



**Herramienta para la gestión de trabajos programados desde distintas bases de datos**

Carolina García Clavijo

Ingeniera de Sistemas

Tutor

José Ignacio López Vélez, Ingeniero de Sistemas

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería de Sistemas  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2021

---

<b>Cita</b>	(García Clavijo, 2021)
<b>Referencia</b>	García Clavijo, C. (2021). <i>Herramienta para la gestión de trabajos programados desde distintas bases de datos</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	

---



**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes

**Decano/Director:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.

**Jefe departamento:** Diego José Luis Botia Valderrama.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## Tabla de contenido

Resumen .....	6
Abstract .....	7
Introducción .....	8
Referencias .....	23

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Historias de usuario.....	17
--	----

## **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>EPM</b>	Empresas públicas de Medellín
<b>MAR</b>	Manejo Avanzado de la Red
<b>GOM</b>	Gestión de la Operación y del Mantenimiento de Subestaciones
<b>VBA</b>	Visual Basic for Applications

## Resumen

Dentro de la Unidad Operación integrada distribución y transmisión de energía de EPM (Empresas Públicas de Medellín) diariamente se reciben solicitudes relacionadas con el mantenimiento, operación, expansión y demás trabajos que involucran las redes y subestaciones de energía. Para dar trámite a estas solicitudes se cuenta con varios aplicativos como MAR (Manejo avanzado de la Red), GOM (Gestión de la Operación y del Mantenimiento de Subestaciones) e IBM MAXIMO, donde se ingresa toda la información necesaria. Aunque los aplicativos usados proporcionaban toda la información necesaria, dada la cantidad de solicitudes de trabajos que se reciben diariamente, era probable que en algunas ocasiones algunas maniobras de trabajos programados se aprobaran para realizarse en una misma fecha y hora, lo cual generaba retrasos e inconvenientes a la hora de ejecutarlos. Por ello se realizó el desarrollo de una herramienta que permite integrar todas las solicitudes de trabajos programados desde diferentes bases de datos, en la cual se logró una mejor visualización de la información recolectada, de tal forma que desde la validación de trabajos programados que realiza la unidad Operación Integrada, se verifica la existencia de trabajos con una misma fecha y hora de ejecución, teniendo en cuenta el tiempo que tomaría el operador en la ejecución de maniobras programadas, de modo que se mejoró la usabilidad y experiencia del usuario que valida trabajos programados, permitiendo realizar un escalamiento de estos.

*Palabras clave:* EPM, trabajos programados, MAR, GOM, MAXIMO, escalar, optimizar.

### **Abstract**

Within EPM's Integrated Operation Unit for energy distribution and transmission, daily requests are received related to maintenance, operation, expansion, and other works that involve grids and substations. To process these requests, there are some applications such as MAR, GOM and IBM MAXIMO, where the information is recorded. Although the applications used provided the necessary information, the number of job requests received daily was very high, so it was likely that in some occasions scheduled work maneuvers were approved to be carried out on the same date and time, which generated delays and inconveniences at the time of executing them. For this reason it was necessary to develop a tool to integrate all requests made for scheduled jobs from different databases, in which a better visualization of the collected information is achieved in such a way that in the validation process of these jobs carried out by the Integrated Operation unit, the existence of instances with the same execution date and time is verified, considering the time that the operator would spend executing the scheduled maneuvers, so that the usability and user experience to validate scheduled jobs was improved, allowing reprogramming of these as well.

*Keywords:* EPM, scheduled jobs, MAR, GOM, MAXIMO, reprogram, optimize.

## Introducción

EPM es una empresa prestadora de servicios públicos (energía, gas, agua) con filiales no solo a nivel nacional sino también internacional. Uno de los servicios más destacados es el de la energía eléctrica y que con los años se ha convertido en uno de los más grandes e indispensables para la vida y consumo diario. Pero antes de que este servicio pueda llegar a nosotros debe pasar por varias etapas, inicialmente la energía se origina en las centrales de generación, continúa por las torres de transmisión, subestaciones de transmisión y distribución para llegar a donde se necesite para finalmente ser comercializada.

