



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA

**“PROYECTO PARA IMPLEMENTAR NUEVOS CRITERIOS OPERATIVOS
DE CONECTIVIDAD EN LAS INSTALACIONES DE CIUDAD
UNIVERSITARIA”**

**TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN
CONSTRUCCIÓN**

P R E S E N T A:

ING. ALIDE ARREOLA ATILANO

DIRECTOR DE TESIS

**DR. JESUS HUGO MEZA PUESTO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA**

Ciudad Universitaria, Ciudad de México, Mayo 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado asignado

Presidente: M.I. Marco Tulio Mendoza Rosas

Secretario: M. en I. Luis Candelas Ramírez

Vocal: Dr. Jesús Hugo Meza Puesto

1^{er}. Suplente: M. en I. Carlos Narcia Morales

2^{do}. Suplente: Ing. Guillermo Casar Marcos

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, CIUDAD DE MÉXICO.

TUTOR DE TESIS:

DR. JESUS HUGO MEZA PUESTO

FIRMA

**“PROYECTO PARA IMPLEMENTAR NUEVOS
CRITERIOS OPERATIVOS DE
CONECTIVIDAD EN LAS INSTALACIONES DE
CIUDAD UNIVERSITARIA”**

Agradecimientos

A mi madre, por todo su cariño, motivación e impulsarme a continuar preparándome para ser una mejor profesionista; por todos los valores adquiridos e inculcados en casa desde pequeña, hasta convertirme en la adulta responsable y comprometida en todas mis metas a cumplir.

A mi padre, por su valioso apoyo en todos mis proyectos, y estar siempre presente en todas las etapas de mi vida.

A mi esposo, que fue el principal motivador de realizar una maestría, por compartir sus conocimientos conmigo, su gran amor y su paciencia fueron un gran apoyo emocional para continuar con mis estudios.

A mis hermanas, por ser un ejemplo a seguir.

Al Ing. Jorge Terrazas y de Allende por su invaluable colaboración en la realización de este proyecto, gracias por los conocimientos compartidos, el tiempo, el interés dedicado y su orientación acertada.

A la Dirección General de Obras y Conservación, por ser para mí un segundo hogar y darme la oportunidad de realizar este proyecto.

Agradezco al Posgrado de Ingeniería, por darme la oportunidad de estudiar un posgrado en Administración en la Construcción. Ser alumna de la máxima casa de estudios en México ha sido una de las experiencias más importantes e inolvidables, que con orgullo siempre reconoceré.

A la Gran Institución Gubernamental que representa el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo económico a lo largo de mi formación académica a nivel posgrado.

A la UNAM, por enseñarme tanto

Índice

INTRODUCCIÓN.....	8
a) El concepto de conectividad	9
b) Objetivo	13
c) Breve descripción del sistema propuesto.....	15
d) Metodología de estudio.....	15
e) Comentarios a los resultados obtenidos en casos específicos.....	16
f) Utilidad del sistema propuesto en la tesis.....	16
MARCO TEÓRICO.....	17
a) Antecedentes	17
b) Análisis Causal y Consecuencias.....	19
c) Últimas investigaciones con relación a la tendencia de la conectividad	21
d) Marco Conceptual.....	26
Resumen de introducción.....	28
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES.....	29
1.1 Conectividad en el mundo.....	29
1.2 La Conectividad actual en el México.....	33
1.2.1 Reforma Constitucional.....	37
1.2.1.1 Fundamentación del programa de Conectividad Digital.....	37
1.3 Conectividad en Ciudad Universitaria.....	39
1.3.1 Definición del concepto de Conectividad en Ciudad Universitaria.....	45
Conclusiones.....	48
CAPÍTULO 2. CONCEPTO SMART (INTELIGENTE).....	50
2.1 El internet de las cosas- <i>Internet of Things (IoT)</i>	50

2.2 <i>Smart Cities</i>	54
2.3 Aplicación de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en la sociedad del siglo XXI.....	55
Conclusiones	57
CAPÍTULO 3. DEFINICIÓN Y USO DEL SISTEMA PLC (POWER LINE COMMUNICATIONS).....	59
3.1 Concepto de PLC.....	59
3.2 Breve historia del sistema PLC y su evolución.....	60
3.3 Diferentes usos del sistema PLC en la infraestructura existente en Ciudad Universitaria.....	61
3.4 Beneficios del sistema PLC.....	62
Conclusiones.....	66
CAPÍTULO 4. 2 CASOS EXISTENTES DEL SISTEMA EN INSTALACIONES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO.....	67
4.1 Caso del Edificio "Y" de la Facultad de Ingeniería.....	67
a) Antecedentes.....	67
b) Objetivo del uso del sistema.....	70
c) Costo del sistema.....	70
d) Implementación del sistema.....	73
f) Ventajas del sistema.....	73
4.2 Caso de los edificios C, D, K y N del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan.....	74
a) Antecedentes.....	74
b) Objetivo del uso del sistema.....	76
c) Costo del sistema.....	76
d) Implementación del sistema.....	80
Conclusiones.....	80

CAPÍTULO 5. VENTAJAS DE LA POSIBLE IMPLEMENTACIÓN GENERALIZADA EN LAS INSTALACIONES EXISTENTES EN CIUDAD UNIVERSITARIA.....	82
5.1 Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) de la implementación del Sistema PLC.....	82
5.2 Costos estimados de la implementación del Sistema PLC.....	83
5.3 Estimación de resultados.....	85
Conclusiones.....	88
CONCLUSIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94

INTRODUCCIÓN

En este capítulo, se definen los principales conceptos de conectividad con los que vamos a estar relacionando los temas en el desarrollo de este trabajo de investigación; es importante tener la claridad y diferenciar los conceptos de conectividad para un mayor entendimiento del objetivo, cuestionando las variables de un planteamiento tanto positivo como negativo, así como la justificación del trabajo y la importancia de un análisis de costo/beneficio desde un punto de vista de planeación a corto y/o mediano plazo para replantear las nuevas modalidades de enseñanza y aprendizaje a través de herramientas tecnológicas que se puedan adaptar a la infraestructura existente de los espacios universitarios y poder operar sin obstáculos y restricciones.

Cabe mencionar, que estas nuevas tecnologías pueden cumplir con un propósito más allá del concepto de enseñanza - aprendizaje, ya que una de las finalidades de esta tesis es también determinar el aprovechamiento de estas herramientas para una operatividad y mantenimiento más eficiente de los inmuebles universitarios sustituyendo, complementando o mejorando actividades que se pueden controlar remotamente.

Se hará una breve descripción del sistema propuesto con la intención de ampliar el panorama de lo que se pretende implementar en los inmuebles universitarios. Así mismo, se hará mención de la metodología de estudio como un referente de esta investigación. La expectativa de esta investigación es positiva y propositiva para la diversificación e implementación de nuevas tecnologías.

Se desarrollará el marco teórico con antecedentes en conceptos de conectividad y el posicionamiento que tiene a nivel social, además de impulsar la capacitación y conocimiento de ingenieros civiles, para un mejor trabajo gerencial y competir con las mejores herramientas tecnológicas, así como el impacto que tiene a nivel educativo mencionando como funciona y opera actualmente la UNAM y donde estamos en temas de conectividad, de igual manera se mencionará sus proyectos a corto y mediano plazo.

De una manera muy generalizada se tratarán temas de las nuevas tendencias a nivel mundial para la mejora de la conectividad, describiendo los grandes logros que se han obtenido a través de los últimos años y lo más importante, hacia dónde vamos. Es por esto que, desde un punto de vista muy objetivo, la UNAM debe ser pionera en adoptar estas nuevas tecnologías e implementarlas poco a poco, un paso a la vez, logrando grandes cambios en un periodo de tiempo determinado. Por último se mencionarán las ventajas y desventajas de un sistema mediante controladores basándonos en la experiencia de dos casos que se plantearán en el desarrollo de esta tesis.

a) El concepto de conectividad

¿Qué es conectividad?

Es la capacidad de un dispositivo (computadora personal, celular, robot, electrodoméstico, automóvil, etc.) de poder ser conectado, por lo general a una computadora personal a otro dispositivo electrónico, sin la necesidad de un ordenador, es decir, de forma autónoma.

Recordando que las redes funcionan bajo la base un hardware (equipos, servidores, dispositivos, cables) como de software (sistema operativo de la red). La conectividad inalámbrica reside en aquellas comunicaciones que se pueden establecer sin la necesidad de prescindir de algún cable en específico con la ayuda de ondas que viajan por el espacio.

Es importante mencionar cuales son los conceptos básicos para que la Conectividad Inalámbrica funcione tal como la operamos.

El concepto de **Wi-fi (*Wireless Fidelity*)** que en español significa Fidelidad Inalámbrica es un campo de energía mediante el cual se trasmite en ondas que tienen ciertas características que las distinguen para su funcionamiento. Las ondas tienen cierta altura, cierta distancia entre ellas y viajan a cierta velocidad. La distancia entre las ondas wi-fi varía entre siete y doce centímetros de cresta a cresta.

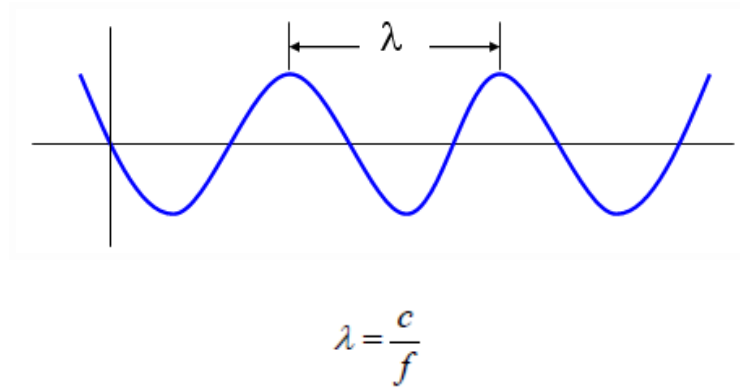


Fig. 1 Onda Wi-Fi, www.rincondelatecnologia.com

Es por esto que las ondas si se replican muchas veces, es decir, que se cuente con varios dispositivos funcionando al mismo tiempo como pueden ser las antenas inalámbricas (*routers*), dichas ondas tienden a saturarse e interrumpir la señal. Un ejemplo típico de este fenómeno se da en estadios de futbol o eventos masivos donde los usuarios tratan de usar sus dispositivos electrónicos al mismo tiempo, la señal tiende a interrumpirse.

Los dispositivos que utilizamos día a día funcionan mediante espectros electromagnéticos. Estos espectros se componen de una banda de frecuencias y aparecen distribuidas todos los tipos de ondas electromecánicas existentes, clasificadas por las distintitas energías (frecuencias).

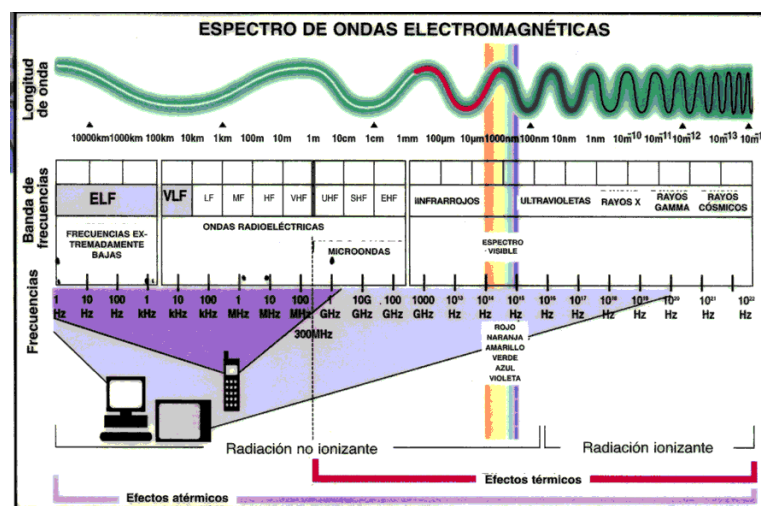


Fig. 2 Espectro de ondas electromecánicas, www.rincondelatecnologia.com

Es importante decir, que la radiación que producen las ondas de radio, microondas, infrarrojos, televisión, radar, teléfonos móviles, antenas no es perjudicial para nuestra salud.

Con esta breve explicación se puede tener un conocimiento general de cómo funcionan las cosas inalámbricas.

El tema de conectividad, está avanzando de manera acelerada conforme a un lapso de tiempo muy corto, continuamente se están desarrollando tecnologías que compitan, se complementen o mejoren los sistemas convencionales de fibra óptica. Para casos de automatización en inmuebles existentes se podrían contemplar algunas funciones como lo son: accesos, videocámaras, luminarias, riego; por medio de productos que podrían trabajar bajo la modalidad del PLC y optimizar costos.

Existen tecnologías en las cuales podemos adaptar a nuestra vida cotidiana para facilitarnos las tareas que desempeñamos en nuestro entorno social.

Una de las tecnologías más recientes de las que se han lanzado al mercado, es la del *sistema Li Fi*. Se trata de un nuevo tipo de **conexión inalámbrica que utiliza fuentes de luz en lugar de microondas para transmitir datos**, de ahí su nombre: *Light Fidelity* (fidelidad de la luz), a cambio de la *Wireless Fidelity* (fidelidad inalámbrica). De esta manera, las propias bombillas LED de nuestra casa y oficina harán la función del *router* incorporando un modulador emisor.

Se presume que la velocidad de transmisión es hasta 100 veces superior por lo que supone una prometedora mejora frente al *Wi Fi* en todos sus niveles. Los actuales estudios en centros de investigación en algunos lugares del mundo como en Alemania y en China, indican que se podría alcanzar una velocidad de 10 Gbps, es decir, multiplicar por mil la actual velocidad del *Wi Fi*.

Otra de las grandes ventajas de este sistema y que todavía se está perfeccionando, es la transmisión de datos a través de la energía eléctrica y en un futuro no muy lejano la energía solar, con la finalidad de facilitar el acceso a sociedades que viven sin internet y con electricidad limitada. Otra de las ventajas de esta nueva tecnología es que supone un ahorro considerable de consumo de energía, lo que lo vuelve en un sistema sustentable ya que el

ahorro consiste en prescindir de equipos como las antenas, módems, repetidores de señal, amplificadores de ondas y todo esto podría ser sustituido por una bombilla LED, que nada más funciona mientras este prendida la luz.

La siguiente imagen describe cómo funciona un sistema LiFi, las ventajas y desventajas que desarrolla el sistema.

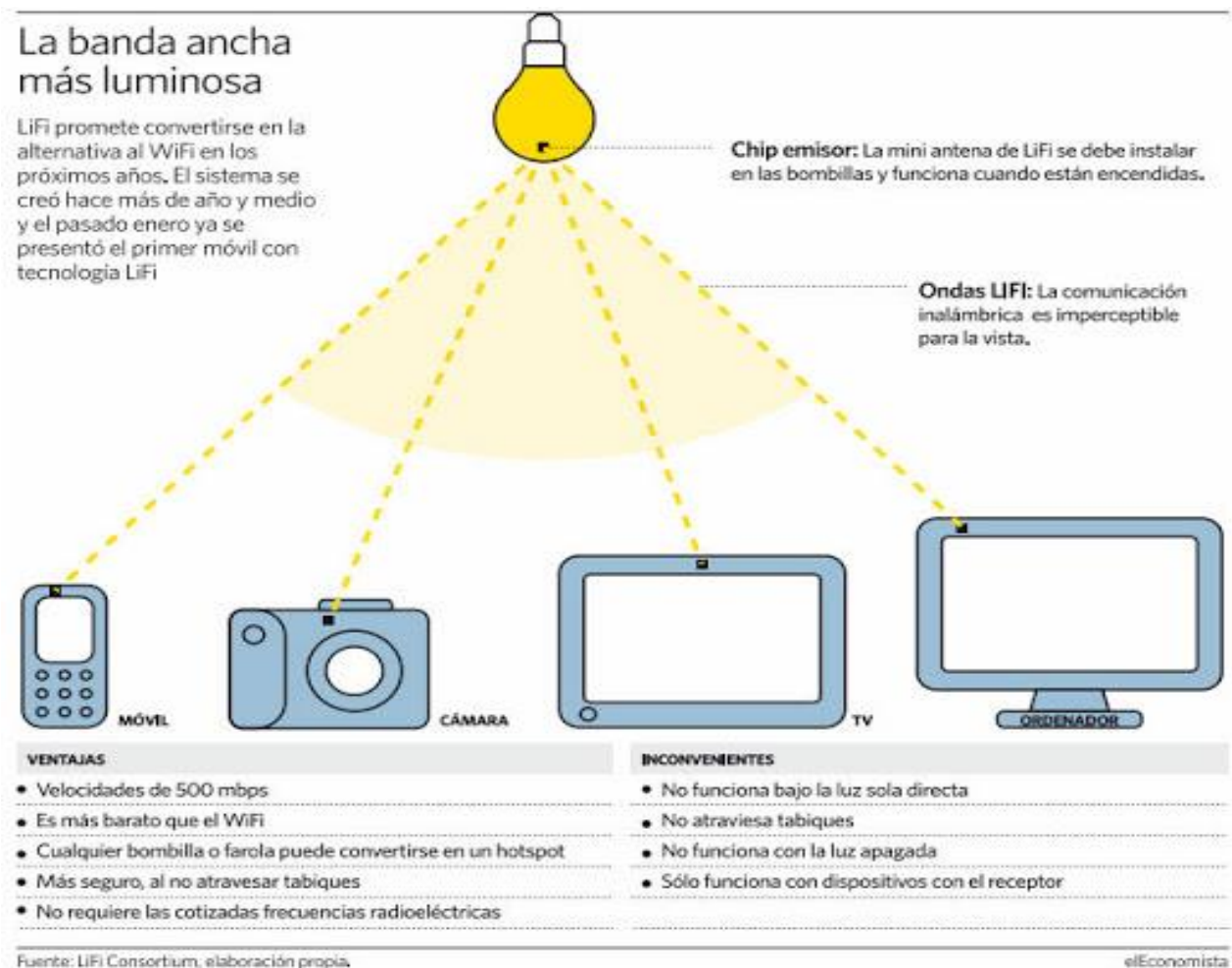


Fig. 3 Tecnología con Sistema Li-Fi, www.areatecnologia.com

Con estas definiciones se puede obtener una idea en general de que es la conectividad, como es que funciona, con que contamos actualmente y en que se está trabajando a nivel mundial, para mejorar la conexión entre los dispositivos y su utilidad para la sociedad.

b) Objetivo

El objetivo de este trabajo de investigación es analizar mediante dos casos de estudio, si es factible instalar sistemas de conectividad en infraestructura existente en los inmuebles de la universidad a través de nuevas tecnologías.

Se pretende establecer un sistema mediante el cual la Universidad pueda dotar en su infraestructura física actual, mediante las instalaciones eléctricas existentes incorporando PLC (controladores), siendo una propuesta alterna a diferencia de un sistema convencional (fibra óptica), tanto en las aulas como en las áreas comunes, con la finalidad de obtener internet y transmisión de datos respectivamente, así como una mejora en la operación del mantenimiento y la conservación de dicha infraestructura física.

Preguntas iniciales de investigación

Para esta investigación es necesario cuestionar ciertas acciones que se pretenden implementar para realizar un análisis tanto cuantitativo como cualitativo y responder en el desarrollo de la tesis las siguientes preguntas que a continuación se enlistan:

- 1.- ¿Por qué desarrollar este proyecto de conectividad en Ciudad Universitaria?
- 2.- ¿Cuáles son los beneficios de este proyecto?
- 3.- ¿Que se requiere para establecer en una infraestructura existente un sistema de conectividad eficiente?
- 4.- ¿De qué manera este proyecto mejoraría la conservación y mantenimiento de los inmuebles?

Justificación

Es muy importante que reconozcamos y nos enfrentemos al reto que presentan las nuevas necesidades que demanda la sociedad en el campo educativo.

Una de estas necesidades se centra en el tema de la conectividad, que está impactando a las instituciones educativas a nivel mundial y que como Comunidad Educativa necesitamos atender urgentemente de manera positiva y eficiente mediante la implementación de tecnologías nuevas con la finalidad de elevar substancialmente la calidad en los métodos de enseñanza dentro de las características particulares de la relación Maestro-Alumno en nuestro medio y en nuestras condiciones.

Es por eso que el desarrollo de este proyecto tiene tal importancia en el campo social y educativo, ya que es urgente justificar mediante un análisis, costo-beneficio (C/B), la factibilidad económica de la implementación de nuevos criterios operativos respaldados por una conectividad eficiente, en una infraestructura ya existente, como es el caso de las instalaciones de Ciudad Universitaria.

Con estas implementaciones tecnológicas podríamos mejorar mantenimientos relacionados con:

- Control de Iluminación
- Control de sistemas de riego
- Climatización a edificios de aulas, laboratorios, cubículos, oficinas etc.
- Control del alumbrado exterior
- Control de accesos (biométricos)
- Control de Circuito Cerrado de Televisión
- Conteo de personas mediante sensores y cámaras analíticas
- Internet en las aulas
- Internet por medio de la electricidad

Se debe hacer mención que una mano de obra especializada y calificada dará como resultado, un trabajo de calidad en la implementación de estas nuevas tecnologías obteniendo un funcionamiento óptimo en la operación de las instalaciones universitarias.

c) Breve descripción del sistema propuesto

Para lograr los objetivos planteados se propone implementar un sistema de PLC (Controlador lógico programable) de banda ancha. Dicho sistema funciona a través de la red eléctrica existente, transmitiendo pulsos. Los dos elementos básicos del sistema son:

1. Nodo
2. Cabecera principal

Los elementos se comunican entre sí y controlan todo el sistema. La cabecera a su vez, se conecta a una fuente que le dote de internet. Cada una de las cabeceras puede controlar hasta 5 mil nodos, por lo que podemos pensar que la cabecera es un multicontactos de una red de datos convencional.

d) Metodología de estudio

Para esta investigación, se necesitó recabar información de diferentes fuentes, pero principalmente de páginas de internet, que contienen artículos publicados, algunos libros físicos y electrónicos, tesis enfocados en las Tecnologías de la Información y Comunicación, Informes oficiales de las Dependencias Gubernamentales, datos estadísticos que se encuentran en páginas de internet como el INEGI., paginas como numeralia – estadísticas de la UNAM, revistas, etc.

Se utilizó la información otorgada por proveedores y distribuidores del sistema PLC en México, Adicionalmente se obtuvo información a través de las diferentes dependencias, en particular la Dirección General de Computo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGCTIC) y la Dirección General de Obras y Conservación (DGO), la primera, encargada de la operación de la red universitaria y la segunda, de la operación y el mantenimiento de todos los inmuebles universitarios.

Finalmente se analizó dos casos que operan bajo el sistema de PLC. Uno será el caso de CCH Naucalpan y el Edificio “Y” ubicado en el anexo de la facultad de Ingeniería.

e) Comentarios a los resultados obtenidos

Este trabajo tiene la intención de demostrar que existen nuevas tecnologías que se pueden adaptar a edificios existentes a un costo considerablemente accesible y haciendo un análisis de las ventajas que podríamos tener al implementarlos, es un buen ejemplo para demostrar que estas nuevas tecnologías se pueden combinar con los sistemas de datos convencionales y obtener una buena relación de costo-calidad.

