

APLICACIÓN WEB PARA EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS EN UNA EMPRESA INDUSTRIAL

Trabajo Terminal No. 2021 - B025

*Alumnos: Escobar Armenta Jacqueline, Trejo López Nacxit Cotuha**

Directores: Alcántara Méndez Alberto Jesús

email: ntrejoll700@alumno.ipn.mx

Resumen – La legislación mexicana actual declara que es obligación de las empresas garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, por lo que se requieren constantes revisiones a los diferentes componentes de una empresa para verificar un buen estado de estos. Ya que los registros de las revisiones suelen anotarse de manera física y esto complica su manejo, accesibilidad y entendimiento se contempla una aplicación que ayude a la facilitación de su control en los 3 principales tipos de mantenimiento (preventivo, proactivo y predictivo) de las instalaciones para diferentes tipos de empresas (principalmente de pequeñas y medianas).

Palabras clave - Acceso remoto, Bases de Datos, Código QR, Desarrollo Web, Servicio Web.

1. Introducción

Las organizaciones han estado presentes toda la existencia del ser humano ya que el surgimiento de estas fue necesario para el apoyo entre personas y la utilidad de estas en sociedad, sin embargo como bien es conocido, todo cambió a finales del siglo XVIII cuando la máquina de vapor fue perfeccionada, lo que dio paso a que, en los siglos XIX - XX, surgieran las primeras fábricas y con estas, los burgueses, provocando la transformación de la elaboración de servicios y productos manuales, al trabajo y fabricación más bien mecánico de los mismos, respectivamente [1].

Al principio, con esta evolución industrial y comercial creciendo exponencialmente sin regulaciones establecidas era normal que los trabajadores no sólo sufrieran de explotación por parte de sus empleadores, sino que además parecían inevitables los accidentes mientras cumplían los turnos laborales, poniendo en peligro sus vidas. Cuando finalmente, los obreros cansados de sus condiciones actuales comenzaron a exigir sus derechos para poder seguir laborando de manera digna y segura, aun llegando a huelgas y conflictos que causaron muchísimas muertes, se logró conseguir varios acuerdos [2]:

1. Jornadas laborales de sólo 8 horas
2. Días libres o vacaciones
3. Los niños no podrían ser explotados nuevamente

Con el tiempo esto abrió paso a establecer de manera oficial y general los Derechos Humanos de los Trabajadores y los Derechos Humanos en el Trabajo que, en México, se originaron como derechos sociales en la Constitución Mexicana de 1917 [3]. Actualmente, es el Marco Normativo de Seguridad y Salud en el Trabajo el que contiene los mandatos ligados a este tema; cualquier empresa u organización tiene la obligación de hacer cumplir ciertos estándares y condiciones mínimas para operar con legalidad [4].

Para asegurar el cumplimiento de las normas establecidas se desarrollan varias formas de control de los componentes, a esto se le llama *mantenimiento*; la forma de mantenimiento más común se basa en un registro de observaciones de cada componente de una empresa para asegurar su estado. Existen 5 tipos de mantenimiento [5]:

- *Mantenimiento preventivo*, que consiste en la prevención de fallos en equipos o instalaciones para prevenir riesgos.
- *Mantenimiento correctivo*, para corregir defectos en equipos o instalaciones si es que existen.
- *Mantenimiento predictivo* el cual se dedica a interpretar el posible futuro de los componentes, para que de esta forma pueda haber correcciones sin la necesidad de que exista alguna falla primero.
- *Mantenimiento en Uso* que pretende la revisión más básica de un equipo realizada por la misma persona que la utiliza.
- *Mantenimiento Cero Horas* el cual consiste en dejar un equipo como si este se tratara de un equipo nuevo.

