LimiteInferior, LimiteSuperior: integer;
3.                      probabilidadIncrementar, probabilidadMantenerse,
4.                      probabilidadDecrementar: double;
5.                      rangoIncremento:integer): integer;
6.  var valorNuevo: double;
7.      dado, dadoDelta: double;
8.  begin
9.      dado:= random();
10.     if dado <= probabilidadMantenerse then
11.         begin
12.             // Se mantiene el valor anterior
13.             valorNuevo:= valorAnterior;
14.         end
15.     else

```

```

16.      begin
17.          repeat
18.              dadoDelta:= random(rangoIncremento)+1;
19.          until dadoDelta<>0;
20.
21.          if (dado<=(probabilidadMantenerse+probabilidadIncrementar)) or
22.              (valorAnterior<LimiteInferior) then
23.              begin
24.                  // Se incrementa el valor
25.                  valorNuevo:= valorAnterior + dadoDelta;
26.                  if valorNuevo>LimiteSuperior then valorNuevo:= LimiteSuperior;
27.              end
28.          else
29.              begin
30.                  // Se decrementa el valor
31.                  valorNuevo:= valorAnterior - dadoDelta;
32.                  if valorNuevo<LimiteInferior then valorNuevo:= LimiteInferior;
33.              end;
34.          end;
35.      result:= trunc(valorNuevo);
36.  end;
37.

```

La función “aleatorio()” funciona de la siguiente manera. Se le pasa como parámetro el valor anterior del sensor, los límites actuales entre los que se debe generar el nuevo valor, y las probabilidades de mantener el valor actual, incrementar el valor, o decrementar.

Se genera un número aleatorio (entre 0 y 1) en la variable *dado*. Si su valor es menor a la probabilidad de mantenerse, el sensor mantiene su valor. Si no, se tira otro dado, que va a dar el incremento *delta* del sensor, que se sumará o restará en función de la probabilidad de incrementar o decrementar.

A continuación, se explica sensor por sensor cómo se calcula su nuevo valor:

#### 1) SCC001 - Sensores[1] - Caudal de Entrada

Está afectado por el caudal de entrada elegido en la interfaz de usuario.

SCC001 - Sensores[1] - Caudal de Entrada	Probabilidad de Aumentar	Probabilidad Mantenerse	Probabilidad de Disminuir
Poco Caudal (*)	0.3	0.5	0.2
Mucho Caudal (*)	0.33	0.33	0.34
Valor Fijo	0	1	0

(\*) La elección de uno de estos también condiciona los límites inferior y superior de generación de la siguiente forma:

- *Poco Caudal*: El límite inferior es el mínimo valor que puede tener el sensor (min), y el límite superior es el máximo (max) dividido 3.
- *Mucho Caudal*: El límite inferior es el máximo valor que puede tener el sensor (max) dividido 3, y el límite superior es el máximo (max).

2) SCC002 - Sensores[2] - Nivel Desborde en Cámara de Carga

Este sensor está afectado por el Caudal de Entrada (SCC001) y por los actuadores de la Compuerta de desvío (ACC0003) y Compuerta ingreso a tubería forzada (ACC0004)

Compuerta de desvío (ACC0003)	Compuerta ingreso a tubería forzada (ACC0004)	Probabilidad de Aumentar	Probabilidad Mantenerse	Probabilidad de Disminuir
Cerrada	Cerrada	0	0	1
Cerrada	Abierta	0	1	0
Abierta	Cerrada	0.8	0.2	0
Abierta	Abierta	0.2	0.2	0.6
		0.6	0.2	0.2
		0.15	0.7	0.15

La determinación de las últimas 3 probabilidades está dada en función de si el caudal de entrada viene en aumento, en disminución, o se está manteniendo, respectivamente.

3) SCC005 - Sensores[3] - Presión Tubería Forzada

Este sensor está afectado por el Caudal de Entrada (SCC001), por el Nivel Desborde en Cámara de Carga (SCC002) y por el actuador Compuerta ingreso a tubería forzada (ACC0004).

Cuando la compuerta de ingreso a la tubería forzada se encuentra cerrada, las probabilidades son:

Probabilidad de Aumentar	Probabilidad Mantenerse	Probabilidad de Disminuir
0	0	1

Si la misma está abierta, se calcula el porcentaje de Caudal de entrada y porcentaje de agua en la cámara de carga del instante actual y anterior, y se hace una suma ponderada de los mismos.

	Probabilidad de Aumentar	Probabilidad Mantenerse	Probabilidad de Disminuir
%Anterior ≤ %Actual (Viene en aumento)	0.8	0.1	0.1
%Anterior > %Actual	0.1	0.1	0.8

(Viene en disminución)			
------------------------	--	--	--

4) ST10001 - Sensores[4] - Presión A de la Válvula Mariposa

Este sensor toma el valor del instante anterior de la presión de la tubería forzada (SCC005)

5) ST10002 - Sensores[5] - Presión B de la Válvula Mariposa

Este sensor está afectado por el sensor de Presión A de la Válvula mariposa (ST1001) y por los actuadores de la Válvula mariposa (AT10003) y Bypass (AT10004)

Cuando la válvula mariposa está abierta, la presión de los 2 lados es igual.

Si el bypass está abierto, la presión en el lado B aumenta hasta llegar a la del lado A.