Por lo que a lo largo del desarrollo de la tesis se pretende tocar en temas de la tecnología y conectividad y su impacto en la infraestructura del sector educativo y sus instalaciones así como la importancia en el ramo de la construcción y sus aplicaciones.

Es importante recalcar que se tomaran como ejemplo casos reciente en donde se han aplicado estas tecnologías y señalaremos las ventajas y desventajas que implica la implementación del sistema.

f) Utilidad del sistema propuesto a la tesis

Se espera que con esta investigación la Universidad tenga diferentes opciones y adopte nuevas tecnologías que le permita modernizar sus instalaciones; adicionalmente se espera que la implementación de este método pueda sistematizar el mantenimiento y conservación de los inmuebles y poder obtener ahorros significativos con la intención de obtener una operatividad sustentable para las entidades y dependencias universitarias.

Es importante como ingenieros civiles que somos, estar actualizados en cuanto a temas tecnológicos, tener el conocimiento, proponerlo, y aplicarlo siempre y cuando las condiciones y características se adapten ya sea a un nuevo proyecto, alguna remodelación, y/o reacondicionamientos con la necesidad de ampliar la cobertura tecnológica y automatizar acciones que permitirían la facilidad de la operatividad, además que estos sistemas, generan datos, que a futuro pueden servir como análisis de información para planear los eventos o necesidades que los mismos edificios van requiriendo con el paso del tiempo, y que tener como apoyo estas tecnología facilita la toma de decisiones con mayor asertividad a favor de las dependencias Universitarias.

Marco Teórico

a) Antecedentes

La conectividad tiene una función social importante en la actualidad, la humanidad tiene conciencia de lo que representa en nuestra vida diaria, en donde millones de dispositivos están conectados al internet e impactan de manera constante en nuestras actividades sociales.

Al impulsar la importancia de la conectividad en la industria de la construcción cuando se trata de nuevos proyectos, en las construcciones les favorece la constante capacitación y actualización para aquellos que se dedican a construir y obtener el conocimiento de las nuevas tecnologías y las aplicaciones con las que se pueden mejorar los roles en el ciclo de vida de un proyecto de construcción. El sector de la construcción se emplea aproximadamente a un 7% en edad laboral del total de la población mundial, pero la productividad laboral en esta industria se está quedando rezagada por falta de motivantes tecnológicos que impulsan una mejora en las empresas y en los sectores gubernamentales.

La etapa final de un proyecto es la operatividad del inmueble, en donde hablamos de brindar ventajas que sean compatibles con situaciones sustentables, ahorros de energías, facilidades de usos tecnológicos, generación de datos corporativos y/o públicos, así como otros factores palpables.

Por lo anterior es importante mencionar que en la industria de la construcción, se propone modificar ciertos criterios con los cuales se vienen aplicando y construyendo desde hace muchos años, y darle la bienvenida a nuevas tecnologías que se adapten a los nuevos procesos constructivos, con la finalidad de construir ciudades inteligentes que conlleven a una ciudad sustentable.

La Universidad Nacional Autónoma de México se construyó alrededor de los años 50's por lo que es una Ciudad Universitaria con Edificios muy antiguos y obsoletos en su mayoría.

Los últimos años se han mejorado las técnicas de construcción y se han aplicado de manera efectiva en las instalaciones universitarias. Por lo que es importante que quienes estén a cargo de las nuevas construcciones, remodelaciones, reacondicionamientos y adecuaciones en el campus universitario, tengan el conocimiento de que existen herramientas tecnológicas de las cuales se pueden apoyar y/o aportar en los nuevos proyectos futuros a realizarse.

Sin lugar a duda, lo anterior representa un área de oportunidad para una Universidad de vanguardia como lo es La UNAM donde pertenece a la elite de Universidades reconocidas mundialmente por su excelencia académica. Contar con instalaciones de primer mundo es un gran reto para nuestras propias autoridades.

Se deben tomar acciones en donde más allá de construir más aulas, laboratorios o edificios administrativos, debemos concientizar y poner sobre la mesa en qué condiciones están operando los 2,260 cuerpos de edificios universitarios, para poder tener un plan estratégico y analizar que dependencias y/o facultades, aulas o laboratorios, son prioritarios para dotarlos de nuevas tecnologías y tener un plan maestro con tiempos determinados de la gran transformación que se requiere para modernizar, automatizar y ofrecer conectividad de primera calidad.

Otro problema que se presenta y derivado a que tenemos instalaciones muy antiguas, el mantenimiento constante de estos edificios, representan un gasto considerable para cada dependencia universitaria.

Lo ideal sería contar con tecnologías que faciliten la operatividad del mantenimiento universitario, para la parte sindical, que es quien está encargada de estos mantenimientos, y es una gran puerta de oportunidad para capacitarse y actualizarse en temas tecnológicos y que ellos mismos puedan alimentar al sistema, generando datos diarios y con esto obtener información actualizada y a la mano con la intención de una mejor toma de decisiones por parte de las autoridades universitarias, fundamentadas en datos reales y que se apeguen a normativas y condiciones estandarizadas.

b) Análisis Causal y Consecuencias

Actualmente la mayoría de las dependencias y entidades universitarias, no presentan estructuras tecnológicas o de operatividad adecuada, y que pudiesen ser mejoradas, actualizadas o en un último caso, sustituidas.

En temas de conectividad existe en primera instancia el programa de la RIU (Red Inalámbrica Universitaria) cuya implementación se inició en el 2006 y que a la fecha, no ha logrado tener cubierto todo el campus, dando un servicio deficiente, con mala recepción y poca cobertura.

El programa PC PUMA Programa de Conectividad Móvil, busca fortalecer al sistema del RIU, en donde ha alcanzado resultados efectivos, pero implementado en pocos casos universitarios ya que su realización es muy costosa y requiere de prioridades políticas para llevarlo a cada una de las entidades académicas.



En la actualidad existen dos sistemas que aportan conectividad digital e internet a los inmuebles universitarios mediante estos dos programas

Esquema 1. Representación Gráfica de los Sistemas de Conectividad en Ciudad Universitaria

Obedeciendo la tendencia de la tecnología de la movilidad y la necesidad de hacer procesos más simples para el usuario. La UNAM, está realizando inversiones necesarias para proveer de conectividad de red inalámbrica Wi-Fi, aulas, áreas comunes y divisiones académicas, proporcionando una manera simplificada para acceder a sus servicios.

Para realizar estos proyectos se sustentan en el punto 7. Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y Tecnologías de Aprendizaje y Conocimiento (TAC) del Plan de Desarrollo

Institucional 2015-2019 de nuestro Rector y la línea de acción 3.4 aprovechamiento de las TIC y TAC. Con la finalidad de proporcionar a la Comunidad:

I. Uso de una red inalámbrica (PCPUMA) independiente del resto de las institucionales y de la misma RIU.

II. Servicio de préstamo de equipo de cómputo (laptops y tabletas) para su uso de manera libre y responsable con el objetivo de fortalecer el proceso de enseñanza/aprendizaje en el aula y fuera de ella.

III. Creación de centros multidisciplinarios de desarrollo de aplicaciones en las tecnologías líderes.

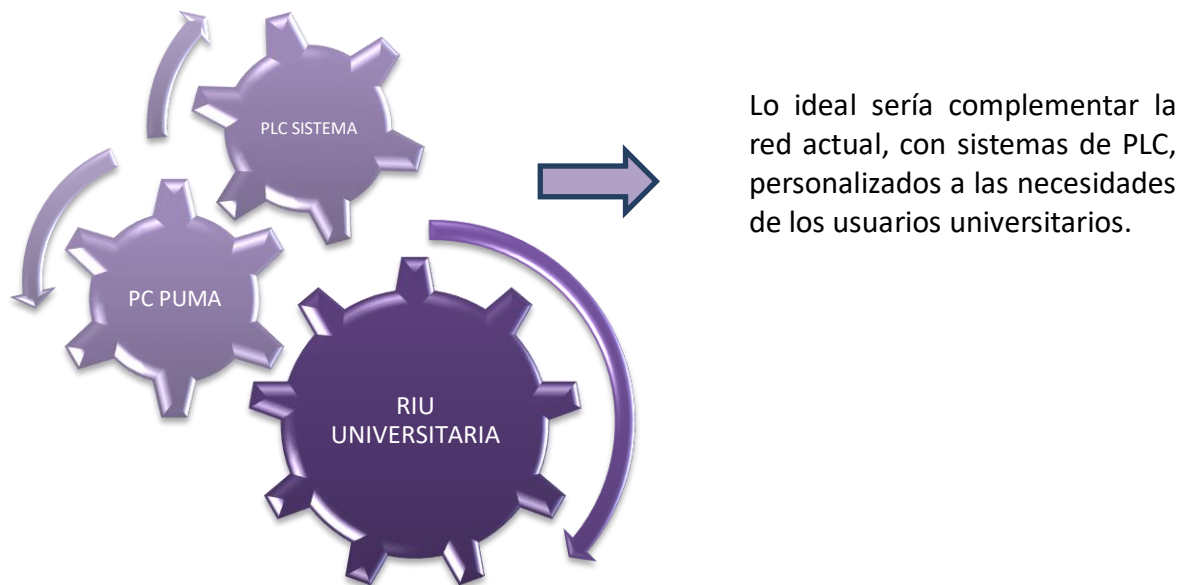
PC PUMA busca que las herramientas y contenidos sean alcanzables a través de este instrumento, convirtiéndolo en una plataforma de convergencia para futuros proyectos. Parte de los retos a vencer son: la reducción de la brecha tecnológica entre el alumno/académico y los equipos con sus respectivas tecnologías, incentivar al futuro profesionista para que se tenga una visión más integral con respecto a su profesión y el uso de las TIC's (Tecnologías de la Información y Comunicación).

Derivado de lo anterior, es de suma importancia poder dar opciones para lograr los objetivos que desde hace más de una década no se han podido lograr. Es verdad que el esfuerzo que han puesto las diferentes dependencias universitarias en estos programas y de las inversiones económicas realizadas de alguna manera no ha logrado llevar la conectividad a todos los puntos de la universidad.

Es por esto que se pretende, analizar nuevas tecnologías de conectividad con el propósito de tener alternativas para implementarlos en las entidades universitarias. Principalmente empezar automatizar espacios comunes, accesos, algunas actividades de mantenimiento y dar resultados similares a un costo menor que un sistema convencional.

Es urgente que la universidad, además de tener una red inalámbrica con cobertura total, cuente con nuevas tecnologías que permitan operar los inmuebles de manera más eficiente y automática.

Finalmente debemos mencionar que el acceso a las nuevas tecnologías e información general, hará que la universidad mantenga el status de prestigio que ha logrado obtener mundialmente.



Esquema 2. Representación Gráfica de los Sistemas de Conectividad más el Sistema de PLC como complemento de los existentes en Ciudad Universitaria

c) Últimas investigaciones con relación a la tendencia de la conectividad

Al ser un tema de investigación que está relacionada con diversos aspectos tecnológicos, con mucha frecuencia se publican artículos relacionados con el tema de la conectividad, lo cual indica que la tendencia mundial tecnológica se está moviendo en esta dirección, con lo que demuestra que es necesario que las empresas especializadas en sistemas de conectividad, logren la eficiencia y economía que más se adapten a las necesidades de los usuarios.

Las tendencias en cuanto a la conectividad en la investigación científica junto con la sociedad en general, mucho se debe a los avances que han tenido las Tecnologías de la Información y

de la Comunicación donde se están desarrollando constantemente y cada vez facilitan más la interacción y comunicación en las relaciones sociales mediante espacios virtuales que permiten intercambiar textos, audio y videollamadas en tiempo real o diferido en cualquier parte del mundo. Podemos hablar de una conectividad en términos de inclusión o interacción social refiriéndose a la conexión de entidades sociales entre sí, ya sean gubernamentales o de cualquier otra índole. La conectividad emerge recientemente como objeto de estudio de la teoría de desarrollo, formando parte del análisis de la globalización y de las formas de inserción de las economías nacionales en dicho proceso.

Ha prevalecido el valor que se le da, al conocimiento y trabajo de las Instituciones de educación superior y de investigación siendo las pioneras de la creación de los orígenes del internet como ahora lo conocemos. Lo que demuestra la trascendencia de la Conectividad para la vida académica. En el año 2014 se pensaba que era inconcebible vislumbrar la investigación científica sin pensar en las redes complejas de comunicación e interacción de científicos y en particular en la colaboración como componente vital para el avance del conocimiento.

Haciendo mención al artículo de la insularidad a la conectividad: tendencias en la investigación científica y humanística en donde la autora Jane M. Russel Barnard cita lo siguiente:

Como generadora de bienestar social, la investigación procura transformar el conocimiento científico y tecnológico en beneficios para la sociedad. Los estudios multidisciplinarios actuales, que son indispensables para resolver los grandes problemas vinculados con la globalización, tales como la salud pública, la contaminación ambiental, las fuentes renovables de energía, entre otros, conllevan a la colaboración entre especialistas de diferentes campos e incluso entre los científicos formales y naturales y sus contrapartes sociales y humanistas. La investigación en ciencias sociales y humanidades es un elemento fundamental en la mejoría de la sociedad y un engrane esencial en el motor que impulsa la sociedad del conocimiento. Por lo tanto, la manera de abordar los interrogantes propios de estas disciplinas no puede ignorar los cambios en la forma de hacer ciencia que han traído los desarrollos tecnológicos. Prueba de lo

anterior es un aumento en la colaboración en estas áreas del conocimiento así como la aparición de un área de investigación, enseñanza y creación en la que convergen las humanidades y la informática: las humanidades digitales.

La figura del investigador en el mundo de la interconectividad se concibe como elemento integral de una red de científicos/colaboradores. Su conectividad se asocia con la densidad y el grosor de los vínculos que se tienen, particularmente en términos de la coautoría de publicaciones. El tamaño de la red a la que pertenece un científico es un importante indicador de sus vínculos sociales y profesionales, debido a que las redes más grandes se traducen típicamente en una mayor diversidad, proporcionan acceso a una variedad de recursos y oportunidades y facilitan el acceso a la información especializada. Las redes se visualizan a través de los diferentes programas de cómputo que facilitan el análisis de redes sociales y la identificación de subestructuras latentes en la red. El análisis de redes sociales es una herramienta de investigación propia de las ciencias sociales y del comportamiento, cuya aplicación se ha extendido a otras disciplinas. En el campo de la bibliometría, por ejemplo, se utiliza para visualizar las relaciones entre diferentes elementos asociados con la investigación y la comunicación científica, como autores, revistas, instituciones y países.

En este mismo artículo hace hincapié en la creciente globalización de la ciencia y la colaboración entre científicos e instituciones en donde cada día parecería que dependen más de la conectividad demandando accesos de velocidad y fiabilidad en los enlaces de comunicación y transmisión de datos.

En donde cuestiona, ¿hasta qué punto el incremento de la colaboración científica se debe a las TIC?, y la respuesta podría considerarse que tomando en cuenta que las TIC son facilitadores y no promotores de la colaboración científica. Por lo que los motivos y las bases de colaboración son sólidos entre un investigador y otro, es más probable que las colaboraciones superen cualquier brecha digital. Así mismo los científicos buscan acceso a fuentes de financiamiento, posesión y utilización de dispositivos de alta tecnología, aumento en el interés en la investigación científica, intercambio de estudiantes sobre todo en otros

países, así como colaboración de colegas extranjeros de países desarrollados ayudando a subsanar las carencias de las instituciones nacionales.

La Conectividad es un fenómeno tanto físico como social en donde se requiere constantemente un análisis que determine y alimente la interpretación para entender cómo se comporta y hacia dónde se dirige. Si se requiere tener un control sobre el proceso y tener un mayor conocimiento y dominio sobre sus consecuencias no debe dejar de estudiarse detalladamente y analizándolo desde los diferentes enfoques y visiones propias de las diversas ramas del conocimiento científico y humanístico. El control del estudio es al mismo tiempo un proceso epistemológico y social basado en las normas propias de los dos sistemas. La conectividad como herramienta auxiliar en el proceso de la investigación se vincula con las técnicas particulares de la búsqueda del nuevo conocimiento. El estudio de la conectividad y su relación con la colaboración científica requiere emplear métodos de investigación acordes con los objetivos planteados, lo cual implica la búsqueda de nuevas formas de analizar y entender el impacto de la conectividad en diferentes ámbitos de la labor científica al igual que el desarrollo de nuevos instrumentos cuantitativos y cualitativos para resaltar los diferentes elementos que entran en juego.

Una de las últimas tendencias tecnológicas en los años 2019-2020, se le conoce al concepto de la conectividad del mañana. Se trata de redes avanzadas que prometen una mejoría a lo que conocemos hoy en día como banda ancha. Es un cambio de manera positiva, la proliferación de dispositivos móviles, sensores, computación sin servidores, la explosión de volúmenes de datos compartidos y la automatización, requiere de conectividad avanzada y trabajo de red diferenciado. Favoreciendo la tendencia a los nuevos negocios digitales. En donde cada vez grandes corporativos exploran maneras para modernizar sus redes actuales con software y expandiendo sus capacidades de trabajo en red. Hoy en día y derivado a las nuevas circunstancias que nos enfrentamos como consecuencia de la pandemia mundial, se han desarrollado nuevas maneras de trabajar a distancia, y principalmente mediante tecnologías digitales que dependen del internet. Se pretende construir redes controlables, seguras, y distribuidas. Redes como la 5G y los satélites de órbita baja de la tierra (*Low Earth*

Orbit) prometen nuevas estrategias de conectividad sin elevar los costos actuales de operatividad de cualquier empresa o institución gubernamental.

La conectividad avanzada eleva la barra de la flexibilidad de la red, haciendo posible configurar redes para que se ajusten a diferentes tipos de desempeño y requerimientos de disponibilidad. Las estructuras de la administración del trabajo en red de manera creciente están permitiendo que las compañías dinámicamente configuren y controlen los recursos del trabajo en red mediante software.

5G. La quinta generación de la tecnología celular inalámbrica representa un cambio radical, mucho más allá de ser otra nueva interfaz inalámbrica para los teléfonos inteligentes. Ofrece mayor velocidad, latencia más baja, e – implícitamente – la capacidad para conectar a una red números masivos de sensores y dispositivos inteligentes.³ ¿Cómo? Mediante eliminar restricciones tecnológicas. Con 5G, muchos protocolos de trabajo en red pueden coexistir para satisfacer requerimientos específicos del dispositivo y de la aplicación, y que pueden ser administrados sin problemas. En la conectividad del mañana, billones de dispositivos conectados se estarán comunicando directamente como máquina y la adición o la sustracción de los dispositivos conectados será posible a una escala sin precedentes. En este entorno, la capacidad para administrar volúmenes grandes de dispositivos conectados y la información que esté siendo intercambiada entre ellos será crítica. 5G actúa como una tecnología unificadora, uniendo todas las capacidades de trabajo en red que se necesitan para administrar el flujo de información y la densidad a escala. El protocolo también reduce los requerimientos de energía para la comunicación base, extendiendo la vida de la batería del sensor y la viabilidad de muchos potenciales casos de uso de IoT.

Satélites de órbita baja de la tierra. Desde hace tiempo las compañías han usado satélites geoestacionarios grandes, de altitud alta, para conectar áreas remotas del mundo exterior. Esos satélites han servido a un propósito, pero retrasan el internet de fibra y basado-en-cable en términos de confiabilidad y capacidad de respuesta y potencialmente tienen perfiles de costo alto. En lo que algunos han caracterizado como la “nueva carrera espacial,” *SpaceX*, *OneWeb*, y otras organizaciones están desarrollando satélites pequeños, de órbita baja de la

tierra, que, desplegados en grupos, pueden entregar ancho de banda de alto desempeño en cualquier lugar de la tierra. Además de proporcionar acceso a comunidades rurales o aisladas, los satélites de órbita baja podrían volverse herramientas esenciales de la infraestructura del trabajo en red para industrias que operan en áreas remotas tales como energía, minería, transporte, e incluso finanzas.

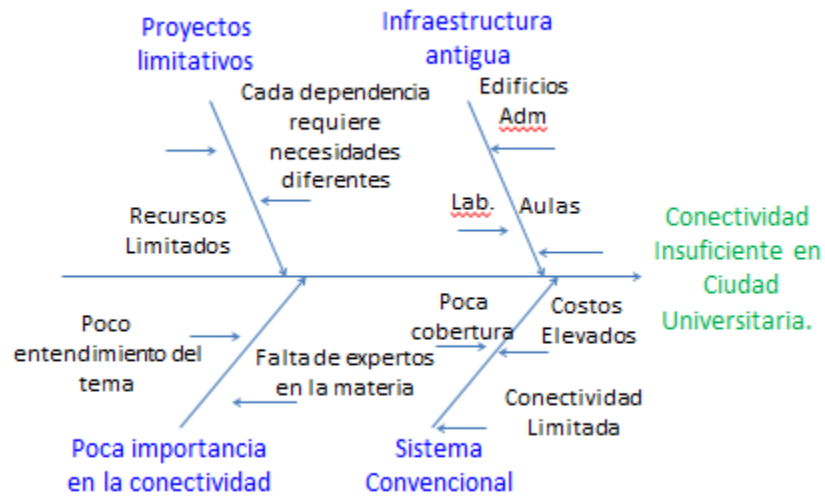
En temas de tecnología digital es importante recalcar que día a día se están desarrollando aceleradamente nuevas maneras de estar conectados a nuestro entorno social. Estas tendencias que nos hablan de la 5g y las orbitas bajas satelitales son solo una vertiente de la versatilidad que puede tener la tecnología. Posteriormente se tendrán que implementar administradores confiables (software) que controlen la cantidad de datos que se manejan virtualmente y que se almacén en espacios definidos como la nube.

d) Marco Conceptual

Para esta tesis se intenta buscar, investigar e identificar aquellos factores que afectan a la Conectividad Universitaria que actualmente opera, dentro de su infraestructura física y tecnológica en los inmuebles existentes con la finalidad de detectar las causas y las características que lo complementan por las cuales están operando de manera ineficiente e insuficiente para posteriormente describir las ventajas y desventajas de posibles sistemas propuestos para la mejora de la Conectividad dentro del Campus Universitario, con sistemas tecnológicos novedosos en este caso el sistema del PLC que es el que propone este documento.