Los aspectos a tener en cuenta en un mantenimiento manejado de manera general son [6]:

- Revisiones sistemáticas de equipos
- Calibración y planes de calibración para instrumentos
- Planes de inspección de equipos
- Creación de historial de equipos
- Cumplimiento de las recomendaciones del fabricante

Los componentes pueden ser agrupados de diferentes maneras, sin embargo, aún de manera un poco más general, es mejor agrupar los componentes en 2 secciones:

| SOFTWARE | HARDWARE |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Actualización del sistema operativo | Lubricaciones periódicas |
| Actualización de drivers | |
| Actualización de software útiles | Limpieza de la máquina |
| Eliminación de softwares innecesarios | |
| Antivirus actualizados y configurados | Diagnóstico de ésta |
| Realizado de backups | |

Tabla 1. Aspectos de Mantenimiento.

Con todas las leyes vigentes mencionadas y tipos de mantenimiento desarrollado, es obligación de cada empresa darles a los establecimientos en su poder, un mantenimiento bueno y regular para garantizar el estado de estos. Actualmente se utilizan los registros de mantenimiento manuales o bien, en hojas de papel, y los software desarrollados de manera privada (Tabla 2); para el primer caso pueden existir confusiones y dificultad de manejo de estos registros por la falta de actualización, orden o incluso cambios de supervisor; mientras que para el segundo, el desarrollo logrado para estos días puede considerarse muy pobre o muy costoso, por lo que se sugiere una herramienta que ayude en la supervisión del registro de mantenimiento, así como de la lectura e interpretación de éste.

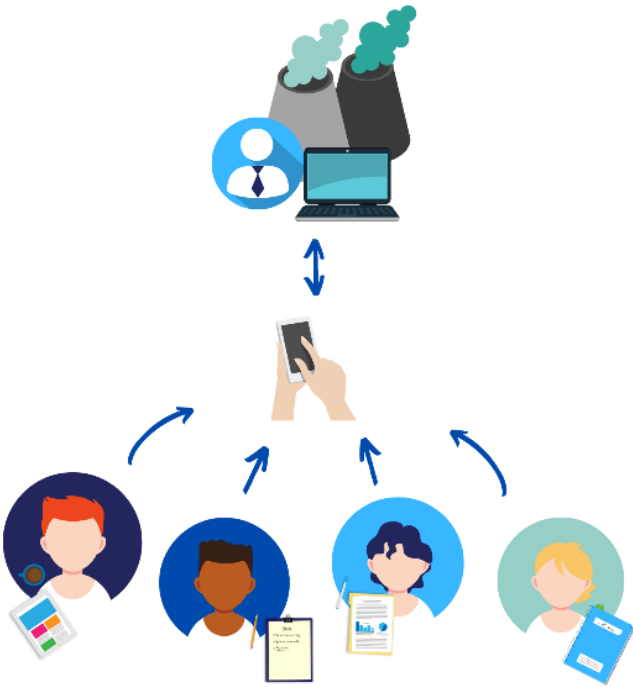


Diagrama 1. Visualización de la aplicación

La herramienta prevista funcionará de la siguiente manera:

- Se iniciará una cuenta de usuario de tipo *empresa* el cual contará con permisos de tipo administrador (por lo que se recomienda a un gerente general para la apertura de esta cuenta)
 - Los empleados de mantenimiento de esta empresa podrán crear un usuario ligado a la misma, para tener acceso a la información e historial de mantenimiento y puedan actualizar el registro de cada componente.
 - En caso de que haya un inconveniente con un empleado y éste sea despedido, el usuario general tendrá la habilidad de eliminar la participación del empleado para que éste no tenga más acceso a la información de la empresa de ser preciso
 - Cada nuevo empleado deberá ser aprobado por el usuario general para completar la relación.
- Los componentes se agregan uno por uno al inicio del registro seleccionando el tipo de elemento al que pertenece (máquinas, equipos, etc.)
 - Luego de agregar cada elemento se generará un código QR descargable, el cuál ayudará a identificar el componente que al ser seleccionado dará acceso a su historial, a un nuevo registro de mantenimiento y a la predicción de su estado en base a su historial, agilizando la actualización de la información de mantenimiento de una manera más ordenada y completa.

