



*UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO*

*FACULTAD DE INGENIERÍA*

**PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA**

---

**Aplicación de software de gestión de mantenimiento a una central de energía renovable a partir de biogás**

Alumno pasante: MIHALJEVICH, Nicolás.

Duración de la práctica: 250 horas.

Lugar de realización: Planta BG01 de la empresa BIOELÉCTRICA.

Tutor por parte de la universidad: Ing. ANTONELLI, Sergio.

Tutor por parte de la empresa: Ing. MEDICI, Cristian.

# Práctica profesional supervisada

---

2. Resumen.....	3
3. Objetivo.....	3
4. Descripción de la empresa.....	3
4.1 -Datos de la empresa.....	3
4.2 -Rubro de la empresa.....	4
4.3 -Área donde se realizó la práctica.....	7
4.4 -Tecnología aplicada durante el desarrollo de la práctica.....	7
4.5 -Organigrama de la empresa.....	8
5. Descripciones de tareas realizadas.....	9
5.1 -Recorrida de planta.....	9
5.2 -Reunión con encargada de sistemas en planta BIO 4.....	9
5.3 -Relevamiento de equipos.....	9
5.4 -Sectorización de la planta para ingreso de datos al software.....	9
5.5 -Búsqueda de información en manuales de diferentes equipos.....	10
5.6 -Carga de datos de equipos y codificación de los mismos.....	11
5.7 -Generación de la primera OT de equipos instalados en BG01 Resultado final.....	13
6. Sugerencia de mejora.....	14
7. Conclusión personal.....	14
8. Bibliografía.....	16
9. Anexo.....	17

## 2. Resumen

El objetivo de la práctica fue la implementación del software de gestión de mantenimiento CONSUMAN que ya se utiliza en otra planta del grupo. Como herramienta básica en la organización del mantenimiento preventivo de la planta.

Con la introducción de este programa se logró centralizar la gestión para todas las plantas y organizar la gestión de mantenimiento predictivo y correctivo.

Para ello se hizo un relevamiento exhaustivo de los equipos se los identificó, catalogó y se sectorizó la planta con el fin de permitir una ubicación más rápida de los mismos al momento de intervenirlos. Y contar con información disponible del equipo previo a su intervención (materiales necesarios, herramientas, tiempo estimado para la realización de las tareas y responsables de llevarlo a cabo)

## 3. Objetivo

El objetivo de la práctica era lograr la implementación del software de gestión de mantenimiento CONSUMAN en las plantas BG01 Y BGO2 , adquirido hace poco tiempo para la utilización en otra planta del grupo.

Solo se implementó en la planta BG01 ya que la otra planta estaba en plena construcción

## 4. Descripción de la empresa

### 4.1 Datos de la empresa

- Nombre: BIOELÉCTRICA
- Domicilio: Av. Marconi 751. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
- Teléfono: (0358) 4211984
- Email: info@bioelectrica.com.ar
- Horas diarias de trabajo: 24 hs
- Rubro: Generación de energía eléctrica.
- Domicilio de la planta: Ruta Provincial 19 km 1,9 (altura KM 609 de la Ruta Nacional N°8), Río Cuarto - Córdoba