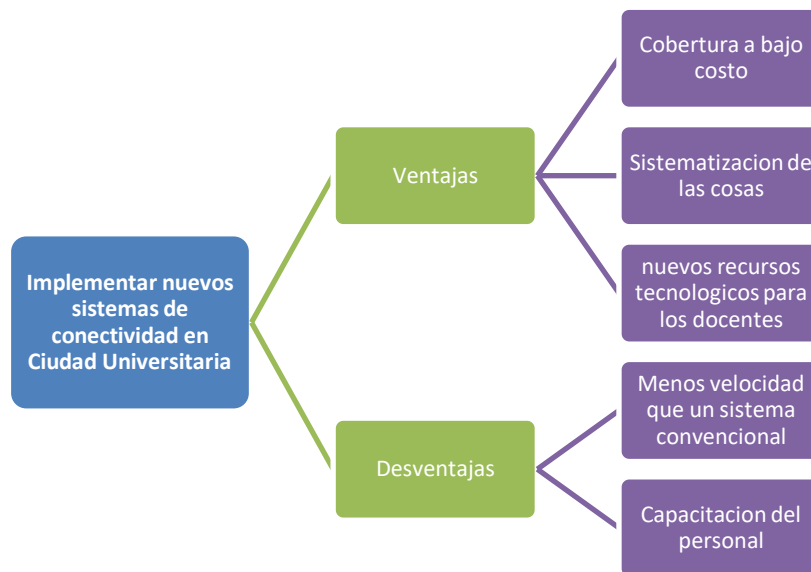
Para identificar de manera eficiente, se elaboró un diagrama de pescado o diagrama de causa-efecto, con la finalidad de analizar la problemática más representativa, que en este caso sería el ineficiente y/o insuficiente sistema o sistemas que operan actualmente dentro del campus universitario, ubicando aquellas causas que se generan por la operación actual del sistema de conectividad considerando desde un punto de vista muy objetivo y con intención de hacer una crítica constructiva, enlistando las causas de mayor importancia acercándose a la consecuencia y las causas de menor relevancia alejándose del objetivo y es así como se desarrollan dentro del diagrama.

Como se muestra en el siguiente diagrama:



Esquema 3. Causa-efecto de la Conectividad Insuficiente en Ciudad Universitaria

En el siguiente diagrama se mostrará las ventajas y desventajas de implementar nuevos sistemas de conectividad en Ciudad Universitaria.



Esquema 4. Cuadro sinóptico de las ventajas y desventajas que representa el sistema de PLC

Resumen de la Introducción

- 1.- Conceptos como conectividad, *wi-fi*, el internet de las cosas, controladores inalámbricos, son ideas con los que debemos familiarizarnos para entender el contexto de esta tesis.
- 2.- El objetivo de esta tesis se enfoca en analizar mediante dos casos de estudio la propuesta de implementación de un sistema tecnológico que se adapte a la infraestructura existente de los inmuebles universitarios mediante instalaciones eléctricas con la finalidad de aportar facilidades de operatividad y mantenimiento.
- 3.- Los resultados esperados pueden llegar a ser tangibles si se llegan a implementar estos sistemas de conectividad, adaptándose a la infraestructura existente, a un costo bajo comparado con sistemas convencionales como la fibra óptica.
- 4.- Las Instituciones académicas tienen áreas de oportunidad en temas de conectividad, en donde actualizar y reacondicionar la infraestructura existente de los espacios educativos, es un gran avance para responder a las necesidades que demandan los modelos formativos actuales.
- 5.- El impacto que genera la conectividad a nivel global, nos hace hacer mención de los antecedentes tangibles en donde nos situán en el presente como punto de partida y hacer referencia a que se ha hecho, y hacia dónde vamos como sociedad, como institución académica y como profesionistas, dominando estos temas de conectividad con mayor conocimiento y responsabilidad de aplicación.
- 6.- Los sistemas de conectividad que operan en Ciudad Universitaria, son insuficientes (RIU) y costosos como el programa PC PUMA.
- 7.- En este trabajo se propondrá un sistema híbrido, con el propósito de complementar los sistemas existentes convencionales (fibra óptica) y los sistemas que operan mediante controladores inalámbricos como el PLC, utilizando la red eléctrica como medio de transmisión de datos.

CAPÍTULO 1

Generalidades

La idea de investigar temas relacionados con la conectividad y su acelerado posicionamiento en la sociedad actual, nos brinda un área de oportunidad de adquirir conocimientos tecnológicos que van marcando tendencias digitales mucho más globalizadas y en cualquier sector social al que nos queramos enfocar, nos tenemos que adaptar y tratar de seguir el mismo ritmo que el resto del mundo.

En este capítulo el objetivo es, hacer un breve resumen de como la conectividad es un tema que se encuentra en desarrollo a nivel mundial, por lo tanto tener conocimiento de como funciona en nuestro país y que normas e instituciones las rigen y las regulan, ya que es una gran herramienta para poder tomar decisiones con fundamentos y certeza jurídica, es decir, las reglas del juego; y por ultimo como funciona y opera la universidad; ya que poco a poco estas nuevas tecnologías han ido ganando terreno en nuestra vida cotidiana y por lo cual tenemos que tener una infraestructura física adaptable a estos cambios.

1.1 Conectividad en el mundo

La conectividad digital se ha convertido en un fenómeno impactante en la historia de la sociedad moderna, transformando las diferentes maneras de comunicación e interacción entre individuos con cierta facilidad y efectividad a la resolución de los problemas cotidianos. Actualmente, se ha permitido concentrar gran parte de los conocimientos e información que gradualmente se va generando en la sociedad en general, en donde a su vez, ha permitido conectar a millones de personas alrededor del mundo.

La conectividad permite conocer y analizar información sobre las necesidades en temas de salud, educación, transporte y seguridad entre otros, ha beneficiado a los distintos sectores sociales que poseen algunas entidades, ya sea ciudad, región o país. La tendencia a la que se enfrenta a corto plazo, es conectar a todos los dispositivos electrónicos ya que varios estudios estiman, que entre los años 2020 – 2025, existirán 3 dispositivos electrónicos por cada

habitante de la sociedad, donde cada uno de ellos tendrá la capacidad de conectarse unos con otros.

Derivado de lo anterior, es indispensable el estudio y análisis del tema, ya que las nuevas tecnologías competirán por espacios internos y externos de la vida cotidiana; en los últimos años se han presentado transformaciones digitales, que indican que existen ciertas tendencias a la mejora continua del *big data* y las máquinas inteligentes, ya que estas presentan un papel de gran importancia a nivel social.

Es importante mencionar las tendencias a las cuales nos vamos a enfrentar los próximos años y por las cuales tenemos que estar preparados para operar de manera eficiente y competitivamente en un mundo globalizado.

El internet de las cosas (IoT).- Es solamente el comienzo de un mundo paradójicamente conectado, se estima que existen 8,400 millones de objetos conectados a internet hasta el año 2018. Se trata de dimensionar, lo que es capaz la conectividad y una vez conectados los objetos, comenzar a generar datos.

La analítica.- Existe una cantidad masiva de información generada por el IoT, en donde este tiene el poder de revolucionar áreas en los diferentes sectores sociales y económicos como lo son: la industria manufacturera o de la construcción, la salud, la agricultura, el funcionamiento de ciudades completas, por mencionar algunas, lo que les permite trabajar de forma eficiente y rentable en comparación de épocas no muy lejanas al día de hoy.

Redes 5G.- La denominación de 5G se refiere a la quinta generación de redes móviles que conocemos. Esta nueva tecnología móvil, está destinada a aumentar la velocidad de conexión (hasta 10 GBps), lo cual reducirá la latencia (el tiempo de respuesta de la red) y multiplicará exponencialmente el número de dispositivos conectados. Es decir, estaremos conectados a todo, la mayor parte del día y en el menor tiempo posible.

Inteligencia Artificial (IA).- Es la combinación de algoritmos planteados con el propósito de crear máquinas que presenten capacidades que igualen o superen al ser humano. Algunas de las aplicaciones de la Inteligencia Artificial serían las siguientes:

- Asistentes virtuales chatbots interactivos que podrán sugerirnos productos, restaurantes, hoteles, servicios, espectáculos basado en nuestro historial de datos.
- Finanzas las tecnologías inteligentes podrán ser de gran utilidad en los bancos, ayudándolos a detectar fraudes, predecir patrones de mercado y aconsejar operaciones más eficientes a su cartera de clientes.
- Comercial pronósticos de ventas, elegir productos adecuados dependiendo de las preferencias y periodicidad de consumo del cliente, etc.
- Educación permitirá crear ofertas personalizadas para optimizar el aprendizaje del interesado, sugerir nuevos cursos dependiendo del perfil al que va dirigido el ramo profesional seleccionado.
- Sanidad existen *chatbots* que desarrollan encuestas de síntomas enfocadas a ciertas enfermedades y arrojar diagnósticos de probables enfermedades. Así como la recolección de datos que genera patrones que ayudan a identificar factores genéticos susceptibles de desarrollar una enfermedad en específico.
- Climáticas edificios inteligentes para reducir el consumo energético, creación de vehículos submarinos no tripulados para detectar fugas en oleoductos, o tecnologías capaces de plantar cantidades considerables de árboles con la finalidad de combatir la deforestación.
- Logística y transporte actualmente existen aplicaciones móviles que detectan los horarios con posibles colisiones o atascos, proporcionando diferentes rutas alternas y evitar estos eventos que generan pérdida de tiempo y estrés, con la finalidad de optimizar el tráfico, compartiendo la información en tiempo real a otros usuarios de la misma aplicación.
- Agrícolas plataformas específicas que, por medio de análisis predictivos, mejoran los rendimientos agrícolas y advierten de impactos adversos.

Con esta dinámica que presenta la Inteligencia Artificial las compañías seguirán utilizándola para conectar y comunicarse con sus clientes de formas más estudiadas, diseñadas, adaptadas y personalizadas a las diferentes necesidades que requieran particularmente.

Migración hacia la nube. – Según estudios recientes indican que un gran porcentaje de las empresas que cuentan con tecnologías informáticas, migraran de forma parcial o total a entornos Cloud. La flexibilidad, los ahorros en costos y seguridad asociados con esta alternativa la hacen cada vez más atractiva. Las empresas buscan la automatización y la infraestructura a mayor escala.

La experiencia del cliente.- Los trayectos de los usuarios serán analizados a medida que las empresas se esfuerzan por complacer a los clientes y contrarrestar la competencia. Las redes inalámbricas favorecen a las empresas a estar la mayor parte del tiempo conectados a sus clientes vía remota.

Cosas Inteligentes.- En esta nueva era tecnológica, los dispositivos inteligentes conectados no solo transmiten datos a sus usuarios humanos, quienes posteriormente deben involucrar más software o análisis para tomar decisiones además que las cosas inteligentes dirigen la acción o interacción humana.

Para cumplir de lleno la promesa de la era de la inteligencia, hay cosas por hacer de forma cooperativa en la industria, incluidas las normas de privacidad, seguridad e interoperabilidad compartiendo una plataforma en común.

Se pone sobre la mesa, temas relevantes que se discuten entre los ingenieros y especialistas en el tema hacia dónde va enfocada la Inteligencia Artificial para habilitar tales Redes de Comunicación Inteligente, tales como lo son las redes de sensores, en donde se están convirtiendo en una realidad para múltiples aplicaciones de alto impacto en las actividades humanas. También están apareciendo dispositivos y sensores inteligentes, además de electrodomésticos y utilidades electrónicas, como dispositivos para teléfonos móviles o tabletas.

A medida que se incrementen las cosas inteligentes en nuestra vida diaria, se prevé un cambio de cosas inteligentes independientes a una enorme cantidad de cosas inteligentes colaborativas.

Experiencia Inmersiva.- la realidad aumentada, la realidad virtual y una realidad combinada están cambiando la forma en que la gente percibe al mundo digital e interactúa con él. En combinación con plataformas de conversación, habrá un cambio fundamental en la experiencia del usuario a una experiencia virtual e inmersiva.

Las compañías están cada vez más interesadas en implementar redes y tecnologías robustas con la finalidad de ofrecerles a los clientes experiencias superiores y agilizar las operaciones. Estas tendencias harán posible la eficiencia y ahorrar costos.

Las tecnologías digitales se han propagado de tal manera que se han moldeado e influyen en nuestras actividades diarias. Su uso constante demanda que los usuarios desarrollen estrategias y habilidades que les permitan identificar fuentes de información confiables con el objetivo de construir y exhibir una forma de comunicación robusta y promover el desarrollo de valores éticos, respeto y tolerancia.

Con este último punto se puede poner sobre la mesa las diferentes tendencias a las cuales va dirigida la conectividad a nivel mundial, en el caso de la industria de la construcción, apostamos por una mayor competitividad a nivel mundial apoyándonos de nuevas herramientas tecnológicas.

La conectividad en su máxima expresión o como punto de destino final nos llevará a una Ciudad Inteligente (Smart City). Pero para poder llegar a ese destino final, es necesario establecer una serie de acciones que en conjunto puedan establecer redes inteligentes.

1.2 Situación actual en el país (México en cuanto a Conectividad)

México es un país que cuenta con una población de 128,932,753 personas, considerado uno de los países con mayor densidad poblacional y una superficie de 1,964,375 km², es decir 66 habitantes por km².

En temas de Conectividad en México, existen diversas políticas públicas y privadas orientadas a alcanzar una conectividad universal, ya que la brecha de conectividad sigue siendo amplia y

es necesario incitar a los mercados a invertir en el sector con la finalidad de mejorar la infraestructura existente para tener un mejor servicio.

Según la encuesta nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares en el año 2018, muestra que solo 53 de cada 100 hogares de mexicanos (18.3 millones de hogares) tiene conexión a internet, lo que significa que un número considerado de familias no cuentan con este servicio que al día de hoy es considerado un derecho constitucional.

Este es un tema que requiere de constante análisis, cuya aplicación arroje datos útiles para entender la dinámica de su acción e impacto, ya que el interés radica no solo en conocer y comprender la magnitud de los avances tecnológicos en el mercado, sino también de quienes acceden a ellos, cómo y con qué facilidad lo hacen.

En México existen instituciones como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI) donde se ofrece información estadística, geográfica y económica a nivel nacional y por entidad federativa.

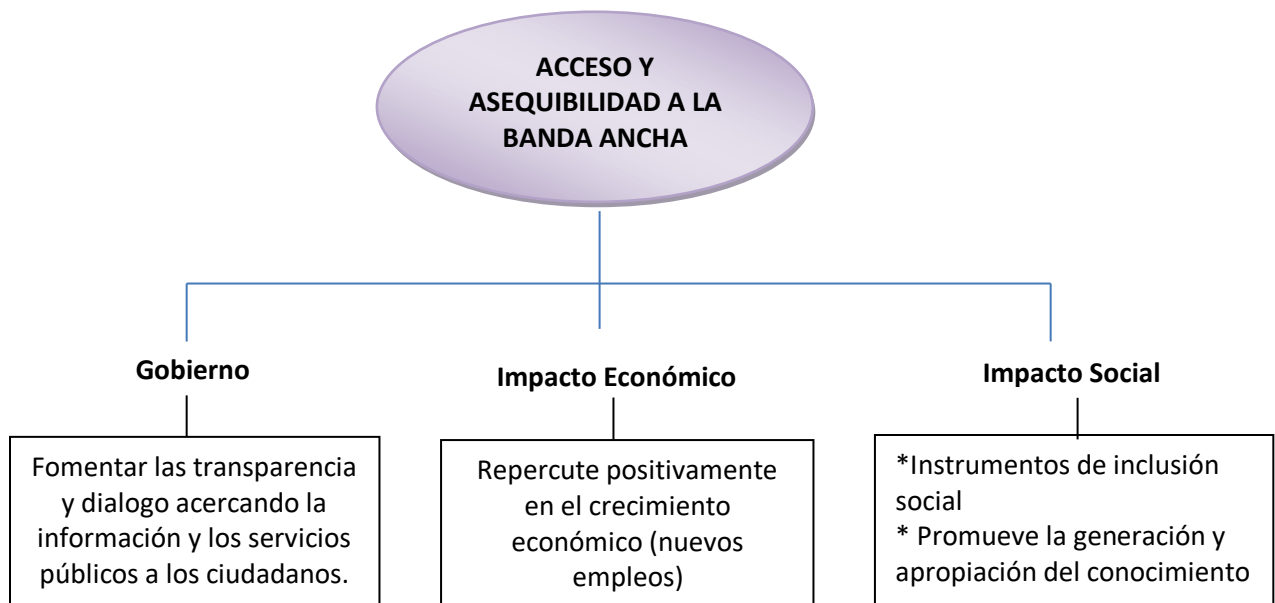
Las acciones que se han implementado a nivel nacional en los últimos años, en donde se formalizo un Programa de Conectividad Digital cuyo objetivo fue: *lograr un México Conectado, donde todas las personas tengan acceso a la banda ancha con cobertura nacional a precios accesibles.*

En donde los dos objetivos principales fueron:

1. **Acceso:** Que exista infraestructura de telecomunicaciones, fija y móvil, con cobertura nacional y estándares internacionales de calidad y disponibilidad.
2. **Asequibilidad:** Que todas las personas, independientemente de su ingreso económico, puedan acceder a la banda ancha.



Fig. 4 Asequibilidad, www.simplifyingthemarket.com



Esquema 5. Diagrama del Acceso y Asequibilidad a la Banda Ancha

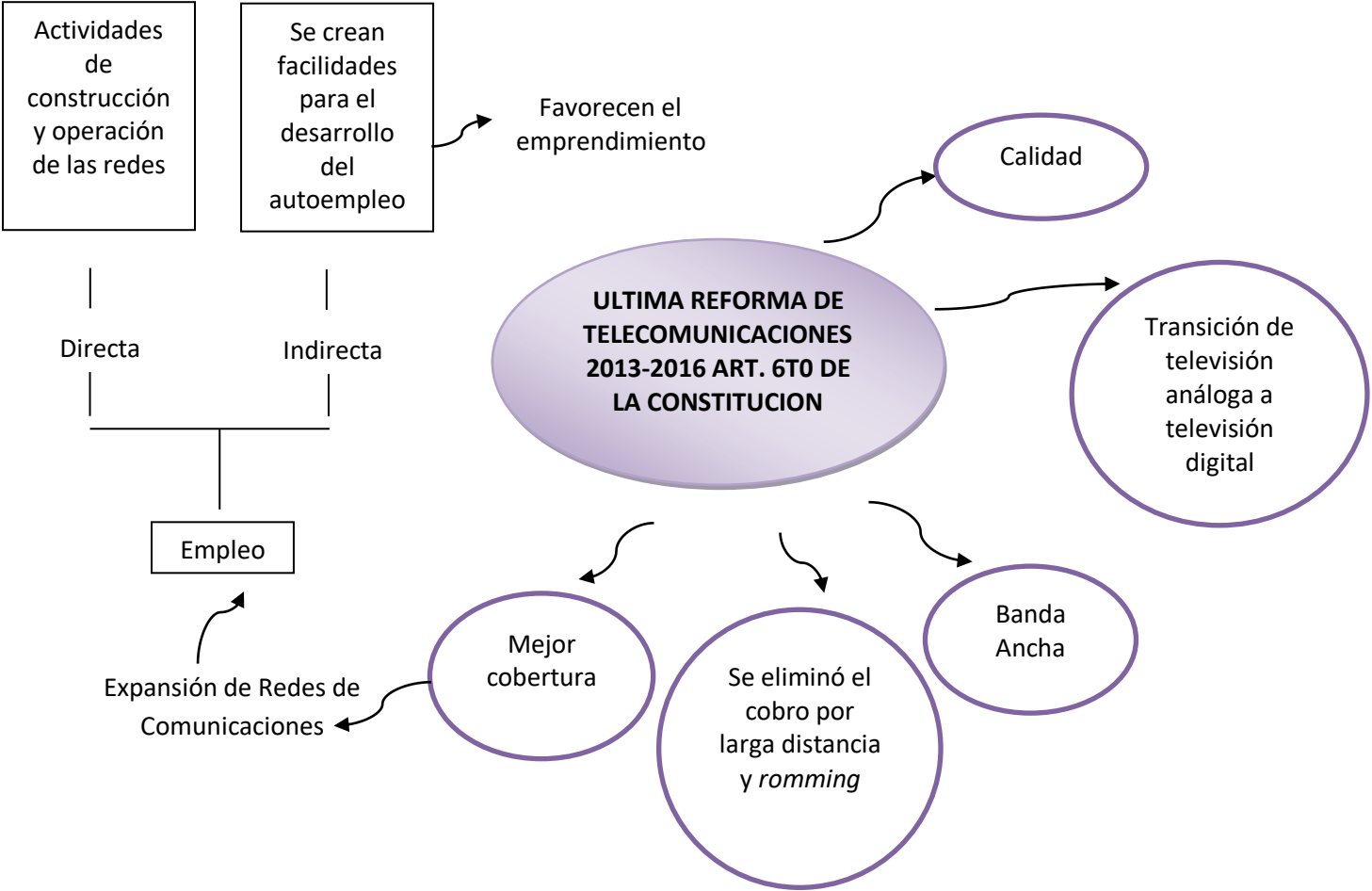
Desde el 2013 existen reformas de telecomunicaciones, donde se mejoraron servicios tales como la cobertura, la calidad, la eliminación del cobro por larga distancia nacional y roaming, la transición de la televisión análoga a televisión digital, proyectos como el de la red compartida; gracias a este último, millones de mexicanos pueden ahora aprovechar los beneficios de las telecomunicaciones y en específico del internet. Donde se sientan las bases para mejorar la disponibilidad, calidad y accesibilidad de los servicios de telecomunicaciones, a través de la promoción de la competencia y la inversión.

En el siguiente diagrama se explicara mediante un mapa conceptual, los beneficios que se obtuvieron en la última reforma de telecomunicaciones 2013-2016 citada en el art.6to de la Constitución Mexicana.



Fig. 5 Banda ancha México, otitelecom.org

El siguiente diagrama muestra un resumen de las acciones que se tomaron para la reforma constitucional en el Art, 6to.



Esquema 6. Reforma de Telecomunicaciones, Art. 6to de la Constitución

México ha decidido afrontar el desafío que impone un entorno digital cada vez más dinámico y ha emprendido una serie de pasos firmes con el fin de lograr un país más próspero e incluyente, en el que las nuevas tecnologías contribuyan al bienestar de su población.

Se tiene conocimiento que la banda ancha repercute positivamente en el crecimiento económico, ayuda a generar empleos, actividades como la participación ciudadana y el acceso a servicios educativos, financieros, de salud y gobierno.

En conclusión, el desarrollo digital es en la actualidad un pilar para el desarrollo social. Retrasar la inclusión digital de todos los grupos sociales representa para el país el riesgo de quedar rezagado en el contexto internacional en términos de crecimiento, productividad, innovación y bienestar social.

1.2.1 Reforma Constitucional

Haciendo referencia a la ley en materia de Telecomunicaciones se decretó mediante la reforma el derecho a las Tecnologías de la Información y Comunicación conocidas con TIC's y a los servicios de radiodifusión y telecomunicación, incluido el de la banda ancha y el Internet, y se sientan las bases para mejorar la disponibilidad, calidad y accesibilidad de los servicios de telecomunicaciones, a través de la promoción de la competencia y la inversión.

1.2.1.1 Fundamentación del programa de Conectividad Digital

Con fundamento en la **Reforma constitucional en materia de telecomunicaciones (Artículo 6°)** que al pie de la letra dice:

“El estado garantizará a la población su integración a la sociedad de la información y el conocimiento, mediante una política de inclusión digital universal con metas anuales y sexenales”

Donde existen políticas regulatorias del Instituto Federal de Telecomunicaciones en donde regulan lo siguiente:

** Regulación y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, las redes, la prestación de los servicios y el acceso a la infraestructura activa, pasiva y otros insumos esenciales.*

** Autoridad de competencia en el sector.*

** Otorgamiento, revocación y autorizaciones de las concesiones del sector.*

Y donde el Programa de Conectividad Digital de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes también tiene su participación a nivel federal con los siguientes puntos:

- * Promoción del acceso y asequibilidad de la banda ancha.
- * Políticas y proyectos para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones con cobertura nacional y estándares internacionales de calidad y disponibilidad.
- * Proyectos para que todos puedan acceder a la banda ancha.

