



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

MEJORA DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO ENTREGADOS POR UN FABRICANTE DE MAQUINARIA A SUS CLIENTES

Alumno: **Miguel Álvarez Suárez**

Director: **Pablo César Olmeda González**

Valencia, Septiembre 2015

Universitat Politècnica de València

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

**MEJORA DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO ENTREGADOS
POR UN FABRICANTE DE MAQUINARIA A SUS CLIENTES**

Autor

MIGUEL ÁLVAREZ SUÁREZ

Director

PABLO CÉSAR OLMEDA GONZÁLEZ

Valencia, septiembre 2015

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría aprovechar esta oportunidad para agradecerle, a todas las personas con las que tengo el placer de compartir mi vida, el simple hecho de estar ahí. Siempre he intentado mantenerme cerca de todo aquel que me haga sentir feliz y puedo decir, sin ninguna duda, que no hay mejor manera de afrontar todo lo que venga.

De manera más especial, me gustaría agradecerles a mi hermana Inmaculada Álvarez y a mi cuñado Luis Martínez la oportunidad que me dieron al traerme a Valencia a estudiar este Máster de Ingeniería del Mantenimiento. Cada vez tengo más claro que el día que me subí al avión en Asturias, un par de días antes del comienzo del Máster, fue el día que cambió todo.

Por supuesto, hubiese sido imposible para mi haber llegado hasta aquí sin mis padres, Elvira y Ángel, mi hermana Ángela y toda mi familia en Asturias. Su esfuerzo, cariño y aprecio son tan responsables del ingeniero que soy hoy como toda la formación que he recibido.

Agradecimiento aparte merece mi tío Pablo Suárez. Tengo presente cada día todo el tiempo que has invertido enseñándome y ayudándome con todo. Siempre ocurre algo en mi día a día que me recuerda lo muchísimo que te debo. Los profesores de este Máster no tienen ni idea de la cantidad de veces que he contestado a sus preguntas gracias a cosas que tú y yo hemos hecho, compartido o comentado. Espero poder ser para Juan lo que tú eres para mí.

El sentimiento de gratitud se queda corto para referirme a la familia Mellado Carrión. Muchas gracias por el cariño que recibo todos los días por vuestra parte y que me hace estar tan cómodo en vuestra casa.

Sin lugar a dudas, tan importante como la familia son los amigos. He tenido que separarme de la gente con la que llevaba años compartiendo historias y no cabe duda de que os echo de menos. Os agradezco que cada vez que vuelvo a Asturias sigamos con nuestra amistad exactamente igual. Y también agradecerle a los amigos que he hecho en este Máster que han conseguido que me sintiese cómodo en un lugar nuevo.

Y algo similar ocurre con los compañeros de trabajo. Me gustaría también agradecer especialmente a Juan José García, Beatriz Sánchez, Santiago Madrid y Vicent Castelló su compromiso conmigo. Muchísimas gracias por la formación que me dais cada día y la confianza que depositáis en mí. Sin lugar a dudas, no podría haber caído en mejor sitio que el Departamento de Producción/Ingeniería de Generadores para comenzar mi carrera profesional.

Y por último, y más importante, quiero agradecerle a Cristina Mellado ser el centro de todo. Llega un punto en la vida, no importa cuando ni como, en el que te das cuenta que todo lo que haces gira entorno a algo. Tú eres ese algo. El resto, lo iremos viendo juntos.

Muchas gracias a todos.

RESUMEN

En el mundo del mantenimiento, a la hora de introducir en una planta una nueva máquina, uno de los mayores problemas es encontrarse con que la documentación entregada por el fabricante del equipo es, en muchos casos, insuficiente. Y si a esto encima se le suma que en la mayoría de ocasiones la información estará repartida entre diferentes partes de la documentación, las posibilidades de implementar correctamente el mantenimiento de la nueva instalación en el plan de mantenimiento de la planta se van complicando cada vez más.

Para dar solución a esto, este Trabajo Final de Máster desarrolla las propuestas que se presentan ante la empresa GH Electrotermia SA con el principal objetivo de que los equipos de calentamiento por inducción que diseña para sus proyectos llave en mano tengan una documentación acorde a su calidad.

Se presentan dos tipos de mejora: una nueva organización de la documentación entregada al cliente junto con la máquina y el desarrollo de un software para la gestión de la documentación en formato digital. Este gestor incluye el acceso a un gestor de mantenimiento básico con el plan de mantenimiento recomendado por el fabricante, acceso a listas de repuestos y otras consultas.

En resumen, mejoras que, sin necesidad ni de grandes cambios ni de aportes de capital excesivos, permita añadir un valor añadido a los productos fabricados y mejorar la relación con los clientes.

ABSTRACT

When a new machine is brought to the production plant, one of the biggest problems on the maintenance world is finding that inside the manufacturer's documentations there is no much information about the maintenance program to follow. And, even if some information were included, it usually is not easy to find it and put it in practice.

In order to solve this, this Master's Thesis presents some proposals to the company GH Electrotermia SA with the main objective of deliver to its clients an installation's documentation with the same quality as its worldwide recognized machines.

Two kinds of improvements are presented: a new way to organize the information and documentation management software developed for the documents that nowadays are already given to the client. This doc-manager includes a simple version of a CMMS (Computerized Maintenance Management System) in order to make it easier to follow the Maintenance Program developed for the manufacturer (among other things).

In summary, some improvements that, without significant changes or extra cost to the projects, allow to increment the value of the final product and build strongest relationships with the clients.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



MEJORA DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO ENTREGADOS POR UN FABRICANTE DE MAQUINARIA A SUS CLIENTES

Documentos

- 1. Memoria**
- 2. Presupuesto**
- 3. Pliego de condiciones**
- 4. Anexos**



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Objetivos	1
1.2.	Antecedentes	1
1.3.	Presentación del trabajo	2
2.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	3
2.1.	Historia	3
2.1.	Organización.....	5
2.2.	Producción.....	5
2.3.	Actualidad.....	6
3.	SITUACIÓN ACTUAL.....	8
3.1.	Nuevo sistema de documentación implantado por la empresa.....	9
3.2.	Problemas aparecidos con el cambio.....	10
3.3.	Posibles ámbitos de actuación sobre dichos problemas	11
4.	ESTUDIO DE MEJORAS	13
4.1.	Alcance	13
4.2.	Fichas de mantenimiento preventivo	14
4.2.1.	Objeto de la mejora	14
4.2.2.	Desarrollo de la ficha de mantenimiento estándar	14
4.2.3.	Codificación de las operaciones de mantenimiento	16
4.2.4.	Implantación	17
4.3.	Software para la gestión de la documentación entregada al cliente	18
4.3.1.	Objeto de la mejora	18
4.3.2.	Desarrollo del Gestor de Documentación GH	18
4.3.3.	Desarrollo del módulo de Gestión del Mantenimiento.....	23
4.3.3.1.	Acceso al Gestor del Mantenimiento	24
4.3.3.2.	Consulta de información.....	26
4.3.3.3.	Seguimiento del Plan de Mantenimiento	29
4.3.3.4.	Diseño de la Orden de Trabajo	32
4.3.4.	Implantación	32
5.	RESULTADOS	34
5.1.	Fichas de mantenimiento preventivo	34
5.2.	Software para la gestión de la documentación entregada al cliente	34
5.3.	Resultado global.....	35
6.	PRESENTACIÓN DE LAS MEJORAS A LA EMPRESA.....	37
7.	CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS.	38
7.1.	Desarrollos futuros.....	38
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Instalaciones en San Antonio de Benagéber (GH GROUP - GH ELECTROTERMIA, 2015).....	4
Generador de inducción (izquierda); instalación de inducción (derecha) (GH Induction, 2011)	6
Antigua distribución de la documentación técnica al cliente.....	8
Plantilla para fichas de mantenimiento.....	15
Pantalla inicial del Gestor de Documentación GH.....	20
Acceso a la información deseada: Ej.: Documentos Generales\Advertencias de Seguridad	21
Acceso a la información deseada: Planos\Planos mecánicos\Posicionador	22
Acceso al Gestor de Mantenimiento desde la pantalla principal.....	25
Pantalla principal del Gestor de Mantenimiento	25
Acceso a la consulta de Operaciones.....	26
Visualización de operaciones.....	27
Operaciones a realizar sobre los transformadores ubicados dentro del armario del generador	27
Listado de repuestos del generador	28
Acceso al Plan de Mantenimiento diseñado para la instalación ejemplo.....	29
Ventana principal del Plan de Mantenimiento.....	30
Operaciones a realizar el día 14/09/2015	31
Operaciones a realizar por un mecánico el día 14/09/2015	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Organigrama de la empresa	5
Horas estimadas por departamento para realizar la nueva documentación.....	11
Diagrama de Pareto para buscar los primeros aspectos a mejorar	12
Horas estimadas por departamento para realización de documentaciones tras la implantación de las mejoras.....	35
Reparto de pesos tras la reforma sobre los distintos ámbitos de actuación	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tiempo asignado por departamento a realización de documentación	10
Sistema de codificación de operaciones.....	17
Contenidos del Gestor de Documentación GH.....	19
Contenidos del Módulo de Gestión del Mantenimiento.....	26
Menús desplegables para selección de opciones en las pantallas Personal y Material .	28

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento, así como el software al que hace referencia, se presentan como Trabajo Final de Máster (TFM) del alumno Miguel Álvarez Suárez tras haber sido realizadas las obligatorias Prácticas en Empresa en GH Electrotermia SA dentro del departamento de Producción/Ingeniería de Generadores.

1.1. Objetivos

A lo largo del documento, el alumno pretende dar respuesta a uno de los puntos débiles encontrados durante su estancia en la empresa GH Electrotermia SA: la forma y el contenido de los planes de mantenimiento entregados por un fabricante de maquinaria industrial a sus clientes.

Para ello, se presentan los siguientes objetivos:

- Mejorar los planes de mantenimiento ya existentes bajo los criterios hacia los que está avanzando la gestión de activos.
- Desarrollar un Gestor del Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) acorde a los nuevos planes de mantenimiento y a las necesidades del cliente.
- Desarrollar un software que centralice toda la documentación entregada al cliente y que, a su vez, aporte un cierto valor añadido al producto y a la imagen de la empresa.

1.2. Antecedentes

A mediados del primer trimestre de 2014, GH Electrotermia SA decide cambiar el formato de la documentación final entregada a un cliente junto con la maquinaria adquirida. A grandes rasgos, estos cambios consisten en lo siguiente:

- Dejar de hacer secciones independientes para cada departamento involucrado en el equipo. Hasta ese momento, por ejemplo, Ingeniería Mecánica tenía su carpeta e Ingeniería Eléctrica una diferente.
- La documentación pasa a clasificarse por objetivos: una carpeta de documentos comunes a toda la máquina, una segunda con todos los manuales de uso, otra con los planes de mantenimiento y una última para planos.
- Se decide, por petición de varios clientes, que es necesario ampliar la documentación del mantenimiento necesario de la instalación, los equipos y sus componentes.

Este último punto cada vez es más común entre las demandas que un cliente pone cuando adquiere un equipo. Una parte de esto es debida a que las empresas van aumentando su presupuesto en mantenimiento propio y necesitan, en lo posible, prescindir de contratar servicios de asistencia técnica o periodos extra de garantías.

1.3. Presentación del trabajo

Se procede a continuación a enunciar las partes que componen la estructura de esta memoria.

En primer lugar se puede encontrar una breve descripción de la empresa en la que el alumno ha realizado las prácticas. El objetivo de este apartado es conocer, a grandes rasgos, quiénes son, el tipo de maquinaria que fabrican y venden y quiénes son sus clientes.

Dentro de “Situación actual” se describe cómo, a día de hoy, se están realizando las labores de documentación final y elaboración de planes de mantenimiento de los distintos departamentos involucrados en la fabricación de una máquina. Se plantean también los problemas que se están encontrando en la adaptación al nuevo sistema de documentación desde dos puntos de vista: el tiempo de ingeniería dedicado a la realización de unos manuales y planes de mantenimiento que cumplan con los criterios de calidad de la empresa y el tiempo dedicado a organizar y presentar dichos documentos. Para hacer más sencilla la presentación de terminología y del modelo de trabajo, se ha tomado como ejemplo una reciente instalación de calentamiento por inducción dedicada al temple y revenido de vástagos de amortiguador. Se ha optado por este proyecto porque participan todos los departamentos de la empresa y porque está formado por la mayoría de los elementos con los que normalmente se trabaja.

Tras este análisis, lo siguiente será el planteamiento de cómo actuar sobre los principales puntos causantes de pérdidas de recursos. Se procederá a proponer un estudio de mejoras donde se mostrará cómo la propuesta pretende actuar sobre dichos puntos.

Una vez desarrollado esto, el siguiente apartado consiste en una presentación del prototipo del software diseñado a la empresa donde aparezcan formulados los requisitos para realizar una implantación a corto plazo de la solución.

El final de esta memoria lo componen un resumen de resultados, las conclusiones a las que se ha llegado tras haber realizado todo este proceso y una serie de desarrollos a medio-largo plazo con el objetivo de que éste sea un punto de partida para continuar mejorando los servicios prestados a los clientes.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Tal como se ha mencionado con anterioridad, el presente TFM ha sido realizado durante el transcurso de la asignatura Prácticas de Ingeniería del Mantenimiento en la empresa GH Electrotermia SA, empresa matriz del Grupo GH, durante los cursos 2013/14 y 2014/15.

2.1. Historia

El Grupo GH es uno de los grupos de empresas internacionales con más experiencia en el calentamiento por inducción para aplicaciones industriales a nivel mundial. La empresa diseña, fabrica y comercializa soluciones llave en mano de sistemas de calentamiento por inducción dando soporte y asistencia técnica durante toda la vida útil del sistema.

El Grupo GH se fundó con el objetivo de estar cerca de sus clientes en todo el mundo. Su estrategia principal se basa en un pensamiento global y una acción local. Puede resumirse parte de su historia en los siguientes hitos.

- 1961 Fundación de GH Industrial.
- 1964 Fabricación del primer sistema de calentamiento por inducción.
- 1975 Establecimiento de GH Industrial, S.A.
- 1977 Construcción de la planta de fabricación en San Antonio de Benagéber (Valencia).
- 1982 Comienzo de los generadores por transistores.
- 1985 Creación del departamento de I+D.
- 1986 Primeros generadores a transistores a clientes industriales.
- 1987 Patente del primer generador a transistores.
- 1990 Constitución de GH Elin International. GH Industrial se fusiona con el departamento de inducción de Elin Energieanwendung (EEA), filial del grupo industrial austriaco más importante: VA – Tech. EEA creó GH Elin International S.A adquiriendo participaciones de GH Industrial. El mismo equipo de gestión de GH Industrial empezó gestionando las actividades relacionadas con el calentamiento por inducción en esta nueva empresa.

El Grupo GH tiene su base en España y filiales en Alemania, Francia, EEUU, India, China, Brasil y México. En el resto de países está presente vía empresas licenciatarias, representantes, agentes y oficinas de asistencia técnica.

- 1993 Constitución de GH Industrial Deutschland. GHID es una empresa filial que gestiona ventas y asistencia técnica en Alemania, Benelux, Liechtenstein y Finlandia. También, GH Elin International absorbe GH Industrial.
- 1996 El equipo de dirección de GH Elin International compró a Elin el grupo completo con ayuda financiera. La compañía matriz se llamó GH ELECTROTERMIA S.A.
- 1998 Constitución de GH Induction India Private.
- 1998 Constitución de GH Inducao do Brasil.
- 1999 Constitución de GH Able City-Beijing.

- 1999 Incorporación al grupo IBV. La corporación IBV (grupo industrial con Iberdrola y BBVA como accionistas con el 50% de cuota cada uno) adquirió el 78,25% de las participaciones del grupo.
- 2000 Constitución de GH Mexicana.
- 2003 Constitución de GH Electrothermie (Francia).
- 2010 Constitución de GH Induction Atmospheres (EEUU).
- 2011 Constitución de GH Induction Equipment Shanghai (China).

Se trata de un grupo sólido y fiable con más de 4000 clientes y 50 años de know-how e innovación en tecnología de inducción. En la Figura 1 se muestran imágenes de las instalaciones de la empresa, donde se fabrica aproximadamente el 90% de la producción total del Grupo GH a nivel mundial.



Figura 1: Instalaciones en San Antonio de Benagéber (GH GROUP - GH ELECTROTERMIA, 2015)

2.1. Organización

La organización de GH Electrotermia SA se muestra en el Gráfico 1 donde se observa que el departamento de mantenimiento depende del de producción:

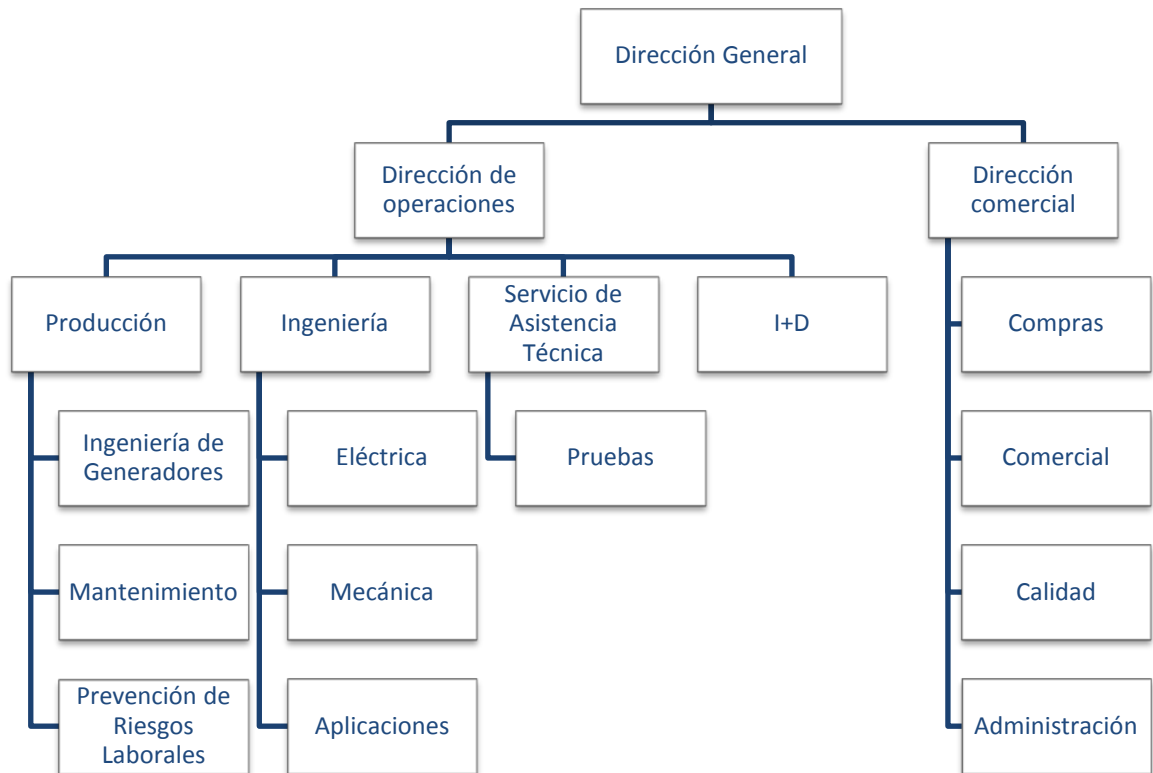


Gráfico 1: Organigrama de la empresa

2.2. Producción

El Grupo GH personaliza el diseño y ofrece instalaciones basadas en los requisitos específicos del cliente.

Cuando GH recibe las especificaciones, un equipo multidisciplinar de ingenieros (eléctricos, electrónicos, mecánicos, hidráulicos y de aplicación) estudia los requisitos técnicos para diseñar la solución que más se adapta a las condiciones finales de operación.

Los principales criterios de diseño de una instalación de inducción de GH tienen en cuenta la rentabilidad de la inversión durante toda su vida útil en las instalaciones del cliente. Éstos son:

- Versatilidad.
- Principios de “Lean Manufacturing” como SMED.

- Simplicidad constructiva y vida útil máxima.
- Bajo mantenimiento y fácil operación.

GH combina los siguientes recursos para alcanzar el mejor diseño: servicios de consulta (“Advising Services (Ad)”), diseños 2D y 3D, simulaciones mecánicas, bases de datos comunes de sistemas (CE) y gestión de proyectos profesional.

2.3. Actualidad

Cuando un cliente se pone en contacto con los ingenieros de ventas de GH, la primera tarea consiste en englobar su necesidad dentro de una de las dos gamas de productos que se muestran en la Figura 2: sistema de potencia (generador de inducción) o instalación de inducción (máquina completa).



Figura 2: Generador de inducción (izquierda); instalación de inducción (derecha) (GH Induction, 2011)

Se entiende por *generador de inducción* al equipo compuesto por las unidades básicas para que el cliente consiga una determinada aplicación. Estas unidades son:

- **Generador**: Encargado de transformar unos valores de tensión y frecuencia (los que el cliente tenga en su red) en otros válidos para conseguir generar un campo de inducción electromagnético en el inductor. Dentro del generador se encuentran elementos tales como el rectificador (transforma una corriente alterna trifásica en corriente continua), el puente inversor (a partir de esa corriente continua, se obtiene una corriente alterna de una determinada frecuencia) y un sistema de control para la supervisión del funcionamiento del generador y el control de la calidad del proceso entre otros.
- **Estación de calentamiento**: Acopla las características eléctricas del inductor al generador para que pueda producirse el campo electromagnético deseado. Consta de banco de condensadores, transformadores y placas de salida.

- Inductor: Transmite la energía a la pieza para producir el calentamiento a través del campo electromagnético generado.
- Equipo de refrigeración: Necesario para evacuar el calor que se produce en los componentes eléctricos/electrónicos (equipo R3) y para las aplicaciones de tratamiento térmico que necesita enfriamiento (equipo R4).

Si fuese necesario añadirle algo más a este conjunto, sería lo que se conoce como *instalación de inducción o máquina*. Ejemplos de sistemas complementarios serían:

- Máquina de presentación: Manipula la pieza a calentar para posicionarla en el inductor, cargarla en la máquina o llevarla al punto de almacenamiento. Se habla de mecanismos elevadores, cintas transportadoras, brazos robóticos,...
- Sistema de control: En general, sería todo lo que tiene que ver con los automatismos de la máquina para gestionar el proceso al completo. Aquí se habla de la programación de pantallas de control para los operarios, programación de máquinas CNC (control numérico) y comunicación externa por bus de campo con el cliente (*Profibus, Profinet, Ethernet IP,...*).

Tomando datos del último año de facturación, se han fabricado alrededor de 200 *generadores* y unas 20 *máquinas* para una gran variedad de aplicaciones y de sectores industriales. Entre ellos:

- Temple de álabes de turbinas para la industria aeroespacial.
- Sistemas de pre y post calentamiento para el trefilado de cables y alambres.
- Tratamiento térmico de cigüeñales y válvulas así como cura de adhesivos para la fabricación de carrocerías en la industria del automóvil.
- Decapado de pintura en cascos de barcos para la industria naval.
- Calentamiento de extremos de tubos para el alivio de tensiones internas producidas durante su fabricación en la industria del Oil & Gas.
- Temple de grandes rodamientos para el sector de las energías renovables
- Soldadura de anillos de cortocircuito para motores eléctricos de jaula de ardilla.

3. SITUACIÓN ACTUAL

En febrero de 2014, la directiva de GH Electrotermia SA decide que, para cumplir con los nuevos requisitos exigidos por una serie de clientes, es necesario adoptar nuevas medidas a la hora de gestionar la documentación entregada junto a las máquinas. En concreto, es necesario entrar en mayor profundidad en el mantenimiento recomendado por la empresa.

Cuando un ingeniero de ventas vende un equipo, en la hoja de costes que realiza para poder hacer una oferta queda reflejado el tiempo asignado a cada departamento tanto a nivel de producción (tiempo de fabricación) como de ingeniería (tiempo dedicado a la realización de cálculos, planos, seguimiento y documentación).

De todo el conjunto de personas involucrada en el proyecto, sólo los departamentos de Ingeniería de Generadores y los de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Aplicaciones deben elaborar el material que se entrega a cliente a nivel de documentación técnica.

Hasta ahora, la forma en la que se entregaban estos documentos tanto en formato papel como electrónico (CD-DVD) estaba formada por un conjunto de carpetas independientes donde cada departamento trabajaba de forma individual y sin interacción con los otros (tal y como se muestra en la Figura 3).

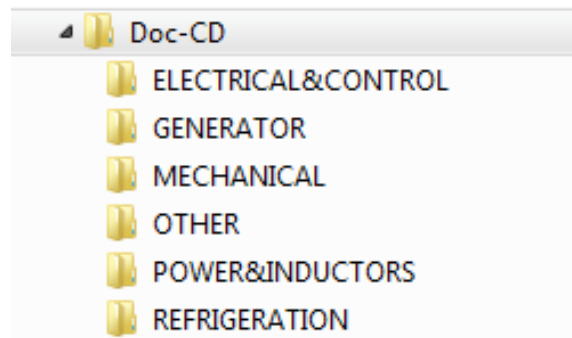


Figura 3: Antigua distribución de la documentación técnica al cliente

Este sistema contaba con las siguientes ventajas:

- Es la distribución más sencilla para trabajar. Cada departamento es responsable único de su parte y no necesita de otro para terminar sus apartados.
- La formación para realizar esta documentación es muy rápida. Cuando entra una nueva persona a un departamento, empieza realizando documentaciones. Este sistema le permite seguir una serie de puntos simples para asegurarse de que ha realizado correctamente su trabajo.
- Al llevar muchos años trabajando de la misma forma, los problemas que surgen a la hora de comprobar la documentación son mínimos. Sólo es necesario que el encargado de comprobar la documentación antes del envío dedique unos minutos en comprobar que

están todas las carpetas con sus correspondientes archivos tanto en formato papel como en formato electrónico.

- El tiempo asignado en las hojas de costes por máquina es suficiente para realizar las documentaciones.