Dentro de la Unidad de Operación integrada de distribución y transmisión de energía diariamente se reciben solicitudes relacionadas con el mantenimiento, operación, expansión y demás trabajos que involucran las redes y subestaciones de energía. Para dar trámite a estas se cuenta con varios aplicativos como MAR, GOM e IBM MAXIMO, donde se ingresa toda la información necesaria para que la intervención sea validada por el equipo de operación, distribución y transmisión de tal modo que, en las actividades de planeación, coordinación y ejecución y supervisión del trabajo se garantice la operación segura y confiable durante la ejecución de este (Empresas Públicas de Medellín, 2021). Además, se utilizan herramientas complementarias como Macros para una mejor visualización de la información.

Para la ejecución de los trabajos programados, desde el centro de control se debe gestionar el inicio y finalización de labores en coordinación con un equipo operativo en terreno, la persona en centro de control se encarga de ejecutar e informar el estado de cada maniobra requerida como, por ejemplo, abrir o cerrar cuchillas, energizar, desenergizar, transferir cargas, etc., para que el trabajo en campo se lleve de manera exitosa. Aunque los aplicativos usados proporcionan toda la información necesaria, dada la cantidad de solicitudes de trabajos que se reciben diariamente, es probable que en algunas ocasiones algunas maniobras de trabajos programados se aprueben para realizarse en una misma fecha y hora, lo cual genera retrasos e inconvenientes a la hora de ejecutarlos.

Por ello se requería el desarrollo de esta herramienta, la cual permitió integrar todas las solicitudes de trabajos programados desde diferentes bases de datos y una mejor visualización de la información recolectada. Además, desde la validación de trabajos programados que realiza la

unidad Operación Integrada se advierte de la existencia de trabajos con una misma fecha y hora de ejecución. Se tiene también en cuenta el tiempo que tomaría el operador en la ejecución de maniobras programadas, de modo que el uso de recursos tanto humanos como de tiempo se optimizan y es mejorada la usabilidad y experiencia del usuario que valida trabajos programados, permitiendo un escalamiento oportuno de estos. Para el desarrollo de la herramienta se usó básicamente la metodología SCRUM con unas pocas modificaciones en la que inicialmente se realizó una evaluación de las herramientas que se usaban para visualizar los trabajos programados y de las bases de datos donde se almacenan, continuando con un análisis y diseño que incluía el levantamiento de requerimientos y elección de la herramienta de desarrollo para posteriormente hacer la implementación de funcionalidades y finalmente divulgar el producto desarrollado.

## **1 Planteamiento del problema**

Para la ejecución de los trabajos programados, desde el centro de control se debe gestionar el inicio y finalización de labores en coordinación con un equipo operativo en terreno, la persona en centro de control se encarga de ejecutar e informar el estado de cada maniobra requerida al equipo en terreno para que el trabajo en campo se lleve de manera exitosa. Aunque los aplicativos usados proporcionan toda la información necesaria, dada la cantidad de solicitudes de trabajos que se reciben diariamente, es probable que en algunas ocasiones algunas maniobras de trabajos programados se aprueben para realizarse en una misma fecha y hora, lo cual genera retrasos e inconvenientes a la hora de ejecutarlos. Además, dado que se cuenta con varios aplicativos para la gestión de los trabajos, hasta el momento no había sido posible tener un panorama general de estos agrupado en una misma herramienta.

## **2 Justificación**

Dada la cantidad de solicitudes de trabajos que se reciben diariamente en la Unidad de Operación integrada de distribución y transmisión de energía es probable que en algunas ocasiones algunas maniobras de trabajos programados se aprueben para realizarse en una misma fecha y hora, lo cual genera retrasos e inconvenientes a la hora de ejecutarlos ya que si son daños graves se pueden llegar a cortes prolongados del servicio en zonas rurales, urbanas además de clientes especiales como empresas. Las consecuencias de estos cortes o retrasos en el servicio pueden ser de gran impacto tanto para los clientes como para la empresa.