Y por último la Coordinación de Estrategia Digital Nacional (CEDN) participa de la siguiente manera:

Formulación, implementación y evaluación de la política digital.

- * Aprovechamiento, apropiación y promoción del uso de las TIC en la sociedad.
- *Objetivos de transformación gubernamental, economía digital, educación de calidad, salud universal e innovación cívica y participación ciudadana.

Como se puede observar, existen instrumentos legales que regulan y sustentan las decisiones y acciones que giran en torno a proyectos de corto y/o largo plazo que apoyan las necesidades que los ciudadanos requerimos para una mejor calidad de vida.

El Instituto Federal de Telecomunicaciones es un órgano autónomo. Tiene por objeto el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones y la radiodifusión, conforme a lo dispuesto en la Constitución y las leyes en el ámbito de responsabilidad. Se encarga de regular, promover y supervisar el uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, las redes y la prestación de los servicios de telecomunicaciones y la radiodifusión (TyR) en México, así como el acceso a infraestructura y otros insumos esenciales, contribuyendo a garantizar el derecho a la información y el acceso universal a dichos servicios.

Por otra parte tenemos la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, se localiza la Subsecretaria de comunicaciones y Desarrollo tecnológico cuya misión es Elaborar y conducir políticas públicas orientadas al desarrollo de los habilitadores tecnológicos y cognitivos en materia de telecomunicaciones y radiodifusión, con una visión prospectiva de la evolución tecnológica, que favorezcan la inclusión, el desarrollo social y la competitividad del país, con

especial énfasis en las poblaciones en situación de vulnerabilidad y en las micro, pequeñas y medianas empresas, para la transformación digital de México.

1.3 Conectividad en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

La Universidad Nacional Autónoma de México ha desempeñado un papel protagónico en la historia y en la formación de nuestro país. Entre las principales tareas sustantivas de la institución pública, autónoma y laica, son la docencia, la investigación y la difusión de la cultura.



Fig. 6 Ciudad Universitaria, Ciudad de México, www.mxcity.mx

Edificado entre 1949 y 1952, el campus central de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) está integrado por un conjunto de edificios, instalaciones deportivas y espacios abiertos situado en la zona sur de la capital mexicana. El proyecto de su construcción fue ejecutado por más de 60 arquitectos, ingenieros y artistas. El resultado fue la creación de un conjunto monumental ejemplar del modernismo del siglo XX que integra el urbanismo, la arquitectura, la ingeniería, el paisajismo y las bellas artes, asociando todos estos elementos con referencias a las tradiciones locales, y en particular al pasado prehispánico de México. El

conjunto encarna valores sociales y culturales de trascendencia universal y ha llegado a ser uno de los símbolos más importantes de la modernidad en América Latina.

Hoy en día la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) cuenta a nivel educación superior con 15 facultades, 5 unidades multidisciplinarias y 9 escuelas nacionales.

Educación superior		
Facultades	Unidades Multidisciplinarias	Escuelas Nacionales
Facultad de Arquitectura	Facultad de Estudios Superiores Acatlán	Escuela Nacional de Artes Cinematográficas
Facultad de Artes y Diseño		
Facultad de Ciencias		Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales	Facultad de Estudios Superiores Aragón	Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Juriquilla
Facultad de Contaduría y Administración		Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León
Facultad de Derecho	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Mérida
Facultad de Economía		
Facultad de Filosofía y Letras		
Facultad de Ingeniería	Facultad de Estudios Superiores Iztacala	Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia
Facultad de Medicina		
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia		Escuela Nacional de Lenguas, Lingüística y Traducción
Facultad de Música	Facultad de Estudios Superiores Zaragoza	Escuela Nacional de Trabajo Social
Facultad de Odontología		
Facultad de Psicología		Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra
Facultades de Química		

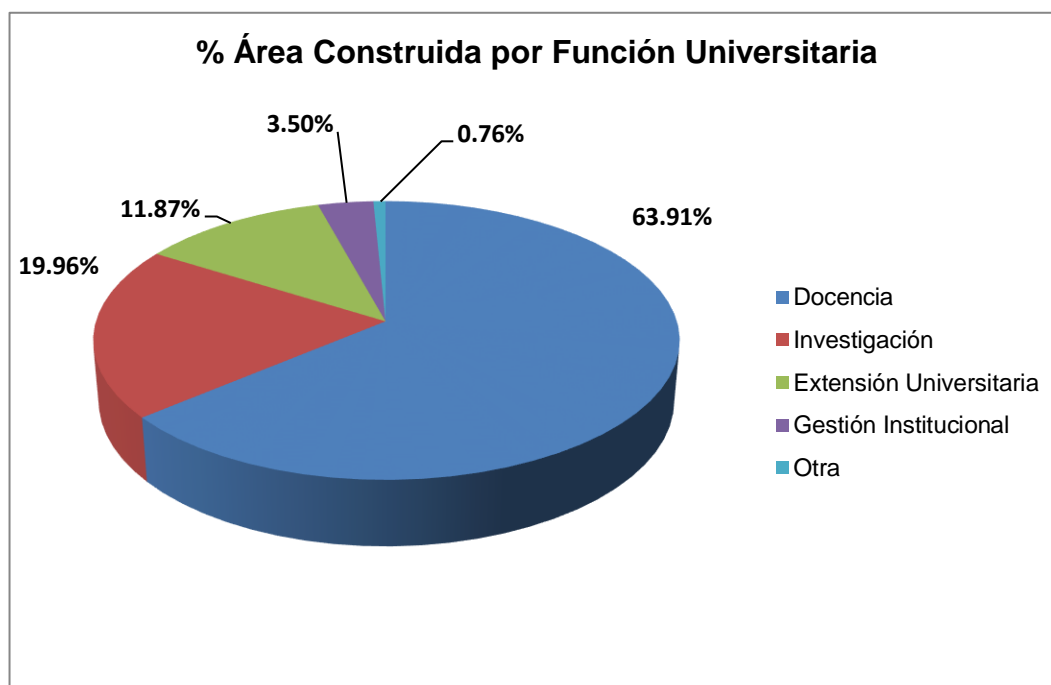
Tabla 1. Entidades universitarias y sus categorías a nivel superior

Dentro de su universo en infraestructura, la UNAM cuenta con 34 Institutos, 14 centros y 12 programas universitarios.

La UNAM cuenta con 2, 888, 689 m² de área construida, 2,260 cuerpos de edificios, 4,556 aulas, 4,179 cubículos y 3,173 laboratorios, por mencionar algunos datos.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Docencia	1,542,857	1,606,539	1,667,632	1,693,737	1,735,998	1,779,603	1,784,255	1,812,460	1,827,750	1,846,043
Investigación	500,193	522,762	537,783	555,413	566,215	581,938	580,274	572,015	576,587	576,699
Extensión Universitaria	289,401	314,918	323,762	325,841	326,050	326,644	336,381	350,089	357,364	342,904
Gestión Institucional	71,401	74,184	75,660	92,896	103,135	103,606	96,726	94,948	99,063	100,972
Otra ^a	11,072	17,509	17,509	17,509	17,509	17,509	17,955	14,090	14,335	22,071
TOTAL	2,414,924	2,535,912	2,622,346	2,685,396	2,748,907	2,809,300	2,815,591	2,843,602	2,875,099	2,888,689

Tabla 2. Área construida asignada por función 2010-2019, www.estadistica.unam.mx



Grafica 1. Análisis del porcentaje de área construido por cada función universitaria

Como institución académica, la UNAM cuenta con una infraestructura física, con edificios de aulas, laboratorios y oficinas (mobiliario y equipos), instalaciones deportivas y vías de comunicación para cumplir sus funciones principales de enseñanza y aprendizaje.

Uno de los compromisos más importantes de la Universidad con la comunidad universitaria es dotar de espacios adecuados con la finalidad de llevar a cabo en las mejores condiciones, las actividades sustantivas para la docencia, la investigación y la difusión de la cultura. Para cumplir de manera óptima con estos fines, se requiere contar con una infraestructura física que cumpla con criterios de funcionalidad y sustentabilidad en el marco de la normatividad vigente.

Muchos acontecimientos se han sucedido a lo largo del tiempo en sus edificaciones y espacios que han forjado la identidad universitaria. Los edificios son más que materiales diversos, que instalaciones, equipamientos y mobiliarios. En toda construcción, restauración, remodelación, reacondicionamiento y mantenimiento están incluidos los valores y el espíritu universitario. Cada edificio nuevo o de reacondicionamiento representa la posibilidad de generar conocimiento, con esto tenemos la oportunidad de satisfacer las necesidades ante la sociedad y tener como objetivo mejorar las condiciones para la enseñanza y el aprendizaje.

En los últimos años se llevaron a cabo importantes obras de construcción, ampliación, remodelación y rehabilitación de espacios que resultan fundamentales para ampliar la cobertura educativa y dar respuestas al incremento de alumnos, así como las creaciones de nuevas carreras que aportan soluciones a las necesidades de la sociedad nacional y extranjera. Se dio un fuerte impulso a la educación a distancia con la creación de espacios que contienen equipamiento tecnológico y de comunicaciones.

Año con año, el crecimiento en infraestructura se determina y se planea en cuanto a las necesidades de demanda que cada dependencia que figura en esta casa de estudio, con la finalidad de satisfacer las necesidades tanto de docentes como alumnos, investigadores y administrativos.

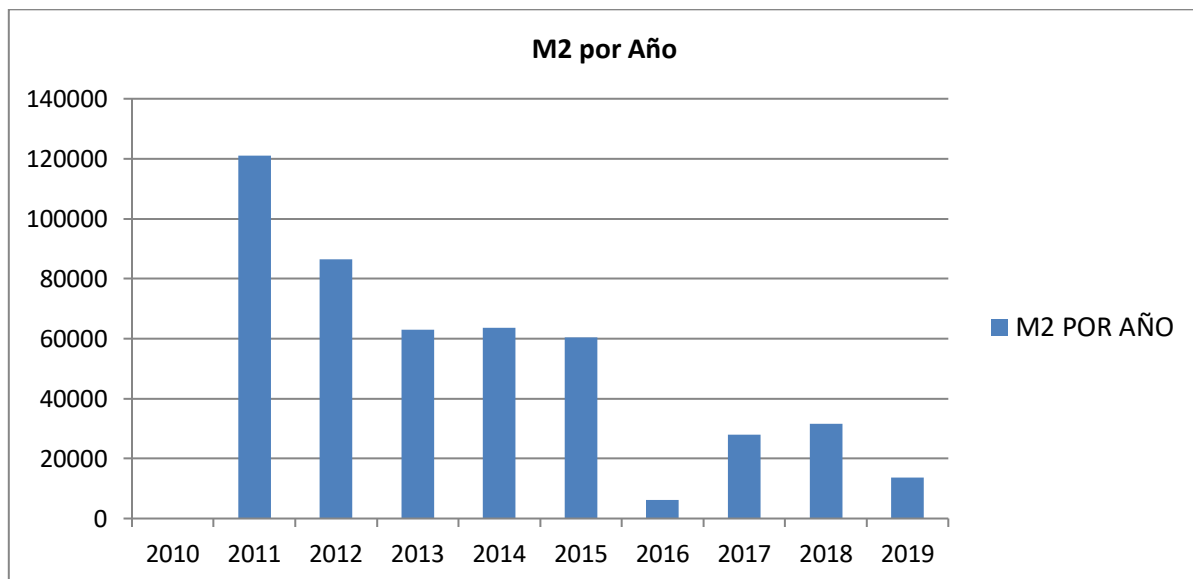
Análisis de datos estadísticos

El área construida acumulada por la Universidad se comportó de la siguiente manera:

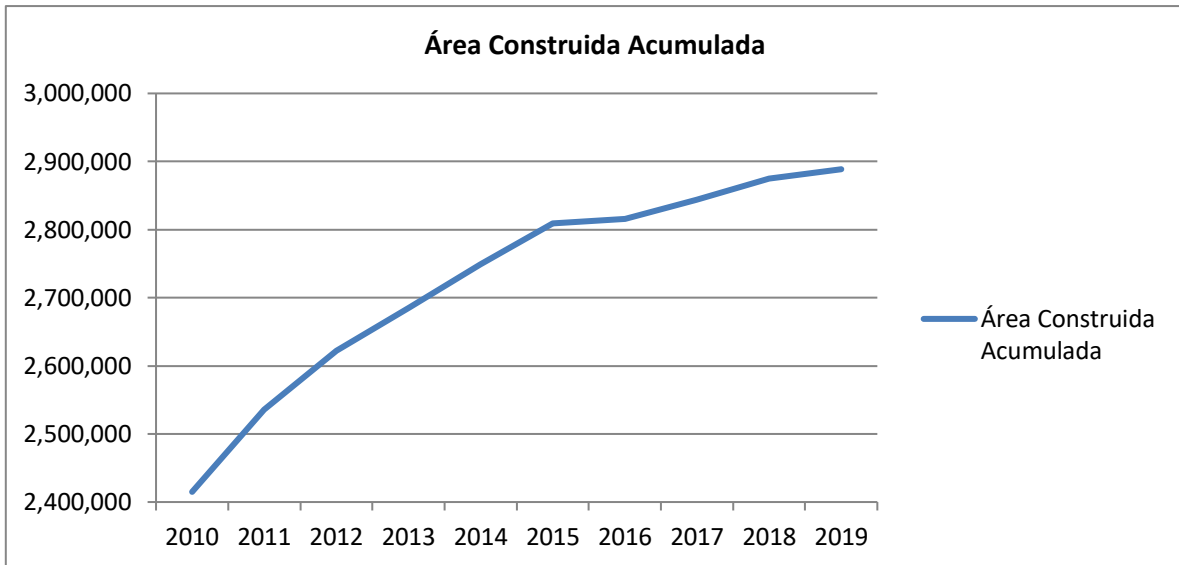
Año	M2 construido por año	M2 construido acumulado
2010	Origen	2,414,924
2011	120,988	2,535,912
2012	86,434	2,622,346
2013	63,050	2,685,396
2014	63,511	2,748,907
2015	60,393	2,809,300
2016	6,291	2,815,591
2017	28,011	2,843,602
2018	31,497	2,875,099
2019	13,590	2,888,689

Tabla 3. Análisis de datos estadísticos metros cuadrados por año y acumulados

Podemos observar que del año 2011 al 2015 se tuvo un promedio de crecimiento de 78,875 metros cuadrados por año. A partir del 2016 esa tendencia disminuyó a un promedio de 19,847 metros cuadrados por año. Lo anterior se deriva de las políticas en materia de construcción de la administración central.

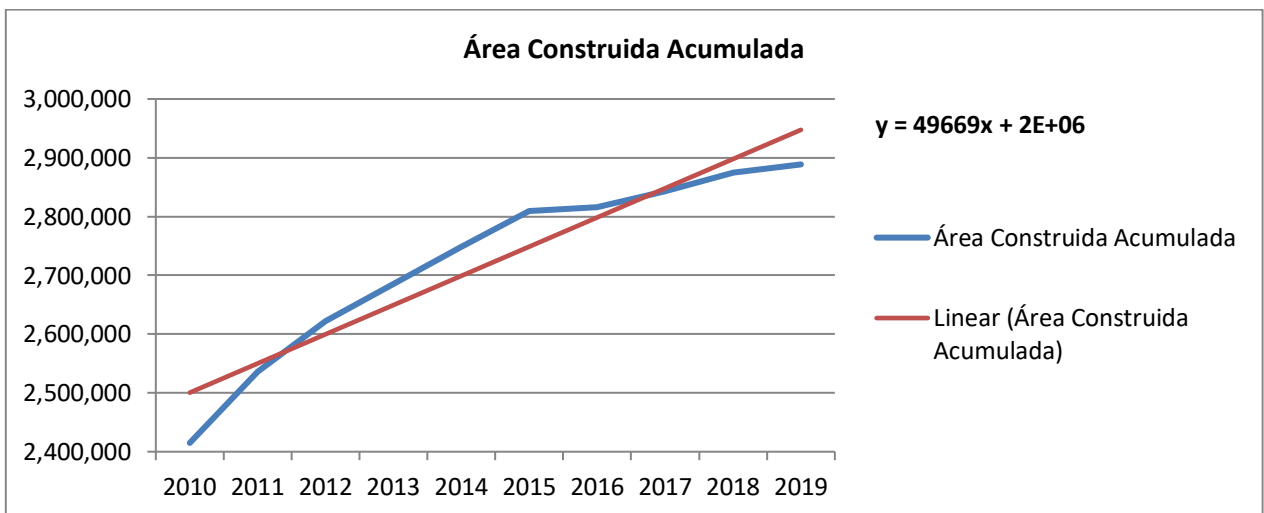


Grafica 2. Análisis del área construida por año en metros cuadrados



Grafica 3. Análisis de área acumulada en metros cuadrados

Con esta información podemos obtener tendencias o comportamientos de la construcción por metros cuadrados y de este modo obtener los metros cuadrados de los próximos años.



Grafica 4. Área acumulada en metros cuadrados con línea de tendencia

La tendencia que se ajusta más a los datos de área construida la tendencia lineal cuya ecuación es: $y = 49669x + 2000000$.

Año	x	Proyección de m2
2020	20	2,993,380.00
2021	21	3,043,049.00
2022	22	3,092,718.00
2023	23	3,142,387.00
2024	24	3,192,056.00
2025	25	3,241,725.00
2026	26	3,291,394.00
2027	27	3,341,063.00
2028	28	3,390,732.00
2029	29	3,440,401.00
2030	30	3,490,070.00

Tabla 4. Análisis de datos proyección a 10 años de metros cuadrados acumulados

Derivado a un nuevo virus llamado covid 19 al que nos enfrentamos actualmente y como consecuencia se ha declarado a nivel mundial que estamos en emergencia sanitaria, la sociedad se ha tenido que confinar en sus casas desde el 23 de marzo 2020, esto implica que por algún momento se pararon las actividades cotidianas como asistir a la universidad y tomar clases presenciales, por lo que, se ha tenido que implementar nuevas formas de llevar a cabo la relación entre profesor – alumno, adaptándose a nuevas herramientas digitales que han sido de gran ayuda para continuar con el ciclo escolar.

En cuanto a infraestructura de conectividad Digital la UNAM cuenta con 83,436 computadoras propiedad de la UNAM con conexión a internet, además de contar con 175,082 cuentas activas en la Red Inalámbrica Universitaria.

1.3.1 Definición del concepto de conectividad en Ciudad Universitaria

La conectividad universitaria hasta la fecha, se maneja mediante dos opciones, por una parte se encuentra disponible el servicio de la Red Inalámbrica Universitaria (RIU) y por otra se está implementando el Programa de Conectividad Móvil de la UNAM (PC Puma).

El primero, la RIU es un servicio que la UNAM ofrece sin costo, dirigido a la comunidad universitaria, es decir estudiantes y docentes, así como trabajadores administrativos, a través de sus instalaciones. Para poder tener acceso al servicio es necesario contar con una cuenta correo@comunidad.unam.mx obteniéndola en el Centro de Atención a Usuarios de la Dirección General de Computo y Tecnologías de Información (DGTIC).

En cuanto al desempeño de la conexión de la RIU, como cualquier red inalámbrica, depende de factores diversos tales como:

1. El tipo de tarjeta Wi-Fi del dispositivo móvil que se use para conectarse a la red.
2. La frecuencia usada por el dispositivo y el punto de acceso a la red para conectarse entre sí.
3. La sobredemanda de conexión de dispositivos móviles sobre un mismo punto de acceso a la red.
4. La interferencia de otras redes Wi-fi, configuradas de forma inadecuada.
5. Las obstrucciones físicas como paredes, libreros y otros objetos de gran volumen.
6. La lejanía del dispositivo respecto al punto de acceso a la red.

La cobertura en las instalaciones de la UNAM, se cuenta aproximadamente con 2000 puntos de acceso a la RIU, localizados en las áreas de mayor afluencia de la comunidad universitaria.

La DGTIC es responsable de mantener la integridad y operación eficaz de la infraestructura que proporciona red a los puntos de acceso de la RIU, el mantenimiento de los puntos de acceso es responsabilidad de la dependencia de adscripción.

La DGTIC cuenta con políticas de uso que protegen los intereses universitarios y que se eximen de cualquier uso inapropiado de la red inalámbrica.

Por otro lado, el Programa de Conectividad móvil de la UNAM (PC Puma) inicio como una propuesta del grupo de asesores del Rector y formó parte de las líneas de acción del Plan de Desarrollo Institucional 2015-2019, mismas que se ratificaron para el segundo periodo del rectorado del Dr. Enrique Graue Wiechers y su implementación continua, fortaleciendo los servicios de conectividad y telecomunicaciones en la UNAM.

Uno de los objetivos del PC Puma es realizar proyectos de infraestructura de red inalámbrica con cobertura total y gestión local. También ofrecer el servicio de préstamo directo de equipos móviles a estudiantes o a través de laboratorios móviles en el salón de clases, así como el desarrollo de habilidades en tecnología de la información (TI) para profesores sobre el uso de plataformas educativas; y para responsables del uso y administración de plataformas de red en las distintas dependencias de la UNAM.

Hasta el momento, la infraestructura de PC Puma ha beneficiado alrededor de 200 mil alumnos, 55 mil profesores y trabajadores y su impacto en la docencia alcanza salones donde se imparten 101 licenciaturas de 21 entidades, así como a 600 aulas de bachillerato y cuatro institutos. Donde más de 82 mil alumnos de licenciatura cuentan con acceso a equipos para hacer sus trabajos académicos, prestados a través de los laboratorios móviles y de forma directa, lo que beneficia el acceso equitativo a la tecnología y recursos digitales, además de contribuir con la seguridad de los estudiantes en los traslados que realizan.

El programa PC Puma ha tenido buena aceptación en la Comunidad Universitaria, se han instalado 5,690 nuevos puntos de acceso Wi-Fi en las 25 entidades universitarias incluida todas las Facultades de Estudios Superiores (FES), tres Escuelas Nacionales, cuatro Escuelas Nacionales de Estudios Superiores (ENES), nueve Facultades y cuatro Institutos. Cabe mencionar que en la Facultad de Ingeniería, el programa se implementó en la Ampliación del Edificio J.

El programa consta de tres etapas:

1. El proyecto de infraestructura de red inalámbrica; se diagnostica el estado actual en cada una de las entidades para definir catálogos de conceptos y hacer intervención de obra.
2. Equipamiento con dispositivos móviles, previa definición de las características de los equipos requeridos, los cuales son acordes a las necesidades de las licenciaturas que se imparten en cada entidad.
3. Desarrollo de habilidades en TI para profesores y responsables técnicos.

Con estas dos opciones, de tener acceso a la conectividad en Ciudad Universitaria, a continuación se hace una pequeña reseña de cómo funciona operativamente la red inalámbrica en el campus.

