



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Departamento de ingeniería mecánica, térmica y de fluidos

Área de conocimiento de Ingeniería mecánica

TRABAJO FIN DE GRADO

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.

Autor: Antonio Montero Rosado

Grado en ingeniería mecánica

Tutor: Antonio Jesús Guerra Fernández

Málaga, septiembre de 2023.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Resumen

En la actualidad, en un mundo caracterizado por los avances tecnológicos continuos, la búsqueda de máxima eficiencia y rentabilidad en las empresas del sector industrial se convierte en una prioridad ineludible.

La gestión adecuada de los equipos y sistemas es un factor crítico en la búsqueda de máxima eficiencia y rentabilidad en las empresas del sector industrial. La búsqueda entre un equilibrio entre un mantenimiento apropiado que no lleve a largos periodos de inactividad y reparaciones, y el mantenimiento en exceso o mal hecho que genere costos adicionales considerables, se convierte en una prioridad ineludible en este sector.

Este trabajo, en un mundo caracterizado por los avances tecnológicos continuos, propone el uso de la herramienta GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador), que emerge como una solución valiosa para encontrar este equilibrio adecuado. Este sistema permite una gestión más precisa y eficiente del mantenimiento de equipos y sistemas, al tiempo que se enfoca en maximizar la eficiencia y minimizar los costos, aprovechando al máximo los avances tecnológicos actuales para asegurar que sus activos estén en condiciones óptimas, ayudando a mantener así la competitividad en un entorno empresarial cada vez más exigente.

Antes de comenzar el uso de esta herramienta, se explicará brevemente el concepto de mantenimiento junto a las variantes que este tiene.

Tras esta introducción, se profundiza en la implementación y uso diario de este software en el mantenimiento de los equipos e infraestructuras de una empresa dedicada a las telecomunicaciones.

Finalmente, se podrá analizar los resultados obtenidos y llegar a conclusiones con el estudio de estos.

Palabras clave: Mantenimiento, activos, preventivo, correctivo, planificación, GMAO.



Contenido

1. Introducción	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Objetivos del trabajo.....	2
1.3. Justificación del estudio	2
2. Marco teórico	5
2.1. Concepto de mantenimiento	5
2.2. Tipos de mantenimiento	5
2.2.1. Mantenimiento preventivo.....	5
2.2.2. Mantenimiento correctivo.....	6
2.2.3. Mantenimiento predictivo.....	7
2.3. Indicadores para la gestión del mantenimiento	8
2.4. Uso de GMAO en el mantenimiento.....	9
3. Metodología	12
3.1. Diseño de la investigación.....	12
3.2. Selección de GMAO	13
3.3. Capacitación del personal	13
4. Explicación e implementación de GMAO.....	17
4.1. Gestión de permisos	17
4.1.1. Gestión de centros.....	17
4.1.2. Gestión de personal.....	18
4.2. Crear la obra.....	20
4.2.1. Listado de obras.....	20
4.2.2. Detalles de obra.....	21
4.2.3. Generación de informes	23
4.3. Instalaciones	24
4.4. Activos.....	28
4.5. Contratos.....	29
4.6. OTS	30



4.6.1.	Listado.....	30
4.6.2.	Plan de mantenimiento anual	31
4.6.3.	Exportar órdenes	31
4.6.4.	Reprogramar en bloque.....	32
4.6.5.	Crear OTs.....	33
4.6.6.	OTs pendiente de revisión.	35
4.6.7.	Detalles de OT.....	36
4.7.	Plantillas.....	39
4.7.1.	Listado de plantillas	39
4.7.2.	Crear plantilla	42
4.8.	Recursos.....	43
4.8.1.	Brigadas	43
4.8.2.	Personal	45
4.8.3.	Vehículos.....	47
4.8.4.	Vacaciones y guardias.....	48
4.9.	Planificador	49
4.9.1.	Semanal	50
4.10.	Ubicación.....	51
5.	Resultado y análisis	54
5.1.	Puesta en marcha de GMAO.....	54
5.2.	Resultados obtenidos.....	64
5.3.	Análisis de los resultados	65
6.	Conclusiones.....	72
6.1.	Resumen de los resultados	72
6.2.	Aportaciones del trabajo.....	72
6.3.	Limitaciones del estudio.	73
6.4.	Propuestas de futuras líneas de investigación.....	74
7.	Bibliografía.....	79



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Logo del sistema GMAO. Fuente: Elecnor.....	13
Ilustración 2. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	17
Ilustración 3. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	18
Ilustración 4. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	19
Ilustración 5. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	20
Ilustración 6. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	21
Ilustración 7. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	22
Ilustración 8. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	22
Ilustración 9. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	23
Ilustración 10. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	24
Ilustración 11. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	25
Ilustración 12. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	26
Ilustración 13. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	26
Ilustración 14. Excell generado por GMAO. Fuente: Elecnor.....	27
Ilustración 15. Excell generado por GMAO. Fuente: Elecnor.....	27
Ilustración 16. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	28
Ilustración 17. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	28
Ilustración 18. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	29
Ilustración 19. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	30
Ilustración 20. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	31
Ilustración 21. Excell generado por GMAO. Fuente: Elecnor.....	31
Ilustración 22. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	32
Ilustración 23. Excell generado por GMAO. Fuente: Elecnor.....	32
Ilustración 24. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	33
Ilustración 25. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	33
Ilustración 26. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	35
Ilustración 27. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	36



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



Ilustración 28. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	37
Ilustración 29. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	38
Ilustración 30. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	38
Ilustración 31. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	39
Ilustración 32. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	40
Ilustración 33. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	41
Ilustración 34. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	41
Ilustración 35. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	43
Ilustración 36. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	44
Ilustración 37. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	45
Ilustración 38. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	46
Ilustración 39. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	47
Ilustración 40. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	48
Ilustración 41. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	49
Ilustración 42. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	50
Ilustración 43. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.....	52
Ilustración 44. Esquema de mantenimiento. Fuente: PRIMA II – Sisteplant.....	54
Ilustración 45. Captura de añadir brigadas en GMAO. Fuente: Elecnor.....	54
Ilustración 46. Captura del árbol de instalaciones en GMAO. Fuente: Elecnor.....	55
Ilustración 47. Captura del árbol de instalaciones en GMAO. Fuente: Elecnor.....	55
Ilustración 48. Captura del árbol de instalaciones en GMAO. Fuente: Elecnor.....	56
Ilustración 49. Esquema de mantenimiento preventivo. Fuente: PRIMA II – Sisteplant.....	56
Ilustración 50. Captura de un activo en GMAO. Fuente: Elecnor.....	57
Ilustración 51. Captura de creación de una plantilla en GMAO. Fuente: Elecnor.....	57
Ilustración 52. Captura de la creación de una OT en GMAO. Fuente: Elecnor.....	58
Ilustración 53. Captura de los datos de una OT. Fuente: Elecnor.....	59
Ilustración 54. Informe generado por GMAO. Fuente: Elecnor.....	60
Ilustración 55. Informe generado por GMAO. Fuente: Elecnor.....	61



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



Ilustración 56. Esquema del mantenimiento correctivo. Fuente: PRIMA II – Sisteplant.	62
Ilustración 57. Informe de una incidencia generado por GMAO. Fuente: Elecnor.	63
Ilustración 58. Captura de un presupuesto de un correctivo. Fuente: Elecnor.	64
Ilustración 59. Tabla resumen de incidencias. Fuente: Datos ofrecidos por Elecnor.	65
Ilustración 60. Datos de los equipos que han dado averías. Fuente: Datos ofrecidos por Elecnor.	66
Ilustración 61. Tabla comparativa de costes. Fuente: Datos ofrecidos por Elecnor.	69
Ilustración 62. Cámara termográfica. Fuente: Fluke Corporation.	75
Ilustración 63. Imágen termográfica. Fuente: Imágen cedida por Elecnor.	76



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



CAPÍTULO 1: Introducción

1. Introducción

1.1. Planteamiento del problema

En una empresa del sector industrial, el mantenimiento de los equipos y sistemas es un aspecto crítico para la eficiencia y rentabilidad del negocio. La falta de mantenimiento puede llevar a largos tiempos de inactividad y reparaciones, lo que afecta a la productividad y la calidad de los productos o servicios que se tengan como objetivo. Pero, por otro lado, el mantenimiento excesivo o innecesario puede conllevar importantes costes adicionales. Por lo tanto, es importante encontrar un equilibrio entre la necesidad de mantener los equipos en condiciones óptimas, teniendo en cuenta siempre, la relación entre la máxima eficiencia y el menor costo.

Una herramienta útil para optimizar esta gestión del mantenimiento es GMAO (Gestión de mantenimiento asistido por ordenador). GMAO es un software que ayuda a programar y planificar el mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, gestionar el inventario de activos, hacer seguimiento de las actividades de mantenimiento, y generar informes y estadísticas.

En este proyecto, vamos a implementar GMAO en una empresa del sector de las infraestructuras y servicios de telecomunicaciones a nivel nacional. Vamos a utilizar este software para el mantenimiento de las instalaciones de los centros de Andalucía Oriental.

1.2. Objetivos del trabajo

El objetivo de este trabajo es describir paso a paso el proceso de implementación de GMAO en una empresa, incluyendo la selección de software, la configuración del sistema, la capacitación del personal, y la evaluación de los resultados obtenidos. Estos resultados serán analizados según los beneficios obtenidos y los problemas que nos encontremos. Se concluirá este análisis de resultados, con el estudio de nuevas propuestas para posibles correcciones a fallos encontrados durante el mantenimiento.

1.3. Justificación del estudio

Una vez ejerza como ingeniero mecánico, será encargado de diseñar e instalar equipos mecánicos, saber elegir qué materiales encajan mejor en estos equipos, manejar los costos y duraciones de un proyecto, pero también ser capaz de planificar y llevar a cabo operaciones de mantenimiento de maquinarias, evaluando y optimizando estos procesos.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



Es por eso que, en esta área, el mantenimiento toma un gran protagonismo. Un mantenimiento deficiente, o la falta total de éste, puede tener graves consecuencias en términos de seguridad, calidad, y productividad en las empresas. Por lo tanto, es fundamental para los ingenieros tener un conocimiento sólido del mantenimiento y de las herramientas disponibles para optimizar este proceso, entre ellas, el nombrado GMAO, para agilizar y perfeccionar la gestión de estas actividades de mantenimiento.

Además, soy becario en prácticas en grupo Elecnor, en Málaga, una empresa que cuenta con un equipo experimentado que ejecuta servicios de mantenimiento integral en hospitales, parques empresariales, centros comerciales, edificios para oficinas, ayuntamientos, aeropuertos, centrales térmicas, centrales nucleares, parques eólicos, parques solares, fábricas o universidades. Por lo que puedo obtener resultados significativos en este proyecto, ya que día a día trabajo y aprendo en este sector.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



CAPÍTULO 2: Marco teórico

2. Marco teórico

2.1. Concepto de mantenimiento

El mantenimiento de instalaciones se refiere a las acciones y procesos que se llevan a cabo para mantener en buen estado las instalaciones industriales de una empresa, tales como maquinarias, equipos, sistemas de producción, infraestructuras, y otros recursos utilizados en el proceso productivo.

El objetivo principal del mantenimiento industrial es garantizar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de las instalaciones, evitando fallos o averías que puedan afectar a la producción, la calidad del producto y la seguridad de los trabajadores. El mantenimiento industrial incluye actividades como la inspección, la reparación, el reemplazo de piezas o equipos, o la limpieza, entre otras.

El mantenimiento industrial puede ser clasificado en diferentes tipos, dependiendo del enfoque y de los objetivos que se persigan. Entre los tipos más comunes de mantenimiento industrial se encuentran el mantenimiento preventivo, el mantenimiento correctivo, y el mantenimiento predictivo. Cada uno de estos tipos de mantenimiento industrial tiene su propia metodología y herramientas específicas para su aplicación.

2.2. Tipos de mantenimiento

2.2.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es un tipo de mantenimiento industrial que se enfoca en evitar fallas y averías en los equipos y maquinarias de una empresa mediante la realización de actividades de mantenimiento programadas en intervalos regulares.

El mantenimiento preventivo se basa en la idea de que es mejor prevenir que reparar. Es decir, se trata de anticiparse a los problemas mediante la realización de inspecciones periódicas, revisiones y ajustes en los equipos y maquinarias, con el objetivo de mantenerlos en óptimas condiciones de funcionamiento y prolongar su vida útil.

Entre las actividades que se pueden realizar en el marco del mantenimiento preventivo se encuentran la limpieza, el lubricado, el ajuste de piezas, la sustitución de componentes y la calibración de equipos, entre otras. Estas actividades se llevan a cabo siguiendo un plan de mantenimiento preventivo establecido previamente, que se basa en las recomendaciones del fabricante, la experiencia previa y los estándares de la industria.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



El mantenimiento preventivo tiene numerosas ventajas, entre las que destacan:

- Reducción de costos: el mantenimiento preventivo permite detectar y corregir problemas antes de que se conviertan en fallos mayores, lo que reduce los costos asociados a la reparación y el reemplazo de equipos.
- Aumento de la disponibilidad: al mantener los equipos en óptimas condiciones de funcionamiento, se reduce el tiempo de inactividad y se aumenta la disponibilidad de estos para la producción.
- Mejora de la seguridad: el mantenimiento preventivo puede contribuir a mejorar la seguridad en la empresa al reducir el riesgo de accidentes causados por equipos mal mantenidos o averiados.
- Prolongación de la vida útil de los equipos: el mantenimiento preventivo puede ayudar a prolongar la vida útil de los equipos y maquinarias, lo que reduce los costos asociados a su reemplazo.

2.2.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se enfoca en la reparación de equipos y maquinarias después de que hayan sufrido una avería. Es decir, al contrario que con el preventivo, el mantenimiento se realiza después de la incidencia.

El mantenimiento correctivo se utiliza comúnmente en situaciones en las que el costo de realizar un mantenimiento preventivo periódico es más alto que el costo de reparar una falla. Sin embargo, el mantenimiento correctivo también puede ser utilizado en situaciones en las que se desconoce la causa del fallo del equipo o cuando este es impredecible.

El mantenimiento correctivo tiene algunas ventajas, por ejemplo:

- Reducción de costos: en algunas situaciones, el mantenimiento correctivo puede ser más económico que el mantenimiento preventivo, especialmente cuando se trata de equipos que tienen un bajo riesgo de falla o que no son críticos para la producción, y con mantenerles sólo cuando fallan, puede ser suficiente.
- Simplificación del mantenimiento: como hemos nombrado anteriormente, hay equipos con bajo riesgo de incidencias, por lo que el mantenimiento correctivo puede ser la forma más sencilla y eficiente de mantener los equipos en funcionamiento, ahorrando tiempo y personal en la gestión de su mantenimiento.

Sin embargo, también presenta algunas desventajas, por ejemplo:



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



-Mayor tiempo de inactividad: cuando un equipo falla, es necesario repararlo antes de que pueda volver a ser utilizado, lo que puede causar un tiempo de inactividad significativo en la producción.

-Mayor costo de reparación: a pesar de que hemos nombrado que en este tipo de mantenimiento encontramos la ventaja de reducción de costes, en algunos casos, la reparación de un equipo después de una falla puede ser más costosa que el mantenimiento preventivo, debido a los denominados costes variables. Estos costos fluctúan según la cantidad de trabajos correctivos realizados. Algunos ejemplos de costos variables en el mantenimiento correctivo son los costos de repuestos y materiales utilizados en las reparaciones, de mano de obra adicional o servicios externos requeridos para la reparación, costos de transporte y logística, de paradas de producción o pérdida de productividad debido a tiempos de inactividad no planificados, etc.

En resumen, el mantenimiento correctivo puede ser una estrategia útil en algunas situaciones, pero no se recomienda como la única estrategia de mantenimiento en una empresa, ya que puede ser costoso y causar interrupciones en la producción.

2.2.3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo tiene como objetivo principal predecir cuándo un equipo o maquinaria necesitará mantenimiento antes de que ocurra una avería. Esta técnica se basa en el monitoreo continuo de los equipos y la realización de análisis de datos para identificar patrones y tendencias que puedan indicar la necesidad de mantenimiento.

El mantenimiento predictivo utiliza tecnologías avanzadas como sensores, monitoreo de vibraciones, análisis de aceite, análisis de gases, termografía y otras técnicas, para recolectar datos sobre el comportamiento de los equipos y maquinarias. Estos datos se analizan utilizando software especializado que utiliza algoritmos de aprendizaje automático para identificar patrones y tendencias que puedan indicar la necesidad de mantenimiento.

El mantenimiento predictivo tiene algunas ventajas, por ejemplo:

-Reducción de costos: en ocasiones, el mantenimiento predictivo puede reducir los costos de mantenimiento al permitir la identificación temprana de problemas antes de que se conviertan en fallos más graves que requieran reparaciones costosas.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



-Reducción de tiempo de inactividad: al identificar y abordar problemas antes de que se conviertan en incidencias mayores, el mantenimiento predictivo puede reducir el tiempo de inactividad y mejorar la disponibilidad de los equipos y maquinarias.

-Extensión de la vida útil de los equipos: al abordar los problemas antes de que causen daños mayores, el mantenimiento predictivo puede extender la vida útil de los equipos y maquinarias.

Sin embargo, también presenta algunas desventajas, por ejemplo:

-Coste inicial: la implementación del mantenimiento predictivo puede ser costosa debido a la necesidad de adquirir equipos y tecnologías especializadas.

-Requiere personal capacitado: el mantenimiento predictivo requiere personal capacitado para realizar el monitoreo y análisis de datos, lo que puede ser difícil de encontrar o costoso de capacitar.

2.3. Indicadores para la gestión del mantenimiento

Los indicadores relacionados con el mantenimiento son una herramienta esencial para medir la eficacia de las estrategias de mantenimiento y el rendimiento de los equipos y maquinarias. Algunos de los principales indicadores utilizados en el mantenimiento industrial son:

-Tiempo medio entre fallos (MTBF): Este indicador mide el tiempo promedio que transcurre entre una falla y otra. Cuanto más largo sea el MTBF, mayor será la disponibilidad de los equipos y menor será el tiempo de inactividad.

-Tiempo medio de reparación (MTTR): Este indicador mide el tiempo promedio que se tarda en reparar una falla. Cuanto más corto sea el MTTR, menor será el tiempo de inactividad y mayor será la disponibilidad de los equipos.

-Tasa de fallas: Este indicador mide la cantidad de fallas que ocurren en un período de tiempo determinado. Una tasa de fallas alta puede indicar problemas de mantenimiento o problemas de calidad en los equipos.

-Porcentaje de cumplimiento de mantenimiento programado: Este indicador mide la cantidad de mantenimiento preventivo programado que se lleva a cabo en comparación con la cantidad total de mantenimiento programado. Un alto porcentaje de cumplimiento indica que se están llevando a cabo las tareas de mantenimiento preventivo programado según lo planificado.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



-Costo de mantenimiento: Este indicador mide los costos asociados con el mantenimiento, incluyendo mano de obra, piezas de repuesto, herramientas, equipo y cualquier otro gasto relacionado con el mantenimiento. Un alto costo de mantenimiento puede indicar problemas con la estrategia de mantenimiento o problemas de calidad en los equipos.

Estos indicadores pueden variar dependiendo de la empresa y el tipo de equipo o maquinaria que se esté monitoreando. Es importante utilizar una combinación de indicadores para obtener una visión más completa del rendimiento del mantenimiento y poder tomar decisiones informadas sobre mejoras en la estrategia de mantenimiento.

2.4. Uso de GMAO en el mantenimiento

El mundo industrial dio un paso enorme con el concepto de Industria 4.0, que refiere a una nueva manera de producir mediante la adopción de tecnologías 4.0, es decir, de soluciones enfocadas en la interconectividad, la automatización y los datos en tiempo real.

Dentro de esta automatización de la industria, existen diversos softwares que ayudan en el día a día a la gestión del mantenimiento, como son SAP PM, IBM Maximo, Infor EAM, Maintenance Connection, o PRISMA II de Sisteplant, que es el utilizado en la UMA en la asignatura de Mantenimiento industrial. Pero entre los más destacados y en el que nos vamos a centrar es GMAO.

GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador) es un software especializado que se utiliza para la gestión del mantenimiento industrial en una empresa. La implementación de GMAO tiene como objetivo optimizar la gestión del mantenimiento en una organización, lo que se traduce en una mayor eficiencia, una reducción de los costos de mantenimiento y una mejora en la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos.

Entre las funciones más comunes que ofrecen los sistemas de GMAO se encuentran la gestión de activos, la planificación y programación de mantenimiento, el registro y seguimiento de intervenciones de mantenimiento, el análisis de datos y la generación de informes. La gestión de activos permite realizar un seguimiento y control de los activos y equipos de la empresa, con información sobre su historial de mantenimiento, datos técnicos, ubicación y otras características relevantes.

La planificación y programación de mantenimiento permite la definición de tareas, la frecuencia y la asignación de responsabilidades para el mantenimiento preventivo.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



El registro y seguimiento de las intervenciones de mantenimiento permite el registro de las tareas realizadas, los recursos utilizados y el tiempo invertido en la intervención.

El análisis de datos y la generación de informes permiten el análisis de los datos de mantenimiento para detectar patrones, tendencias y oportunidades de mejora.

Los sistemas de GMAO también pueden integrarse con otros sistemas empresariales, como el sistema de gestión de compras, de gestión de inventarios, de gestión de producción, entre otros. Esto permite una mejor coordinación entre los diferentes departamentos de la empresa y una mayor eficiencia en la gestión de los recursos.

La implementación de GMAO en una empresa requiere un proceso de planificación y análisis previo, que incluye la definición de los objetivos de la implementación, la identificación de las necesidades y requerimientos específicos de la empresa, la selección del sistema de GMAO más adecuado y la definición de un plan de implementación y seguimiento.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



CAPÍTULO 3: Metodología

3. Metodología

3.1. Diseño de la investigación

A) Diseño de investigación.

Este estudio utilizará un diseño de investigación cuantitativo experimental. Se recopilarán datos tras la implementación del sistema de GMAO.

B) Selección de la muestra.

La selección de la muestra se realizará de manera no probabilística, utilizando un muestreo intencional.

Se realizará a través de la empresa de mantenimiento Elecnor, implementando un sistema de GMAO en un período determinado, para el mantenimiento de otras instalaciones pertenecientes a otros organismos, de los que se darán datos reales generales, sin especificar datos que tengan cierta confidencialidad.

Se tomará en cuenta el tamaño de la empresa, la disponibilidad de los datos necesarios y la disposición de la empresa a participar en el estudio.

C) Variables de estudio.

