

MANTENIMIENTO Y SOPORTE DE PROCESOS DIGITALES DE LAS APLICACIONES DE MANUFACTURA Y SISTEMAS INDUSTRIALES EN LAS PLANTAS DE HOLCIM EN NORTEAMÉRICA

Eymer Steben Tapias Fonseca
Facultad de Ingeniería Mecatrónica
Universidad Santo Tomas

Coordinador de la Practica
Ing. Camilo Andrés Tejada Ome

Director
Ing. Diana Carolina Martínez Reyes

Codirector
Ing. Gloria Judith Palacio Osorio

Abstract— Currently, the implementation of Industry 4.0 within construction companies allows the consolidation of operational technologies (OT) together with information technologies (IT), to generate added value to the business and interconnect all areas within the company; one of the most important areas is manufacturing and industrial systems so that production is always in operation, where Manufacturing Execution Systems (MES) are involved at the IT support level. For this reason, ADC promoted the integration of an intern to support the team in charge of the operation of the Manufacturing Industrial Systems Applications in the support of the applications; consequently the main objective of the internship was to provide support and maintenance (preventive and corrective) to repetitive digital processes to improve the response time in the solutions, in addition to innovate and generate automation to optimize industrial applications within the servers integrating the use and application of knowledge in the areas of programming, project management and automation, developing the documentation of process information and maintenance performed, so as to contribute to continuous improvement and provide growth to achieve the strategic objectives of the company.

Index Terms— Industrial Systems, Manufacturing Applications, MES, Automation, Documentation, Programming.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la industria constructora se encuentra en un punto clave fomentando el desarrollo económico, tecnológico y social a nivel mundial, mediante las infraestructuras, proyectos de alta ingeniería, entre otros; que la posicionan como un referente en cualquier país del mundo. Por definición, la construcción es un sector que involucra diversas ramas de fabricación, por ejemplo, materiales de construcción, proyectos de infraestructura y sectores de servicios, combinando procesos estructurados para atender a la oferta y demanda actual de la sociedad.

De los diversos conglomerados en este sector, se encuentra el grupo Holcim (anteriormente LafargeHolcim), líder mundial en soluciones de construcción innovadoras y sostenibles, producción de cemento, agregados, concreto premezclado, asfalto y en la prestación de servicios modernos asociados a la construcción, infraestructura, distribución y retail, entre otros; la cual tiene una estrategia centrada en la sostenibilidad, la construcción circular como líder mundial en reciclaje para construir más con menos y la transformación digital como parte de la industria 4.0. En consecuencia, la compañía ha venido realizando un proceso de reestructuración de los servicios digitales, la cual cuenta con una red de más de 1.000 profesionales de TI altamente calificados de LafargeHolcim en todo el mundo que apoyan y permiten las operaciones comerciales y los objetivos estratégicos proporcionando resultados confiables, eficiencia e innovación en sus necesidades de TI y Digital. [1]

Como resultado, desde el año 2020 el conglomerado decidió optar por consolidar el ITSC (Information Technology Services Center) de América del Norte y América Latina, por medio de la creación del Americas Digital Center (ADC), empresa cuyo centro de operaciones está radicado en Colombia que se encarga de los servicios del usuario final, incluidas las instalaciones en el sitio y el soporte de la planta; desde la gestión de las aplicaciones finales y los sistemas operativos, hasta garantizar que las redes de la planta y la infraestructura general en el sitio funcionen como se espera para permitir las operaciones comerciales, explotando las ventajas comerciales del negocio debido a la proximidad física con ABS (Americas Business Center), así como fomentando la polinización de las mejores prácticas y brindando asistencia tanto a Norteamérica como a América Latina. [2]

El equipo Manufacturing Industrial Systems se encarga de prestar servicios de asistencia a las aplicaciones industriales utilizadas en las diferentes plantas de Holcim en Norteamérica y define como necesidad realizar soporte, apoyar y automatizar procesos digitales para mejorar e innovar los sistemas industriales en pro de generar un crecimiento exponencial continuo de la compañía.

Por tal motivo, el presente trabajo de grado está enfocado a dar soporte y mantenimiento a procesos digitales repetitivos para mejorar el tiempo de respuesta en las soluciones, además de innovar y generar automatización para optimizar las aplicaciones industriales dentro de los servidores, y de esta manera contribuir a mejorar la eficiencia y el rendimiento continuamente de los sistemas y aplicaciones industriales.

II. SISTEMAS Y APLICACIONES INDUSTRIALES DE MANUFACTURA

Las aplicaciones y sistemas industriales son parte fundamental del funcionamiento de las plantas con las que cuenta Holcim para la producción de cemento, concreto, agregados, entre otros; y son la base que maneja el equipo Manufacturing Industrial Systems para realizar soporte de procesos y mejorar el rendimiento de las mismas, por ello es importante conocerlas e identificarlas.

A nivel de producción en masa, un sistema industrial es definido como un conjunto organizado de procesos donde gracias a la tecnología, la información, la automatización, la programación, la maquinaria y las materias primas, entre otras áreas, desarrollan y configuran productos que serán comercializados después de su proceso de fabricación y testeado para los usuarios finales. Paralelamente, las aplicaciones industriales son programas informáticos muy bien estructurados para realizar tareas y procesos productivos (monitoreo, control, etc.) ya sean específicos o múltiples, permitiendo la evolución digital y optimizando la fabricación de productos, es por ello que hacen parte fundamental y conforman los mismos sistemas industriales intercambiando información mediante su arquitectura de datos.