## **3 Objetivos**

### **3.1 Objetivo general**

Desarrollar un prototipo que permita la integración de trabajos programados desde distintas bases de datos para realizar un escalonamiento de los horarios de ejecución de estos.

### **3.2 Objetivos específicos**

1. Analizar y evaluar los sistemas implementados actualmente en la unidad para el manejo de los trabajos programados.
2. Investigar y seleccionar alguna de las herramientas con la cual se va a realizar el prototipo.
3. Modelar y documentar los requisitos asociados a la posible solución.
4. Implementar las funcionalidades principales definidas para el prototipo.
5. Validar el funcionamiento del prototipo con los usuarios.
6. Documentar los módulos principales del prototipo.
7. Divulgar los resultados alcanzados con los interesados.

## 6 Marco teórico

Para abordar este proyecto es necesario tener presentes algunos conceptos claves para el desarrollo de este, como los son los aplicativos utilizados, metodología de trabajo, etc.

- **Scrum:** Es una metodología de desarrollo ágil en la cual se realizan entregas parciales y regulares (*sprints*) del producto hasta finalmente completarlo, en el proceso se realizan reuniones diarias donde se comparte el trabajo realizado, dificultades, etc. Además de reuniones al finalizar cada sprint. Esta metodología depende en gran parte del trabajo en equipo además de que proporciona rapidez en el desarrollo y aceptación de cambios en el proceso (Mahalakshmi, M., & Sundararajan, M. 2013).
- **Activos:** Es un elemento que tiene un valor potencial o real para una organización y puede ser tangible o intangible (Empresas Públicas de Medellín, 2021).
- **Trabajos programados:** Son trabajos en redes de distribución, subestaciones y líneas de transmisión de energía eléctrica que se planean con anticipación suficiente para que sean gestionados en su ciclo de vida cumpliendo la seguridad de las personas y normatividad vigente en las actividades de planeación, coordinación, ejecución y verificación (Empresas Públicas de Medellín, 2021).
- **Consignaciones:** Es un trámite mediante el cual la operación de un circuito se restringe según instrucciones dadas por una persona, quien se denomina consignatario. La consignación sólo tendrá vigencia durante la ejecución de una actividad o por razones de seguridad expresa y dará al consignatario exclusividad en la operación de los circuitos a su cargo (Empresas Públicas de Medellín, 2021).
- **MAR (Manejo Avanzado de la Red):** Es un aplicativo donde se gestionan todas las solicitudes relacionadas con trabajos programados y no programados. Allí se revisa que las solicitudes cumplan con ciertos parámetros requeridos para su aprobación (Empresas Públicas de Medellín, 2021).
- **GOM (Gestión de la Operación y del Mantenimiento de Subestaciones):** Es un aplicativo donde se gestiona todo el ciclo de vida de las consignaciones, integrando a todos los usuarios involucrados en el proceso, desde su creación, hasta su finalización. Además,

realiza la gestión de aperturas de circuitos desde la subestación para aquellos clientes que cuentan con circuito exclusivo (Empresas Públicas de Medellín, 2021).

- **MAXIMO:** Es un sistema de información para activos empresariales que gestiona todos los tipos de activos en una única plataforma. Además de ofrecer una visión completa de los activos, sus condiciones, ubicaciones, y evolución a través de su ciclo de vida. También gestiona el almacenamiento y análisis de los datos relacionados con activos y trabajos. Ayuda en la optimización de las iniciativas de mantenimiento y servicios de toda la empresa (Empresas Públicas de Medellín, 2021).
- **MACRO:** Es una herramienta que permite agilizar los flujos de trabajo mediante la automatización de tareas monótonas, repetitivas y rutinarias. Además, emplea el lenguaje de scripts Visual Basic for Applications (VBA), permitiendo al usuario crear nuevas funciones a la hora de realizar cálculos (Microsoft, 2021).