- Eficiencia de los procesos de mantenimiento.
- Costos asociados al mantenimiento.
- Disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

D) Instrumentos de recolección de datos.

Se utilizarán múltiples fuentes de recolección de datos, principalmente registros de mantenimiento e informes financieros.

- Los registros de mantenimiento proporcionarán datos sobre el tiempo de intervención, el tipo de intervención y los recursos utilizados.
- Los informes financieros proporcionarán información sobre los costos asociados al mantenimiento.

E) Análisis de datos.

Se utilizará un análisis estadístico descriptivo para examinar la eficiencia de los procesos de mantenimiento y los costos asociados.

Se analizará también qué equipos causan más problemas, y la relación de estos problemas con otras variables como la función de estos equipos, las marcas que lo fabrican, la zona geográfica donde se encuentran, etc.

3.2. Selección de GMAO

Como se ha comentado ya, se va a realizar este estudio a través de la empresa Elecnor, utilizando su GMAO, un software comercial que pueden administrar tanto los trabajadores de esta empresa para realizar y planificar los trabajos de mantenimiento, como los clientes a los que pertenecen los equipos a mantener, para hacer un seguimiento de todas las operaciones.



Ilustración 1. Logo del sistema GMAO. Fuente: Elecnor.

3.3. Capacitación del personal

Es esencial que el personal de la empresa esté capacitado en el uso de GMAO para una implementación exitosa. Sesiones de capacitación para los usuarios, incluyendo la capacitación en el uso del software, la introducción a los diferentes tipos de mantenimiento y la comprensión de las órdenes de trabajo y los informes generados por el sistema.

También es un punto muy importante, si no el que más, que el personal esté capacitado sobre los riesgos laborales y como tratar con ellos en los trabajos de mantenimiento. El PRL (Prevención de Riesgos Laborales) es un conjunto de medidas y acciones destinadas a prevenir los riesgos laborales y proteger la seguridad y salud de los trabajadores en el entorno laboral.

Los trabajos de mantenimiento de equipos e instalaciones pueden implicar diversos riesgos, como caídas desde alturas, contacto con sustancias peligrosas, exposición a ruido o vibraciones, riesgos eléctricos, uso de maquinaria y herramientas, entre otros.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



Por lo tanto, es esencial implementar medidas de prevención para mitigar estos riesgos y proteger a los trabajadores.

A continuación, se presentan algunas medidas de PRL que pueden aplicarse en los trabajos de mantenimiento de equipos e instalaciones:

- Evaluación de riesgos: Realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos asociados a las tareas de mantenimiento, identificando los posibles peligros y evaluando la magnitud de los riesgos.
- Planificación y organización: Establecer un plan de trabajo detallado que contemple la secuencia de las tareas, los recursos necesarios, la duración estimada y las medidas de seguridad requeridas.
- Formación y capacitación: Proporcionar a los trabajadores una formación adecuada sobre los riesgos específicos del trabajo de mantenimiento, así como sobre las medidas de prevención y los procedimientos de emergencia.
- Uso de equipos de protección individual (EPI): Suministrar y asegurar el uso correcto de los EPI necesarios para cada tarea, como cascos, guantes, gafas de seguridad, calzado de protección, entre otros.
- Mantenimiento de equipos y herramientas: Realizar un mantenimiento periódico de los equipos y herramientas utilizados en el trabajo de mantenimiento, asegurándose de que estén en buen estado de funcionamiento y cumplan con las normas de seguridad.
- Señalización y delimitación de zonas de trabajo: Utilizar señalización y delimitar claramente las áreas de trabajo para advertir a otros empleados y evitar el acceso no autorizado.
- Control de sustancias peligrosas: Implementar medidas de control y gestión de sustancias peligrosas presentes en las instalaciones, como productos químicos o materiales tóxicos, asegurando su almacenamiento adecuado y el cumplimiento de las normativas correspondientes.
- Ergonomía: Adaptar los puestos de trabajo y las herramientas utilizadas para minimizar los riesgos ergonómicos, como posturas forzadas, movimientos repetitivos o sobreesfuerzos físicos.
- Supervisión y seguimiento: Realizar una supervisión continua de las actividades de mantenimiento para asegurar el cumplimiento de las medidas de prevención y corregir posibles desviaciones. Estas revisiones periódicas las suelen hacer los jefes de obra, pero dentro del equipo de trabajadores debe haber siempre un llamado “recurso preventivo”,



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



que es el que constantemente debe supervisar los trabajos y asegurar que se cumplen todos los pasos de prevención.

Las labores de PRL requieren un compromiso tanto de la dirección de la empresa como de los trabajadores. La dirección debe proporcionar los recursos necesarios para implementar las medidas de prevención y promover una cultura de seguridad en la organización. Por su parte, los trabajadores deben cumplir con las normas y procedimientos de seguridad establecidos, así como reportar cualquier situación de riesgo o incidente que puedan identificar.

Además, es recomendable establecer un sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales, que incluya la planificación, la organización, la coordinación y el control de las actividades relacionadas con la prevención. Este sistema debe ser dinámico y adaptarse a los cambios en los equipos, las instalaciones y los procedimientos de mantenimiento.

La importancia de la prevención de riesgos laborales en los trabajos de mantenimiento de equipos e instalaciones radica en la protección de la integridad física y la salud de los trabajadores, la reducción de accidentes y lesiones, la mejora de la productividad y la calidad del trabajo, así como el cumplimiento de las obligaciones legales y normativas en materia de seguridad y salud laboral.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



CAPÍTULO 4: Explicación e implementación de GMAO.



4. Explicación e implementación de GMAO.

A continuación, se explica como implementar un contrato en GMAO para su mantenimiento. Para explicar paso a paso como hacerlo, utilizaremos capturas de una demo del GMAO cedidas por la empresa Elecnor.

4.1. Gestión de permisos

4.1.1. Gestión de centros

Listado de los centros de trabajo. En este listado se muestran los centros que tienen el tipo “CENTRO” y el formato es “Número - Nombre”. Únicamente es visible para los usuarios que tengan un perfil de tipo ADMINISTRADOR, es decir, un cliente con acceso a GMAO no puede acceder a esta pestaña.

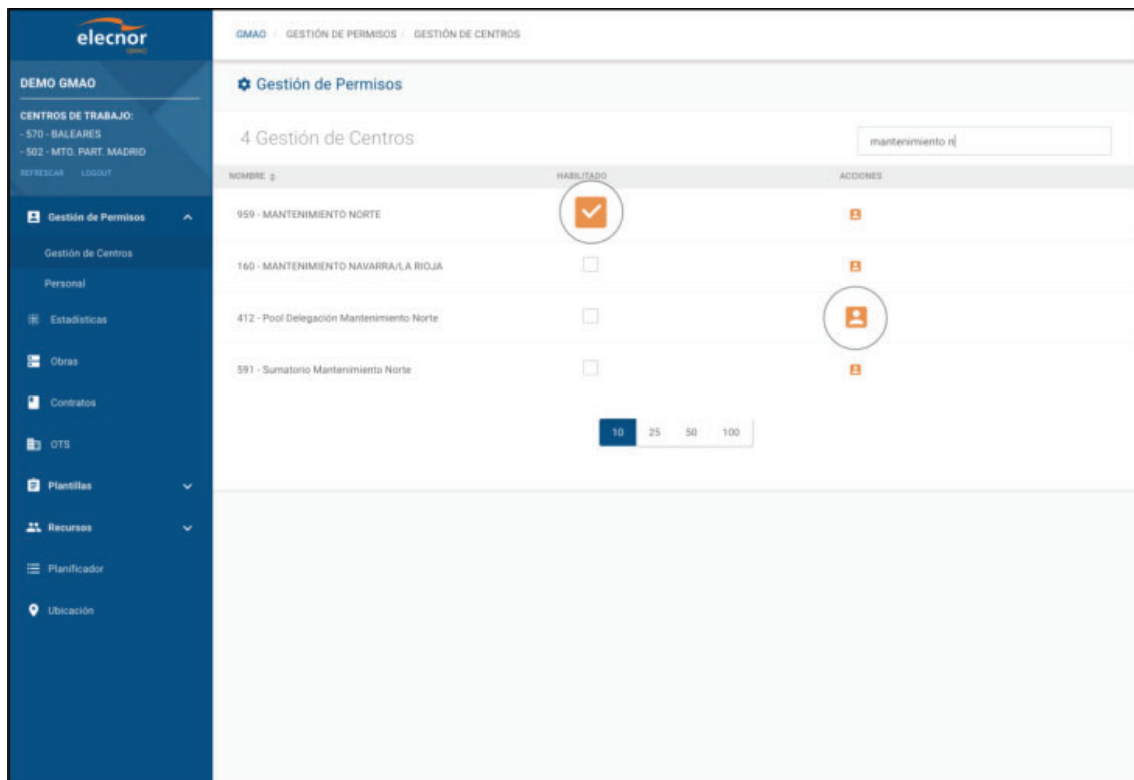


Ilustración 2. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Sobre cada centro se pueden realizar dos acciones:

- Habilitar o deshabilitar el centro, habilita o deshabilita el acceso a la información de éste, para poder realizar cualquier acción sobre el sistema (en este caso, sólo tendríamos habilitado el centro de trabajo Mantenimiento Andalucía Oriental);

- Acceder de manera directa a la pantalla de gestión de personal, en la cual se gestionan los permisos de cada usuario.

4.1.2. Gestión de personal

Listado de los trabajadores, que se añadirán introduciendo los apellidos, el nombre, el perfil del trabajador (ADMINISTRACIÓN, ADMINISTRADOR, DELEGADO, JEFE CENTRO, JEFE OBRA, OPERARIO), los centros activos que tiene asignados y los permisos que tiene habilitados/deshabilitados.

elecnor		GMAO / GESTIÓN DE PERMISOS / PERSONAL											
DEMO GMAO		Personal											
CENTROS DE TRABAJO: - 570 - BALEARES - 502 - MTO. PART. MADRID		112 Trabajadores											
REFRESHAR LOGIN/OUT		Filtrar Centro de Trabajo: <input type="text" value="raul"/>											
APellidos	Nombre	PERFIL	C.P. ACTIVOS	ESTADÍSTICAS	OBRAS	CONTRATOS	OTS	PLANTILLAS	BRIGADAS	PERSONAL	VEHÍCULOS		
ROJAS MACAVILCA	RAUL MARTIN	01	500										
DELGADO MORAN	RAUL	02	034										
Cliente_Ext	Raul_Cliente	03	502										
GODOY LLUJAN	RAUL	04	Varios										
GONZALEZ GUTIERREZ	RAUL	05	513										
RUIZ RACERO	RAUL	06											
HERNANDEZ MARTIN	RAUL	07											
GONZALEZ QUINTERO	RAUL	08											
MORENO LOPEZ	RAUL	09											
OREJUELA CARRICONDO	RAUL	10	621										
GONZALEZ RODRIGO	RAUL	11											
MORENO GONZALEZ	RAUL	12											
SOSA ARANDA	RAUL NICOLAS	13											
SAENZ BALLESTEROS	RAUL	14											

Ilustración 3. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

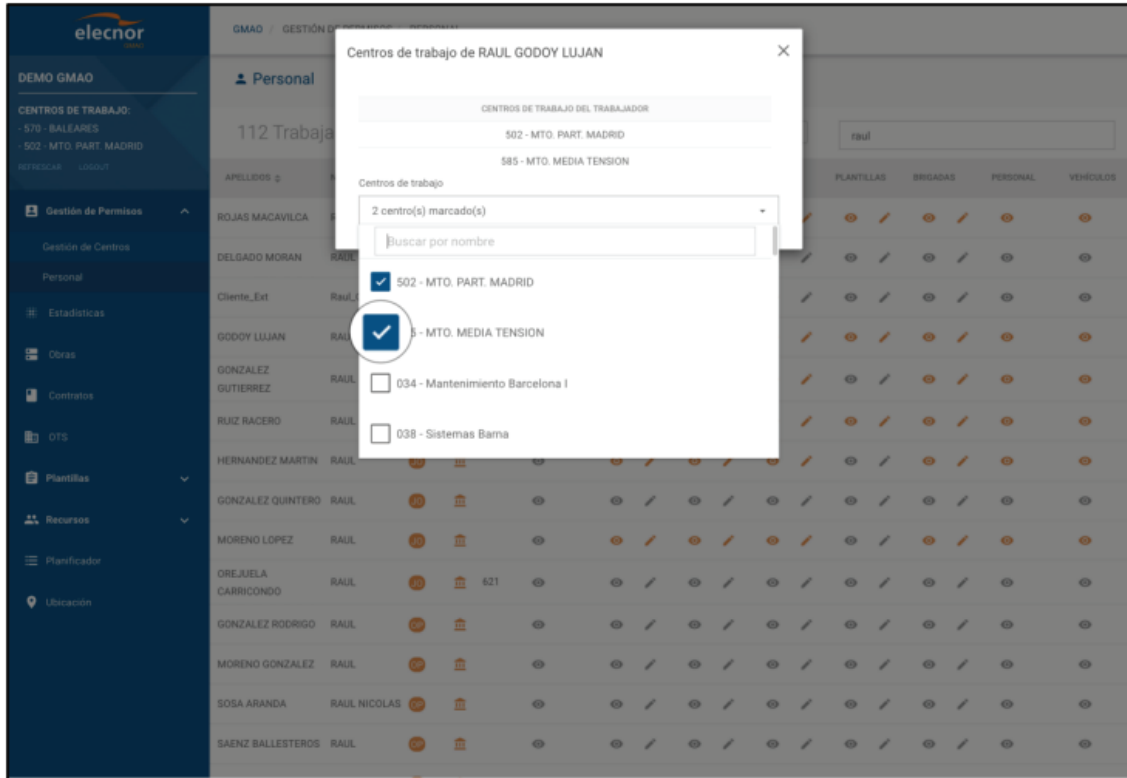


Ilustración 4. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Para cada trabajador se pueden realizar varias acciones:

- Añadir, eliminar o modificar el/los centros relacionados, lo que implica que pueda acceder a información de los otros centros. Al pulsar el botón del centro, aparece un modal en el cual aparece un listado superior con los centros ya asignados y otro listado inferior que despliega un selector de centros para poder asignar o desasignar;

- Modificar los permisos para las diferentes pantallas que componen GMAO u ofrecer la posibilidad de acceder a la APP. Para cada permiso (estadísticas, obras, contratos, etc.) aparece uno (si solo puede ver la información) o dos (si puede tanto ver como editarla) botones:

- El botón del ojo activa o desactiva el permiso de lectura. Si el usuario también tiene permisos de edición, al desactivar el permiso de lectura, el de edición se desactivará también.

- El botón del lápiz activa o desactiva el permiso de edición. Si el usuario no tiene permisos de lectura, al activar el permiso de edición, el de lectura se activará también.

4.2. Crear la obra

4.2.1. Listado de obras

Dentro del listado de las obras, la información de cada obra es inmutable, por lo tanto no se puede editar ningún campo de ésta. Esta información se importa desde otro software de la empresa, llamado GAO (Gestor Administrativo de Obra), una aplicación de gestión administrativa de Elecnor con diferentes módulos que se comunican entre sí aprovechando al máximo el trabajo realizado por cada área o departamento.

Sí que se pueden relacionar obras entre ellas y poder crear instalaciones sobre ésta (es por ello el permiso de edición de Obra).

Para cada obra del listado se pueden realizar las siguientes acciones:

- Acceder al detalle de la obra, explicada en la siguiente subsección (A);
- Acceder a las instalaciones de la propia obra, para poder gestionar tanto las instalaciones como los activos (B);
- Acceder al modal para mostrar las obras relacionadas y poder editar dichas relaciones (C);
- Acceder al modal de generación de informe de obra (D);
- Acceder al modal de generación de informe de obra (E);

CLIENTE	ESTADOS	CENTROS DE TRABAJO
<input type="text"/>	-	2 centro(s) marcado(s)

CLIENTE	ESTADO	Nº DE OFERTA	IMPORTE DE OFERTA	INICIO	FIN	INSTALACIONES	OBRAS RELACIONADAS	ACCIONES
OBRAS VARIAS - SAVILLS	Abierta	1950200037	625.75	01/04/19	31/12/20	0	-	(A) (B) (C)
MITO OBRAS VARIAS	Abierta	1350200070	1	01/02/19	31/12/19	4	-	(D) (E)
MITO OBRAS VARIAS	Abierta	1350200070	1	01/02/19	31/12/19	0	-	(D) (E)
OBRAS VARIAS	Cerrada	0850200176	1	01/01/08	31/12/19	9	1	(D) (E)
OBRAS VARIAS	Abierta	-	0.01	01/12/19	31/12/23	0	-	(D) (E)
OBRAS VARIAS	Abierta	0850200176	1	01/01/08	31/12/19	8	1	(D) (E)
OBRAS VARIAS	Cerrada	1350200075	1	01/01/15	01/10/16	0	-	(D) (E)

Ilustración 5. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



- Acceder al modal para descargar plantilla de importación de activos o iniciar dicho proceso. Solo habilitado si la obra está ABIERTA y tiene instalaciones asignadas (E).

4.2.2. Detalles de obra

Como ya se ha mencionado, la información de cada obra es inmutable y es la que se obtiene con la importación desde GAO (Gestor Administrativo de Obra). En esta pantalla se puede observar toda esa información importada y además:

- Gestión de archivos adjuntos: Se pueden añadir, eliminar o descargar archivos adjuntos relacionados con la obra. Los informes generados de la obra (que más adelante se detalla como generarlos) se añaden directamente en este listado, sin tener que añadirlo manualmente.

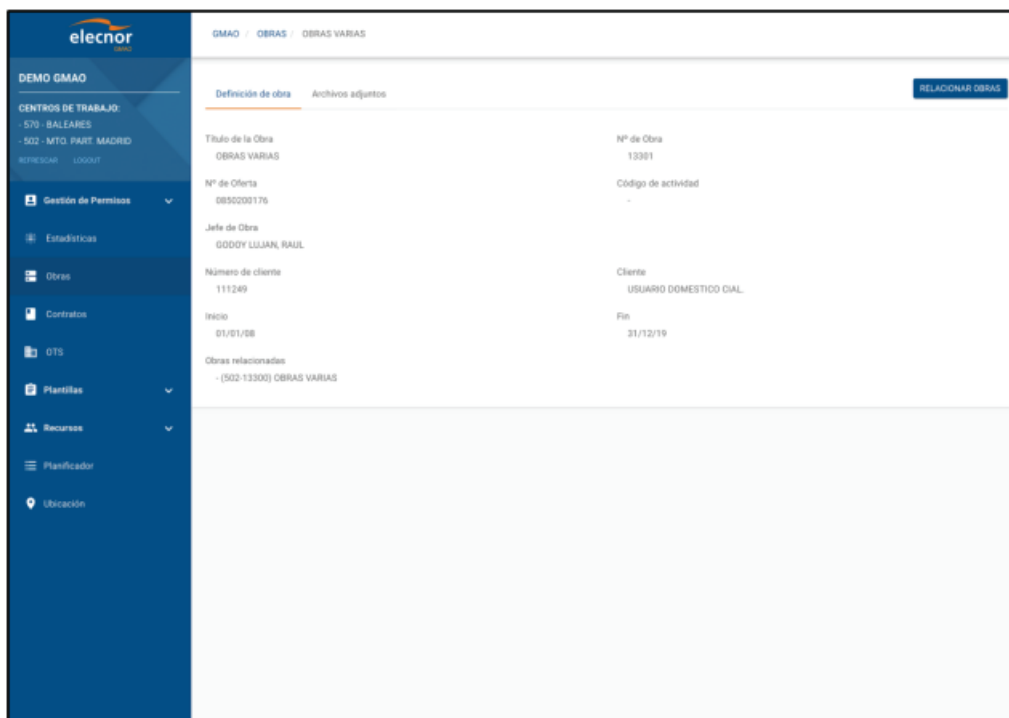


Ilustración 6. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

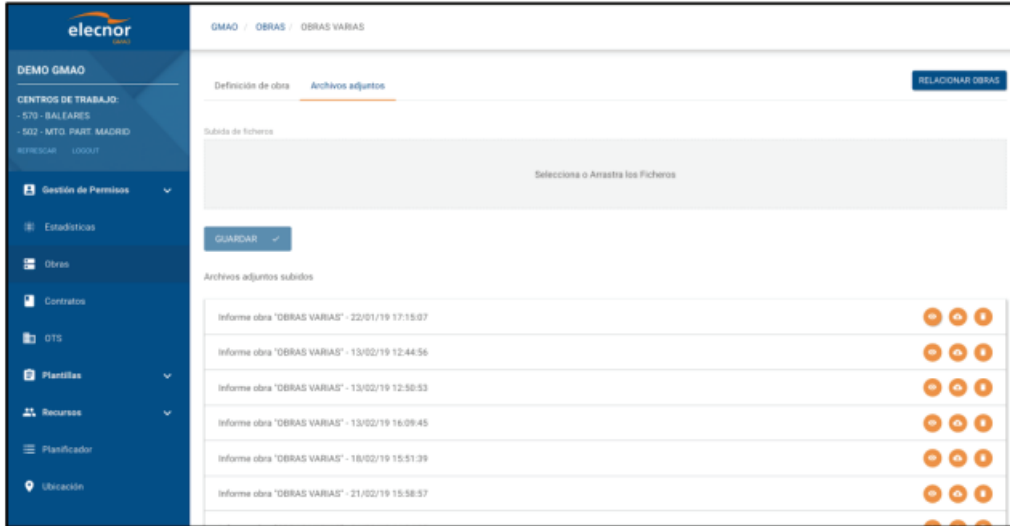


Ilustración 7. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

- Relacionar obras: Añadir o eliminar la/las obras relacionadas. Al pulsar el botón relacionar obras, aparece un modal en el cual se muestra un listado superior con las obras ya asignadas y otro listado inferior que despliega un selector de obras para poder asignar o desasignar, al igual que en la selección de centros.

La implicación que tiene relacionar dos obras es que éstas, las relacionadas, pasan a compartir las instalaciones y los activos del resto, lo que implica que de una obra se puede acceder a los activos de otra.