Si ambos actuadores están cerrados, la presión disminuye.

Válvula Mariposa (AT10003)	Bypass (AT10004)	Probabilidad de Aumentar	Probabilidad Mantenerse	Probabilidad de Disminuir
Abierta	?	La presión es la misma que en el lado A (ST10001)		
?	Abierto	1	0	0
Cerrada	Cerrado	0	0	1

6) ST10005 - Sensores[6] - Presión Sobre Tapa Turbina

Este sensor toma el valor de la presión del lado B de la válvula mariposa (ST10002)

7) ST10012 - Sensores[10] - Estado Sistema Enfriamiento

Toma el valor ingresado por el usuario en el panel “Generación de Errores”.

8) ST10008 - Sensores[7] - Temperatura Cojinete Superiores

Este sensor está afectado por el sensor del estado del sistema de enfriamiento (ST10012) y por el actuador del sistema de refrigeración (AT10012).

Sistema de refrigeración (AT10012)	Estado del sistema de enfriamiento (ST10012)	Probabilidad de Aumentar	Probabilidad Mantenerse	Probabilidad de Disminuir
Encendido	OK	0	0.3	0.7
?	ERROR	0.8	0.2	0
Apagado	?			

9) ST10009 - Sensores[8] - Temperatura Cojinetes Inferiores

Idem Anterior

10) ST10010 - Sensores[9] - Temperatura Cojinetes Guía Turbina

Idem Anterior

11) ST10013 - Sensores[11] - Caudal Turbinado

Este sensor está afectado por la presión del lado B de la válvula mariposa (ST10002), y por los actuadores Frenos de Turbina (AT10006) y Apertura de los Álabe (AT10007)

El valor de este sensor se calcula de la siguiente forma:

$$X_{\text{Alabes}} = \frac{\text{Apertura de los Álabe} * \text{Máximo Caudal que se puede turbinar}}{100}$$

$$X_{\text{frenos}}$$

$$= \frac{(100 - \% \text{ de Aplicación de frenos}) * \text{Máximo Caudal que se puede turbinar}}{100}$$

$$\text{Caudal Turbinado}$$

$$= \frac{X_{\text{Alabes}} - X_{\text{frenos}}}{2} * \frac{\text{Presión Lado B Válvula Mariposa}}{\text{Max. Presión del lado B de la Válvula}}$$

12) ST10014 - Sensores[12] - Velocidad Giro Turbina

Es directamente proporcional al caudal turbinado.

$$\text{Velocidad Giro} = \frac{\text{Caudal Turbinado} * \text{Velocidad de Giro Máxima}}{\text{Caudal Turbinado Máximo}}$$

13) ST10021 - Sensores[14] - Voltaje Generado

Para poder generar corriente, el generador, el equipo de excitación, el regulador de velocidad y la unidad de sincronización deben estar encendidos. Si alguno de estos elementos está apagado, no se generará electricidad.

Si todos están encendidos, el voltaje generado se calcula teniendo en cuenta el caudal turbinado y los frenos del generador, de la siguiente manera:

$$\text{Voltaje}$$

$$= \frac{\text{CaudalTurbinado} * \text{MaximoVoltaje}}{\text{MáximoCaudalTurbinado}} * \frac{100 - \% \text{Aplicación Frenos Generador}}{100}$$

14) ST10020 - Sensores[13] - Intensidad Corriente

Sabiendo que  $Voltaje = Intensidad * Resistencia$ , podemos calcular la intensidad de corriente a partir del voltaje,

15) SSA0001 - Sensores[15] - Nivel Desfogue

Es igual al máximo de caudal turbinado, ya que no hay forma de hacer pasar mayor cantidad de  $m^3/s$  de agua por las tuberías.



## Módulo de Simulaciones

### Marco Teórico

Antes de explicar los valores de entrada y las salidas del módulo de simulaciones, es necesario hacer una breve explicación teórica de los componentes más importantes del modelo para entender mejor el funcionamiento del mismo y el significado de sus salidas / entradas. El modelo fue implementado en Simulink utilizando bloques y componentes de la biblioteca SimPowerSystems interconectándolos de manera adecuada para lograr el modelo general.