Por otro lado, se presentan también una serie de desventajas:

- No es posible obtener una información general del conjunto. Al no haber interacción entre departamentos, no hay ningún índice que especifique qué buscar en cada sitio. Esto supone que quien consulte la documentación sepa cómo está organizada y de qué está encargado cada departamento.
- Quien quiera documentarse sobre un determinado tema, tiene que buscar en diferentes sitios. Un ejemplo son los manuales de uso o los documentos de mantenimiento. Éstos estarían divididos entre varias carpetas dependiendo de qué departamento se encargase de redactarlos.

Estas desventajas son especialmente preocupantes porque todas recaen del lado del cliente. Por este motivo, se decide cambiar al sistema que se presenta a continuación.

3.1. Nuevo sistema de documentación implantado por la empresa

Tal como se ha venido indicando con anterioridad, la empresa decide implantar un sistema que permita acabar con esos problemas de cara al cliente.

El nuevo formato de documentación estándar¹ se resume de la siguiente forma:

- Un primer apartado de *documentos generales* donde aparecen la documentación propia de la máquina: identificación, proceso y capacidades, layout general y diferentes certificaciones como el marcado CE, el nivel de ruido o el informe de campo magnético.
- Un segundo apartado de *descripción y funcionamiento* de la instalación que incluye: descripción de la instalación, elementos de seguridad, manuales de usuario de los distintos elementos y descripción de alarmas y posibles fallos.
- Un tercer apartado dedicado al *plan de mantenimiento*: cada departamento elabora unas fichas de mantenimiento preventivo donde aparecen las operaciones a realizar sobre cada uno de los elementos.
- El cuarto y quinto apartado está dedicado a los *planos y listas de materiales* mecánicos y a los *planos y listas de materiales eléctricos* respectivamente.

Con esto como base, si fuese necesario añadir cualquier tipo de extra se crearían tantos apartados como fuesen necesarios. Esto puede ocurrir cuando el cliente solicita el código de programación de las máquinas de control numérico, cuando se solicita que se añada la información de los elementos comerciales no fabricados por GH o cualquier otro requisito del cliente.

3.2. Problemas aparecidos con el cambio

Como se ha dicho con anterioridad, una de las ventajas que tenía el antiguo sistema era que, gracias a su simplicidad, las horas de ingeniería asignadas para realizar la documentación eran suficientes.

El cambio, como es lógico, supone una serie de esfuerzos que se traducen en tiempo dedicado a adaptarse: desarrollo de unos nuevos formatos de documentos iguales para todos los departamentos, adaptación de la documentación preexistente a esos nuevos formatos, puesta en común de ideas para el cambio y la mejora, estandarización para que el formato sirva tanto para proyectos de generadores como de máquinas, etc.

Si, por motivos de costes, las horas son las mismas, aparece el primer conflicto: se pide mucho más en el mismo tiempo. A continuación (Tabla 1) se va a mostrar el reparto de tiempo asignado en un proyecto estándar.

Tabla 1: Tiempo asignado por departamento a realización de documentación

Ingeniería de Generadores	5 horas
Ingeniería Eléctrica	30 horas
Ingeniería Mecánica	30 horas
Ingeniería Aplicaciones	10 horas
TOTAL	75 horas

En este tiempo, un ingeniero de cada departamento realizaba las siguientes tareas:

- La redacción de los manuales de usuario para los distintos elementos de la instalación.
- La elaboración de las fichas de mantenimiento.
- Revisión de los planos sacados a producción al inicio del proyecto para buscar posibles cambios debidos a conflictos en la fabricación.
- Imprimir toda la documentación para el formato papel.
- Si fuese necesario por motivos de idioma, todo esto debería de realizarse con la suficiente antelación como para enviar los documentos a traducir.

Ahora, con el cambio, se le añaden:

- Reunión interdepartamental para organizar qué puntos, dentro del índice estándar, tiene pensados incluir cada departamento en función del proyecto.
- Actualizar todos los planes de mantenimiento. Deben incluirse operaciones de mantenimiento preventivo indicando frecuencia y acciones a realizar.
- Listas de repuestos y consumibles que indiquen tiempos de sustitución.
- Ordenar toda la información de forma que sea fácilmente accesible y comprensible.
- Revisar el conjunto.

Tras analizar los nuevos requisitos, cada departamento plantea el tiempo que necesita para poder realizar el trabajo que se muestra en el Gráfico 2.

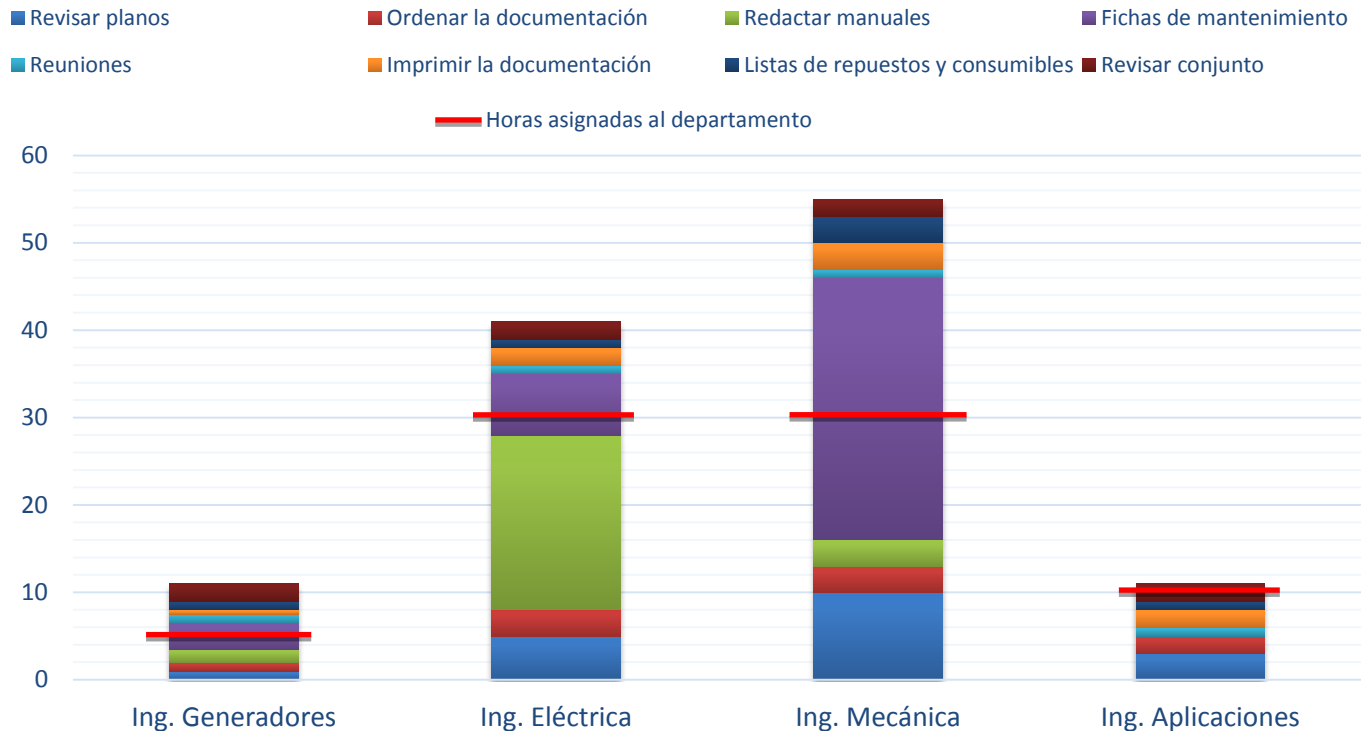


Gráfico 2: Horas estimadas por departamento para realizar la nueva documentación

Como se puede observar en el Gráfico 2, todo lo que esté por encima de la marca vertical roja supone un exceso de horas sobre las inicialmente asignadas. En términos de proyecto, esto supone añadir un sobrecoste continuo al apartado de documentación de cada máquina de aproximadamente un 55%. Para ser exactos:

$$\frac{T_e - T_d}{T_d} = \frac{118 \text{ h} - 75 \text{ h}}{75 \text{ h}} = 0,5733 \rightarrow 57,33\%$$

Siendo:

- T_e : Tiempo estimado para la realización de la nueva documentación
- T_d : Tiempo disponible por proyecto

3.3. Posibles ámbitos de actuación sobre dichos problemas

Ante la imposibilidad de pedir un aumento del tiempo asignado (supondría un aumento en los costes de producción y, por tanto, una disminución en los beneficios o un aumento del precio en el mercado), es necesario realizar un estudio para ver en qué puntos es posible mejorar y reducir el tiempo estimado de trabajo.

Para ello, con las mismas estimaciones anteriores, se procederá a elaborar un diagrama de Pareto con el objetivo de buscar los principales aspectos que, si se solucionasen, podrían favorecer una disminución de las horas utilizadas para llevar a cabo la documentación.

El Gráfico 3 muestra el resultado de este estudio. De él puede deducirse que el 80% del tiempo destinado por el conjunto de los departamentos a una tarea se va únicamente en realizar unas fichas de mantenimiento de calidad, redactar concienzudamente los manuales de usuario de los distintos sistemas, revisión de planos tras la fabricación y todo lo que tiene que ver con la presentación de estos documentos de una forma correcta y fácilmente entendible.

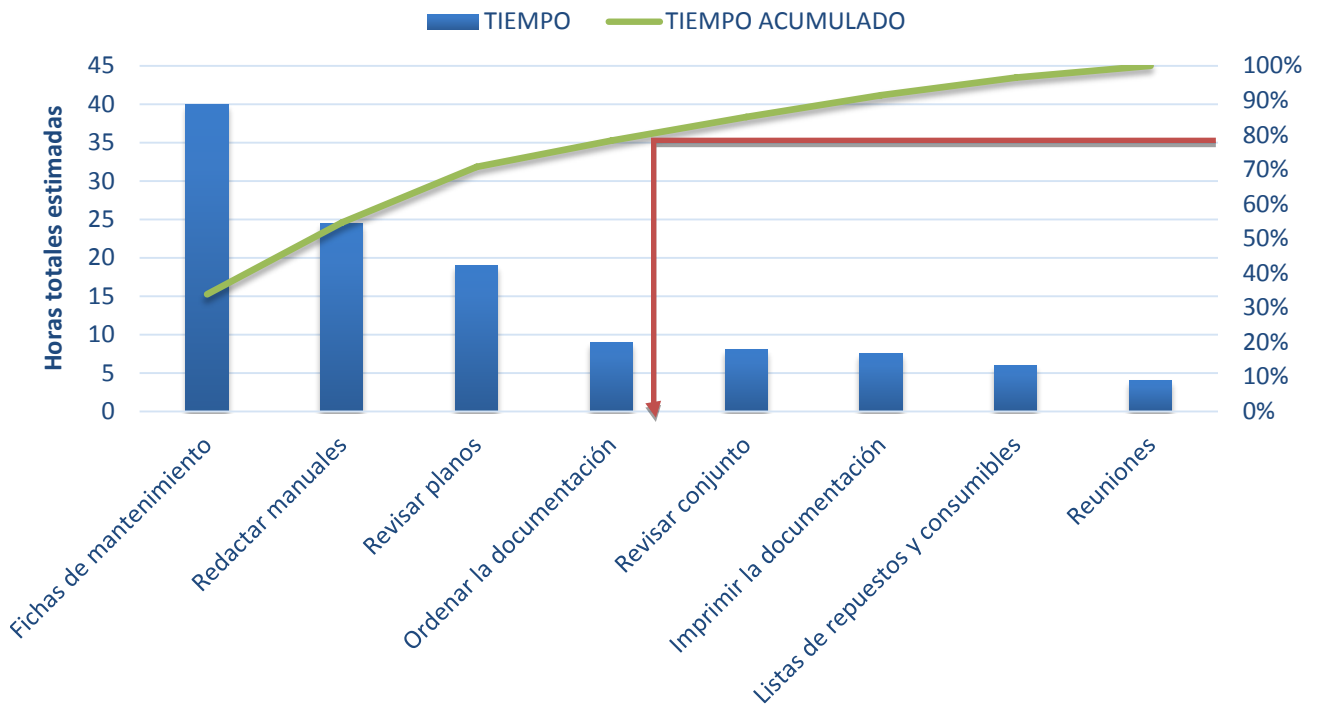


Gráfico 3: Diagrama de Pareto para buscar los primeros aspectos a mejorar

4. ESTUDIO DE MEJORAS

4.1. Alcance

A la vista de los resultados anteriores, se ha optado por realizar las siguientes acciones:

- *Fichas de mantenimiento*: Crear un nuevo formato estándar para todos los departamentos que incluya:
 - o Operación: nombre y código
 - o Frecuencia
 - o Duración estimada de la actuación
 - o Estado de la máquina
 - o Recursos
 - o Acciones correctivas
- *Ordenación de documentación*: Desarrollo de un software para su gestión que permita:
 - o Al cliente: Visualizar en el ordenador de una forma rápida y sencilla los mismos documentos que tiene en papel.
 - o A ingeniería: Guardar siempre en una misma ruta los documentos que realice, independientemente de quién tenga que hacerlos y en qué idioma se haga.

A parte de esto, se decide realizar un sencillo Gestor del Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) dentro de la aplicación aprovechando las mejoras incluidas en las fichas de mantenimiento.

El motivo de no intentar actuar sobre la *revisión de planos* o la *redacción de manuales* es que, al ser la fabricación de equipos a medida el principal sector de ventas, esta documentación es siempre dependiente de las funcionalidades que quiera el cliente.

No obstante, se puede incluir la *revisión del conjunto* como mejora incluida en el desarrollo del software de gestión de la documentación, ya que al estar toda organizada, se facilita la comprobación final antes del envío de la máquina.

Es importante señalar que todo lo que aparece a continuación corresponde a material que GH puede considerar entregar a sus clientes sin que suponga un aumento de precio en la máquina. Por ejemplo, el GMAO desarrollado es una versión sencilla para facilitar trabajar con las operaciones de mantenimiento indicadas por GH. Si el cliente quisiera un GMAO personalizado donde pudiese, por ejemplo, añadir nuevas operaciones o modificar frecuencias entre las mismas, debería de solicitar un extra en su pedido.

El principal motivo para esto es hacer rentable lo más rápido posible la inversión que ha supuesto el desarrollo del *Gestor de Documentación a Cliente* y el *GMAO*. Toda la programación de este software gira entorno a la máxima simplicidad a la hora de trabajar internamente.

A continuación, se procederá a entrar en profundidad en las mejoras propuestas.

4.2. Fichas de mantenimiento preventivo

4.2.1. Objeto de la mejora

En la actualidad, la tarea que más tiempo requiere para completarse es la elaboración de las fichas de mantenimiento preventivo del equipo.

La mejora que se plantea tiene como objetivos:

- Establecer unos criterios de elaboración de las fichas que sirvan, en todo lo posible, para cualquier tipo de sistema, elemento o pieza que sea necesario describir, independientemente del departamento al que pertenezca.
- Cumplir con los requisitos impuestos por Dirección sobre contenidos del plan de mantenimiento.
- Sintetizar, de la forma más sencilla posible, los elementos más importantes de la Ingeniería del Mantenimiento en un documento que será accesible por cualquier trabajador al que se le asigne una tarea, independientemente de su formación.

4.2.2. Desarrollo de la ficha de mantenimiento estándar

Para poder cumplir los objetivos propuestos, se ha desarrollado un sistema que permite a la persona encargada de realizarlo hacer la mínima cantidad de modificaciones de un proyecto a otro.

Independientemente del proyecto, los más de 50 años de fabricación de maquinaria de GH le permiten hacer una evaluación sencilla de qué componentes se repiten a la hora de diseñar un equipo. Si bien sus formas, tamaños y cantidades pueden variar, esos elementos casi siempre pueden encontrarse. Ejemplos sencillos de esto son: elementos eléctricos, como transformadores e interruptores automáticos; o partes mecánicas, como la estructura de la máquina y útiles para posicionamiento de las piezas.

Tras una puesta en común entre todos los departamentos de las piezas que son más repetitivas y las necesidades que pueden aparecer en las fichas, se ha llegado a la conclusión de que un modelo como el mostrado en la Figura 4 permite elaborar unos planes de mantenimiento de calidad en un tiempo mucho más corto que lo que se venía haciendo con anterioridad.

Esta ficha de mantenimiento se compone de:

- ① Identificación y código del elemento: Nombre del elemento o pieza a la que hará referencia toda la ficha de mantenimiento. Si está codificado con algún número de plano, también se hará referencia a él.
- ② Número de documento: Hace referencia a la codificación interna de la ficha dentro del plan de mantenimiento. En el siguiente apartado se explicará el sistema elegido.

2 **3** **1**

	Nombre:	IDENTIFICACION DEL ELEMENTO			
	Número:	CÓDIGO DEL ELEMENTO			

4

Nº documento:	Nombre documento:	Hoja:			
XX.YY.ZZ	FICHA DE MANTENIMIENTO	1/1			
Departamento:	Tipo de documento:	Realizado:	Revisado:	Fecha:	Edición:
Generadores	Documentación				1

5

FREC.: Frecuencia de realización de la operación (D: diaria / S: semanal / M: mensual / T: trimestral / Y: semestral / A: anual)
T.: Tiempo, en minutos, previsto de duración de la operación de mantenimiento
E.: Estado de la máquina. (F: Funcionando / P: Parada)
RECURSOS: Medios a emplear Visual Manual Herramientas Comparación Medición Lubricar Limpiar
A.C: Acción correctiva (C: Condicionado a estado de otros elementos / R: Reparar / S: Sustituir / -: No procede)

Nº	OPERACIÓN	FREC.	T.	E.	RECURSOS	A.C
1	Operación 1	A	5	P		C
2	Operación 2	M	5	P		R
3	Operación 3	Y	5	F		S
4	Operación 4	T	15	F		-
5						
6						
7						
8						
9						
10						

6

7

1

3

2

ESPACIO RESERVADO PARA FOTOGRAFÍAS DEL ELEMENTO

Figura 4: Plantilla para fichas de mantenimiento

- ③ Departamento: Responsable de la realización de la ficha.
- ④ Hoja 1 de X: Numeración de la fichas para evitar su extravío.
- ⑤ Leyenda sobre símbolos y abreviaturas: Aquí aparecerán indicadas cualquier tipo de abreviatura o símbolo que pueda aparecer a lo largo de la ficha. Se puede ver que hace referencia a la frecuencia de realización de la operación, el tiempo estimado de duración de la actuación y cómo debe estar la máquina en el momento de realizarla, que recursos materiales son necesarios para llevarla a cabo y si es necesaria alguna acción correctiva en caso de encontrar algún defecto.
- ⑥ Operaciones: Enumeración de las operaciones a llevar a cabo sobre el elemento al que hace referencia la ficha. Pueden ser una sola o varias.
- ⑦ Fotografía y notas: Para facilitar la actuación, se realizan fotografías al elemento en cuestión y se incluyen en la ficha. Esto permite aclarar la zona de trabajo, indicar posibles problemas, establecer un orden de actuación si fuese necesario, etc. Si quien va a realizar la actuación sobre el elemento considera necesario alguna aclaración sobre incidencias, este espacio queda también disponible para su uso.

4.2.3. Codificación de las operaciones de mantenimiento

Todas las operaciones de mantenimiento que formen parte del plan a diseñar deben tener una codificación única que permita su identificación inequívoca.

El sistema de códigos empleados se ha diseñado teniendo en cuenta los siguientes requerimientos:

- No pueden repetirse. Esto quiere decir que la misma operación realizada por el mismo tipo de operario sobre la misma pieza y con la misma frecuencia no puede tener dos códigos distintos.
- Deben permitir al encargado de realizar una determinada operación distinguir sobre qué elemento debe llevarla a cabo. En caso de que tenga dudas, el código debe permitirle encontrar en el menor tiempo posible la ficha de mantenimiento a la que se le está haciendo referencia (marca ② de la Figura 4).
- Se imitará el sistema utilizado actualmente en la empresa para la codificación de materiales y piezas con el fin de facilitar al cliente una misma forma de codificación en toda la documentación.
- Todo código incluirá una descripción, nunca superior a 40 caracteres, para facilitar su comprensión. Esta condición, al igual que la anterior, sigue las mismas normas que las usadas en la empresa para codificación en el software SAP R/3.
- Debe permitir diferenciar la zona de actuación en la máquina (la zona donde está colocada, el armario del generador, la estructura, el equipo de refrigeración,...) del elemento en concreto (un armario, un seccionador, unas protecciones,...) y del tipo de operación (limpiar, apretar, sustituir,...). Esto permitirá que cada departamento pueda elaborar y codificar las operaciones de mantenimiento a incluir en el plan sin necesidad de usar códigos que puedan entrar en conflicto con otros departamentos.

Tras evaluar estos requerimientos, se ha optado por un sistema de codificación alfanumérico dividido en tres bloques con el patrón que se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2: Sistema de codificación de operaciones

Zona de la máquina . Elemento . Operación	
XX.YY.ZZ	

De esta forma, los requerimientos iniciales se ven cumplidos ya que:

- Identificación de la zona de trabajo: Como en todas las instalaciones se tiene la misma división de zonas, cualquier operación codificada indicará la zona a la pertenece.

00.YY.ZZ	Toda el área ocupada por la máquina
01.YY.ZZ	Área del automatismo de control
02.YY.ZZ	Área del generador
03.YY.ZZ	Conjunto estructural de la máquina
04.YY.ZZ	Equipo de refrigeración

El código principal de una zona de trabajo siempre tendrá el formato XX.00.00.

- Identificación del elemento sobre el que se debe actuar: Cada elemento dentro de una zona de trabajo estará identificado por el segundo grupo del código por una numeración correlativa. El código principal del elemento tendrá la forma XX.YY.00 e identificará la ficha de mantenimiento donde buscar cualquier dato desconocido por el trabajador.
- Identificación de la operación a realizar sobre cada elemento: Cada operación estará asociada al tercer grupo del código mediante una numeración correlativa. Ésta será la misma que el orden de operaciones en la ficha de mantenimiento.

Por ejemplo, el código 02.04.03 identificará la siguiente operación:

- 02: Área del generador. El trabajo se realizará dentro del armario del generador.
 - o 04: Guardamotores. Los elementos sobre los que hay que trabajar son las proyecciones de los guardamotores.
 - 03: Verificar disparo protección. Comprobar que, si se disminuye el nivel de corriente admitida por el guardamotor, éste dispara y protege el circuito.

Si a quien se le entregue la orden de trabajo tuviese alguna duda sobre cómo llevar a cabo el trabajo, el propio código le especifica que tiene que consultar la ficha de mantenimiento 02.04.00 operación 03. En ella le aparecerá las herramientas que necesita, el tiempo estimado de operación y qué acción correctiva realizar en caso de mal estado del elemento o imposibilidad de dar por buena la operación.

4.2.4. Implantación

Para el proyecto que se ha tomado como referencia en la realización de este trabajo, se han elaborado 53 fichas de mantenimiento que incluyen un total de 297 operaciones en las 4 zonas de trabajo citadas en el apartado anterior. ²

4.3. Software para la gestión de la documentación entregada al cliente

4.3.1. Objeto de la mejora

Como había quedado con anterioridad reflejado en el Gráfico 3, el cuarto posible ámbito de mejora en el tiempo dedicado a la elaboración de la documentación entregada a un cliente se encontraba en la parte de organización final de la información.

Si bien en la elaboración de la documentación impresa no se puede optar a más mejoras que las ya aportadas por la estandarización de formatos de manuales y hojas de mantenimiento, sí que es posible reducir el tiempo dedicado a la versión informática.

La mejora que se plantea a continuación tiene los siguientes objetivos:

- Ordenar de forma rápida y siempre bajo un mismo patrón toda la información.
- Ofrecer al cliente un software que le permita consultar toda la información de la máquina de forma sencilla y que mejore la imagen de la empresa.
- Gestionar las operaciones de mantenimiento preventivo recomendadas por GH.

El desarrollo de esta mejora permitiría también reducir los tiempos de revisión de la documentación (siguiente ámbito de mejora del Gráfico 3) y los errores asociados a descuidos por parte del responsable de cada departamento de dejar los informes en el servidor de proyectos (donde se coge la información para grabarla en un CD-DVD ROM).

4.3.2. Desarrollo del Gestor de Documentación GH

Para la implantación de esta mejora, se parte de un conjunto de ideas que engloban todos esos problemas que se han visto durante la elaboración de las documentaciones y siempre quedaban como “ya se arreglarán para la siguiente”.

Como idea de partida, lo que se quiere presentar al cliente es un entorno agradable, sencillo y funcional que permita llevar a cabo, sin complicaciones, una consulta de la información más importante sobre el equipo que ha adquirido. También, y con el objeto de rentabilizar esta inversión, debe ser un software muy estandarizado que permita, con los mínimos cambios posibles, adaptarse a cualquier tipo de proyecto. Por tanto, las primeras tareas consisten en saber qué es lo que se le quiere mostrar al cliente y cómo se debe hacer para que sea lo más sencillo posible.

Para lo primero, se cree conveniente partir de los puntos establecidos en el índice general de la documentación¹ y de ahí elegir qué cosas pueden servir para cualquier proyecto. Para realizar esto, a todos los departamentos se les ha preguntado:

- Qué información consideras necesaria mostrar en formato electrónico.
- Qué te gustaría encontrar en la documentación entregada por nuestros proveedores.

Con la respuesta a estas preguntas, el resultado es la distribución que se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Contenidos del Gestor de Documentación GH

Documentos generales	Identificación de la máquina		
	Proceso y capacidades		
	Layout de la instalación		
	Ficha de acometida		
	Declaración CE		
	Informe del nivel de ruido		
	Medición del campo magnético		
	Advertencias de seguridad		
Uso y funcionamiento	Descripción de la instalación		
	Dispositivos de seguridad		
	Conexión y desconexión de la instalación		
	Manuales de uso	Modos de trabajo	
		Interface operador	
	Fallos y causas		
	Cambio de referencias		
	Generador	Generador serie	
		Pantalla MPC2	
	Mantenimiento	Procedimientos	Mecánicos
Refrigeración			
Eléctricos			Armario de control
		Generador	
Repuestos recomendados		Mecánicos	
		Refrigeración	
Módulo de Gestión			
Planos	Planos mecánicos		
	Aplicaciones		
	Planos eléctricos	Control	
		Generador	
	Circuitos auxiliares		
Ayuda	Contenidos		
	Acerca de		

Con esta división establecida, comienza el proceso de diseño de la interfaz del software. Además de la sencillez ya mencionada, se establecen los siguientes requisitos:

- Uso de los colores de la empresa (naranja y negro).
- Identificación de la máquina del cliente.
- Con el objetivo de facilitar la traducción de los distintos textos, minimizar en todo lo posible el uso de textos.
- Acceso rápido a los puntos descritos en la Tabla 3.
- Los documentos a mostrar deben de poder cargarse de forma rápida y en rutas preestablecidas para poder reducir el tiempo de elaboración.
- Debe permitir comprobar rápidamente su correcto funcionamiento.
- El sistema debe de adaptarse al formato de los documentos a mostrar. Es decir, variar tamaño y forma en función de si se muestran documentos en formato vertical (textos en tamaño A4) o en horizontal (planos en A3, A2,...).