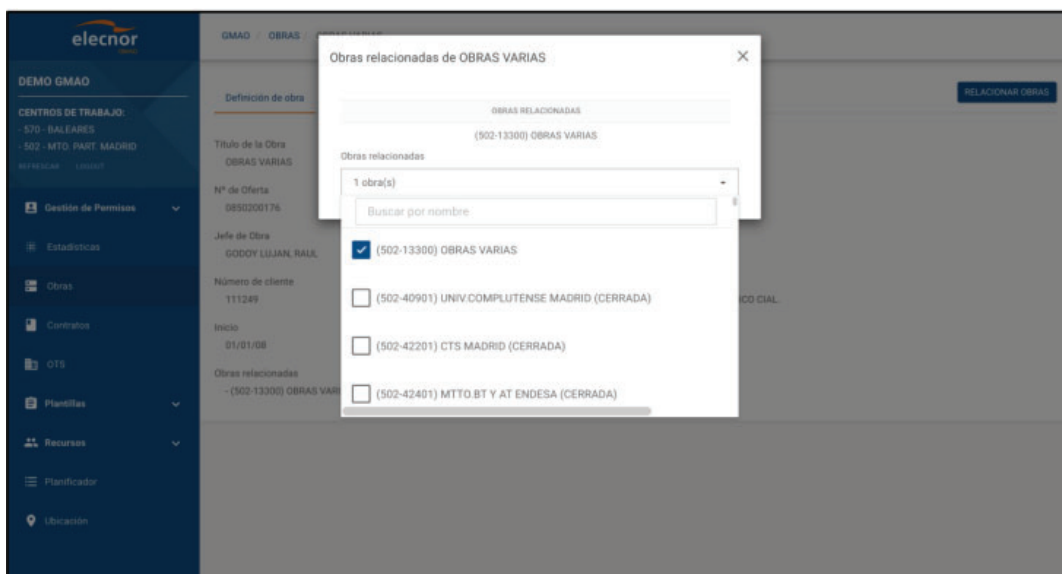


Ilustración 8. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

4.2.3. Generación de informes

Para poder generar un informe con los informes de las OTs (órdenes de trabajo, que se explicará cómo crear más adelante) de una obra, se mostrará un modal en el cual, se puede filtrar por diferentes campos (la instalación, el contrato, el activo asignado, el tipo de la OT y la fecha de inicio y de fin) para que se muestren las OTs que disponen de algún informe relacionado. Con la selección de éstas, al final se generará el informe.

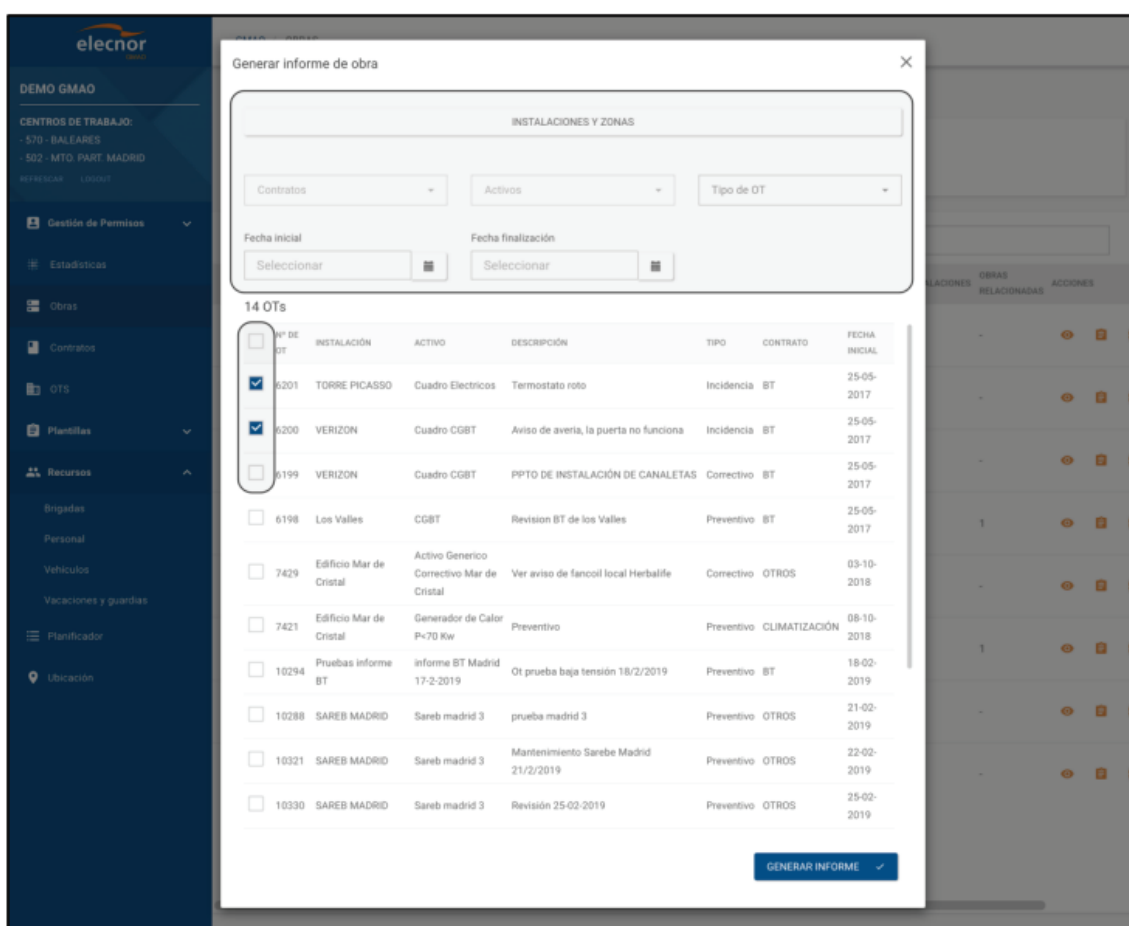


Ilustración 9. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Al generar el informe de la obra, se realiza de manera invisible para el usuario, el cual puede seguir navegando por la aplicación de GMAO sin problema y cuando se haya generado, se descargará el informe en el navegador. Para poder realizar la descarga, es importante que no se recargue la página hasta que haya finalizado la generación del informe.

4.3. Instalaciones

Podemos acceder a la pantalla de las instalaciones de la obra desde el listado de obras como se ha explicado en el punto anterior y en esta se puede ver una estructura con un panel con el árbol de instalaciones a la izquierda y a la derecha la información de la instalación o sub-instalación seleccionada, o el panel de creación de una de las anteriores. El árbol de instalaciones se divide en las instalaciones padre (el primer nivel) y cada nivel inferior, son las diferentes zonas que componen dicha instalación. Además tiene un buscador en la parte superior, con el cual se filtran los árboles de la instalación. Cada zona se define por un nombre y el tipo, de los cuales hay tres tipos: edificio, planta y zona.

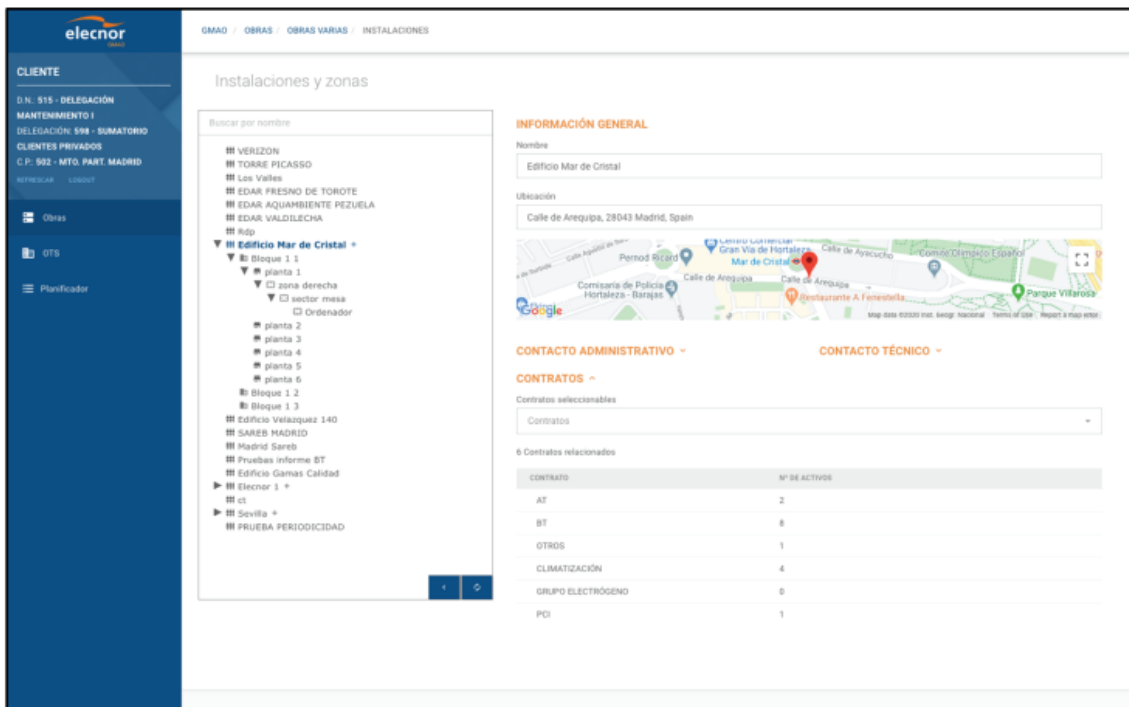


Ilustración 10. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Hay varios elementos de usabilidad:

- El símbolo (+) al final del nombre de cada instalación padre desplegará todo el sub-árbol de ésta, sin tener que ir clickando en todas las flechas de cada elemento.
- Abajo del todo del árbol de instalaciones hay un listado de botones, por orden son:
 - o Plegar o desplegar el panel izquierdo para aumentar el tamaño del detalle de la instalación.
 - o Añadir nueva instalación.

- o Añadir nueva zona, hay que tener una instalación o zona seleccionada.
- o Eliminar zona, hay que tener una instalación o zona seleccionada.
- o Recargar el árbol.

El detalle de la instalación o sub-instalación de la derecha varía su contenido:

- Si es una instalación, se muestra el nombre y la ubicación de ésta, la información del contacto administrativo y el contacto técnico asociado y finalmente los contratos a seleccionar y los seleccionados, desde donde se puede acceder a los activos asociados a cada uno de los contratos para esta instalación.

- Si es una planta o una zona, aparecen los campos nombre, tipo de zona y los contratos asociados y a asociar. En el caso de que sea para añadir una zona, aparece el campo “cantidad de elementos” con el cual al crear la zona, se crearán los N elementos indicados y así poder crear varias zonas a la misma vez, como las plantas de un edificio o las salas de una nave. En el caso de una sub-instalación de tipo Edificio se ha añadido la posibilidad de poder indicar la ubicación de ésta.

The screenshot displays the GMAO demo interface. On the left, a navigation menu includes 'DEMOS GMAO', 'CENTROS DE TRABAJO', 'Gestión de Permisos', 'Estadísticas', 'Obras', 'Contratos', 'OTS', 'Plantillas', 'Recursos', 'Planificador', and 'Ubicación'. The main area is titled 'Instalaciones y zonas' and features a search bar and a tree view of installations. The tree view shows a hierarchy starting with 'Edificio Mar de Cristal +', which is expanded to show 'Bloque 1 1'. Under 'Bloque 1 1', there are several 'planta' items (1-6) and 'zona derecha' items (sector mesa, Ordenador). The right panel, 'INFORMACIÓN GENERAL', contains a form with the following fields: 'Nombre' (Bloque 1 1), 'Tipo de zona' (Edificio), and 'Ubicación' (28043 Madrid, Spain). Below the form is a map showing the location in Madrid. The 'CONTRATOS' section is also visible, showing a list of 'Contratos seleccionables'.

Ilustración 11. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

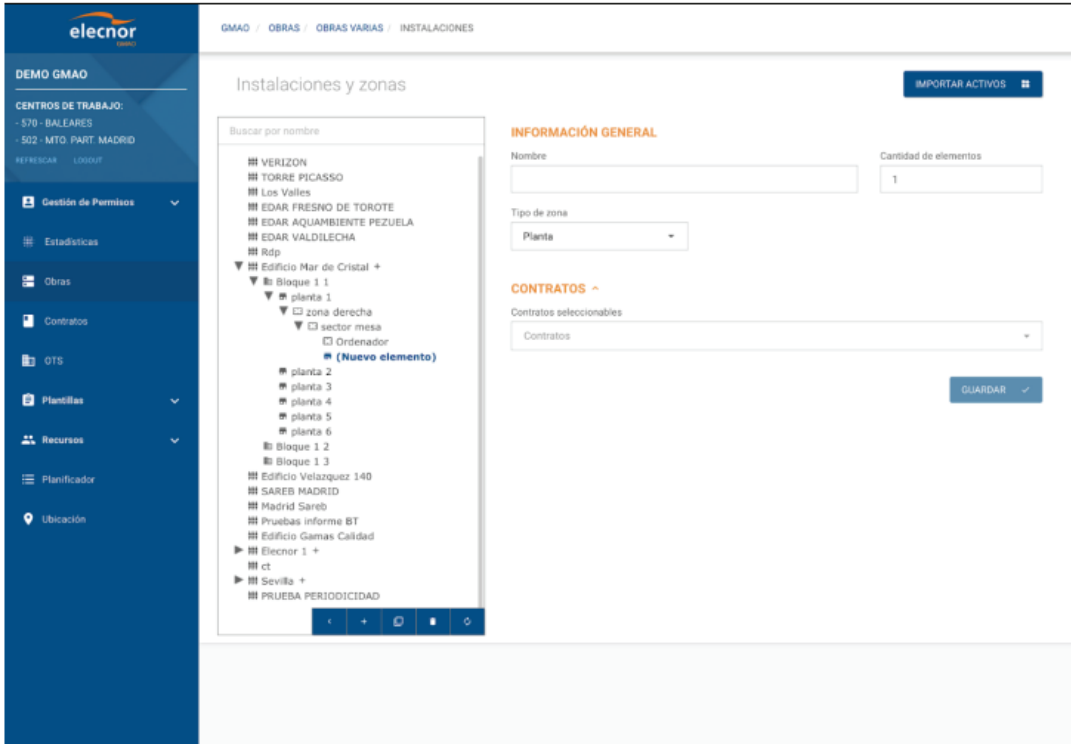


Ilustración 12. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

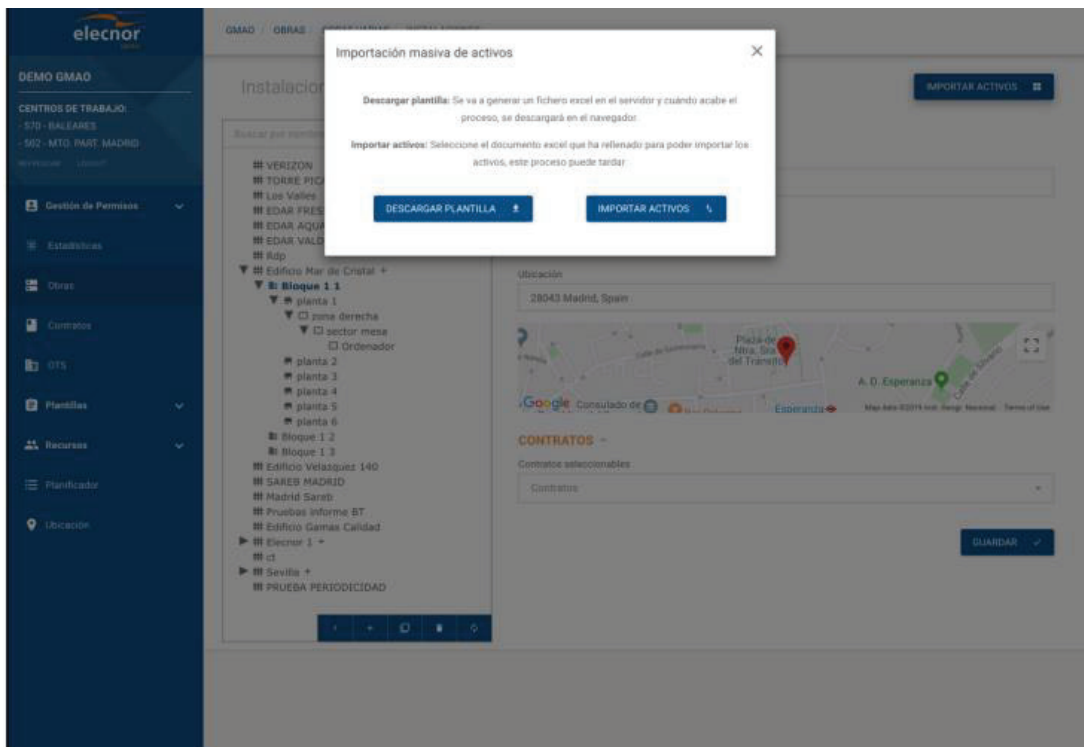


Ilustración 13. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.



El botón de importar activos abre el mismo modal que el del listado de obras, en el cual se puede observar un texto que define la funcionalidad de cada botón. Uno para descargar la plantilla que se generará para dicha obra y otro botón para iniciar el proceso de importación.

INSTALACIÓN / UBICACIÓN	CONTRATO	PLANTILLA	N. CALIDAD	NOMBRE
_EDAR_AQUAMBIENTE_PEZUELA			-	
_EDAR_VALDILECHA			-	
_Rdp			-	
_Edificio_Mar_de_Cristal			-	
_Edificio_Mar_de_Cristal_Bloque_1_1_planta_1			-	
_Edificio_Mar_de_Cristal_Bloque_1_1_planta_1_zona_derecha_sector_mesa_Ordenador			-	
_Edificio_Velazquez_140			-	
_SAREB_MADRID			-	
_Madrid_Sareb			-	
_Pruebas_informe_BT			-	
_Edificio_Gamas_Calidad			-	
_Elecnor_1			-	

Ilustración 14. Excell generado por GMAO. Fuente: Elecnor.

Esta plantilla es un fichero Excel en el cual para cada fila se debe indicar toda la información relativa a cada nuevo activo que se quiere crear. En la primera columna se indica la instalación o sub-instalación, en la segunda el contrato a asociar, en la tercera, la plantilla y en la cuarta se auto rellena el número de calidad de la plantilla seleccionada. Estas cuatro son dependientes entre ellas y la última es únicamente de lectura. A continuación, se indicará el nombre, la marca, el modelo, el número de serie y los campos adicionales, independientes por cada activo. Una vez se ha rellenado, se deberá abrir el modal e iniciar el proceso de importación.

Tras seleccionar el fichero de importación, el proceso se iniciará y se irán analizando los activos para poder añadirlos. Si todo el proceso acaba sin ningún error, se notificará en la pantalla. En caso contrario, se devolverá el fichero enviado con los errores que se han encontrado en cada fila.

INSTALACIÓN / UBICACIÓN	CONTRATO	PLANTILLA	N. CALIDAD	NOMBRE	
Prueba de crear instalacion_2	_AT	_Template_AT	-	NOMBRE CORRECTO	El activo ya existe para esta instalación y contrato.
Prueba de crear instalacion_2	_AT ERROR	_Template_AT	-	NOMBRE CORRECTO	No se ha encontrado el contrato seleccionado
Prueba de crear instalacion_4 ERROR	_AT	_Template_AT	-	NOMBRE CORRECTO	No se ha encontrado la ubicación seleccionada
Prueba de crear instalacion_2	_AT	_Template_AT ERROR	#REF!	NOMBRE CORRECTO	No se ha encontrado la plantilla seleccionada
Prueba de crear instalacion_2	_AT	_Template_AT	-	NOMBRE CORRECTO	Faltan los campos: NOMBRE

Ilustración 15. Excell generado por GMAO. Fuente: Elecnor.

Este proceso es muy útil para realizar una carga masiva de activos que posean las instalaciones a mantener.

4.4. Activos

Tras acceder desde un contrato a los activos que tiene asignados, se accede a un nuevo listado en el cual se muestran dichos activos con su nombre, su etiqueta y las fechas de creación y de modificación.

8 Activos

NOMBRE	MARCA	MODELO	Nº. SERIE	FECHA DE CREACIÓN	FECHA DE ACTUALIZACIÓN	ACCIONES
Cuadro electrico secundario	-	-	-	17-06-2019	17-06-2019	[icon]
Activo Prueba Prueba Informe BT Madrid 1	-	-	-	06-03-2019	06-03-2019	[icon]
Madrid 1	-	-	-	19-02-2019	19-02-2019	[icon]
cs prueba 4 informe bt	-	-	-	18-11-2018	18-11-2018	[icon]
CS prueba 3 madrid	-	-	-	18-11-2018	18-11-2018	[icon]
CUADRO PRUEBA PLANTILLA BT	-	-	-	18-11-2018	18-11-2018	[icon]
Cuadro de Recepción	-	-	-	02-10-2018	02-10-2018	[icon]
CGBT	-	-	-	02-10-2018	02-10-2018	[icon]

Ilustración 17. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

INFORMACIÓN GENERAL

Nombre: Cuadro electrico secundario Nº. serie: [input]

Marca: [input] Modelo: [input]

CAMPOS ADICIONALES

Altura: 25m

Estado: Apagado

Campo 3: Indicar el nombre

Campo 4: Indicar el nombre

Campo 5: Indicar el nombre

PLANTILLA ASIGNADA

Plantilla asignada: Template BT

Ilustración 16. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



Para crear o editar un activo ya existente, se precargan las plantillas asignadas a nuestro centro y relacionadas con el contrato al que se ha accedido y así se puede relacionar el activo con estas plantillas. Además de mostrar la información del listado, se muestra una imagen o un elemento que nos permita subir imágenes y un desplegable con los campos adicionales (cargados desde la importación o generados a manos). Cada nombre y cada atributo son únicos para cada activo.

Al seleccionar una plantilla se cargan las secciones principales de dicha plantilla para poder indicar desde la pantalla cuantas repeticiones por defecto tienen que tener, tanto en el informe como en la APP. Las secciones de tipo matriz, ya muestran la cantidad de columnas o filas que va a tener en el informe y no se pueden editar.

4.5. Contratos

Listado de los contratos propios y genéricos de todos los centros de GMAO (“AT”, “BT”, “OTROS”, “CLIMATIZACIÓN” y “PCI”), en el cual sale la cantidad de plantillas relacionadas (por centro) para cada contrato y a qué centro pertenece cada uno. Para contratos propios, desde el panel de edición, se puede modificar su nombre y poder acceder a las propias plantillas.

CONTRATO	Nº DE PLANTILLAS	CENTRO DE TRABAJO	ACCIONES
AT	5	-	[Editar]
BT	9	-	[Editar]
OTROS	11	-	[Editar]
CLIMATIZACIÓN	64	-	[Editar]
GRUPO ELECTRÓGENO	0	502 - MTO. PART. MADRID	[Editar] [Eliminar]
PCI	3	-	[Editar]
FOTOVOLTAICA	2	570 - BALEARES	[Editar] [Eliminar]
CÁMARAS FRIGORÍFICAS	1	502 - MTO. PART. MADRID	[Editar] [Eliminar]
TORRES MEGA AEROPORTUARIAS	1	570 - BALEARES	[Editar] [Eliminar]
cctv	0	502 - MTO. PART. MADRID	[Editar] [Eliminar]

Ilustración 18. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

4.6. OTS

4.6.1. Listado

The screenshot shows the GMAO/OTS application interface. On the left is a navigation menu with options like 'Gestión de Permisos', 'Estadísticas', 'Obras', 'Contratos', 'OTS', 'Plantillas', 'Recursos', 'Planificador', and 'Ubicación'. The main area displays the 'OTS' section with various filters and a table of work orders.