El modelo simulado se puede ver representado en la figura (**PONER UNA FIGURA REPRESENTATIVA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL MODELO DE PRESENTADOS DE FORMA AMIGABLE la misma que puede ir en la pantalla del Hydro Desktop**) y está formado por los siguientes componentes o bloques:

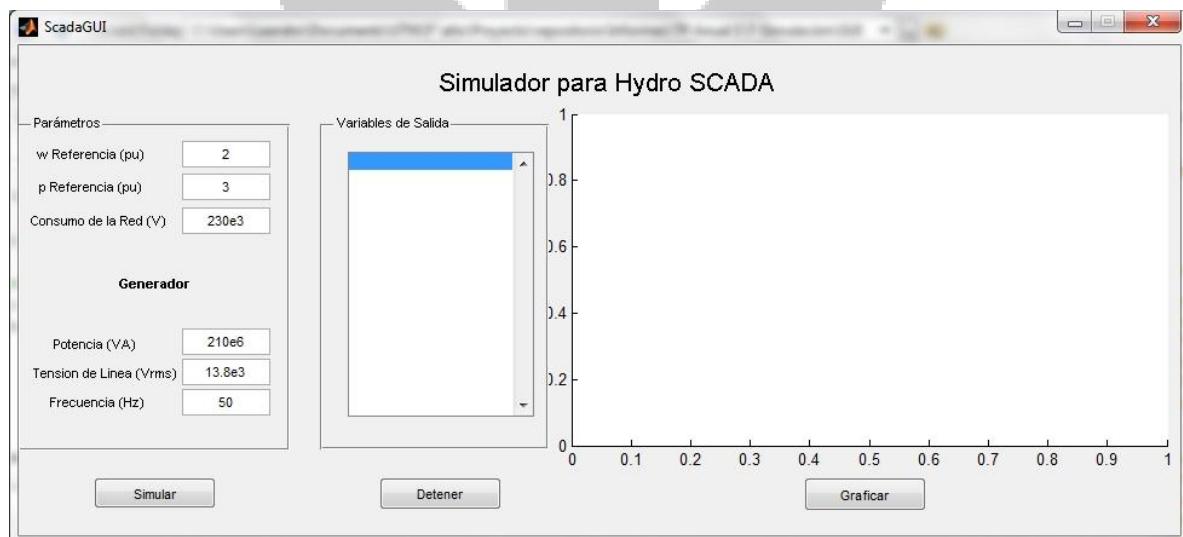
- **Turbina y controlador:** Este bloque simula una turbina controlada por un sistema de control de tipo PID (método de control Proporcional Integral Derivativo). El mismo consta de una serie de entradas que permiten modificar su comportamiento de las cuales es posible ingresar como entrada en el módulo de simulación para parametrizar: la *velocidad angular de referencia [pu]* (valor por unidad) y la *potencia mecánica de referencia [pu]*. Su salida representa la potencia mecánica generada por la turbina y se conecta al rotor de una máquina sincrónica en este modelo para generar la energía.
- **Excitador:** Este componente es el encargado de generar una pequeña energía inicial que es ingresada también en la máquina sincrónica de manera de poder inducir los campos electro magnéticos en la máquina y generar así energía.
- **Maquina Sincrónica:** Este componente representa el generador de energía, uno de los elementos más importantes del sistema. Su rotor es movido gracias a la potencia mecánica generada por la turbina explicada anteriormente y el campo inicial en el estator es excitado con el componente excitador (también explicado anteriormente). Es posible medir distintos valores de esta máquina de los cuales son salida del sistema: *La corriente del estator, la potencia mecánica del rotor, la velocidad del rotor.*
- **Transformador de 3 fases:** Este bloque simula una transformador similar al usado en las estaciones reales de generación de energía hidroeléctrica, utilizado para elevar la tensión a valores muy grandes ( orden de los cientos de kilovolts ) para poder transportarla sin necesidad de cables muy gruesos para no perder energía. Son parametrizables del generador los valores de entrada de : *Potencia[VA], Tensión de Línea [V rms ], Frecuencia [Hz]*.

- Red de consumo: Se simula un consumo cuyo valor de *consumo [V]* es también una entrada para simular distintas situaciones. Este elemento se simula con una carga de 3 tipos distintos (inductiva y resistiva).
- Falla trifásica a tierra: se simula un cortocircuito que se produce durante un breve tiempo de manera de ver cómo se comportan las salidas ante este evento.

### Manual de usuario

#### Entradas

En la figura a continuación se muestra la pantalla del módulo de simulación donde es posible ver en el panel de parámetros, los valores que es posible ingresar para modificar el comportamiento del sistema.



Para realizar una simulación el primer paso a realizar es cargar los parámetros haciendo click en cada uno de los espacios para ingresar los valores de los parámetros, cada una de las entradas se explica a continuación:

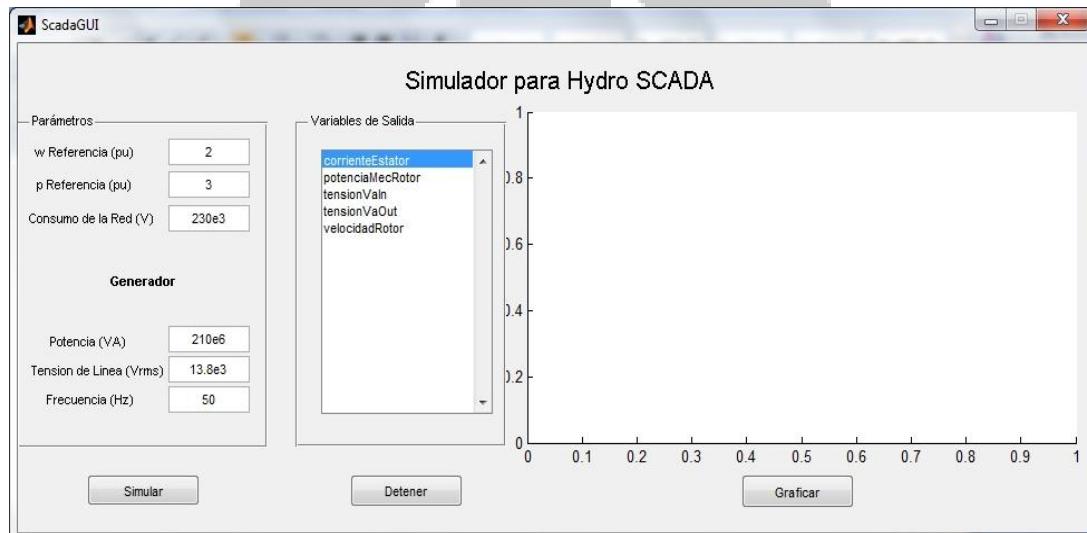
- Velocidad de referencia de la turbina (w Referencia): es valor que tomara como referencia para mantener dentro de ciertos límites la velocidad de la turbina el controlador de la misma por defecto es 2 [pu]
- Potencia de referencia de la turbina (p Referencia): cumpliendo la misma función que la anterior mente nombrada es posible controlar la potencia dentro de la cual queremos que se mantenga nuestra turbina, por defecto es 3[pu]
- Consumo de la red: es el valor de consumo estimado de la red que alimentara la central, el valor por defecto son 230 KV. Esta entrada debería tomar valores similares a estos en el orden de los Kilovolts por lo que para ingresar el valor se puede ingresar

con la notación que se muestra en la pantalla donde se ha ingresado  $230 \times 10^3$  que se escribe para su ingreso 230e3 respetando el formato anteriormente mostrado pero con pequeños cambios.