A. La Automatización Industrial y La Industria 4.0

Actualmente, las grandes compañías industriales evolucionan cada vez más con el avance tecnológico que se genera día a día, y es allí donde entran dos aspectos importantes en la generación de sistemas industriales: la automatización y la industria 4.0. La integración de tecnologías clásicas como la mecánica y la electricidad con otras más modernas (electrónica, informática, telecomunicaciones, etc.) está haciendo posible esta evolución. De esta manera, nace la pirámide de la automatización, la cual se establece como un estándar internacional para entregar un esquema en cinco niveles tecnológicos. [3]

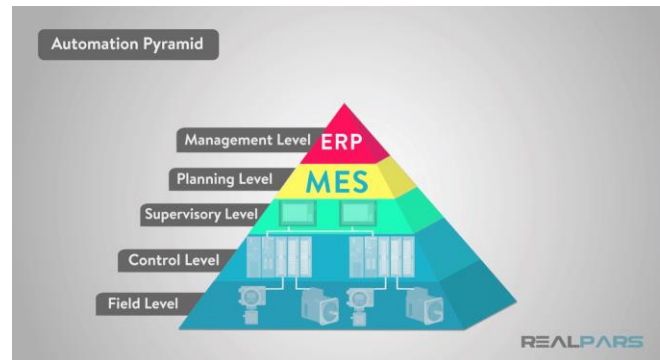


Figura 1. Pirámide de la automatización industrial

Siguiendo este estándar, la ISA-95 define los cinco niveles tecnológicos así: el nivel de campo, se encarga de los procesos físicos reales (sensores, actuadores, etc.); el nivel de control, define las actividades de detección y manipulación de los procesos físicos (PLC, etc.) operando en marcos temporales de segundos y milisegundos; el nivel de supervisión, establece actividades de supervisión y control de los procesos físicos (HMI, SCADA, etc.) operando en marcos de tiempo de horas, minutos y segundos; el nivel de planeación, define las actividades del flujo de trabajo para producir los productos finales deseados incluyendo las actividades de mantenimiento, de registros y coordinación de los procesos (MES), operando en marcos temporales de días, turnos, horas, minutos y segundos; y finalmente, el nivel de gestión, el cual define las actividades relacionadas con la empresa necesarias para gestionar una organización de fabricación. Las actividades relacionadas con la fabricación incluyen establecer el programa básico de la planta (como el uso de materiales, la entrega y el envío), determinar los niveles de inventario y asegurarse de que los materiales se entregan a tiempo en el lugar adecuado para la producción, este suele operar con plazos de meses, semanas y días. meses, semanas y días. Cabe resaltar, que la información del nivel de planificación es fundamental para las actividades del nivel de gestión. [4]

En este ámbito, en Holcim el equipo Manufacturing Industrial Systems opera en el nivel 4 de la pirámide de la automatización; y es aquí donde sobresalen los sistemas MES, o mejor conocidos como Manufacturing Execution Systems que son herramientas informáticas que permiten el intercambio de información entre el nivel organizativo, normalmente apoyado por un Enterprise Resource Planning (ERP), y los sistemas de control para el nivel de campo, que suelen consistir en varias aplicaciones de software diferentes y altamente personalizadas, recolectando datos, monitoreando sistemas y mejorando el rendimiento de los procesos. [5]

Por otra parte, la "Industria 4.0", desarrollada en las últimas décadas, se caracteriza por la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación a la industria (sistemas industriales). Estos sistemas de producción se amplían con conexiones de red que permiten recopilar información de dispositivos, máquinas, sistemas e incluso de personas. La evolución digital del ambiente de fabricación permite métodos más flexibles para gestionar la información de manera adecuada y compartirla con los stakeholders, donde este centralizada en

el cliente. Esta revolución se basa en tecnologías emergentes como Cyber-Physical Systems, IoT, Big Data Analytics y Cognitive Computing, Artificial Intelligence Cloud y Edge Computing, entre otras. Al final, se convierte en sistemas que proporcionan datos, datos que permiten la autonomía y la predicción, y que a su vez facilitan la toma de decisiones en la industria, la mejora continua y la reinención de la estrategia de las empresas para reaccionar ante cambios inesperados en un mundo cada vez más incierto. [6]

B. Identificación de las aplicaciones industriales en las plantas de Holcim

La estructura y arquitectura de los sistemas industriales implementados en cada planta, permiten mantener una organización consolidada de datos e información, para gestionar de mejor forma los procesos en las líneas de producción de Holcim: cemento, concreto, agregados, asfalto y estaciones de triturado. Los sistemas de cada planta están configurados con una red de servidores centralizados ubicados en la nube y otros descentralizados dentro de las plantas que almacenan las aplicaciones industriales independientemente y gestionan la información por medio de 3 redes (red de negocios, red desmilitarizada (DMZ) y red de procesos).

Las redes se encuentran interconectadas entre sí, y permiten la transmisión de datos e información entre las diferentes áreas del negocio, por medio de un sistema de ciberseguridad y una configuración detallada, para evitar violaciones de seguridad y accesos no autorizados tanto a los procesos productivos en las plantas (red de procesos), como a los datos de reportes y sistemas de monitoreo (red de negocios y DMZ), de tal manera que la información sea regulada y cada área pueda acceder solo a los datos requeridos.