La Universidad a través de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC), contratan enlaces de fibra óptica para adoptar las diferentes entidades y dependencias del servicio de internet. En Ciudad Universitaria existen cuatro de estos enlaces ubicados en diferentes puntos (Confidenciales).

Existe una acometida general, en este caso el campus central de la UNAM cuenta con 3 acometidas que están distribuidas estratégicamente y confidencialmente dentro del Campus; de las acometidas sale la fibra óptica a repartirse entre las Entidades y Dependencias Universitarias, esta fibra llega a un SITE (conocido como cuarto de voz y datos), en donde se encuentran instalados equipos de voz y datos denominados *switch*, que dependiendo la necesidad y utilidad que la dependencia o entidad universitaria requiera, este *switch*, se le podrán derivar 4/8/24 o 48 puertos, convirtiéndose en nodos para conectar el objetivo final.

Conclusiones de Generalidades

- 1.- La conectividad ha beneficiado a distintos sectores sociales como la salud, educación, transporte, seguridad entre otros.
- 2.- La tendencia de la Conectividad se enfoca básicamente a la mejora continua del *big data* y máquinas inteligentes.
- 3.- El internet de las cosas, conectar objetos entre sí y generar datos, da como resultado la analítica.
- 4.- la 5G es la quinta generación de las redes móviles.
- 5.- la Inteligencia Artificial y sus aplicaciones como: asistentes virtuales, finanzas, comercio, educación, sanidad, climáticas, logística y transporte, agrícolas.

- 6.- Otras tendencias que están desarrollándose a gran velocidad es la migración de datos y/o información hacia la nube, experiencias inmersivas, entre otras.
- 7.- La brecha de Conectividad a nivel social afecta a la mayoría del territorio mexicano.
- 8.- Encuestas nacionales indican que 53 de cada 100 hogares cuentan con conexión a internet en el 2018
- 9.- Hoy en día la Conectividad es un derecho constitucional
- 10.- Acceso y Asequibilidad fueron los objetivos principales del Programa de Conectividad Digital en el plan de acciones del 2013 -2018 a nivel nacional.
- 11.- Última reforma en telecomunicaciones 2013-2016 Artículo 6to de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- 12.- En la reforma constitucional se sientan las bases para mejorar la disponibilidad, calidad y accesibilidad de los servicios de telecomunicaciones a través de la promoción y la inversión.
- 13.- la UNAM cuenta con dos servicios de conectividad que operan actualmente; la RIU Red Inalámbrica Universitaria, y el PC PUMA, Programa de Conectividad Móvil.

CAPÍTULO 2

En este capítulo, el objetivo de esta investigación es la explicación acerca del concepto “*Smart*” (inteligente), demostrando el gran universo que conlleva el progreso del “Internet de las Cosas” (IoT) y sus usos en diferentes sectores públicos y privados, así como las “*Smart cities*” (Ciudades Inteligentes) que muestran una tendencia, sobre todo en países de primer mundo y en subdesarrollados. Y por último se hablará de las aplicaciones de las tecnologías de la información y la comunicación a las que nos enfrentamos en pleno siglo XXI, haciendo énfasis en todo aquello que aporta positivamente al sector educativo.

Concepto Smart “inteligente”

2.1 ¿Qué es el internet de las cosas (IOT)?

El concepto del internet de las cosas ha tenido mayor relevancia en los últimos años de la historia, ya que ha sido toda una revolución tecnológica. El *IoT* denominado así por sus siglas en inglés *Internet of Things*, se refiere a la interconexión de objetos cotidianos a través del internet. Por ejemplo vehículos, electrodomésticos, maquinas, ropa, etc.

Para que la idea del *IoT* sea posible es necesario tomar en cuenta dos principales cosas: dispositivos equipados con el hardware necesario para conectarse a una red de internet y una infraestructura de telecomunicaciones que lo soporte.

El *IoT* es una oportunidad para modernizar y favorecer a muchos sectores, que va más allá de los *gadgets* o cosas inteligentes, ya que tiene un gran valor potencial para las industrias y los sectores gubernamentales.

Por ejemplo el *IoT*, haciendo mención de algunas funciones más utilizadas en diferentes sectores públicos y privados serian: la eficiencia para los procesos de producción de las industrias; tener un mejor control en los servicios públicos como los son el tráfico, el alumbrado, el riego de aéreas verdes, la seguridad, etc. Incrementar la automatización en el sector agrícola, monitorear las condiciones ambientales o mejorar los servicios de salud pública o privada.

Si hablamos del sector de la construcción, sobre todo en edificios comerciales, habitacionales o instituciones educativas, nos tendríamos que enfocar en tener ciertas consideraciones tecnológicas ayudándonos con el *IoT*. Construir edificios inteligentes, trae beneficios como ahorros de energía. Existen sistemas de optimización en donde estos, están diseñados para calcular las necesidades de energía esperadas, teniendo en cuenta los hábitos de usuario, el comportamiento de ahorro de energía, la producción de energía, las previsiones meteorológicas y otros datos. También se pueden proporcionar información sobre las condiciones de las unidades de construcción específicas y planificar el trabajo de mantenimiento, con la finalidad de lograr una mejor operación general del edificio.



Fig. 7 Edificios inteligentes, www.tynmagazine.com

Para el mantenimiento predictivo en estos edificios inteligentes, se utilizan sensores *IoT* y otros dispositivos hardware para obtener informes sobre el estado del edificio en cuanto a todos los equipos que se utilizan para el funcionamiento, tales como la programación de horarios para realizar ciertas actividades del mantenimiento.

El impacto más importante que los edificios inteligentes con Internet de las Cosas tienen es la eficiencia energética. El uso de sensores en red ayuda a proporcionar información que ayudaría a los responsables a controlar mejor sus activos y también a reducir los desechos dañinos en el medioambiente.

Hay múltiples ejemplos de uso de *IoT* para la eficiencia energética.

- Usando sensores para control de temperatura
- Uso de actuadores para controles del sistema de climatización

- Aplicaciones complejas como proporcionar automatización de energía completa para un edificio
- Permite la comunicación fuera de línea y en tiempo real
- Considera las previsiones meteorológicas para ahorrar costos de energía en tiempo real.

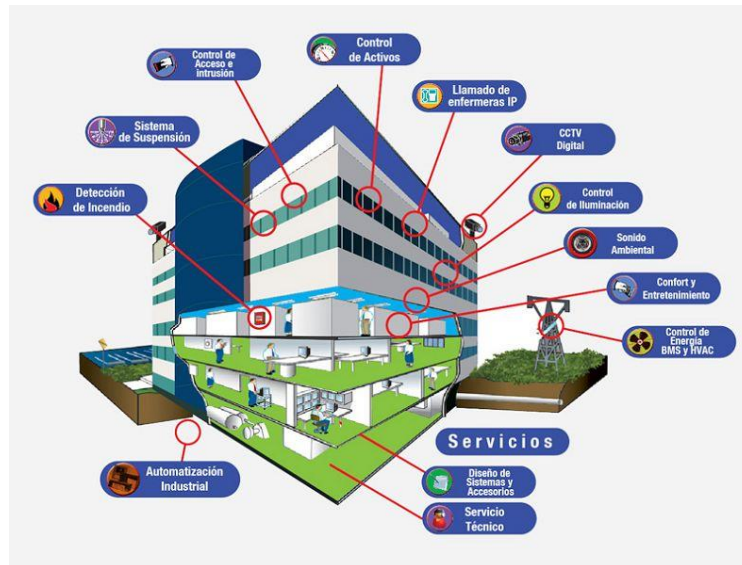


Fig. 8 Simulación de un Edificio inteligente, www.arqhys.com

Otro de los beneficios que nos aportan las *IoT'S* es la medición de la calidad del aire, donde los dispositivos se pueden usar para verificar y medir la calidad del aire, así como los niveles de CO₂ en el aire, usando varios sensores que están interconectados, ayudando a mantener el medio ambiente y a todos los que están en él, sanos y productivos.

Los *IoT* ofrecen la capacidad de recopilar datos casi en tiempo real y analizarlos con una mayor resolución espacial, con la ayuda de sensores instalados en varias partes de los edificios. Como los accesos, quien entra, quien sale y quienes están autorizados a ingresar a las instalaciones. Monitoreo mediante cámaras y/o dispositivos de CCTV. También los dispositivos *IoT* proporcionan a los constructores conocimientos para reaccionar rápidamente a las tendencias emergentes. Las aplicaciones del *IoT* permiten a los administradores de las instalaciones realizar diversos experimentos para verificar el resultado de la optimización.

También les da espacio para usar dispositivos *IoT* en la monitorización de sistemas de edificios usando un solo panel.

Los edificios inteligentes tienen una gama de oportunidad de mejora en las nuevas construcciones en donde el diseño de los edificios les permite ser ecológicos y eficientes en el uso de los recursos. Tiene la finalidad de operar a niveles de energía óptimos, así como detectar señales de fallo o degradación de equipo, con un proceso de medición y verificación eficaz, así como las herramientas.

Estos sistemas inteligentes de gestión de edificios se pueden gestionar de forma remota desde cualquier parte del mundo. Además, el entorno interior y el exterior se detectan en todo momento ofreciendo resultados óptimos para ventilación, iluminación, incendios y seguridad.

Existen nuevos componentes de construcción prefabricados que están relacionados con las *IoT*, donde estos aseguran una manera más rápida y rentable que los métodos de construcción tradicionales como por ejemplo generando menos desperdicios de construcción.

El Internet de las Cosas ha hecho posible reemplazar equipos obsoletos de construcción con sensores que se pueden controlar utilizando indicadores como vibraciones y fluctuaciones de temperatura. Por lo tanto, al ahorrar mucha energía, se reduce los costos de mantenimiento.

El Internet de las Cosas está mejorando la gestión de la construcción al proporcionar las siguientes funciones:

- Monitorización y reparación de equipos con sensores avanzados
- Inspección de equipos con procesos electrónicos
- Gestión de inventario y pedidos con alertas de *IoT*
- Seguimiento GPS mediante etiquetado y seguimiento de materiales
- La seguridad se implementa fácilmente con sensores RFID e *IoT*

2.2 Ciudad Inteligente (*Smart City*)

Las Ciudades Inteligentes surgen alrededor de los años 90's y tienen como característica principal la relación con el uso de las tecnologías de la información y las armas poderosas que aportan a una comunidad con tendencia a convertirse en una *Smart cities*.

Derivado a que la población mundial sigue en constante crecimiento y aumentando aceleradamente año con año, los recursos de alguna manera llegan a ser limitados. Por lo que surgen nuevas ideas en cuanto a nuestra forma de vivir y eso tiene como efecto un mejor estilo de vida. Este tipo de opciones tecnológicas generan para nuestras ciudades un cambio con altos beneficios para los ciudadanos.

Crear una *smart city* en la actualidad es una tarea compleja, ya que se requiere no solo de la inversión de numerosos agentes tecnológicos, sino de su compromiso a largo plazo. Asimismo el éxito tan prometedor va a depender de su propósito de valor, donde tiene que demostrar su utilidad para la ciudadanía y para los negocios siendo viables y sostenibles.

Para dar respuesta a los nuevos retos, las *Smart Cities* apuestan por:

- Competitividad
- Colaboración
- Planificación
- Creatividad
- Sostenibilidad

Es así como podemos definir que una *Smart City*, es la combinación de personas, tecnología y creatividad para hacer más sostenible y eficiente a cualquier ciudad del mundo. El objetivo es construir ciudades con valores añadidos tales como la inclusión de todos los ciudadanos en la vía pública, enfocada a la igualdad social favoreciendo sobre todo aquellos que cuentan con alguna discapacidad física, la accesibilidad es una gran herramienta para lograrlo; la transparencia es un gran aporte de las administraciones publicas creando plataformas de consulta accesibles para los Ciudadanos; así como mejorar la distribución de recursos a través de sistemas de ahorro energético, de alumbrado o distribución del agua.

Para las administraciones públicas la aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) tienden a ser cada vez más útiles para una mejora en sus servicios y tener un control administrativo más actualizado.

Existen ciudades que le han apostado a las *Smart Cities* tales como Singapur, Zúrich, Oslo, Ginebra, Copenhague, Taipéi, Helsinki, Bilbao, por decir algunas, el posicionamiento de la ciudad a nivel internacional da como resultado la atracción capital y especialistas en el sector desarrollando aquello que haga única a la ciudad.

- **Generando riqueza:** definiendo modelos de negocio, nuevos puestos de trabajo, optimizando los recursos con la finalidad de no aumentar los impuestos.
- **Economía digital**
- **Industria cultural:** emprendimiento y conocimiento compartido.
- **Tecnología asequible:** acceso a internet, sensores, *big data*, reconocimiento facial, redes inteligentes de gestión o el Internet de las cosas son puntos clave.
- **Movilidad inteligente:** transporte público eficiente
- **Adaptación a un sistema sustentable:** temas relacionados con el medio ambiente y a lo imprevisible de la naturaleza.

2.3 Aplicación de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en la sociedad del Siglo XXI

En pleno siglo XXI el papel que desempeña la tecnología a nivel económico y social adquiere un protagonismo cada vez más relevante. La inteligencia artificial, los robots, la realidad aumentada, las impresoras 3D, la nube, el Big Data, la economía colaborativa, los objetos conectados, los *smartphones*, etc. Pertenece al ya conocido concepto de transformación digital.

Como consecuencia de esta transformación digital, los retos como la limitación de recursos energéticos, el uso de energías renovables, la limitación del agua, la responsabilidad social corporativa, la transparencia, los datos abiertos o los nuevos modelos económicos

colaborativos como el *crowdfunding*, en el que las aportaciones de muchos permiten impulsar las ideas de otros.

Es por eso que las tendencias tecnológicas en TIC's para las infraestructuras cada día se enfocan más a desarrollar proyectos que tengan que ver con la aplicación de las técnicas de la construcción mejorando la productividad, la sostenibilidad medioambiental, la movilidad, la calidad en obras, la seguridad etc.

Las aplicaciones de las TIC'S, que más impacto tienen en nuestra sociedad son, en las finanzas, en la medicina y en la educación. Por lo que se hablara de aquellas a las que se aportan en el ámbito educativo. Las TIC'S conducen a la mejora del aprendizaje de los estudiantes y aportan mejores métodos de enseñanza. Se ha demostrado que tienen un impacto significativo y positivo en el rendimiento de los estudiantes, sobre todo en términos de conocimiento, comprensión, habilidades prácticas y habilidades en presentación de materias como las ciencias sociales, matemáticas, física, etc. Es por ello que, es importante mencionar las ventajas de las cuales nos pueden aportar estas tecnologías:

- Se pueden utilizar con facilidad imágenes durante la enseñanza y esto mejora la memoria retentiva de los estudiantes.
- Fácil acceso a una gran fuente de información.
- Procesos fáciles y confiables.
- Medio de creación y expresión.
- Los profesores pueden fácilmente explicar instrucciones complejas y garantizar la comprensión de los estudiantes.
- Los profesores son capaces de crear clases interactivas y hacer las lecciones más agradables, lo que podría mejorar la asistencia y la concentración de los estudiantes.

Cabe mencionar que se han desarrollado sistemas de enseñanza con un amplio conocimiento cultural de la informática y la transmisión de la información, con el objetivo de que sean constructivos sin dejar de ser sistemas metodológicos. Los profesores requieren de un gran

esfuerzo y un trabajo importante de planificación y coordinación en conjunto con un grupo de profesores. Se trata de crear una enseñanza de forma teórica, abstracta, de diseño y experimento de una manera integrada.

Como se puede saber, existen ciertos inconvenientes en toda tecnología que se pretende adaptar algún sistema ya existente, de los cuales mencionaremos algunos.

- Exigencia de amplias y modernas infraestructuras.
- Saturación de información que impide la correcta asimilación de esta.
- Cambio continuo de los instrumentos
- La brecha social

Y por último tenemos los recursos de las nuevas tecnologías de la información enfocadas en la educación por mencionar algunos:

- Correos electrónicos para todos
- Foros institucionales / Comunidades virtuales
- Tutorías virtuales

Es indudable que las nuevas tecnologías educativas están cada vez más cerca de nosotros y que continúan en progreso constante, es por esto que es imprescindible buscar métodos para mantenerse actualizado y es necesario cambiar o actualizar la forma de enseñanza en las aulas para poder lograr que tanto estudiantes como docentes alcancen nuevas habilidades que les ayuden a procesar mejor el constante cambio de la sociedad.

Conclusiones de Concepto “Smart” inteligente

Podemos concluir que el internet de las cosas (IoT), ha revolucionado las tecnologías a tal grado que el día de hoy le llamamos transformación digital.

La interconexión de objetos cotidianos ha forjado una adaptación involuntaria en nuestras actividades diarias. Estas tecnologías han servido para crear proyectos sustentables estableciendo las bases para la adaptación de este nuevo concepto que son las “Smart Cities”

aprovechando las ventajas que nos aportan la trasmisión de datos para generar información que sirve de partida para la toma de decisiones. Implementar herramientas tecnológicas a edificios existentes con la finalidad de un ahorro de recursos mejorando la operatividad y mantenimiento de dichos inmuebles. Y por último estos “ahorros de recursos” dan como resultado retos como la limitación de recursos energéticos, el uso de energías renovables, la limitación del agua, la responsabilidad social corporativa, la transparencia, los datos abiertos o los nuevos modelos económicos colaborativos como el *crowdfunding*.

CAPÍTULO 3.

Definición y uso del sistema PLC (*Programmable Logic Controller*)

En este capítulo el objetivo es, exponer de una forma generalizada un tipo de sistema de controladores que permiten la transmisión de datos por medio de la red eléctrica. Es un capítulo informativo, donde se describe el concepto de PLC, ¿qué es? ¿Cómo funciona?, ¿cuáles son las aplicaciones principales? así como un pequeño resumen de los inicios del PLC y su evolución.

3.1 Concepto de PLC

El Controlador lógico programable (PLC, por sus siglas en inglés *Programmable Logic Controller*) son dispositivos electrónicos que se utilizan con mayor frecuencia en la Automatización Industrial.

No obstante lo anterior el desarrollo de esta tecnología se ha ido enfocando en la transmisión de datos cuyo objetivo último podría brindar una red de datos que comúnmente conocemos como internet.

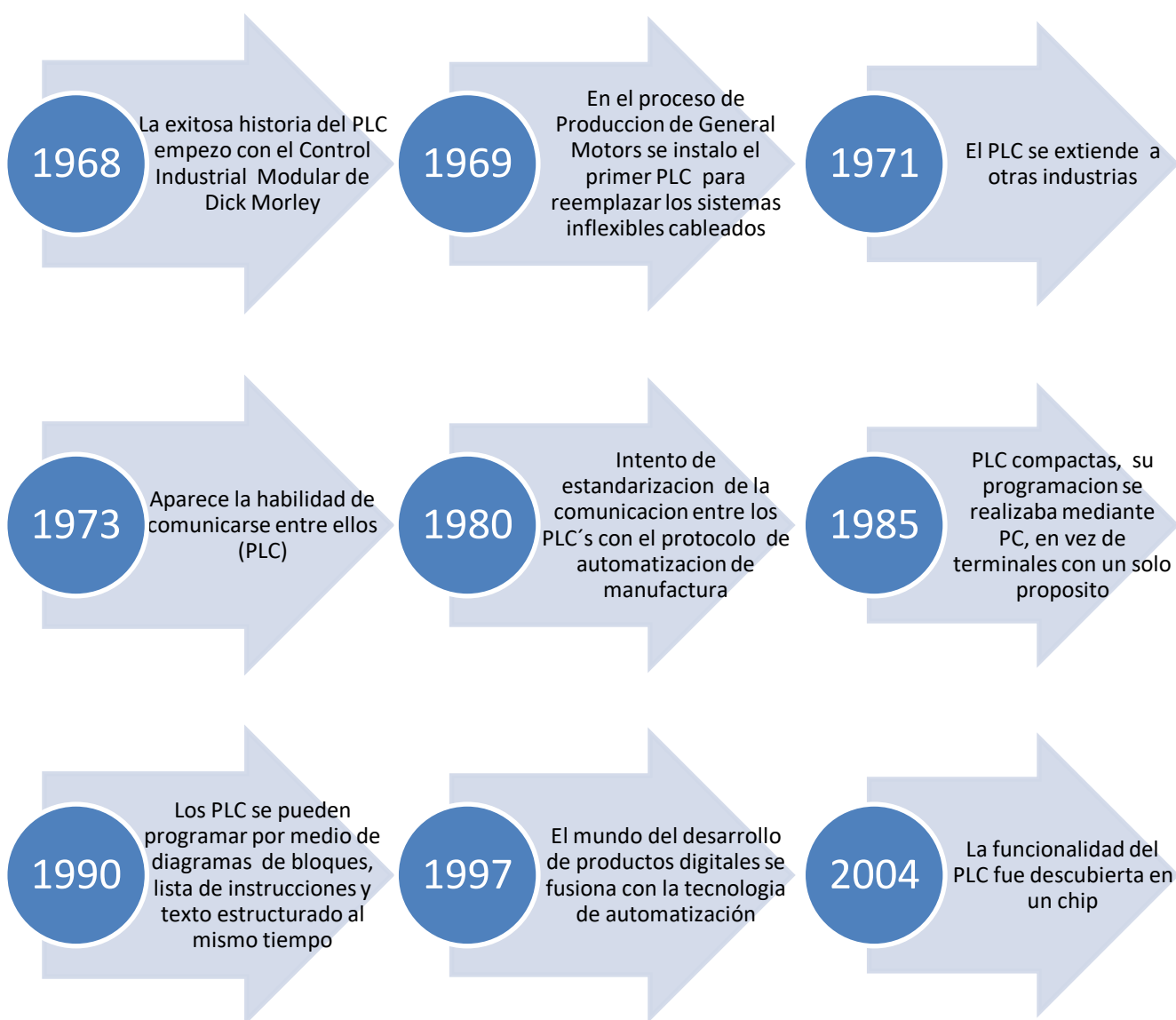
La aplicación del sistema PLC es muy diversa ya que se puede encontrar en diferentes tipos de industrias como la automoción, la aeroespacial o la construcción. A diferencia de un sistema convencional de datos, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y salida, amplios rangos de temperatura, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto.

Dentro de las ventajas que poseen estos sistemas, se puede determinar que su utilización repercute en las operaciones en tiempo real, debido a su corto tiempo de reacción, son dispositivos que se adaptan fácilmente a nuevas tareas debido a su flexibilidad al momento de programarlos, reduciendo los costos a la hora de elaborar proyectos. Permiten realizar operaciones en red ya que son fácilmente programables por medio de lenguajes de programación bastante comprensibles.

3.2 Breve historia del sistema PLC y su evolución.

Su historia se remonta a finales de la década de 1960 cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional.

Evolución de la Tecnología PLC



Esquema 7. Cronograma de la evolución del PLC

3.3 Diferentes usos del sistema PLC en la infraestructura existente en Ciudad Universitaria

El sistema PLC se destaca por poseer características que aportan soluciones a nivel de operatividad–mantenimiento y aportando facilidades a herramientas tecnológicas digitales que nos ayudan una mejor calidad en el ámbito educativo en la enseñanza-aprendizaje por medio de las tecnologías de información y comunicación (TIC), de la cuales se mencionan a continuación algunas de las tantas aplicaciones que se pueden obtener implementando las nuevas tecnologías.