- **Potencia del generador (Potencia):** es el valor de potencia nominal del generador en VA, el valor por defecto son de 210MVA que es un valor normal para el consumo que se ingresó anteriormente y en el formato correspondiente sería 210e6 ya que el multiplicador Mega se logra con exponente 6.
- **Tensión de línea:** es la tensión que hay entre cada línea y el neutro, su valor esta dado en volts eficaces rms. Por defecto se ha ingresado 13.8KV (13.8e3)
- **Frecuencia:** Es la frecuencia del generador y por lo tanto de la red, por defecto está ingresado el valor convencional en nuestro país que es de 50Hz.

Habiendo ingresado los valores de entrada de los parámetros, posteriormente se presiona el botón **Simular**. Al realizar este paso se comenzará la simulación por lo que es necesario esperar un tiempo prudencial para poder tener datos suficientemente significativos de funcionamiento.

Cuando deseemos ver los resultados se debe presionar el botón de **Detener** y al presionarlo se cargarán en la lista de variables a simular las posibles salidas que visualizaremos en el gráfico de la derecha.

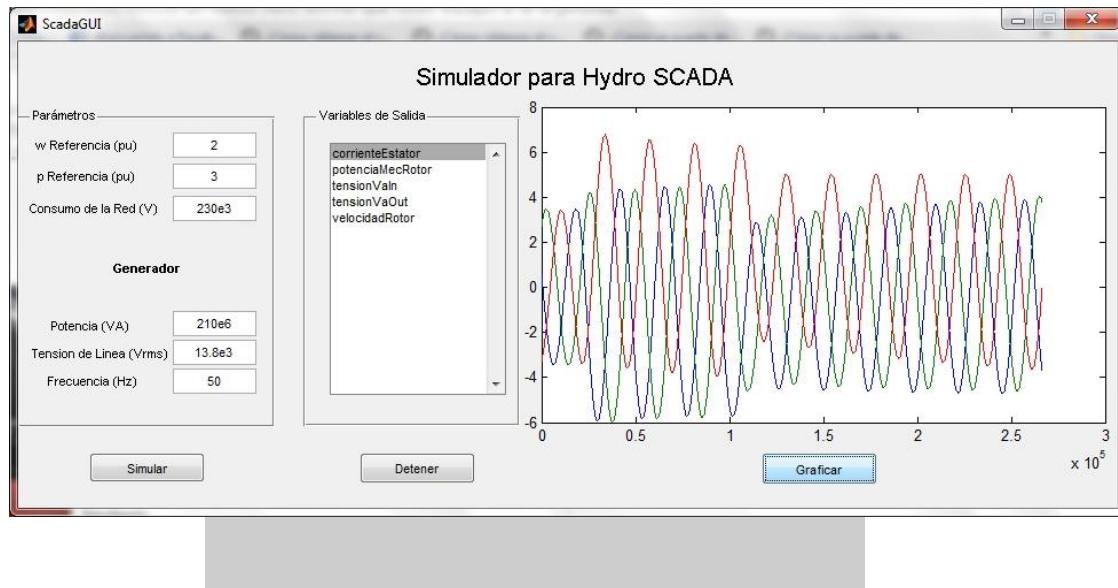


Para lograr ver las salidas seleccionaremos la variable cuyo comportamiento queramos visualizar y presionaremos el botón **Graficar**. Explicaremos cada una de las salidas y

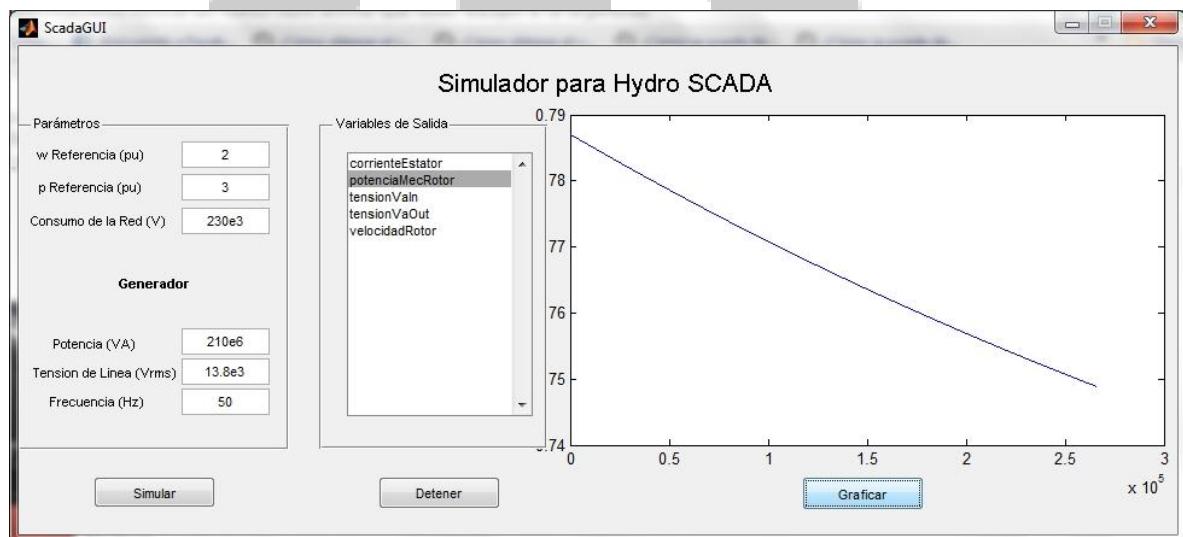
mostraremos una imagen de ejemplo, es importante visualizar la escala de salida ya que la misma va a variar para cada medida.