### Vista aérea actualizada de la planta

#### 4.2 Rubro de la empresa

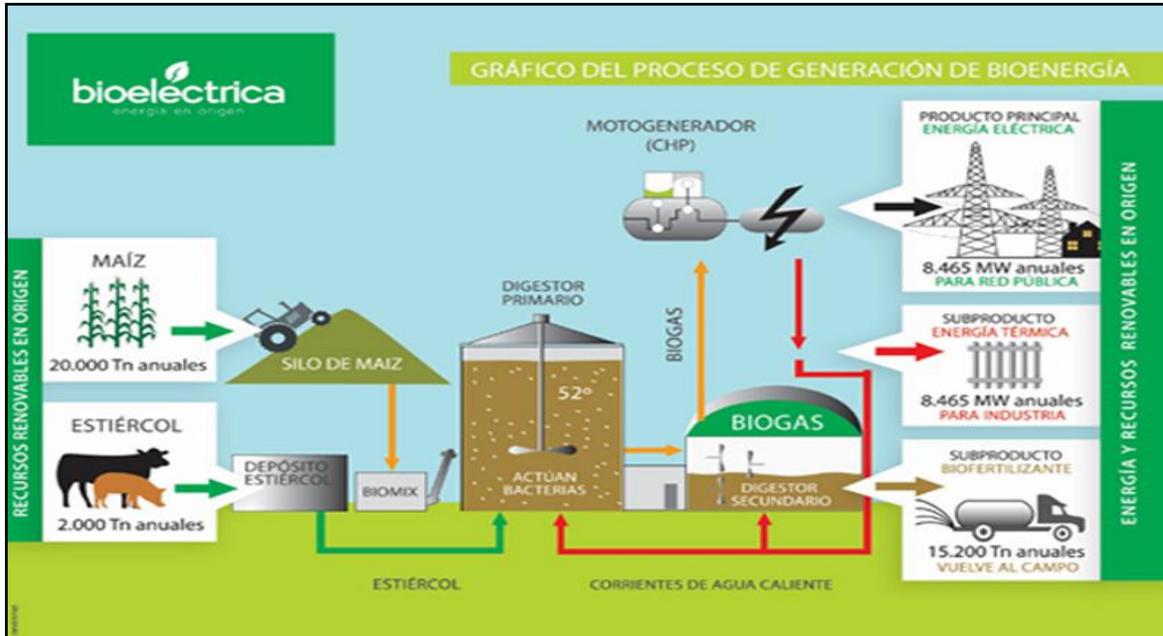
El producto principal de bioeléctrica es la energía eléctrica limpia, la cual se genera utilizando como combustible el biogás, obtenido a partir de una digestión anaeróbica de silaje de maíz con desechos pecuarios: biomasa. Los subproductos obtenidos son biofertilizante y energía térmica en forma de agua caliente.

La energía eléctrica puede ser subida a la red de distribución de energía eléctrica o ser consumida por una industria vecina. Se trata de energía de base, las centrales de base se caracterizan por suministrar energía eléctrica en forma permanente, sus instalaciones están en marcha durante largos períodos de tiempo y no deben sufrir interrupciones salvo para los mantenimientos programados.

La energía térmica generada en parte es utilizada en la calefacción del proceso de generación de biogás, mientras que el excedente puede ser vendido a una industria vecina, la misma está disponible en forma de agua caliente a aproximadamente 90°C.

## Práctica profesional supervisada

El biofertilizante es utilizado para fertilizar los cultivos y realiza el aporte de nutrientes necesarios para la campaña siguiente. Este subproducto se almacena en el digestor secundario y/o lagunas hasta su aplicación en los campos.



Bioeléctrica adopta tecnología alemana de gran confiabilidad para brindar soluciones sustentables en el territorio nacional. La primera planta de bioeléctrica se construyó en Río Cuarto, siendo esta la planta modelo para luego replicar el proyecto en otras localidades productivas del país.

La tecnología de generación que utiliza Bioeléctrica implica la combinación eficiente de Biomasa vegetal y residual para generar energía eléctrica RENOVABLE, DE BASE Y DISTRIBUÍDA, permitiendo el desarrollo regional sustentable.

Se trata de un proceso continuo, la planta funciona los 365 días del año. El picado de maíz llega a la planta y es almacenado, para su conservación, mediante ensilado tipo puente. El estiércol ingresa en camiones atmosféricos y se almacena en un tanque de concreto.

Las materias primas se alimentan a un biodigestor primario donde se lleva a cabo el proceso de digestión anaeróbica a temperatura y agitación constante. Allí los microorganismos degradan la materia orgánica dando lugar a los gases que componen el biogás (principal-

## Práctica profesional supervisada

---

mente  $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$ ) y a un subproducto con alto contenido de nutrientes, como nitrógeno y fósforo, denominado digestato. Se trata de un proceso termofílico, ya que la temperatura de operación es mayor a  $50^\circ\text{C}$ . Posteriormente, la mezcla pasa hacia el biodigestor secundario donde finaliza la degradación de la materia orgánica y se almacenan los productos de la digestión: biogás y biofertilizante. La temperatura de trabajo de este equipo es constante y menor a la del biodigestor primario.