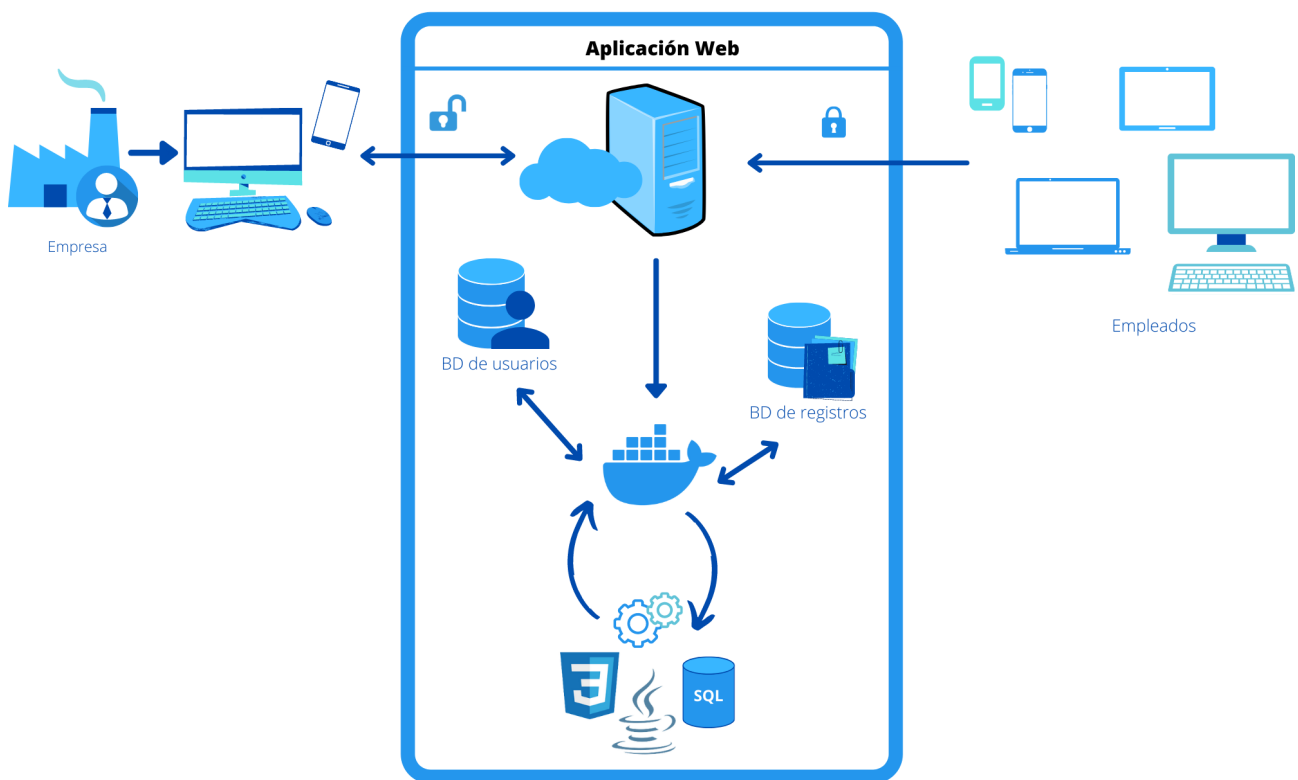


Diagrama 2. Arquitectura del Proyecto

Se contemplan su desarrollo en las herramientas:

- | | |
|-------------------------|-----------|
| • Frontend | • Backend |
| ○ HTML | ○ Java |
| ○ CSS | ○ SQL |
| ○ JavaScript/TypeScript | |

En la siguiente tabla mencionaremos algunas de las empresas privadas dedicadas al desarrollo de softwares para el control de mantenimiento de organizaciones, el tipo de aplicación que ofrecen, los servicios que proporcionan y su precio publicado.