FILTROS

- Centros de trabajo: 2 centro(s) marcado(s)
- Obras: Escribe el nombre o el número
- Instalaciones: Debes elegir una obra antes
- Contratos: TORRES MEGA AEROPORTUARIAS
- Tipos: Todos
- Estado OTs: Todos
- Actividades: Seleccionar actividad(es)
- Brigadas: Selecciona brigada
- Trabajadores: Trabajadores
- Fecha inicial: Seleccionar
- Fecha final: Seleccionar

TOTAL: 2 OTS NO: 1 EN: 1

Nº DE OT	OBRA	DESCRIPCIÓN TAREA	TIPO	ESTADO	CONTRATO	BRIGADA	ENCARGADO	ACTIVIDAD	ACCIONES
08300	MTD. TORRES MEGA AEROPUE	MTD ANUAL	Correctivo	No especificada	TORRES MEGA AEROPORTUARIAS	-	-	-	
10252	08300 - MTD. TORRES MEGA AEROPUE	Reparación 1	Incidencia	En progreso	TORRES MEGA AEROPORTUARIAS	PRUEBAS	-	-	

Page 10 of 25

Ilustración 19. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

En esta pantalla se muestran todas las órdenes de trabajo relacionadas con los centros y con la posibilidad de filtrarlas por diferentes campos.

Debajo de los filtros, se encuentran unos contadores de los totales de las OTs dependiendo de su estado, además de un contador del total, para poder ver de manera rápida, sin ir a estadísticas y pudiendo filtrar por muchos más filtros, la situación de las órdenes de nuestros centros.

En el propio listado se encuentran cada una de las OTs ordenadas inicialmente por fecha de creación y para cada orden se muestra: un selector para la selección múltiple de OTs, un identificador único, la instalación asignada, el activo, el centro de trabajo (si el usuario tiene varios centros), la descripción, el tipo, el estado, el contrato, el tipo de revisión, la fecha inicial de programación, la duración y la fecha final. Finalmente hay unas acciones para cada orden como ver el detalle, eliminarla o poder acceder a la semana en el planificador.

La multiselección de OTs sirve para poder eliminar varias órdenes a la misma vez y se podrá reprogramar en bloque, cambiando de recurso asignado o la fecha de inicio.

4.6.2. Plan de mantenimiento anual

Otro modal en el cual dada una fecha de inicio y una fecha de fin y los filtros aplicados al listado, generará un fichero Excel donde cada columna es un mes y cada fila una OT y agrupadas por activo. Para cada OT se puede ver su identificador, la fecha de inicio y las periodicidades de ésta, además de estar coloreadas por su estado.

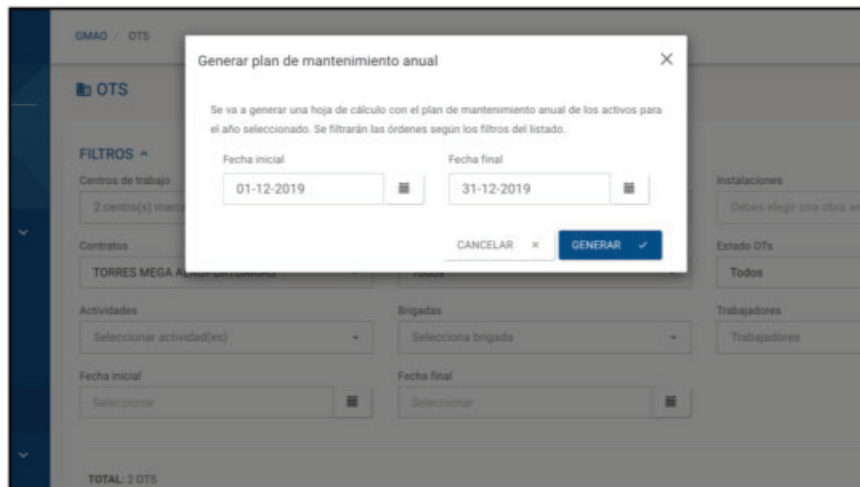


Ilustración 20. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Filtros aplicados: Desde: 30-09-2019 Hasta: 11-12-2019			
ACTIVO	SEPTIEMBRE '19	OCTUBRE '19	NOVIEMBRE '19
0001A V.R.V. DAIKIN REYQ112T7Y1B nº serie:2500558 R-		10473 - 28/10/19 - M	10472 - 28/11/19 - M
0002A V.R.V. DAIKIN REYQ112T7Y1B nº serie:2500513 R-		10498 - 28/10/19 - M	10497 - 28/11/19 - M
MITSUBISHI ELECTRIC PUHZ-RP125VAP (CLIMATIZACIÓN)	21045 - 30/09/19 - T,S 21041 - 30/09/19 - T,S 21037 - 30/09/19 - T,S		
MITSUBISHI ELECTRIC SRC352D-S N/S 457711474	21049 - 30/09/19 - T,S		
MITSUBISHI ELECTRIC SUZKA50VA3 N/S 2Y903002	21053 - 30/09/19 - T,S		
OTROS (OTROS)		22075 - 29/10/19	
PLANTA ALTA (PCI)		7463 - 21/10/19 - T,S,A 7581 - 23/10/19 - T,S,A	7577 - 13/11/19 - T,S,A
Revisión Alta Tensión Anual (OTROS)			
Revisión Baja Tensión Anual (OTROS)			
SANYO SAP-CR18BEHS N/S 85208633 (CLIMATIZACIÓN)	21057 - 30/09/19 - T,S		
Vaso Expansión Circuito Calor (CLIMATIZACIÓN)		8329 - 25/10/19 - M	8328 - 25/11/19 - M

Ilustración 21. Excell generado por GMAO. Fuente: Elecnor.

4.6.3. Exportar órdenes

Otro modal en el utilizando filtros aplicados al listado, generará un fichero Excel de exportación de todas las OTs que cumplen los filtros y para cada una muestra las columnas que se tenían marcadas en el mismo listado. Un elemento muy útil para llevar un control del mantenimiento, de los mantenimientos que están hechos y los que quedan por hacer.

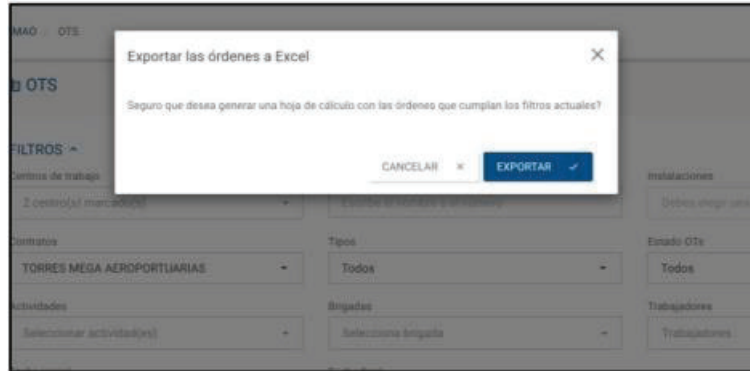


Ilustración 22. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Filtros aplicados: , Contrato: CÁMARAS FRIGORÍFICAS							
Número	Descripción	Tipo	Estado	Contrato	Brigada	Encargado	
20827	Preventivo	Preventivo	Ejecutada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20826	Preventivo	Preventivo	No ejecutada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20825	Preventivo	Preventivo	No ejecutada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20824	Preventivo	Preventivo	Programada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20823	Preventivo	Preventivo	Ejecutada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20822	Preventivo	Preventivo	No ejecutada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20821	Preventivo	Preventivo	No ejecutada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20820	Preventivo	Preventivo	Programada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20819	Preventivo	Preventivo	Ejecutada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20818	Preventivo	Preventivo	No ejecutada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20817	Preventivo	Preventivo	No ejecutada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20816	Preventivo	Preventivo	Programada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20815	Preventivo	Preventivo	Ejecutada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20814	Preventivo	Preventivo	No ejecutada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20813	Preventivo	Preventivo	No ejecutada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		
20812	Preventivo	Preventivo	Programada	CÁMARAS FRIGORÍFICA	David Lopez		

Ilustración 23. Excell generado por GMAO. Fuente: Elecnor.

4.6.4. Reprogramar en bloque

El botón de reprogramar OTs en bloque, solo está visible si hay alguna OT marcada con el check del inicio de la fila. Este botón genera otro modal para poder cambiar los datos de las OTs marcadas, más concretamente se puede cambiar la asignación de éstas, la fecha de inicio y la duración de éstas.

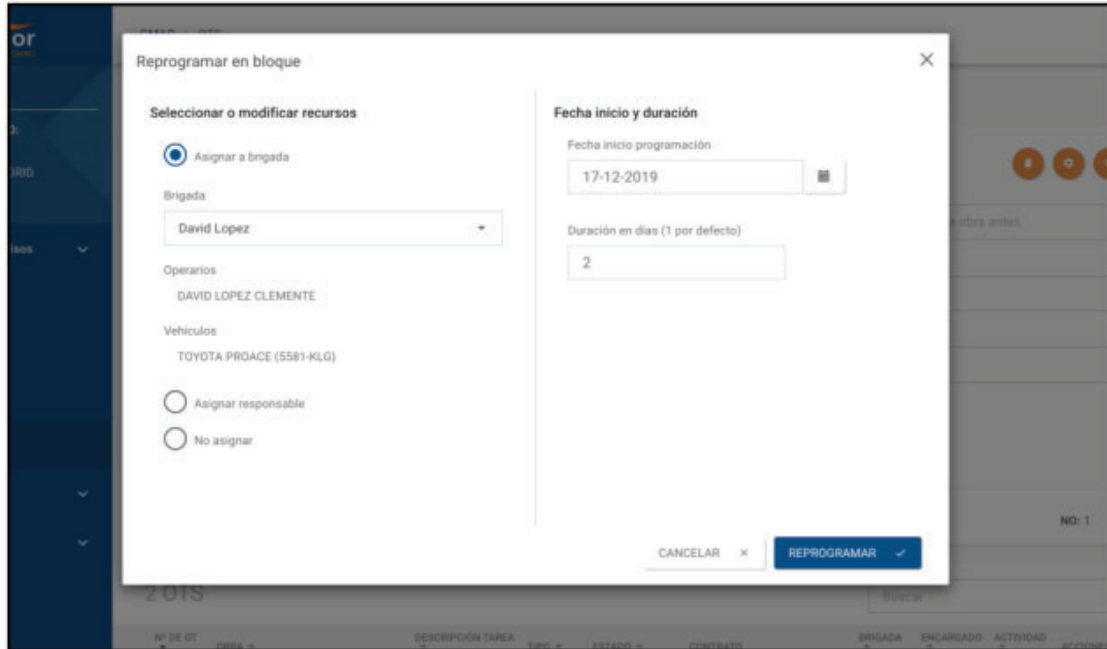


Ilustración 24. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

4.6.5. Crear OTs

Al pulsar el botón de crear una OT en el parte inferior de la pantalla anterior, aparece un panel en la izquierda para poder rellenar los datos básicos.

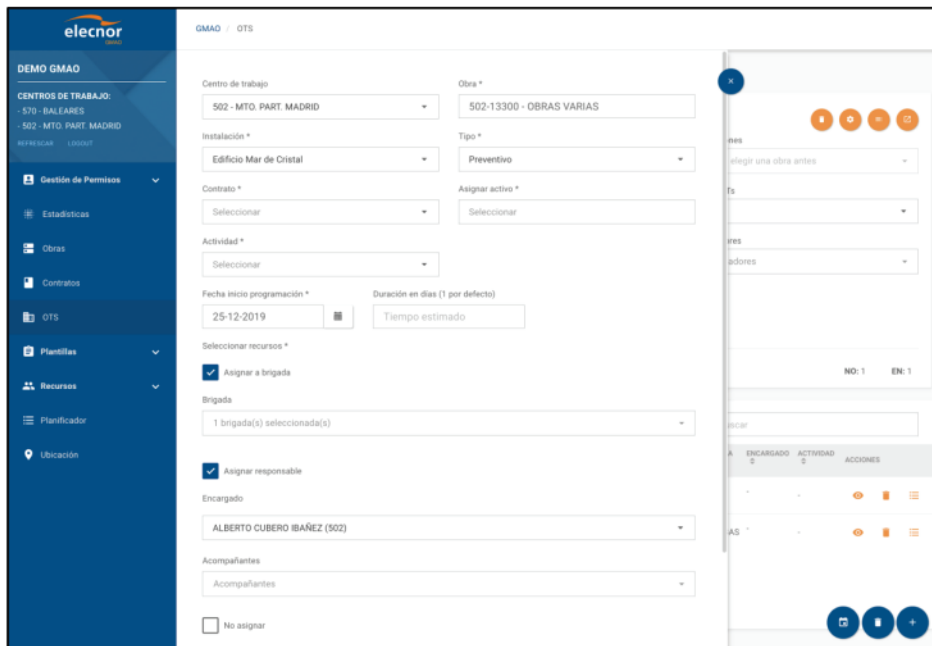


Ilustración 25. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



Tras elegir el centro, si procede, se debe seleccionar la obra, como en los filtros, se busca por nombre o número y a continuación la instalación. Al seleccionar el tipo de OT, se mostrarán ciertos campos que dependen del tipo asignado, por ejemplo una OT de tipo incidencia no mostrará el campo fecha de inicio, o una OT de tipo informe cero no mostrará el activo. El campo duración en días equivale a los días que esa OT se mostrará en el planificador y los días que le aparecerá al operario en la APP para poder ejecutarla. La actividad sirve para poder filtrar de manera más ágil el listado de OTs.

La pantalla más compleja es la OT de tipo preventivo, la cual necesita de la fecha de inicio de programación y la fecha de fin de programación para poder crear varias órdenes dependiendo de las periodicidades del activo. A diferencia del resto de tipos que únicamente se puede elegir un tipo de recurso (brigada, responsable y acompañantes o sin asignar), en las de tipo preventivo, se puede elegir o no asignar nada o varias brigadas y/o poder asignar un responsable y varios acompañantes.

El campo activo, determina a que activo se asignará la orden de trabajo. Se pueden seleccionar uno o varios activos, esto generará para cada activo, el conjunto de OTs que le correspondan, en función de la fecha de inicio, la fecha de fin y las periodicidades de la plantilla asociada.

La asignación de la plantilla a la nueva orden creada se hará dependiendo del tipo que se le haya indicado:

- Correctivo o incidencia: La única diferencia entre estos dos tipos es que a correctivo se le asigna una fecha de inicio mientras que la incidencia se genera para el día en que se haya creado. La plantilla asignada es la genérica de "Incidencia".
- Informe cero: La característica principal de este tipo es la no asignación de activo, como ya se ha dicho antes, por lo tanto, la plantilla asignada también es otra genérica, la plantilla de "informe cero".
- Preventivo: El tipo más completo, la asignación de plantilla de este tipo dependerá de los activos asignados, que como ya se ha visto, al generar un activo se le asigna la plantilla y las repeticiones de las secciones padre.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



4.6.6. OTs pendiente de revisión.

Los usuarios con perfil de cliente pueden reportar incidencias en GMAO. Dichas incidencias aparecen en el sistema con el estado de Pendiente. Una orden en este estado requiere de la revisión de un usuario con permisos de edición de ordenes de trabajo.

Para revisar una orden de trabajo, se debe seleccionar la opción A, tal y como se puede ver en la imagen anterior. Aparecerá un dialogo que permitirá introducir los campos que faltan por configurar en la orden y permitirá asignar a una brigada/operario.

The screenshot shows the GMAO system interface. On the left is a navigation menu with the 'elecnor' logo and various options like 'Operario GMAO', 'Gestión de Permisos', 'Personal', 'Estadísticas', 'Obras', 'Contratos', 'OTs', 'Plantillas', 'Recursos', 'Planificador', and 'Ubicación'. The main area is titled 'GMAO / OTS' and contains a 'FILTROS' section with various search criteria like 'Centros de trabajo', 'Contratos', 'Actividades', 'Trabajadores', 'Obras', 'Tipos', 'Prioridades', 'Fecha inicial', and 'Fecha final'. Below the filters, it shows 'TOTAL: 1 OTS'. A table below displays one OT with the following details:

Nº DE OT	OBRA	INSTALACIÓN	ACTIVO	C.P.	DESCRIPCIÓN TABLA	TIPO	ESTADO	CONTRATO	TIPO DE REVISIÓN	FECHA INICIAL	FECHA BRACÓN	FECHA EPIAL	BRIGADA	ENCARGADO	ACTIVIDAD	ACCIONES
13300 - 23063	OBRAS VARIAS	Edificio Mir de Cristal	Cristal	SE2 - MTD. PART. MADRID	Existe una fuga de agua.	Incidente	Pendiente	OT	-	25-10-2019	25-10-2019	25-10-2019	-	-	-	Fontanero

The 'ESTADO' column for this OT is highlighted with a yellow circle and the word 'Pendiente'. To the right of the table, there is a search bar and a button labeled 'A' with a plus sign, indicating an action to be taken on the selected OT.

Ilustración 26. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

N° de OT	OBRAS	VARIAS	Edificio Mar de Cristal	CT Mar de Cristal	502 - MTD	PARR. MADRID	Existencia	Incidencia	Estado	Contrato	AT	25-10-2019	1	25-10-2019	Brigada	Encargado	Actividad	Acciones
13300																		
23563	OBRAS	VARIAS	Edificio Mar de Cristal	CT Mar de Cristal	502 - MTD	PARR. MADRID	Existencia	Incidencia	Reservado	AT		25-10-2019	1	25-10-2019			Fontanería	

Ilustración 27. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Una vez que la orden ha sido revisada podrá ser re-planificada si es necesario y ejecutarla.

4.6.7. Detalles de OT

Al darle al botón del ojo en el listado de pantalla, se accede al detalle de la orden seleccionada donde se muestran los datos genéricos de la OT, los detalles del activo asignado (en el caso de que tenga), los recursos asignados y la posibilidad de modificarlos y finalmente la información de la obra y la instalación asignada.

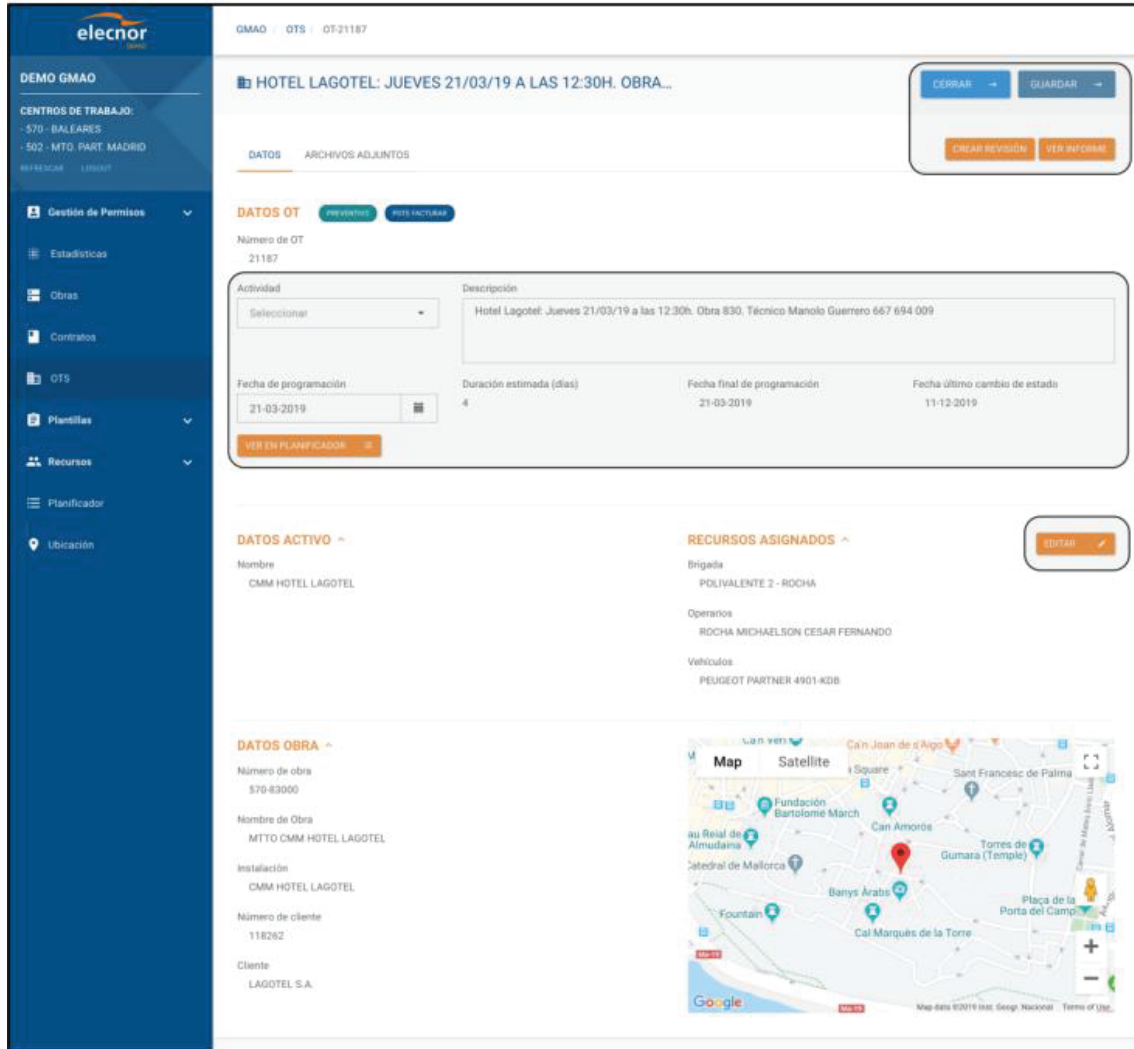


Ilustración 28. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Desde este detalle se permite:

- La opción de poder modificar y guardar tanto la fecha de programación como la duración estimada de las órdenes que no hayan sido ya validadas;
- Acceder al planificador para la fecha de programación y la brigada;
- Cambiar el estado:
 - o Si está ejecutada se puede validar.
 - o Si está validada, actualizar el estado a “Pendiente de facturar” o “Cerrada”.
 - o Si está pendiente de facturar se puede cerrar.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



- Poder modificar los recursos asignados a la orden, como en la pantalla de crear, se puede asignar una brigada, un responsable o desasignar el actual.