El biogás generado requiere de operaciones de purificación para ser alimentado al motor-generador. En primera instancia se eliminan las trazas de sulfuro de hidrógeno (del orden de ppm) mediante un proceso químico gracias a la inyección de aire en mínimas cantidades controladas, el oxígeno del aire reacciona con el sulfuro de hidrógeno generando azufre sólido y agua, ambos compuestos se mezclan con los residuos líquidos del biodigestor y forman la mezcla empleada como biofertilizante. A continuación, se elimina el vapor de agua presente mediante su condensado.

Por último, el biogás purificado es conducido hacia el área de generación de energía, donde se quema en un motor de combustión interna. La energía térmica liberada se transforma en energía mecánica. Un generador acoplado al motor transforma la energía mecánica en energía eléctrica. Este último proceso posee eficiencias superiores al 80%.

Para comercializar la energía eléctrica, un transformador eleva la tensión al nivel adecuado de la red de distribución local, la misma puede ser subida a la red de distribución de energía eléctrica o ser consumida por una industria vecina.

Parte del calor que se recupera en el sistema de enfriamiento del motor-generador, es utilizado para calefaccionar el proceso a través de un intercambiador de calor. El excedente de energía térmica puede ser vendido a una industria vecina y está disponible en forma de agua caliente a alrededor de  $90^\circ\text{C}$ .



A la salida del proceso la mezcla ya no tiene capacidad de generar biogás, debido a que ha sido consumida toda la materia orgánica digerible, pero sí posee los nutrientes que el maíz tomó del suelo para crecer y los que se encontraban presentes en el estiércol. Estos nutrientes presentes en el líquido resultante del proceso, llamado digestato o biofertilizante son utilizados para fertilizar los cultivos de maíz que emplea la planta como materia prima. Este subproducto se almacena en el biodigestor secundario hasta su despacho en camiones cisterna

### **4.3. Área donde se realizó la práctica.**

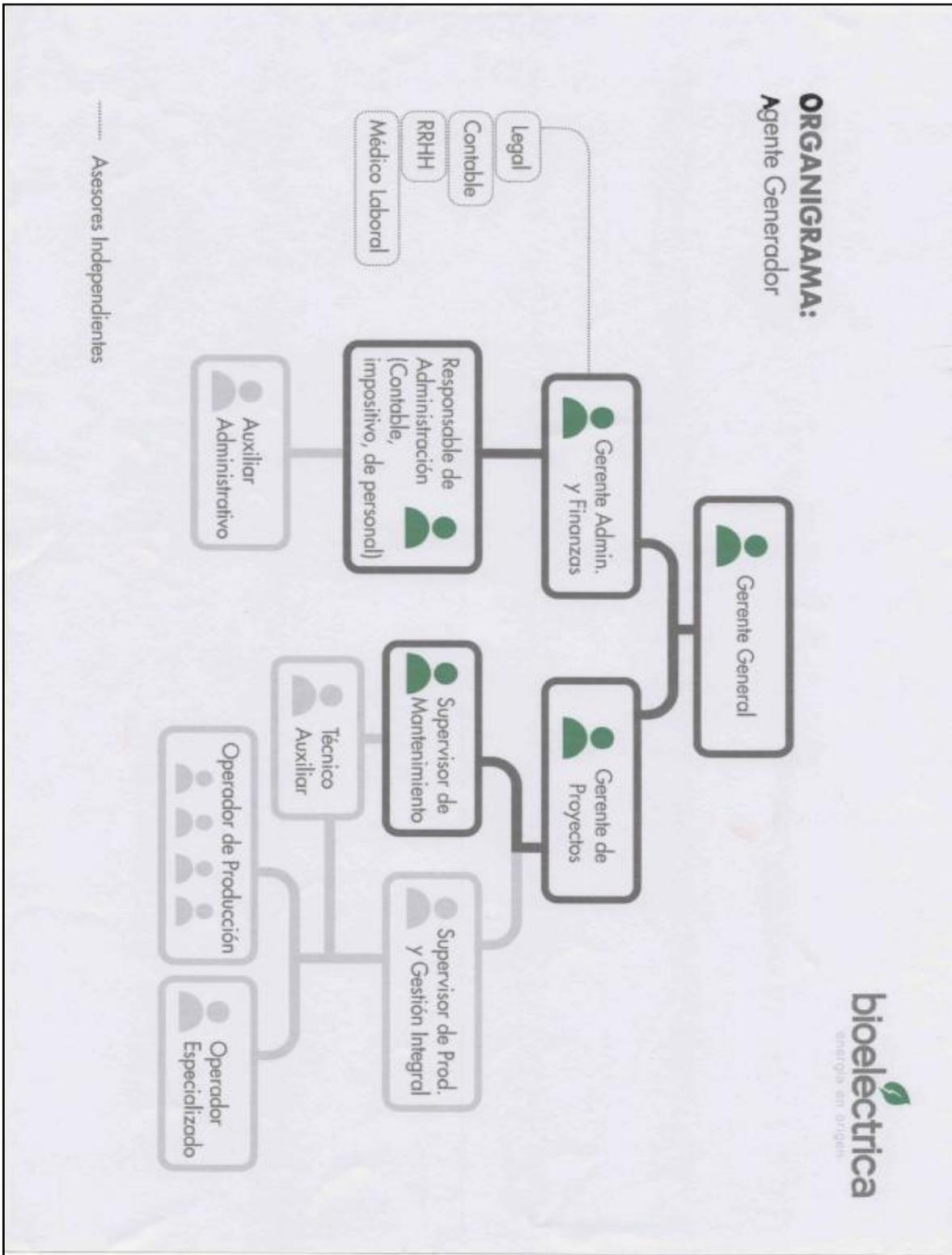
La práctica se realizó oficina de mantenimiento de la empresa a cargo **Cristian Medici**, Ing. de Mantenimiento y Generación, la misma tuvo una duración de 4 horas diarias.

### **4.4. Tecnología aplicada durante el desarrollo de la práctica.**

Se utilizó para la carga de los equipos una notebook provista por la empresa, con conexión a internet, ya que el software no se encuentra en los servidores propios de la misma.

CONSUMAN mantiene su base de datos en la compañía que lo comercializa y realiza su mantenimiento.

4.5 Organigrama de la empresa



## 5. Descripción de tareas realizadas

5.1. Primeramente se hizo un recorrido por la planta para obtener conocimiento de su funcionamiento y de la contribución al proceso de cada sector de la misma.

5.2. Se realizaron dos reuniones con la encargada de sistemas de BIO4, que lleva a cabo la implementación y control del software de mantenimiento, en conjunto con el Ingeniero tutor de la empresa, para que se nos dieran instrucciones de como utilizar el software.

5.3. Luego se analizó sector por sector utilizando como guía el P&ID de la planta ( ver ANEXO I), para tener en cuenta junto con la información del proceso y concluir cuales son los equipos prioritarios y sobre los que se debe prestar mayor atención.

5.4. Se identificó la ubicación de los equipos y se nombró las zonas donde radican los mismos para poder asignarlas en unos de los filtros de CONSUMAN. Ejemplo **FIG 2**

The screenshot displays the CONSUMAN software interface for configuring equipment. The main title is "H101-CENTRAL HIDRÁULICA PARA MOVIMIENTO DE BRAZOS EN B101". The interface is divided into several sections: "Ubicación" (Location) and "Tipo de Funcionamiento" (Type of Operation). The "Ubicación" section is highlighted with a red box and contains the following fields:

Field	Value
Planta*	BG01
Ubicación*	PLANTA BAJA
Sector*	CARGA DE SÓLIDOS BG01
Grupo Funcional*	SIN ASIGNAR
Cliente	
Responsable	Seleccione

The "Tipo de Funcionamiento" section contains the following fields:

Field	Value
Horas Por Día*	12
Cantidad de Frecuencia*	1
Tipo de Frecuencia*	HORAS DE FUNCIONAMIENTO
Cantidad Tiempo*	1
Tipo Tiempo*	DÍA

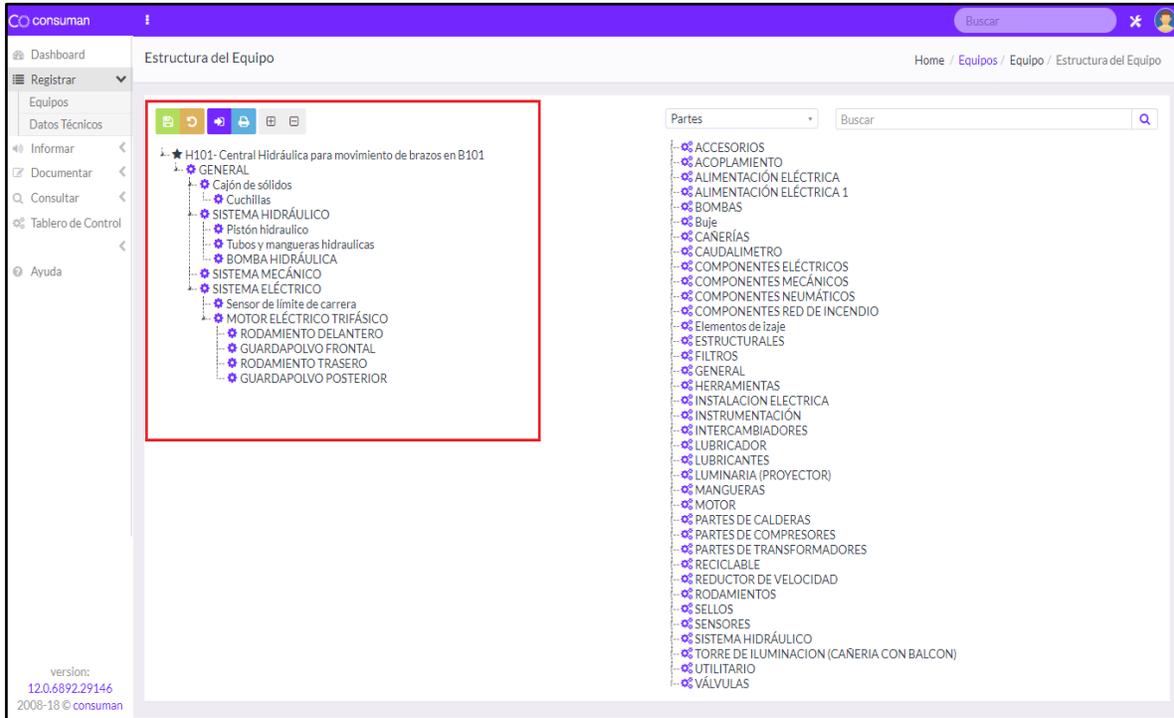
**FIG 2**

Se los clasificó por tipo de equipo ( válvula, bomba, sensor de nivel , etc) con su designación correspondiente y su ubicación en la planta.

El software permite desglosar cada equipo en un árbol de componentes denominado estructura.

# Práctica profesional supervisada

Utilizando esta estructura se puede asignar distintas tareas, no solo al equipo en su generalidad sino a cada parte del mismo materiales personal y herramientas necesarias para intervenir cualquiera de las partes del equipo.



**FIG 3**

**5.5.** Habiendo consultado al personal de mantenimiento las tareas que no se tercerizaban en la reparación de los equipo, se pasa a formar las estructuras de los mismos con ese criterio.

Se utiliza el criterio citado con anterioridad para no complejizar las estructuras y no cargar datos de partes (repuestos) que no se reemplazan ni se reparan en planta. <sup>1</sup>

Con la estructura ya preestablecida se asignaron las tareas que se realizarán en la intervención de mantenimiento preventivo o en su defecto correctivo.

Los materiales que se utilizarán en la realización del mantenimiento y hasta las herramientas y personal a cargo de las mismas.

Con los equipos debidamente registrados se pasó a diagramar el cronograma de mantenimiento preventivo que permitió crear las alertas en el calendario del software.

<sup>1</sup> Consuman permite importar estructuras de equipos similares, para no ingresar múltiples veces los mismos datos.

## Práctica profesional supervisada

Se busca información de cada uno de los equipos en los manuales que se encuentran en la empresa provistos por los fabricantes, donde se especifica en su mayoría las pautas para su mantenimiento preventivo.

Las alertas se disparan según los tiempos de funcionamiento de los distintos equipos que pueden contar con un valor que incremente automáticamente, si el equipo funciona las 24 horas en intervalos pautados o con valores ingresados diariamente según registros de los horómetros (Fig 5), en el caso de que funcione en forma intermitente.

En la figura 4 se puede observar algunos aspectos generales del equipo registrado.

version:  
12.0.6892.29146  
2008-18 © consuman

**FIG 4**

# Práctica profesional supervisada

Planta\*: BG01  
Ubicación\*: SIN ASIGNAR  
Sector\*: CARGA DE SÓLIDOS BG01  
Grupo Funcional\*: SIN ASIGNAR  
Cliente:   
Responsable: Seleccione

Tipo de Funcionamiento

Horas Por Día\*: 12  
Cantidad de Frecuencia\*: 24  
Tipo de Frecuencia\*: HORAS DE FUNCIONAMIENTO  
Cantidad Tiempo\*: 1  
Tipo Tiempo\*: HORA  
Registra lecturas:  Controla consumo de Fluidos:

Guardar y Cerrar Cancelar

**FIG 5**

Se adjunta toda la información que se disponga en formato digital de los equipos por si es requerida al momento de intervenirlos.

Datos técnicos requeridos por el personal de mantenimiento que permite realizar intervenciones más organizadas y saber de antemano los repuestos a tener disponibles en el caso de la misma sea del tipo correctiva. **FIG. 6**

	Dato
<input checked="" type="checkbox"/>	Bomba Hidraulica
<input checked="" type="checkbox"/>	Válvulas
<input checked="" type="checkbox"/>	..... Motor eléctrico .....
<input checked="" type="checkbox"/>	Potencia 11 Kw
<input checked="" type="checkbox"/>	Frame 160M
<input checked="" type="checkbox"/>	Montaje Con brida de manera vertical
<input checked="" type="checkbox"/>	Tipo de arranque Arranque suave
<input checked="" type="checkbox"/>	Designación de arranque WEG SSW07
<input checked="" type="checkbox"/>	Protección Guarda motor WEG MPW 251
<input checked="" type="checkbox"/>	RPM 1470
<input checked="" type="checkbox"/>	Rodamiento delantero 6309-C3
<input checked="" type="checkbox"/>	Rodamiento trasero 6209-Z-C3
<input checked="" type="checkbox"/>	Forma constructiva R5R1F1

Guardar y Cerrar Cancelar

**FIG 6**

# Práctica profesional supervisada

5.7 Como resultado de la P.P.S. se obtuvo la generación de la primera orden de trabajo OT a modo de prueba, para la intervención de uno de los equipos en la planta **BG01**.

	<b>Orden de Trabajo</b>	<b>OT N°: 14406</b> Emitida: 22/06/2018 Impresa: 02/07/2018 Usuario: CristianMedici Página: 1 / 1												
<b>Equipo: V901</b> Planta: BG01 Ubicación: SIN ASIGNAR	<b>V901-Desulfurador</b>	Sector: SALA DE BOMBAS I BG01 Grupo Funcional: SIN ASIGNAR												
Fecha Prevista: 21/06/2018	Tiempo Previsto: 0:20	Fecha de Realización: <input type="text"/> Tiempo Efectivo: <input type="text"/>												
Parte: TP138100143 FILTRO Tarea: TT138800315 LIMPIAR Tipo: Plan Proyecto: Pendiente: <input type="checkbox"/> Valor de Medición: Estado:		Falla: Respuesta: Programa: PREVENTIVO SECTOR SALA DE BOMBAS I BG01 Área afectada:												
Observaciones Tareas: Instructivo:														
<b>MATERIALES</b>	<b>Rubro</b>	<b>Cant. Necesaria Consumida</b>												
<hr/>														
Total Tiempo Previsto: 0:20 Insumido: 0:00														
<b>Observaciones OT:</b>	<b>Total Tiempo Previsto:</b>	<b>Insumido:</b>												
	0:20	0:00												
<table border="1"><tr><td><b>Realizó</b></td></tr><tr><td>Firma:</td></tr><tr><td>Aclaración:</td></tr><tr><td>Fecha:</td></tr></table>	<b>Realizó</b>	Firma:	Aclaración:	Fecha:	<table border="1"><tr><td>-----</td></tr><tr><td>Firma:</td></tr><tr><td>Aclaración:</td></tr><tr><td>Fecha:</td></tr></table>	-----	Firma:	Aclaración:	Fecha:	<table border="1"><tr><td><b>Controló Supervisor</b></td></tr><tr><td>Firma:</td></tr><tr><td>Aclaración:</td></tr><tr><td>Fecha:</td></tr></table>	<b>Controló Supervisor</b>	Firma:	Aclaración:	Fecha:
<b>Realizó</b>														
Firma:														
Aclaración:														
Fecha:														
-----														
Firma:														
Aclaración:														
Fecha:														
<b>Controló Supervisor</b>														
Firma:														
Aclaración:														
Fecha:														
UNA VEZ TERMINADA LA TAREA, DEJAR EL SECTOR CON EL CORRECTO ORDEN Y LIMPIEZA COLABORE CON EL ORDEN Y LA LIMPIEZA DEL SECTOR.														
 14632														

# Práctica profesional supervisada

Solicitudes de reparación para realización de mantenimiento correctivo a partir de los equipos cargados que generaran la orden de trabajo (OT) correspondiente.

		<b>Solicitudes de Reparación</b>						Fecha: 10/11/2018 21:50:46			
		Desde: 29/10/2018 Hasta: 10/11/2018						Usuario: CristianMedici			
								Pagina: 1 / 4			
Nivel de Urgencia:											
N°	Solicitado	Requerido	Equipo	Empleado Solicitante	Encargado	Cerrada	OT	Tiempo	Conforme	Rating	Estado
6	29/10/2018			PALENCIA, Diego	LIBOA, Sebastian Hipolito			0:00			Sin OT
7	29/10/2018			PALENCIA, Diego	LIBOA, Sebastian Hipolito			0:00			Sin OT
9	30/10/2018			PALENCIA, Diego	LIBOA, Sebastian Hipolito			0:00			Sin OT
10	08/11/2018			PALENCIA, Diego	LIBOA, Sebastian Hipolito			0:00			Sin OT
4616	31/10/2018			Arguello, Maximiliano	Arguello, Maximiliano			0:00			Sin OT
4618	31/10/2018			Arguello, Maximiliano				0:00			Sin OT
4631	01/11/2018			GONZALEZ, Noelia, Ayelen				0:00			Sin OT
4636	02/11/2018			GONZALEZ, Noelia, Ayelen				0:00			Sin OT
4647	07/11/2018			BENITEZ, Leon	FUENTES, LINA			0:00			Sin OT
4648	07/11/2018			BENITEZ, Leon	FUENTES, LINA			0:00			Sin OT
4649	07/11/2018			BENITEZ, Leon	FUENTES, LINA			0:00			Sin OT
Nivel de Urgencia: PROGRAMADO											
N°	Solicitado	Requerido	Equipo	Empleado Solicitante	Encargado	Cerrada	OT	Tiempo	Conforme	Rating	Estado
8	30/10/2018	31/10/2018	V903 Sector: BG1	PALENCIA, Diego	LIBOA, Sebastian Hipolito			15629	0:00		Con Tareas Pendientes
4614	30/10/2018	01/11/2018		GONZALEZ, Noelia, Ayelen				0:00			Sin OT
4615	31/10/2018	02/11/2018		Rebechi, Lucas	BURGOS, Sebastian Saul			0:00			Sin OT
4617	31/10/2018	01/11/2018	NO 002 NO 002 - Noria N°2 150 t/h	Arguello, Maximiliano				15661	0:00		Con Tareas Pendientes
4619	31/10/2018	31/10/2018	NH 001 NH 001 - Nicho Hidrante Acopio N°1	BENITEZ, Leon	FUENTES, LINA	06/11/2018	15660	6:00			Con OT Finalizada
4620	31/10/2018	31/10/2018	NH 202 NH 202 - Nicho Hidrante MLF Planta Baja N°2	BENITEZ, Leon	FUENTES, LINA	06/11/2018	15660	6:00			Con OT Finalizada
4621	31/10/2018	31/10/2018	NH 203 NH 203 - Nicho Hidrante MLF Planta Baja N°3	BENITEZ, Leon	FUENTES, LINA	06/11/2018	15660	6:00			Con OT Finalizada
4622	31/10/2018	31/10/2018	NH 401 NH 401 - Nicho Hidrante Destilación N°1	BENITEZ, Leon	FUENTES, LINA	06/11/2018	15660	6:00			Con OT Finalizada

## 6. Sugerencia de mejora

A mi criterio el ingreso de los equipos al sistema se deberían haber hecho a medida que se fueron instalando en planta .