Como se ve en la figura las salidas posibles son:

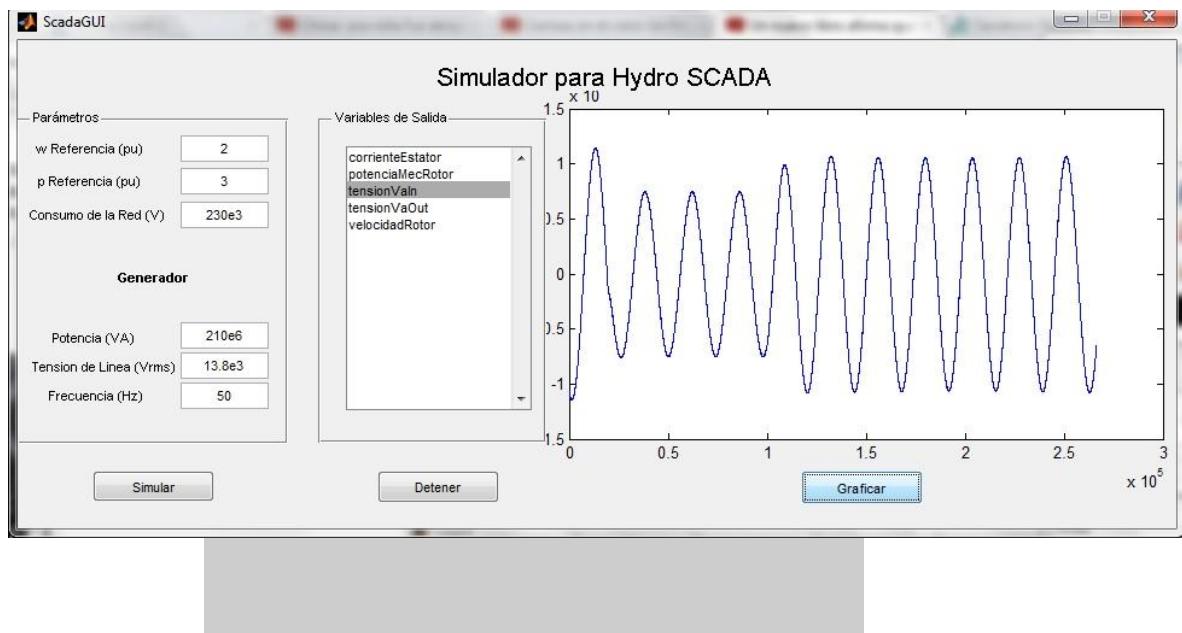
- Corriente del estator: Se grafica la corriente de cada una de las fases del estator durante el periodo de la simulación



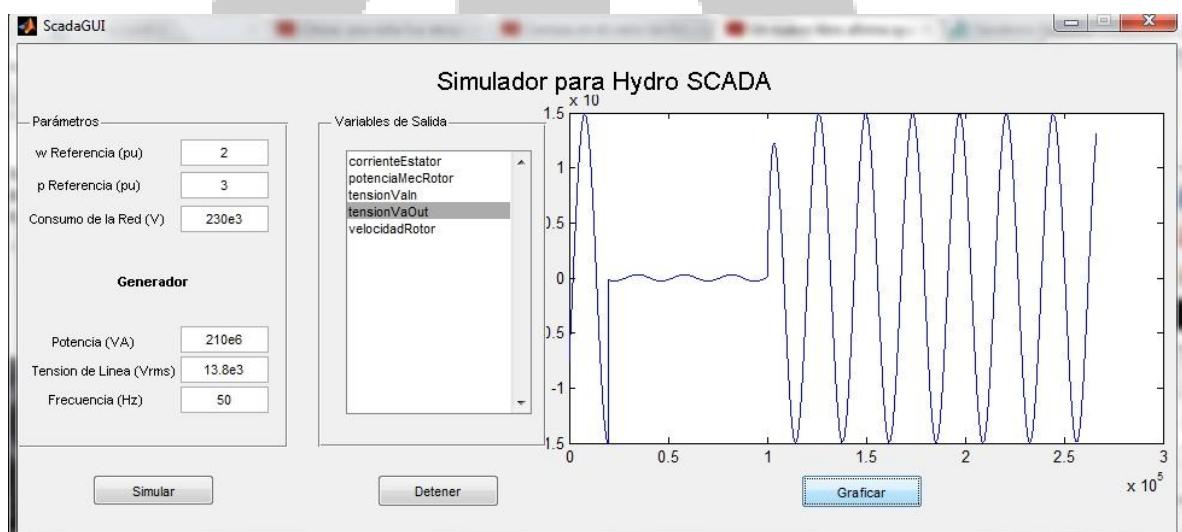
- Potencia mecánica del rotor: graficamos aquí la potencia mecánica realizada por el rotor durante el periodo de simulación, como se observa en la figura es decreciente siendo máxima cuando es necesario poner en funcionamiento la maquinaria correspondiente.