| NOMBRE | APLICACIÓN | CARACTERÍSTICAS | PRECIO EN EL MERCADO |
|-----------------|-------------|--|---|
| MP Software [9] | Web | <ul style="list-style-type: none"> - Planes y Calendarios de mantenimiento - Planificador - Actividades de mantenimiento controladas por fechas o lecturas - Generación, administración y seguimiento de órdenes de trabajo - Alerta sobre equipos con mediciones fuera o cercadas a límites - Registro y seguimiento de trabajos no rutinarios programados por evento aislado - Análisis de fallas y causas raíz - KPI's e índices de mantenimiento - Análisis de actividades programadas contra actividades realizadas - Análisis y Costos - Control de Garantías - Historial de mantenimiento realizados, fallas o averías y repuestos utilizados | MXN \$14,900 (anuales) → \$35,000 (anuales) |
| Emaint [10] | Web | <ul style="list-style-type: none"> - CMMS e integración de sensores - Informes y tableros - Programación de mantenimiento móvil - Tareas y horarios del PM | No disponible |
| Fractal [11] | Web & Móvil | <ul style="list-style-type: none"> - Entrenamiento Fractal University - Planes de Tareas y Órdenes de Trabajo Digitales - Catálogos - Registro de todos los activos de la empresa - Inteligencia de Negocios y KPI - Soporte e-mail y chat - Monitoreo/Mantenimiento basado en condición - Seguridad Empresarial de Contraseñas - Presupuestos, automatizador y mapas - Fractal Excellence Manager para soporte y Crecimiento - Acceso desde un móvil - Portal de invitados - Identificación corporativa | MXN Gratuito → \$9,700+ (mensual) |
| Infor EAM [12] | Web & Móvil | <ul style="list-style-type: none"> - Integración - Infor agility - Implementación - Ingeniería de Valor - Asistencia Avanzada - Soporte - Capacitaciones | No disponible |
| IBM Maximo [13] | Web & Móvil | <ul style="list-style-type: none"> - Código de barras/RFID - Gestión de inventarios - Gestión de pedidos de trabajo - Seguimiento de actividades | USD \$35 (mensual) → \$1,000 (anual) |

Tabla 2. Resumen de productos similares.

2. Objetivo

Desarrollar una herramienta web para el control y administración de los registros de mantenimiento en una PyME por medio del acceso remoto a un servidor que contenga los datos.

Objetivos particulares:

Planificación:

- Dividir en las secciones necesarias los tipos de mantenimiento ya tomados en cuenta
- Evaluar la mejor manera de envío de alertas
- Considerar métodos para la programación predictiva de ciertos eventos basados en un historial

Documentación:

- Describir de la mejor manera posible el uso y utilidades que el sistema proporciona
- Especificar el uso correcto y más óptimo de la herramienta

Diseño:

- Proporcionar una mejor opción de registro común entre empleados en una misma empresa.
- Facilitar la búsqueda y acceso de con una función de apoyo que utilice códigos QR para encontrar más fácilmente en la plataforma el historial de los componentes para su actualización o, en defecto, su registro.
- Posibilitar el acceso al historial de registros de mantenimiento de una empresa al mismo tiempo para todos los empleados del área
- Permitir el chequeo de acceso y modificación de los registros.

Desarrollo:

- Examinar y considerar la mejor opción para la base de datos que el desarrollo de este proyecto necesita
- Desarrollar los módulos necesarios para el registro y consulta de cada tipo de mantenimiento
 - Mantenimiento preventivo: Seleccionar el mejor método de alarma.
 - Mantenimiento proactivo: Proporcionar al equipo responsable, un método claro para sus necesidades básicas de registro.
 - Mantenimiento predictivo: Considerar el método ideal para pronosticar posibles comportamientos futuros de diferentes componentes en la empresa basado en el historial desde su registro.
- Proporcionar una interfaz gráfica que no sólo sea útil sino que también sea amigable con el usuario, a lo cuál muchos softwares dedicados a este tema no le dan importancia

Pruebas:

- Probar de manera regular o constante, el funcionamiento de cada módulo para identificar posibles errores.
- Identificar el funcionamiento y utilidad de la herramienta.
- Comprobar la utilidad del proyecto con la ayuda de personas dedicadas a laborar en esta área.