Operación y mantenimiento de las instalaciones

- Encendido y apagado de acuerdo a un horario configurado
- Regulación de la intensidad de cada punto de luz independientemente y a cualquier hora del día.
- Instalación de sensores que permiten adaptar de forma automática la iluminación de áreas comunes a las condiciones meteorológicas, de tráfico, peatones, etc.
- Reducción de costos en trabajos de mantenimiento, mediante la gestión de alarmas en tiempo real, lo que permite a la área correspondiente en mantenimiento, mejorar la calidad del servicio y en la sustitución del equipamiento dañado.
- Monitoreo mediante cámaras de alta resolución en tiempo real, ya sea en los pasillos, aulas, laboratorios, áreas comunes, etc.
- Acceso Wifi mediante luminarias.
- Sensores de presencia y sensores de iluminación adaptiva.
- Sensores en los contenedores de basura, indicando el porcentaje programado para su retiro oportuno y evitar la aglomeración innecesaria.
- Riego inteligente en los jardines universitarios, que con sensores de humedad detectan el nivel de agua en la tierra y por lo tanto se produce la apertura y cierre de las válvulas de riego a través del sistema de PLC.
- Controles de accesos a aulas, edificios, estacionamientos, Etc.
- Climatización a edificios de aulas, laboratorios, cubículos, oficinas etc

- Control de Circuito Cerrado de Televisión.

Aportaciones en el ámbito educativo de la enseña-aprendizaje

- Metodologías utilizadas para optimizar el aprendizaje.
- Modernos enfoques didácticos
- A través de medios electrónicos se puede transmitir, producir, intercambiar información y conocimiento.
- Evaluación en tiempo real por medios electrónicos.
- Internet en las aulas como una herramienta más, como apoyo al docente.

3.4 Beneficios del sistema PLC

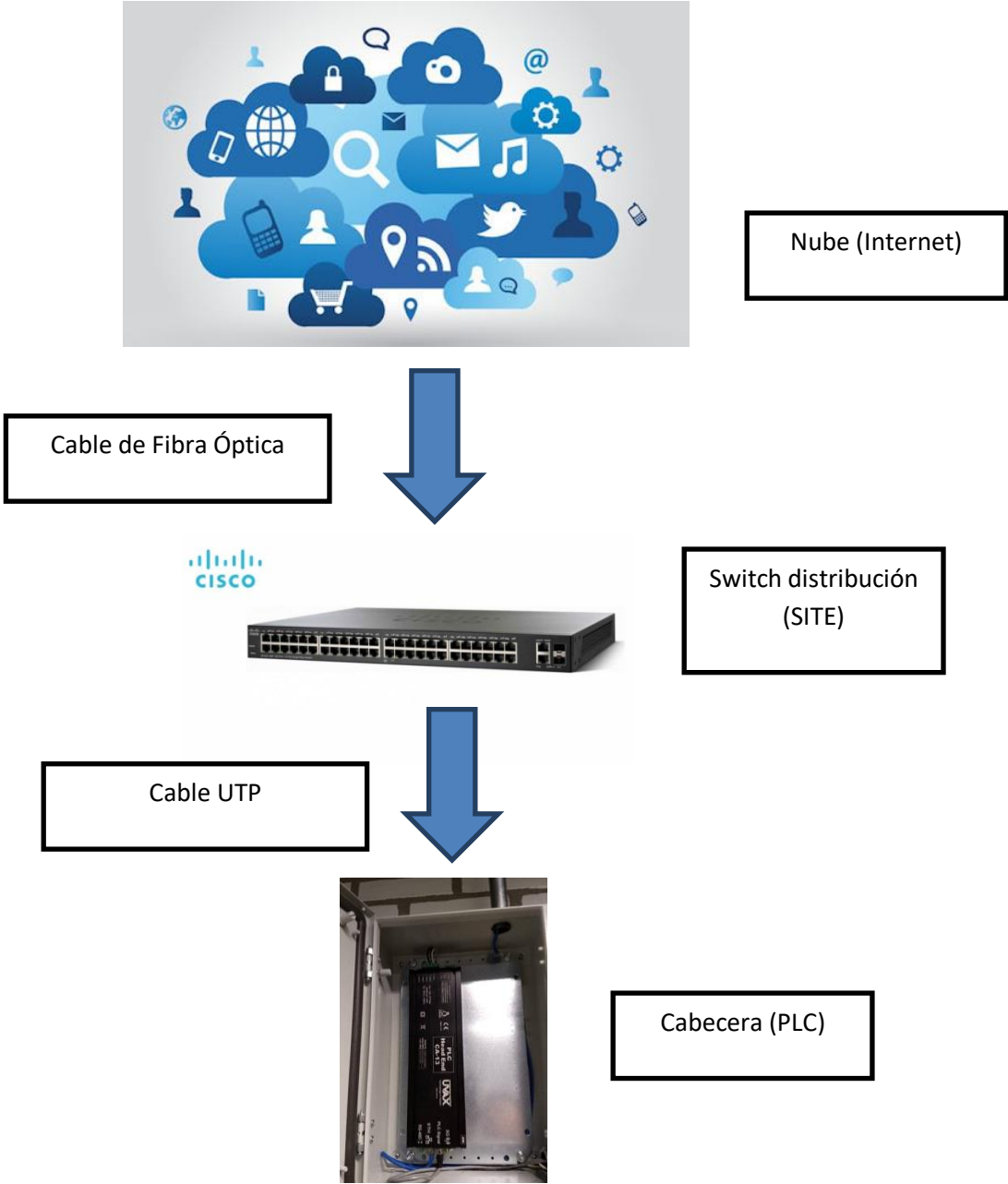
Operación y mantenimiento de las instalaciones

- Ahorro de costos en energía eléctrica.
- Ahorros en costos de mantenimiento.
- Mejora sustancial en la calidad del servicio de alumbrado en áreas comunes, pasillos, estacionamientos, andadores, etc.
- Ahorro de agua en los sistemas de riego.
- Se puede controlar, configurar y supervisar múltiples instalaciones desde cualquier dispositivo, en tiempo real y de forma remota

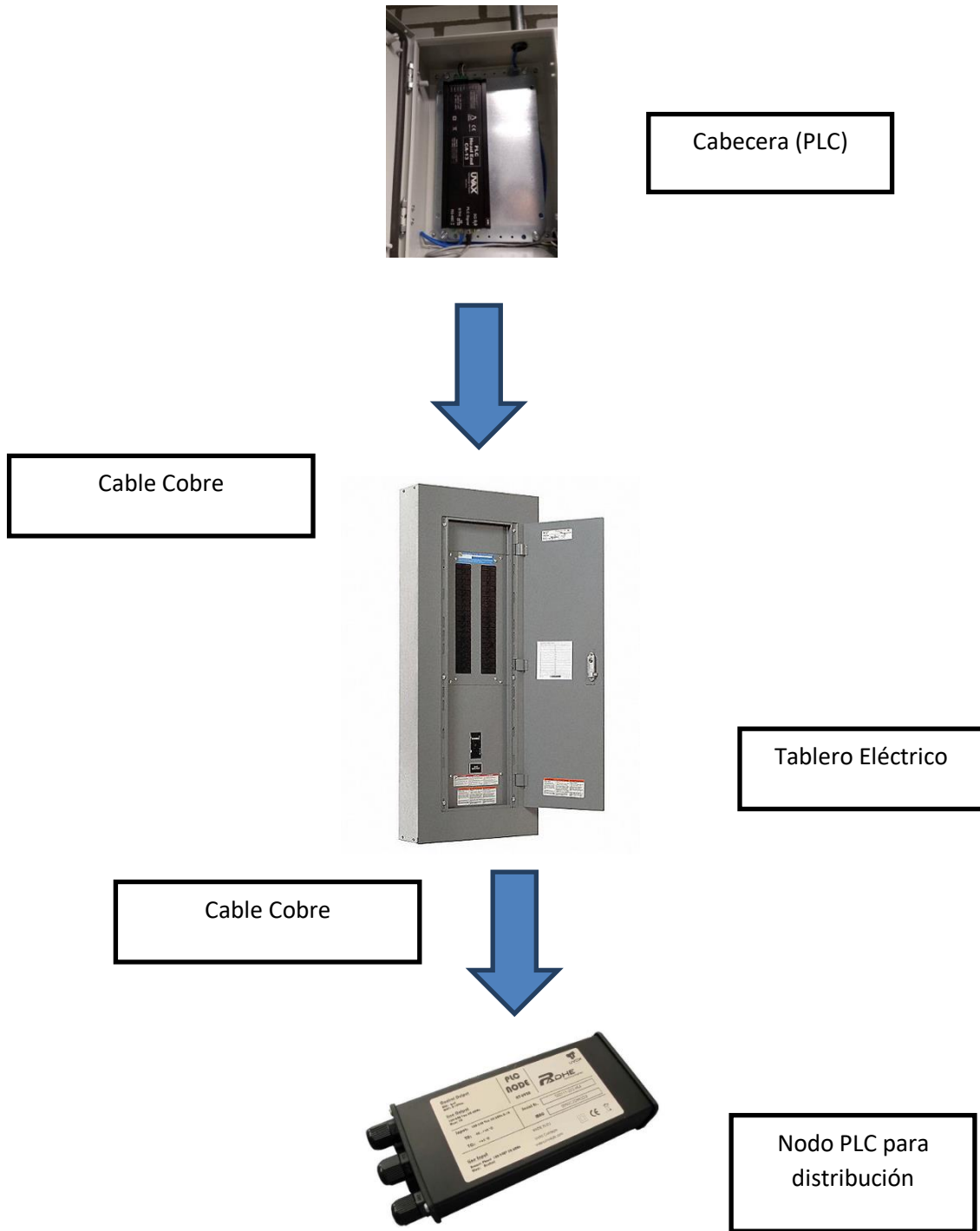
Beneficios en las metodologías de enseñanza-aprendizaje

- Soporte estructurado para la formación del individuo apoyándose de los contenidos electrónicos, uso de internet, para el enriquecimiento del conocimiento.
- Enfoques metodológicos para formar líderes capaces de enfrentar los retos del presente siglo.

A continuación se elaboran diagramas fotográficos para explicar cómo funciona en específico el sistema de PLC, mencionando los componentes que hacen que funcione como transmisión de datos .



Esquema 8. Diagrama de conexión tipo de un sistema PLC



Esquema 9. Diagrama de distribución sistema PLC, por medio de la red eléctrica



Esquema 10. Diferentes Usos de un sistema PLC

Conclusión de Definición y uso del sistema PLC (*Programmable Logic Controller*)

De acuerdo con este capítulo, el sistema de PLC, existe de manera funcional desde la década de los sesentas, hasta la fecha varios sectores de diferentes industrias han optado por utilizar este sistema como medida tecnológica para realizar diferentes tareas, siempre para la mejora continua de las actividades que se desarrollan.

Una de las finalidades de esta tesis es, dar a conocer herramientas tecnológicas que están en el mercado de diferentes industrias, y que como constructores podemos utilizar estos conocimientos para poder planificar proyectos futuros de obra nueva o reacondicionamientos, utilizando controladores para automatizar espacios sociales, urbanos, etc. De este modo, aprovechar los múltiples beneficios a nuestra conveniencia.

CAPÍTULO 4

2 Casos existentes del sistema PLC en instalaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México

En este capítulo se presentará los dos casos de estudio de este trabajo de investigación, por una parte el edificio “Y” de la Facultad de Ingeniería, y por otra parte el caso de los edificios C, D, K y N del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan, ambos con el objetivo de explicar el funcionamiento del sistema de conectividad implementado.

En el primer caso, en el edificio “Y” se instaló un sistema de conectividad híbrido, es decir, por una parte tiene un sistema de conectividad convencional y por otra un sistema de PLC. En el caso del CCH Naucalpan se instaló un sistema de conectividad operado en su totalidad con PLC. Se describirán el desarrollo de los trabajos ejecutados, así como los costos de ambos sistemas, adicionalmente se detallará el proceso de decisión de un sistema u otro.

4.1 Caso del Edificio "Y" de la Facultad de Ingeniería.

a) Antecedentes.

La ampliación del edificio “J”, ahora edificio “Y”, fue construido a principios del año 2017 y terminado en Agosto del 2018, ubicado a un costado de la Biblioteca Enrique Rivero Borrel, y sobre el Circuito exterior.

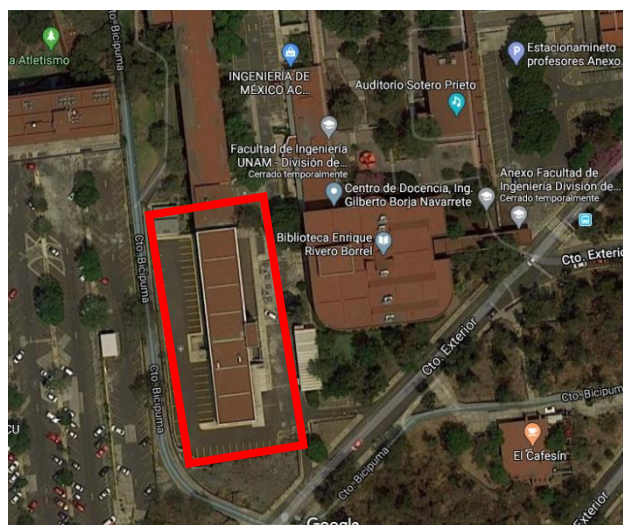


Fig. 9 Localización planta Edificio “Y”, google maps

Surgió de la necesidad de espacios educativos principalmente de aulas, para la División de Ciencias Básicas que forma parte de la Facultad de Ingeniería, el edificio está proyectado y construido desplantado sobre una superficie de 1,000 m², y un volumen de 2,328 m² de construcción, para una ocupación máxima de 853 alumnos, adicionalmente, se proyectó un núcleo de servicios sanitarios, un elevador, un área de sindicato con bodega, estacionamiento para 55 vehículos y cisterna con capacidad de 120, 000 litros que le da servicio al nuevo edificio.

Edificio “Y”

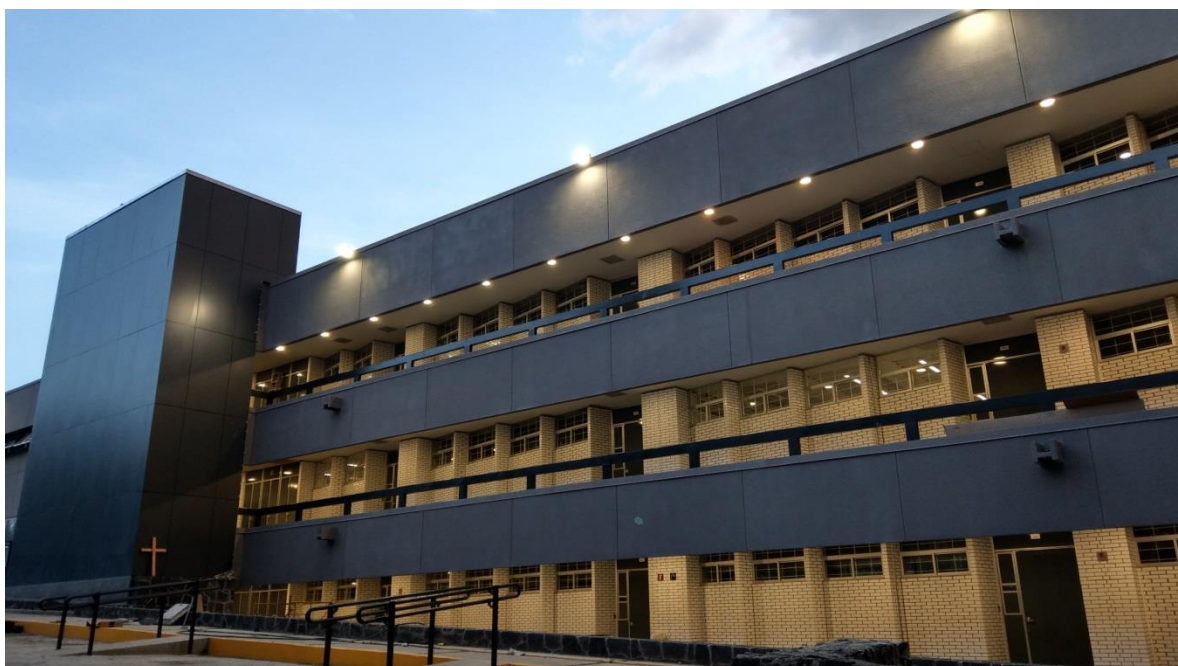


Fig. 10 Fachada principal Edificio Y, archivo DGOC

En la Universidad (UNAM) existen dos maneras de obtener los recursos financieros, la primera, mediante la Secretaría Administrativa; la segunda, algunas dependencias universitarias generan sus propios recursos, que es el caso de Facultad de Ingeniería.

La Facultad de Ingeniería, le solicitó a la Dirección General de Obras y Conservación (DGOC), realizar el desarrollo del proyecto con sus necesidades, la DGOC a través de la Dirección de Proyectos, contrató a un despacho de arquitectura para realizar el desarrollo

del proyecto. El resultado obtenido fue un proyecto que cumplía con las necesidades del usuario pero rebasaba el recurso que se tenía previsto para la ejecución de la obra.

El usuario solicitó a la dependencia ejecutora de la obra, la DGOC, se realizaran los ajustes necesarios para poder obtener con el mínimo de necesidades, las aulas que se requerían así como la zona sindical incluyendo una bodega de almacenamiento. La DGOC, realizó las modificaciones requeridas para posteriormente iniciar con los procedimientos de concursos necesarios para la ejecución de la obra.

La DGOC, adecuo el proyecto original en las especialidades de arquitectura, instalaciones y estructura, con el objetivo de adaptarse al recurso que el usuario (Facultad de Ingeniería) disponía, así mismo se contrató una supervisión externa que le ayudara a coordinar la obra y obtener con el recurso que se tenía la mayor calidad de obra.

En un principio se acordó realizar la obra civil, acabados, instalaciones eléctricas e hidrosanitarias y en una segunda etapa ejecutar el estacionamiento, equipamiento y el equipo de voz y datos.

Durante el desarrollo de la obra, el usuario a través de su Secretaría Administrativa, consiguió el recuso necesario para ejecutar los faltantes mencionados. Fue ahí que a través de diversas reuniones con el usuario y con la intención de maximizar los recursos financieros, la DGOC, le ofreció al usuario una alternativa para la operación del edificio.

A través del personal encargado de los sistemas de voz y datos de la Facultad de Ingeniería, se acordó realizar un proyecto híbrido consistente en:

1. Por una parte, el sistema convencional de internet académico, es decir, la red UNAM consistente en una acometida de fibra óptica que remata en el site del edificio, y en este espacio los equipos (*switches*) que alimentan a las salidas de voz y datos con cableado estructurado UTP categoría 6A.

2. Por otra parte, el sistema de biométricos y control de iluminación, a través del sistema de PLC de banda ancha, donde se podrían controlar las luminarias vía remota y la gestión y apertura de las puertas.

b) Objetivo del uso del sistema.

El objetivo del sistema, en este caso, fue implementar un sistema híbrido que por una parte fuera convencional, es decir, cableado UTP y por otra, fuera operativo vía PLC.




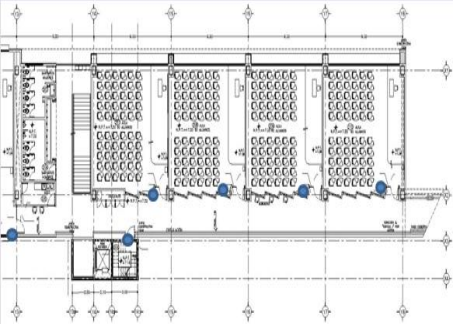
La intención era crear espacios amplios, flexibles, confortables, seguros y con total conectividad preparados para la nueva era de docencia digital.


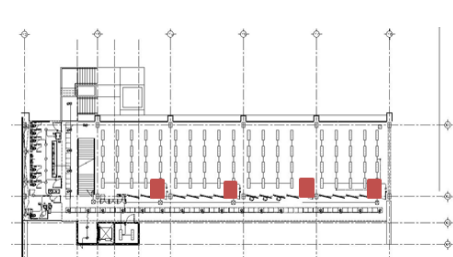

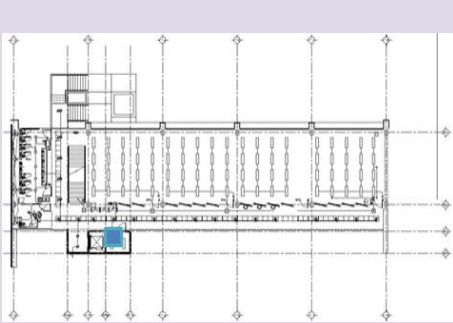
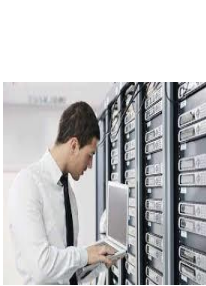
Fig. 10 salones de clases, archivo DGOC

El objetivo se planteó en conjunto con el usuario, derivado de las necesidades del mismo. Uno de los requerimientos del usuario fue que la parte operativa del PLC tuviera un costo menor que el convencional para que fuera conveniente.

c) Costo del sistema.