Como en la pantalla de obra, en el detalle de la orden también se pueden descargar archivos adjuntos relacionados con esta, además de los informes ya descritos.

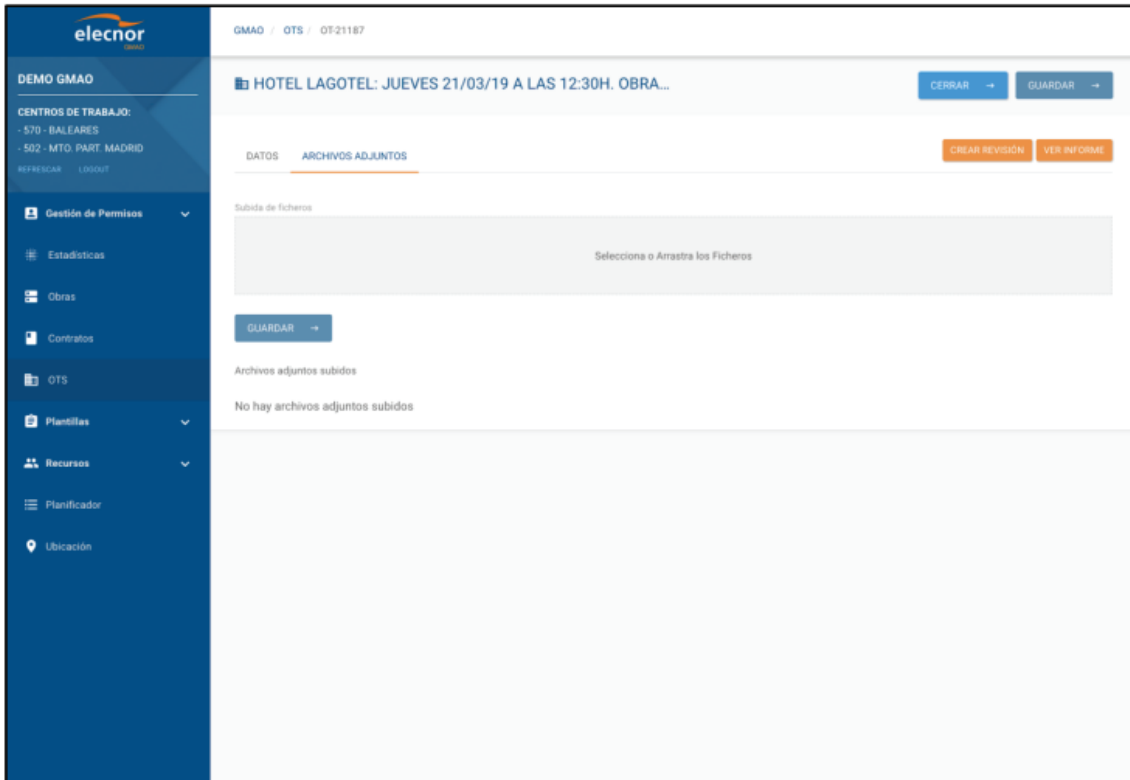


Ilustración 29. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Además, desde el detalle de Obra se puede Asignar la OT:

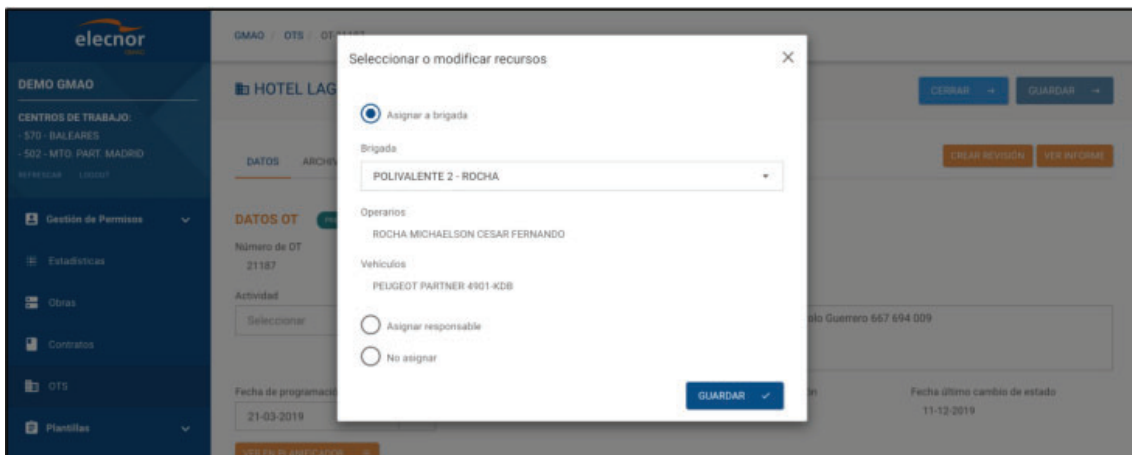


Ilustración 30. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Otra de las acciones de la pantalla del detalle de OT es poder ver o editar los informes y las revisiones de ésta. Para una nueva orden se puede empezar el informe y de esta manera el responsable desde la APP ya puede tener pre-rellenado su informe. Cuando ese encargado ejecuta y finaliza la orden, desde la web ya no se puede editar el informe final, únicamente se puede ver en la web o descargarlo en pdf. En ese momento, el usuario de la web puede crear una revisión del informe para poder modificar las respuestas del informe original.

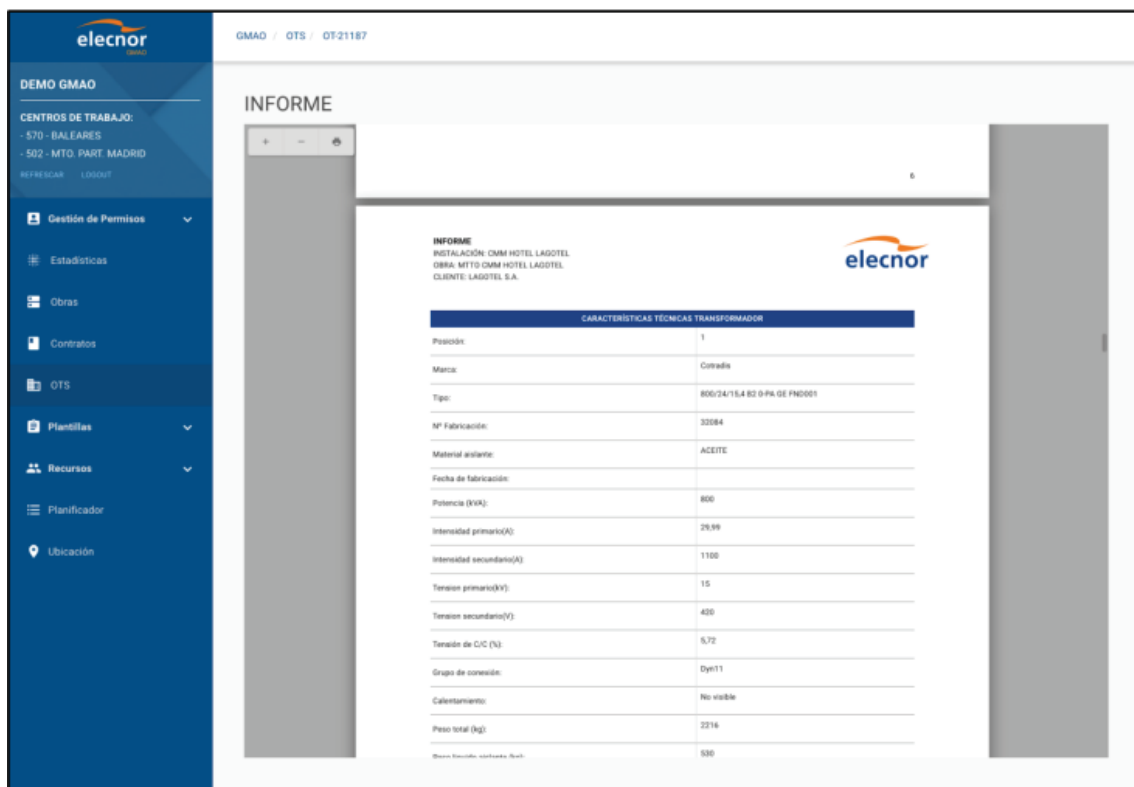


Ilustración 31. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Como en la pantalla de obra, en el detalle de la orden también se pueden asignar y descargar archivos adjuntos relacionados con esta, además de los informes ya descritos.

4.7. Plantillas

4.7.1. Listado de plantillas

En el listado de las plantillas encontramos las plantillas propias y las genéricas de todos los centros de GMAO. Para cada plantilla se muestra tanto el logo, como el título, la descripción, el contrato y la fecha de modificación. Como en todas las pantallas, en el



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



caso que el usuario esté relacionado con más de un centro de trabajo, aparece un selector en parte superior de la pantalla, por si quiere filtrar las plantillas dependiendo de los centros relacionados.

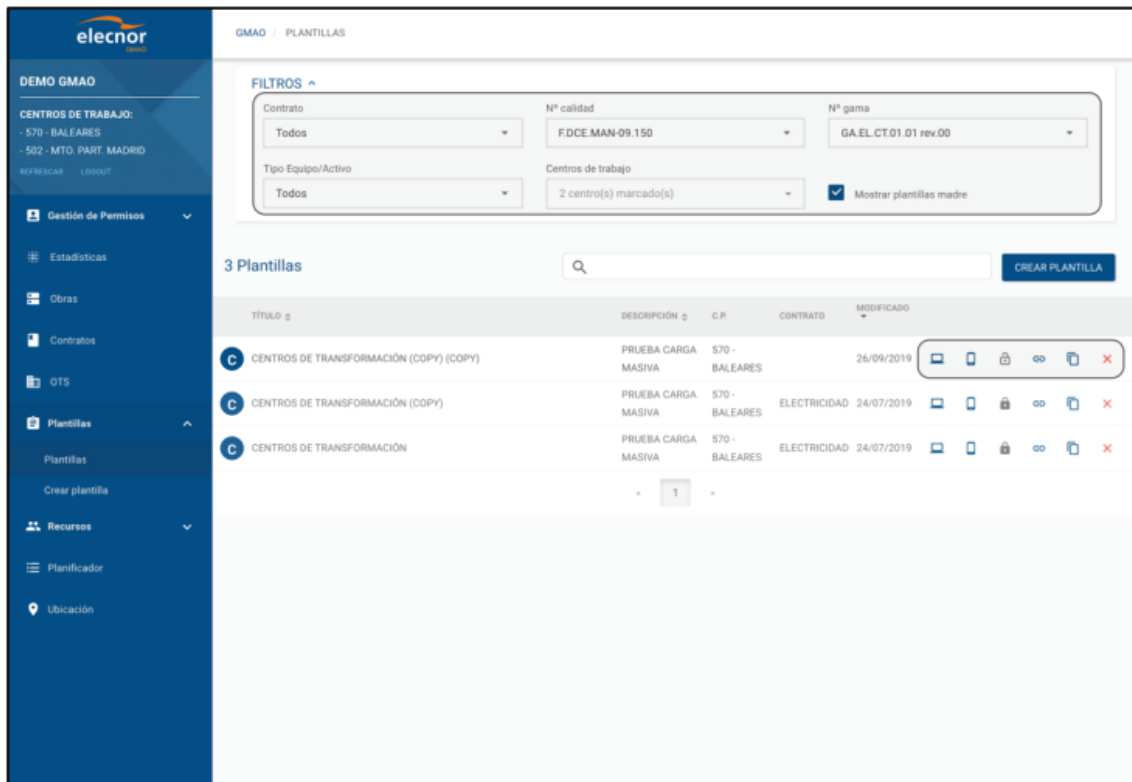


Ilustración 32. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Sobre cada plantilla se pueden realizar varias acciones:

- Previsualizar la plantilla con el formato de la web, como se vería el informe a la hora de rellenarlo o de imprimirlo:



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.

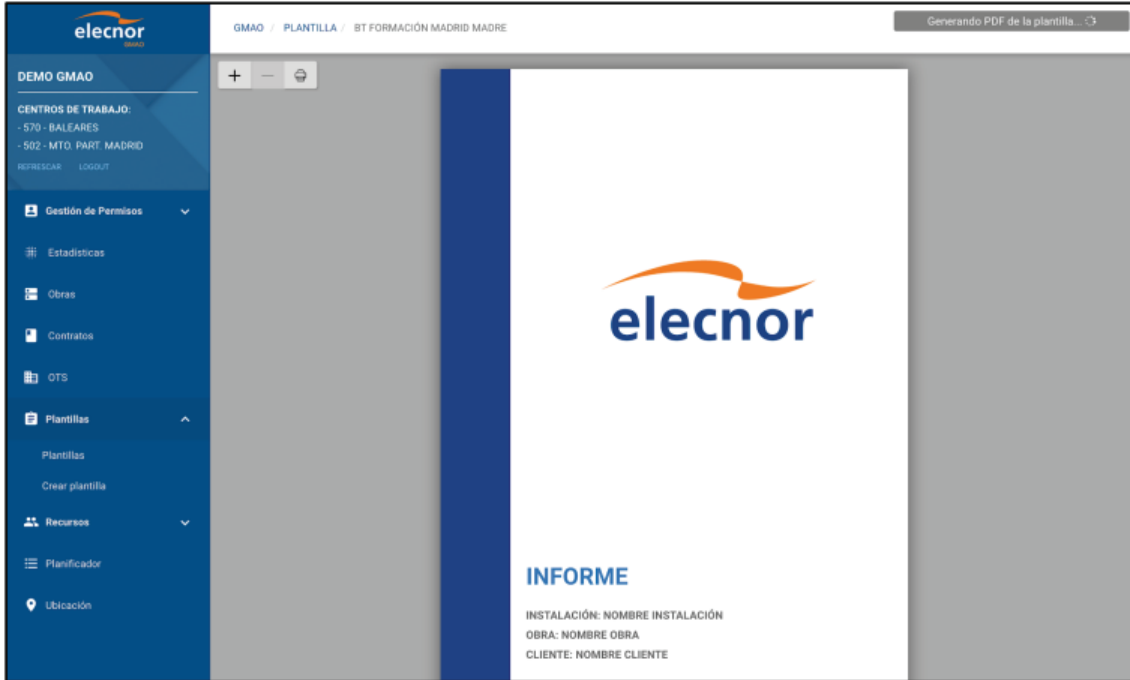


Ilustración 33. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

- Previsualizar la plantilla con el formato de la APP, aparece un modal con las secciones, subsecciones, preguntas y respuestas, tal y como lo vería el operario que realiza el mantenimiento en su dispositivo móvil:

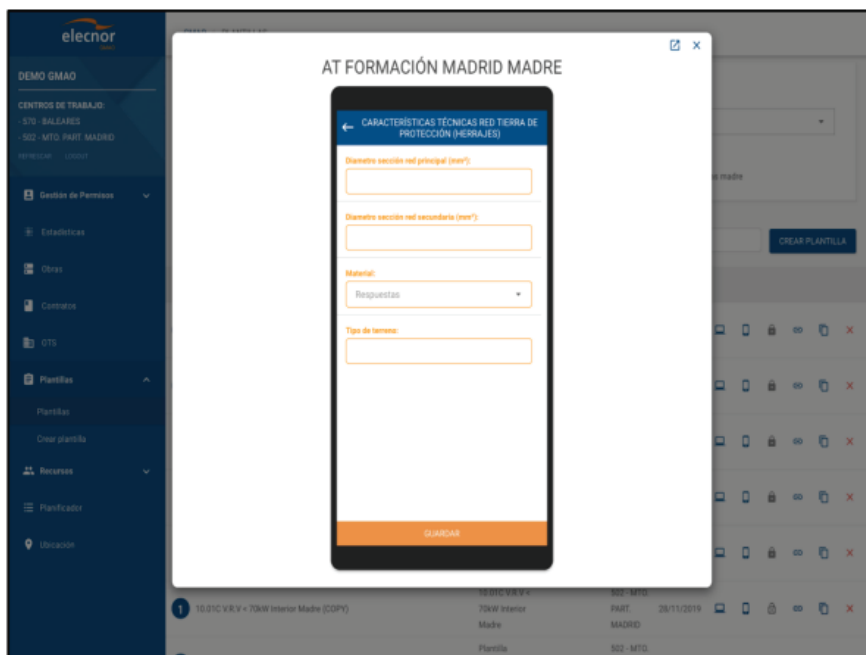


Ilustración 34. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



- Bloquear plantilla: Al bloquear una plantilla, hay que indicar el contrato al cual se quiere asignar, a no ser que sea una plantilla versionada que ya tiene un contrato previo. Al bloquearla y haberle asignado un contrato, ya se pueden crear activos con esta nueva plantilla y a su vez, crear OTs con estos activos. Bloquear una plantilla implica que no se podrá modificar la estructura de esta, solo se podrán modificar los títulos de las secciones y las preguntas.
- Versionar plantilla: Se duplica todo el contenido de la plantilla a una nueva plantilla, sobre la cual no se podrá modificar el centro de trabajo ni el contrato asignado. Sirve para poder crear una nueva versión de una plantilla existente. Al bloquear una plantilla versionada, tanto los activos como las OTs relacionadas con esta plantilla se modificarán y pasarán a utilizar la nueva versión.
- Duplicar plantilla: Igual que al vincular, se duplica todo el contenido de la plantilla a una nueva plantilla, sobre la cual sí que se podrá modificar el centro de trabajo y el contrato asignado. Sirve cuando se quiere únicamente el contenido y no el contexto de ésta.
- Eliminar una plantilla, excepto las propias de GMAO.

4.7.2. Crear plantilla

La pantalla de creación se basa en ofrecer a los usuarios en poder generar plantillas que se van a usar tanto en la generación de informes como en la visualización en la APP. Para ello una plantilla se compone por: una información básica como nombre, avatar o descripción y una o más secciones con sus atributos que explicaremos más adelante y un contenido que puede ser un conjunto de nuevas preguntas o de subsecciones, que a su vez contienen preguntas. Existen 6 tipos de secciones y 9 formatos de preguntas, descritos a continuación, que lo que hacen es cambiar el formato de la APP y del visor. Además de la información básica, si el usuario tiene varios centros asignados, aparece un selector para modificar el centro de uso de la plantilla. También campos para poder indicar el número de calidad, el número de gama y el tipo de activo.

Además de la información básica, si el usuario tiene varios centros asignados, aparece un selector para modificar el centro de uso de la plantilla. También campos para poder indicar el número de calidad, el número de gama y el tipo de activo.

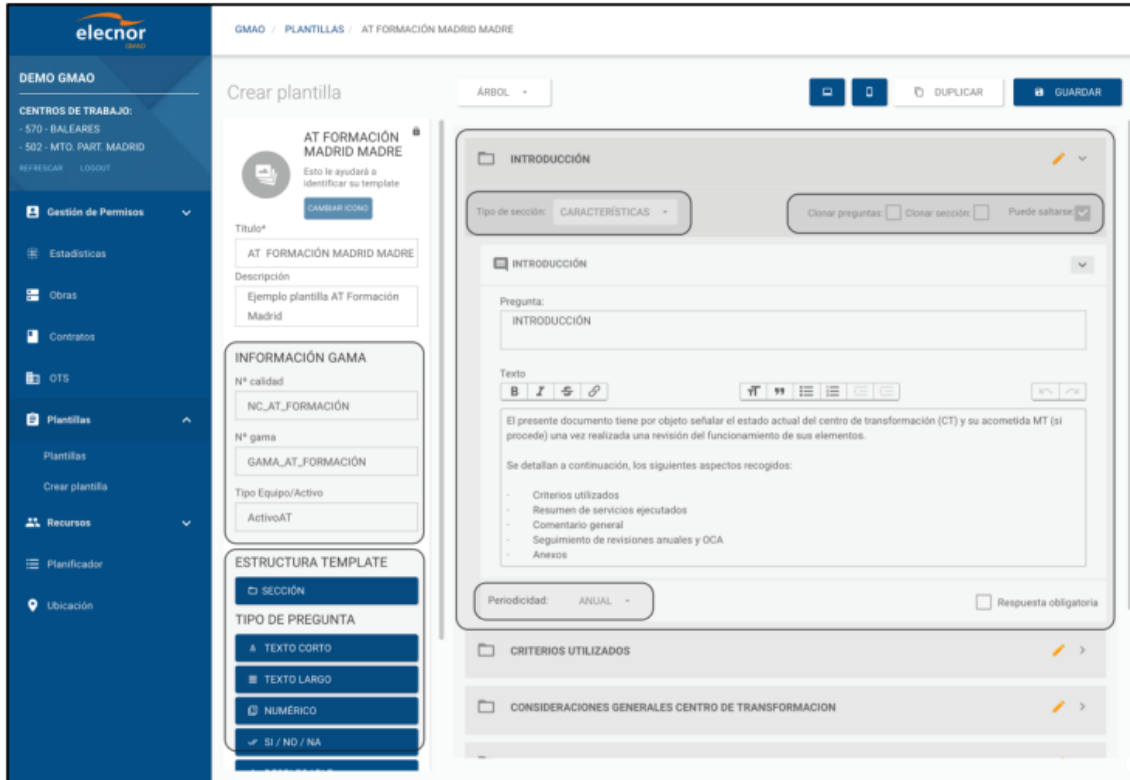


Ilustración 35. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Aparte de los campos básicos de la plantilla, existen otros campos para el control de calidad, la gama y el tipo de equipo/activo y si el usuario tiene más un centro asignado, aparece el selector de centro.

4.8. Recursos

4.8.1. Brigadas

Esta pantalla de mantenimiento de brigadas sirve para poder listar las brigadas de los centros relacionados con el usuario y poder crear, editar o eliminarlas. En el listado aparece el nombre de la brigada, los componentes, los vehículos asignados y si procede, el centro al que pertenece.

DEMO GMAO

CENTROS DE TRABAJO:
- 570 - BALEARES
- 502 - MTO. PART. MADRID

REFRESCAR LOGOUT

Gestión de Permisos
Estadísticas
Obras
Contratos
OTs
Plantillas
Recursos
Brigadas
Personal
Vehículos
Vacaciones y guardias
Planificador
Ubicación

GMAO / RECURSOS / BRIGADAS

Brigadas

13 Brigadas

1 centro(s) marcado(s)

an

NOMBRE	COMPONENTES	VEHICULOS	CENTRO DE TRABAJO	ACCIONES
ROBERTO RODRIGUEZ HERNANDEZ	ROBERTO RODRIGUEZ HERNANDEZ y ningún operario	Ningún vehículo	502 - MTO. PART. MADRID	
Nicolae Stefan Duca	NICOLAE STEFAN DUCA y ningún operario	Ningún vehículo	502 - MTO. PART. MADRID	
Constantin ...	CONSTANTIN ... NICOLAE CONSTANTIN y ningún operario	Ningún vehículo	502 - MTO. PART. MADRID	
MANTENIMIENTO TÉCNICAS	Sin jefe asignado y un operario más	Ningún vehículo	570 - BALEARES	
Martinez Moya	Nadie asignado	Un vehículo	502 - MTO. PART. MADRID	
Ignacio Hernandez	IGNACIO HERNANDEZ FERNANDEZ y ningún operario	Ningún vehículo	502 - MTO. PART. MADRID	
Francisco Sanz	FRANCISCO JOSE SANZ ROJAS y ningún operario	Ningún vehículo	502 - MTO. PART. MADRID	
Francisco Javier Garcia	FRANCISCO JAVIE GARCIA NAVARRO y ningún operario	Ningún vehículo	502 - MTO. PART. MADRID	
FRANCISCO ALCANTARA	Nadie asignado	Ningún vehículo	502 - MTO. PART. MADRID	
CLIMA MAÑANAS	ANTONIO FERRAGUT ECHEVARRIA y un operario más	Un vehículo	570 - BALEARES	

10 25 50 100

1 2

+

Ilustración 36. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Al crear o editar la brigada los campos que se pueden modificar son:

- El centro de trabajo, en el caso que el usuario tenga varios centros asignados.
- El nombre de la brigada.
- El jefe de la brigada, que será el usuario encargado de ejecutar las OTs asignadas a la brigada.
- Los operarios, los acompañantes del jefe.
- Los vehículos.

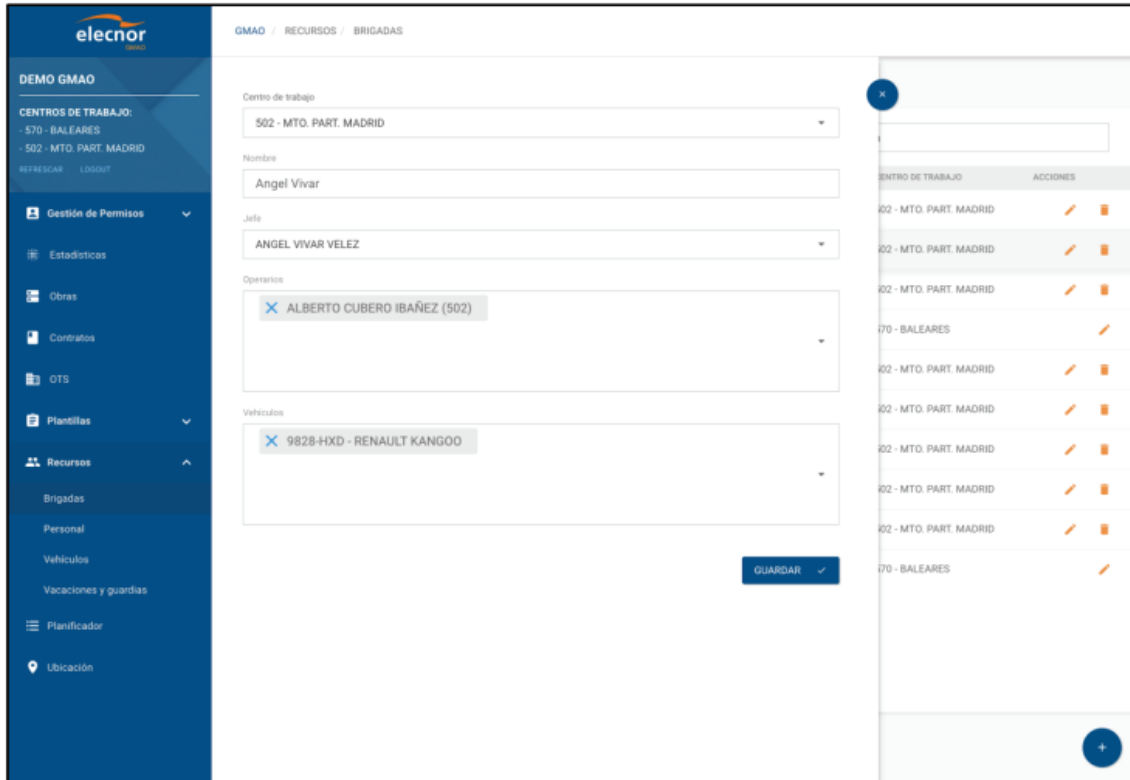


Ilustración 37. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

4.8.2. Personal

Pantalla únicamente de lectura de los trabajadores asociados a cada centro de trabajo. Estos trabajadores han sido importados desde GAO, con la información de NIF, nombre, apellido, perfil y email. Como en el resto de pantallas, si el usuario tiene varios centros asignados, se muestra un filtro extra para poder filtrar por centro y una columna adicional con el centro del trabajador. Para cada trabajador se puede acceder a sus ausencias (vacaciones, guardias y bajas).



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



The screenshot shows the 'Personal' section of the GMAO software. It features a table with 8 workers, each with a row of buttons for actions like 'OPINAR', 'Baja laboral', and 'Vacaciones'. A search filter 'angel' is applied, and a pagination bar shows 25 items per page.

NIF	NOMBRE	APELLIDOS	PERFIL	EMAIL	CENTRO DE TRABAJO	ACCIONES
70738092M	ANGEL	VIVAR VELEZ	OPINAR	angel.vivar@elecnor.es	502 - MTO. PART. MADRID	[Icon]
07468757J	ANGEL	MENESES BENITO	Baja laboral	angel.meneses@elecnor.es	502 - MTO. PART. MADRID	[Icon]
05362462N	ANGEL LUIS	QUIÑONES GARCIA	OPINAR	alquiones@elecnor.es	502 - MTO. PART. MADRID	[Icon]
43069195Q	JOSE ANGEL	BEUNZA ARQUELLES	OPINAR	jabeunza@elecnor.es	570 - BALEARES	[Icon]
02879432Q	MIGUEL ANGEL	CASTRILLO GARCIA	OPINAR	miguel.castrillo@elecnor.es	502 - MTO. PART. MADRID	[Icon]
51670659D	MIGUEL ANGEL	GARRIDO GOMEZ	OPINAR	miguelangel.garrido@elecnor.es	502 - MTO. PART. MADRID	[Icon]
43061299D	MIGUEL ANGEL	ANGELES PULIDO	OPINAR	maangeles@elecnor.es	570 - BALEARES	[Icon]
30269584C	Mª ANGELES	CABRERA MAQUEDA	Baja laboral	maria.cabrera@elecnor.es	502 - MTO. PART. MADRID	[Icon]

Ilustración 38. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

También tenemos la opción de manejar un listado de las ausencias propias de cada trabajador, indicando la fecha de inicio, la fecha de fin y el tipo de la ausencia. Estas ausencias se ven reflejadas tanto en la pantalla de vacaciones y guardias como en el planificador de personal. Si añadimos una ausencia a un jefe de brigada de tipo “vacaciones” o “baja laboral”, todos los componentes de esa brigada estarán disponibles para poder asignarles trabajos desde el planificador para los mismos días de la ausencia de su jefe.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	TIPO AUSENCIA	ACCIONES
04/04/19	10/04/19	Vacaciones	[Icon]

Ilustración 39. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

4.8.3. Vehículos

Pantalla únicamente de lectura de los vehículos asociados a cada centro de trabajo. Estos vehículos han sido importados desde GAO, con la información de matrícula, marca y modelo. Como en el resto de pantallas, si el usuario tiene varios centros asignados, se muestra un filtro extra para poder filtrar por centro y una columna adicional con el centro del vehículo. Si se ha relacionado el vehículo a una brigada, en el listado aparece su nombre.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



MATRICULA	MARCA	MODELO	BRIGADA	CENTRO DE TRABAJO
9971-HKT	FORD	TRANSIT CONNECT	-	570 - BALEARES
9941-HMK	FORD	TRANSIT	-	502 - MTO. PART. MADRID
9900-HTM	PEUGEOT	PARTNER	-	502 - MTO. PART. MADRID
9855-HXD	RENAULT	KANGOO	-	502 - MTO. PART. MADRID
9831-HXD	RENAULT	KANGOO	-	502 - MTO. PART. MADRID
9828-HXD	RENAULT	KANGOO	Angel Vivar	502 - MTO. PART. MADRID
9820-HXD	RENAULT	KANGOO	-	502 - MTO. PART. MADRID
9811-HXD	RENAULT	KANGOO	-	502 - MTO. PART. MADRID
9786-HXD	RENAULT	KANGOO	-	502 - MTO. PART. MADRID
9768-HXD	RENAULT	KANGOO	-	502 - MTO. PART. MADRID

Ilustración 40. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

4.8.4. Vacaciones y guardias

Pantalla únicamente de lectura en la que se muestran las ausencias de los trabajadores de los centros asignados al usuario para un mes en concreto. El listado de trabajadores se puede filtrar por centro de trabajo, por brigada o por nombre y/o apellidos, además se puede cambiar de mes y de año e indicar el tipo de ausencia que se quiere mostrar.

The screenshot shows the 'Vacaciones y guardias' (Vacations and guards) section of the GMAO demo. It features a sidebar with navigation options like 'Gestión de Permisos', 'Estadísticas', 'Obras', 'Contratos', 'OTS', 'Plantillas', 'Recursos', 'Planificador', and 'Ubicación'. The main area has filters for 'Centros de trabajo' (1 centro(s) marcado(s)), 'Brigadas' (27 Brigadas), 'Personal' (10 Trabajadores), 'Mes' (Abril), 'Año', and 'Vacaciones y guardias' (Todos). Below the filters are buttons for 'Vacaciones', 'Bajas', and 'Guardias', and a 'MES ACTUAL' button. The main display is a calendar for April with columns for days 01-30 and a 'Total vacaciones anuales' column. The calendar shows that Israel Perez Baena has 7 vacation days in April, indicated by green blocks from the 4th to the 10th. Other personnel listed include Aitor Cuesta Gomez, Alberto Cubero Ibanez, Alberto Bryan Molina Ronceros, Alfredo Flores Rodriguez, and Andres Zaragoza.

Ilustración 41. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

4.9. Planificador

Tanto el planificador por órdenes de trabajo (semanal) como el de personal comparten los mismos filtros de tipo de calendario, el año y la semana a buscar y el centro de trabajo, si procede, las brigadas y los trabajadores para filtrar los resultados. Además de compartir también la estructura general de la página:

- Un panel separado por columnas con los días de la semana encabezada por el día en formato español y por filas con las brigadas y los trabajadores o los recursos disponibles.
- En el panel están los botones de adelantar o atrasar una semana y poder acceder de manera rápida a la semana actual.
- Dependiendo de la tabla, dispone de un desplazamiento horizontal para poder situar todos los días.
- Encima del panel, se encuentra una leyenda con los posibles colores de cada elemento: en el caso de órdenes de trabajo, los valores son los estados, y en caso de ser de personal, son el tipo de ausencia que tiene el trabajador.

4.9.1. Semanal

En el planificador semanal se muestran las órdenes de trabajo de la semana filtradas por los campos mencionados previamente. En la primera fila, las OTs que están pendientes de revisar, en la segunda fila las que no tienen ningún recurso asignado y a continuación las que están asignadas a brigadas y trabajadores.

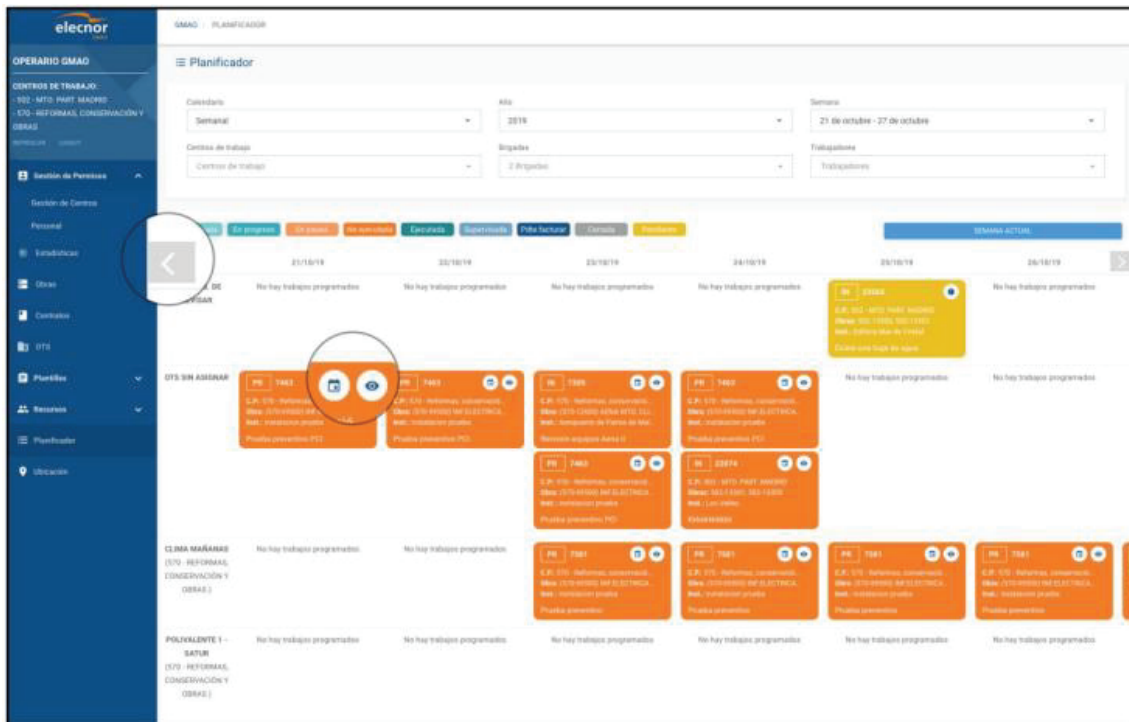


Ilustración 42. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Las órdenes están representadas en cajas en las cuales aparece información útil sobre ella:

En la cabecera se puede ver: el tipo de la OT (mantenimiento preventivo o correctivo), el número de OT y varios botones, uno para reprogramar y otro para acceder al detalle de la OT.

Si se tiene varios centros asignados, se puede ver el C.P de cada OT. Aparece también el número y nombre de la obra y la instalación asignada. Y finalmente, la descripción de la orden.

Además de ser una gran herramienta visual para conocer el estado de la semana, varias acciones son importantes:

- Poder acceder al detalle de cada OT, desde el ojo situado en cada caja.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



- Poder revisar las OTs pendientes y programarlas. Opción disponible, solo en las OTs de la primera fila, seleccionando el icono de revisar, aparecerá el dialogo de revisión de OTs.
- Poder arrastrar por el calendario las OTs de día y de recurso asignado, y así poder reprogramarla de manera rápida, lo que conlleva los siguientes casos:
 - o No se puede mover una OT fuera del planificador ni sobre la misma brigada y el mismo día.
 - o No se puede mover una OT sobre una brigada cuyo jefe de brigada esté de vacaciones.
 - o No se puede mover una OT sobre una brigada externa.
 - o Al mover la OT sobre una brigada o un encargado diferentes y/o una fecha nueva, se volverá a cargar el planificador con la reprogramación de la orden, dicha orden cambiará su estado a programada.

4.10. Ubicación

Esta pantalla ofrece un listado de las órdenes de trabajo propias del día actual, ofreciendo toda la información básica de cada una: número, descripción, tipo, estado, obra, instalación y el recurso asignado (si procede), además de ofrecer la posibilidad de acceder de manera directa al detalle de cada OT. En la parte derecha de la pantalla, si se tienen OTs programadas para el día actual, aparece un mapa con marcadores con la ubicación de cada instalación asignada a las OTs del listado.

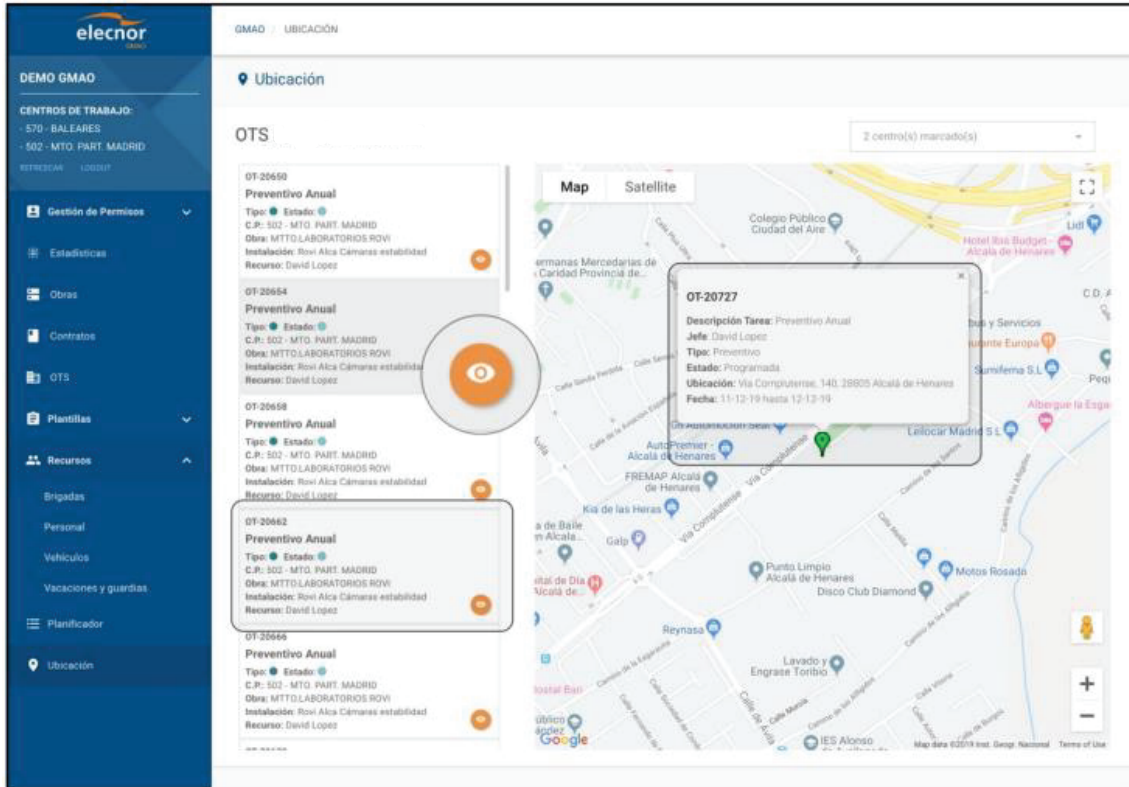


Ilustración 43. Captura de la demo de GMAO. Fuente: Elecnor.

Haciendo click sobre las órdenes del listado de la parte de la izquierda, el mapa se moverá de manera dinámica a la dirección de la instalación de la OT seleccionada y haciendo otro clic sobre el marcador del mapa, mostrará información más detallada como la ubicación exacta y el rango de la fecha de dicha OT.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



CAPÍTULO 5: Resultados y análisis.

5. Resultado y análisis

5.1. Puesta en marcha de GMAO

A continuación, se pasa a usar diariamente el software para el mantenimiento, siguiendo el siguiente modus operandi:

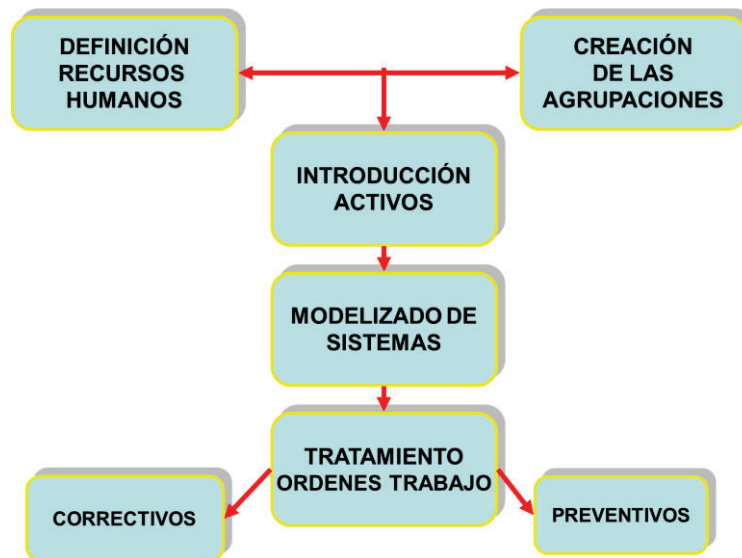


Ilustración 44. Esquema de mantenimiento. Fuente: PRIMA II – Sisteplant

Hay que añadir el personal. Los técnicos de campo se van a agrupar en brigadas de dos personas.

VEHÍCULOS	CENTRO DE TRABAJO	ACCIONES
Ningún vehículo	709 - MTTD - INSTALAC ANDALUCIA ORIEN	[icono]
Ningún vehículo	709 - MTTD - INSTALAC ANDALUCIA ORIEN	[icono]
Ningún vehículo	709 - MTTD - INSTALAC ANDALUCIA ORIEN	[icono]
Ningún vehículo	709 - MTTD - INSTALAC ANDALUCIA ORIEN	[icono]
Ningún vehículo	709 - MTTD - INSTALAC ANDALUCIA ORIEN	[icono]
Ningún vehículo	709 - MTTD - INSTALAC ANDALUCIA ORIEN	[icono]
Un vehículo	709 - MTTD - INSTALAC ANDALUCIA ORIEN	[icono]
Ningún vehículo	709 - MTTD - INSTALAC ANDALUCIA ORIEN	[icono]
Ningún vehículo	709 - MTTD - INSTALAC ANDALUCIA ORIEN	[icono]
Ningún vehículo	709 - MTTD - INSTALAC ANDALUCIA ORIEN	[icono]
Ningún vehículo	709 - MTTD - INSTALAC ANDALUCIA ORIEN	[icono]

Ilustración 45. Captura de añadir brigadas en GMAO. Fuente: Elecnor.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



Se añade el nombre de la brigada, nombrando un jefe de brigada, y el nombre de los operarios junto al vehículo que van a usar con su matrícula.

Las agrupaciones de los activos se basarán según zona geográfica (provincia), según su centro, y según centros de coste (alta tensión, baja tensión, PCI, climatización...).