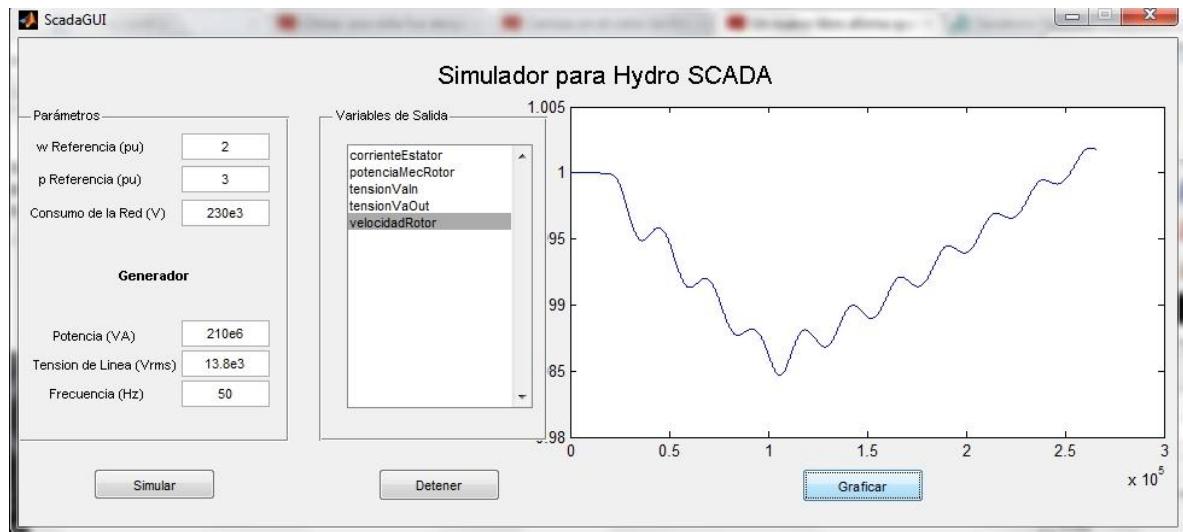
- Tensión de la línea A en la entrada del transformador (tensionValn): Esta medida es la tensión de la línea A en el punto de entrada del transformador.



- Tensión de la línea A en la salida del transformador (tensionVaOut): Esta salida grafica la caída de tensión producida en función del tiempo, de la línea A. En la figura de ejemplo se puede observar una gran caída que es debido a la falla que se simulo entre los 0.2 y 1 segundos.



- Velocidad del rotor: su grafico mostrara la evolución de la misma durante el tiempo de simulación.



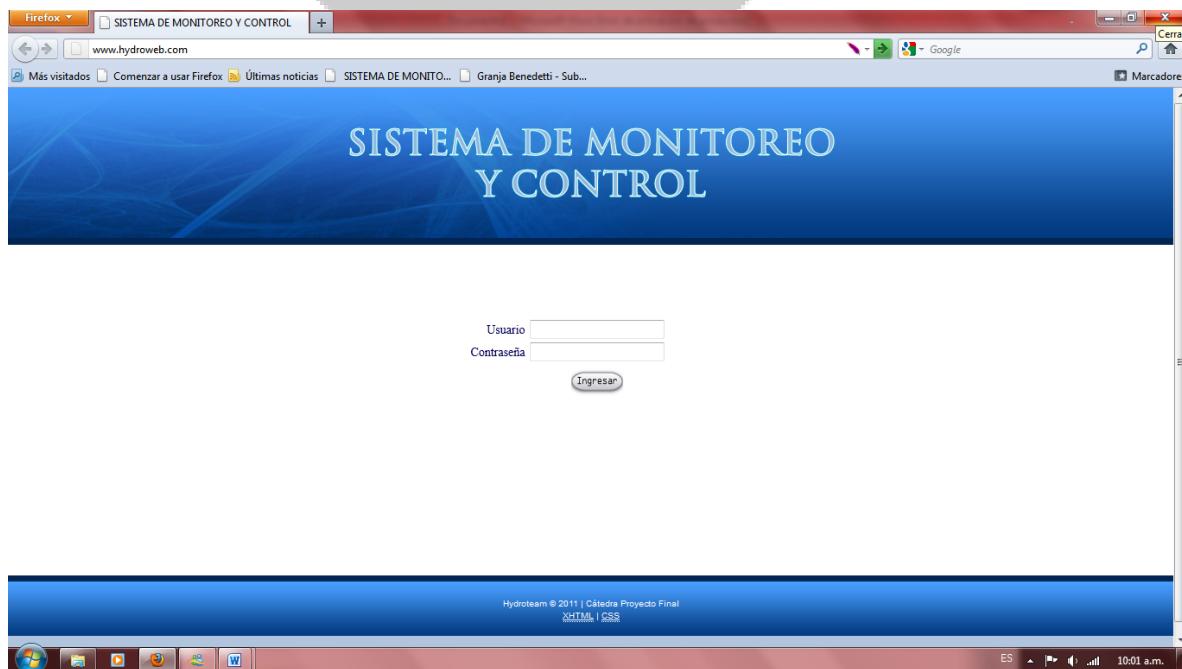
## Módulo HydroWEB

Hydroweb constituye el acceso remoto para el control y monitoreo de la central a través de INTERNET. Como requisito previo para poder ingresar a este sitio se deben tomar los siguientes ítems:

- CONEXIÓN A INTERNET (Preferentemente de un ancho de banda no menor a 1Mb/s).