El costo del sistema de conectividad mediante el PLC fue de \$ 466,533.36 (Cuatrocientos sesenta y seis mil quinientos treinta y tres pesos 36/100 M.N.) que consta de una cabecera instalada en el SITE ubicado en el primer nivel, los cuales alimenta a los nodos que se instalaron en las aulas que se explica en la siguiente tabla:

No	Descripción	Cantidad	Monto	Foto	Croquis
1	<p>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONTROL DE ACCESOS INCLUYE: LECTOR BIOMÉTRICO MODELO F19 (SUSTITUYE AL F7), 3,000 HUELLAS / 5,000 TARJETAS., COMUNICACIÓN: - TCP/IP. HARDWARE: - SENSOR DE HUELLA ÓPTICO ANTI-RAYADURAS. LECTOR DE PROXIMIDAD Y TECLADO. - BOCINA PARA COMANDOS DE VOZ. BASES Y TAPAS CIEGAS PARA MONTAJE DE LECTORES Y BOTONES. CORDÓN DE PARCHEO CAT5E PARA INTEGRACIÓN POR RED. BOTÓN DE SALIDA PARA FIJACIÓN EN PARED. CHAPA MAGNÉTICA 600 LBS/ TEMPORIZADOR / LED INDICADOR. PARA USO EN INTERIOR. FUERZA DE 600 LIBRAS (280 KG). MONTAJE PARA FIJACIÓN DE CHAPA MAGNÉTICA. TARJETA DE DISPAROS POR MEDIO DE RELEVADOR BUZZER CON SEÑAL AUDIBLE. FUENTE DE PODER PARA APLICACIÓN DE CONTROL DE ACCESOS. SUPRESIÓN DE FLUJOS DE VOLTAJE. • INCLUYE AJUSTE PARA EL VOLTAJE EXISTENTE EN EL LUGAR DE INSTALACIÓN (DE 110 A 130 VCA). BATERÍA RECARGABLE PARA ALIMENTACIÓN EN CASO DE CORTE ELÉCTRICO. GABINETE PARA PROTECCIÓN DE EQUIPOS (FUENTE, BATERÍA, TRANSFORMADOR, TARJETA DE DISPAROS. DIMENSIONES: 191 X 222 X83 MM. MISCELÁNEOS PARA LA INSTALACIÓN Y FIJACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN. CABLEADO ELÉCTRICO PARA ENERGIZAR EQUIPOS. SE CONTEMPLA UNA DISTANCIA NO MAYOR A 2 METROS. CABLEADO DE CONTROL PARA INTERCONECTAR LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL DE ACCESO. CANALIZACIONES POR MEDIO DE TUBO CONDUIT O TUBO PLICA. ELECCIÓN EN BASE A LAS CONDICIONES DE LA OBRA DONDE SE REALICEN LOS TRABAJOS. SERVICIO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS. INCLUYE FIJACIÓN DE CANALIZACIONES OCULTAS, CABLEADO Y FIJACIÓN DE EQUIPOS. CONEXIÓN, RESANADO, TAPADO Y PINTADO DE ÁREAS QUE TENGAN QUE SE TRABAJADAS PARA HACER PASAR LAS CANALIZACIONES. LIMPIEZA Y RETIRO DE ESCOMBROS. INSTALACIÓN DE SOFTWARE CENTRAL Y PARAMETRIZACIÓN DE EQUIPOS. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.</p>	14 pzas	\$ 147,891.80		

2	<p>SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE NODOS REF: NT- 8820 PRI: 100 - 277VAC 50/60HZ INPUT: 100 - 277VAC 50/60HZ TA: -40°C A +60°C TC: 65°C POWER: 6W SIZE: 177 X 77 X 34MM WEIGHT: 450G IP: IP65. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA</p>	28 pzas	\$ 139,041.51		
3	<p>CABECERAS. PROCESADOR A 1GHZ MEMORIA RAM 512MB DDR2 MEMORIA SD INDUSTRIAL 8GB AMPLIABLE A 32 GB BATERÍA BACK-UP PARA ENVÍO DE ALERTAS POR FALLOS EN ALIMENTACIÓN FUNCIONALIDADES ADICIONALES: ENVÍO DE ALERTAS POR SMS/E-MAIL WEB SERVER INSTALADO EN CABECERA DETECCIÓN DE FALLO DE ALIMENTACIÓN 8 ENTRADAS Y SALIDAS DE PROPÓSITO GENERAL (GPIOS) CON PROTECCIÓN ELÉCTRICA COMUNICACIONES RS-485/MODBUS QUE PERMITE AÑADIR MÓDULOS EXTENSORES DE ENTRADA/SALIDA DE RELÉS Y MEDIDAS DE POTENCIA BUS I2C ADICIÓN DE SENSORIZACIÓN. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA</p>	1 pza	\$ 51,656.97		
4	<p>PROGRAMACIÓN & IMPLANTACIÓN. INCLUYE: INGENIERO DE PROGRAMACIÓN HASTA 20 HRS. UNA VEZ DEFINIDO LA PROGRAMACIÓN POR EL USUARIO DE ACUERDO A SUS NECESIDADES Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, CONFORME A PROYECTO. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.</p>	1 pza	\$ 127,943.08		

\$466,533.36

Tabla 5. Costos del sistema implementado, archivo DGO

d) Implementación del sistema.

El sistema se implementó a la par de la conexión del sistema de voz y datos convencional. Así mismo la empresa encargada de los trabajos de PLC le brindó a la DGOC, los requerimientos eléctricos para la conexión de los nodos en cada aula.

Cada aula tiene tres nodos, dos que controla el sistema de luminarias y el otro controla el sistema biométrico de apertura de puerta. A su vez todos los nodos se conectan a la cabecera del sistema ubicada en el cuarto eléctrico.

La cabecera a su vez, se conecta mediante un solo espacio al switch de voz y datos en el site. La conexión se realiza para inyectarle datos a la cabecera y esta los transmite a los nodos vía cableado eléctrico.

e) Ventajas del sistema.

El resultado obtenido en el edificio, fue satisfactorio, por una parte el usuario obtuvo lo requerido:

1. Sistema convencional de voz y datos (Red UNAM).
2. Sistema operacional vía PLC.

Con este híbrido se pueden concluir dos cosas, los sistemas de voz y datos convencionales pueden coexistir en un edificio con los sistemas de comunicación vía PLC y por otra los ahorros económicos que se obtienen justifican el uso del sistema PLC.

La mayor ventaja del sistema, no ha sido llevada a su mayor potencial en el edificio Y, una vez que se implementa el sistema con una cabecera, esta a su vez puede controlar hasta 5,000 nodos, es decir el sistema se puede expandir para el control total del edificio, por ejemplo, se podría conectar sensores a las tomas de agua y podríamos conocer el gasto real en cada toma de agua o se podrían instalar medidores de personas en los salones y conocer el aforo de cada clase.

4.2 Caso de los edificios C, D, K y N del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan.

a) Antecedentes

El Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan cuenta con una infraestructura que se inauguró el 12 de abril de 1971, se compone de edificios de aulas, laboratorios, servicios y oficinas administrativas. Los edificios de aulas constan de planta baja y primer nivel, cada uno de los cuales tiene aproximadamente 10 aulas que albergan 40 alumnos en dos turnos.

Los edificios que integran el plantel, no cuentan con los servicios a nivel de infraestructura que actualmente se requieren para los nuevos métodos de enseñanza. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) pueden contribuir al acceso universal a la educación. Actualmente la Universidad trabaja en diferentes programas para la educación a distancia. Por lo que los servicios de acceso a la información se convierten en una necesidad.

En el caso del plantel Naucalpan, la necesidad del usuario consistió en dotar de internet a sus docentes para aplicar métodos de enseñanza con un mayor número de herramientas a sus alumnos. El internet solicitado estaría limitado a la planta docente y la administración de los accesos sería a través de la Dirección General del plantel.

La limitación del usuario para dotar del servicio requerido era el recurso económico que se requería para hacer la conexión de las aulas de diferentes edificios. Por lo que tuvo que explorar diferentes opciones de conectividad dentro de esas fue el sistema PLC.

Se examinó la opción del PLC, porque de acuerdo a las necesidades del usuario se podría lograr una conexión con una velocidad razonable a un costo económico sensiblemente menor que con una conexión convencional (fibra óptica + cable UTP). Adicionalmente el sistema de PLC podría evolucionar hacia la automatización de ciertos elementos de la infraestructura actual como por ejemplo sistema de riego, medición de aforo de alumnos, medición y automatización de iluminación, y en si cualquier tecnología que se vaya a desarrollar con un protocolo IP (*Internet Protocol*).

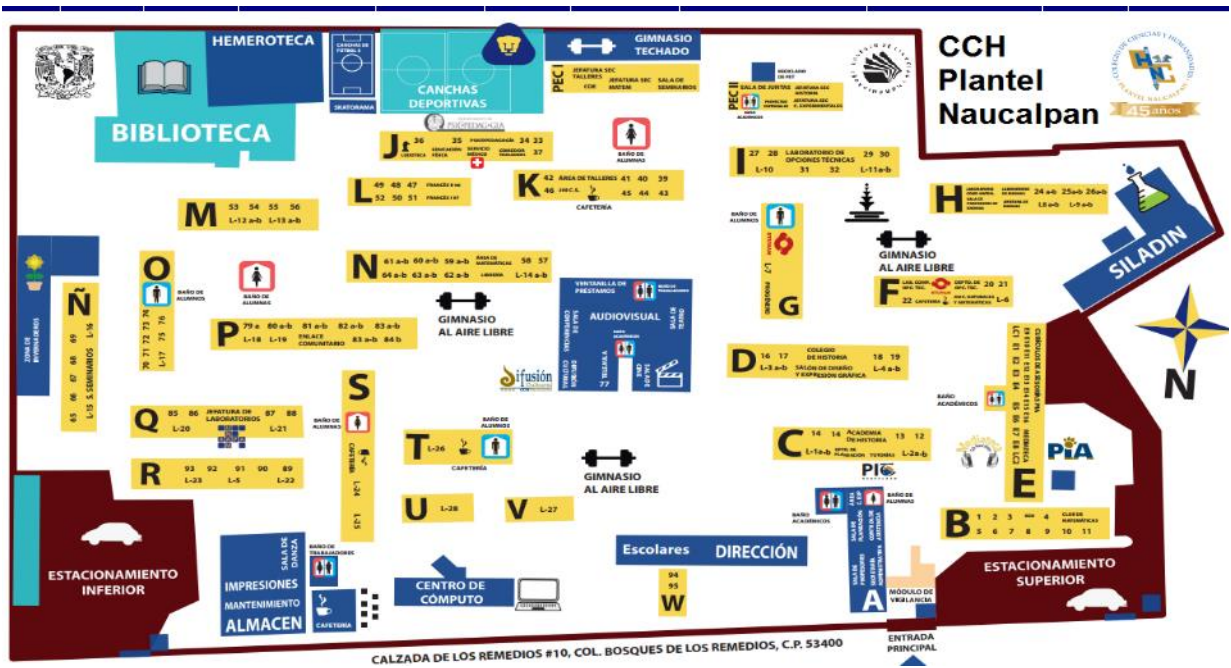


Fig. 11 Planta física CCH Plantel Naucalpan ,www.unam.mx



Fig. 12 Edificio de aula tipo de los Colegios de Ciencias y Humanidades, www.unam.mx

b) Objetivo del uso del sistema.

El sistema en este caso se utilizó para dotar de internet a 4 edificios (C, D, K y N) con 10 aulas cada uno. Dentro de las limitaciones del sistema PLC como ya se explicó previamente, es la velocidad que puede entregar como destino final a un punto de acceso (AP).

La limitación de velocidad fue estudiada con el usuario y derivado del uso que se planteó (internet solamente para el docente) se ofreció una velocidad de destino final de 10 MBPS. En contexto es lo que generalmente ofrecen los diferentes proveedores de internet como plan intermedio residencial.

Con la velocidad propuesta el usuario podría conectar al docente a una velocidad razonable, además de dispositivos como Smart tv para exponer diferentes temas dentro de un aula o poder exhibir videos en línea.

Adicionalmente el usuario, al contar con los elementos de una conexión de PLC (cabecera y nodo), podrá colgar al sistema cualquier tecnología con un protocolo IP, lo cual le permitirá que aunque tenga una infraestructura que no fue diseñada para la tecnología de la información, de alguna manera la pueda adaptar a las necesidades actuales.

c) Costo del sistema.

La contratación y administración del contrato del sistema se realizó a través de la Dirección General de Obras y Conservación. Se realizó un contrato bajo la modalidad de adjudicación directa con tres cotizaciones.

La empresa encargada de ejecutar los trabajos fue UVAX TECHNOLOGIES IN ACTION MEXICO, S.A.P.I. DE C.V. El alcance de los trabajos consistió en realizar la conexión de 40 aulas mediante el sistema de PLC.

El sistema consiste en 3 puntos esenciales:

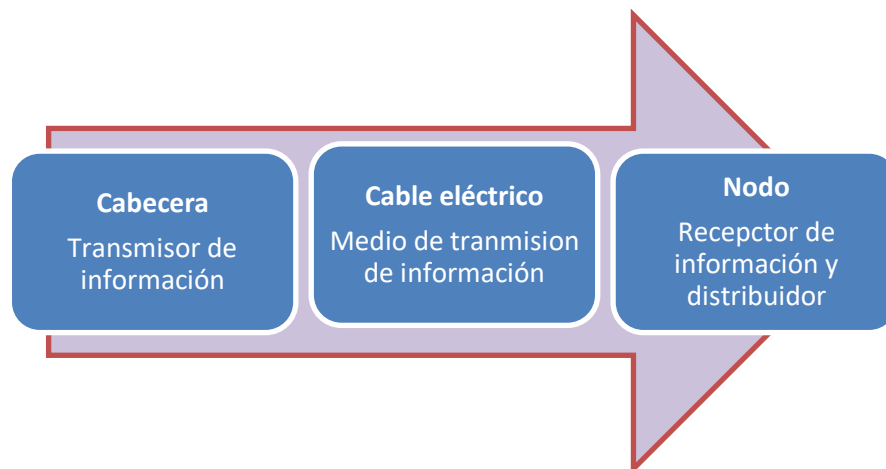
- a) Cabecera: la cabecera es un dispositivo que permite transmitir y recibir datos por la red eléctrica de baja tensión utilizando tecnología de modulación multiportadora

OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), esta se comunica con los nodos con un ancho de banda de 10 MHz y su programación permite la gestión de MACS (Medium Access Control) multipunto con capacidades de auto repetición, de manera que cada nodo puede extender la red. Se incorpora comunicación Ethernet 10/1000 MBPS a través de un conector RJ45.

b) Cable eléctrico: medio de transmisión de la frecuencia entre la cabecera y el nodo.


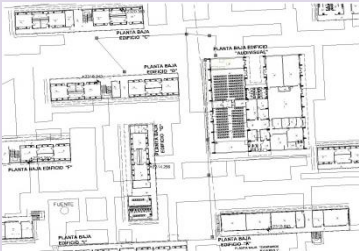

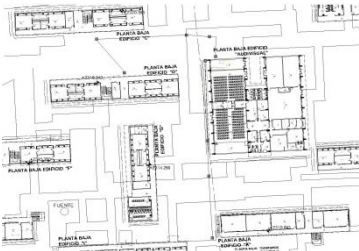

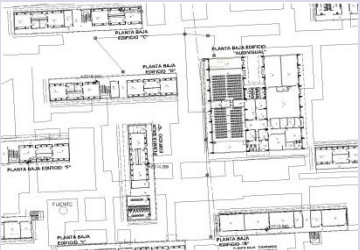
c) Nodo: receptor de datos a través de la red eléctrica de baja tensión, los nodos utilizan un protocolo de selección de trayectoria óptima.


Derivado que el objetivo de este trabajo de investigación no es desde el punto de vista técnico pensemos en los elementos descritos de la siguiente manera:



Esquema 11. Diagrama tipo del sistema PLC

En el caso particular del CCH plantel Naucalpan, se requirieron otros elementos adicionales al sistema, se realizaron canalizaciones mediante tubería conduit pared gruesa para colocar nuevo cable eléctrico, ya que el cable existente podría realizar interferencia por contar con menos conectores de los requeridos. Adicionalmente se colocaron filtros especiales para que la transmisión desde la cabecera hasta el nodo fuera lo más nítida posible para una mejor transmisión de datos.

No	Descripción	Cantidad	Monto	Foto	Croquis
1	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PUNTO DE ACCESO A RED ACCESS POINT MARCA Open-Mesh A60-NA 1.75Gbps 802.11a/b/g/n/ac High Speed AP - No PS. INCLUYE: MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	35 pzas	\$ 313,451.95		
2	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE NODOS REF: NT- 8820 PRI: 100 - 277VAC 50/60HZ INPUT: 100 - 277VAC 50/60HZ TA: -40°C A +60°C TC: 65°C POWER: 6W SIZE: 177 X 77 X 34MM WEIGHT: 450G IP: IP65. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA	35 pzas	\$ 170,100.00		
3	CABECERAS. PROCESADOR A 1GHZ MEMORIA RAM 512MB DDR2 MEMORIA SD INDUSTRIAL 8GB AMPLIABLE A 32 GB BATERÍA BACK-UP PARA ENVÍO DE ALERTAS POR FALLOS EN ALIMENTACIÓN FUNCIONALIDADES ADICIONALES: ENVÍO DE ALERTAS POR SMS/E-MAIL WEB SERVER INSTALADO EN CABECERA DETECCIÓN DE FALLO DE ALIMENTACIÓN 8 ENTRADAS Y SALIDAS DE PROPÓSITO GENERAL (GPIO) CON PROTECCIÓN ELÉCTRICA COMUNICACIONES RS-485/MODBUS QUE PERMITE AÑADIR MÓDULOS EXTENSORES DE ENTRADA/SALIDA DE RELÉS Y MEDIDAS DE POTENCIA BUS I2C ADICIÓN DE SENSORIZACIÓN. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA	4 pza	\$ 206,624.25		

4	PROGRAMACIÓN & IMPLANTACIÓN. INCLUYE: INGENIERO DE PROGRAMACIÓN HASTA 20 HRS. UNA VEZ DEFINIDO LA PROGRAMACIÓN POR EL USUARIO DE ACUERDO A SUS NECESIDADES Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, CONFORME A PROYECTO. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	1 pza	\$ 148,146.68		
---	--	-------	---------------	---	--

\$838,322.88

Tabla 6. Costos del sistema implementado, archivo DGOC

d) Implementación del sistema.

Se realizaron los siguientes trabajos para la conexión:

1. La cabecera se debe de ubicar en el sistema donde se alimentan los cables eléctricos, generalmente dicho sistema se ubica en la subestación eléctrica, desde esta se deriva hacia los tableros derivados de conexión y desde ahí al aula. Es conveniente colocar la cabecera en este punto porque todo el cableado eléctrico llega y sale desde ahí.
2. De la cabecera se requiere un punto de red (nodo) para alimentar la misma y pueda transmitir información, con un solo nodo de red se pueden alimentar varios nodos (hasta 500), con la limitante de la velocidad, ya que cada nodo divide esta. La cabecera que se instaló tiene una entrega máxima de información de 100 MBPS, es decir esta se divide entre el número de nodos que se le conecten. Recordando que la velocidad que se entregó al usuario para cada aula fue de 10 MBPS, por cada 10 aulas se conectó una cabecera.
3. **Conclusiones de 2 Casos existentes del sistema PLC en instalaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México**

Con la construcción del edificio “Y” de la Facultad de Ingeniería se pudo implementar un sistema híbrido por medio de PLC de banda ancha combinado con un sistema convencional de fibra óptica. En donde las luminarias y biométricos de acceso a salones están conectados por controladores remotos, y el internet académico conectado de manera convencional a través del programa PC PUMA.

Una de las ventajas de implementar este sistema en el edificio “Y” de la Facultad de Ingeniería, es que ya está instalado el sistema de PLC y que en un futuro se podrían adaptar otros accesorios mediante distintos nodos para otras funcionalidades que puedan sumar a un sistema inteligente.

Para el caso del Plantel CCH Naucalpan podemos concluir que el sistema del PLC tiene como limitación la velocidad de transmisión de datos ya que solo es para uso exclusivo de los docentes.

Al igual que el caso anterior del edificio “Y” en la Facultad de Ingeniería, los cuatro edificios del CCH Naucalpan que se adaptaron a este sistema de PLC, está listo para recibir en un futuro, adaptaciones tecnológicas que automaticen las instalaciones existentes.

CAPÍTULO 5.

Ventajas de la posible implementación generalizada en las instalaciones existentes en Ciudad Universitaria.

En este capítulo se hará un análisis mediante un cuadro de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) con el objetivo de identificar ventajas y desventajas de implementar sistemas tecnológicos que nos ayuden a modernizar infraestructuras existentes, para beneficio de una sociedad en específico. También se expondrá un diagrama informativo de los costos de los componentes que conforman un sistema de PLC. Además se mencionaran los resultados obtenidos, tanto del edificio “Y” de la Facultad de Ingeniería, como en el CCH de Naucalpan. Por último se analizará de manera muy generalizada el consumo anual de la energía eléctrica y el costo que representa actualmente en nuestras instalaciones universitarias.

5.1 Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) de la implementación del Sistema PLC para mejorar la Conectividad en Ciudad Universitaria.

El sistema de Conectividad mediante la tecnología de PLC, como todos los sistemas tienen sus ventajas y desventajas, es por eso que se analizará mediante la herramienta de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, aquellas características tanto positivas como negativas que hacen que el sistema sea una opción alterna o en conjunto con, de la operatividad para las Instalaciones de Ciudad Universitaria a través de sus mantenimientos y conservación de los inmuebles que se encuentran en Ciudad Universitaria, así como la facilidad de obtener conectividad dentro de un salón de clases para la comodidad del docente y que esto forme parte de sus herramientas del trabajo para complementar sus clases habituales con elementos didácticos tecnológicos.

En la siguiente tabla se mostrarán las Fortalezas que implementa un sistema de PLC, las Oportunidades como un área de mejora continua tanto en nuestros mantenimientos como las facilidades tecnológicas al docente, las Debilidades que presenta propio sistema de PLC y por último las amenazas a las que nos enfrentemos como sociedad ante las nuevas tecnologías.

Análisis FODA del sistema de PLC

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Es un sistema económico	Se puede implementar en la mayoría de las Instalaciones Universitarias.
Se adapta a la operatividad y mantenimiento de los edificios existentes	Necesidad de automatizar espacios para tener mayor control
Configuraciones sencillas	Cobertura a bajo costo
Resultados Sustentables	Capacitación de personal
Acceso a WiFi mediante las luminarias	Sistematización de las cosas
Resultados Sustentables	Aspirar a ser una “Ciudad Inteligente”
DEBILIDADES	AMENAZAS
Menos velocidad que el sistema convencional	Todavía no existen leyes que regulen su uso
Es una tecnología que evoluciona constantemente	El sistema convencional tiene una mejor velocidad
Existen pocos expertos en el tema	Los usuarios son poco receptivos
Existen pocos técnicos que trabajen esta tecnología al 100%	A largo plazo puede haber tecnologías que superan las características del sistema
Se conoce poco de sus aplicaciones y los alcances para edificios existentes	Evoluciones tecnológicas

Tabla 7. Análisis FODA del sistema PLC

Como se puede apreciar es un sistema tecnológico que nos ayudará a automatizar instalaciones en los inmuebles de Ciudad Universitaria, y con este análisis podemos concluir que obtendremos más beneficios para la utilidad de la Universidad y que podemos aspirar poco a poco a convertir nuestra universidad en una Ciudad Inteligente, y sea de las primeras comunidades en el país que cumplan con los requisitos de una Ciudad Sustentable, ofreciendo un buen ejemplo ante la sociedad del país.