## 7 Metodología

Para el desarrollo de este proyecto se tomó como base la metodología de desarrollo ágil SCRUM con algunas adaptaciones:

- Inicialmente se realizó una evaluación de las herramientas que se usaban para visualizar los trabajos programados y de las bases de datos donde se almacenan, con ayuda de las partes encargadas.
- Análisis y diseño del sistema.
  - Levantamiento de requisitos.
  - Se describieron las historias de usuario relacionadas con el proyecto para posteriormente agruparlas en el *product backlog*.
  - Se realizó la selección de la herramienta para el desarrollo del prototipo.
- Implementación del sistema.
  - Se realizaron reuniones cada dos semanas (*sprints*). En los que se revisaba el trabajo realizado y de acuerdo *product backlog* se seleccionaron las funcionalidades a implementar para el siguiente sprint.
  - Se realizaron pruebas funcionales, las cuales se contrastaron con los criterios de aceptación definidos para cada historia de usuario.
- Divulgación del sistema.
  - Se realizó una reunión final con los *stakeholders* con el fin de presentar los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto.

## 8 Resultados y análisis

Para la ejecución de los trabajos programados en redes y subestaciones de energía de EPM, desde el centro de control se debe gestionar el inicio y finalización de labores. Inicialmente se ingresa el tipo de trabajo que se desea realizar y las maniobras que implica tanto en terreno como en el centro del control, las afectaciones que tendrá a los usuarios o equipos además del recurso humano e implementos como cuadrillas, postes, aisladores, herrajes, conectores, escaleras, grúas etc., el archivo grafico con las modificaciones a realizar en los circuitos implicados y un archivo con todas las maniobras de seguridad para la realización del trabajo. Posteriormente se realizan las validaciones pertinentes para autorizar la ejecución del trabajo. Para cumplir este proceso, dentro de la unidad se usan tres aplicativos principales desde los cuales se han gestionado los trabajos programados durante años. Si bien dichos aplicativos suplían las necesidades, dado el tipo de trabajos existentes y la cantidad de estos que ingresan diariamente se hacía muy difícil tener una visión global, por lo que probablemente en muchas ocasiones algunas maniobras de trabajos programados se aprobaban para ser realizados en una misma fecha y hora, lo cual generaba retrasos e inconvenientes a la hora de planearlos y ejecutarlos.

El aplicativo desarrollado tenía como función principal agrupar todos los trabajos programados en una sola herramienta, pero a medida que se fue avanzando en el análisis de las problemáticas se fueron ajustando los requerimientos, ya que el modo de visualización debía ser lo más claro posible para evitar confusiones y posibles errores en la planeación y coordinación de los trabajos que se encontraban en el sistema. Para el proyecto se tuvieron en cuenta principalmente estos requerimientos expresados a continuación en historias de usuario:

**Tabla 1***Historias de usuario*

Número	Historia de usuario	Criterio de aceptación
1	Como coordinador operativo quiero visualizar todos los trabajos programados que se encuentran en los distintos aplicativos para optimizar la planeación y ejecución de estos.	Que la herramienta muestre la totalidad de los trabajos según los criterios de búsqueda.
2	Como coordinador operativo quiero ver la distribución de los trabajos programados divididos por horarios para identificar rápidamente si hay trabajos programados con maniobras para una misma fecha y hora.	Que la visualización de los trabajos programados se haga ordenada y dividida por fecha y hora.
3	Como coordinador operativo quiero visualizar los trabajos programados categorizados por el tipo (si son consignaciones o trabajos en redes), para facilitar la planeación de posibles aprovechamientos por parte de otras unidades.	Que la herramienta permita personalizar la consulta según los tipos de trabajos requeridos (Redes o consignaciones).
4	Como coordinador operativo quiero realizar consultas utilizando diferentes filtros (estados, tipo de trabajo, regiones) para depurar la información requerida	Que la aplicación permita realizar consultas por diferentes tipos de variables.
5	Como coordinador operativo quiero visualizar la información de los trabajos programados en un calendario para poder visualizar los trabajos que hay programados para cada día fácilmente.	Que el modo de listar los trabajos programados se haga por fechas a modo de calendario.
6	Como operador quiero visualizar para cada trabajo programado sus respectivas maniobras (si las tiene) para planear o programar de forma eficiente la ejecución de trabajos que coincidan en una misma fecha y horario.	Que la información como fecha, hora, maniobras y equipos que se muestre para cada trabajo programado sea clara y concisa