- Navegador de Internet MOZILLA FIREFOX, ya que este es el que optimiza y asegura el correcto funcionamiento de la página. Dicho navegador se puede descargar gratuitamente desde el siguiente vínculo: [www.mozilla.org/es-AR/firefox/new/](http://www.mozilla.org/es-AR/firefox/new/)

Para acceder al sitio debemos ingresar en la barra de direcciones de nuestro navegador la dirección del mismo, [www.hydroweb.com](http://www.hydroweb.com).

Posteriormente, veremos la página inicial que requiere de un usuario y contraseña válidos para acceder a las funcionalidades del mismo:

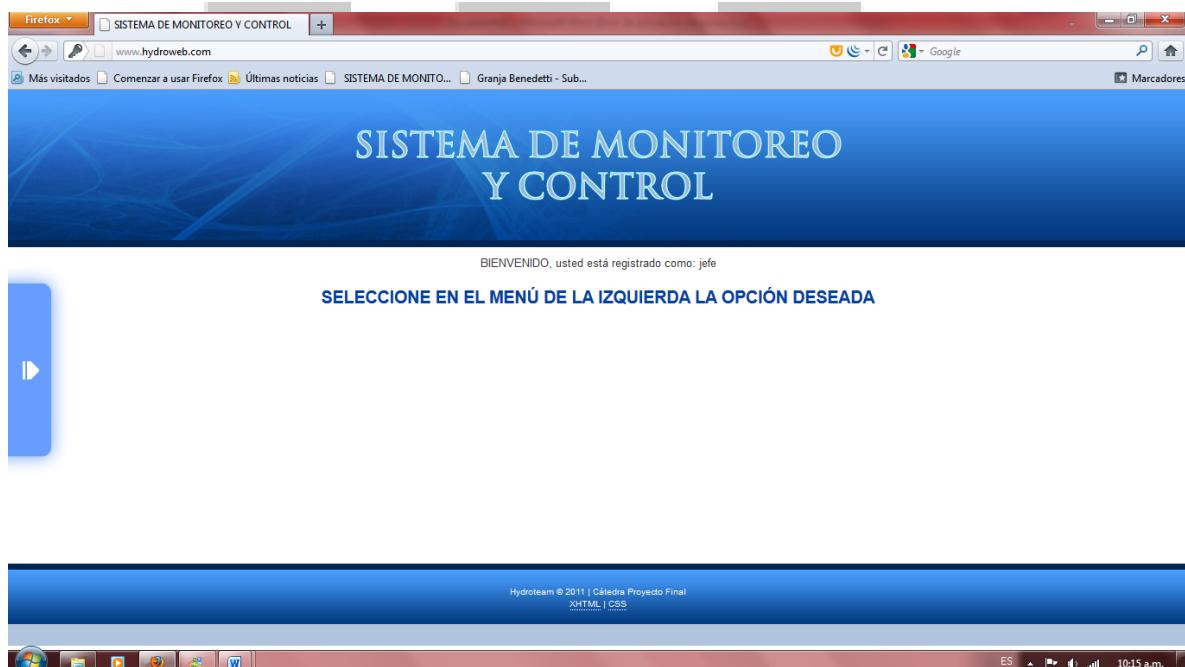


Una vez que completamos los campos de Usuario y Contraseña, hacemos click en el botón ingresar. Si el usuario y la contraseña son satisfactoriamente no son comprobados como válidos un mensaje de error se hará visible:

\*Usuario y/o contraseña incorrectos

Usuario   
Contraseña

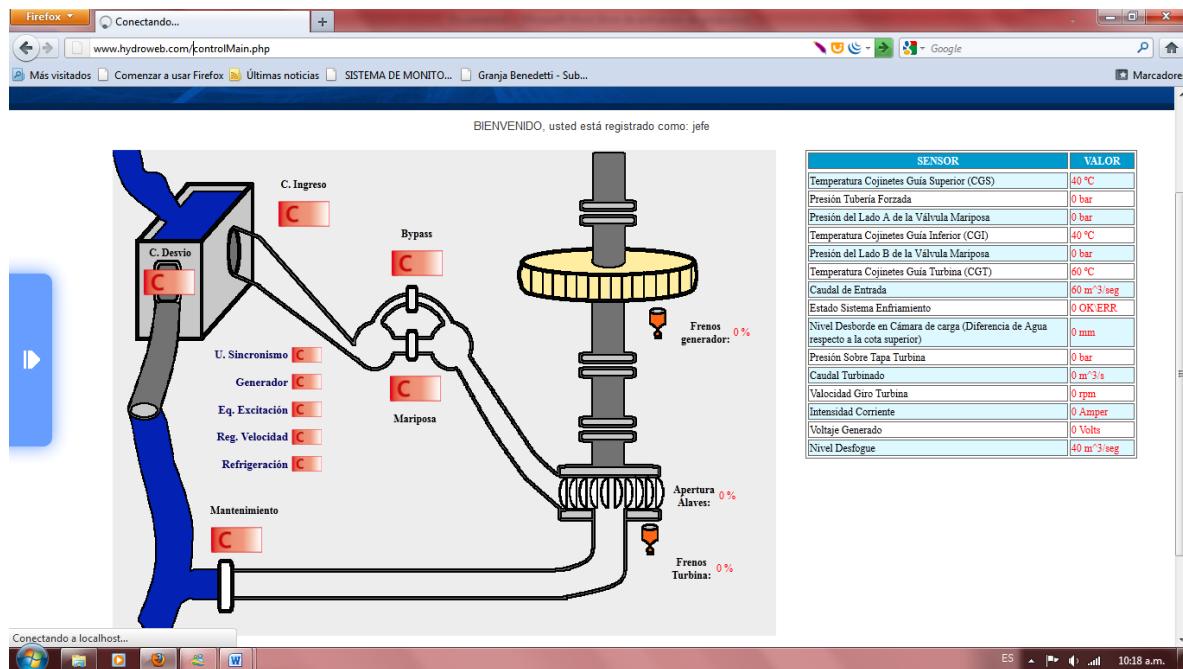
En caso de ser satisfactorio, ingresaremos a la página principal del Sistema:



Aquí podemos visualizar el usuario que se encuentra registrado, y un menú que aparecerá si hace click en la flecha que se encuentra en el margen izquierdo de nuestra pantalla: Este menú despliega 3 opciones:

**1. CONTROL:**

Al hacer click en esta opción, nos dirigiremos a la página de control del sistema:



En esta página podremos observar en la imagen izquierda el estado de los actuadores, esto es si se encuentran cerrados, abiertos o en qué nivel de apertura se encuentran para aquellos que así lo requieren. El estado de actuador *cerrado* se indica mediante la imagen mientras que el estado de actuador *abierto* se muestra por la imagen . Dichas imágenes se encuentran conjuntamente con el nombre del actuador correspondiente. Los actuadores cuyo estado no es binario (abierto o cerrado) sino porcentual, el porcentaje de apertura se indica en color ROJO de lado del nombre de dicho actuador.