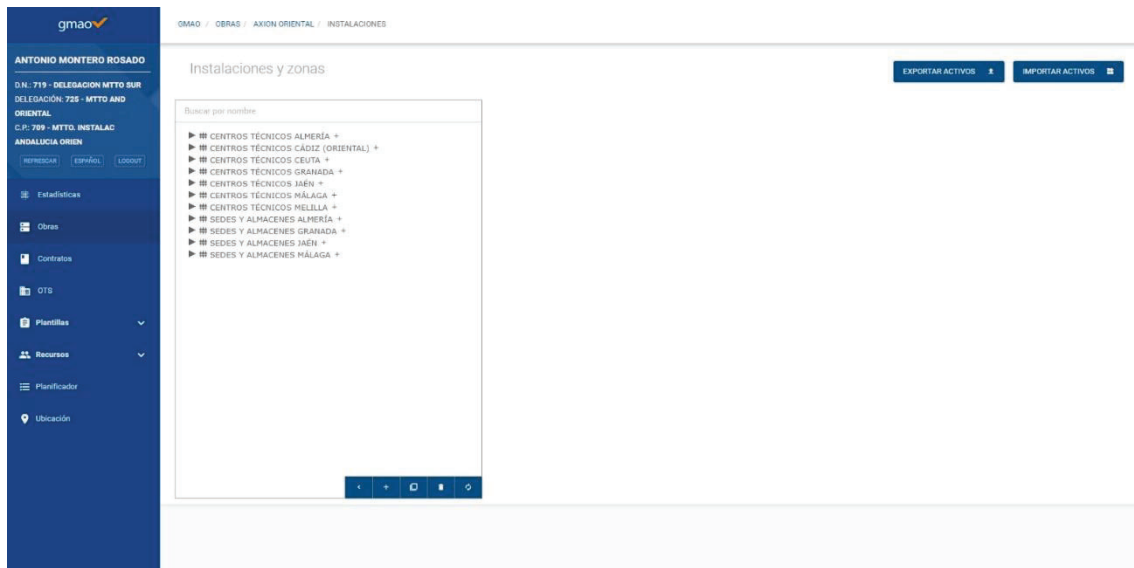


Ilustración 46. Captura del árbol de instalaciones en GMAO. Fuente: Elecnor.

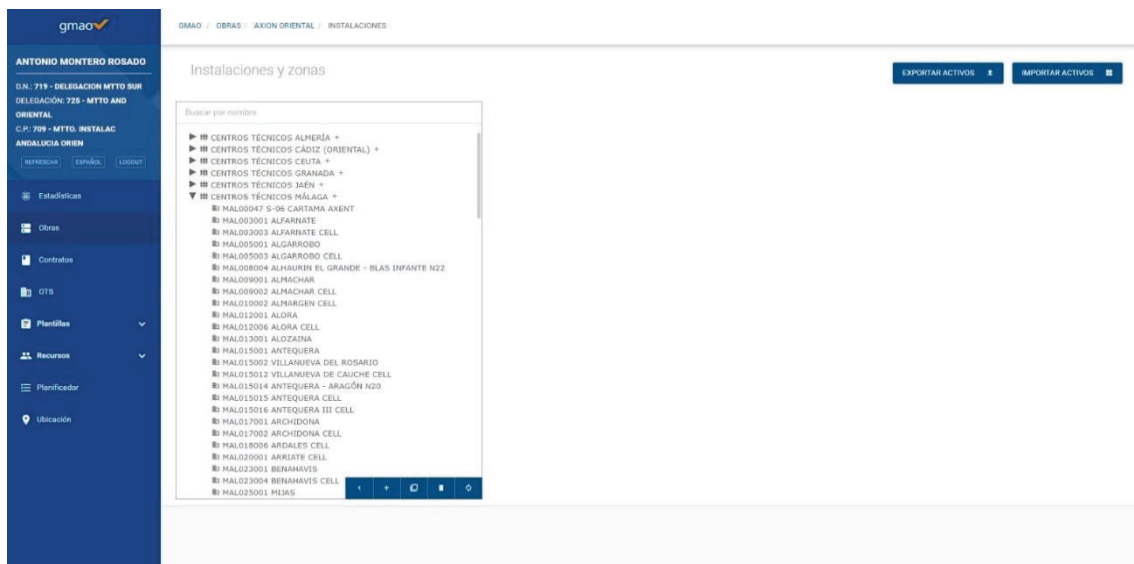


Ilustración 47. Captura del árbol de instalaciones en GMAO. Fuente: Elecnor.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.

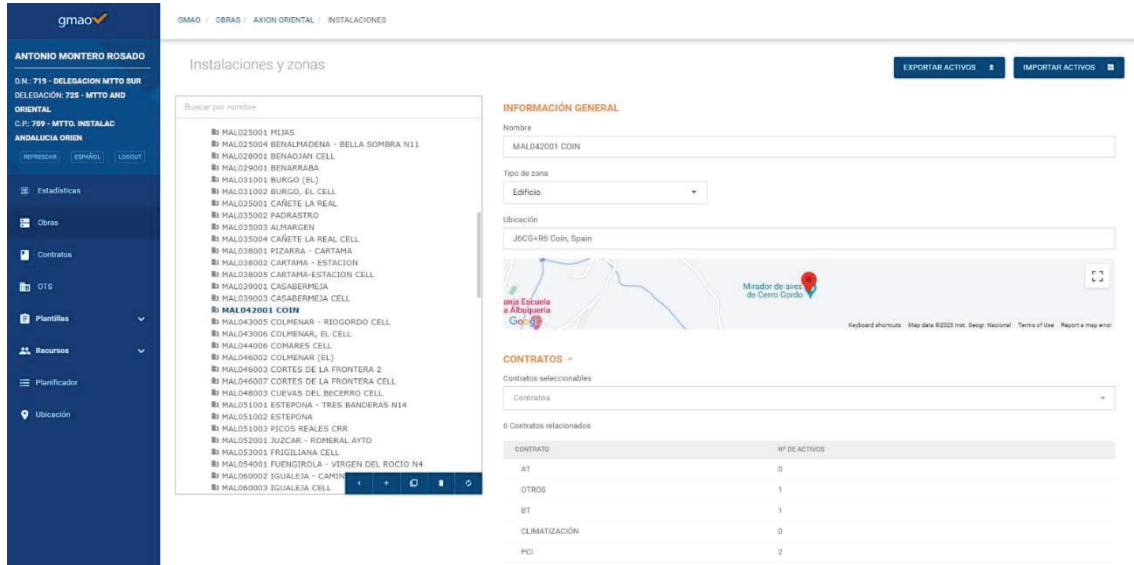


Ilustración 48. Captura del árbol de instalaciones en GMAO. Fuente: Elecnor.

Una vez se tengan los centros creados, para el mantenimiento preventivo se sigue este proceso:



Ilustración 49. Esquema de mantenimiento preventivo. Fuente: PRIMA II – Sisteplant.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



Se realiza el modelizado de los activos, asociando cada uno con su código, que aporta el cliente, según tipo de maquinaria y centro al que pertenece y también siendo asociados a una plantilla que servirá de gama para los mantenimientos.

Ilustración 50. Captura de un activo en GMAO. Fuente: Elecnor.

Ilustración 51. Captura de creación de una plantilla en GMAO. Fuente: Elecnor.

A partir de aquí, podremos empezar a planificar en el tiempo los trabajos, que se hará semanalmente.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



Al principio del contrato creamos órdenes de trabajo sin duración programada, para que podamos estudiar que carga de trabajo pueden llevar los técnicos y así estimar cuantos trabajos de mantenimiento se pueden realizar durante una jornada laboral.

Sabiendo cuantos mantenimientos semanales se pueden planificar según el tipo de trabajo y la distancia de los centros, haremos una simulación.

Una simulación de planificación de mantenimientos es una herramienta o técnica que utiliza modelos matemáticos y/o computacionales para predecir, analizar o evaluar diferentes escenarios de mantenimiento para conjunto de activos. Esta simulación se realiza con el propósito de optimizar la programación y planificación de las tareas de mantenimiento, buscando maximizar la eficiencia, minimizar los costos y garantizar el adecuado funcionamiento de los equipos e instalaciones, teniendo en cuenta la periodicidad de mantenimiento de las tareas, la prioridad de unas u otras por su criticidad, disponibilidad de recursos, etc.

Una vez se certifique que esta planificación es viable, se hace el lanzamiento de ésta, y se crearán todas las OTs.

Cuando se crea la OT desde oficina para un mantenimiento preventivo, asociaremos esta orden a una brigada y a un centro, pudiendo elegir que activos de este centro queremos que se asocien a la OT.

CONTRATO	TIPO DE REVISIÓN	INICIO PREVISTO	INICIO REAL	DURACIÓN	FIN REAL	BRIGADA	ENCARGADO	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	NORMA
		19-12-2023	12-12-2023	1	12-12-2023	AXIÓN GR	MANUEL CANTERO Y FRANCISCO ORTEGA	OTROS	Media	

Ilustración 52. Captura de la creación de una OT en GMAO. Fuente: Elecnor.

Automáticamente, los técnicos pertenecientes a la brigada elegida tienen su usuario de GMAO asociado a la OT.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



En la fecha elegida, podrán realizar el trabajo de mantenimiento rellenando las gamas desde la app de GMAO, que tienen instaladas en sus smartphones de empresa.

Una vez terminen el mantenimiento y hayan completado las gamas, podrán cerrar la OT y desde oficina se revisa y se podrá validar para imprimir a pdf el informe.

The screenshot displays the GMAO web interface. On the left is a dark blue sidebar with the user's name 'ANTONIO MONTERO ROSADO' and a menu with options like 'Estadísticas', 'Obras', 'Contratos', 'OTs', 'Plantillas', 'Recursos', 'Planificador', and 'Ubicación'. The main content area shows the details for an OT titled 'BATERÍAS DESCARGADAS / CAD022005 SAN ROQUE'. It includes a header with 'VALIDAR' and 'GUARDAR' buttons, and tabs for 'DATOS', 'HISTORIAL', and 'ARCHIVOS ADJUNTOS'. The 'DATOS OT' section contains fields for 'Número de OT' (E23/209/63001/15910), 'Número de contacto' (.), 'Descripción' (BATERÍAS DESCARGADAS / CAD022005 SAN ROQUE), 'Actividad' (.), and 'Prioridad' (Media). It also shows 'Fecha de programación' (13-07-2023), 'Duración estimada (días)' (1), 'Fecha final de programación' (13-07-2023), and 'Fecha último cambio de estado' (13-07-2023). A 'Fotografía' section has a placeholder image. At the bottom, there are sections for 'DATOS ACTIVO' (Nombre: OTROS) and 'RECURSOS ASIGNADOS' (Encargado: IVAN VALENZUELA CRUZADO).

Ilustración 53. Captura de los datos de una OT. Fuente: Elecnor.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



Quedando un informe del estilo siguiente:


E23/709/63001/14148		Preventivo	
EQUIPO AA 3		Ejecutada	
ENERTIKA		elecnor	
Centro Comercial Río Verde, Oficina 2A, 29660 Marbella, ...			
DATOS DEL CENTRO			
CÓDIGO:	MAL069004		
NOMBRE:	Río Verde		
POBLACIÓN:	Puerto Banús		
LOCALIDAD:	Marbella		
PROVINCIA:	Málaga		
FECHA DE LA INSPECCIÓN	04-05-2023		
EMPRESA MANTENEDORA:	Elecnor		
TEMPERATURA INICIO: (°C)	26		
TEMPERATURA FIN: (°C)	22		
TEMPERATURA CONSIGNA: (°C)	22		
DATOS DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO 1			
MARCA:	Daikin		
MODELO:	FBQ71D2VEB		
POTENCIA FRIG: (KW)	4100		
POTENCIA KW:	3300		
AÑO FABRICACIÓN:	2015		
TENSIÓN: (V)	240		
Nº DE SERIE:	J000195		
TIPO DE GAS:	R410A		
KILOS DE GAS:	2.1		
Fecha			
ADJUNTAR ETIQUETA:			
VERIFICACIÓN DE PUNTOS 1			
Cód.	Revisión	Conforme	Observaciones
	SUSTITUCIÓN DE FILTROS DE AIRE	NA	

Ilustración 54. Informe generado por GMAO. Fuente: Elecnor.

E23/709/63001/14148			
EQUIPO AA 3			
ENERTIKA			
Centro Comercial Río Verde, Oficina 2A, 29660 Marbella, ...			
Preventivo Ejecutada			
VERIFICACIÓN DE PUNTOS 1			
Cód.	Revisión	Conforme	Observaciones
	PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO GENERAL	C	
	COMPROBACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA	C	
	INSPECCIONADO Y LIMPIEZA DE BATERÍAS	C	
	COMPROBACIÓN Y LIMPIEZA DE DESAGÜES Y BANDEJAS	C	
	COMPROBAR TEMPERATURAS DEL AIRE	C	
	VERIFICACIÓN DE FUGAS, CONTROL DEL NIVEL DE ACEITE POR CIRCUITO	C	
	ALINEACIÓN Y TENSADO DE CORREAS	NA	
	REVISIÓN GENERAL DE ACOPLAMIENTOS Y ESTRUCTURAS	C	
	CONTROL, LIMPIEZA Y AJUSTE DE SONDAS	C	
	LIMPIEZA GENERAL, EVAPORADORA Y CONDENSADORA	C	
	CONTROL DE LAS PRESIONES DEL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN	C	
	CONTROL Y AJUSTES DE PRESOSTATOS SI PROCEDEN	C	
	TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR	C	
	VERIFICACIÓN DEL CORRECTO TARADO DEL MÓDULO DE CONTROL	NA	
	COMPROBAR ALIMENTACIÓN 48Vcc PARA VENTILACIÓN	C	
	COMPROBAR LA EXISTENCIA DE REJILLAS DE VENTILACIÓN Y ESTADO DE ESTAS, LIMPIEZA Y CONSERVACIÓN GENERAL	C	
	COMPROBAR EL TARADO DEL TERMOSTATO PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LOS EXTRACTORES	C	
	COMPROBACIÓN DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA FREE COOLING	C	
	ADJUNTAR IMAGEN		

Ilustración 55. Informe generado por GMAO. Fuente: Elecnor.

Quedando un informe donde los técnicos han verificado si el equipo cumple ciertas acciones para verificar su correcto funcionamiento, pudiendo añadir detalles gráficos a su vez.

Para incidencias de mantenimiento correctivo, el patrón que se sigue es el siguiente:

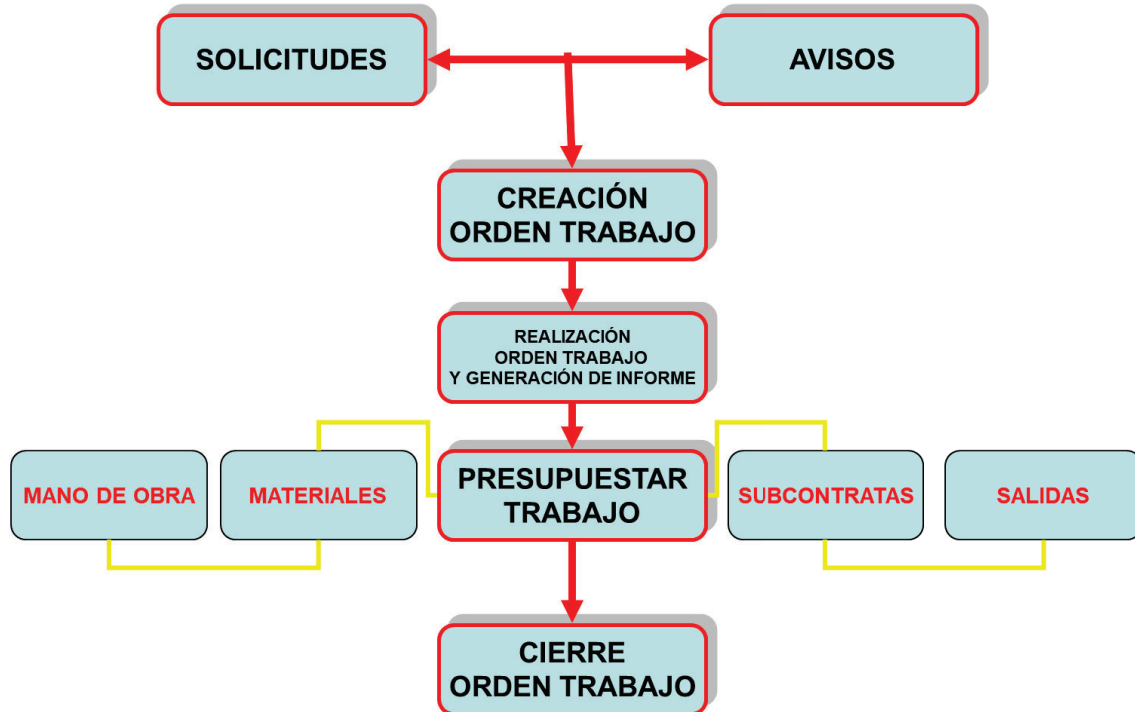


Ilustración 56. Esquema del mantenimiento correctivo. Fuente: PRIMA II – Sisteplant.

La empresa cliente nos hace un aviso de solicitud de incidencia, lo pueden hacer creando un aviso directamente desde su perfil de GMAO, contactando con el personal de oficina directamente para que nosotros creamos la orden, y si es un aviso fuera de horario laboral, dando la orden al Call Center 24 horas de la empresa mantenedora.

Dependiendo de la criticidad del aviso (urgente o no) y del horario en el que se da, se puede poner en camino al centro al técnico que haya de guardia, o planear eficientemente el aviso, es decir, intentar ubicar el aviso en un campo: clima, electricidad, fontanería, etc., y así mandar a un técnico cuyo fuerte sea el objeto de la incidencia.

Una vez tengamos pensado que técnico es el correcto para acudir y haber contactado con él para saber su disponibilidad, se le crea la orden de trabajo, de la misma manera vista anteriormente con el preventivo, pero esta vez con una criticidad urgente de carácter correctivo.

Una vez el técnico haya acudido al centro donde reside el problema, puede hacer una reparación instantánea si tiene los medios, o intentar hacer un arreglo provisional mientras se recopila el material y se vuelve a realizar la reparación final. Una vez el técnico complete la OT, se genera un informe como el siguiente:

E23/709/63001/14836		Correctivo Ejecutada	
GE 1		elecnor	
ALFA GENERATORS 5R6W+CR Loja, Spain			
Incidencia 1			
Descripción			
Trabajo realizado	Se realiza comprobaciones en cuadro GE detectando fuente de Alimentación no da salida en DC. Se sustituye fuente de Alimentación 12V DC y Batería del GE.		
Observaciones	Esta a la vez la propia Batería del GE está Agotada sin voltaje DC.		
Foto antes			
Descripción foto antes	Fuente Alimentación		
Foto después			
Descripción foto después	Fuente Alimentación de 12v DC		
Foto materiales usados			
Descripción foto materiales usados	Batería de 95Ahm 12V + Fuente Alimentación		

Ilustración 57. Informe de una incidencia generado por GMAO. Fuente: Elecnor.

En la OT se detalla donde reside la avería y cuál ha sido el procedimiento de la reparación. Cuando la avería ha sido reparada se realiza un presupuesto del trabajo para mandarle al cliente junto al informe generado por la OT que rellena el técnico. En este presupuesto



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



se tienen en cuenta los materiales usados, la mano de obra teniendo un precio cerrado por cada hora de trabajo, el transporte, o si ha sido necesario subcontratar algún servicio.

El presupuesto de la anterior OT sería así:

Concepto	Cantidad	Precio Unidad	Descuento	Total Euros
SUMINISTRO Y SUSTITUCIÓN DE BATERÍA Y SU FUENTE DE ALIMENTACIÓN.				
EL PRESUPUESTO INCLUYE:				
- CARGADOR BATERÍA 12/24 V	1.00 ud	283.64 €		283,64 €
- BATERÍA 95 Ah 850 EN	1.00 ud	186.53 €		186,53 €
- MANO DE OBRA DE UN OFICIAL DE 1ª EN HORARIO LABORAL	8.00 h	26.00 €		208,00 €
- MANO DE OBRA DE UN OFICIAL DE 1ª FUERA DE HORARIO LABORAL	1.50 h	28.00 €		42,00 €
Total Presupuesto				720,17 €
Observaciones			Conforme	
PRESUPUESTO ELABORADO SIN IVA				
Excluido cualquier trabajo que no contenga el presente presupuesto.				

Ilustración 58. Captura de un presupuesto de un correctivo. Fuente: Elecnor.

Como se aprecia, hay un precio cerrado para la mano de obra en horario laboral y fuera de horario laboral, y al precio de los materiales se les aplica un estudio de costes donde incrementan un poco se precio teniendo en cuenta los costes directos e indirectos y una margen de ganancia para la empresa.

5.2. Resultados obtenidos

Tras la implementación, se va a estudiar el rendimiento durante los primeros 6 meses de este contrato de mantenimiento.

El objetivo principal de este estudio es identificar patrones recurrentes, evaluar el rendimiento del equipo de mantenimiento y orientar las estrategias futuras para mejorar la eficiencia y la efectividad de nuestras operaciones de mantenimiento. Al examinar y categorizar las incidencias registradas, podremos detectar áreas problemáticas y enfocar nuestros esfuerzos en acciones preventivas que reduzcan la frecuencia y la gravedad de los fallos en el futuro.

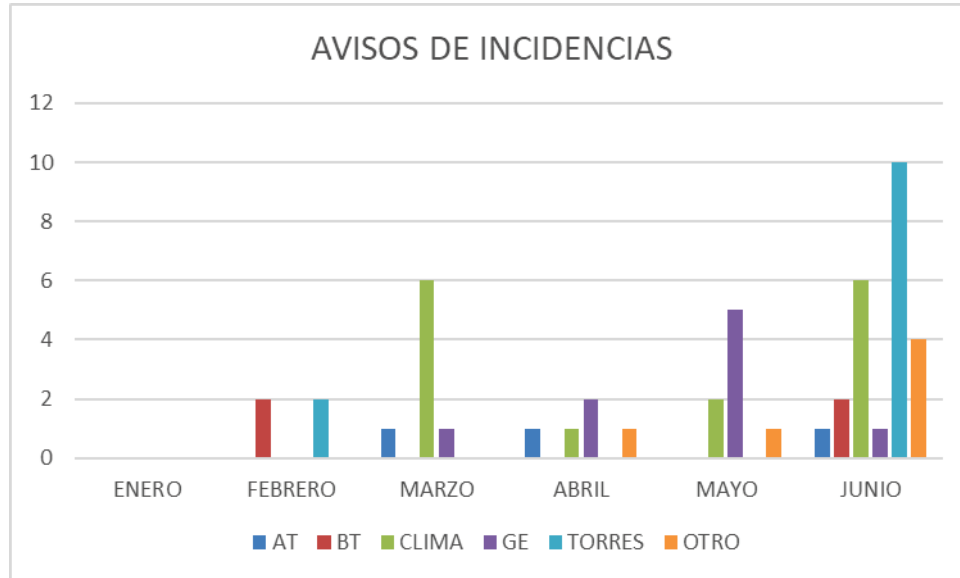


Ilustración 59. Tabla resumen de incidencias. Fuente: Datos ofrecidos por Elecnor.