En este ámbito arquitectónico digital, las redes permiten conexiones solidas mediante protocolos específicos (Principalmente basados en el modelo OSI como TCP/IP, Profinet, Profibus y los más utilizados OPC, OPC DA y OPC UA) a los distintos servidores almacenados en la nube (centralizados) como ubicados en las plantas para aplicaciones muy específicas (descentralizados). En relación a la estructura jerárquica descrita, el soporte y mantenimiento que brinda el equipo Manufacturing Industrial Systems se basa en prestar servicios desde los servidores OPC (OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control) hasta los sistemas de monitoreo y los reportes de información en la red de negocios, tales como solución de errores en red, mejoras en la arquitectura informática de las aplicaciones industriales que recolectan datos, gestión de servicios computacionales y mantenimiento de la estructura digital, ente otros; de manera que el equipo opera en el área de sistemas IT (Tecnologías de la Información) y no interviene en los sistemas OT (Tecnologías operacionales) que se encuentran en las plantas y están relacionados al soporte de procesos físicos y mantenimiento de maquinaria, mediante servidores específicos ubicados en la misma, para solventar la solución de estos problemas que pueden afectar las líneas de producción de Holcim.

III. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS AUTOMÁTICOS

Uno de los principales componentes de la práctica empresarial consistió en el desarrollo de programas automáticos para gestionar servicios de procesos de recolección y manejo de información, que son implementados en los servidores de las aplicaciones industriales, debido al avance de las tecnologías que son integradas en la producción continuamente.

A. Programa en Batch para el análisis de unidades de discos en los servidores de las aplicaciones industriales

El manejo de información y la gestión de la capacidad de almacenamiento en los servidores es un factor primordial para optimizar recursos, recolectar datos y permitir el desarrollo productivo de los procesos sin fallos y pérdidas de información, por tal motivo se busca mantener una eficiencia de las aplicaciones, detectando posibles errores anticipadamente para poder resolverlos de manera oportuna reduciendo el tiempo de respuesta.

Por tal motivo, en primer lugar, se desarrolló un programa en Batch que realiza un análisis automático detallado todos los días a una hora específica en los servidores de las aplicaciones, para determinar si existe un riesgo de fallo del servidor por el almacenamiento disponible de información en las unidades de disco. Como los servidores utilizados principalmente por Holcim son de sistemas operativos (OS) Windows Server de la empresa Microsoft, se optó por realizar la programación en un lenguaje nativo del OS utilizado, como es el caso de Batch files o archivos por lotes (con extensión .bat), que son archivos de texto con comandos sin formato que se ejecutan en secuencia por la línea de comandos de Windows. [7]

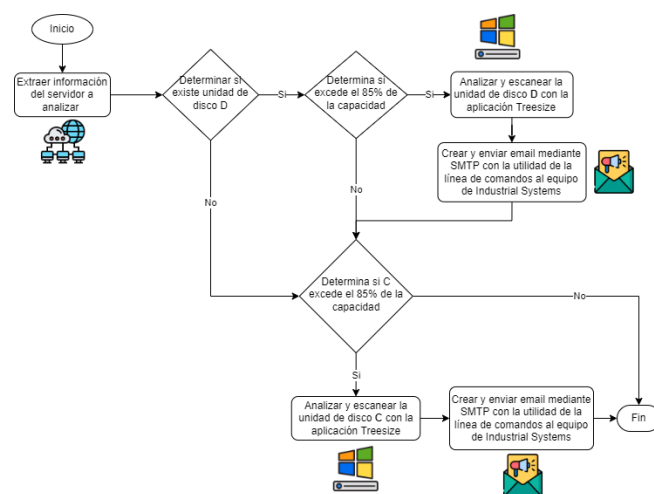


Figura 2. Diagrama de Flujo del programa que analiza las unidades de discos en los servidores.

Como se puede observar en el diagrama de flujo de la figura 2, el funcionamiento del programa consiste en analizar las unidades de disco en los servidores de las aplicaciones industriales para revisar el espacio total, usado y libre. Su función es ejecutarse como una tarea programada para verificar los discos C y D (si existe) y si alguno de estos excede el 85%

de su capacidad, se realiza un escaneo con un programa portable, generando un log de información de ejecución y se envía un correo utilizando una utilidad de la línea de comandos al equipo de Industrial Systems con el reporte del disco analizado. Cabe resaltar que los programas externos utilizados para complementar el programa principal resultan muy efectivos y permiten ser ejecutados desde a línea de comandos:

- Comandos Treesize

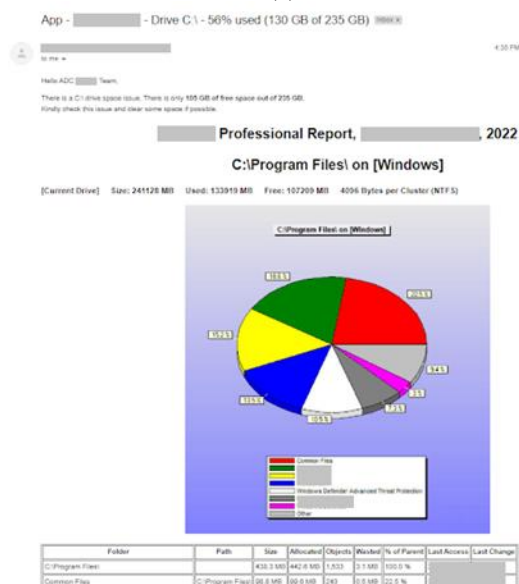
Se utiliza el programa portable Treesize Professional, el cual tiene opciones de comando para ejecutarse en segundo plano, es un analizador de espacio en disco desarrollado por JAM Software, es portable pero no es de dominio público y le permite ejecutarse sin intervenir con otras aplicaciones.