Por otro lado en el sector izquierdo de la pantalla se encuentra una tabla con el estado de todos los sensores que monitorea el sistema Hydroweb. Dicha tabla contiene dos columnas, una con el nombre del sensor y la otra con el valor de dicho sensor en el momento, visualizado en color rojo, y seguido por la unidad de medida.

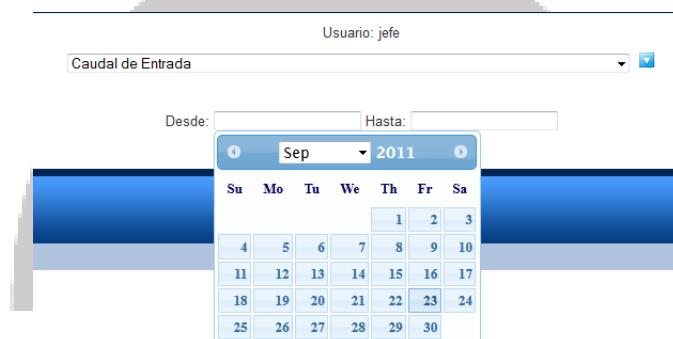
Cabe aclarar que la actualización de la información que se visualiza en esta página se actualiza *automáticamente* cada 5 segundos, sin la necesidad de recargar la misma.

## 2. ESTADÍSTICAS:

Al hacer click en esta opción del menú ingresaremos a la página central de visualización de datos históricos y estadísticos:



Aquí deberemos ingresar el sensor del cual queremos visualizar sus datos históricos, una fecha inicial, y una fecha de finalización de periodo. Para estas últimas, al hacer click en el bloque para ingresar la fecha, se desplegará un calendario que facilitará el ingreso de la misma:



Una vez elegidas las fechas, haremos click sobre el ícono azul que se encuentra a la derecha del selector de sensores:



Luego de realizado esto se desplegará un gráfico de línea con la información del sensor ingresado, dadas las fechas.

Si no se encuentra valores, ya sea por una falla del sistema o por el mal ingreso de los datos, el gráfico mostrará el siguiente mensaje:



### 3. SALIR

Al hacer click en esta opción el usuario será desconectado del sitio, es decir su sesión finalizará y será autodirigido a la página inicial del sistema donde deberá ingresar un nombre de usuario y contraseña para poder ingresar al sitio en caso de que así lo requiera.