3. Justificación

Como ya se ha mencionado, el garantizar la seguridad y salud de los trabajadores es obligación de la empresa u organización a la que estos pertenecen sin importar a qué se dediquen; la manera utilizada más popular para asegurar el estado de las partes de la empresa es llevando un mantenimiento regular o bien, constante.

Se ha detectado la dificultad que tiene la mayoría de los trabajadores de mantenimiento al registrar y consultar la información del historial de mantenimiento por lo que algunas empresas han preferido el uso de herramientas digitales para esta administración, sin embargo, se observa un costo bastante elevado en la mayoría de ellas y la falta de actualización e intuitividad en el diseño en la parte restante, por lo que se contempla una herramienta que ayude a llevar un historial de mantenimiento para el uso de, prácticamente, cualquier empresa en general.

Por medio de la consulta a un trabajador en esta área, se concluye que la opción más pertinente es manejar los 3 tipos de mantenimiento en éste proyecto ya que uno conlleva al otro. De manera sencilla, al comenzar a usar esta herramienta, se deberá dar de alta cada componente al que se le quiere dar mantenimiento para comenzar los registros de los mismos, sin embargo, si

ya existen registros físicos anteriores de los componentes podrán ser agregados para más pronto y precisos avisos y predicciones. Las secciones generales contempladas (Diagrama 3) y en lo que consistirán son:

- Mantenimiento preventivo:
 - Enviará notificaciones de aviso para poder llevar el mantenimiento al día de ciertos componentes.
 - Listar los componentes que, se sugiere, necesiten atención.
- Mantenimiento proactivo:
 - Facilitará la búsqueda y el registro de las observaciones de cada componente por medio de códigos QR.
- Mantenimiento predictivo:
 - Se mostrará el comportamiento esperado de cada componente mediante gráficas u otros métodos que faciliten el entendimiento de la persona que lo consulte.



Diagrama 3. Visualización de la Participación del Servicio Web

Es importante señalar la importancia de un registro de mantenimiento bien estructurado ya que si, por alguna razón, la empresa sufre de un cambio de personal de mantenimiento o algún otro tipo de percance en el que la persona encargada de realizar ciertas tareas no se encuentre disponible, los registros seguirán siendo comprensibles para el nuevo personal, ayudando a tener en cuenta las precauciones necesarias y esenciales de ser preciso.

4. Productos o Resultados esperados

Al finalizar el proyecto del Trabajo Terminal se espera la entrega de:

- Documentación técnica
- Prototipo funcional de la herramienta
- Manual de Usuario

5. Metodología

Debido a la complejidad que este proyecto requiere, se ha llegado a la conclusión de que la metodología más conveniente es la Metodología de Prototipos, puesto que éste considera principalmente la reducción en los costes de tiempo y dinero, los cuáles son fundamentales para la entrega final del proyecto ya que el tiempo es limitado y el gasto monetario que se requeriría en su entrega final con una base de datos apta para el almacenamiento de varias grandes empresas sería enorme. Además, mantiene la opción de realizar pequeños pero significativos cambios de ser necesario y maneja un control de desarrollo que puede modificarse las veces requeridas.

Características y etapas

Tal metodología se caracteriza principalmente por el número de pruebas y modificaciones necesarias para determinar el camino correcto para el desarrollo del proyecto. De esta manera podemos poner a prueba varias opciones supuestas con un costo bajo y en un desarrollo constante (Diagrama 4).