Después de contar con todos los requerimientos funcionales para el aplicativo, se realizó el estudio de las herramientas en las cuales se podría realizar el desarrollo y según las limitantes que se tenía a nivel de tecnologías y soporte a largo plazo se convino realizar el desarrollo como un aplicativo tipo macro en el lenguaje de programación Visual Basic .NET con ayuda de la extensión *Office Developer Tools*.

La metodología usada fue una adaptación de la metodología de desarrollo ágil SCRUM, con base en los objetivos que se trazaron para el desarrollo del proyecto. Inicialmente se realizó una evaluación de las herramientas que se usaban en ese momento para visualizar y gestionar los trabajos programados y de las bases de datos donde se almacena toda la información relacionada con ellos, continuando con el levantamiento de requerimientos asociados a la solución que se quería implementar teniendo en cuenta las necesidades de las partes interesadas los cuales se describieron en historias de usuario relacionadas para posteriormente agruparlas en el *product backlog*. Además, se realizó la selección de las herramientas que se podrían utilizar en el desarrollo de la solución teniendo en cuenta la proyección a futuro del proyecto y las limitaciones por parte de la unidad de trabajo. Luego para la etapa de implementación se realizaron reuniones cada dos semanas (*sprint reviews*), en los que se revisaba el trabajo realizado y las dificultades presentadas en el proceso; además, de las novedades o posibles ajustes. Finalmente, de acuerdo con el *product backlog* se hacía la selección de las funcionalidades a implementar para el siguiente *sprint*. Cuando las funcionalidades principales de la herramienta fueron desarrolladas por completo se realizaron pruebas funcionales con el fin de verificar el correcto funcionamiento y visualización de la información para posteriormente publicar una primera versión de la herramienta la cual se socializó con todos los integrantes de la unidad quienes la empezaron a integrar en sus actividades de planeación y ejecución.

Dentro de los objetivos trazados para el desarrollo del proyecto se planteó inicialmente analizar y evaluar los sistemas implementados para ese momento en la unidad para el manejo de los trabajos programados, esto incluyó el estudio de cada uno de los aplicativos en los que se gestiona la información teniendo en cuenta también las macros que estaban desarrolladas hasta ese momento para la planeación de los trabajos, además de identificar los puntos débiles en el proceso que podían ser mejorados con una nueva herramienta. Continuando con los objetivos, se realizó la investigación y selección de las herramientas con las cuales se iba a desarrollar el prototipo, ya que

dadas las limitaciones a nivel de tecnologías dentro de la unidad para el desarrollo de aplicativos, se estudiaron varias opciones como lo fueron Access, Excel y Visual Basic .NET junto con una extensión de *Office*, de las cuales se tomó la decisión de utilizar la última opción ya que contaba con diferentes funcionalidades integradas que podían ser viables a la hora del desarrollo y el despliegue del aplicativo dentro de la unidad.

A partir de la información que se recolectó en la etapa inicial, se cumplió con el objetivo de modelar y documentar los requisitos asociados a la posible solución, el cual se logró por medio de la realización de historias de usuario donde se recolectaron todos los requerimientos por parte de los interesados, para luego continuar con la implementación de las funcionalidades principales definidas para la herramienta. Estas fueron desarrolladas conforme al cronograma definido, haciendo revisiones cada dos semanas y ajustando el desarrollo según las novedades. Cuando todas las funcionalidades principales fueron implementadas se realizó la validación del prototipo con los usuarios interesados, esto se llevó a cabo por medio de una reunión con todos los integrantes de la unidad donde se compartió con ellos el funcionamiento y uso de la herramienta. Uno de los objetivos finales del proyecto era documentar los módulos principales del prototipo, para ello se tuvo en cuenta la documentación realizada en las etapas tempranas del proyecto y se comentó completamente el código desarrollado, además, se escribieron tanto manual técnico como manual de usuario, de modo que se le pueda dar continuidad al proyecto facilitando el desarrollo de nuevas características a futuro.