Y en la misma forma cuando se instalaron otros similares en lugares donde se hizo reemplazo de los anteriores.

Al no haberlo hecho surge el inconveniente de que los materiales para una reparación o el relevamiento de los mismos para la carga posterior de estos en el software se haga inaccesible por la ubicación del mismo.

## 7. Conclusión Personal

La práctica profesional me permitió desempeñarme en el ámbito de la gestión de mantenimiento pudiendo observar cómo se puede llevar un mantenimiento organizado y no solo enfocado a la corrección de problemas (mantenimiento preventivo). Saber que la finalidad

## Práctica profesional supervisada

---

es reducir al mínimo las interrupciones de funcionamiento de la planta. Para tratar de que ninguna máquina o instalación llegase hasta el punto de ruptura.

Desde luego, el objetivo principal para poner en práctica el MP es bajar los costos pero esta economía puede asumir distintas formas:

- Menor tiempo perdido como resultado de menos paros de maquinaria por descomposturas.
- Mejor conservación y duración de las cosas, por no haber necesidad de reponer equipo antes de tiempo.
- Menor costo por concepto de horas extraordinarias de trabajo y una utilización más económica de los trabajadores de mantenimiento, como resultado de trabajar con un programa pre establecido en lugar de hacerlo para componer desarreglos.
- Menos reparaciones en gran escala, pues son prevenidas mediante reparaciones oportunas y de rutina.

En lo que hace a la tecnología usada lo bueno de tener un software respaldado en los servidores de la empresa que lo provee es que ante alguna falla en el servidor propio de la planta puede seguir usándose con cualquier PC conectada a internet.

Con respecto al lugar de trabajo , el ambiente es muy bueno, gente siempre predispuesta de buena manera y debido a mi experiencia previa como operario en mantenimiento recibían bien alguna opinión de mi parte.

El aporte realizado a la empresa de mi parte permitió organizar un poco mejor el mantenimiento, ya que había falta de registro de algunos de los equipos. A tal efecto, mi planteo fue que en los que se había perdido el hilo de registro se les hiciera su mantenimiento y se comience desde cero. Permitiendo también a través de las ordenes de trabajo y o pedido de reparación dejar asentado un registro de que la reparación fue requerida y con la realimentación al sistema que la tarea fue realizada. Y también centralizar la gestión de mantenimiento en una sola oficina ubicada en la planta BIO 4.

Para en un futuro como debiera ser según los planes anexar al sistema la planta BG 02 recientemente inaugurada.

## 7. Bibliografía

### Manuales de mantenimiento

- Manual de mantenimiento de válvulas STAFSJÖ modelo WB.
- Manual de montaje de válvulas STAFSJÖ modelo WB.
- Manual de mantenimiento de válvulas VALVTRONIC modelo VXH/VXS.
- Manual de montaje servicio y mantenimiento de bombas XYLEM modelo FLYGT 3045.091/181.
- Manual de mantenimiento de agitadores de digestato SUMA modelo OPTIMIX 2G 90-380.
- Manual de operación de ventiladores ATEX marca MEIDINGER.
- Manual de operaciones bombas dosificadoras DOSIVAC mod. DDI.

### Catálogo de partes

- Catálogo de partes de bombas alfa-laval CP 2000.
- Catálogo de partes de bombas XYLEM modelo FLYGT 3045.091/181.
- Hoja de datos de motores WEG modelo W22.
- Despiece rosca transportadora de piso en cargador de sólidos.

### Catálogo técnicos de equipos

- Caja reductora de RATTINI modelo REHV.
- Control automático de pesado SIPEL modelo ATLAS.
- Catalogo web de sensores de presión ENDRESS + HAUSSER.  
[https://portal.endress.com/wa001/dla/5000262/1149/000/08/TI00436PEN\\_1914.pdf](https://portal.endress.com/wa001/dla/5000262/1149/000/08/TI00436PEN_1914.pdf)
- Catálogo técnico de motores de motores LEROY SOMERS norma ATEX.
- Cajas reductoras POLIFIX marca ERHSA.
- Catálogo técnico de sensores de nivel capacitivos ENDRESS + HAUSSER.
- Hojas de datos técnicos Motores WEG

# Práctica profesional supervisada

## 8. Anexo

### ANEXO I

#### P&ID de la planta