Tras la presentación de varios diseños, se ha optado por un modelo como el que se muestra en la Figura 5. En él puede verse la implementación de varios de los requisitos anteriores, el logotipo de la empresa y una representación de la instalación a la que se hace referencia.



Figura 5: Pantalla inicial del Gestor de Documentación GH

Desde esta pantalla, cualquier usuario con conocimientos básicos de informática puede acceder a toda la documentación. Póngase, como ejemplo, que se desea consultar las advertencias de seguridad de la instalación. Para ello, el usuario podría comenzar o consultando el desplegable de *Ayuda* y el apartado de *Contenidos*³ o desplegando menú donde él crea que puedan aparecer. El resultado final de la consulta mencionada se muestra en la Figura 6.



Figura 6: Acceso a la información deseada: Ej.: Documentos Generales\Advertencias de Seguridad

Póngase ahora el ejemplo de que se quiere acceder a visualizar el plano mecánico del posicionador de piezas (Figura 7):

Documentos generales Uso y funcionamiento Mantenimiento **Planos** Ayuda

Planos mecánicos
Aplicaciones
Planos eléctricos
Circuitos auxiliares

INSTALACIÓN TEMPLE Y REVENIDO DE VÁSTAGOS DE
 Cliente: KYB SUSPENSIONS EUROPE
 OF: 295500000 Identificación Máquina: TCE
 Año: 2014

0. INDICE
 1. MÁQUINA (481-TCE-29581-01)
 2. ESTRUCTURA MÁQUINA (482-100-00135)
 3. PLATAFORMA (482-105-00073)
 4. PLATAFORMA (482-105-00074)
 5. PLATAFORMA (482-105-00075)
 6. PROTECCIONES (482-120-00138)
 7. TRANSMISIÓN (482-230-00026)
 8. MESA X-Y (482-310-00028)
9. POSICIONADOR (482-325-00107)
 10. MESA X (482-330-00025)
 11. MESA X (482-330-00026)
 12. MESA X (482-330-00027)
 13. MANIPULADOR LINEAL (482-405-00038)
 14. DISCRIMINADOR-SELECTOR (482-520-00030)
 15. EMPUJADOR (482-535-00020)
 16. EMPUJADOR (482-535-00021)
 17. EMPUJADOR (482-535-00045)
 18. EMPUJADOR (482-535-00046)
 19. EMPUJADOR (482-535-00047)
 20. TRANSPORTADOR (482-545-00044)

Def. completa	Descripción	C.P.
482-325-00107	Posicionador	01
Descripción: POSICIONADOR Fecha: 02/06/2014 Versión: 1.4		

Salir

Figura 7: Acceso a la información deseada: Planos\Planos mecánicos\Posicionador

Con estos dos ejemplos queda demostrado el cumplimiento del resto de los requisitos planteados inicialmente. Queda reflejado que, ya sea navegando por la interfaz o consultando el manual de uso3, el uso del software es sencillo y el acceso a la información es rápido.

Los documentos cargados son archivos en formato de documento portátil (PDF) con todas sus funcionalidades. Es decir, desde ahí se pueden imprimir, se pueden utilizar elementos de búsqueda de textos y, si el documento es interactivo (como por ejemplo los planos eléctricos), se permiten los saltos de página entre elementos relacionados.

Para conseguir que esta carga se lleve a cabo, basta con introducir en la ruta del proyecto el archivo “.pdf” con un nombre en concreto en su correspondiente carpeta. Por ejemplo, para conseguir que se cargue el documento de Advertencias de Seguridad, sólo hay que crear el archivo en la ruta *DocumentosGenerales\AdvertenciasSeguridad.pdf*. Cada ventana que se abra del programa siempre buscará el documento homónimo en la misma ruta. Con esto se reduce el tiempo de gestionar y ordenar la información ya que, sobre todo en idiomas desconocidos, tanto el nombre del archivo como su ruta de destino siempre será la misma. Al cliente, al no necesitar navegar a través de carpetas en el CD para acceder a la información, estos nombres de archivos le serán indiferentes.

En el caso de que un departamento cargue de forma independiente varios planos con diferentes nombres (caso de Ingeniería Mecánica), el programa tiene una opción de menú desplegable para pasar de unos a otros (ver Figura 7).

4.3.3. Desarrollo del módulo de Gestión del Mantenimiento

Como ya se ha mencionado, el concepto de un software para gestionar todas las operaciones de mantenimiento de los equipos fabricados por el Grupo GH surge dentro de la idea de ordenar de una forma metódica, repetitiva y eficaz toda la información entregada al cliente junto a su nueva máquina. En el caso del mantenimiento, esto contempla todas las operaciones recomendadas por los diferentes departamentos participantes en una instalación.

Esta primera versión del Gestor de Mantenimiento permite acceder a los datos que, en principio, se consideran más importantes dentro del trabajo de cada departamento y que se pueden encontrar en las nuevas fichas de mantenimiento ya descritas y en las listas de repuestos recomendados, consumibles y piezas de desgaste.

Con todo esto, se realizan dos hojas de cálculo en la siguiente ruta y con los siguientes contenidos:

- *Mantenimiento\PlanMantenimiento.xlsx*
 - o OPERARIOS: GH recomienda el siguiente personal mínimo para realizar tareas de mantenimiento en sus equipos: un eléctrico, un fontanero y un mecánico.
 - o OPERACIONES: Se rellenarán en esta ficha todas las operaciones a realizar sobre todos los elementos de los distintos sistemas del equipo. Para ello, se utilizará la

codificación ya definida en apartados anteriores. A parte de eso, se reservan unas columnas para introducir la periodicidad de la operación, el tipo de operario que se recomienda para su realización y el tiempo estimado para completarla correctamente.

- AJUSTES: En esta ficha únicamente se debe de indicar la fecha de puesta en marcha del equipo. A partir de ahí, la programación del Gestor asigna las fechas para las diferentes intervenciones en la instalación dependiendo de las frecuencias de las operaciones.
- *Mantenimiento\Repuestos.xlsx*
 - REP.GENERADOR: Se incluyen en esta ficha todos los repuestos que el Departamento de Ingeniería de Generadores se compromete a tener disponibles hasta, al menos, cinco años tras la fecha de fabricación del equipo.
 - REP.MECÁNICA: Mismo caso que el anterior pero aplicado al Departamento de Ingeniería Mecánica.
 - REP.REFRIGERACIÓN: Lo mismo pero para el Área de Refrigeración (dentro del Departamento de Ing. Mecánica)
 - CONS.MECÁNICA: En esta ficha pueden encontrarse todos los elementos de la parte mecánica que, debido al uso normal, se van consumiendo con el equipo funcionando en condiciones de trabajo y son necesarios reponer.
 - CONS.REFRIGERACIÓN: Mismo caso que el anterior pero para el sistema de refrigeración del equipo.
 - DESG.MECÁNICA: Se entienden por piezas de desgaste aquellos elementos del sistema mecánico que se deterioran durante el uso normal del equipo. Se entienden como tales por ejemplo elementos del posicionador de piezas con movimientos repetitivos (desgaste por fricción entre piezas), rodillos,...

Cabe destacar que en ningún momento esto supone una inversión de tiempo en desarrollar algo nuevo, ya que al establecer el formato de hoja de cálculo requerido por el software para funcionar, lo único que se hace es organizar la información ya existente en la documentación actual.

4.3.3.1. Acceso al Gestor del Mantenimiento

Para acceder a esta utilidad, basta con que desde el menú superior de la pantalla principal se seleccione Módulo de Gestión en el desplegable que aparece bajo Mantenimiento (Figura 8).

Una vez en la pantalla del GMAO (Figura 9), se pueden distinguir dos zonas para acceso a información:

- Menú en la parte superior: Descripción de todas las opciones disponibles en la aplicación para la visualización de la información, tanto para la versión básica como para la versión avanzada.
- Botones de la parte derecha: Acceso rápido a las consultas más comunes dentro de todas las opciones disponibles.



Figura 8: Acceso al Gestor de Mantenimiento desde la pantalla principal



Figura 9: Pantalla principal del Gestor de Mantenimiento

En la Tabla 4 pueden verse todas las opciones disponibles dentro del Gestor de Mantenimiento propuesto en este estudio de mejoras:

Tabla 4: Contenidos del Módulo de Gestión del Mantenimiento

Operaciones	Consulta ⁴
	Nueva operación ⁵
Personal	Consulta ⁴
	Nuevo trabajador ⁵
Registro de actuación ⁵	
Materiales ⁴	
Plan de mantenimiento ⁴	
Herramientas	Ajustes ⁵
	Ayuda

A continuación se explicará el modo de funcionamiento básico para acceder a los distintos apartados.

4.3.3.2. Consulta de información

Existen dos formas de utilizar el Gestor de Mantenimiento básico:

- Para consultar las operaciones de mantenimiento recomendadas, los operarios en plantilla y los materiales necesarios en las operaciones.
- Para realizar las órdenes de trabajo con las operaciones planificadas.

La primera forma de uso es la que comparten la consulta de *Operaciones*, de *Personal* y de *Materiales*.

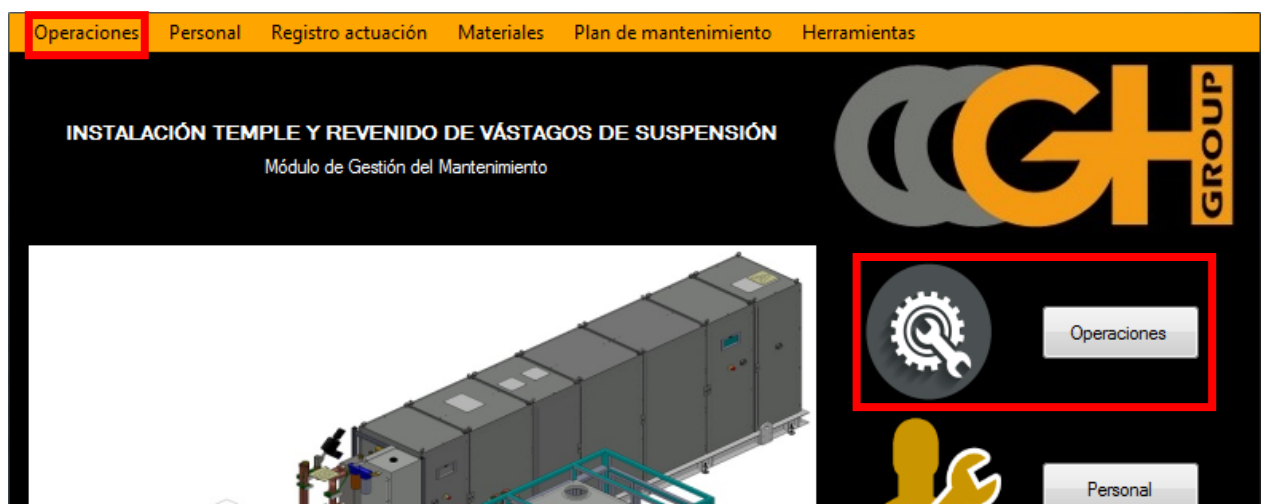


Figura 10: Acceso a la consulta de Operaciones

En la Figura 10 se puede ver la forma de acceder a la pantalla de consulta de Operaciones (Figura 11).

Figura 11: Visualización de operaciones

Se distinguen tres partes principales:

- La selección de las distintas zonas que requieren mantenimiento y los elementos que nos encontraremos en ellas.
- Un botón de listado para realizar la búsqueda en la base de datos según los criterios seleccionados.
- Un listado para visualizar los datos.

Por ejemplo, si se quisiesen visualizar todas las operaciones de mantenimiento que tendrían que realizarse sobre los transformadores que se encuentran dentro del armario del generador, los criterios de selección serían los siguientes:

Figura 12: Operaciones a realizar sobre los transformadores ubicados dentro del armario del generador

Como se puede comprobar, el resultado de este listado es el mismo que se tendría si se consultase directamente la ficha de mantenimiento 2.7 2. Esto, como se ha mencionado con anterioridad, corresponde con la codificación diseñada en el apartado 4.2.3 para permitir la fácil localización del cómo realizar una operación en caso de dudas por parte del técnico de mantenimiento.

Este modo de funcionamiento se repite en las pantallas de consulta de *Operarios* recomendados para tareas de mantenimiento y en los *Materiales* necesarios como repuestos, consumibles o piezas de desgaste. En estos casos, los desplegables con los que el usuario de la aplicación se encontrará para gestionar el equipo se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5: Menús desplegables para selección de opciones en las pantallas Personal y Material

Personal	Tipo de operario	Sin especificar Eléctrico Mecánico Fontanero
Material	Repuestos	Generador Mecánicos Refrigeración
	Consumibles	Mecánicos Refrigeración
	Piezas de desgaste	Mecánicos

Cabe destacar la funcionalidad de la pantalla de *Material* como forma de asegurar la calidad y compatibilidad del material necesario en la instalación del cliente. Póngase como ejemplo que durante la realización de mantenimiento en el armario del generador, se determina mediante una de las operaciones sobre el transformador (Figura 12) que éste no está funcionando correctamente. El responsable de mantenimiento no sólo podrá darle a su proveedor de material el código exacto de su necesidad (Figura 13), sino que además, al entregarle el repuesto a su operario, puede indicarle exactamente en qué hoja del plano eléctrico se encuentra para poder asegurarse que realiza el cableado correctamente.



Figura 13: Listado de repuestos del generador

4.3.3.3. Seguimiento del Plan de Mantenimiento

Una vez visto el primer modo de empleo del Gestor de Mantenimiento, se pasará a explicar cómo funciona la parte más útil e interesante para el cliente, el *Plan de Mantenimiento*.



Figura 14: Acceso al Plan de Mantenimiento diseñado para la instalación ejemplo

Al igual que para las otras utilidades, es posible acceder a la ventana deseada desde el menú superior, el botón o el icono (Figura 14). Una vez ha cargado la base de datos, en la ventana se abrirá la ventana de la Figura 15. En ella se pueden distinguir las siguientes zonas:

- Zona de calendario: Muestra los días en los que están planificadas las operaciones según la frecuencia indicada en las fichas de mantenimiento diseñadas en el apartado 4.2. Como punto de partida del mantenimiento se considera la fecha de puesta en marcha del equipo en casa del cliente.
- Zona de selección de parámetros: Mismo contenido que la selección efectuada en la pantalla de *Operaciones*. Una vez seleccionado un día, pueden elegirse las ubicaciones o los elementos sobre los que interesa sacar un resultado. Se añade la posibilidad de poder seleccionar únicamente las operaciones a realizar por un determinado operario.

Si se marca la opción de *Ver operaciones*, se mostrará un listado de todas las operaciones codificadas.

- Resultados: Mediante la selección de un día en el calendario, se mostrarán en esta zona todas las operaciones que deban de realizarse ese día. Una vez seleccionado, sería el momento de ir aplicando filtros hasta quedarse con los elementos deseados.
- Generar OT: Una vez que en el apartado de resultados se tienen las operaciones que se quieren realizar, el botón *Generar OT* permite obtener una *Orden de Trabajo (OT)* para entregar al operario.

Figura 15: Ventana principal del Plan de Mantenimiento

Se plantea ahora el siguiente ejemplo práctico. En la Figura 15 se puede ver que la fecha actual es el 8 de septiembre de 2015. La siguiente fecha con operaciones a realizar se encuentra en el día 14. Al seleccionar ese día, en la Figura 16 se pueden observar todas las operaciones para ese día. Si a continuación se eligen, por ejemplo, todas las operaciones que un mecánico tiene que hacer, el resultado sería lo que muestra la Figura 17.

La elección de este sistema se basa en que el operario no necesita saber si se trata de una actuación semanal, mensual o anual. Lógicamente, con la experiencia, puede llegar a conocer lo que tocará cada semana, pero no es necesario. El encargado de mantenimiento, que sí debe de conocer el plan, puede consultar que frecuencia tiene cada operación si selecciona el cuadro *Ver operaciones*.

Para dejar constancia de esto, el Gestor de Mantenimiento básico da la oportunidad al usuario de la aplicación de generar una Orden de Trabajo mediante el botón *Generar OT*.

En esta OT aparecerán todas estas operaciones, el tiempo estimado para la realización de la intervención y un espacio reservado al operario para dejar sus datos y posibles incidencias.

Selección

Ubicación

Elemento

Tipo de operario

Ver operaciones

septiembre de 2015 octubre de 2015 noviembre de 2015

lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
							26	27	28	29	30	31		30	1	2	3	4	5	6

Hoy: 08/09/2015

Generar OT

CÓDIGO	UBICACIÓN	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	OPERARIO	TIEMPO [min]
1.2.4	CONTROL	INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS	BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	ELÉCTRICO	1
1.2.5	CONTROL	INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS	BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	ELÉCTRICO	1
1.3.4	CONTROL	CONTACTORES	BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	ELÉCTRICO	1
1.3.5	CONTROL	CONTACTORES	BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	ELÉCTRICO	1
1.4.5	CONTROL	GUARDAMOTORES	BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	ELÉCTRICO	1
1.4.6	CONTROL	GUARDAMOTORES	BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	ELÉCTRICO	1
1.5.4	CONTROL	RELÉS	BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	ELÉCTRICO	1
1.5.5	CONTROL	RELÉS	BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	ELÉCTRICO	1
1.7.3	CONTROL	PULSANTERÍA	BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	ELÉCTRICO	1
1.7.4	CONTROL	PULSANTERÍA	BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	ELÉCTRICO	1
1.9.4	CONTROL	FUENTES DE ALIMENTACIÓN	BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	ELÉCTRICO	1
1.9.5	CONTROL	FUENTES DE ALIMENTACIÓN	BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	ELÉCTRICO	1
1.10.4	CONTROL	TRANSFORMADORES	BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	ELÉCTRICO	1
1.10.5	CONTROL	TRANSFORMADORES	BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	ELÉCTRICO	1
1.14.3	CONTROL	PRESOSTATOS	BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	ELÉCTRICO	1
1.14.4	CONTROL	PRESOSTATOS	BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	ELÉCTRICO	1
1.15.3	CONTROL	INTERRUPTORES DE NIVEL	BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	ELÉCTRICO	1
1.15.4	CONTROL	INTERRUPTORES DE NIVEL	BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	ELÉCTRICO	1
1.16.3	CONTROL	INTERRUPTORES DE CIERRE DE PUERTAS	BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	ELÉCTRICO	1
1.16.4	CONTROL	INTERRUPTORES DE CIERRE DE PUERTAS	BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	ELÉCTRICO	1

Figura 16: Operaciones a realizar el día 14/09/2015

Selección

Ubicación

Elemento

Tipo de operario

Ver operaciones

septiembre de 2015 octubre de 2015 noviembre de 2015

lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
							26	27	28	29	30	31		30	1	2	3	4	5	6

Hoy: 08/09/2015

Generar OT

CÓDIGO	UBICACIÓN	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	OPERARIO	TIEMPO [min]
3.8.4	MÁQUINA	MESA X-Y	COMPROBAR ESTADO MANIVELAS FRENO	MECÁNICO	10
3.21.1	MÁQUINA	INSTALACIÓN PNEUMÁTICA	COMPROBAR PURGA CONDENSACIÓN VASO FILTRO	MECÁNICO	5
3.21.6	MÁQUINA	INSTALACIÓN PNEUMÁTICA	BUSCAR FUGAS	MECÁNICO	15
3.22.2	MÁQUINA	INSTALACIÓN LUBRICACIÓN	BUSCAR FUGAS	MECÁNICO	5
3.22.4	MÁQUINA	INSTALACIÓN LUBRICACIÓN	RELLENAR NIVEL ACEITE	MECÁNICO	10
3.22.6	MÁQUINA	INSTALACIÓN LUBRICACIÓN	COMPROBAR LUBRICACIÓN TUERCA TRAPEZIAL	MECÁNICO	10

Figura 17: Operaciones a realizar por un mecánico el día 14/09/2015

En el siguiente apartado se verán los criterios seguidos para la realización de la Orden de Trabajo adaptada a este sistema de trabajo.

4.3.3.4. Diseño de la Orden de Trabajo

Para completar la utilidad del Gestor de Mantenimiento, se ha diseñado una Orden de Trabajo que cumple con los siguientes requisitos:

- Identificación única de la OT: Por número correlativo y fecha de solicitud de los trabajos.
- Identificación del responsable de generar la solicitud.
- Tipo de actuación: En el Gestor de Mantenimiento básico, esta casilla siempre contendrá el texto *Planificada*.
- Correcta codificación de máquinas, ubicaciones, operaciones, etc.
- Tiempo estimado para toda la actuación y tiempo real utilizado.
- Firma por parte del operario que ha realizado las tareas y fecha de realización.
- Firma del responsable de mantenimiento tras validar la actuación y fecha de revisión.
- Espacio reservado para comentarios e incidencias detectadas durante la actuación.

El resultado de esto puede verse, siguiendo con el ejemplo del apartado anterior, en el Documento 4, Anexo III *Orden de trabajo. Tareas a realizar el 14/09/2015 por un operario mecánico*.

4.3.4. Implantación

Tras evaluar todos los aspectos vistos con anterioridad, se llega a la conclusión de que se ha conseguido cumplir todos los requisitos inicialmente planteados.

Entre ellos, los principales que afectan en mayor medida a los iniciales ámbitos de actuación son:

- Mejora en la gestión de la documentación: El tiempo dedicado a la documentación en formato digital se ve reducido gracias a establecer un mismo criterio sobre dónde dejar la información (se evitan problemas de duplicar o no incluir la información deseada por posibles errores) y cómo llamar a esos documentos (cuando se trabaja con idiomas desconocidos, se pierde mucho tiempo abriendo documentos para ver qué contienen).
- Comprobación: El responsable de cada departamento, sin necesidad de tener que estar completamente informado del proyecto, puede comprobar que todas las partes están incluidas y dar el visto bueno. Si no fuese así, daría orden de añadir lo que falte.
- Comprobación final por parte del jefe del proyecto y del responsable de calidad antes del envío del equipo. Una rápida revisión final del conjunto permitiría pulir posibles errores en traducciones del propio interfaz, informes desactualizados o material faltante.

Respecto al módulo de Gestión del Mantenimiento, este primer desarrollo centrado en los planes de mantenimiento más básicos permite sentar las bases para conseguir que la empresa pueda decir a sus clientes que, si realizan estos procedimientos, GH se hará cargo de todas las posibles averías durante el periodo de garantía. Aunque, para ser más exactos, la entrega de

este Gestor del Mantenimiento y las correspondientes órdenes de trabajo que genera sirven para que, en caso de que no se realicen, GH pueda no responder como garantía.

También permite pensar en poder implantar un nuevo extra en las ofertas realizadas a los clientes. Si el cliente quiere un GMAO completo y personalizable, lo único que haría falta sería ir añadiendo a esta aplicación una serie de extras a nivel de bases de datos que permitan incluir operarios, añadir y modificar operaciones existentes, almacenes para repuestos, etc.

5. RESULTADOS

Después de presentar las mejoras, es necesario analizar los resultados, primero de cada una de las partes y después del conjunto.

5.1. Fichas de mantenimiento preventivo

La realización de un formato común para las fichas de mantenimiento preventivo **ha permitido reducir el tiempo de elaboración del plan de mantenimiento a la mitad o a la tercera parte del necesitado** tras la implantación del nuevo formato de documentación, dependiendo del departamento. De manera análoga, al hacer un desglose más completo de los planes de mantenimiento y no ser necesario ese apartado dentro de los manuales de uso y funcionamiento del equipo, se ha reducido el tiempo empleado en esta tarea a la mitad del inicial.

Esta aproximación se ha realizado sin tener en cuenta el proceso de adaptación al nuevo formato y contando con que la experiencia de los primeros proyectos donde se implante el sistema servirá como formación y acumulación de experiencia.

Queda demostrado también que **el formato de codificación elegido es aplicable tanto para la identificación de las fichas como para el desarrollo del Gestor de Mantenimiento**. La posibilidad de generar órdenes de trabajo independientes para cada zona permite repartir el mantenimiento a gusto del cliente.

También **el formato de ficha elegido, la descripción de las operaciones y sus frecuencias de actuación han sido validadas** por el Departamento de Calidad y el Departamento de Servicio de Asistencia Técnica **para, si su cumplimiento puede verificarse con las hojas de trabajo, asegurar la garantía de GH sobre el equipo**.

5.2. Software para la gestión de la documentación entregada al cliente

En el caso del Gestor de Documentación, su principal objetivo era reducir tanto el tiempo destinado a ordenar la documentación como a revisar el conjunto de lo que se entrega finalmente al cliente.

Con esta propuesta, se estima una **reducción en el tiempo de organización de la documentación de entre la mitad y una tercera parte** del tiempo inicialmente necesitado. Esto se consigue al implantar un conjunto fijo de informes a mostrar y una ruta concreta donde dejar los documentos. Si a esto se añade que el programa siempre busca unos archivos con un nombre concreto en castellano, independiente del idioma en el que luego se encuentren redactados, se justifican aún más estos resultados. Al cliente, al acceder a la documentación desde el Gestor de Documentos, le es independiente el nombre del archivo donde se encuentren éstos.

También **se consigue reducir a una cuarta parte el tiempo dedicado a revisar el conjunto**, ya que no es necesario navegar por un conjunto de documentos en idiomas que pueden ser desconocidos, sino que sólo se tiene que hacer una comprobación al programa. Si todos los apartados cargan el correspondiente archivo pdf, todo está correcto. Sin embargo, si al acceder a algún menú no hay documento o no coincide con lo deseado, se corrige al momento.

A parte de esto, **se ha conseguido reducir a la mitad el tiempo destinado a reuniones**, ya que la mayor parte del proyecto está predefinido.

El desarrollo del módulo de Gestión del Mantenimiento se presenta como un extra para que los encargados del mantenimiento en casa del cliente tengan un acceso más sencillo y eficaz a las tareas a realizar sobre el equipo. La versión básica que se ha realizado para este ejemplo genera ya de por sí un elemento que **añade valor a la imagen de la empresa de cara a sus clientes** y sirve como base para ofertar un Gestor del Mantenimiento Asistido por Ordenador personalizado a las necesidades del cliente. Es decir, **abre un posible nuevo sector de negocio tanto para máquinas de producción actual como para actualizar el mantenimiento de los equipos de GH en todo el mundo.**

5.3. Resultado global

Tras evaluar los resultados parciales, se llega a la conclusión de que se ha conseguido alcanzar el objetivo de poder realizar una documentación completa de la instalación bajo los nuevos estándares de calidad en el tiempo asignado para las documentaciones antiguas.

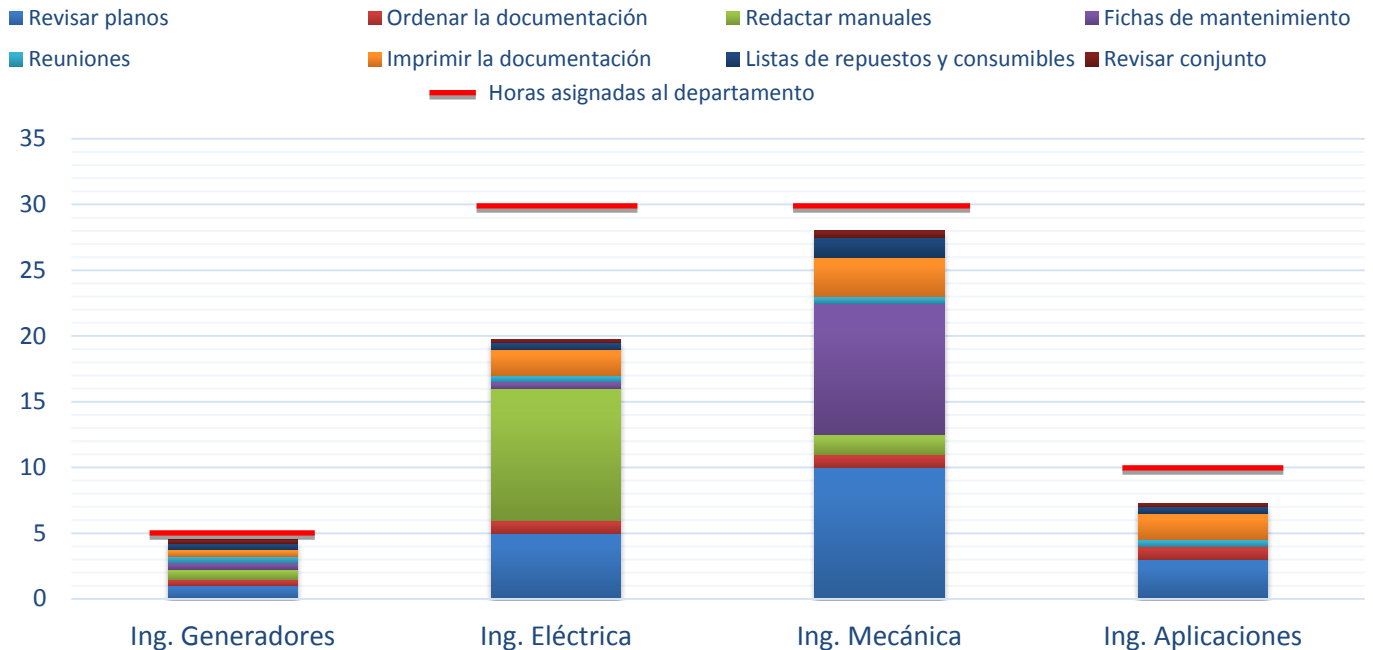


Gráfico 4: Horas estimadas por departamento para realización de documentaciones tras la implantación de las mejoras

Si se compara el Gráfico 3 y el Gráfico 4, se puede observar el descenso del tiempo de cada departamento necesario para documentar el equipo. Si la comparación se realiza teniendo en cuenta las marcas rojas de límite de horas asignado por proyecto, se puede comprobar que las mejoras introducidas permiten un ahorro sustancial en los costes de cada departamento.

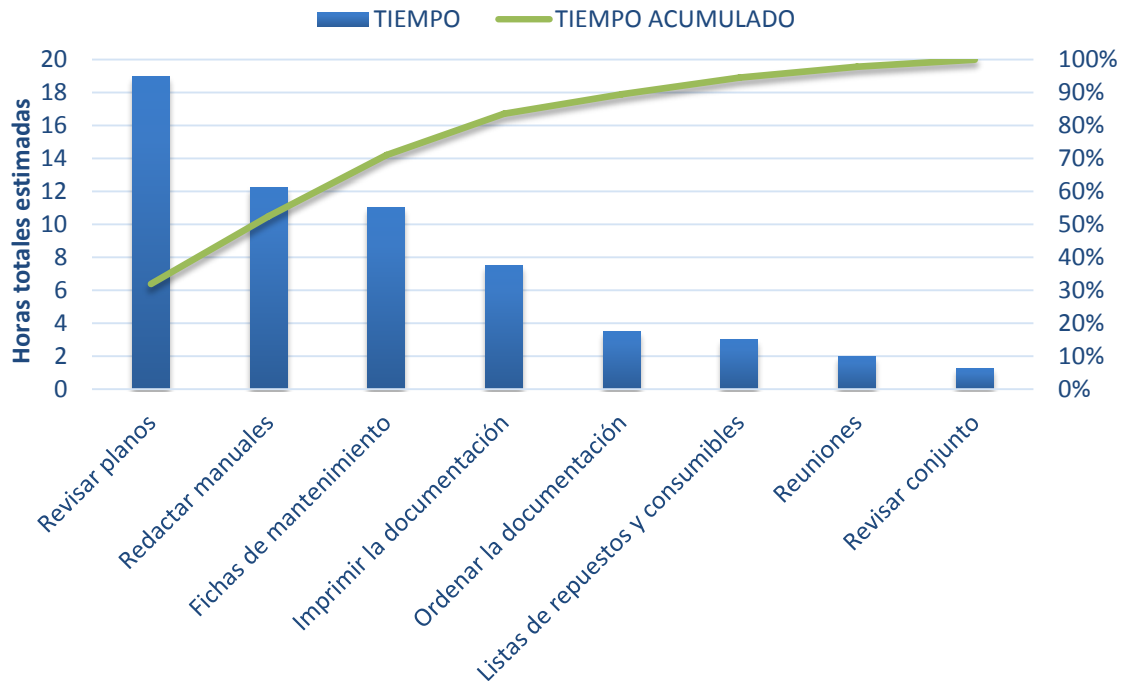


Gráfico 5: Reparto de pesos tras la reforma sobre los distintos ámbitos de actuación

Algo similar ocurre con el Gráfico 3 y el Gráfico 5. Se puede comprobar el nuevo reparto de influencia de las distintas partes en las que se divide la elaboración de la documentación. Los distintos ámbitos sobre los que se quería actuar han disminuido su tiempo de realización y han pasado a lugares en los que su mejora ya no afecta tanto al conjunto del proyecto.

Los primeros puestos, como era de esperar, quedan reservados a la revisión de planos y a la redacción de manuales. Esto es lógico si se tiene en cuenta la personalización de cada máquina para cumplir con las necesidades del cliente. Si bien los componentes pueden ser muy parecidos, el uso o la distribución de éstos no tienen por qué ser similares de unas instalaciones a otras.

En resumen, la implantación de estas mejoras permitirá pasar de tener un sobrecoste del 57% a ahorrar un 20% del tiempo en cada equipo.

6. PRESENTACIÓN DE LAS MEJORAS A LA EMPRESA

Este trabajo se presentará ante un grupo de trabajadores de GH Electrotermia SA entre los que se encuentran:

- El responsable del Departamento de Calidad, encargado de dar por bueno todo lo relacionado con la documentación entregada al cliente.
- El jefe del Departamento de Producción, como jefe del departamento donde el alumno realizó las Prácticas en Empresa.
- Los ingenieros del Departamento de Producción/Ingeniería de Generadores, como responsables directos del alumno (tutor de las Prácticas en Empresa uno de ellos).
- El jefe del Departamento de Ingeniería Mecánica, el de Ingeniería Eléctrica y el jefe del Departamento de Aplicaciones, como interesados en los formatos de nuevos planes de mantenimiento.
- El informático encargado de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la empresa.

La asistencia de estas personas resulta clave para poder implementar este sistema a corto/medio plazo. En el caso de los responsables y el jefe del alumno, como muestra de lo que se ha aprendido durante el periodo de prácticas. En el de los jefes de los otros departamentos de Ingeniería porque ellos deben dar sus opiniones sobre las fichas de mantenimiento propuestas y, en el caso del resto, porque son el primer escalón para presentar este proyecto a la gerencia de la empresa y ver si se dedican fondos para implantar este nuevo formato.

El formato de presentación que se ha elegido es el mismo con el que se plantea este proyecto. En primer lugar, cuantificar los problemas existentes en la actualidad. Todos son conocedores de ellos, pero el poder concretar horas (y coste al proyecto) dedicadas a documentación pone en un nivel distinto la problemática. Tras esto, se presentan los puntos sobre los que esta propuesta pretende actuar y como se piensa hacer.

Una vez se ha mostrado el potencial de la aplicación desarrollada y los resultados del prototipo, se pasa a la parte de costes y amortización de la inversión.

Antes de pasar al turno de preguntas, se presentarán las conclusiones a las que, a nivel de contabilidad, lleva este proyecto: la reducción de tiempo de ingeniería asociada a estos cambios con la consiguiente amortización de esta inversión inicial⁶ y el nuevo sector de negocio que se abre con el Gestor de Mantenimiento **hacen necesario contratar a una persona que se dedique a gestionar la documentación final de los equipos fabricados por GH Electrotermia SA.**

Este puesto, muy común entre empresas fabricantes de equipos industriales, debe ser ocupado por una persona con capacidad organizativa, con conocimientos de programación (adaptar el prototipo aquí presentado a un software comercial) y de bases de datos y con ganas de aceptar el reto de participar en la creación un nuevo sector de la empresa.

7. CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS.

El periodo en prácticas del alumno en la empresa GH Electrotermia SA ha coincidido con un cambio en la mentalidad de la empresa en temas relacionados con el mantenimiento de las máquinas.

El alumno ha experimentado cómo se enviaba un equipo prácticamente sin información de cómo realizar la sustitución de un elemento y ha participado en la creación de estos manuales y procedimientos.

Con la experiencia de los primeros meses, el alumno ha podido identificar problemas, plantear un estudio de mejoras y diseñar un sistema con el objetivo de dar soluciones de una forma rápida y sin que suponga un coste a la empresa.

7.1. Desarrollos futuros

Este sistema diseñado como prototipo de la mejoras a implantar, y en concreto como ejemplo de una instalación de temple y revenido de vástagos de amortiguador, está lejos de poder considerarse un elemento comercial listo para salir a producción. El dar por bueno este prototipo, como tal, supondría un gran error por parte de la empresa.

Partiendo de este punto inicial, para poder validar este sistema se tiene que mejorar:

- Textos del programa. Todos los textos de menús, datos de la instalación o nombres de los apartados deben de cargarse desde un archivo externo con el fin de facilitar traducciones a cualquier idioma.
- Elección de planos. El sistema deberá reconocer todos los planos que se quieren cargar. Para ello, habrá que diseñar un archivo tipo índice que pueda contener los nombres de los planos, el programa lo lea y prepare los menús desplegados (como los de la Figura 7).
- Desarrollo de manuales para realización de operaciones de mantenimiento correctivo. En muchos casos, deberán realizarse manuales para especificar al cliente los pasos necesarios para acceder a un determinado lugar a realizar mantenimiento. Qué elementos quitar, cómo realizar desconexiones de otros elementos o medidas de seguridad a tener en cuenta.
- Interconexión con las bases de datos propias del cliente. El programa deberá de comunicarse con los programas ya existentes en casa del cliente. Es decir, una operación de mantenimiento planificada en el Gestor de Mantenimiento deberá de aparecer también en el programa de planificación de tareas que use el cliente. Lo mismo para conexiones con bases de datos de trabajadores, de almacén o de proveedores.
- Interconexión GH-Cliente: Debería de existir una comunicación fabricante-cliente que permita monitorizar el cumplimiento del plan de mantenimiento planteado, acciones correctivas recomendadas y hasta alertas de posibles pérdidas de garantía si no se realizan las tareas especificadas.

8. BIBLIOGRAFÍA

AENOR. 2006. *UNE-ISO 15489-1:2006. Información y documentación. Gestión de documentos. Parte 1: Generalidades.* 2006.

— **2012.** *UNE-ISO 16175-2:2012. Información y documentación. Principios y requisitos funcionales para documentos en entornos de oficina electrónica. Parte 2: Directrices y requisitos funcionales para sistemas que gestionan documentos electrónicos.* 2012.

— **2013.** *UNE-ISO 690:2013. Información y documentación. Directrices para la redacción de referencias bibliográficas y de citas de recursos de información.* 2013.

— **2011.** *UNE-ISO/TR 13028:2011 IN. Información y documentación. Directrices para la implementación de la digitalización de documentos.* 2011.

Bustelo Ruesta, Carlota. 2013. *Normas técnicas y estándares relacionados con la gestión documental.* s.l. : Universidad Oberta de Catalunya, 2013. PID_00195860.

GH GROUP - GH ELECTROTERMIA. 2015. [En línea] 2015. GHGROUPSanAntoniodeBenageber.

GH Induction. 2011. [En línea] 2011. <http://www.ghinduction.com/?lang=es>.

International Organization for Standardization. 2012. *ISO 14289-1:2012. Document management applications -- Electronic document file format enhancement for accessibility.* 2012.

— **2012.** *ISO 14721:2012. Space data and information transfer systems -- Open archival information system (OAIS) -- Reference model.* 2012.

— **2008.** *ISO 24517-1:2008. Document management -- Engineering document format using PDF.* 2008.

— **2008.** *ISO 32000-1:2008. Document management -- Portable document format PDF.* 2008.

-
- ¹ Ver Documento 4, Anexo I: Distribución de la nueva documentación de la instalación.
- ² Ver Documento 4, Anexo II: Ejemplos de fichas de mantenimiento desarrolladas con el nuevo formato.
- ³ Ver Documento 3: Pliego de Condiciones para consultar el manual de uso
- ⁴ Es el mismo acceso desde el menú superior, el icono o el botón.
- ⁵ No disponible en la versión básica del Gestor de Mantenimiento.
- ⁶ Ver Documento 2: Presupuesto.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	PRESUPUESTO.....	2
3.	RESUMEN.....	4
4.	RETORNO DE LA INVERSIÓN.....	5
4.1.	Caso 1: Compra de la aplicación.....	5
4.2.	Caso 2: Contratación de personal para implantar el sistema de mejoras adquirido.....	7

1. INTRODUCCIÓN

Este presupuesto, así como el resto de datos que aparecen en este documento, corresponden a la implantación de la mejora a la que se hace referencia en la memoria del proyecto “MEJORA DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO ENTREGADOS POR UN FABRICANTE DE MAQUINARIA A SUS CLIENTES”.

Al tratarse de un estudio de mejoras en una empresa, este informe ha sido preparado con los siguientes objetivos:

- Justificar el tiempo invertido por el desarrollador de la propuesta, Miguel Álvarez Suárez.
- Valorar las posibilidades reales de implantación de las mejoras desde un punto de vista económico-financiero.

Para ello, todos los cálculos de ahorros, retorno de la inversión y costes de contratación han sido realizados teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Producción:

- | | |
|---|------|
| - Número de máquinas fabricadas por año ¹ : | 24 |
| - Número de generadores fabricados por año ² : | 180 |
| - Ahorro con las mejoras por máquina: | 20 % |
| - Ahorro con las mejoras por generador: | 18 % |

Costes:

- | | |
|--|-----------|
| - Precio de la hora de Ingeniería | 48,00 € |
| - Tasa de interés anual: Tipo de interés activo aplicado por las entidades de crédito para operaciones a corto y medio plazo (entre 1 y 5 años) en España a fecha de Febrero de 2015. Fuente: Banco de España ³ | 9,58 € |
| - Salario base por el Convenio del Metal Valenciano para un Ingeniero Técnico Industrial. Fuente: FEMEVAL. ⁴ | 1533,75 € |

¹ Estimación para una producción comparable a la de 2014

² Estimación para una producción comparable a la de 2014

³ Necesario para calcular el Valor Actual Neto (VAN) en el retorno de la inversión

⁴ Para conocer el coste real de contratar a un Ingeniero Técnico se le debe incluir las cotizaciones a la Seguridad Social, al desempleo y a la formación así como el Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF) entre otros.

2. PRESUPUESTO

Código	Resumen	Cantidad [h]	Precio [€/h]	Importe [€]
CAPÍTULO 1: DOCUMENTACIÓN				
1.1	Memoria			
	Documento principal del proyecto que incluye: situación de la empresa en el contexto del mantenimiento de equipos y la documentación entregada a clientes, estudio de mejoras propuestas y conclusiones.	67,25	48,00	3.228,00
1.2	Presupuesto			
	Costes unitarios y globales de la idea desarrollada y cálculo del retorno de la inversión teniendo en cuenta los costes hasta la entrada a producción de las mejoras.	10,25	48,00	492,00
1.3	Pliego de condiciones			
	Manuales de uso de la aplicación desarrollada, así como indicaciones a tener en cuenta para su correcto funcionamiento.	11,83	48,00	568,00
1.4	Anexos			
	Aclaraciones enumeradas en el documento de la Memoria	0,50	48,00	24,00
TOTAL DOCUMENTACIÓN				4.312,00
CAPÍTULO 2: PLAN DE MANTENIMIENTO				
2.1	Elaboración del plan de mantenimiento			
	Recopilación de la información de todos los departamentos para la elaboración de un plan de mantenimiento apropiado para una instalación de calentamiento por inducción.	3,50	48,00	168,00
2.2	Elaboración de fichas de mantenimiento			
	Diseño de una plantilla para la realización de las fichas de mantenimiento de todos los departamentos. Esta ficha incluye operaciones, frecuencia, tipo estimado de realización y acciones correctivas a llevar a cabo.	4,00	48,00	192,00

2.3 Codificación

Elección de un sistema de codificación apropiado para el conjunto de operaciones del plan de mantenimiento.	3,25	48,00	156,00
TOTAL PLAN DE MANTENIMIENTO			516,00

CAPÍTULO 3: DESARROLLO DE LA BASE DE DATOS

3.1 BD para cargar en el GMAO

Elaboración de la base de datos que incluye todas las operaciones, frecuencias de realización y tipo de operario que debe de realizarla.	6,75	48,00	324,00
--	------	-------	--------

3.2 Conexión de la BD con la interfaz

Lectura desde el módulo de Gestión del Mantenimiento del software de la base de datos para poder realizar los informes.	3,00	48,00	144,00
TOTAL DESARROLLO BASE DE DATOS			468,00

CAPITULO 4: DESARROLLO INTERFAZ

4.1 Primeros diseños

Diseños de partida para e Gestor de Documentación.	4,00	48,00	192,00
--	------	-------	--------

4.2 Visualización documentos

Programación de la rutina para cargar los documentos en formato PDF desde la aplicación.	2,75	48,00	132,00
--	------	-------	--------

4.3 Formación

Tiempo dedicado al entorno Microsoft Visual Studio 2010.	4,50	48,00	216,00
--	------	-------	--------

4.4 Diseño interfaz

Primera introducción de los elementos básicos para confeccionar el Gestor de Documentación.	3,25	48,00	156,00
---	------	-------	--------

4.5 Diseño final interfaz

Diseño definitivo tanto para el Gestor de Documentación como para el Gestor de Mantenimiento. Desarrollo de la rutina para automatizar la creación de las hojas de trabajo para los operarios de mantenimiento.	79,33	48,00	3.808,00
TOTAL DESARROLLO INTERFAZ			4.504,00

3. RESUMEN

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE [€]
1	DOCUMENTACIÓN	4.312,00
2	PLAN DE MANTENIMIENTO	516,00
3	DESARROLLO BASE DE DATOS	468,00
4	DESARROLLO INTERFAZ	4.504,00
	TOTAL EJECUCIÓN	9.800,00
	10% Gastos generales	980,00
	6% Beneficio industrial	588,00
	SUMA G.G. Y B.I	1.568,00
	21% IVA	2.387,28
	TOTAL PRESUPUESTO MEJORAS	13.755,28 €

EL PRESUPUESTO DEL PROTOTIPO CON LAS MEJORAS PRESENTADAS
A LA EMPRESA ASCIENDE A LA CANTIDAD DE TRECE MIL
SETECIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON VEINTIOCHO
CÉNTIMOS

Este presupuesto no incluye los costes de la salida a producción de estas mejoras

En Valencia, a 14 de Septiembre de 2015

Fdo.: Miguel Álvarez Suárez
Responsable del estudio de mejoras y diseñador de la aplicación

4. RETORNO DE LA INVERSIÓN

Para el cálculo del retorno de la inversión, se ha utilizado el modelo basado en el cálculo del Valor Actual Neto (VAN).

Se decide presentar dos modelos de negocio. El primero, el más sencillo, consiste en adquirir el paquete de mejoras propuesto por el alumno, dedicar un mes exclusivamente a realizar las mejoras necesarias para sacar el sistema a producción e implantarlo al tercer mes.

El segundo, más completo, consiste en contratar a un Ingeniero Técnico para mejorar la idea inicial y dedicarse en exclusiva a la nueva oportunidad de negocio que se abre con la posibilidad de vender gestores de mantenimiento a los clientes.

Tanto para uno como para otro, en ningún momento se considera que la empresa incremente o disminuya el presupuesto de una máquina destinado a documentaciones. Éste es el motivo por el que se ha decidido utilizar la metodología del VAN, que al introducir el concepto de tasa de interés, permite traer al presente el importe de una cuantía futura.

En la siguiente tabla se presenta un resumen del volumen de negocio esperado según lo especificado en la introducción.

Concepto	Horas [h]	Importe [€]	Producción/mes	Importe [€]
Previsión de costes por máquina	75,00	3.600,00	2	7.200,00
Previsión de costes por generador	20,00	960,00	15	14.400,00
Mejoras aplicadas en máquina	59,50	2.856,00	2	5.712,00
Mejoras aplicadas en generador	16,25	780,00	15	11.700,00

4.1. Caso 1: Compra de la aplicación

Concepto	Horas [h]	Importe [€]	Producción/mes	Importe [€]
Adquisición de la aplicación		11.368,00		
Adaptación de la aplicación a producción	181,50	8.712,00		
Mantenimiento aplicación	10,00	480,00	1	480,00

Con estas consideraciones y partiendo de que el mes 0 representa el momento en que adquiere el paquete de mejoras:

MES	0	1	2	3
COSTES	11.368,00	9.265,38	487,69	491,59
COSTES ACUM	11.368,00	20.633,38	21.121,08	21.612,67
BENEFICIOS		0,00	4.255,14	4.289,11
BENEFICIOS ACUM		0,00	4.255,14	8.544,24
RETORNO INVERSIÓN	-11.368,00	-20.633,38	-16.865,94	-13.068,42

4	5	6	7	8	9	10
495,51	499,47	503,46	507,48	511,53	515,61	519,73
22.108,18	22.607,65	23.111,10	23.618,58	24.130,10	24.645,71	25.165,44
4.323,35	4.357,86	4.392,65	4.427,72	4.463,07	4.498,70	4.534,61
12.867,59	17.225,45	21.618,10	26.045,82	30.508,89	35.007,59	39.542,20
-9.240,59	-5.382,20	-1.493,00	2.427,24	6.378,79	10.361,87	14.376,76

11	12	13	14	15	16	17
523,88	528,06	532,27	536,52	540,81	545,12	549,48
25.689,32	26.217,37	26.749,65	27.286,17	27.826,98	28.372,10	28.921,57
4.570,81	4.607,30	4.644,09	4.681,16	4.718,53	4.756,20	4.794,17
44.113,01	48.720,32	53.364,40	58.045,56	62.764,10	67.520,30	72.314,47
18.423,70	22.502,94	26.614,76	30.759,39	34.937,12	39.148,20	43.392,90

18	19	20	21	22	23	24
553,86	558,28	562,74	567,23	571,76	576,33	580,93
29.475,44	30.033,72	30.596,46	31.163,69	31.735,46	32.311,78	32.892,71
4.832,45	4.871,02	4.909,91	4.949,11	4.988,62	5.028,45	5.068,59
77.146,92	82.017,94	86.927,85	91.876,96	96.865,58	101.894,03	106.962,62
47.671,48	51.984,22	56.331,39	60.713,27	65.130,13	69.582,25	74.069,91

A dos años vista, el proyecto no es sólo viable a los 7 meses sino que además genera un ahorro de unos 74000 €.

Para la realización de estos cálculos se ha tenido en cuenta:

- Los costes del mes 0 se refieren a la adquisición de la aplicación.
- Los costes del mes 1 corresponden a un mes entero dedicado por la empresa a adaptar la aplicación a las demandas concretas de los proyectos individuales.
- Se dedicarán 10 horas al mes para el mantenimiento de la aplicación, corrección de errores y adaptaciones para proyectos específicos.
- En el segundo mes ya se podría empezar a utilizar el sistema. Los beneficios corresponden al ahorro de tiempo por máquina y por generador teniendo en cuenta las previsiones de producción.

4.2. Caso 2: Contratación de personal para implantar el sistema de mejoras adquirido

Concepto	Horas [h]	Importe [€]	Producción/mes	Importe [€]
Adquisición de la aplicación		11.368,00		
Adaptación de la aplicación a producción	181,50	8.712,00		
Salario por convenio metal Ingeniero Técnico		2.182,32	1	2.182,32

MES	0	1	2	3
COSTES	11.368,00	10.981,29	2.217,31	2.235,01
COSTES ACUM	11.368,00	22.349,29	24.566,60	26.801,61
BENEFICIOS		0,00	4.255,14	4.289,11
BENEFICIOS ACUM		0,00	4.255,14	8.544,24
RETORNO INVERSIÓN	-11.368,00	-22.349,29	-20.311,46	-18.257,37

4	5	6	7	8	9	10
2.252,85	2.270,83	2.288,96	2.307,24	2.325,66	2.344,22	2.362,94
29.054,46	31.325,29	33.614,25	35.921,49	38.247,15	40.591,37	42.954,31
4.323,35	4.357,86	4.392,65	4.427,72	4.463,07	4.498,70	4.534,61
12.867,59	17.225,45	21.618,10	26.045,82	30.508,89	35.007,59	39.542,20
-16.186,87	-14.099,84	-11.996,15	-9.875,67	-7.738,26	-5.583,78	-3.412,11

11	12	13	14	15	16	17
2.381,80	2.400,82	2.419,98	2.439,30	2.458,78	2.478,41	2.498,19
45.336,11	47.736,93	50.156,91	52.596,21	55.054,99	57.533,40	60.031,59
4.570,81	4.607,30	4.644,09	4.681,16	4.718,53	4.756,20	4.794,17
44.113,01	48.720,32	53.364,40	58.045,56	62.764,10	67.520,30	72.314,47
-1.223,10	983,39	3.207,49	5.449,35	7.709,11	9.986,90	12.282,88

18	19	20	21	22	23	24
2.518,14	2.538,24	2.558,50	2.578,93	2.599,52	2.620,27	2.641,19
62.549,72	65.087,96	67.646,46	70.225,39	72.824,91	75.445,18	78.086,36
4.832,45	4.871,02	4.909,91	4.949,11	4.988,62	5.028,45	5.068,59
77.146,92	82.017,94	86.927,85	91.876,96	96.865,58	101.894,03	106.962,62
14.597,19	16.929,98	19.281,39	21.651,57	24.040,67	26.448,85	28.876,25

Para el mismo periodo del Caso 1, **el conjunto formado por la adquisición de la aplicación más la creación de un puesto de Ingeniero Técnico se rentabiliza a los doce meses.**

Es muy importante recordar que en ningún momento la empresa ha tenido que aportar capital fuera del ya destinado a la elaboración de documentación bajo los parámetros actuales.

Para la realización de estos cálculos se ha tenido en cuenta:

- Los costes del mes 0 se refieren a la adquisición de la aplicación.
- Los costes del mes 1 corresponden a un mes entero dedicado por la empresa a adaptar la aplicación más la contratación de una persona en calidad de Ingeniero Técnico. Se sigue manteniendo el coste de adaptación porque la persona que lo haga será también la encargada de formar al nuevo trabajador.
- En el segundo mes ya se podría empezar a utilizar el sistema. Los beneficios corresponden al ahorro de tiempo por máquina y por generador teniendo en cuenta las previsiones de producción.
- Ya no es necesario destinar un presupuesto a horas de mantenimiento de la aplicación porque serían tareas de la persona contratada.

También hay que tener en cuenta que en estos cálculos se está considerando que ningún cliente querrá una adaptación personalizada del módulo de Gestión del Mantenimiento. En el momento en que se vendiese alguno, la contratación de este nuevo trabajador estaría aún más rentabilizada.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Alcance	1
1.2.	Normativa de referencia	2
2.	CONDICIONES DE USO PARA EL CLIENTE FINAL	3
2.1.	Requisitos mínimos de funcionamiento	3
2.2.	Uso del software para la Gestión de la Documentación GH.....	3
2.2.1.	Ubicación del Gestor de Documentación GH-Doc.....	3
2.2.2.	Pantalla principal	4
2.2.3.	Consulta de Documentos Generales	5
2.2.4.	Uso y funcionamiento.....	7
2.2.5.	Mantenimiento	8
2.2.6.	Planos.....	10
2.2.7.	Ayuda	11
2.3.	Uso del Gestor del Mantenimiento GH.....	11
2.3.1.	Consulta de información.....	13
2.3.2.	Seguimiento del Plan de Mantenimiento.....	16
2.3.3.	Orden de Trabajo	18
3.	CONDICIONES DE USO INTERNO	20
3.1.	Estructura de los documentos a guardar en el CD/DVD del cliente	20
3.2.	Creación de la base de datos para carga en el Gestor de Mantenimiento	22
3.2.1.	PlanMantenimiento.xlsx	22
3.2.2.	Repuestos.xlsx.....	22
3.2.3.	OT.xlsx	23
3.3.	Grabación del CD/DVD	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Reproducción automática del CD/DVD ROM	3
Pantalla principal del Gestor de Documentación GH	4
Solicitud de confirmación para cierre de la aplicación.....	4
Documentos generales disponibles para consulta	5
Documentos generales/Layout de la instalación. Se pueden ver las funcionalidades de un archivo PDF.....	6
<i>Archivos de consulta sobre uso y funcionamiento de la instalación</i>	<i>7</i>
<i>Página del Manual de uso de la pantalla del MPC-2 en el generador.....</i>	<i>8</i>
<i>Elementos disponibles en el menú de mantenimiento</i>	<i>9</i>
<i>Acceso a los planos del equipo.....</i>	<i>10</i>
<i>Selección del elemento a visualizar en la ventana Planos/Aplicaciones</i>	<i>11</i>
Acceso al Gestor de Mantenimiento desde la pantalla principal.....	12
Pantalla principal del Gestor de Mantenimiento	12
Acceso a la consulta de Operaciones.....	14
Visualización de operaciones.....	14
Operaciones a realizar sobre los transformadores ubicados dentro del armario del generador	14
Listado de repuestos del generador	15
Acceso al Plan de Mantenimiento diseñado para la instalación ejemplo.....	16
Ventana principal del Plan de Mantenimiento.....	17
Operaciones a realizar el día 14/09/2015	17
Operaciones a realizar por un mecánico el día 14/09/2015	18
Contenido de la carpeta que después se grabará en el CD/DVD para entregar al cliente	20

ÍNDICE DE TABLAS

Contenidos del Módulo de Gestión del Mantenimiento.....	13
Menús desplegables para selección de opciones en las pantallas Personal y Material	15
Orden de Trabajo generada por el Gestor de Mantenimiento GH	19
Ruta donde se debe de guardar cada documento para su correcta interpretación por el Gestor de Documentación GH	20

1. INTRODUCCIÓN

Este Pliego de Condiciones, así como el resto de datos que aparecen en este documento, corresponden a la implantación de la mejora a la que se hace referencia en la memoria del proyecto *“MEJORA DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO ENTREGADOS POR UN FABRICANTE DE MAQUINARIA A SUS CLIENTES”*.

En este documento se establecerán las características del software al que hace referencia la mejora, tanto a nivel de uso interno para la elaboración de la documentación como a nivel de consulta del cliente.

Los documentos que acompañan a este Pliego de Condiciones y el software presentado como parte del proyecto de mejora son un desarrollo propio del alumno Miguel Álvarez Suárez. Su contenido puede reproducirse total o parcialmente por miembros de la comunidad educativa de la Universitat Politècnica de València sin necesidad de autorización del mismo.

Las imágenes y los datos de máquinas que aparecen como ejemplo así como los documentos usados para comprobar el correcto funcionamiento del software son propiedad de GH Electrotermia SA y su uso o reproducción parcial o total no está permitida sin la expresa consulta al alumno y a la empresa.

1.1. Alcance

El software desarrollado como mejora de este estudio cumple con las condiciones a continuación detalladas:

- Facilitar la realización de las nuevas documentaciones a los ingenieros de los distintos departamentos de GH Electrotermia SA.
- Facilitar al cliente el acceso a los distintos documentos de identificación de la instalación de calentamiento por inducción que ha adquirido.
- Acceder a un módulo de Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) que englobe el plan de mantenimiento desarrollado para la instalación adquirida por el cliente.
- Elaborar órdenes de trabajo acordes al plan de mantenimiento.

De igual manera, no se incluye:

- La posibilidad de que el cliente modifique los planes de mantenimiento inicialmente diseñados, tanto a nivel de operaciones como de frecuencias o acciones correctivas.
- La posibilidad de añadir tipos de trabajadores, datos externos a lo que GH inicialmente establezca o modificar el sistema de codificación de operaciones.

1.2. Normativa de referencia

Para el diseño del software *Gestor de Documentación GH* se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

Normativa UNE-ISO

- **UNE-ISO 15489-1:2006.** Información y documentación. Gestión de documentos. Parte 1: Generalidades.
- **UNE-ISO 16175-2:2012.** Información y documentación. Principios y requisitos funcionales para documentos en entornos de oficina electrónica. Parte 2: Directrices y requisitos funcionales para sistemas que gestionan documentos electrónicos.
- **UNE-ISO 690:2013.** Información y documentación. Directrices para la redacción de referencias bibliográficas y de citas de recursos de información.
- **UNE-ISO/TR 13028:2011 IN.** Información y documentación. Directrices para la implementación de la digitalización de documentos.

Normativa ISO:

- **ISO 14289-1:2012.** Document management applications -- Electronic document file format enhancement for accessibility.
- **ISO 14721:2012.** Space data and information transfer systems -- Open archival information system (OAIS) -- Reference model.
- **ISO 24517-1:2008.** Document management -- Engineering document format using PDF.
- **ISO 32000-1:2008.** Document management -- Portable document format PDF.

2. CONDICIONES DE USO PARA EL CLIENTE FINAL

A continuación se establecen los requisitos a cumplir por el cliente para poder utilizar el software. También se incluye un manual detallado de qué puede encontrar y cómo llegará a ello.

2.1. Requisitos mínimos de funcionamiento

A la hora de utilizar el software en un equipo, éste debe de contar como mínimo con los siguientes recursos:

- Sistema operativo Windows XP (x64 o x86).
- Lector de CD/DVD.
- Lector de archivos *Portable Document Format* PDF o complemento para documentos PDF en el navegador web. Se recomienda Adobe Acrobat Reader 9 o superior.
- Microsoft .NET Framework 4.
- Microsoft Office 2007 (o compatible)

2.2. Uso del software para la Gestión de la Documentación GH

A continuación se procede a resumir el uso comercial del Gestor de Documentación GH.

2.2.1. Ubicación del Gestor de Documentación GH-Doc



Figura 1: Reproducción automática del CD/DVD ROM

Cuando el cliente reciba en sus instalaciones la máquina suministrada por GH, encontrará el Gestor de Documentación GH en un CD/DVD-ROM junto con las copias de manuales y planos en papel que haya contratado en su pedido.

Una vez localizado, si lo introduce en un lector de CD/DVD visualizará la pantalla de reproducción automática (Figura 1).

Llegados a este punto, se puede optar por trabajar siempre desde el CD/DVD o copiar el contenido de éste en una unidad con un acceso local o en red.

2.2.2. Pantalla principal

El acceso a la aplicación se hace a través del archivo ejecutable *GH-DOC.exe*. El programa comenzará su ejecución y se cargará la ventana de acceso principal.



Figura 2: Pantalla principal del Gestor de Documentación GH

Desde esta pantalla se tiene acceso, a través del menú superior, a todas las funcionalidades del programa.

En caso de querer cerrar el programa, se pedirá confirmación.

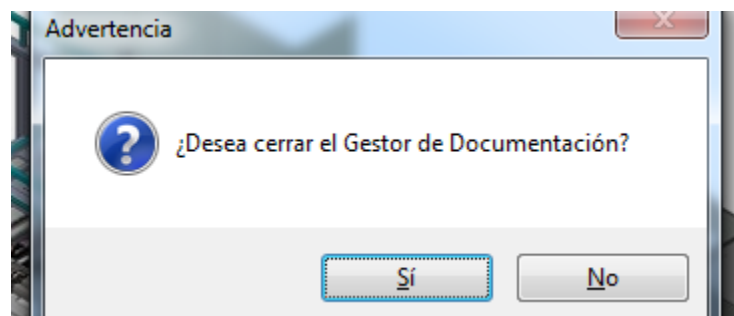


Figura 3: Solicitud de confirmación para cierre de la aplicación

2.2.3. Consulta de Documentos Generales

Seleccionando el apartado de *Documentos Generales*, en el menú de la parte superior, se accede a consultar los documentos que se muestran en la Figura 4.



Figura 4: Documentos generales disponibles para consulta

Estos documentos muestran:

- Identificación de la máquina: Datos de contacto del constructor e identificación de la instalación adquirida (número de serie, modelo de equipo y año de construcción).
- Proceso y capacidades: Descripción del tipo de uso para el que se ha diseñado la instalación y sus límites de trabajo. Explicación de las distintas partes que componen la máquina y su función en el conjunto.
- Layout de la instalación: Plano de ubicación con las dimensiones de los elementos que forman parte de la máquina (Figura 5)
- Declaración CE: Declaración de conformidad o, en su caso, de incorporación, donde se especifica la normativa que cumple el equipo.
- Informe de ruido: Medida del nivel sonoro ocasionado por el ruido que emite la instalación en régimen normal de funcionamiento.

- Medición del campo magnético: Medida de campo electromagnético producida por la instalación en régimen normal de funcionamiento.
- Advertencias de seguridad: Medidas de seguridad a tener en cuenta a la hora de trabajar con una instalación de calentamiento por inducción de estas características.
- Salir: Cierra todas las ventanas abiertas desde el Gestor de Documentación GH.

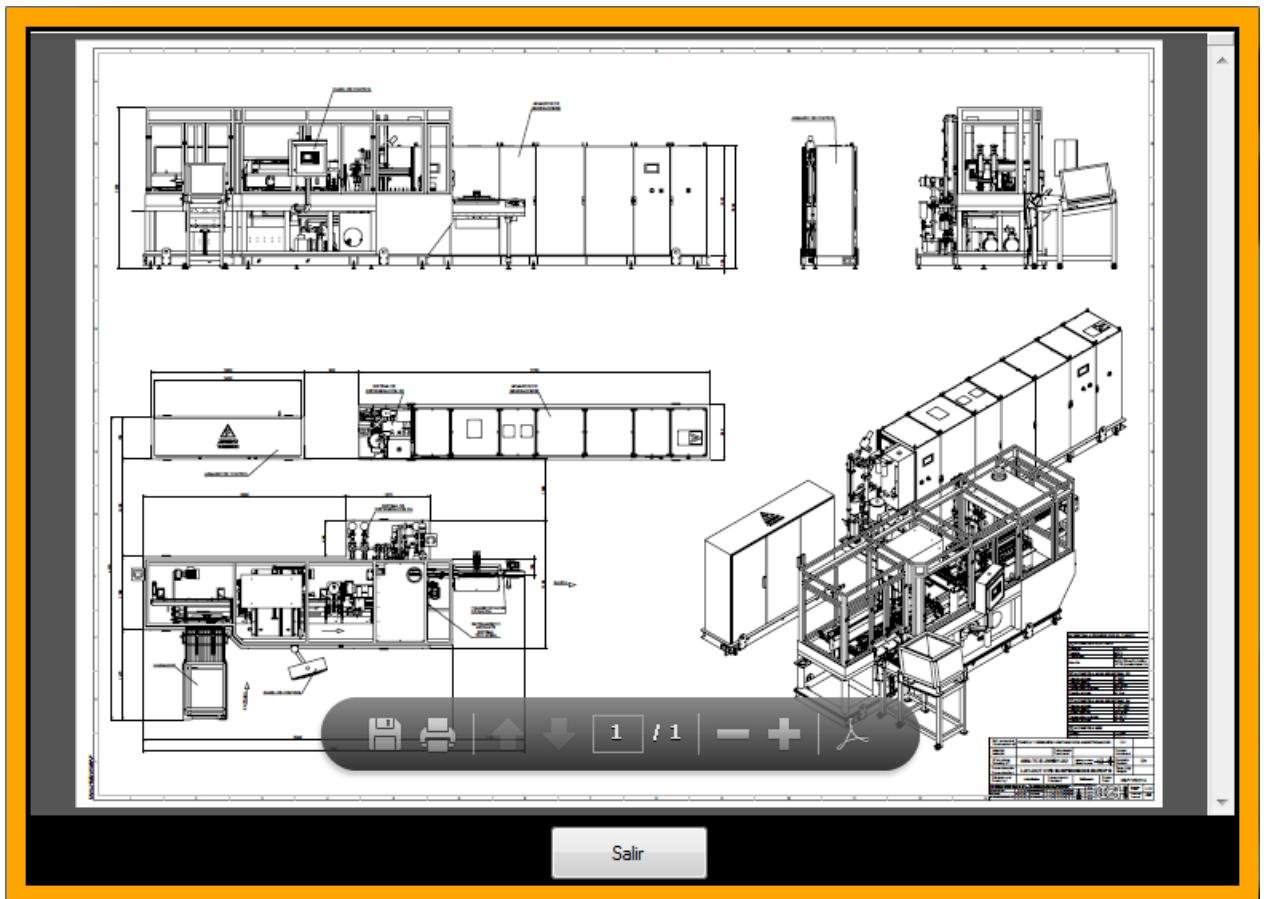


Figura 5: Documentos generales/Layout de la instalación. Se pueden ver las funcionalidades de un archivo PDF

NOTA COMÚN A TODAS LAS VENTANAS ABIERTAS DESDE EL GESTOR DE DOCUMENTACIÓN:
 Todas las pantallas que se abren desde los distintos accesos tienen las propiedades de cualquier archivo PDF. Por tanto, es posible imprimir lo que se necesite desde la propia ventana, guardar una copia de lo que se está viendo en otro directorio o hacer el zoom necesario para visualizar correctamente lo que se desee ver.

Incluso, en documentos generados desde programas de diseño, se mantiene las propiedades de los PDF interactivos de poder dar saltos por referencias internas del documento, navegación por marcadores, etc.

2.2.4. Uso y funcionamiento

Este apartado del Gestor de Documentación permite el acceso a todos los manuales de uso de la instalación.



Figura 6: Archivos de consulta sobre uso y funcionamiento de la instalación

- Descripción de la instalación: Funcionamiento de la máquina.
- Dispositivos de seguridad: Descripción de los elementos de la instalación cuya función es proteger al personal que trabaja en ella. Situación de las setas de emergencia, protecciones de barrera,...
- Conexión y desconexión de la instalación: Procedimientos para la puesta en funcionamiento del equipo y su posterior desconexión.
- Manuales de uso.
 - o Modos de trabajo: Descripción de lo que se entiende como distintas formas de trabajar con la instalación. Automático, manual, cíclico, parada,...
 - o Interface de operador: Descripción de la pantalla que el operario de control debe de conocer. Menús, utilidades, visualización de parámetros,...
 - o Fallos y causas: Listado de alarmas, fallos y posibles soluciones.

- Cambio de referencias: Introducción de las dimensiones de una nueva pieza en el control numérico.
- Generador: Manual de usuario del generador y su panel de operario.

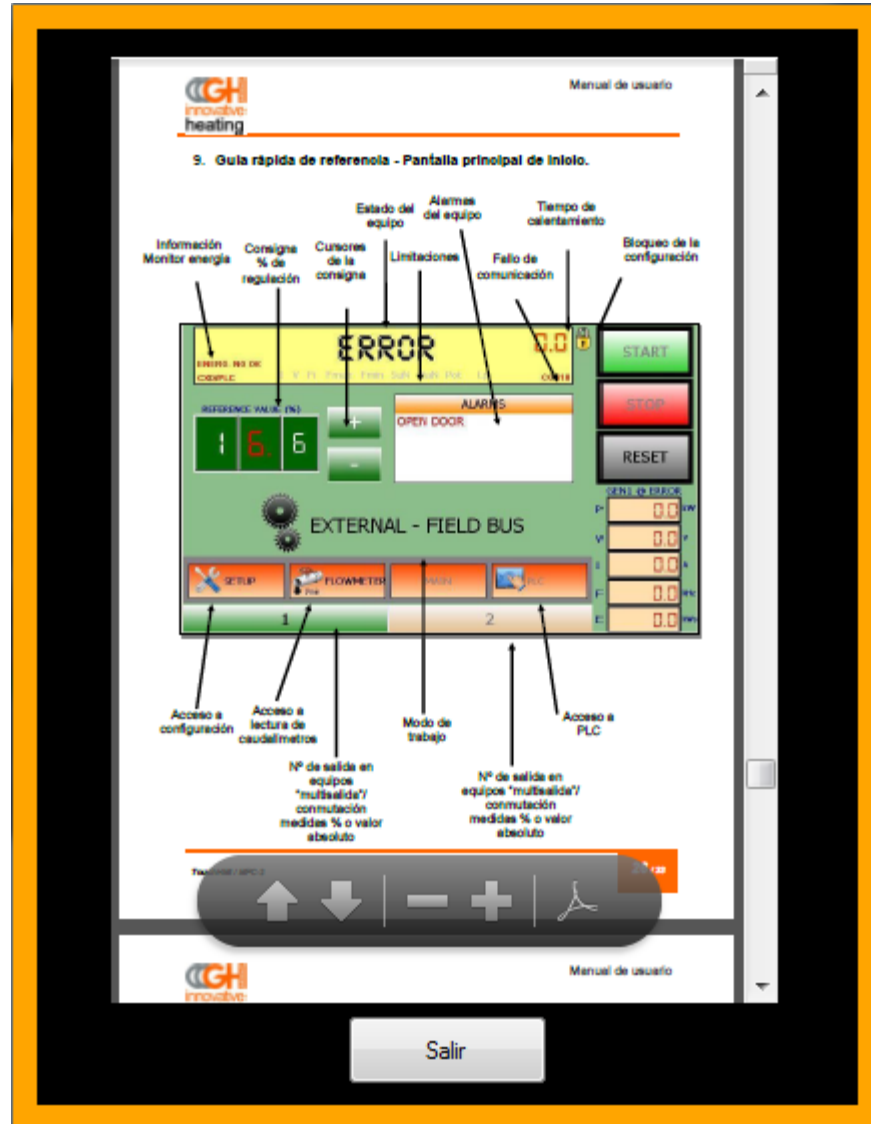


Figura 7: Página del Manual de uso de la pantalla del MPC-2 en el generador

2.2.5. Mantenimiento

En el apartado destinado a mantenimiento se encuentran todas aquellas recomendaciones para mantener el equipo en las mejores condiciones, retrasar su envejecimiento y, en caso necesario, acceder de forma rápida a listas de repuestos, piezas de desgaste y consumibles.

Se distinguen las siguientes partes:

- Procedimientos: Conjunto de las fichas de mantenimiento diseñadas para este equipo. Cada departamento involucrado en la fabricación del equipo entrega unos manuales de mantenimiento que recogen todas las operaciones a realizar sobre los distintos elementos de la instalación.
 - o Mecánicos: Tienen que ver fundamentalmente con la estructura y las herramientas para posicionado, desplazamiento y expulsión de las piezas a tratar térmicamente.
 - o Refrigeración: Cuidados de todo el sistema de refrigeración, tanto de equipos (sistema R3) como de piezas (sistema R4).
 - o Armario de control: Elementos que componen el armario de control del equipo, así como sensores en máquina para control de distintas partes del automatismo.
 - o Generador: Elementos que componen el armario del generador y sirven para su funcionamiento y regulación.
- Repuestos recomendados.
 - o Mecánica: Codificación de todos los repuestos y piezas de desgaste mecánicos para su adquisición en caso de necesidad.
 - o Refrigeración: Codificación de todos los repuestos y consumibles de los equipos de refrigeración.



Figura 8: Elementos disponibles en el menú de mantenimiento

El siguiente apartado sería el Gestor de Mantenimiento. Debido a que su funcionamiento difiere de lo visto hasta ahora, éste se explicará en el apartado 2.3.

2.2.6. Planos

El apartado de planos sirve para acceder más rápidamente a lo que sea necesario en cada ocasión.

Su composición consta de:

- Planos mecánicos: Estructura de la máquina, plataformas de apoyo de las distintas partes, elementos posicionadores de piezas, protecciones,...
- Aplicaciones: Planos de los inductores, duchas, transformadores,...
- Planos eléctricos.
 - o Control: Planos eléctricos de los elementos que componen el automatismo.
 - o Generador: Planos eléctricos de los componentes del generador de potencia.
- Circuitos auxiliares: Planos de los circuitos de refrigeración de equipos y piezas, del sistema de lubricación y del sistema neumático.

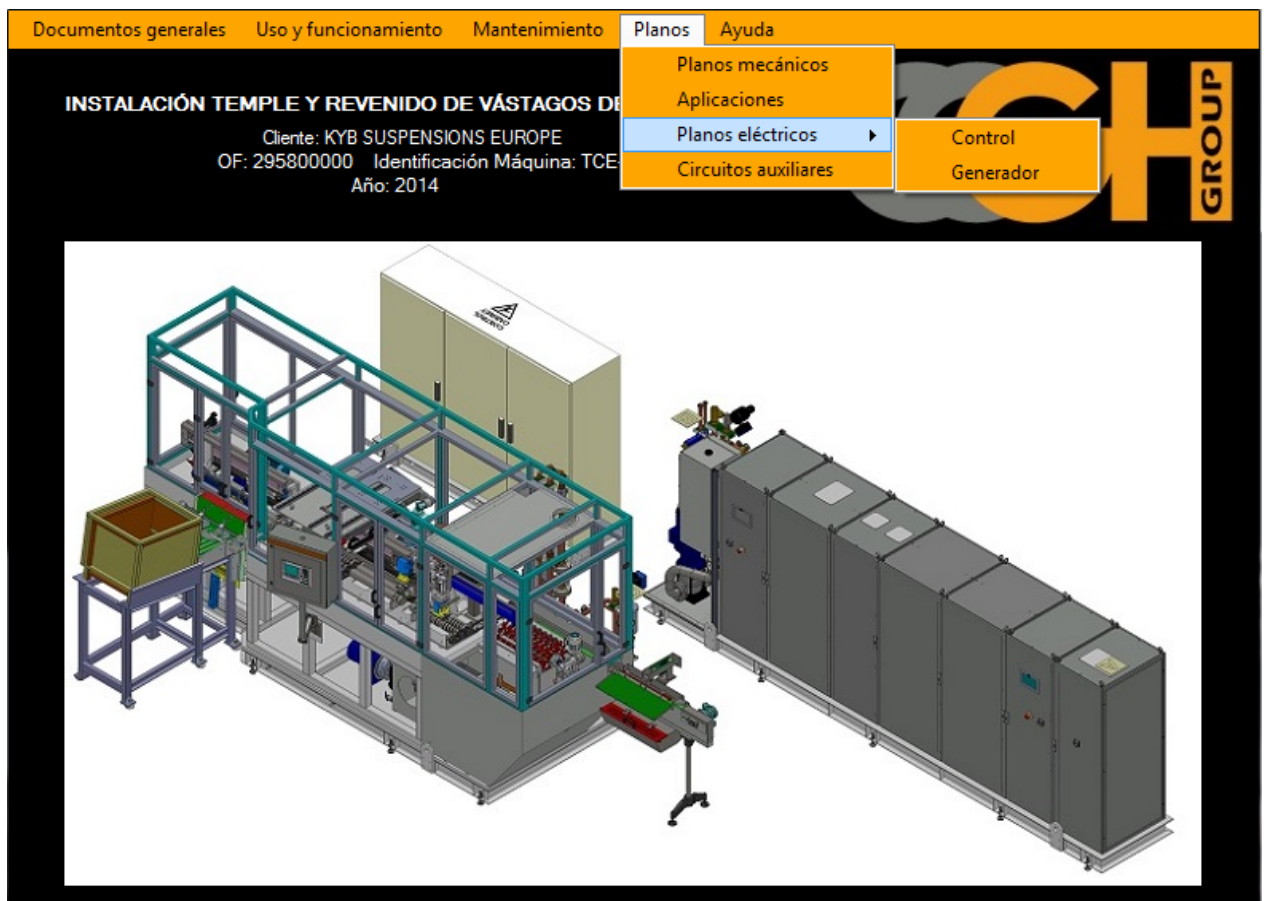


Figura 9: Acceso a los planos del equipo

Para facilitar el acceso a los planos y su identificación, la visualización de *Planos mecánicos*, *Planos de Aplicaciones* y *Planos de Circuitos Auxiliares* cuenta con un menú desplegable que muestra los distintos elementos a los que se puede acceder.

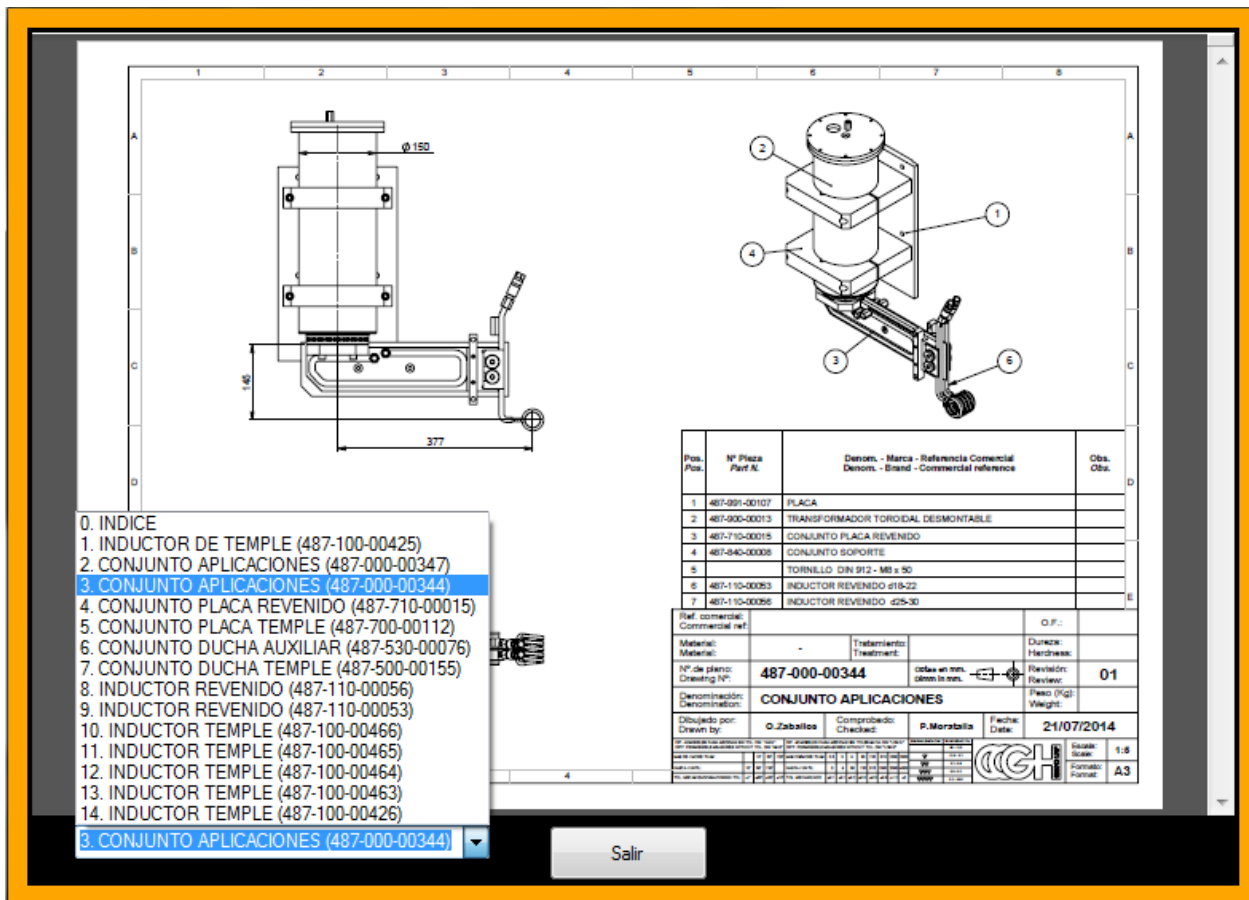


Figura 10: Selección del elemento a visualizar en la ventana Planos/Aplicaciones

2.2.7. Ayuda

Como es común ver en cualquier software, se habilita un espacio para permitir al desarrollador dar información sobre la funcionalidad de la aplicación, su fecha de fin de desarrollo y la forma de contacto para más información.

Además de eso, se reserva un espacio para información sobre la empresa para la que se ha desarrollado el software.

2.3. Uso del Gestor del Mantenimiento GH

Para acceder a esta utilidad, basta con que desde el menú superior de la pantalla principal se seleccione Módulo de Gestión en el desplegable que aparece bajo Mantenimiento (Figura 11).



Figura 11: Acceso al Gestor de Mantenimiento desde la pantalla principal



Figura 12: Pantalla principal del Gestor de Mantenimiento

Una vez en la pantalla del Gestor de Mantenimiento (Figura 12), se pueden distinguir dos zonas para acceso a información:

- Menú en la parte superior: Descripción de todas las opciones disponibles en la aplicación para la visualización de la información, tanto para la versión básica como para la versión avanzada.
- Botones de la parte derecha: Acceso rápido a las consultas más comunes dentro de todas las opciones disponibles.

En la siguiente tabla pueden verse todas las opciones disponibles dentro del Gestor de Mantenimiento propuesto en este estudio de mejoras:

Tabla 1: Contenidos del Módulo de Gestión del Mantenimiento

Operaciones	Consulta
	Nueva operación*
Personal	Consulta
	Nuevo trabajador*
Registro de actuación*	
Materiales	
Plan de mantenimiento	
Herramientas	Ajustes*
	Ayuda

*Elementos no disponibles en el Gestor de Mantenimiento Básico (Ver 1.1 Alcance)

2.3.1. Consulta de información

Existen dos formas de utilizar el Gestor de Mantenimiento básico:

- Para consultar las operaciones de mantenimiento recomendadas, los operarios en plantilla y los materiales necesarios en las operaciones.
- Para realizar las ordenes de trabajo con las operaciones planificadas.

La primera forma de uso es la que comparten la consulta de *Operaciones*, de *Personal* y de *Materiales*.

En la Figura 13 se puede ver la forma de acceder a la pantalla de consulta de Operaciones (Figura 14). En ella se distinguen tres partes principales:

- La selección de las distintas zonas que requieren mantenimiento y los elementos que se encontrarán en ellas.

- Un botón de listado para realizar la búsqueda en la base de datos según los criterios seleccionados.
- Un listado para visualizar los datos.



Figura 13: Acceso a la consulta de Operaciones

CÓDIGO	UBICACIÓN	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN

Figura 14: Visualización de operaciones

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
2.7.1	VERIFICAR TENSIÓN EN EL PRIMARIO
2.7.2	VERIFICAR TENSIÓN EN EL SECUNDARIO
2.7.3	VERIFICAR APRIETE FIJACIONES
2.7.4	BUSCAR DAÑOS EXTERIORES
2.7.5	BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES
2.7.6	COMPROBAR FIJACIÓN

Figura 15: Operaciones a realizar sobre los transformadores ubicados dentro del armario del generador

Por ejemplo, si se quisiesen visualizar todas las operaciones de mantenimiento que tendrían que realizarse sobre los transformadores que se encuentran dentro del armario del generador, los criterios de selección serían los mostrados en la Figura 15.

Como se puede comprobar, el resultado de este listado es el mismo que se tendría si se consultase directamente la ficha de mantenimiento 2.7. Esto, como se ha mencionado con anterioridad, corresponde con la codificación diseñada para permitir la fácil localización del cómo realizar una operación en caso de dudas por parte del técnico de mantenimiento.

Este modo de funcionamiento se repite en las pantallas de consulta de *Operarios* recomendados para tareas de mantenimiento y en los *Materiales* necesarios como repuestos, consumibles o piezas de desgaste. En estos casos, los desplegados con los que el usuario de la aplicación se encontrará para gestionar el equipo son los mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2: Menús desplegables para selección de opciones en las pantallas Personal y Material

Personal	Tipo de operario	Sin especificar
		Eléctrico
		Mecánico
		Fontanero
Material	Repuestos	Generador
		Mecánicos
		Refrigeración
	Consumibles	Mecánicos
		Refrigeración
	Piezas de desgaste	Mecánicos

Para explicar el funcionamiento de la pantalla *Material*, póngase como ejemplo que durante la realización de mantenimiento en el armario del generador, se determina mediante una de las operaciones sobre el transformador (Figura 15) que éste no está funcionando correctamente. Para obtener el código del repuesto, el usuario del Gestor de Mantenimiento seleccionaría los filtros de búsqueda de la manera mostrada en la Figura 16.

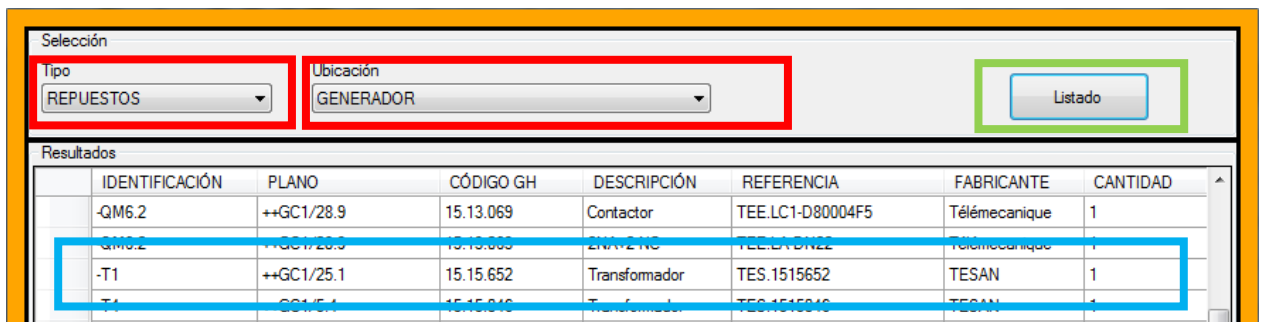


Figura 16: Listado de repuestos del generador

2.3.2. Seguimiento del Plan de Mantenimiento

Una vez visto el primer modo de empleo del Gestor de Mantenimiento, se pasará a explicar cómo funciona el *Plan de Mantenimiento*.



Figura 17: Acceso al Plan de Mantenimiento diseñado para la instalación ejemplo

Al igual que para las otras utilidades, es posible acceder a la ventana deseada desde el menú superior, el botón o el icono (Figura 17). Una vez ha cargado la base de datos, se abrirá una ventana como la de la Figura 18. En ella se pueden distinguir las siguientes zonas:

- Zona de calendario: Muestra los días en los que están planificadas las operaciones según la frecuencia indicada en las fichas de mantenimiento. Como punto de partida del mantenimiento se considera la fecha de puesta en marcha del equipo en casa del cliente.
- Zona de selección de parámetros: Mismo contenido que la selección efectuada en la pantalla de *Operaciones*. Una vez seleccionado un día, pueden elegirse las ubicaciones o los elementos sobre los que interesa sacar un resultado. Se añade la posibilidad de poder seleccionar únicamente las operaciones a realizar por un determinado operario. Si se marca la opción de *Ver operaciones*, se mostrará un listado de todas las operaciones codificadas.

- Resultados: Mediante la selección de un día en el calendario, se mostrarán en esta zona todas las operaciones que deban de realizarse ese día. Una vez seleccionado, sería el momento de ir aplicando filtros hasta quedarse con los elementos deseados.
- Generar OT: Una vez que en el apartado de resultados se tienen las operaciones que se quieren realizar, el botón *Generar OT* permite obtener una *Orden de Trabajo (OT)* para entregar al operario.

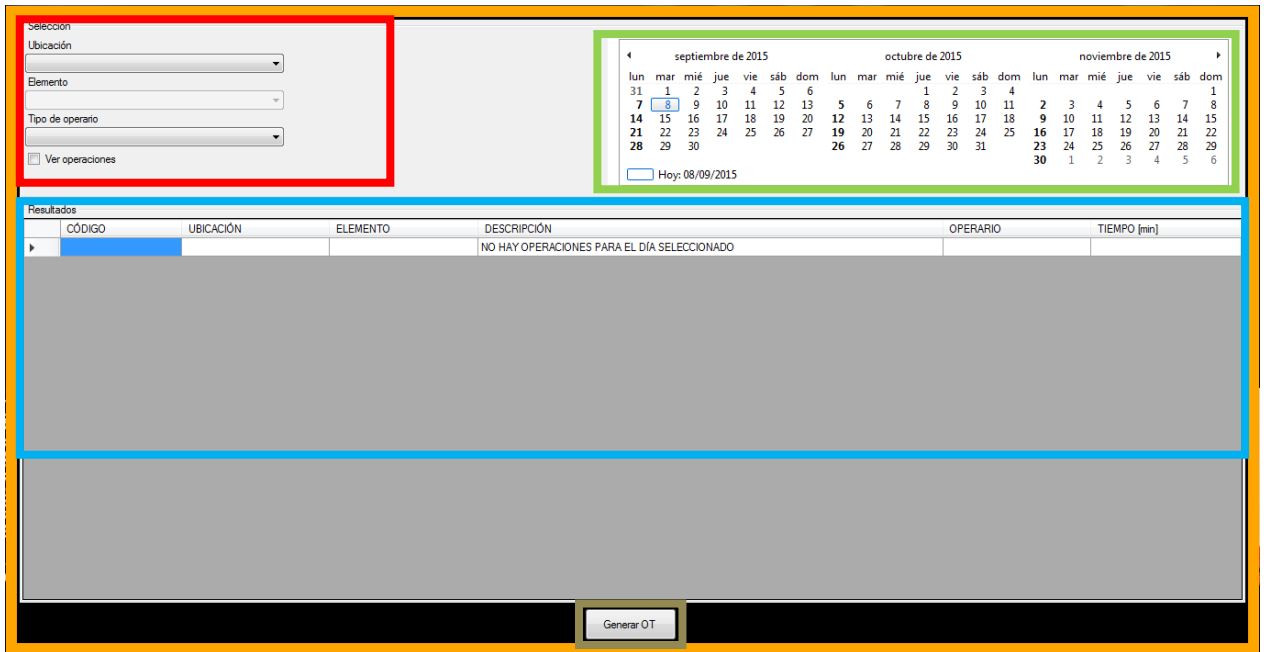


Figura 18: Ventana principal del Plan de Mantenimiento

Se plantea ahora el siguiente ejemplo práctico. En la Figura anterior se puede ver que la fecha actual es el 8 de septiembre de 2015. La siguiente fecha con operaciones a realizar se encuentra en el día 14. Al seleccionar ese día, en la Figura 19 se pueden observar todas las operaciones para ese día. Si a continuación se eligen, por ejemplo, todas las operaciones que un mecánico tiene que hacer, el resultado sería lo que muestra la Figura 20.

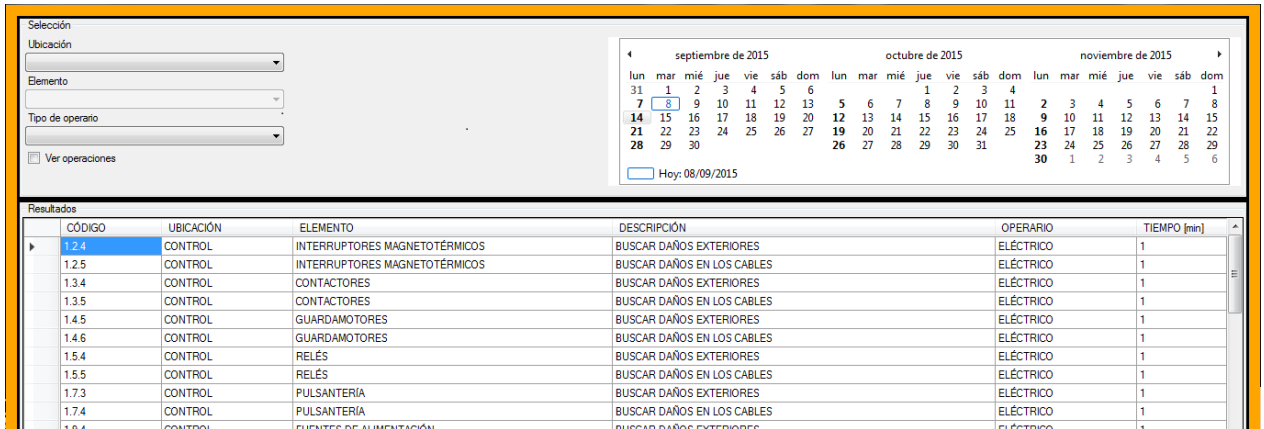


Figura 19: Operaciones a realizar el día 14/09/2015

Para dejar constancia de esto, el Gestor de Mantenimiento básico da la oportunidad al usuario de la aplicación de generar una Orden de Trabajo mediante el botón *Generar OT*.

En esta OT aparecerán todas estas operaciones, el tiempo estimado para la realización de la intervención y un espacio reservado al operario para dejar sus datos y posibles incidencias.

CÓDIGO	UBICACIÓN	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	OPERARIO	TIEMPO [min]
3.8.4	MÁQUINA	MESA X-Y	COMPROBAR ESTADO MANIVELAS FRENO	MECÁNICO	10
3.21.1	MÁQUINA	INSTALACIÓN PNEUMÁTICA	COMPROBAR PURGA CONDENSACIÓN VASO FILTRO	MECÁNICO	5
3.21.6	MÁQUINA	INSTALACIÓN PNEUMÁTICA	BUSCAR FUGAS	MECÁNICO	15
3.22.2	MÁQUINA	INSTALACIÓN LUBRICACIÓN	BUSCAR FUGAS	MECÁNICO	5
3.22.4	MÁQUINA	INSTALACIÓN LUBRICACIÓN	RELLENAR NIVEL ACEITE	MECÁNICO	10
3.22.6	MÁQUINA	INSTALACIÓN LUBRICACIÓN	COMPROBAR LUBRICACIÓN TUERCA TRAPEZIAL	MECÁNICO	10

Figura 20: Operaciones a realizar por un mecánico el día 14/09/2015

2.3.3. Orden de Trabajo

Para completar la utilidad del Gestor de Mantenimiento, se ha diseñado una Orden de Trabajo que cumple con los siguientes requisitos:

- Identificación única de la OT: Por número correlativo y fecha de solicitud de los trabajos.
- Identificación del responsable de generar la solicitud.
- Tipo de actuación: En el Gestor de Mantenimiento básico, esta casilla siempre contendrá el texto *Planificada*.
- Correcta codificación de máquinas, ubicaciones, operaciones, etc.
- Tiempo estimado para toda la actuación y tiempo real utilizado.
- Firma por parte del operario que ha realizado las tareas y fecha de realización.
- Firma del responsable de mantenimiento tras validar la actuación y fecha de revisión.
- Espacio reservado para comentarios e incidencias detectadas durante la actuación.

Con el ejemplo anterior, si se presiona el botón *Generar OT*, el sistema generará una *Orden de Trabajo* como la siguiente.

3. CONDICIONES DE USO INTERNO

En este apartado se enumerarán los criterios que debe de tener en cuenta cada Departamento para que se consiga la carga de los documentos sin errores.

3.1. Estructura de los documentos a guardar en el CD/DVD del cliente

En una carpeta común al proyecto y con permisos de escritura a todos los departamentos, se debe de crear una estructura de carpetas como la mostrada en la Figura 21.

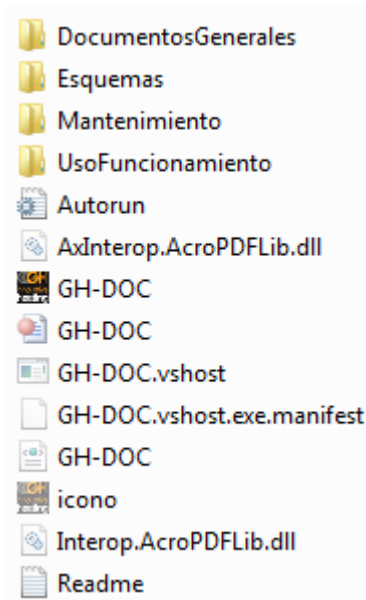


Figura 21: Contenido de la carpeta que después se grabará en el CD/DVD para entregar al cliente

El formato de la Figura 21, común a todos los proyectos, contiene todos los archivos de la aplicación. La mayoría de ellos, tal y como aparece en la Figura 21, tienen la propiedad de *archivo oculto* activada para simplificar la visualización a lo más importante.

En las carpetas que se ven en la Figura 21, que corresponden con los menús del Gestor de Documentación (Figura 2), se deben de guardar los archivos con los nombres mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4: Ruta donde se debe de guardar cada documento para su correcta interpretación por el Gestor de Documentación GH

DocumentosGenerales	IdentificacionMaquina.pdf
	ProcesoCapacidades.pdf
	LayoutInstalacion.pdf
	FichaAcometida.pdf

	DeclaracionCE.pdf		
	InformeRuido.pdf		
	CampoMagnetico.pdf		
	AdvertenciasSeguridad.pdf		
UsoFuncionamiento	DescripcionInstalacion.pdf		
	DispositivosSeguridad.pdf		
	ConexionDesconexion.pdf		
	Manuales	ModosTrabajo.pdf	
		InterfaceOperador.pdf	
		FallosCausas.pdf	
		CambioReferencia.pdf	
		GenSerie.pdf	
		ManualMPC2.pdf	
	Mantenimiento	MantenimientoMecanico.pdf	
MantenimientoRefrigeracion.pdf			
MantenimientoControl.pdf			
MantenimientoGenerador.pdf			
RepuestosMecanicos.pdf			
RepuestosRefrigeracion.pdf			
PlanMantenimiento.xlsx			
Repuestos.xlsx			
	OT.xlsx		
Esquemas	PlanosMecanicos	Indice.pdf	
		1.pdf	
		...	
		PlanosAplicaciones	N.pdf
			Indice.pdf
			...
		PlanosElectricos	N.pdf
			PlanosControl.pdf
			PlanosGenerador.pdf
		CircuitosAuxiliares	Indice.pdf
			...

3.2. Creación de la base de datos para carga en el Gestor de Mantenimiento

Como se puede ver en el apartado de *Mantenimiento* de la Tabla 4, aparecen tres documentos que no tienen la extensión PDF.

Estas hojas de cálculo con extensión XLSX contienen la información necesaria para que el Gestor de Mantenimiento pueda realizar su función. Estas hojas contienen un resumen de todo lo descrito en los documentos anteriores. Su elaboración es sencilla y, en muchos casos, una vez hechas unas cuantas máquinas, estos archivos pueden reutilizarse de unas a otras.

3.2.1. PlanMantenimiento.xlsx

Esta hoja de cálculo contiene la información necesaria para poder generar correctamente las pantallas *Operaciones*, *Personal* y *Plan de mantenimiento*.

Su contenido se divide en las siguientes hojas¹:

- OPERARIOS: Codificación para cada tipo de operario recomendado. No es necesaria su modificación.
- OPERACIONES: Codificación de cada parte de la máquina, elemento dentro de ésta y operaciones a realizar sobre él. Se incluye frecuencia de realización de la tarea, tipo de operario que debe efectuarla y tiempo estimado para hacerla.
- AJUSTES: Lo único que se debe de modificar es la fecha de puesta en marcha. La propia hoja de cálculo calcula los días en que debe de realizarse cada actuación en función de su frecuencia.

3.2.2. Repuestos.xlsx

Esta hoja de cálculo contiene la información para que se puedan visualizar correctamente los datos en la pantalla *Material*².

- REP.GENERADOR: Repuestos recomendados desde el Departamento de Ingeniería de Generadores.
- REP.MECANICA: Repuestos recomendados desde el Departamento de Ingeniería Mecánica.
- REP.REFRIGERACION: Repuestos recomendados desde el Departamento de Refrigeración.
- CONS.MECANICA: Elementos que el Departamento de Ingeniería Mecánica considera necesario tener debido a su consumo durante el funcionamiento normal de la máquina.
- CONS.REFRIGERACION: Elementos que el Departamento de Refrigeración considera necesario tener debido a su consumo durante el funcionamiento normal de la máquina.
- DESG.MECANICA: Lista de elementos cuyo desgaste es debido al contacto entre piezas, fricción,...

3.2.3. OT.xlsx

Esta hoja de cálculo contiene la plantilla con la que se generan las *Órdenes de Trabajo* programadas mediante el módulo de Gestión del Mantenimiento.

Su aspecto será similar al de la Tabla 3 y lo único que se tendría que modificar en ella sería el logotipo del cliente y los datos propios de la máquina³.

3.3. Grabación del CD/DVD

Una vez generados estos archivos y guardados en sus correspondientes rutas, quedaría comprobar que la carga de todos ellos desde el archivo GH-DOC.exe es correcta.

Comprobado esto, el último paso es seleccionar todos los archivos y carpetas (incluidos todos los ocultos) y grabarlo en un CD/DVD. Una vez finalizada la grabación, se debe de comprobar que al introducir el CD/DVD grabado en un lector, tras la carga de archivos se abre una reproducción automática tal como la de la Figura 1.

¹ Ver Documento 4, Anexos IV. Ejemplo de hoja de cálculo PlanMantenimiento.xlsx

² Ver Documento 4, Anexo V. Ejemplo de hoja de cálculo Repuestos.xlsx

³ Ver Documento 4, Anexo VI. Hoja de cálculo OT.xlsx para generar órdenes de trabajo



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I.	DISTRIBUCIÓN DE LA NUEVA DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	1
ANEXO II.	EJEMPLOS DE FICHAS DE MANTENIMIENTO DESARROLLADAS CON EL NUEVO FORMATO	3
ANEXO III.	ORDEN DE TRABAJO. TAREAS A REALIZAR EL 14/09/2015 POR UN OPERARIO MECÁNICO	8
ANEXO IV.	EJEMPLO DE HOJA DE CÁLCULO PLANMANTENIMIENTO.XLSX.....	10
ANEXO V.	EJEMPLO DE HOJA DE CÁLCULO REPUESTOS.XLSX.....	17
ANEXO VI.	HOJA DE CÁLCULO OT.XLSX PARA GENERAR ÓRDENES DE TRABAJO	20

ÍNDICE DE TABLAS

Distribución para la documentación de cualquier instalación de calentamiento por inducción	1
--	---

ANEXO I. DISTRIBUCIÓN DE LA NUEVA DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Cualquier instalación que salga fabricada por GH Electrotermia SA constará con una documentación en formato impreso compuesta por, como mínimo, los siguientes apartados:

Tabla 1: Distribución para la documentación de cualquier instalación de calentamiento por inducción

Apartado	Nombre del documento	Responsable	¿INCLUIR?
1.0 DOCUMENTOS GENERALES			
1.1	Identificación	Mecánicos	
1.2	Proceso y capacidad	Mecánicos	
1.3	Proyecto general de instalación (Layout)	Aplicaciones	
1.4	(Certificado CE) Declaración de incorporación	Calidad	
1.5	Informe de ruido	Calidad	
1.6	Informe de campo magnético	Calidad	
1.7	Evaluación de riesgos	Mecánicos	
1.8	Advertencia de seguridad	Mecánicos	
1.9	Informe de pruebas	Calidad	
1.10	Instrucciones de manipulación y transporte	Mecánicos	
2.0 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO			
2.1	Descripción de la instalación	Eléctricos	
2.2	Elementos de seguridad	Eléctricos	
2.3	Procedimiento de conexión y desconexión	Eléctricos	
2.4	Modos de funcionamiento	Eléctricos	
2.5	Interfaz de usuario	Eléctricos	
2.6	Descripción de las pantallas de operador	Eléctricos	
2.7	Descripción de fallos y causas	Eléctricos	
2.8	Cambio de referencia	Eléctricos	
2.9	Manual de usuario del generador	Generadores	
2.10	Programa pieza	Eléctricos	
3.0 PLAN DE MANTENIMIENTO			
3.1	Mantenimiento mecánico	Mecánicos	
	Normas generales		
	Fichas de mantenimiento		
3.2	Mantenimiento de equipos de refrigeración	Refrigeración	
3.3	Mantenimiento eléctrico	Eléctricos	
3.4	Mantenimiento del generador	Generadores	
3.5	Repuestos mecánicos recomendados y piezas de desgaste	Mecánicos	
3.6	Repuestos refrigeración recomendados	Refrigeración	
3.7	Verificación dimensional	Mecánicos	

4.0 PLANOS Y LISTAS DE MATERIALES		
--	--	--

4.1	Planos y listas mecánicas y hojas de características de los materiales	Mecánicos
4.2	Esquema neumático, de engrase e hidráulico	Mecánicos
4.3	Planos y listas inductores	Aplicaciones
4.4	Planos y listas refrigeración	Refrigeración

5.0 PLANOS Y LISTAS DE MATERIALES ELÉCTRICAS		
---	--	--








5.1	Planos y listas eléctricas	Eléctricos
5.2	Planos y listas del generador	Generadores









6.0 AVANZADO: COPIAS DE SEGURIDAD, RESTAURACIÓN Y CONEXIÓN REMOTA		
--	--	--

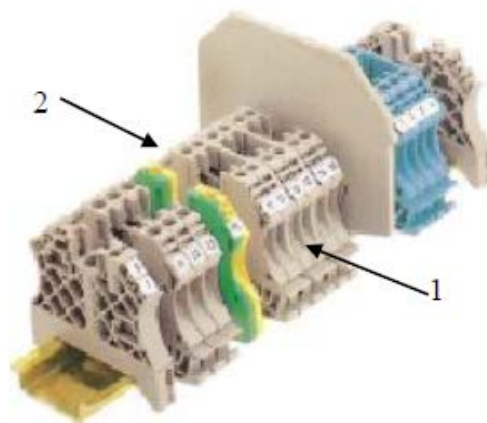
6.1	Realización de copia de seguridad de los programas	Eléctricos
6.2	Realización de copia de seguridad de las recetas	Eléctricos
6.3	Realización de la copia de seguridad del sistema	Eléctricos
6.4	Copia seguridad CNC, PLC, PROFIBUS	Eléctricos
6.5	Copia seguridad programa pieza	Eléctricos
6.6	Copia de seguridad desde USB	Eléctricos
6.7	Restauración del sistema en caso de avería	Eléctricos
6.8	Conexión de la instalación a la red del usuario/VPN	Eléctricos

**ANEXO II. EJEMPLOS DE FICHAS DE MANTENIMIENTO
DESARROLLADAS CON EL NUEVO FORMATO**

Nº documento:	Nombre documento:				Hoja:
01.11	FICHA DE MANTENIMIENTO				1/1
Departamento:	Tipo de documento:	Realizado:	Revisado:	Fecha:	Edición:
Control	Documentación				1

FREC.: Frecuencia de realización de la operación (D: diaria / S: semanal / M: mensual / T: trimestral / Y: semestral / A: anual)
T.: Tiempo, en minutos, previsto de duración de la operación de mantenimiento
E.: Estado de la máquina. (F: Funcionando / P: Parada)
RECURSOS: Medios a emplear  Visual  Manual  Herramientas  Comparación  Medición  Lubricar  Limpiar
A.C: Acción correctiva (C: Condicionado a estado de otros elementos / R: Reparar / S: Sustituir / -: No procede)

Nº	OPERACIÓN	FREC.	T.	E.	RECURSOS	R/S
1	Colocar un multímetro entre las bornas a las que está cableada 1,2	Y	1	P	 	-
2	Verificar el funcionamiento del detector realizando el movimiento manual el cual detecta el elemento y verificar la diferencia de potencial entre bornas (1,2).	Y	5	P	 	S
3	Verificar la presión correcta de los tornillos 1, 2	Y	5	P		R
4	Buscar daños exteriores	S	1	P		S
5	Buscar daños en los cables	S	1	P		S
6	Regular el detector con ayuda de 3,4	M	1	P		S



Nº documento:	Nombre documento:				Hoja:
02.07	FICHA DE MANTENIMIENTO				1/1
Departamento:	Tipo de documento:	Realizado:	Revisado:	Fecha:	Edición:
Generadores	Documentación				1







FREC.: Frecuencia de realización de la operación (D: diaria / S: semanal / M: mensual / T: trimestral / Y: semestral / A: anual)

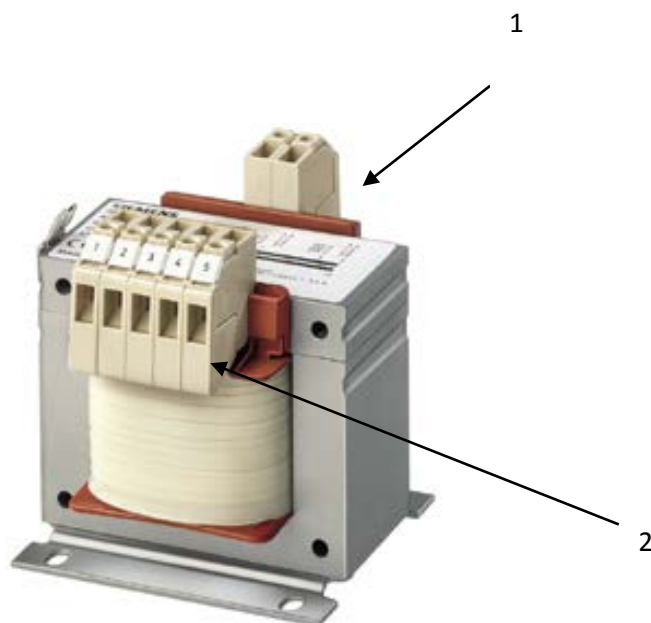
T.: Tiempo, en minutos, previsto de duración de la operación de mantenimiento

E.: Estado de la máquina. (F: en funcionamiento / P: parada)

RECURSOS: Medios a emplear para la operación de mantenimiento.

R/S: Reparar o sustituir (Condicional: C / Sistemático: S / No procede: -)

Nº	OPERACIÓN	FREC.	T.	E.	RECURSOS	R/S
1	Verificar que la tensión de entrada en bornes del primario 1, es la correcta	Y	1	P		C
2	Verificar el funcionamiento del transformador midiendo con el multímetro la tensión del secundario de 2	Y	5	P		C
3	Verificar la presión correcta de los tornillos de entrada y salida 1, 2	Y	5	P		R
4	Buscar daños exteriores	S	1	P		S
5	Buscar daños en la entrada de los cables	S	1	P		S
6	Comprobar la fijación al armario	M	1	P		R





www.ghinduction.com

Nombre:

MESA X-Y

Número:

482-310-00028

Nº documento:	Nombre documento:				Hoja:
03.08	FICHA DE MANTENIMIENTO				1/2
Departamento:	Tipo de documento:	Realizado:	Revisado:	Fecha:	Edición:
Mecánica	Documentación				1

FREC.: Frecuencia de realización de la operación (D: diaria / S: semanal / M: mensual / T: trimestral / Y: semestral / A: anual)

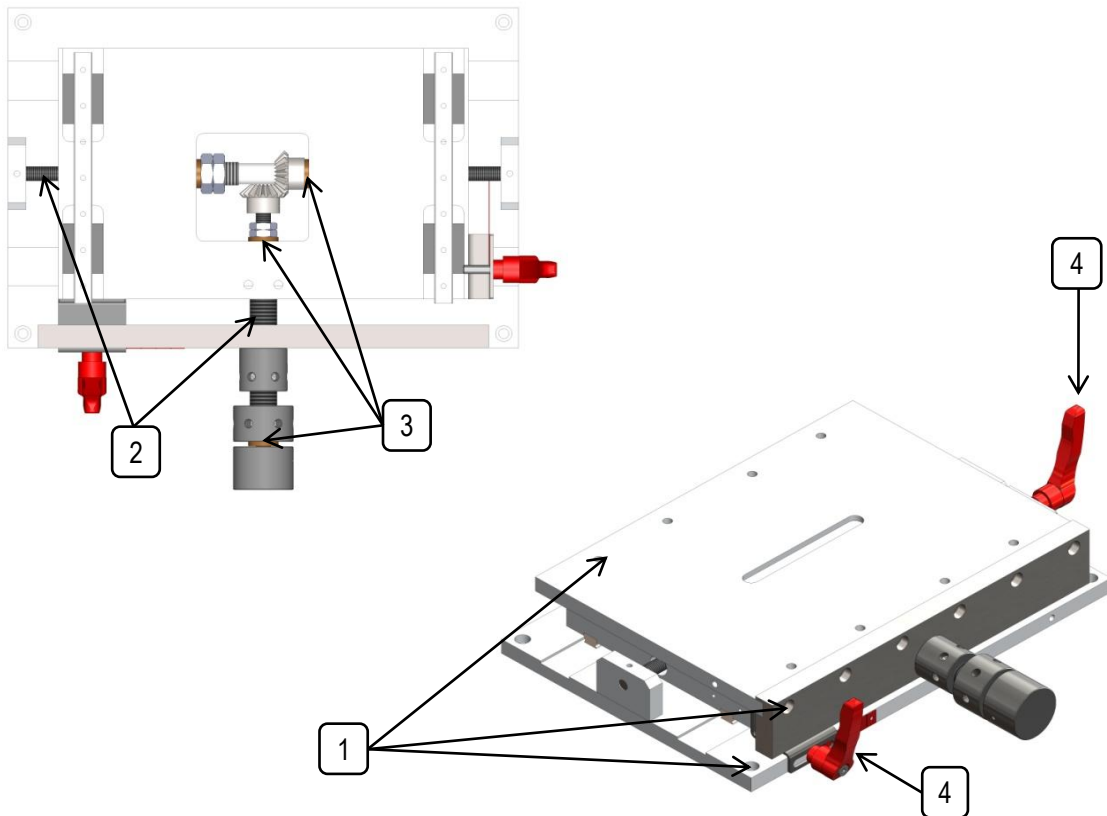
T.: Tiempo, en minutos, previsto de duración de la operación de mantenimiento

E.: Estado de la máquina. (F: Funcionando / P: Parada)

RECURSOS: Medios a emplear Visual Manual Herramientas Comparación Medición Lubricar Limpiar

























A.C: Acción correctiva (C: Condicionado a estado de otros elementos / R: Reparar / S: Sustituir / -: No procede)

Nº	OPERACIÓN	FREC.	T.	E.	RECURSOS	R/S
1	Comprobar los pares de apriete de los tornillos de fijación, su dimensión y la completa aplicación sobre los elementos unidos.	A	5	P		S
2	Comprobar el estado de los husillos.	Y	5	P		S
3	Comprobar el estado de los casquillos.	Y	10	P		S
4	Comprobar el funcionamiento correcto de las manivelas freno.	M	10	P		S
5	Comprobar holguras X e Y <u>con</u> frenos ($\leq 0,05$ mm).	Y	15	P		S
6	Comprobar holguras X e Y <u>sin</u> frenos ($\leq 0,05$ mm).	Y	15	P		S
7	Comprobar el funcionamiento correcto de la lubricación (dosificadores, racores y conexiones).	T	15	P		S
8	Limpiar.	T	2	P		C
9						
10						



Nº documento:	Nombre documento:				Hoja:
04.03	FICHA DE MANTENIMIENTO				1/1
Departamento:	Tipo de documento:	Realizado:	Revisado:	Fecha:	Edición:
Refrigeración	Documentación				1

FREC.: Frecuencia de realización de la operación (D: diaria / S: semanal / M: mensual / T: trimestral / Y: semestral / A: anual / I: Indicado por Control)
T.: Tiempo, en minutos, previsto de duración de la operación de mantenimiento
E.: Estado de la máquina. (F: en funcionamiento / P: parada)
RECURSOS: Medios a emplear para la operación de mantenimiento.
R/S: Reparar o sustituir (Condicional: C / Sistemático: S / No procede: -)

Nº	OPERACIÓN	FREC.	T.	E.	RECURSOS	R/S
1	Llenar el depósito con agua limpia y el porcentaje de aditivo necesario. Anexo 2	A	30	F	 	-
2	Comprobar que no existen fugas en el circuito.	S	5	F		-
3	Comprobar el nivel de agua del depósito.	S	1	F		-
4	Limpiar filtro en Y.	M	10	P	  	S
5	Revisar la diferencia de presión entre la entrada y salida de la conexión de agua de torre al intercambiador. Si la diferencia de presiones es superior a 1bar, hacer una limpieza interior del intercambiador.	T	5	F		C
6	Comprobar el perfecto funcionamiento de la/s bomba/s.	A	5	F		-
7	Cambiar el agua del circuito de refrigeración.	A	90	P	  	S
8	Comprobar que los termómetros y los manómetros están dentro de su rango de trabajo.	S	5	F		-
9	Comprobar la concentración del polímero utilizado.	S	5	F	 	C
10	Comprobación del PH. Control bacteriano del fluido. En caso de ser necesario añadir aditivos correctores recomendados por el suministrador del polímero utilizado.	S	5	F	 	C
11	Controlar capa de aceite en el depósito y retirar dicha capa.	S	10	F	  	C
12	Comprobar el estado del equipo de filtrado.	S	2	F		-
13	Limpiar equipo de filtrado.	I	30	F	  	S

**ANEXO III. ORDEN DE TRABAJO. TAREAS A REALIZAR EL
14/09/2015 POR UN OPERARIO MECÁNICO**

**ANEXO IV. EJEMPLO DE HOJA DE CÁLCULO
PLANMANTENIMIENTO.XLSX**

CODIGO1	CODIGO2	CODIGO3 DESCRIPCIÓN	PERIODICIDAD	OPERARIO	TIEMPO
00	00	00 PLANTA			
00	01	00 INSTALACIÓN CALENTAMIENTO INDUCCIÓN			
00	01	01 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	30
01	00	00 CONTROL			
01	01	00 ARMARIO CONTROL			
01	01	01 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	10
01	02	00 INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS			
01	02	01 VERIFICAR REARME	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	02	02 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	02	03 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	02	04 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	02	05 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	02	06 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	03	00 CONTACTORES			
01	03	01 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	03	02 VERIFICAR ESTADO CONTACTOS	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	03	03 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	03	04 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	03	05 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	03	06 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	04	00 GUARDAMOTORES			
01	04	01 VERIFICAR REARME	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	04	02 VERIFICAR ESTADO CONTACTOS	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	04	03 VERIFICAR DISPARO PROTECCIÓN	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	04	04 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	04	05 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	04	06 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	04	07 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	05	00 RELÉS			
01	05	01 MEDIR CONTINUIDAD	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	05	02 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	05	03 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	05	04 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	05	05 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	05	06 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	06	00 DETECTORES INDUCTIVOS			
01	06	01 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	6
01	06	02 VERIFICAR BORNAS CONEXIÓN	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	06	03 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	06	04 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	06	05 REGULAR EL DETECTOR	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	07	00 PULSANTERÍA			
01	07	01 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	07	02 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	07	03 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	07	04 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	07	05 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	08	00 PILOTOS PULSANTERÍA			
01	08	01 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	09	00 FUENTES DE ALIMENTACIÓN			
01	09	01 VERIFICAR TENSIÓN ENTRADA	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	09	02 VERIFICAR TENSIÓN SALIDA	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	09	03 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	09	04 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	09	05 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	09	06 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	10	00 TRANSFORMADORES			
01	10	01 VERIFICAR TENSIÓN EN EL PRIMARIO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	10	02 VERIFICAR TENSIÓN EN EL SECUNDARIO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	10	03 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	10	04 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	10	05 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	10	06 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	11	00 FOTOCÉLULAS			
01	11	01 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	6
01	11	02 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5

01	11	03 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	11	04 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	11	05 REGULAR LA FOTOCÉLULA	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	12	00 FINALES DE CARRERA			
01	12	01 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	6
01	12	02 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	12	03 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	12	04 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	12	05 REGULAR EL DETECTOR	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	13	00 CAUDALÍMETOS			
01	13	01 COMPROBAR RANGO DE TRABAJO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	13	02 COMPROBAR MEDIDA EN PLC	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	13	03 COMPROBAR ALARMAS	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	13	04 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	13	05 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	13	06 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	14	00 PRESOSTATOS			
01	14	01 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	6
01	14	02 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	14	03 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	14	04 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	14	05 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	15	00 INTERRUPTORES DE NIVEL			
01	15	01 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	15	02 COMPROBAR ALARMAS	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	15	03 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	15	04 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	15	05 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	16	00 INTERRUPTORES DE CIERRE DE PUERTAS			
01	16	01 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	16	02 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	16	03 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	16	04 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	16	05 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	17	00 PULSADORES EMERGENCIA			
01	17	01 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	17	02 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
01	17	03 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
01	17	04 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
01	17	05 COMPROBAR FIJACIÓN	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	00	00 GENERADOR			
02	01	00 ARMARIO GENERADOR			
02	01	01 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	10
02	02	00 SECCIONADOR			
02	02	01 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	6
02	02	02 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	02	03 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	02	04 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	02	05 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
02	02	06 LIMPIAR MANETA	MENSUAL	ELÉCTRICO	5
02	03	00 CONTACTORES			
02	03	01 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	03	02 VERIFICAR ESTADO CONTACTOS	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	03	03 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	03	04 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	03	05 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	03	06 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
02	04	00 GUARDAMOTORES			
02	04	01 VERIFICAR REARME	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	04	02 VERIFICAR ESTADO CONTACTOS	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	04	03 VERIFICAR DISPARO PROTECCIÓN	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	04	04 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	04	05 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	04	06 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	04	07 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
02	05	00 INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS			
02	05	01 VERIFICAR REARME	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1

02	05	02 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	05	03 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	05	04 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMANTAL	ELÉCTRICO	1
02	05	05 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMANTAL	ELÉCTRICO	1
02	05	06 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
02	06	00 RELÉS			
02	06	01 MEDIR CONTINUIDAD	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	06	02 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	06	03 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	06	04 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMANTAL	ELÉCTRICO	1
02	06	05 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMANTAL	ELÉCTRICO	1
02	06	06 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
02	07	00 TRANSFORMADORES			
02	07	01 VERIFICAR TENSIÓN EN EL PRIMARIO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	07	02 VERIFICAR TENSIÓN EN EL SECUNDARIO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	07	03 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	07	04 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	SEMANTAL	ELÉCTRICO	1
02	07	05 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMANTAL	ELÉCTRICO	1
02	07	06 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
02	08	00 FINALES DE CARRERA			
02	08	01 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	6
02	08	02 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	08	03 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
02	08	04 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	08	05 REGULAR EL DETECTOR	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	09	00 CAUDALÍMETOS			
02	09	01 COMPROBAR RANGO DE TRABAJO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	09	02 COMPROBAR MEDIDA EN PLC	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	09	03 COMPROBAR ALARMAS	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	09	04 BUSCAR DAÑOS EXTERIORES	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
02	09	05 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
02	09	06 COMPROBAR FIJACIÓN	MENSUAL	ELÉCTRICO	1
02	10	00 CABLES			
02	10	01 VERIFICAR ESTADO FUNDA	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	10	02 BUSCAR DAÑOS EN LOS CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	11	00 SONDA DE TEMPERATURA			
02	11	01 COMPROBAR POSICIÓN SONDA	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	11	02 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	1
02	11	03 COMPROBAR ESTADO CABLES	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
02	11	04 LIMPIAR SONDA	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
03	00	00 MÁQUINA			
03	01	00 ZONA DE MÁQUINA			
03	01	01 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	20
03	02	00 ESTRUCTURA METÁLICA			
03	02	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	02	02 VERIFICAR SOLDADURAS	ANUAL	MECÁNICO	10
03	02	03 VERIFICAR ESTANQUEIDAD	ANUAL	MECÁNICO	10
03	02	04 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	15
03	03	00 PLATAFORMA 1			
03	03	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	10
03	03	02 VERIFICAR SOLDADURAS	ANUAL	MECÁNICO	10
03	03	03 VERIFICAR ESTANQUEIDAD	ANUAL	MECÁNICO	10
03	03	04 COMPROBAR NIVELACIÓN	ANUAL	MECÁNICO	10
03	03	05 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	10
03	04	00 PLATAFORMA 2			
03	04	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	10
03	04	02 VERIFICAR SOLDADURAS	ANUAL	MECÁNICO	10
03	04	03 VERIFICAR ESTANQUEIDAD	ANUAL	MECÁNICO	10
03	04	04 COMPROBAR NIVELACIÓN	ANUAL	MECÁNICO	10
03	04	05 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	10
03	05	00 PLATAFORMA 3			
03	05	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	10
03	05	02 VERIFICAR SOLDADURAS	ANUAL	MECÁNICO	10
03	05	03 VERIFICAR ESTANQUEIDAD	ANUAL	MECÁNICO	10
03	05	04 COMPROBAR NIVELACIÓN	ANUAL	MECÁNICO	10
03	05	05 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	10
03	06	00 PROTECCIONES			

03	06	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	06	02 COMPROBAR ESTADO PUERTAS CORREDIZAS	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	06	03 COMPROBAR ESTADO BISAGRAS	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	06	04 COMPROBAR ESTADO CIERRES SEGURIDAD	TRIMESTRAL	MECÁNICO	10
03	06	05 COMPROBAR ESTADO POLICARBONATOS	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	06	06 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	15
03	07	00 TRANSMISIÓN			
03	07	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	07	02 VERIFICAR FUNCIONAMIENTO MOTORREDUCTORE	ANUAL	ELÉCTRICO	5
03	07	03 COMPROBAR ELEMENTOS DE BLOQUEO	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	07	04 COMPROBAR ESTADO CADENA	ANUAL	MECÁNICO	5
03	07	05 COMPROBAR ESTADO RODAMIENTOS	ANUAL	MECÁNICO	5
03	07	06 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	15
03	08	00 MESA X-Y			
03	08	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	08	02 COMPROBAR ESTADO HUSILLO	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	08	03 COMPROBAR ESTADO CASQUILLOS	SEMESTRAL	MECÁNICO	10
03	08	04 COMPROBAR ESTADO MANIVELAS FRENO	MENSUAL	MECÁNICO	10
03	08	05 MEDIR HOLGURAS X-Y CON FRENOS	SEMESTRAL	MECÁNICO	15
03	08	06 MEDIR HOLGURAS X-Y SIN FRENOS	SEMESTRAL	MECÁNICO	15
03	08	07 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO LUBRICACIÓN	TRIMESTRAL	MECÁNICO	15
03	08	08 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	2
03	09	00 POSICIONADOR			
03	09	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	09	02 VERIFICAR SOLDADURAS	ANUAL	MECÁNICO	5
03	09	03 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO CILINDROS	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	09	04 COMPROBAR MEDICIÓN TRANSDUCTOR LINEAL	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
03	09	05 COMPROBAR SEÑAL SENSORES POSICIÓN	SEMESTRAL	MECÁNICO	10
03	09	06 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	15
03	10	00 MESA X 1			
03	10	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	10	02 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO MOTORREDUCTO	ANUAL	ELÉCTRICO	10
03	10	03 COMPROBAR ESTADO CORREA DENTADA	ANUAL	MECÁNICO	5
03	10	04 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO LUBRICACIÓN	TRIMESTRAL	MECÁNICO	15
03	10	05 COMPROBAR ESTADO CADENA PORTACABLES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	10	06 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	15
03	11	00 MESA X 2			
03	11	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	11	02 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO MOTORREDUCTO	ANUAL	ELÉCTRICO	10
03	11	03 COMPROBAR ESTADO CORREA DENTADA	ANUAL	MECÁNICO	5
03	11	04 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO LUBRICACIÓN	TRIMESTRAL	MECÁNICO	15
03	11	05 COMPROBAR ESTADO CADENA PORTACABLES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	11	06 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO TRANSDUCTOR	ANUAL	ELÉCTRICO	10
03	11	07 COMPROBAR ESTADO RAILES Y PATINES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	11	08 COMPROBAR ESTADO TUERCA TRAPECIAL	ANUAL	MECÁNICO	10
03	11	09 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	15
03	12	00 MESA X 3			
03	12	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	12	02 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO MOTORREDUCTO	ANUAL	MECÁNICO	10
03	12	03 COMPROBAR ESTADO CORREA DENTADA	ANUAL	MECÁNICO	5
03	12	04 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO LUBRICACIÓN	TRIMESTRAL	MECÁNICO	15
03	12	05 COMPROBAR ESTADO CADENA PORTACABLES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	12	06 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO CILINDROS	ANUAL	MECÁNICO	6
03	12	07 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	15
03	13	00 MANIPULADOR LINEAL			
03	13	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	13	02 VERIFICAR SOLDADURAS	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	13	03 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO CILINDROS	SEMESTRAL	MECÁNICO	10
03	13	04 COMPROBAR ESTADO CADENA PORTACABLES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	13	05 COMPROBAR ESTADO PINZAS	SEMESTRAL	MECÁNICO	10
03	13	06 COMPROBAR ESTADO MANETA	ANUAL	MECÁNICO	5
03	13	07 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO LUBRICACIÓN	TRIMESTRAL	MECÁNICO	15
03	13	08 COMPROBAR SEÑAL SENSORES POSICIÓN	TRIMESTRAL	ELÉCTRICO	10
03	13	09 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	15
03	14	00 SELECTOR			
03	14	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	14	02 COMPROBAR ESTADO CASQUILLOS	SEMESTRAL	MECÁNICO	5

03	14	03 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO CILINDROS	SEMESTRAL	MECÁNICO	10
03	14	04 COMPROBAR ESTADO HORQUILLAS	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	14	05 COMPROBAR SEÑAL SENSORES POSICIÓN	TRIMESTRAL	ELÉCTRICO	5
03	14	06 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	5
03	15	00 EMPUJADOR 1			
03	15	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	15	02 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO CILINDROS	TRIMESTRAL	MECÁNICO	5
03	15	03 COMPROBAR ESTADO HORQUILLAS	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	15	04 COMPROBAR ESTADO RODAMIENTOS	ANUAL	MECÁNICO	20
03	15	05 COMPROBAR SEÑAL SENSORES POSICIÓN	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
03	15	06 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	15
03	16	00 EMPUJADOR 2			
03	16	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	16	02 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO CILINDROS	TRIMESTRAL	MECÁNICO	5
03	16	03 COMPROBAR ESTADO HORQUILLAS	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	16	04 COMPROBAR ESTADO RODAMIENTOS	ANUAL	MECÁNICO	20
03	16	05 COMPROBAR SEÑAL SENSORES POSICIÓN	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
03	16	06 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	15
03	17	00 EMPUJADOR 3			
03	17	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	17	02 VERIFICAR SOLDADURAS	ANUAL	MECÁNICO	5
03	17	03 COMPROBAR ESTADO MANETA	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	17	04 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	5
03	18	00 EMPUJADOR 4			
03	18	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	18	02 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO CILINDROS	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	18	03 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO LUBRICACIÓN	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	18	04 COMPROBAR SEÑAL SENSORES POSICIÓN	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
03	18	05 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	10
03	19	00 EMPUJADOR 5			
03	19	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	19	02 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO CILINDROS	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	19	03 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO LUBRICACIÓN	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	19	04 COMPROBAR SEÑAL SENSORES POSICIÓN	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	5
03	19	05 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	10
03	20	00 TRANSPORTADOR			
03	20	01 VERIFICAR APRIETE FIJACIONES	ANUAL	MECÁNICO	5
03	20	02 VERIFICAR SOLDADURAS	ANUAL	MECÁNICO	5
03	20	03 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO MOTORREDUCTOR	SEMESTRAL	ELÉCTRICO	10
03	20	04 COMPROBAR ESTADO CADENA	ANUAL	MECÁNICO	5
03	20	05 COMPROBAR ESTADO TOBERA	ANUAL	MECÁNICO	5
03	20	06 COMPROBAR ESTADO RODAMIENTOS	ANUAL	MECÁNICO	15
03	20	07 LIMPIAR	SEMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	15
03	21	00 INSTALACIÓN PNEUMÁTICA			
03	21	01 COMPROBAR PURGA CONDENSACIÓN VASO FILTRO	MENSUAL	MECÁNICO	5
03	21	02 SUSTITUIR FILTRO AIRE	TRIMESTRAL	MECÁNICO	5
03	21	03 COMPROBAR VÁLVULA DE CORTE MANUAL	TRIMESTRAL	MECÁNICO	5
03	21	04 COMPROBAR VÁLVULA DE CORTE ELÉCTRICA	TRIMESTRAL	MECÁNICO	5
03	21	05 COMPROBAR REGULADORES DE CAUDAL	ANUAL	MECÁNICO	5
03	21	06 BUSCAR FUGAS	MENSUAL	MECÁNICO	15
03	21	07 COMPROBAR VÁLVULAS ANTIRRETORNO PILOTADAS	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	21	08 COMPROBAR ELECTROVÁLVULAS	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	21	09 LIMPIAR	MENSUAL	SIN ESPECIFICAR	20
03	22	00 INSTALACIÓN LUBRICACIÓN			
03	22	01 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO BOMBA	ANUAL	MECÁNICO	5
03	22	02 BUSCAR FUGAS	MENSUAL	MECÁNICO	5
03	22	03 COMPROBAR ELECTROVÁLVULAS	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	22	04 RELLENAR NIVEL ACEITE	MENSUAL	MECÁNICO	10
03	22	05 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO DOSIFICADORES	SEMESTRAL	MECÁNICO	5
03	22	06 COMPROBAR LUBRICACIÓN TUERCA TRAPEZIAL	MENSUAL	MECÁNICO	10
03	22	07 LIMPIAR	MENSUAL	SIN ESPECIFICAR	15
04	00	00 REFRIGERACIÓN			
04	01	00 TUBERIAS			
04	01	01 LIMPIAR	TRIMESTRAL	SIN ESPECIFICAR	20
04	02	00 EQUIPO R3			
04	02	01 LLENAR DEPÓSITO AGUA	ANUAL	FONTANERO	30
04	02	02 BUSCAR FUGAS	SEMANTAL	FONTANERO	5

04	02	03 COMPROBAR NIVEL AGUA	MENSUAL	FONTANERO	1
04	02	04 LIMPIAR FILTRO EN Y	MENSUAL	FONTANERO	10
04	02	05 CAMBIAR RESINA FILTRO	TRIMESTRAL	FONTANERO	10
04	02	06 CAMBIAR CARTUCHO HILO FILTRO	TRIMESTRAL	FONTANERO	10
04	02	07 COMPROBAR CAIDA PRESIÓN INTERCAMBIADOR	TRIMESTRAL	FONTANERO	5
04	02	08 VACIADO COMPLETO CIRCUITO REFRIGERACIÓN	ANUAL	FONTANERO	60
04	02	09 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO BOMBAS	ANUAL	FONTANERO	5
04	02	10 COMPROBAR INDICADORES DENTRO RANGO	SEMESTRAL	FONTANERO	5
04	03	00 EQUIPO R4			
04	03	01 LLENAR DEPÓSITO AGUA Y ADITIVOS	ANUAL	FONTANERO	30
04	03	02 BUSCAR FUGAS	SEMANAL	FONTANERO	5
04	03	03 COMPROBAR NIVEL AGUA	SEMANAL	FONTANERO	1
04	03	04 LIMPIAR FILTRO EN Y	MENSUAL	FONTANERO	10
04	03	05 COMPROBAR CAIDA PRESIÓN INTERCAMBIADOR	TRIMESTRAL	FONTANERO	5
04	03	06 COMPROBAR FUNCIONAMIENTO BOMBAS	ANUAL	FONTANERO	5
04	03	07 VACIADO COMPLETO CIRCUITO REFRIGERACIÓN	ANUAL	FONTANERO	90
04	03	08 COMPROBAR INDICADORES DENTRO RANGO	SEMANAL	FONTANERO	5
04	03	09 COMPROBAR CONCENTRACIÓN POLÍMERO	SEMANAL	FONTANERO	5
04	03	10 COMPROBAR PH Y CONTROL BACTERIANO	SEMANAL	FONTANERO	5
04	03	11 ELIMINAR CAPA DE ACEITE DEL DEPÓSITO	SEMANAL	FONTANERO	10
04	03	12 COMPROBAR ESTADO EQUIPO FILTRADO	SEMANAL	FONTANERO	2
04	03	13 LIMPIAR EQUIPO FILTRADO	MENSUAL	FONTANERO	30

ANEXO V. EJEMPLO DE HOJA DE CÁLCULO REPUESTOS.XLSX

IDENTIFICACIÓN	PLANO	CÓDIGO GH	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	FABRICANTE	CANTIDAD
-F0.1	++MC1/3.5	15.17.777	Fusibles ultra-rápido	WES.069 NH3K 0500 F	WESTCODE	3
-F0.2	++MC1/3.3	15.17.690	Fusibles ultra-rápido	WES.069NH1K0250F	WESTCODE	3
-A1	++GC1/35.1	25.45.579-03	Panel operador	GHE.MPC2.VM2	GH Electrotermia	1
-A2	++GC1/36.2	15.45.1794-03	Carta	GHE.CCS18.VM4	GH Electrotermia	1
-A3.1	++GC1/39.4	15.45.1824-02	Carta	GHE.CXD11.VM3	GH Electrotermia	1
-A3.2	++GC1/40.4	15.45.1824-02	Carta	GHE.CXD11.VM3	GH Electrotermia	1
-A4.3	++GC1/41.3	15.45.1825-03	Carta	GHE.CXD12.VM4	GH Electrotermia	1
-A5	++GC1/42.3	15.45.1829-03	Carta	GHE.CXD15.VM4	GH Electrotermia	1
-A5	++GC1/42.3	15.51.2095	Profinet	ERS.AB6221	ER-SOFTS	1
-B1	++GC1/37.2	15.48.023	Caudalímetro	SMC.PF2W540-F06N-Q	SMC	1
-B2	++GC1/37.3	15.48.023	Caudalímetro	SMC.PF2W540-F06N-Q	SMC	1
-B50	++GC1/29.6	15.45.0280	Transformador	TES.15450280	TESAN	1
-QM1.1	++GC1/28.2	15.13.069	Contactador	TEE.LC1-D80004F5	Télemecanique	1
-QM1.1	++GC1/28.2	15.13.063	2NA+2 NC	TEE.LA-DN22	Télemecanique	1
-QM1.2	++GC1/28.5	15.13.069	Contactador	TEE.LC1-D80004F5	Télemecanique	1
-QM1.2	++GC1/28.5	15.13.063	2NA+2 NC	TEE.LA-DN22	Télemecanique	1
-QM2.1	++GC1/28.2	15.13.069	Contactador	TEE.LC1-D80004F5	Télemecanique	1
-QM2.1	++GC1/28.2	15.13.063	2NA+2 NC	TEE.LA-DN22	Télemecanique	1
-QM2.2	++GC1/28.6	15.13.069	Contactador	TEE.LC1-D80004F5	Télemecanique	1
-QM2.2	++GC1/28.6	15.13.063	2NA+2 NC	TEE.LA-DN22	Télemecanique	1
-QM3.1	++GC1/28.3	15.13.069	Contactador	TEE.LC1-D80004F5	Télemecanique	1
-QM3.1	++GC1/28.3	15.13.063	2NA+2 NC	TEE.LA-DN22	Télemecanique	1
-QM3.2	++GC1/28.8	15.13.069	Contactador	TEE.LC1-D80004F5	Télemecanique	1
-QM3.2	++GC1/28.8	15.13.063	2NA+2 NC	TEE.LA-DN22	Télemecanique	1
-QM4.1	++GC1/28.4	15.13.069	Contactador	TEE.LC1-D80004F5	Télemecanique	1
-QM4.1	++GC1/28.4	15.13.063	2NA+2 NC	TEE.LA-DN22	Télemecanique	1
-QM4.2	++GC1/28.8	15.13.069	Contactador	TEE.LC1-D80004F5	Télemecanique	1
-QM4.2	++GC1/28.8	15.13.063	2NA+2 NC	TEE.LA-DN22	Télemecanique	1
-QM5.2	++GC1/28.7	15.13.069	Contactador	TEE.LC1-D80004F5	Télemecanique	1
-QM5.2	++GC1/28.7	15.13.063	2NA+2 NC	TEE.LA-DN22	Télemecanique	1
-QM6.2	++GC1/28.9	15.13.069	Contactador	TEE.LC1-D80004F5	Télemecanique	1
-QM6.2	++GC1/28.9	15.13.063	2NA+2 NC	TEE.LA-DN22	Télemecanique	1
-T1	++GC1/25.1	15.15.652	Transformador	TES.1515652	TESAN	1
-T4	++GC1/5.4	15.15.046	Transformador	TES.1515046	TESAN	1
-A1	++GC1/11.0	25.45.0789-02	Carta	GHE.CDS15.2	GH Electrotermia	1
-A2	++GC1/11.2	25.45.0789-02	Carta	GHE.CDS15.2	GH Electrotermia	1
-A3	++GC1/11.5	25.45.0789-02	Carta	GHE.CDS15.2	GH Electrotermia	1
-A4	++GC1/11.7	25.45.0789-02	Carta	GHE.CDS15.2	GH Electrotermia	1
-A5	++GC1/11.1	25.45.854-02	Carta	GHE.CAD04.2	GH Electrotermia	1
-A6	++GC1/11.3	25.45.854-02	Carta	GHE.CAD04.2	GH Electrotermia	1
-A7	++GC1/11.5	25.45.854-02	Carta	GHE.CAD04.2	GH Electrotermia	1
-A8	++GC1/11.8	25.45.854-02	Carta	GHE.CAD04.2	GH Electrotermia	1
-A9	++GC1/20.2	15.45.0842-03	Carta	GHE.CXS31.3	GH Electrotermia	1
-A10	++GC1/20.8	25.45.841-01	Carta	GHE.CXS30.1	GH Electrotermia	1
-A12	++GC1/12.5	25.45.827-01	Carta	GHE.CXS17.1	GH Electrotermia	1
-A13	++GC1/12.5	25.45.827-01	Carta	GHE.CXS17.1	GH Electrotermia	1
-A14	++GC1/13.2 ++GC1/15.4	25.45.341	Carta	GHE.CXS09.1	GH Electrotermia	2
-C1	++GC1/12.2	16.02.004	Condensador	KEM.C4DEIPQ6100B8TK	KEMET	10
-C2	++GC1/13.3	16.02.004	Condensador	KEM.C4DEIPQ6100B8TK	KEMET	8
-Q1	++GC1/12.3	15.58.202	Transistor	EUP.FZ600R12KS4	EUPEC	2
-Q2	++GC1/12.3	15.58.202	Transistor	EUP.FZ600R12KS4	EUPEC	2
-Q3	++GC1/12.7	15.58.202	Transistor	EUP.FZ600R12KS4	EUPEC	2
-Q4	++GC1/12.7	15.58.202	Transistor	EUP.FZ600R12KS4	EUPEC	2
-T1	++GC1/13.2	15.15.945	Transformador	TES.1515945	TESAN	1
-A1	++GC1/8.6	15.45.1657	Carta	GHE.CXS17.VM3	GH Electrotermia	1
-A1	++GC1/6.6	15.45.0657	Carta	GHE.CXS17.1	GH Electrotermia	1
-A6.1	++GC1/22.4	15.45.722	Carta	GHE.CXD04.1	GH Electrotermia	1
-A6.2	++GC1/23.4	15.45.722	Carta	GHE.CXD04.1	GH Electrotermia	1
-A11	++GC1/19.5	15.45.0895-01	Carta	GHE.CXS32.1	GH Electrotermia	1
-R1	++GC1/8.3	15.41.064	Diodo	IXY.MDD312-18N1	IXYS	1
-R1	++GC1/6.5	15.41.061	Diodo	EUP.DD350	EUPEC	1
-R2	++GC1/8.3	15.41.064	Diodo	IXY.MDD312-18N1	IXYS	1
-R2	++GC1/6.6	15.41.061	Diodo	EUP.DD350	EUPEC	1
-R3	++GC1/8.2	15.41.064	Diodo	IXY.MDD312-18N1	IXYS	1
-R3	++GC1/6.6	15.41.061	Diodo	EUP.DD350	EUPEC	1
-R4	++GC1/8.1	16.03.173	Resistencia	SFE.250 AL 240	SFERNICE	1
-R5	++GC1/8.2	16.03.173	Resistencia	SFE.250 AL 240	SFERNICE	1
-R6	++GC1/8.5	16.03.174	Resistencia	SFE.250 AL 1K	SFERNICE	1
-A1	++GC1/16.0	25.45.0789-02	Carta	GHE.CDS15.2	GH Electrotermia	1
-A2	++GC1/16.2	25.45.0789-02	Carta	GHE.CDS15.2	GH Electrotermia	1
-A3	++GC1/16.5	25.45.0789-02	Carta	GHE.CDS15.2	GH Electrotermia	1
-A4	++GC1/16.7	25.45.0789-02	Carta	GHE.CDS15.2	GH Electrotermia	1
-A5	++GC1/16.1	25.45.854-02	Carta	GHE.CAD04.2	GH Electrotermia	1

-A6	++GC1/16.3	25.45.854-02	Carta	GHE.CAD04.2	GH Electrotermia	1
-A7	++GC1/16.5	25.45.854-02	Carta	GHE.CAD04.2	GH Electrotermia	1
-A8	++GC1/16.8	25.45.854-02	Carta	GHE.CAD04.2	GH Electrotermia	1
-A9	++GC1/21.2	15.45.0842-03	Carta	GHE.CXS31.3	GH Electrotermia	1
-A10	++GC1/21.8	25.45.841-01	Carta	GHE.CXS30.1	GH Electrotermia	1
-A12	++GC1/17.5	25.45.827-01	Carta	GHE.CXS17.1	GH Electrotermia	1
-A13	++GC1/17.5	25.45.827-01	Carta	GHE.CXS17.1	GH Electrotermia	1
-A14	++GC1/18.2	25.45.341	Carta	GHE.CXS09.1	GH Electrotermia	1
-C1	++GC1/17.2	16.02.004	Condensador	KEM.C4DEIPQ6100B8TK	KEMET	10
-C2	++GC1/18.3	16.02.004	Condensador	KEM.C4DEIPQ6100B8TK	KEMET	8
-Q1	++GC1/17.3	15.58.202	Transistor	EUP.FZ600R12KS4	EUPEC	2
-Q2	++GC1/17.3	15.58.202	Transistor	EUP.FZ600R12KS4	EUPEC	2
-Q3	++GC1/17.7	15.58.202	Transistor	EUP.FZ600R12KS4	EUPEC	2
-Q4	++GC1/17.7	15.58.202	Transistor	EUP.FZ600R12KS4	EUPEC	2
-T1	++GC1/18.2	15.15.945	Transformador	TES.1515945	TESAN	1
-A1	++GC2/23.1	25.45.579-03	Panel operador	GHE.MPC2.VM2	GH Electrotermia	1
-A2	++GC2/24.1	15.45.1794-03	Carta	GHE.CCS18.VM4	GH Electrotermia	1
-A3.1	++GC2/26.4	15.45.1824-02	Carta	GHE.CXD11.VM3	GH Electrotermia	1
-A5	++GC2/27.3	15.45.1829-03	Carta	GHE.CXD15.VM4	GH Electrotermia	1
-A5	++GC2/27.3	15.51.2095	Profinet	ERS.AB6221	ER-SOFTS	1
-A7	++OC3/1.4	25.45.600	Carta	GHE.CXD02.1	GH Electrotermia	1
-B1	++GC2/25.2	15.48.023	Caudalímetro	SMC.PF2W540-F06N-Q	SMC	1
-B50	++OC3/1.2	15.45.0280	Transformador	TES.15450280	TESAN	1
-B51	++OC3/1.2	15.45.0278	Transformador	TES.15450278	TESAN	1
-CMF1	++OC3/1.5	16.02.157	Condensador	ICA.MF-W1200/0.80/04	ICAR	1
-T1	++GC2/16.1	15.15.652	Transformador	TES.1515652	TESAN	1
-T3	++GC2/6.4	15.15.046	Transformador	TES.1515046	TESAN	1
-A1	++GC2/12.3	15.50.0011-020000	Carta	GHE.CDS31.2	GH Electrotermia	1
-A2	++GC2/12.5	15.50.0011-020000	Carta	GHE.CDS31.2	GH Electrotermia	1
-A3	++GC2/12.7	15.50.0011-020000	Carta	GHE.CDS31.2	GH Electrotermia	1
-A4	++GC2/12.0	15.50.0011-020000	Carta	GHE.CDS31.2	GH Electrotermia	1
-A5	++GC2/11.5	25.45.827-01	Carta	GHE.CXS17.1	GH Electrotermia	1
-A6	++GC2/11.5	25.45.827-01	Carta	GHE.CXS17.1	GH Electrotermia	1
-A7	++GC2/13.2	25.45.341	Carta	GHE.CXS09.1	GH Electrotermia	1
-A9	++GC2/14.4	15.44.0008-02	Carta	GHE.CXS37.2	GH Electrotermia	1
-A10	++GC2/12.0	15.50.0015-010000	Carta	GHE.CXX22	GH Electrotermia	1
-C1	++GC2/11.2	16.02.004	Condensador	KEM.C4DEIPQ6100B8TK	KEMET	10
-C2	++GC2/13.3	16.02.004	Condensador	KEM.C4DEIPQ6100B8TK	KEMET	8
-Q1	++GC2/11.7	15.58.202	Transistor	EUP.FZ600R12KS4	EUPEC	2
-Q2	++GC2/11.7	15.58.202	Transistor	EUP.FZ600R12KS4	EUPEC	2
-Q3	++GC2/11.2	15.58.202	Transistor	EUP.FZ600R12KS4	EUPEC	2
-Q4	++GC2/11.2	15.58.202	Transistor	EUP.FZ600R12KS4	EUPEC	2
-A1	++GC2/8.6	15.45.1657	Carta	GHE.CXS17.VM3	GH Electrotermia	1
-A9	++GC2/10.7	15.44.0008-02	Carta	GHE.CXS37.2	GH Electrotermia	1
-R1	++GC2/7.4 ++GC2/8.3	15.41.242	Diodo	IXY.MDD95-16N1B	IXYS	2
-R2	++GC2/8.2	15.41.242	Diodo	IXY.MDD95-16N1B	IXYS	1
-R3	++GC2/8.2	15.41.242	Diodo	IXY.MDD95-16N1B	IXYS	1
-R4	++GC2/8.1	16.03.111	Resistencia	ARC.300 25	ARCOL	1
-R5	++GC2/8.2	16.03.111	Resistencia	ARC.300 25	ARCOL	1
-R6	++GC2/8.4	16.03.111	Resistencia	ARC.300 25	ARCOL	1
-R7	++GC2/8.4	16.03.111	Resistencia	ARC.300 25	ARCOL	1
-A7	++OC1/1.4	25.45.600	Carta	GHE.CXD02.1	GH Electrotermia	1
-B4	++GC1/37.5	15.48.023	Caudalímetro	SMC.PF2W540-F06N-Q	SMC	1
-B5	++GC1/37.6	15.48.023	Caudalímetro	SMC.PF2W540-F06N-Q	SMC	1
-B6	++GC1/37.7	15.48.023	Caudalímetro	SMC.PF2W540-F06N-Q	SMC	1
-B7	++GC1/37.8	15.48.023	Caudalímetro	SMC.PF2W540-F06N-Q	SMC	1
-B8	++GC1/37.9	15.48.023	Caudalímetro	SMC.PF2W540-F06N-Q	SMC	1
-B51	++OC1/1.2	15.45.0278	Transformador	TES.15450278	TESAN	1
-CMF1	++OC1/1.5	16.02.175	Condensador	ICA.MF-W1200/1.10/10	ICAR	13
-TMF3	++OC1/1.8	25.15.505-S	Transformador	GHE.TRF.TOR.D=150 11T	GH Electrotermia	1
-A7	++OC2/1.4	25.45.600	Carta	GHE.CXD02.1	GH Electrotermia	1
-B13	++GC1/38.6	15.48.023	Caudalímetro	SMC.PF2W540-F06N-Q	SMC	1
-B15	++GC1/38.8	15.48.023	Caudalímetro	SMC.PF2W540-F06N-Q	SMC	1
-B51	++OC2/1.2	15.45.0278	Transformador	TES.15450278	TESAN	1
-CMF1	++OC2/1.5	16.02.686	Condensador	CEM.CSM150-200	CEM	13
-B5	++GC2/25.6	15.48.023	Caudalímetro	SMC.PF2W540-F06N-Q	SMC	1
-B6	++GC2/25.7	15.48.023	Caudalímetro	SMC.PF2W540-F06N-Q	SMC	1
-TMF2	++OC3/1.7	25.15.506	Transformador	TRF.TOR.D=150 11T 130x80	GH Electrotermia	1
-B7	++GC2/25.8	15.48.023	Caudalímetro	SMC.PF2W540-F06N-Q	SMC	1

**ANEXO VI. HOJA DE CÁLCULO OT.XLSX PARA GENERAR
ÓRDENES DE TRABAJO**