Este resumen incluye información relevante como la fecha de su ocurrencia, y el equipo o instalación afectada.

5.3. Análisis de los resultados

Tras ver los distintos tipos de incidencias que ha habido en el contrato de mantenimiento, vamos a analizarlos y sacar conclusiones desde distintos puntos de vista:

- El comportamiento de los equipos según la zona geográfica y la época del año en la que nos encontremos.
- El comportamiento de los equipos según su fabricante.
- Fallas en los equipos que han pasado mantenimiento preventivo previo o no.
- Comparativa de los costes del mantenimiento preventivo y del mantenimiento correctivo.

Según la zona geográfica y la época del año en la que nos encontremos.

Como se puede ver, la mayoría de fallos en la maquinaria se da en grupos electrógenos y máquinas de climatización. También se puede comprobar que en los primeros dos meses del contrato, hay muy pocos correctivos, pero a medida que vamos pasando marzo (donde se experimenta una notoria subida de las temperaturas en el sur de España) vemos que cada vez hay más incidencias.



La alta incidencia de fallos en los equipos de grupos electrógenos y máquinas de aire acondicionado, especialmente durante los meses en los que aumenta la temperatura, puede explicarse por varias razones:

- Mayor demanda y uso intensivo: A medida que sube la temperatura, la demanda de energía eléctrica y el uso de sistemas de aire acondicionado aumentan considerablemente. Los grupos electrógenos pueden estar operando a plena capacidad durante largos períodos de tiempo para satisfacer esta demanda, lo que puede generar un mayor desgaste y una mayor probabilidad de fallos.
- Sobrecarga y esfuerzo excesivo: Durante los meses más calurosos, las máquinas de aire acondicionado pueden verse sometidas a cargas de trabajo más pesadas y prolongadas. Esto puede generar un mayor estrés en los componentes, como compresores, motores y ventiladores, lo que aumenta el riesgo de averías y fallos en su funcionamiento.
- Factores ambientales adversos: Durante los meses de mayor temperatura, las condiciones ambientales, como el calor extremo y la humedad, pueden influir negativamente en el rendimiento de los equipos. El sobrecalentamiento de los componentes eléctricos y mecánicos, así como la acumulación de suciedad en los sistemas de aire acondicionado, pueden dificultar su correcto funcionamiento y aumentar la probabilidad de fallas.

Comportamiento de los equipos según su fabricante.

En el análisis de las incidencias relacionadas con los equipos de aire acondicionado y grupos electrógenos, es importante tener en cuenta que el fabricante de los equipos no puede considerarse como un motivo determinante para los fallos correctivos.

Características de los equipos A/A que han tenido averías:

CODIGO	CENTRO EMISOR	MARCA	MODELO	POTENCIA (KW FRIO)	KG GAS	TIPO DE GAS	ANTIGÜEDAD	MODO FUNCIONAMIENTO
GRA006001	ALBUÑOL	GENERAL	AUG24-KA	6,80		R32	2021	PRINCIPAL
MAL067022	MALAGA - GAUCIN N23	DAIKIN	RXB50CV1B	5,00	1,45	R410A	2017	PRINCIPAL
GRA087005	GRANADA - GRACIA N6	LIEBERT HIROSS	SE100000002201000X	10,00	2,50	R407C	2005	PRINCIPAL
GRA098001	HUESCAR	AIRDATA	SCH 70	7,00	2,00	R407C	2003	PRINCIPAL
CAD022005	SAN ROQUE	ACPrecisión	PT 14A	14,0		R407C	2012	PRINCIPAL
GRA087003	GRANADA - CONSTITUCION N3	HITACHI	RAS-3HVRNS	7,10	1,90	R410A	2010	PRINCIPAL

Ilustración 60. Datos de los equipos que han dado averías. Fuente: Datos ofrecidos por Elecnor.

Analizando los activos que han dado fallos, vemos que los fabricantes son marcas como Daikin, Liebert Hiross, AirData, AC Precision o Hitachi, marcas reconocidas en la industria, las cuales no podríamos decir que a estas se le atribuyen automáticamente los fallos a un problema inherente a sus productos, ya que ninguna se repite.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



Según si han pasado mantenimiento preventivo previo o no.

En todos los centros en los que se han producido averías, se ha identificado un patrón común: aún no se había realizado el mantenimiento preventivo programado.

Estos centros no habían recibido la visita del equipo para llevar a cabo el mantenimiento anual planificado. Este hecho resalta la importancia del mantenimiento preventivo como una medida crucial para evitar fallos y averías en los equipos.

La falta de una intervención oportuna y sistemática pudo haber contribuido a las averías. Los equipos de aire acondicionado y grupos electrógenos, que son los más repetidos en estas fallas, pero al igual que cualquier otro equipo, están sujetos a un desgaste natural y acumulación de suciedad con el tiempo. Sin el mantenimiento adecuado, estos factores pueden conducir a problemas operativos y eventualmente a averías que interrumpan las operaciones comerciales.

Comparativa de los costes del mantenimiento preventivo y del mantenimiento correctivo.

En el marco de una relación contractual, una empresa ha contratado los servicios de Elecnor para llevar a cabo el mantenimiento de sus instalaciones. Ambas partes han acordado un precio y condiciones específicas para este servicio. La empresa encargada del mantenimiento se compromete a realizar las labores necesarias para garantizar el correcto funcionamiento y conservación de las instalaciones, mientras que la empresa receptora del servicio se beneficia de contar con profesionales especializados para llevar a cabo dichas tareas.

Dentro del acuerdo contractual, se establece un precio que refleja el costo de los servicios de mantenimientos. Este precio puede basarse en diversos factores, como la complejidad de las instalaciones, el tipo de equipos y sistemas presentes, el alcance y la frecuencia del mantenimiento requerido, entre otros aspectos relevantes. Ambas partes han negociado y acordado este precio, entrando dentro de este el mantenimiento preventivo global de todas las instalaciones de sus centros, y todos los costes que estos mantenimientos puedan conllevar (materiales, transporte, mano de obra, etc.).

Por otro lado, en el ámbito del mantenimiento correctivo, como ya se ha comentado, es común que todos los trabajos se realicen bajo un presupuesto acordado entre la empresa encargada del mantenimiento, Elecnor, y la empresa receptora del servicio. Este presupuesto incluye todos los costos asociados con la mano de obra y los materiales



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



necesarios para llevar a cabo las reparaciones o solucionar las incidencias identificadas en las instalaciones.

En primer lugar, el presupuesto cubre los costos de mano de obra, que incluyen los salarios y beneficios del personal técnico encargado de realizar las tareas correctivas.

Además de los costos de mano de obra, el presupuesto también tiene en cuenta los materiales necesarios para llevar a cabo las reparaciones. Estos materiales pueden incluir piezas de repuesto, consumibles, productos químicos, herramientas y equipos específicos requeridos para el trabajo correctivo. Cada material utilizado se suma al costo total del proyecto.

Es importante destacar aplicamos un margen de beneficio a cada material utilizado. Este margen de beneficio se aplica para cubrir los gastos generales de la empresa, como el alquiler de instalaciones o maquinaria, el mantenimiento de equipos, los seguros, los salarios administrativos y otros gastos indirectos asociados con la prestación del servicio de mantenimiento.

El margen de beneficio también se utiliza para compensar los posibles riesgos y contingencias que puedan surgir durante el proceso de reparación, como imprevistos o problemas adicionales que requieran una mayor inversión de tiempo y recursos para su resolución.

Al establecer un presupuesto para los trabajos correctivos, se busca garantizar la transparencia y la previsibilidad de los costos para ambas partes involucradas. La empresa receptora del servicio tiene la certeza de cuánto le costará cada trabajo correctivo, lo que le permite realizar una planificación financiera adecuada. Por otro lado, la empresa encargada del mantenimiento asegura la recuperación de los costos asociados con la mano de obra y los materiales utilizados, al tiempo que obtiene un margen de beneficio que contribuye a la sostenibilidad de su negocio.

Véase los costes de cada tipo de mantenimiento:

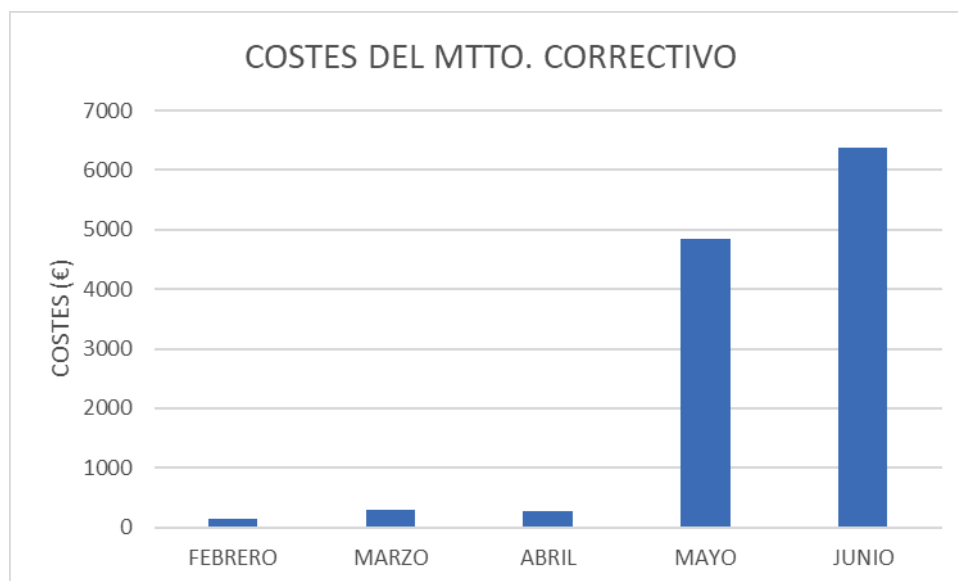
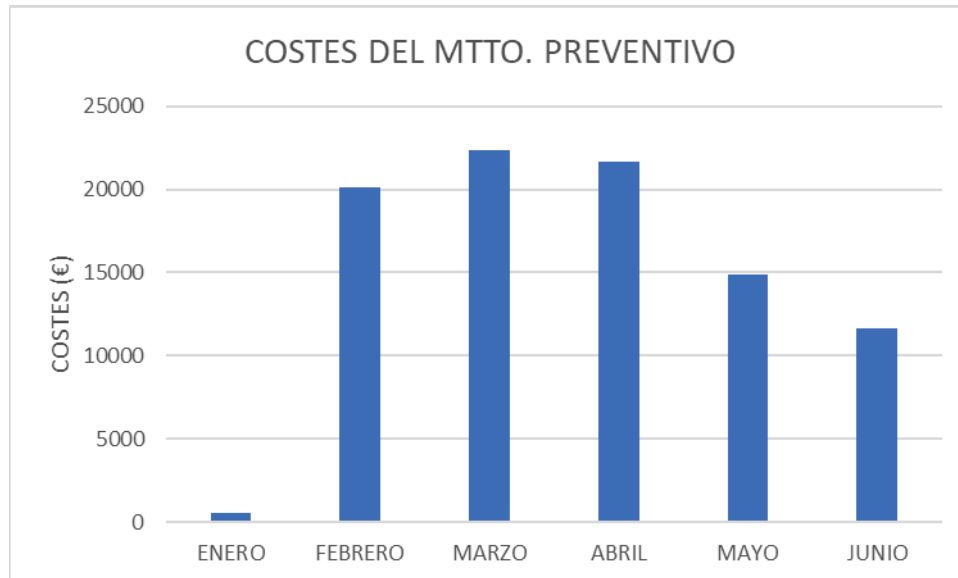


Ilustración 61. Tabla comparativa de costes. Fuente: Datos ofrecidos por Elecnor.

En general, el mantenimiento preventivo tiende a ser más rentable, pero en este contrato vemos que la rentabilidad en términos de ganancias puede residir en los trabajos correctivos. Aunque el mantenimiento preventivo es esencial para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones a largo plazo, su rentabilidad directa puede ser menor debido a los costos asociados con la planificación y ejecución de las tareas preventivas en múltiples ubicaciones (como se puede ver en los altos costes) ya que esta empresa tiene que mantener numerosos centros repartidos por toda Andalucía, y por otro lado, los trabajos correctivos pueden ser más lucrativos desde el punto de vista económico, ya que, como se ha comentado, se facturan por separado y se pueden



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



establecer precios basados en los costos de mano de obra, materiales utilizados y margen de beneficio, suponiendo también como se ve en la gráfico un menor coste directo a la empresa.

Además, los trabajos correctivos suelen tener una mayor urgencia y prioridad, lo que puede permitir una respuesta rápida y generar ingresos adicionales.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



CAPÍTULO 6: Conclusiones

6. Conclusiones

6.1. Resumen de los resultados

Tras ver las incidencias de mantenimiento correctivo durante los primeros 5 meses del contrato, utilizaremos estas como herramienta de análisis y seguimiento.

El objetivo principal es identificar patrones recurrentes, evaluar el rendimiento del mantenimiento y orientar las estrategias futuras.

Se analiza el comportamiento de los equipos según la zona geográfica y la época del año. Se observa un aumento de incidencias en grupos electrógenos y máquinas de climatización en los meses donde suben las temperaturas, debido a una mayor demanda y uso intensivo, sobrecarga y factores ambientales adversos.

Se menciona que las incidencias no pueden atribuirse al fabricante de los equipos, ya que no hay una marca específica repetida en los fallos.

Se destaca que los centros donde se produjeron averías aún no habían recibido el mantenimiento preventivo programado, reflejando esto la importancia del mantenimiento preventivo para evitar fallos y averías.

En términos económicos, se indica que en este contrato, la rentabilidad en ganancias puede residir en los trabajos correctivos debido a la facturación separada y la posibilidad de establecer precios basados en costos y margen de beneficio.

El análisis de estas incidencias permite identificar áreas problemáticas y orientar las acciones preventivas futuras.

6.2. Aportaciones del trabajo

Las aportaciones clave de la información recopilada en este trabajo son las siguientes:

- Las ventajas y aportaciones del GMAO:
 - Programación y planificación eficiente: Permite programar y planificar las tareas de mantenimiento de manera más eficiente, estableciendo calendarios, asignando recursos y gestionando las prioridades.
 - Registro y seguimiento de las intervenciones: Se pueden registrar y hacer un seguimiento detallado de todas las intervenciones de mantenimiento realizadas. Esto incluye la descripción de las tareas, las fechas de realización, los materiales utilizados, el tiempo requerido y cualquier observación relevante.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



- Generación de informes y análisis: Ofrece la posibilidad de generar informes y realizar análisis sobre las actividades de mantenimiento.
- Importancia del mantenimiento preventivo: Se destaca la relevancia del mantenimiento preventivo como medida crucial para evitar fallos y averías en los equipos.
- Análisis de incidencias: El recopilar y analizar de manera sistemática problemas y desafíos reales surgidos en instalaciones, facilita el poder identificar patrones recurrentes, la evaluación del rendimiento del equipo de mantenimiento y la orientación de estrategias futuras para mejorar la eficiencia y efectividad de las operaciones de mantenimiento.
- Rentabilidad en los trabajos correctivos: Este trabajo también refleja que aunque el mantenimiento preventivo es esencial para el buen funcionamiento a largo plazo, se destaca que la rentabilidad en términos de ganancias en determinados contratos puede residir en los trabajos correctivos.

En resumen, las principales aportaciones de este trabajo incluyen la importancia de cada punto del mantenimiento, el análisis de incidencias para la mejora continua, la comprensión de los factores que afectan a las incidencias, y el análisis de la rentabilidad en los distintos tipos de trabajos.

Estas aportaciones proporcionan una base sólida para la toma de decisiones en la gestión y planificación del mantenimiento de las instalaciones.

6.3. Limitaciones del estudio.

Aunque el estudio realizado proporciona información valiosa sobre el mantenimiento y las incidencias registradas, es importante tener en cuenta algunas limitaciones que pueden afectar la interpretación de los resultados:

- Tamaño y alcance de la muestra: Es posible que el estudio se base en una muestra limitada de centros o instalaciones. Esto puede limitar la representatividad de los resultados y dificultar la generalización de los hallazgos a otros contextos o situaciones.
- Sesgo de información: La recopilación de datos sobre incidencias y mantenimiento depende de registros proporcionados por técnicos y



trabajadores de la empresa Elecnor. Existe la posibilidad de que haya sesgos en la información reportada, como subestimación o sobreestimación de las incidencias, omisión de detalles relevantes o falta de precisión en los registros.

- Factores externos no controlados: El estudio puede no tener en cuenta ciertos factores externos que podrían influir en las incidencias de mantenimiento, como eventos imprevistos o cambios en las demandas de uso de los equipos. Limitaciones técnicas u operativas gestionadas por la empresa propietaria, y no comunicadas a nuestra empresa mantenedora. Estos factores no reflejados en la recopilación de datos pueden tener un impacto significativo en la frecuencia y gravedad de las incidencias, pero pueden estar fuera del alcance del estudio.
- Duración limitada del estudio: El estudio se basa en los primeros 5 meses del contrato de mantenimiento, lo cual puede ser un período relativamente corto. Esto limita la capacidad de evaluar patrones a largo plazo y obtener tendencias que podrían surgir a lo largo del tiempo.

6.4. Propuestas de futuras líneas de investigación

Basándome en este estudio, hay algunas propuestas de futuras líneas de investigación que podrían ampliar el conocimiento en este campo:

- Estudio a largo plazo: Realizar un seguimiento a largo plazo en el tiempo de los registros de mantenimiento y las incidencias en diferentes instalaciones y en con más empresas. Esto permitiría analizar tendencias a lo largo del tiempo, identificar cambios estacionales o cíclicos en las incidencias y evaluar el impacto del mantenimiento a largo plazo.
- Análisis de costos: Realizar un análisis más detallado de los costos asociados con el mantenimiento preventivo y correctivo, considerando no solo los costos directos de mano de obra y materiales, sino también los costos indirectos, como el tiempo de inactividad, que la empresa propietaria de los equipos nos informe de posibles pérdidas de productividad y los costos de oportunidad.
- Estudio comparativo de diferentes proveedores de equipos: Investigar y comparar el rendimiento y la fiabilidad de diferentes piezas y materiales, comprados a fabricantes o proveedores, utilizados en las instalaciones de



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



mantenimiento. Esto permitiría identificar marcas o modelos con mejores resultados y ayudaría a la toma de decisiones en la selección de equipos.

- Investigación sobre factores humanos: Analizar la influencia de los factores humanos en las incidencias de mantenimiento, como la capacitación y experiencia del personal, la rotación de técnicos, la planificación de distintos horarios de trabajo, la gestión de la carga de trabajo, entre otros. Esto podría proporcionar información valiosa para mejorar la eficiencia y la efectividad del mantenimiento.
- Evaluación de otras estrategias de mantenimiento: Comparar diferentes estrategias de mantenimiento, como el mantenimiento preventivo basado en el tiempo, el mantenimiento predictivo, etc., e investigar cuál es más efectiva para prevenir incidencias, reducir costos y optimizar el rendimiento de los equipos.

Siguiendo este último punto, personalmente, me gustaría incidir en una técnica del mantenimiento predictivo, también atribuible al mantenimiento preventivo, la cual considero de gran importancia: la termografía.

La termografía es un método empleado para identificar la radiación térmica (calor) emitida por un objeto, que luego se traduce en valores de temperatura y se presenta visualmente en forma de una imagen que refleja cómo se distribuye el calor en ese objeto. El dispositivo empleado en la inspección termográfica, es conocido como cámara termográfica.



Ilustración 62. Cámara termográfica. Fuente: Fluke Corporation.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una empresa de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones.



La técnica de la termografía se enfoca en la prevención de puntos de calor en las conexiones eléctricas que podrían desencadenar fallos en las instalaciones o en los paneles eléctricos, entre otros aspectos.

En el momento de llevar a cabo la instalación de un sistema eléctrico, es de vital importancia asegurarse de manera absoluta que no existan fallos en las conexiones de este. Al hacerlo de esta manera, no solo garantizamos la seguridad de las personas sino también el óptimo funcionamiento de toda la instalación.

Una de las causas más comunes de fallas son las conexiones eléctricas que están sueltas o que presentan corrosión, cortocircuito entre fases, desequilibrio de resistencia del bobinado, o avería del aislamiento. Cuando estas situaciones se dan, la resistencia en estas conexiones aumenta y, en consecuencia, se produce una mayor pérdida de voltaje, lo que desencadena en una generación adicional de calor en la zona.

Por tanto, la detección temprana de fallos en las conexiones a través de la revisión termográfica podría presentarnos una solución eficaz para prevenir complicaciones derivadas de estas situaciones.

Un ejemplo de avería que nos podemos encontrar es el siguiente:



Ilustración 63. Imágen termográfica. Fuente: Imágen cedida por Elecnor.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



Haciendo la revisión de mantenimiento de baja tensión en cuadros eléctricos, se pasa a realizar un reportaje con cámara termográfica y vemos que en un magnetotérmico el área de la energía térmica más alta se encuentra en el punto de conexión y el circuito se enfría cuanto más se aleja del punto de contacto. Por lo que se ha detectado a tiempo que la conexión está suelta o el aislamiento está en mal estado, y podremos corregir esta falla antes de que nos cortocircuite alguna fase y perdamos la conmutación de los equipos.



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Implementación de GMAO en una
empresa de infraestructuras y
servicios de telecomunicaciones.



CAPÍTULO 7: Bibliografía

7. Bibliografía

[1] BOUCLY, FRANCIS. (1999) *Gestión del Mantenimiento*. AENOR 1999. ISBN: 9788481431605

[2] IntegraMarkets. (2017) *Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial*.
<https://infolibros.org>

[3] MARC MATA. (2019) *¿Qué es y para qué sirve un GMAO?*
<https://www.wonderware.es/apm-asset-performance-management/que-es-y-para-que-sirve-un-gmao/>

[4] GARCÍA GARRIDO, SANTIAGO. (2006) *Organización y gestión integral de mantenimiento*. ISBN-10: 8479785489

[5] GARDELLA GONZÁLEZ, MARC. (2011). *Mejora de metodología RCM a partir del AMFEC e implantación de mantenimiento preventivo y predictivo en plantas de procesos* (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
<https://riunet.upv.es/handle/10251/9686>

[6] Fluke Corporation. *Aspectos básicos de la termografía e inspecciones por infrarrojos*.
<https://www.fluke.com> [Consulta: 22 de agosto de 2023]