- Comandos Blat

Se utiliza el programa blat mailer, que es una utilidad para la línea de comandos de Windows (cmd) que permite la transmisión de correo electrónico mediante SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), es portable y es de dominio público.



(a)



(b)

Figura 3. Programa analizador de unidades de discos de los servidores en funcionamiento.

En la figura 3 se puede observar el funcionamiento del programa y el correo de alerta que genera sobre el disco analizado con la información del servidor y la aplicación industrial que es afectada. Para su implementación en los servidores, este programa se convirtió a una aplicación .exe para evitar cambios en el código programado por usuarios externos y se automatizó de manera que su ejecución se realice diariamente a una hora de baja ejecución de procesos, evitando consumir recursos informáticos y optimizando los servidores.

B. Programa en Batch para transferir, comprimir y eliminar archivos dentro de los servidores

Las aplicaciones industriales generan información relevante sobre los procesos de producción que es almacenada continuamente en los servidores, para ser utilizada tanto por otras aplicaciones como por los usuarios para elaborar reportes, monitorear sistemas, entre muchas otras actividades que se realizan en Holcim: por tal motivo es pertinente regular la información de tal manera que no afecte los procesos y los usuarios para garantizar el óptimo rendimiento de los sistemas industriales.

En este sentido, se desarrolló un archivo Batch con la capacidad de transferir archivos de una ubicación a otra dentro de los servidores de las aplicaciones industriales, su función es buscar archivos con una extensión específica y transferirlos de un directorio a otro si cumplen un tiempo determinado que han estado almacenados, ya sea entre unidades de discos locales o unidades compartidas con otros servidores; después de la transferencia, el programa comprime los archivos que son especificados por el usuario y elimina archivos comprimidos que hayan sido almacenados por un periodo de tiempo determinado por el usuario, creando un log que registra los archivos que fueron transferidos y los archivos que fueron eliminados.

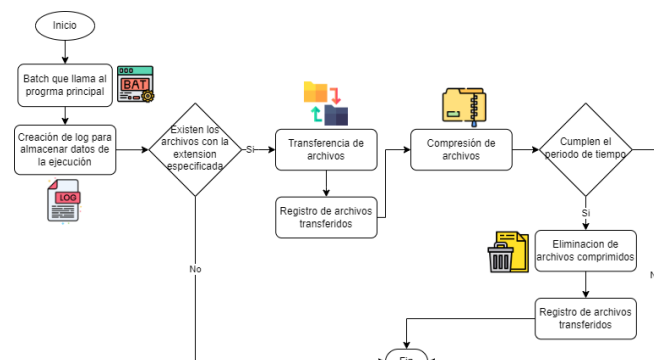
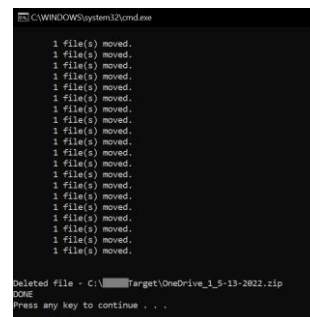


Figura 4. Diagrama de Flujo del programa que transfiere, comprime y elimina archivos de los servidores.

Como se puede observar en la figura 4, el Batch desarrollado esta complementado por un Batch adicional que contiene las especificaciones del usuario para mover, eliminar y comprimir los archivos deseados, de tal manera que funciona haciendo un llamado al programa principal y ejecuta los comandos secuenciados para cumplir su objetivo.



(a)

```

MOVING FILES FROM "C:\Users\...Downloads\Batch files" TO "C:\...Target" OLDER THAN 3 DAY(S)
"20220502_143551.jpg"
"20220502_143630.jpg"
"..."
"Blue.png"
"OneDrive_1_5-13-2022.zip"
"..."
"Profile.jpeg"
"Profile3.jpeg"
"Server Administrator's Guide ... .pdf"
"..."
"..."
"Trabajo (2).xlsx"
"..."
"..."
DELETING FILES IN "C:\TEST\Target" OLDER THAN 3 DAY(S)
"OneDrive_1_5-13-2022.zip"

```

(b)

Figura 5. Programa analizador de unidades de discos de los servidores en funcionamiento.

Finalmente, la implementación del programa se realizó en los servidores de las aplicaciones industriales de forma automática, mejorando el rendimiento del flujo de información y optimizando los recursos digitales que utilizan los sistemas industriales.

IV. MANTENIMIENTO Y SOPORTE DE PROCESOS DIGITALES

Con el avance tecnológico cada vez más en auge, las industrias, especialmente las de construcción, comienzan a implementar nuevas tecnologías con más frecuencia, para mejorar el rendimiento productivo, optimizar costos y reducir tiempos en la fabricación de sus productos; en el caso de Holcim, la empresa ha optado por evolucionar constantemente su área de IT (Tecnologías de la información), incluyendo sistemas avanzados y actualizándose a la industria 4.0, en un mundo más ambiguo, pero a la vez mas interconectado. Un factor a tener en cuenta, es que todo proceso industrial ya sea físico o virtual requiere de procedimientos de mantenimiento, para detectar fallas, prevenir errores y solucionar problemas, entre otros aspectos en los sistemas y equipos de producción.

Dentro del Holcim, el mantenimiento de los sistemas y redes industriales que interconectan el negocio, es un factor esencial para garantizar el funcionamiento de las plantas y cumplir con los objetivos de la empresa. Para realizar estas labores de soporte, se tienen en cuenta dos bases fundamentales del mantenimiento desarrollado durante la práctica empresarial: el mantenimiento predictivo, que identifica y disminuye el deterioro del sistema y las posibles fallas de su arquitectura con el fin de preservar o prolongar su funcionalidad; y el mantenimiento correctivo, que se realiza cuando se presenta un error o una falla y se procede solucionarlo para reactivar el funcionamiento del sistema. [8]

El pilar central de la práctica se basó en el mantenimiento (predictivo y correctivo) y soporte de procesos digitales, servicios informáticos y seguimiento y resolución de eventos dentro de los servidores y aplicaciones industriales que administra el equipo de Industrial Systems, apoyando a los especialistas y brindando asistencia en las actividades habituales. A continuación, se presentan las labores y actividades de mantenimiento realizadas.

A. Soporte de accesos a aplicaciones industriales para procesos de producción en las plantas

Las aplicaciones industriales a parte de su cumplir sus funciones de monitoreo, procesos y servicios de producción, entre otras; permiten a los usuarios (operarios, supervisores, etc.) de las plantas revisar los eventos en la fabricación y elaboración de sus productos. Por tal motivo, el equipo de Industrial Systems está encargado de conceder acceso a los usuarios según el cargo de cada uno y siguiendo un protocolo específico para cada aplicación.

En consecuencia, mediante la capacitación de los especialistas sobre cada aplicación, el conocimiento de roles específicos según el cargo del usuario y la aplicación a la que solicite acceso, en primera instancia, se informa a los managers de la planta en cuestión solicitando la aprobación del rol, debido a que ellos están a cargo de su supervisión, posteriormente a la confirmación se realiza la asignación del rol indicado en la planta requerida por medio del uso de las herramientas digitales de la compañía (Directorio Activo como se observa en la figura 6) que interconectan las aplicaciones; después de este proceso, se contacta al usuario en la planta para confirmar su acceso y verificar que funciona correctamente, y en caso de algún error se procede a solucionar lo antes posible.

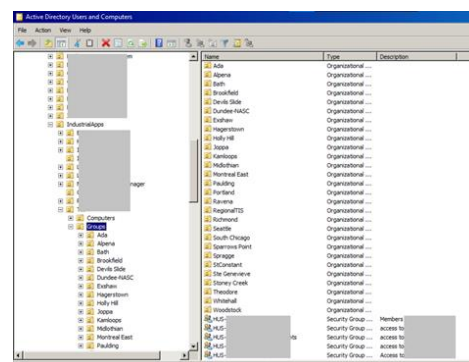


Figura 6. Asignación de roles a usuarios para acceso a las aplicaciones

Por otra parte, en aplicaciones más complejas, a parte de la asignación de rol en el Directorio Activo, es requerido la creación de los usuarios directamente en una base de datos, donde se configura y administra los datos según la región de trabajo y las funciones a desempeñar dentro de la aplicación, por medio de la ejecución de scripts (queries) en su lenguaje específico de programación.

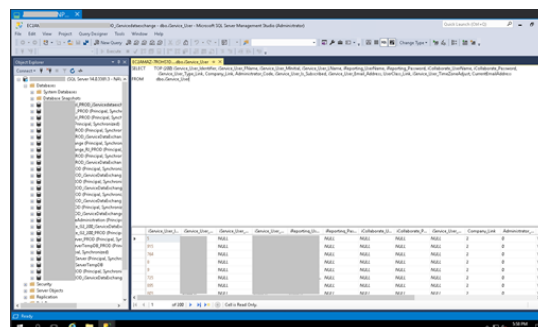


Figura 7. Creación de usuarios en base de datos SQL

Como se aprecia en la figura 7, actualmente las bases de datos cumplen un papel fundamental en la industria; y dentro de Holcim, el uso de estos sistemas principalmente está basado en bases de datos SQL en el entorno de OS Windows, las cuales son definidas similarmente a un almacén de datos que implica la estructura, el almacenamiento y la gestión de datos, siendo el servidor SQL el modelo más popular de almacenamiento y recuperación de datos, con una gran fiabilidad, seguridad, extensibilidad y mantenibilidad, y desempeñando un papel fundamental en los sistemas de gestión de la información y de apoyo a la toma de decisiones en cualquier industria. [9]

B. Instalación de complementos para utilizar las aplicaciones industriales

En el mismo ámbito del manejo de las aplicaciones industriales y el conocimiento de la capacidad de funcionamiento, existen diversos componentes, servicios y procesos informáticos que ayudan en la utilización de las mismas y permiten la integración con otras aplicaciones, para realizar ejecuciones de alto rendimiento, optimizar el trabajo y reducir el tiempo en las labores realizadas por los usuarios.

En primera instancia, a partir de la capacitación recibida, se adquirió el conocimiento respectivo sobre el procedimiento de instalación de los complementos de algunas aplicaciones y su funcionalidad en el contexto de la capacidad de rendimiento en la producción. En segundo lugar, se realizó el proceso de instalación a los usuarios de todas las plantas en Norteamérica que solicitaban soporte en sus computadores empresariales, para instalaciones por primera vez como para solución de errores de funcionamiento o fallas de los complementos informáticos, generalmente por mal configuración, aplicando de esta manera mantenimiento correctivo.

Así mismo, los componentes y/o módulos que complementan las aplicaciones, son generalmente utilizados para administrar los sistemas de monitoreo, las señales OPC, realizar entradas manuales, generar reportes, crear gráficos, entre otras funciones, permitiendo realizar seguimiento a la producción en las plantas; además cabe resaltar que los complementos que se integran y conectan con otras aplicaciones como Microsoft Excel de Windows permiten obtener datos y mejorar el flujo de información para las actividades de cada usuario, cumpliendo día a día con los objetivos de la compañía.

C. Actualización de mantenimiento mensual de base de datos sobre la producción anual por planta de concreto

Una parte importante de las industrias, son los reportes de productividad, gastos, utilidades y demás factores, que son de esenciales para mantener el negocio en operatividad de manera rentable. En la línea de producción de concreto de Holcim, las plantas que realizan esta actividad, son plantas móviles, es decir se establecen en un área cercana a los sectores de construcción comercial para entregar el producto final en el menor tiempo posible; todo esto debido a que el concreto es un producto

prefabricado que requiere ser utilizado inmediatamente por sus propiedades, por tal motivo las fábricas de concreto necesitan licencias de operación para trabajar constantemente.

En consecuencia, Holcim cuenta con una base de datos dedicada a almacenar datos de producción anual de concreto según en la región que estén localizadas para determinar las licencias activas y las licencias usadas para poder desplegar nuevas plantas; en este ámbito, se realiza un mantenimiento predictivo de actualización mensual en la base de datos que tiene a cargo el equipo sobre la producción anual de concreto, registrando los datos y la información pertinente de cada planta.

Region	Licenses	Active Plants	Licenses Cost	Installed volume (m³)	Avg. Volume (m³)	Volume Difference (m³)	Difference in money	Net price (USD/m³)
American Canada Region	1044							
Western Canada Region	1044							
Mid Atlantic Region	1044							
North Central Region	1044							
California Region	1044							
West Central Region	1044							
South Central Region	1044							
North East Region	1044							
South East Region	1044							
Total								

Figura 8. Base de datos en Google sheets sobre producción anual de concreto

Como se visualiza en la figura 8, la base de datos esta implementada en un componente (Google Sheets) de la suite de Google (Google Workspace), la cual es una herramienta digital que promueve Holcim por su versatilidad y seguridad cibernética, además de permitir el almacenamiento en la nube y la restricción de visualización para evitar filtros de información. [10] El motivo de utilizar esta herramienta como base de datos, se debe a que permite la interconexión con otras herramientas de la misma suite, como Google App Scripts, para programar la generación de reportes, entre otras características, usando los datos almacenados en la base de datos.

D. Mejora de herramienta digital automática

El equipo de Industrial Systems maneja algunas herramientas informáticas para mejorar el servicio de soporte en el área de IT, las cuales fueron desarrolladas por los especialistas en el entorno del sistema operativo de Windows por medio de la programación de scripts en Batch, beneficiando el tiempo de respuesta a los eventos.

Por tanto, se mejoró un programa/aplicativo Batch que inicialmente solo generaba información limitada de acceso a la aplicación solicitada sobre el procedimiento para acceder correctamente a las aplicaciones y servidores según la planta de operación de cada usuario; para los especialistas esta herramienta representaba una gran ventaja a la hora de informar al cliente y describir el procedimiento a seguir tanto para entrar como para salir de cada sistema sin afectar su rendimiento, pero no era lo suficientemente automática para reducir tiempo de desarrollo y mejorar el servicio prestado; por tal motivo, se estudió el aplicativo y se incluyó estructura de programación haciendo que la información sea enviada automáticamente al usuario, además de complementar los datos de procedimiento y

reducir el tiempo de respuesta de los especialistas en estas actividades, que es el objetivo primordial a alcanzar en el área de soporte de IT.

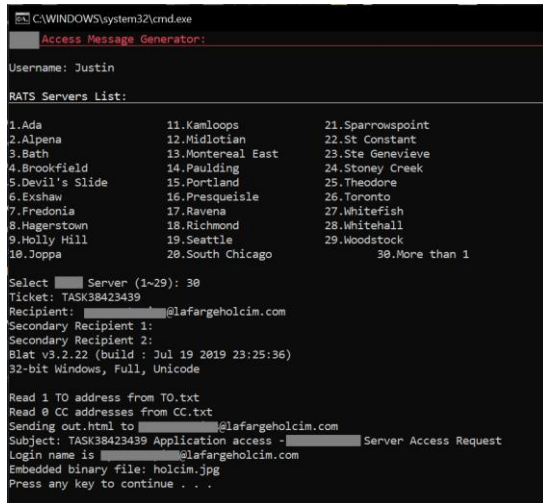


Figura 9. Interfaz de la aplicación mejorada en ejecución

En la figura 9, se muestra la interfaz gráfica en CMD (Command Prompt) de la aplicación en ejecución la cual ya tiene integrado el envío automático de información y procedimientos al usuario; la aplicación únicamente solicita determinados datos para realizar automáticamente su función. En consecuencia, después de la mejora desarrollada en un periodo de tiempo de 1 mes, se implementó la aplicación nuevamente y después de un intervalo de 1 mes se analizaron los resultados por medio de un diagrama 3D circular, sobre los procesos manuales y automáticos que se hacían antes y después, como se observa en la figura 10.

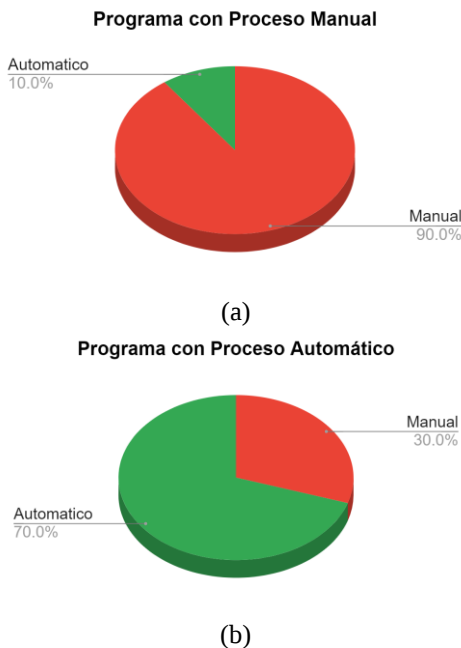


Figura 10. Diagrama de los procesos realizados en la aplicación (a) antes de la implementación de la mejora y (b) después de la actualización.

Como análisis a partir de los resultados obtenidos, cabe resaltar la notable mejora en los procesos que realizaban manualmente los especialistas dentro del aplicativo, después de la implementación, reduciendo considerablemente las actividades manuales y aumentado los procesos automáticos traducidos en un menor tiempo de respuesta ante el soporte brindado que fue el objetivo a lograr.

E. Creación y elaboración de reportes para el análisis del soporte IT y la producción de Holcim

Un aspecto primordial de un equipo de trabajo, es conocer, evaluar e identificar el desempeño y el desarrollo de actividades, funciones y proyectos a lo largo del tiempo, para determinar el rendimiento y la evolución de cada integrante tanto a nivel grupal como individual, todo esto con el fin de avanzar continuamente en pro de los objetivos de la empresa y lograr un desarrollo íntegro y profesional. Por todo ello, para Holcim es muy importante el uso de reportes e informes para mantener actualizado el rendimiento de la productividad.

Teniendo en cuenta lo anterior, otro de los procesos realizados en la práctica fue la creación de reportes, con el uso de las herramientas digitales que fomenta la compañía; en consecuencia, se elaboraron reportes comparativos evaluando los diferentes eventos (incidentes, tareas, cambios, etc.) en los sistemas industriales, los cuales fueron diseñados para mostrar estadísticas de tiempo, aplicaciones afectadas, resolución y tendencias de los eventos, entre otros aspectos; utilizando las herramientas digitales a disposición del equipo, para evaluar su rendimiento y respuesta a los problemas presentados con las soluciones planteadas.

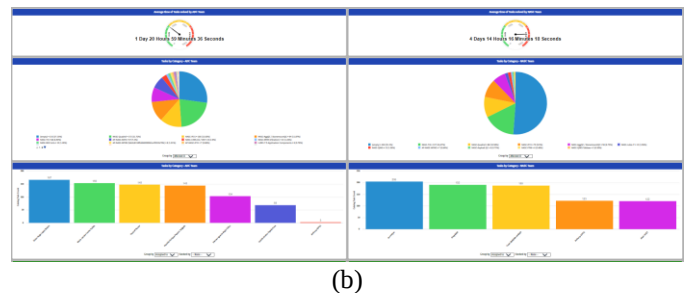


Figura 11. Reportes estadísticos de tendencias mensuales y anuales de eventos: (a) incidentes y (b) cambios.

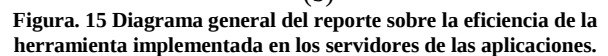
Así mismo, se desarrollaron otro tipo de reportes esencialmente informativos para las líneas financieras, productivas y de negocios de la empresa, para evaluar la gestión de recursos y monitorear la producción de las plantas, especialmente en las regiones de Norteamérica. Un ejemplo de estos informes, se visualiza en la figura 12, la cual fue la elaboración de reportes semanales sobre los datos de producción de agregados en las plantas y fábricas de algunas regiones de Estados Unidos y Canadá, mostrando estadísticas mensuales de calidad y fabricación de productos.

[illegible]

Figura 13. Extracción de datos de usuarios del directorio activo



Finalmente, también se crearon reportes importantes en base a la eficiencia de los programas desarrollados e implementados como herramientas digitales para mejorar el flujo de trabajo del equipo y apoyar el soporte de los sistemas y redes industriales del área de IT; como es el caso del programa en Batch para el análisis de unidades de discos en los servidores de las aplicaciones industriales.



Como se evidencia en la figura 15, el reporte general de la eficiencia del programa, muestra la reducción de incidentes y la disminución del tiempo de respuesta a la problemática inicial sobre la cual se basó el desarrollo del aplicativo, evidenciando una notable mejora en el rendimiento del equipo en cuanto a la resolución de problemas (incidentes) y las soluciones planteadas. En general, la elaboración de reportes e informes es un proceso de soporte muy primordial para conocer el estado y la efectividad, no solo del equipo si no a nivel general de la compañía para evaluar que mejoras se pueden implementar y como continuar evolucionando el rendimiento empresarial y productivo.

F. Documentación de procesos y procedimientos

La documentación es un instrumento de vital importancia en el registro y la elaboración de procesos y procedimientos, que permite dejar información clara, robusta, completa y concisa sobre las aplicaciones, los sistemas industriales, la ejecución de actividades, la resolución de eventos, manuales de procedimientos y solución de problemas. De tal forma, que el proceso de documentar se convierte en un tema valioso para la industria; dentro de Holcim esto se ve evidenciado en el gran flujo de información almacenado sobre todas sus líneas de negocio para prestar soporte tanto en el área de IT como en el área de OT.

Con la aplicación de conocimientos de gestión de proyectos, se realizó una gama de documentaciones para el equipo de Manufacturing and Industrial Systems sobre procedimientos, procesos digitales e informáticos, el troubleshooting, lecciones aprendidas, estructuras, herramientas automáticas, entre otros aspectos; dentro de la documentación realizada se resaltan algunas de las más importantes a continuación:

- Documentación del programa Batch desarrollado para el análisis de los discos, con el fin de registrar y documentar la estructura, el desarrollo, la implementación, entre otros puntos, para los especialistas de las aplicaciones industriales.
- Proceso de restauración de base de datos en caso de falla y corrupción de la información almacenada, para la aplicación industrial que monitorea la producción y procesos en las plantas de cemento.
- Actualización de la información en el listado de servidores y el aplicativo de localización de plantas realizado por los practicantes anteriores, registrando los cambios realizados.

Como resultado, esta actividad realizada a lo largo de la práctica, ha permitido mejorar las actividades diarias del equipo e identificar posibles fallos anticipadamente para solucionarlos en periodos más cortos de tiempo, apoyando los procedimientos con ayudas visuales y recursos informativos adicionales que permiten a los especialistas y demás usuarios permitidos entender de mejor forma el soporte a los sistemas industriales.

V. CONCLUSIONES

La oportunidad de entrar a un mundo laboral en constante cambio, aplicando los conocimientos aprendidos y continuando el aprendizaje de nuevas habilidades, fomenta la evolución profesional y la interacción con las áreas de estudios, en este caso en el ámbito de la ingeniería mecatrónica. En conclusión, sobre la práctica realizada, se construyeron dos herramientas digitales (programas Batch) que permitieron automatizar procesos y generar utilidad para solventar eventos en un tiempo de respuesta más reducido y mejor efectuado, cumpliendo con la propuesta planteada en un inicio y generando valor agregado al negocio. Simultáneamente, se logró llevar a cabo el

cumplimiento del eje central de la práctica, realizando y brindando mantenimiento (correctivo, y especialmente preventivo) y soporte a los procesos encargados por los especialistas en el área de IT, tales como: mejoras de herramientas informáticas, actualizaciones a bases de datos, elaboración de reportes, y solución de errores en los aplicaciones industriales; todo esto para lograr una mejora en la optimización de la productividad, alcanzando los objetivos propuestos al inicio de la práctica y conociendo los sistemas industriales actualmente utilizados y las nuevas tecnologías como la industria 4.0 que abren las puertas a un futuro más interconectado. Por último, la ejecución y desarrollo de la práctica empresarial permitió adquirir experiencia profesional en el ámbito de la ingeniería y las grandes industrias, renovando conocimientos de mantenimiento, programación, automatización y gestión de proyectos, y entendiendo de mejor forma el funcionamiento del mundo laboral.

REFERENCIAS

- [1] Holcim, «Holcim Worldwide,» 26 03 2022. [En línea]. Available: <https://www.holcim.com/>.
- [2] Holcim, «ADC Holcim,» ADC Holcim, [En línea]. Available: <https://adc.holcim.com/>. [Último acceso: Marzo 2022].
- [3] T. Coito, «A novel framework for intelligent automation,» *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, pp. 1825-1830, September 2019.
- [4] ISA, «Enterprise-Control System Integration Part 1: Models and Terminology,» *ISA-95.00.01-CDV3*, pp. 1-165, 2008.
- [5] J. S. B. P. C. Gianluca D'Antonio, «A Novel Methodology to Integrate Manufacturing Execution Systems with the Lean Manufacturing Approach,» *Procedia Manufacturing*, vol. 11, pp. 2243-2251, 2017.
- [6] L. D. Xu, E. L. Xu y L. Li, «Industry 4.0: state of the art and future trends,» *International Journal of Production Research*, vol. 56, p. 8, 2018/04/18.
- [7] T. Paterson, «An Inside Look at MS-DOS,» *Seattle Computer Products*, pp. 1-14, 1983.
- [8] A. Sahlia, R. Evansa y A. Manohara, «Predictive Maintenance in Industry 4.0: Current Themes,» de *54th CIRP Conference on Manufacturing Systems*, London, 2021.
- [9] Y. Wang, J. Liu, X. He y B. Wang, «Design and realization of rock salt gas storage database management system based on SQL Server,» *Petroleum*, vol. 4, n° 4, pp. 466-472, 2018.
- [10] G. Inc., «Google Workspace | Business Apps & Collaboration Tools,» Google Inc., 2022. [En línea]. Available: <https://workspace.google.com/>. [Último acceso: Mayo 2022].