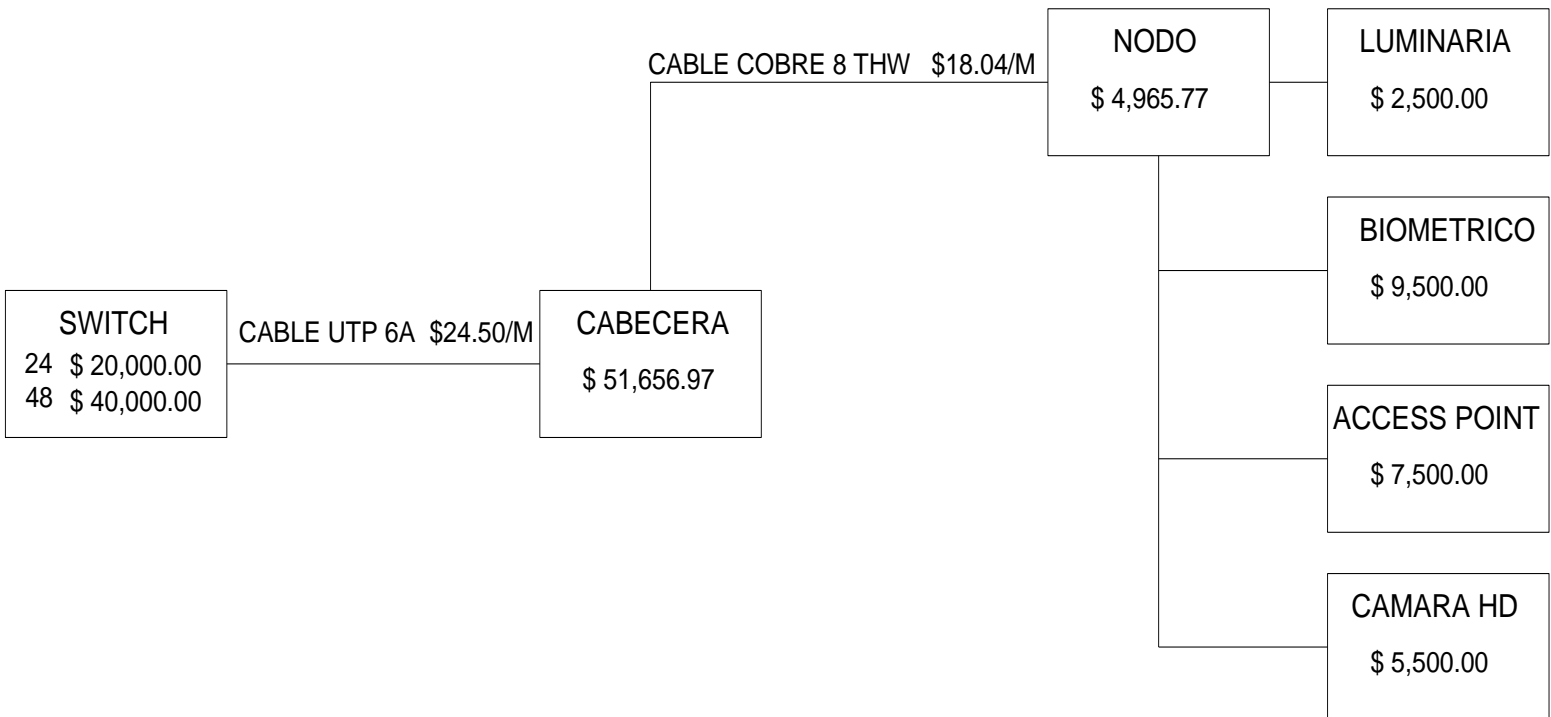
5.2 Costos estimados de la implementación del Sistema PLC

Cada caso de implementación del sistema es diferente, dependiendo del uso del mismo. Aunque los elementos básicos del sistema es la cabecera y el nodo. Los precios del año 2019 para esos elementos son:

Concepto	Precio
CABECERA. PROCESADOR A 1GHZ MEMORIA RAM 512MB DDR2 MEMORIA SD INDUSTRIAL 8GB AMPLIABLE A 32 GB BATERÍA BACK-UP PARA ENVÍO DE ALERTAS POR FALLOS EN ALIMENTACIÓN FUNCIONALIDADES ADICIONALES: ENVÍO DE ALERTAS POR SMS/E-MAIL WEB SERVER INSTALADO EN CABECERA DETECCIÓN DE FALLO DE ALIMENTACIÓN 8 ENTRADAS Y SALIDAS DE PROPÓSITO GENERAL (GPIOS) CON PROTECCIÓN ELÉCTRICA COMUNICACIONES RS-485/MODBUS QUE PERMITE AÑADIR MÓDULOS EXTENSORES DE ENTRADA/SALIDA DE RELÉS Y MEDIDAS DE POTENCIA BUS I2C ADICIÓN DE SENSORIZACIÓN. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	\$ 51,656.97
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE NODOS REF: NT- 8820 PRI: 100 - 277VAC 50/60HZ INPUT: 100 - 277VAC 50/60HZ TA: -40°C A +60°C TC: 65°C POWER: 6W SIZE: 177 X 77 X 34MM WEIGHT: 450G IP: IP65. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	\$ 4,965.77

Tabla 8. Costos del sistema principal del PLC

Adicionalmente a estos elementos habrá que considerar el costo de los dispositivos que se pretenden controlar o distribuir información.



Esquema 12. Costos estimados del sistema PLC

En el diagrama anterior podemos observar los componentes que pueden estar conectados al sistema PLC, el costo dependerá de las distancias que se deban cubrir con el cable de cobre y con el cable UTP, así mismo, con los dispositivos que se pretendan conectar.

Los costos anteriores también dependerán de los modelos y marcas de los dispositivos desde el switch hasta el dispositivo final. Sin embargo como ya se había mencionado los componentes básicos del sistema son cabecera y nodo de distribución de información.

Existen algunos casos donde el cableado eléctrico ya es existente y por lo tanto ese costo no deberá ser tomado en cuenta en el proyecto.

5.3 Estimación de resultados

Es importante recalcar los resultados obtenidos en los dos casos prácticos de estudio, ya que la finalidad de esta tesis es reconocer y exponer que existen diferentes opciones de implementar una conectividad por medio de nuevas tecnologías como lo es el sistema de PLC, en conjunto o separado con el sistema convencional de fibra óptica. En ambos casos de estudio las necesidades de los usuarios fueron diferentes por lo que se implementaron de diferentes maneras, dependiendo el uso que se solicitó a través de la dependencia usuaria.

1. En el caso del Edificio “ Y”, se obtuvo un sistema que se complementa el uno con el otro, es decir, por una parte con el sistema PLC se controlan las luminarias vía remota al igual que se conectaron a este sistema el acceso a los salones de clases por medio de biométricos. Y por otro lado la red de internet para uso de los maestros y alumnos conectado mediante fibra óptica. Aquí lo interesante es que con el sistema de PLC en un futuro no muy lejano se podría incrementar el número de dispositivos que puedan sumarse a esta tecnología, por ejemplo, conectar sensores de medición de agua y/o luz o un contador de aforo de personas para tener el control de cuanta gente entra y sale de los salones.

2. En el caso del CCH Naucalpan, el usuario obtuvo las necesidades que inicialmente se plantaron, obtener un punto de acceso a internet conectado a través de un sistema PLC, con lo cual pudieron cubrir mucha área con poco recurso.

El implementar estas tecnologías además de ser un gran apoyo para mejorar nuestra operatividad, mantenimiento y facilidades de conectividad para un salón de clases, también es un gran paso para empezar a tener ahorros significativos de recursos, como la energía eléctrica entre otras.

Para poner un ejemplo del gasto energético de luz que se consume en Ciudad Universitaria y otras dependencias, se puede decir que, en la UNAM el servicio de luz está centralizado y el gasto es cubierto por la administradora central, es decir, por la Secretaría Administrativa a través de la Dirección General de Obras y Conservación, quien es la encargada directa de tener un control de los consumos y hacer los pagos correspondientes a la Comisión Federal de Electricidad.

Con lo anterior analizaremos en las siguientes tablas, los consumos en KWH divididos en Ciudad Universitaria y otras dependencias así como sus totales, representando los costos anuales de los años 2013 hasta el año 2019

En el caso de la energía eléctrica tenemos los siguientes datos:

AÑO	CONSUMO TOTAL KWH	CONSUMO CU KWH	CONSUMO OTRAS DEPENDENCIAS KWH
2013	129,519,269.00	71,612,618.00	57,906,651.00
2014	132,543,453.00	81,835,299.00	50,708,154.00
2015	136,968,920.00	83,033,196.00	53,935,724.00
2016	132,189,205.00	85,434,435.00	46,754,770.00

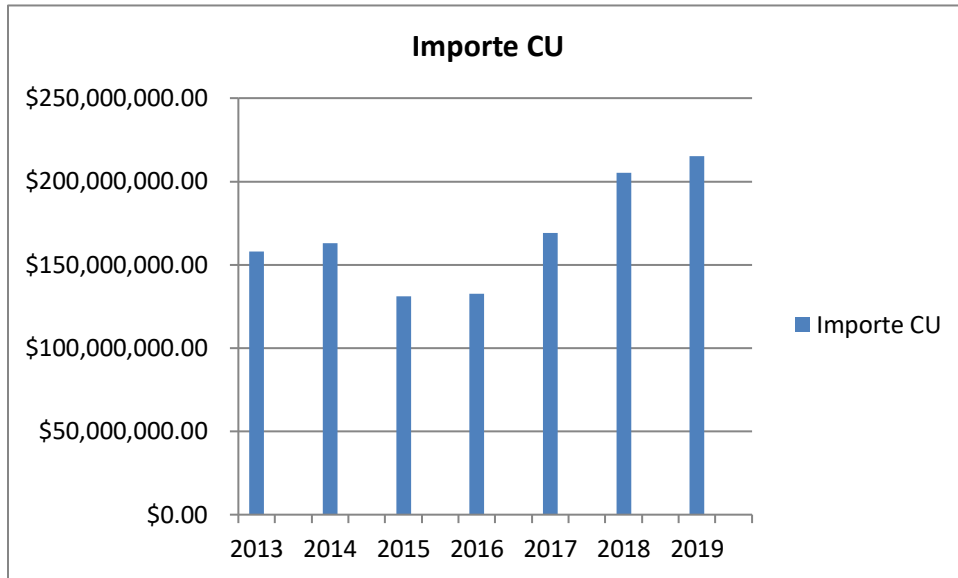
2017	137,772,002.00	86,105,131.00	51,666,871.00
2018	134,890,476.00	83,279,029.00	51,611,447.00
2019	136,871,936.00	81,373,687.00	55,498,249.00

Tabla 9. Consumos en KWH por año, Archivo DGOC

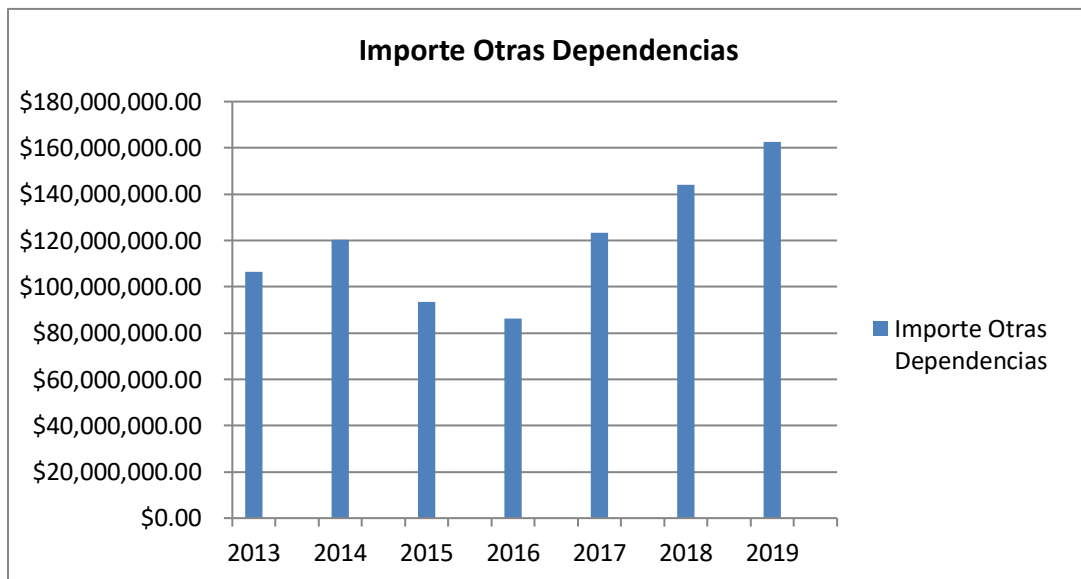
AÑO	IMPORTE TOTAL	IMPORTE CU	IMPORTE OTRAS DEPENDENCIAS
2013	\$ 264,184,755.00	\$ 157,749,751.21	\$ 106,435,003.79
2014	\$ 283,323,898.00	\$ 163,058,341.40	\$ 120,265,556.60
2015	\$ 224,543,576.00	\$ 131,155,955.32	\$ 93,387,620.68
2016	\$ 218,827,828.00	\$ 132,582,072.90	\$ 86,245,755.10
2017	\$ 292,368,168.00	\$ 169,073,881.51	\$ 123,294,286.49
2018	\$ 349,238,779.00	\$ 205,135,848.50	\$ 144,102,930.50
2019	\$ 377,526,658.00	\$ 215,039,747.75	\$ 162,486,910.25

Tabla 10. Importes totales pagados por año, Archivo DGOC

Graficando posteriormente los consumos y costos para determinar la tendencia que se maneja en los consumos de la universidad.



Grafica 5. Importe pagado energía eléctrica en Ciudad Universitaria



Grafica 6. Importe pagado energía eléctrica en Ciudad Universitaria

Como podemos ver en las gráficas anteriores, el monto de energía eléctrica pagada en el campus central y en otras dependencias para el año 2019 fue un importe total de \$377,526,658.00.

La conectividad propuesta nos podría ayudar a reducir significativamente los consumos de energía con técnicas ya probadas en el mundo, por ejemplo si tuviéramos el control de todas las luminarias, estas se podrían dimear de manera automática en diferentes horarios, lo cual nos generaría un ahorro de recursos.

Conclusiones de Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) de la implementación del Sistema PLC para mejorar la Conectividad en Ciudad Universitaria.

Como podemos concluir mediante un análisis FODA, que estas tecnologías de sistemas de PLC, tienen aportaciones positivas que nos convence de que es un buen sistema con el que podemos modernizar nuestras instalaciones universitarias. Al mismo tiempo nos podemos dar cuenta que tiene ciertas desventajas que hacen que el sistema sea poco atractivo para algunos usos en sus aplicaciones.

Sin embargo es un sistema que presume de bajos costos de instalación comparado con un sistema convencional (fibra óptica), ya que en la mayoría de los casos se tomará la instalación eléctrica existente como medio de transmisión de datos y esto dependerá de los dispositivos que se conectaran y el uso final que se le dará. Finalmente podemos también determinar que los costos como la energía eléctrica que se consume actualmente en ciudad universitaria, podrían ser menores utilizando sistemas inteligentes que nos permitan regularla y hacer un uso sustentable. Así como la energía eléctrica se podrían aplicar ahorros en los consumos del agua o un mejor control de los recursos materiales.

CONCLUSIONES

El objetivo del trabajo de investigación fue analizar las diferentes herramientas tecnológicas con las que cuenta la Universidad Nacional Autónoma de México, así como opciones para implementar tecnología que en un futuro pueda convertir al campus universitario en un Smart campus.

Se propuso soluciones alternas a las tecnologías convencionales de conectividad para la modernización de la infraestructura existente, tanto para la operación de los inmuebles como para la transmisión de datos, mediante la utilización de nuevas herramientas tecnológicas que se han utilizado sobre todo en el sector industrial para mejorar los procesos y eficientar los recursos al máximo y que adaptamos a la infraestructura física de los edificios, mejorando y aprovechando las ventajas que nos aportan la implementación de estas tecnologías, tanto en la operación como en el mantenimiento de los inmuebles.

Uno de los objetivos principales de la Universidad es formar personas como profesionistas útiles para la sociedad y es importante que cuente con un sistema eficiente y accesible de conectividad para la comunidad universitaria. Por lo que fue necesario documentar y analizar las condiciones en las que opera actualmente la mayoría de los inmuebles universitarios en temas de conectividad. Una vez analizado, se propuso un sistema alternativo que consiste en controladores lógicos programables (PLC) que cumplan con las necesidades que demanda las entidades académicas, aplicándolos como transmisor de datos y/o como controlador de dispositivos.

Derivado de lo anterior se presentan dos casos prácticos para utilizarlos como referencias dentro de la comunidad universitaria.

El primer caso, nace de la necesidad que se presentó en el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan, de reacondicionar las instalaciones que actualmente operan. Uno de los objetivos principales en el plantel fue dotar de internet a los salones para adaptarse a los nuevos modelos educativos, así como nuevas técnicas de enseñanza.

El segundo caso está enfocado, en la ampliación del edificio J de la Facultad de Ingeniería, ubicado en el campus central Ciudad Universitaria, en donde se estudió el proyecto, la posibilidad de implementar una tecnología que fuera más eficiente y económica que un sistema convencional para la operatividad de las nuevas instalaciones.

Los casos de estudio presentados, tuvieron los siguientes resultados:

a) El Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan

El usuario obtuvo acceso a internet a través del sistema PLC en las aulas, utilizando cable eléctrico de cobre como transmisor, lo que disminuyó el costo del proyecto cuyas distancias eran muy extensas y con un sistema convencional de fibra óptica hubiese costado de un 30% a un 40% más. Aun así, la potencia y velocidad siempre será mejor con la fibra óptica al momento de transmitir datos, pero como caso práctico, es un gran ejemplo de que se pueden optimizar recursos con sistemas como el PLC.

b) La Facultad de Ingeniería

En este caso práctico podemos concluir que aunque las dependencias universitarias tienen una forma tradicional de operar los edificios, la opción de operarla mediante el sistema de PLC podría ser una alternativa.

La facultad de ingeniería podría ser un ejemplo, para futuros edificios nuevos o para edificios con infraestructura existente con instalaciones obsoletas para las nuevas necesidades que demanda las tecnologías relacionadas con la conectividad. Implementar este tipo de sistemas en los edificios universitarios aportaría ventajas que optimizarían los recursos de los cuales somos responsables de cuidar y salvaguardar.

Por lo que podemos concluir de los casos de estudio, que de acuerdo a las necesidades de cada dependencia universitaria, estos sistemas lógicos programables pueden ser de gran ayuda para complementar la conectividad existente.

Es importante mencionar que los sistemas lógicos programables no sustituyen la red convencional de fibra óptica, es como poner a competir a un “vocho” contra un Ferrari, ambos sirven para llegar del punto a al b, sin embargo, el Ferrari llega mucho más rápido. Ambas tecnologías (PLC / fibra óptica) distribuyen datos, si las necesidades de una dependencia no son la velocidad, la tecnología con controlador programable puede ser de gran utilidad para resolver sus problemas de conectividad.

Por último, podemos concluir también:

1.- Que los sistemas lógicos programables tienen aplicaciones que se podrían utilizar en el mantenimiento y operación de Ciudad Universitaria como los son:

- Control de Iluminación (como el instalado en el edificio “j”)
- Control del alumbrado exterior
- Control de sistemas de riego
- Climatización a edificios de aulas, laboratorios, cubículos, oficinas etc.
- Control de acceso (biométricos instalados en el edificio “j”)
- Control de Circuito Cerrado de Televisión
- Conteo de personas mediante sensores y cámaras analíticas
- Internet en las aulas
- Control de sistema contra incendios

2.- Uno de los grandes retos es aumentar el ahorro energético en las nuevas construcciones y edificaciones existentes e implementando sistemas de PLC nos ayuda a optimizar y controlar estos recursos.

3.- Una de las desventajas del sistema de PLC es que existen muy pocos técnicos cualificados para la operación y el buen funcionamiento de los inmuebles. Para este punto se tendría que invertir económicamente en capacitaciones para que el personal encargado de manejar estos sistemas este calificado, certificado y actualizado constantemente.

4.- Que esta investigación, queda como antecedente para que en un futuro se pueda realizar un trabajo practico, en donde se propone un programa al cual se destinen recursos para realizar un proyecto en el cual se ordenen las redes universitarias de conectividad y se cataloguen dependiendo del uso que le sea más conveniente.

- Tenemos la RIU, que se podría quedar como una opción de conectividad en espacios abierto.
- Pc PUMA, como complemento de la RIU, es un programa que está vigente y podríamos direccionarlo a que nada más existan en las aulas, cafeterías, laboratorios, bibliotecas.
- Y por último el sistema de PLC, podemos incluirlo para la funcionalidad de aquellos dispositivos operativos para facilitar la operación y mantenimiento del campus universitario.

Bibliografía

***Smart Cities: un primer paso hacia la internet de las cosas**

Fundacion Telefónica, 2011

Gran Via, 28

28013 Madrid (España)

Editorial Ariel, S.A., 2011

Ave. Diagonal, 662-664

08034 Barcelona España

***Smart Cities: una visión para el ciudadano**

Marieta del Rivero

Prólogo de José María Álvarez-Pallete

Editorial LID

*Especificaciones Generales de Construcción. Secretaría Administrativa. Dirección General de Obras y Conservación.

*Obras 2008-2015 Acciones de Obra y Conservación Universidad Nacional Autónoma del México

Fuentes electrónicas:

- Wikipedia
- Portal de estadística Universitaria
http://www.estadistica.unam.mx/series_inst/index.php
- Tendencias tecnológicas en TICs para infraestructuras
<https://urjconline.atavist.com/tendencias-tecnologicas-en-tics-para-infraestructuras>
- Ingeniería en sistemas industriales
http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf
- Evolución del PLC

- <https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-del-plc>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)
<https://www.inegi.org.mx/>
- ¿Qué es y cómo funciona la tecnología Li-Fi?
<https://www.sostenibilidad.com/vida-sostenible/que-es-y-como-funciona-la-tecnologia-li-fi/>
- National Geographic España - Qué es el 5G y como nos cambiara la vida
https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-es-5g-y-como-nos-cambiara-vida_14449
- Tendencias de Conectividad Digital
<https://cc.org.mx/tendencias-de-la-conectividad-digital/>
- ¿Qué es la inteligencia artificial?
<https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-inteligencia-artificial>
- Cinco pasos previos para la migración a la nube
https://retina.elpais.com/retina/2017/10/09/tendencias/1507548870_305215.html
- La era de las cosas inteligentes
<https://planetachatbot.com/la-era-de-las-cosas-inteligentes-2569a7262598>
- Subsecretaria de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico
<https://www.gob.mx/sct/acciones-y-programas/subsecretaria-de-comunicaciones>
- Nuestro espectro electromagnético
<https://rincondelatecnologia.com/nuestro-espectro-electromagnetico/>
- La conectividad urbana en América Latina: Una mirada a Lima
<https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/55823/IDL-55823.pdf>
- PC Puma Acatlán
<https://www.acatlan.unam.mx/pcpuma/pc-puma.html>
- De la insularidad a la conectividad: las tendencias en la investigación científica y humanística
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2014000200001
- Tendencias Tecnológicas 2019
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/co/Documents/technology/4.%20Conectividad%20del%20ma%C3%B1ana.pdf>

- Universidad Nacional Autónoma de México
<https://www.unam.mx/acerca-de-la-unam>
- Dirección General de Computo y de Tecnologías de la Información y Comunicación
<http://www.riu.unam.mx/index.html>
Boletín UNAM-DGCS-827 Ciudad Universitaria
https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2019_827.html
- 10 consideraciones en la construcción de Edificios Inteligentes con Internet de las Cosas (IoT)
<https://www.iotworldonline.es/10-consideraciones-en-la-construccion-de-edificios-inteligentes-con-internet-de-las-cosas-iot/>
- ¿Que son las Smart cities o ciudades inteligentes?
<https://www.panelesach.com/blog/smart-cities-o-ciudades-inteligentes-que-son/>
- Tipos de aplicaciones de las TICs en nuestra sociedad
<https://www.universidadviu.com/3-tipos-aplicaciones-las-tics-nuestra-sociedad/>
- Las TIC'S en los procesos de enseñanza y aprendizaje
<https://sites.google.com/site/ticsyopal5/contact-me>