Por último, se logró la implementación de todas las funcionalidades requeridas inicialmente, se pudieron integrar todos los trabajos programados desde distintas bases de datos en un solo lugar dando cuenta de sus distribución por fecha y hora de programación que era fundamental para las actividades de planeación, coordinación y ejecución dentro de la unidad, mientras que anteriormente se debía ir a cada aplicativo y buscar por fecha cuáles trabajos de redes o consignaciones se encontraban vigentes. Además, con la adición de información sobre las maniobras para cada uno de los trabajos en el sistema, se pudo lograr una reprogramación temprana de trabajos con el fin de evitar la saturación y cruce de estos para una misma fecha y hora, logrando por ende una optimización de recursos dentro del equipo operativo ya que anteriormente encontrar estos cruces se debía hacer por medio de una búsqueda exhaustiva en cada aplicativo por lo que era probable que muchos de estos pasaran desapercibidos. Con el uso de la herramienta se

agilizaron los tiempos en actividades de planeación para el tema de consignaciones ya que fue posible depurar la información con los filtros integrados dando la posibilidad de realizar proyecciones a futuro sobre posibles trabajos de aprovechamiento dentro de la unidad.

## 10 Conclusiones

Para el desarrollo de este proyecto fue de vital importancia tener un alto nivel de entendimiento del negocio para poder comprender las necesidades de la unidad y poder dar una respuesta óptima a estos requerimientos, por lo que la etapa inicial en la que se realizó el estudio de todas las plataformas utilizadas dentro del proceso de gestión de los trabajos programados fue fundamental para trazar los objetivos que se cumplirían en las demás etapas del proyecto. Para el modelamiento de la solución se recolectaron los principales requerimientos y expectativas que tenían los integrantes de la unidad de trabajo los cuales debieron ser adaptados según las tecnologías disponibles para el desarrollo de modo que se pudiera dar cumplimiento en gran medida a las necesidades que se tenían. Se logró el objetivo principal que era integrar todos los trabajos programados desde distintas bases de datos en un solo lugar ordenándolos por fecha y hora de programación, parte fundamental para la planeación, coordinación y ejecución de los trabajos dentro de la unidad. Además, con integración de información sobre las maniobras para cada uno de los trabajos en el sistema de redes y consignaciones, se pudo obtener una planeación eficiente de trabajos con el fin de evitar la saturación y cruce de estos para una misma fecha y hora, logrando por ende una optimización de recursos dentro del equipo operativo.

## **11 Recomendaciones**

Dadas las limitaciones a nivel de tecnología y soporte no fue posible desarrollar una herramienta realmente poderosa como por ejemplo un aplicativo web, porque si bien se cumplió con el objetivo principal, se habrían podido implementar funcionalidades adicionales como alertas y actualizaciones de información en tiempo real. Basado en la herramienta desarrollada un trabajo futuro podría ser la inclusión de estadísticas, la cuales podrían ser útiles dentro del equipo de trabajo para realizar mejoras en los procesos de gestión de trabajos programados, además también se podrían incluir filtros para los circuitos y demás activos que se manejan dentro de la unidad.

## Referencias

- Empresas Públicas de Medellín (s.f). *EPM ocupa un lugar destacado en el sector eléctrico de Colombia*. <https://bit.ly/3A0hAZJ>
- Empresas Públicas de Medellín (2021). *MAXIMO operación integrada T & D*.
- Empresas Públicas de Medellín (2021). *Metodología de análisis TPS, VI*.
- Empresas Públicas de Medellín (2021). *Guía procedimientos aisladas*.
- Mahalakshmi, M., & Sundararajan, M. (2013). Traditional SDLC Vs Scrum Methodology – A Comparative Study. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 3(6), 2–6.
- Microsoft. (2021) *Inicio rápido: Crear una macro*. <https://bit.ly/3a2DJvK>