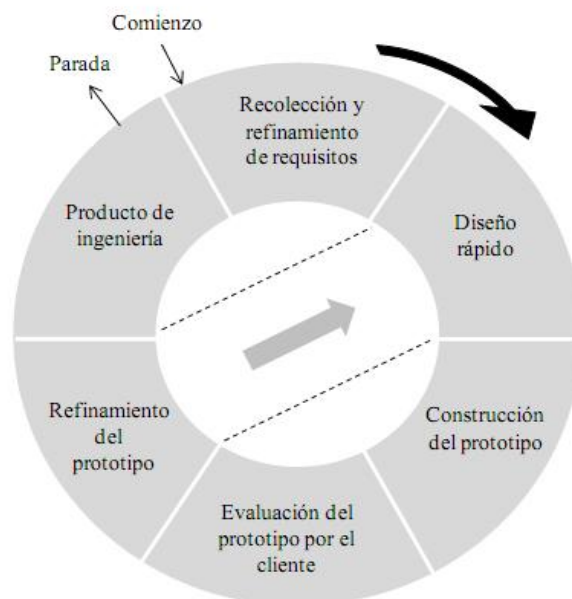


Diagrama 4. Proceso de Desarrollo de un Sistema por Prototipos [14]

Podemos relacionar estas secciones con el proyecto de la siguiente manera:

- Planificación - Recolección y Refinamiento de Requisitos.
 - En la primera vuelta es necesario una investigación extensa sobre las necesidades más importantes para el desarrollo del proyecto.
 - Las siguientes modificaciones constan de pequeños cambios observados considerados necesarios para continuar con el desarrollo.
- Diseño - Diseño Rápido.
 - En la primera vuelta plantearemos las pantallas y módulos principales a considerar del proyecto.
 - Se tomarán en cuenta cambios, nuevas pantallas y módulos observados.
- Desarrollo - Construcción del Prototipo.
 - Esta sección es la que más se abordará puesto que el desarrollo del proyecto se considera la más extensa principalmente en la primera vuelta
- Evaluaciones de TT - Evaluación del Prototipo por el Cliente.
 - Exposición ante los profesores encargados de los avances del proyecto
 - Se examinarán los comentarios para satisfacer lo mejor posible las observaciones sugeridas.
- Pruebas - Refinamiento del Prototipo.
 - Cada integrante del equipo comprobará el funcionamiento del proyecto en cada vuelta para atender posibles errores o defectos en la programación del proyecto.
- Entrega Final - Producto de Ingeniería.
 - Entrega final del proyecto esperando cumplir los requisitos para un funcionamiento útil.

6. Cronograma

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Escobar Armenta Jacqueline

Título del TT: Aplicación Web para el Control del Mantenimiento Regular en una Empresa Industrial

TT No.: 2021 - B025

[illegible]

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Trejo López Nacxit Cotuha
Título del TT: Aplicación Web para el Control del Mantenimiento Regular en una Empresa Industrial
TT No.: 2021 - B025

| Fase | Actividad | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEPT | OCT | NOV | DIC |
|------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 1. Planificación | Capacitación del tema | | | | | | | | | | | | |
| | Análisis del sistema | | | | | | | | | | | | |
| 2. Documentación | Generación del Manual de Usuario y Manual Técnico. | | | | | | | | | | | | |
| | Generación del Reporte Técnico. | | | | | | | | | | | | |
| 3. Diseño | Diseño de la interfaz del usuario | | | | | | | | | | | | |
| | Diseño de los módulos del sistema | | | | | | | | | | | | |
| 4. Desarrollo | Desarrollo de Interfaz de usuario | | | | | | | | | | | | |
| | Desarrollo del código base | | | | | | | | | | | | |
| 5. Pruebas | Pruebas del sistema. | | | | | | | | | | | | |
| | Refinamiento del prototipo. | | | | | | | | | | | | |
| | Evaluación de TT I. | | | | | | | | | | | | |
| | Evaluación de TT II. | | | | | | | | | | | | |

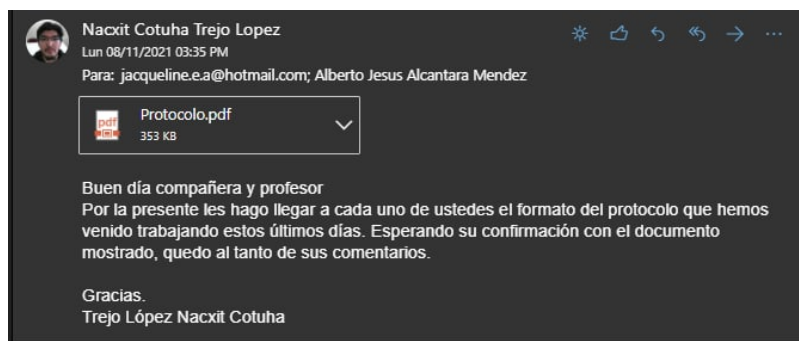
7. Referencias

- [1]. Inmaculada Lucía (2021, Enero 28). Evolución histórica de la empresa [Online]. Available: <https://n9.cl/jsg62>
- [2]. Happy Learning Español (2017, Noviembre 07). LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL | Vídeos Educativos para Niños [Online]. Available: <https://n9.cl/2u7wl>
- [3]. Aguilar Corvera Leticia (2020). Seguridad e higiene en el trabajo [Online]. Available: <https://n9.cl/qggsz>
- [4]. Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2012). Marco normativo de seguridad y salud en el trabajo [Portal de Servicios Electrónicos]. Available: <https://n9.cl/xkgz>
- [5]. Termo-Watt Industria (2018, Marzo 28). Tipos de mantenimiento industrial [Online]. Available: <https://n9.cl/iuuuc>
- [6]. Euroinnova (-). Tipos de mantenimiento industrial que existen [Online]. Available: <https://n9.cl/h273m>
- [7]. Alberti Ana (2020, Mayo 11). Mantenimiento preventivo: ¿qué es y cómo hacerlo? [Online]. Available: <https://n9.cl/916gg>
- [8]. Visús Óscar (2020). 10 consejos de mantenimiento preventivo para tu PC o red [Online]. Available: <https://n9.cl/916gg>
- [9]. MP Software (-). CMMS | Software para el control y administración del mantenimiento [Online]. Available: <https://mpsoftware.com.mx/>
- [10]. Fluke Corporation (2019). Emaint [Online]. Available: <https://www.emaint.com/es/>
- [11]. Fracttal Tech SL (2021). El software de mantenimiento móvil de rápida implementación [Online]. Available: <https://n9.cl/olsxa>
- [12]. VisualK (-). Características Principales de Infor EAM para Manufactura [Online]. Available: <https://n9.cl/j8bbe>
- [13]. IBM Máximo (-). Capterra [Online]. Available: <https://n9.cl/9553a>
- [14]. Woodyweb (2015, Agosto 24). Metodologías de desarrollo [Online]. Available: <https://n9.cl/lhzgl>

8. Alumnos y Directores

Trejo López Nacxit Cotuha.- Alumno de la carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2018630941, Tel. 5563302404, email: ntrejol1700@alumno.ipn.mx.

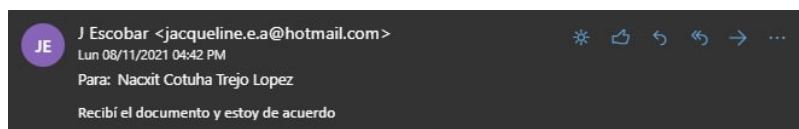
Firma:



CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Numero de boleta y teléfono.

Escobar Armenta Jacqueline.- Alumno de la carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2018630082, Tel. 5579420474, email: Jacqueline.e.a@hotmail.com.

Firma:



Alcántara Méndez Alberto Jesús.- Ingeniero en sistemas computacionales egresado de la ESCOM, maestría en ciencias en informática de UPIICSA, maestría en docencia científica y tecnológica del CIECAS IPN. Ex-jefe de la UDI en la ESE IPN, presidente de la Academia de Electrónica Analógica y presidente de la Academia de Fundamentos de Sistemas Electrónicos. Intereses: Microelectrónica Aplicada, Redes Neuronales y Ciencia de Datos, email: ajalcantaram@ipn.mx

Firma:

