

Instituto Tecnológico Superior de Xalapa

tech-CAMP²⁰²⁰

CIUDADES SUSTENTABLES (SDS 11)

21-25/septiembre/2020



Editores: Luz Aurora García Mathey
María Angélica Cerdán

Derechos Reservados © 2020 by The Instituto Tecnológico Superior de Xalapa.
Todos los Derechos Reservados.

Derechos de autor y permisos de reimpresión: Se permiten resúmenes con créditos a la fuente original. Las bibliotecas y para uso privado de los usuarios, pueden fotocopiar más allá de los límites de la ley de derechos de autor de México.

Otras solicitudes de copia, reimpresión o republicación deben dirigirse al: Responsable ante el Instituto Nacional de Derechos de Autor del Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, Posgrado e Investigación, Secc. 5ª de la Reserva Territorial S / N, Col. Santa Bárbara, C.P. 91096, Xalapa, Ver., México.

Los artículos de este libro comprenden las actas de la reunión mencionadas en la portada y su título. Reflejan las opiniones de los autores y, en aras de una difusión oportuna, se publican tal como se presentan y sin cambios. Su inclusión en esta publicación no constituye necesariamente un aval por parte de los editores, ni del Instituto Tecnológico Superior de Xalapa.

Tech-CAMP 2020
Ciudades Sustentables (ODS 11)
ISBN: 978-607-8212-13-2

Se pueden solicitar copias adicionales a:

Instituto Tecnológico Superior de Xalapa (607-8212)
5a. Secc. de la Reserva Territorial S/N, Col. Santa Bárbara
C.P. 91098, Xalapa, Veracruz, México.
Tel: 52+ 228 1650525 Ext. 114
<https://www.itsx.edu.mx/>
angelica.cerdan@itsx.edu.mx

Septiembre 25, 2020. Xalapa-Enríquez, Veracruz, México.
Primera Edición
200 copias, CD-Rom Formato PDF 27.7 MB

Editores

Luz Aurora García Mathey
María Angélica Cerdán

Producción del diseño de la portada por: Andrea Lajud Jara

<p><i>Axel Rogelio Alba García (Instituto Tecnológico Superior de Xalapa), Germán Alberto Cano Ortiz (Instituto Tecnológico Metropolitano), Fernando de Jesús Contreras Vega (Instituto Tecnológico Superior de Xalapa), Valeria Giraldo Tuberquia (Instituto Tecnológico Metropolitano)</i></p>	
Desarrollo sustentable empresarial en el occidente de México. Análisis de sus prácticas en MYPIMES de La Piedad, Michoacán	62
<i>Luis Eduardo Ayala Salazar (Universidad del Valle de Atemajac)</i>	
El cambio climático visto desde la Agenda 2030: El caso de Veracruz	68
<i>Carolina Andrea Ochoa Martínez (Universidad Veracruzana)</i>	
El ecoturismo: Una mirada en el desarrollo sostenible (octubre de 2020)	75
<i>Daniel Velásquez Calle (Instituto Tecnológico Metropolitano), Vicente Cuevas Cruz (Instituto Tecnológico Superior de Xalapa), Wilson Elian Rodríguez Borrero (Universidad Santo Tomás)</i>	
Enlace inalámbrico para proporcionar Internet en una comunidad rural de Nayarit	81
<i>Nadia Teresa Adaile Benítez (Universidad Tecnológica de Nayarit), Jazmín Pérez Méndez (Universidad Tecnológica de Nayarit), Janitzín Cárdenas Castellanos (Universidad Tecnológica de Nayarit), Rafael Carbajal Ávila (Universidad Tecnológica de Nayarit)</i>	
Estación prototipo para monitoreo de la calidad del agua del río cazonos en Poza Rica de Hidalgo, Veracruz	87
<i>Luis Alberto Méndez Casas (Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica)</i>	
Estrategias de afrontamiento de cuidadores informales de un hijo con diagnóstico de discapacidad en el Departamento del Atlántico	94
<i>Clara Camila García Cantillo (Universidad Simón Bolívar), Lizeth Reyes Ruiz (Universidad Simón Bolívar)</i>	
Huerto fijado a muros complementado con sistema de riego por goteo usando agua del ambiente	102
<i>Cristóbal Juárez Lara (Instituto Tecnológico Superior de Xalapa)</i>	
Incorporación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en las asignaturas universitarias	108
<i>Nesly Teresa Muñoz Cortés (Universidad Veracruzana)</i>	
Medidas de adaptación al cambio climático como herramienta de política pública para ciudades sostenibles	111
<i>Katherine Lara Figueroa (Fundación Universitaria Monserrate), Magda Mallen Sierra Urrego (Fundación Universitaria Monserrate)</i>	
SAERP: Sistema Autónomo de Energía Renovable Portable	119
<i>Valeria Nathaly Cuesta Palacios (Universidad Técnica Particular de Loja) Itzel Monserrat González Del Valle (Instituto Tecnológico Superior de Xalapa) Miguel Angel Cueva Tacuri (Universidad Técnica Particular de Loja)</i>	
Servicios ecosistémicos en parques naturales con una mirada desde los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible): caso de estudio parque natural de Chiribiquete en Colombia	122
<i>Ricardo Monroy Vargas (Universidad Piloto de Colombia), Laura Cardenas (Universidad Piloto de Colombia), Erick Rios (Universidad Piloto de Colombia), Valentina Bastidas (Universidad Piloto de Colombia)</i>	
Sistema para la medición de gases CO, CO ₂ , NO _x , PM _{1.2.5} y ₁₀ durante el periodo anterior y posterior a la emergencia COVID-19 en Villavicencio-COL	127
<i>Juan Chica García (Universidad Nacional Abierta y a Distancia), Angel Rodriguez Aya (Universidad Nacional Abierta y a Distancia), John Figueredo Luna (Universidad Nacional Abierta y a Distancia), Ramiro Polanco Contreras (Universidad Nacional Abierta y a Distancia), Sabina Velasquez Baquero (Universidad Nacional Abierta y a Distancia)</i>	
Torre para la salud y el bienestar en lugares rurales	133
<i>María Vianey Pérez Hernández (Instituto Tecnológico Superior de Xalapa), Martín Leonbardo Larrotta Rojas (Instituto Tecnológico Metropolitano)</i>	

Instituciones participantes

138

Prólogo

tech-CAMP 2020

Ciudades Sustentables (ODS 11)

21-25 Septiembre 2020

Ante un escenario en el que el mundo cerró las fronteras internacionales como resultado de la pandemia de COVID-19, las Instituciones de Educación Superior no estuvieron exentas de los efectos que esto trajo en todas sus áreas sustanciales. Sobre todo, en materia de internacionalización de la educación superior, se dio una suspensión indefinida de las actividades de colaboración internacional en relación a la movilidad estudiantil y docente, una de las áreas que da mayor visibilidad a los procesos internacionales educativos.

Debido a esto, fue necesario adaptarse a una realidad internacional desde la virtualidad. Si bien esto viene acompañado de diversos retos, la virtualidad también ha generado ventajas para las Instituciones de Educación Superior, pues se dio un impulso a la educación virtual y a nuevos modos de enseñanza y aprendizaje adecuados para este tipo de modalidad educativa. Con ello, es posible acercarse cada vez más a colegas, estudiantes y docentes que se encuentran en otras partes del mundo, de manera mucho más efectiva, rápida y de bajo costo. Esto es, se llevó a la internacionalización de la educación superior de manera virtual a pasos forzados, pero sin duda con consecuencias de innovación beneficiosas para la comunidad educativa mundial.

El evento tech-CAMP, escuela de verano virtual y global, surge precisamente como respuesta a la necesidad de abordar la internacionalización de la educación superior en el escenario de pandemia mundial con nuevas estrategias. Se crea con la intención de aprovechar la cercanía que ofrece para pares internacionales, utilizando al máximo las plataformas virtuales, y con ello ofrecer un espacio de colaboración y aprendizaje a nivel global con el propósito de involucrar a estudiantes con lo que son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas. Aunado a ello, dado que surge como iniciativa del Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, una institución primordialmente dedicada a las ingenierías, se enfatiza el componente de desarrollo innovador de tecnología como mecanismo de impulso para alcanzar los ODS.

En 2020, el primer año de celebración del evento tech-CAMP, se abordó la temática de Ciudades Sustentables, principalmente en relación con el ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles, teniendo como sub-temáticas el ODS 6 Agua Limpia y Saneamiento, el ODS 7 Energía Asequible y No Contaminante, y el ODS 9 Industria, Innovación e Infraestructura. Durante la semana en la que se celebró el tech-CAMP 2020, se abordaron una serie de ponencias y talleres de los cuales estudiantes de diversas instituciones latinoamericanas fueron partícipes, jugando un rol activo en las mismas, y fomentando la creación de un perfil global al interactuar entre pares internacionales, escuchar a ponentes en un idioma distinto al español, y trabajar colaborativamente en materia de investigación e innovación con compañeros de otros países.

En las siguientes páginas, se muestran los resultados del evento tech-CAMP 2020 en tres secciones: una colaboración especial de esta edición, propuestas estudiantiles, memorias por ponencias, y una sección de foros asincrónicos, donde participan diferentes investigadores de Latinoamérica, con propuestas relacionadas precisamente a los ODS.

Luz Aurora García Mathey, *Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, México*
tech-CAMP 2020, Coordinador General

Enlace inalámbrico para proporcionar Internet en una comunidad rural de Nayarit

Nadia Teresa Adaile Benítez
Universidad Tecnológica de
Nayarit
Xalisco, Nayarit
nadia.adaile@utnay.edu.mx
ORCID 0000-0002-1816-4981

Jazmín Pérez Méndez
Universidad Tecnológica de
Nayarit
Xalisco, Nayarit
jazmin@utnay.edu.mx
ORCID 0000-0001-9334-9858

Janitzin Cárdenas Castellanos
Universidad Tecnológica de
Nayarit
Xalisco, Nayarit
janitzin.cardenas@utnay.edu.mx
ORCID 0000-0002-9893-6653

Rafael Carbajal Ávila
Universidad Tecnológica de
Nayarit
Xalisco, Nayarit
tic-240025@utnay.edu.mx

Resumen— Una de las principales vías de comunicación en la actualidad es Internet, el ser humano busca tener acceso a la información en todas sus representaciones. La problemática de éste proyecto inicia en un poblado de Nayarit, que por sus características geográficas y socioeconómicas no contaba con servicio de conexión a Internet. El objetivo de esta investigación fue el de implementar un enlace inalámbrico mediante microondas para proporcionar Internet en dicha comunidad rural. La metodología de investigación tiene enfoque cualitativo con un tiempo de aplicación de corte transversal y alcance exploratorio. Como resultado se logró la conexión a Internet mediante un enlace inalámbrico, que brinda el servicio a la escuela primaria y algunas viviendas de la localidad, contribuyendo con ello a la mejora de la infraestructura de telecomunicaciones de la misma que forma parte de los objetivos de desarrollo sustentable (ODS). Se puede concluir que esto representa un beneficio para los niños y habitantes del pueblo, coadyuvando a la reducción de la brecha digital y posibilitando la comunicación de los mismos a través de un medio electrónico.

Palabras Clave— Internet rural, red inalámbrica, acceso a información.

I. INTRODUCCIÓN

Cabero [1] menciona que las nuevas tecnologías crean nuevos entornos de comunicación no conocidos, tanto humanos como artificiales, que hasta la actualidad establecen nuevas formas de interacción de los usuarios con las máquinas donde uno y las otras desempeñan roles diferentes. “Internet ha trastocado gran parte de los paradigmas que hasta ahora nos ayudaban a comprender los procesos de comunicación” [2, pp. 10].

Existen múltiples beneficios en el uso de las TIC para las comunidades rurales, geográficamente alejadas e indígenas, incluyendo nuevas oportunidades de trabajo, comercio electrónico, una mejor educación, entrega de servicios de una manera más eficiente y una mejora en sus medios de comunicación [3]. En México, se han observado ciertos esfuerzos para incorporar cada vez en mayor medida más comunidades e instituciones a la red de comunicación mundial, siendo el área educativa prioritaria en la necesidad de contar con este importante servicio.

En relación al acceso a Internet en el mundo, de acuerdo con la Unión Internacional de Telecomunicaciones [4] se estima que en el 2018 el 51% de la población mundial tuvo acceso a Internet, sin embargo de acuerdo con la misma organización el

crecimiento de la población con conectividad mediante Internet es constante en los países desarrollados, al pasar de 51.3% a 80.9% entre 2005 y 2018; mientras que en las naciones en vías de desarrollo aumentó de 7.7% a 45.3%.

Según la Organización de las Naciones Unidas [5] en el objetivo de desarrollo sostenible número 9, se hace referencia a la industria, innovación e infraestructura, se busca construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusive y sostenible y fomentar la innovación, ya que en términos de infraestructura de comunicaciones, más de la mitad de la población mundial está ahora conectada y casi toda la población global vive en un área con cobertura de red móvil. Se estima que, en 2019, el 96.5% de la población tenía cobertura de red, como mínimo 2G.

Por otra parte, en México según los datos de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) realizada en el 2017, el 63.9% de la población de seis años o más en México es usuaria de Internet, 17.4 millones de hogares (50.9% del total nacional) disponen de conexión a Internet y el mayor porcentaje de aquellos que se conectan a la red tienen estudios de nivel superior, mientras que el menor, tiene estudios de educación básica [6]. En éste contexto se tiene que las necesidades de comunicación y de la aplicación del servicio de Internet, considerado a nivel mundial como “derecho humano” compete en primera instancia a todos los niveles gubernamentales, como lo menciona Acata [7].

La llamada brecha digital se define como la separación que existe entre la población y los servicios digitales, el acceso a Internet es uno de los más importantes, y como se especifica en el sitio de Fondo ODS [8] reducir esta brecha digital es crucial para garantizar acceso igualitario a la información y el conocimiento y, en consecuencia, para promover la innovación y el emprendimiento. En este sentido se tiene que en Nayarit con especial énfasis en las zonas rurales, existe una importante brecha digital que es necesario disminuir, ya que representa una desventaja para los habitantes de estas zonas, que se ven marginados al no tener la oportunidad de disfrutar de este tipo de servicios, de igual manera que como sucede en las zonas urbanas. Nayarit es un estado pequeño con 20 municipios en su mayoría rurales en donde vive el 22% de la población nacional, según cifras del INEGI en el 2010, abundando sobre las características del estado se tiene que de acuerdo con la ENDUTIH en Nayarit el 62% de la población son usuarios de Internet [9].

La conexión inalámbrica en las zonas rurales en el estado de Nayarit es una actividad incipiente que se lleva a cabo en unos cuantos poblados alejados de las principales ciudades del estado. Al respecto, Saravia [10] menciona la importancia de proveer de conectividad a las zonas rurales, sugiriendo que han existido diversos esfuerzos por enlazar a estas zonas, mismos que han sido ejecutados por los distintos órdenes de gobierno y en diferentes países, enmarcados por programas internacionales como el de la UNESCO, en donde el objetivo ha sido el de “hacer crecer la red para dar a las comunidades aisladas la posibilidad de comunicarse y luego además, ser parte de la Internet” [10, pp. 27].

La incursión de las TIC en México presenta una gran brecha entre los sitios urbanos y las comunidades rurales y sobre todo se acentúa en las comunidades indígenas. Existe poco compromiso del Gobierno y una indiferencia del sector privado por invertir en ellas, se han tomado decisiones sin tener en cuenta las necesidades específicas de los habitantes y seleccionando tecnología improvisada, el grado de penetración de las telecomunicaciones y acceso a los servicios tiene una relación con el grado de urbanización e infraestructura presente en las comunidades, este pronóstico es aún desalentador [3].

Abundando en lo que menciona el autor antes referido, los esfuerzos por llevar las telecomunicaciones y las herramientas digitales a comunidades alejadas iniciaron desde tiempo atrás, llevando a cabo proyectos para lograr una inclusión de las comunidades geográficamente alejadas e indígenas en donde han participado tanto la iniciativa privada como instituciones no gubernamentales (ONG). Algunos proyectos incluyen telefonía celular, por ejemplo el realizado en la comunidad rural de Talea de Castro, ubicada en la Sierra de Juárez en el estado de Oaxaca para luego extender el modelo a los estados de Puebla, Veracruz, Tlaxcala y Guerrero, de igual manera se pueden mencionar otros proyectos como el de “Una computadora portátil por niño” creada en enero del 2005 que otorgó equipos de cómputo a más de 2 millones de niños alrededor del mundo, incluido México.

En Nayarit existen algunas empresas particulares que dentro de su gama de servicios ofrecen soluciones de conectividad a través de medios de transmisión inalámbricos. En el ámbito educativo se tiene el ejemplo de la Universidad Autónoma de Nayarit, que implementó el proyecto de red inalámbrica para enlazar las unidades académicas situadas en diferentes municipios del estado [11], mientras que en la Universidad Tecnológica de Nayarit se han realizado trabajos en conjunto con la iniciativa privada relacionados con redes inalámbricas rurales, por ejemplo el mencionado en este artículo.

Como origen de este proyecto, se realizó un acercamiento de los pobladores de Tequepexpan, una pequeña comunidad del municipio de Santa María del Oro, Nayarit; hacia el área de Investigación de Tecnologías de la Información en la Universidad Tecnológica de Nayarit (UTN), exponiendo la necesidad de acercar los servicios digitales a la misma, sobre todo al centro escolar que es la escuela primaria que se ubica en dicho poblado. Parte de la justificación del proyecto es que en el poblado no existen opciones para contar con medios de comunicación digital incluyendo conexión a Internet, inclusive una gran cantidad de hogares aún cuentan con antena analógica

para captar la señal de televisión, presentándose una amplia brecha digital.

Tratando de resolver la problemática detectada, se realizó una búsqueda de posibles vías para brindar el servicio, encontrándose que actualmente las empresas que ofrecen internet en los hogares nayaritas no cuentan con una red cableada hasta el poblado ya mencionado, por lo que no era factible proveer de Internet mediante estas empresas. Posteriormente se encontró una compañía privada que cuenta con una red de antenas que brindan conexión a Internet vía inalámbrica en algunos lugares del estado, con dicha empresa se llegó al acuerdo de ejecutar el proyecto para realizar la conectividad al poblado de Tequepexpan.

De ahí surge el objetivo de esta investigación que busca “implementar un enlace inalámbrico para proporcionar Internet en una comunidad rural”, y con esto poder beneficiar al poblado donde existen grandes limitaciones en el acceso a los servicios de comunicación digital en forma aceptable. Una vez establecida la finalidad del proyecto y determinada la vía de solución se encontró que, para llevar a cabo la conexión vía inalámbrica al poblado, su distancia hacia Tepic representaba un problema mayor, ya que por su ubicación no era posible mandar la señal directamente desde una antena ya instalada y que está situada en la base del municipio de Tepic, teniéndose que buscar opciones viables de solución que se mencionan en el presente artículo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación que se desarrolla en éste documento, se realizó bajo un enfoque metodológico cualitativo, según su tiempo de aplicación fue de corte transversal no causal y el diseño de la investigación es no experimental, exploratorio. La población considerada para la investigación, así como sus características particularizadas en el área de influencia se describen a continuación: la localidad donde se desarrolló es una pequeña comunidad enclavada en el Municipio de Santa María del Oro, en el estado de Nayarit con un poco más de mil habitantes y un grado medio de marginación económica y social.

El 51.1% son mujeres y el 48.9 % son hombres, el 16% de la población mayor de 15 años ha cursado la educación superior, los servicios públicos se remiten al agua potable y a la luz eléctrica y se encontró que sólo en el 4% de las viviendas de la comunidad existe un equipo de cómputo. Como método para el desarrollo tecnológico del proyecto se eligió el PPDIOO, siglas que comprenden el significado por sus fases de: Preparar, Planear, Diseñar, Implementar, Operar, Optimizar, a continuación, se detalla la ejecución de cada una de ellas según lo especifica la empresa CISCO [12], que es la creadora de dicho método.

A. Preparación.

En esta etapa se realizó un estudio de factibilidad técnica, económica y operativa, se identificaron los materiales, equipo y costos de implementación del proyecto. Al realizar la proyección presupuestal y presentarlo ante las autoridades del poblado y el cuerpo directivo de la escuela primaria del mismo, se llegó a un acuerdo con los interesados en donde se estableció un convenio de colaboración, teniéndose en una primera etapa como

principales beneficiarios del proyecto a la comunidad escolar de la escuela primaria y los habitantes cercanos a la misma.

En cuanto a la factibilidad operativa, se encontró que, en el equipo de trabajo conformado por los docentes de la Universidad Tecnológica de Nayarit, un alumno participante de la carrera de Tecnologías de la Información y Comunicación y el personal concerniente al área técnica de la empresa de telecomunicaciones con la que se trabajó, se contaba con los participantes capacitados para ejecutar el proyecto y darle seguimiento en cuanto a su funcionamiento o modo de operar a lo largo del tiempo. En referencia al aspecto técnico, se determinó que la topología de red que sería utilizada para enlazar fue de tipo punto a punto en antenas y una vez en la comunidad, se utilizó la topología multipunto.

B. Planeación.

Al desarrollar esta etapa, se determinó una lista de tareas que posteriormente se tendrían que ejecutar en la implementación del proyecto, se elaboró una tabla en donde se especifican las actividades y su duración. Se determinó que el mismo sería en un lapso de 31 días, como se describe a continuación:

TABLA I. LISTA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Actividad	Duración
Vista para conocer el área de ejecución	1 día
Estudio de las características del área	5 días
Conocer las frecuencias de operación de los enlaces	4 días
Identificar las antenas a utilizar y su operación	3 días
Realizar el diseño de la red	7 días
Elaborar esquema de direccionamiento IP	2 días
Implementar el proyecto (instalación física y configuración de equipos)	8 días
Entrega del proyecto y pruebas en cada punto	1 día

C. Diseño.

En el diseño de la red se inició con un estudio del terreno, que se realizó utilizando el software AirLink como se muestra en la figura 1: en la que se señalan dos puntos clave (Cerro del Ceboruco y la escuela Primaria) donde se instalaron las antenas de transmisión, alimentadas por un sistema de celdas solares que le brindan la alimentación eléctrica necesaria para su funcionamiento de manera sustentable.

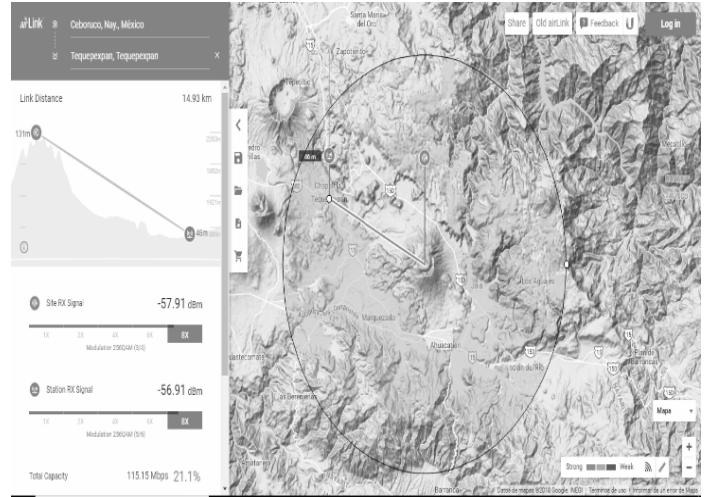


Fig. 1. Estudio del terreno en AirLink.

La zona de Fresnel es la área ubicada entre el cerro y la localidad que está libre de vegetación y que permite un mejor envío de la señal, en este momento se revisó el volumen de espacio entre el emisor de la onda electromagnética y el receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180° para garantizar que la obstrucción esté dentro de los rangos considerados como adecuados para este tipo de enlaces (figura 2).

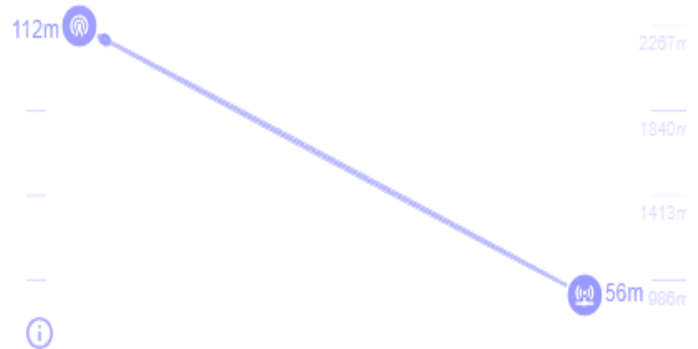


Fig 2. Zona de Fresnel en Tequepexpan.

Una vez identificada la zona de Fresnel se realizó el diseño del enlace, tomando en cuenta la conexión principal de la ciudad de Tepic al cerro del Ceboruco como punto intermedio, proporcionado por una antena que ya se encuentra instalada por la empresa y posteriormente del Ceboruco al poblado de Tequepexpan (figura 3). Cabe destacar que, en este diseño propuesto, luego de que la señal llega al punto de acceso ubicado en la escuela primaria, será distribuida a las casas de la comunidad, las cuales cuentan a su vez con una antena receptora de menor potencia.

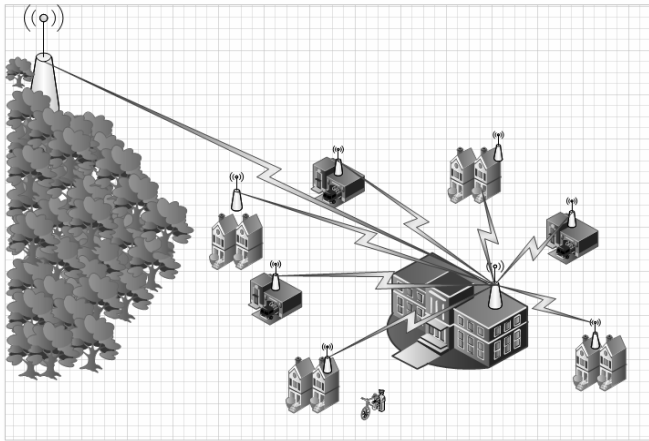


Fig. 3. Diagrama de red de los enlaces.

D. Implementación.

En primer lugar, se colocó la torre que está situada en la escuela para sostener la antena receptora. Posteriormente se instaló la antena en la punta del mástil en línea recta hacia el cerro, prosiguiendo a la configuración de la antena como punto de acceso por medio de una dirección IP que tiene configurada de fábrica desde el navegador, lo que se observa en la Figura 4.

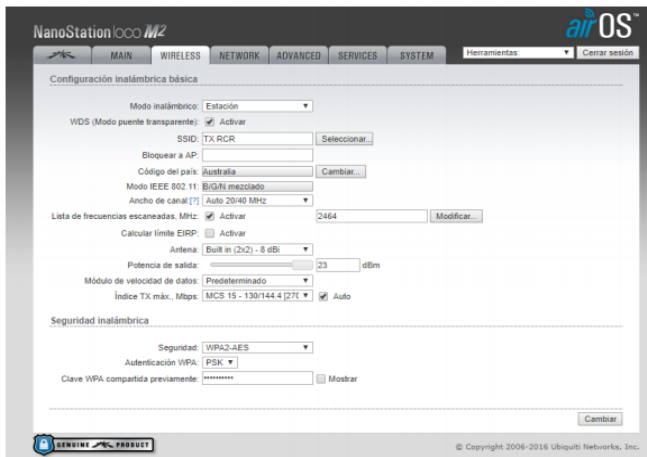


Fig 4. Configuración de la antena receptora.

Después en la ventana de configuración se asignó el usuario, la contraseña y el país, estableciéndose para el enlace un ancho de canal de 40Mhz, y una frecuencia alrededor de los 2 Ghz, con una potencia de salida de 23dbm y activando el protocolo de seguridad de WPA2-AES utilizando el protocolo Wireless IEEE 802.11. De la zona de Fresnel se obtuvo en el enlace una intensidad de 55 decibeles, con una transmisión y recepción (TX/RX) de 300mbs. Finalmente, en la antena se configuró una dirección IP de acuerdo al esquema de direccionamiento que se diseñó y que debe coincidir con los segmentos de red que maneja la empresa, estableciendo la función de puente.

Para habilitar la conexión a Internet en cada uno de los hogares beneficiados, se tuvo que realizar individualmente la instalación de la antena receptora en el techo de cada vivienda, revisando la zona de Fresnel para conseguir la mejor señal, para lo que se usa un dispositivo con alimentación a través de Ethernet

(Power over Ethernet, PoE), tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar.

De igual manera en cada uno de los hogares se configuró la conexión a la red mediante el protocolo Ethernet, configurando una dirección IP perteneciente al segmento que previamente se estableció, con una máscara de red para una clase C ya que el grupo de equipos es pequeño. La configuración de la antena receptora se realizó con los mismos parámetros que la antena principal, cambiando únicamente la dirección IP asignada a cada equipo, al finalizar la configuración se verificó la intensidad de la señal que sea menor a 78 decibeles para indicar que la conexión es estable.

E. Operación.

En esta fase se realizó un monitoreo de las antenas tanto en la antena principal de la escuela primaria como en la repetidora ubicada en el cerro Ceboruco para verificar su funcionalidad, con una frecuencia de 3 veces por semana, durante tres meses. Los parámetros que se observan en el monitoreo es la intensidad de la señal, el tráfico de datos, la cantidad de días que se tiene servicio para verificar si hubo apagones en el equipo.

F. Optimización.

Para la optimización de la red se mantendrá un monitoreo por 6 meses en comunicación con los residentes para revisar posibles fallas y que siempre exista buena señal, en caso de fallo se cuenta con un plan alternativo, que sería cambiar de antena a una LittleBeam M5 que tendría una mayor capacidad de transmisión, otra forma de optimización de enlaces sería la de subir los mástiles y con mayor altura librar posibles obstrucciones físicas, además de proporcionar mantenimiento al equipo físico cada mes.

Este plan de optimización será ejecutado en la medida de que el enlace presente o no fallas, ya que de no ser necesario la infraestructura quedará instalada tal y como se diseñó, cumpliendo con el objetivo del Proyecto planteado previamente.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base a la metodología ejecutada y al plan elaborado como parte de la misma, se tiene como resultado la conexión al servicio de Internet en la escuela primaria en el poblado de Tequexpan mediante un enlace inalámbrico habilitado y funcional, con esto se otorga el derecho de interconexión y acceso libre a la información para los niños de educación básica de la comunidad y sus familias, todo esto a través de una antena tipo rocket instalada en dicho lugar, cumpliendo así con lo sugerido por la ONU en su objetivo de desarrollo sostenible número 9 en cuanto a infraestructura de comunicaciones y reducción de la brecha digital.

La cantidad de equipos conectados ascendió a 20 en la escuela primaria y a 10 casas habitación en la comunidad (de manera inicial), con una cantidad de usuarios promedio de tres por hogar, representando una cantidad de 30 usuarios más, para un total de 50 equipos conectados en el sitio, los cuales incluyen computadoras, teléfonos celulares y tabletas electrónicas, planteándose como una etapa inmediata posterior a este proyecto la ampliación de la red inalámbrica para más viviendas del lugar,

por lo que será necesario establecer las necesidades técnicas, operativas y económicas de la extensión del proyecto.

Al ejecutar favorablemente éste proyecto se obtuvo un importante beneficio a la comunidad de Tequepexpan, que por primera vez tienen acceso al servicio de Internet en sus hogares y en la comunidad estudiantil de la escuela primaria, sentando un importante precedente tecnológico, lo que inmediatamente despertó el interés en el resto de los pobladores para contar también con dicho servicio. Se evaluaron distintas alternativas para establecer el enlace, sin embargo se determinó la utilización de dos antenas, una en el poblado ubicada en la escuela primaria y otra que funge como repetidora en el cerro Ceboruco, ya que éstas dos antenas eran la vía más factible para establecer el servicio de Internet en la localidad, lográndose una conexión con una velocidad conveniente para ofrecer.

Una de las debilidades del servicio instalado, es que depende de la antena que se encuentra en la localidad de Tepic y es la que envía la señal de Internet hacia el poblado, por lo que en caso de que esta antena tenga alguna falla en el servicio, el mismo será suspendido en la localidad, sin embargo cabe agregar que la antena principal cuenta con sistema de soporte eléctrico para minimizar sus fallas, sin embargo se considera que es necesario el monitoreo constante de las antenas colocadas en el cerro y en la escuela primaria para constatar que el servicio se encuentra activo y que el tráfico de datos es el adecuado.

Al respecto Hernández, Pelayo y Aguirre [13] mencionan que actualmente todavía existen en el mundo regiones que no tienen acceso a los servicios de comunicación de banda ancha, incluyendo a México, mencionando a las características geográficas como una de las causas por las que existe este fenómeno. En su estudio los autores mencionados realizan una comparativa entre las tecnologías Wifi y Wimax como posibles medios para comunicar inalámbricamente a través de internet las zonas rurales, siendo Wifi la tecnología más accesible por costo, con la deficiencia de las distancias que no deben ser muy grandes, coincidiendo con el proyecto desarrollado y la propuesta de solución planteada.

Respecto a otras posibles tecnologías elegibles para este trabajo, se tiene que en el estudio mencionado anteriormente y el realizado por González [14] se sugiere la conectividad a través de una red Wimax, que tiene un mayor alcance y mayor potencia al operar en la banda de los 5 ghz, sin embargo, en ambas investigaciones se menciona la desventaja económica como el principal impedimento para instalar una conexión Wimax. Por otro lado la coincidencia abordada por Abad et al [15] quienes también probaron un proyecto de una conectividad mixta mezclando las tecnologías Wifi y Wimax, concluyeron que la tecnología Wifi es más apropiada para entornos donde existe visibilidad directa (zona Fresnel) y la cobertura no pretenda ser superior a 1.5 kilómetros, condiciones consideradas en el poblado de Tequepexpan, en esta investigación la principal ventaja de la tecnología Wimax se destaca en su velocidad y alcance.

Apoyando la conveniencia de la encomienda realizada en el poblado de Tequepexpan se tiene el texto de Garzón [16] quien sugiere de nueva cuenta la conveniencia de utilizar enlaces inalámbricos en las zonas rurales, solventando así las condiciones geográficas que en la mayoría de los países latinos

incluyen grandes zonas montañosas. Radicelli [17] por su parte propone como una opción para lograr la conectividad en las zonas rurales la utilización de la infraestructura de antenas de televisión mediante el estándar Digital Video Broadcasting-Return Channel Terrestrial (DVB-RCT) como una propuesta novedosa para la utilización de un medio de comunicación ya existente, con la ventaja económica por su bajo costo, a una tasa suficiente de transmisión para lograr la conectividad básica.

IV. CONCLUSIONES

Al analizar el desarrollo de las aplicaciones de redes inalámbricas, se encuentra que éstas han sido utilizadas en primera instancia para llevar la conectividad de un punto a otro en donde una red cableada no es posible o bien es más factible implementar un enlace inalámbrico. Enfocándose en enlaces de largo alcance, deben inspeccionarse aspectos como el ancho de banda, línea visual y frecuencia para determinar la factibilidad de una solución, coincidiendo con lo que aporta Flickenger [18] estableciendo de esta manera el objetivo del proyecto como el de implementar un enlace inalámbrico para brindar el servicio de Internet en el poblado de Tequepexpan, Nayarit. Se considera que el objetivo especificado al inicio del proyecto se alcanzó en su totalidad, logrando llevar la conexión de Internet a un poblado en el que no se contaba con este servicio debido a sus características geográficas y socioeconómicas.

Habilitando la conexión a Internet en el poblado de Tequepexpan se acercó la posibilidad a sus pobladores de conocer esta red mundial y todas sus implicaciones, así como los servicios y productos que están inmersos y asociados a esta facilidad tecnológica. De igual manera se logró que los niños de la escuela primaria de Tequepexpan gocen de las bondades y beneficios del acceso a la red mundial desde el equipo de cómputo instalado en el laboratorio de la institución educativa, acercando las posibilidades de la educación mediada por tecnología. La comunidad tiene ahora la oportunidad de estar en comunicación y obtener información en línea sobre la actualidad mundial, provocando su participación y libertad de expresión.

La ampliación del servicio de Internet a más casas de la localidad, como parte de una segunda etapa del Proyecto, es una situación que depende principalmente del factor económico ya que se requiere colocar una antena receptora en cada punto de acceso, de igual manera se plantea la posibilidad de colocar una antena con una mayor potencia para mejorar la calidad del enlace y aumentar el ancho de banda disponible, así como también se puede sugerir la ubicación de otra antena replicadora que pueda solventar algunas zonas de difícil acceso dentro del poblado, siendo de nueva cuenta el factor económico el que determina la posibilidad de ejecutar estas mejoras en el servicio.

En cuanto a los beneficios del proyecto, autores como Albornoz [19], Robles-Rovalo, Ramos, Gómez-Barroso & Feijoo [20] y Rocabado, Ottavianelli, & Cadena [21] sugieren que el acercamiento de la tecnología inalámbrica a las comunidades rurales representa la reducción de la brecha digital y produce al mismo tiempo la alfabetización digital de la población beneficiada, lo que significa un aumento en el nivel de habilidades digitales de los beneficiarios directos de este proyecto.

De igual manera se puede afirmar que esta investigación contribuye al logro del objetivo de desarrollo sostenible número 9 en México, ya que como se especifica en la agenda 2030, una de las metas del gobierno de nuestro país es cuando al logro de éste objetivo de desarrollo sostenible, es la de aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados, con un trabajo conjunto del sector privado y gobierno, así como de la academia y la sociedad en general [22].

REFERENCIAS

- [1] J. Cabero. Nuevas Tecnologías, Comunicación y Educación. Universidad de Huelva. 1994. Online. Available <https://hdl.handle.net/10272/689>
- [2] J.L. Orihuela, J. L. “Nuevos paradigmas de la comunicación.” *Chasqui. Revista Latinoamericana de Comunicación*, (77), 2002.
- [3] R. Lazcano. *Inclusión de comunidades geográficamente alejadas en México a través de las telecomunicaciones digitales y servicios de banda ancha*. 2017. Online. Available <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmloi/bitstream/handle/132.248.5.2.100/13720/tesis.pdf?sequence=1>
- [4] Unión Internacional de Telecomunicaciones. *La UIT publica las estimaciones mundiales y regionales de TIC de 2018* (Comunicado de Prensa). 2018. Online. Available <https://www.itu.int/es/mediacentre/Pages/2018-PR40.aspx>
- [5] ONU. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. 2020. Online. Available <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infraestructure/>
- [6] INEGI. *Estadísticas a propósito del día mundial del Internet (17 de mayo) datos nacionales*. 2018. Online. Available http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2018/internet2018_Nal.pdf
- [7] I. J. Acata. *Internet un derecho humano de cuarta generación*. 30 de abril de 2012. Online. Available <https://www.revistamisionjuridica.com/internet-un-derecho-humano-de-cuarta-generacion/>
- [8] Fondo ODS. *Objetivo 9: Industria, innovación, infraestructura*. 2020. Online. Available <https://www.sdgfund.org/es/objetivo-9-industria-innovacion-infraestructura>
- [9] INEGI. *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares 2015*. 2015. Online. Available <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2015/default.html>
- [10] M. Saravia. *Ideas para repensar la Conectividad en Áreas Rurales*. 2003. Online. Available <http://funsepa.net/soluciones/pubs/MTk5.pdf>
- [11] Universidad Autónoma de Nayarit. *Red inalámbrica y tecnología de punta en la UAN*. 2015. Online. Available <http://www.uan.edu.mx/es/comunicacion/comunicado/2005/10/1020>
- [12] Cisco. *Cisco's PPDIOO Network Cycle*. 2012. Online. Available <http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=1697888&seqNum=2>
- [13] K. Hernández, J. Pelayo, L. Aguirre. *Transmisión en banda ancha para zonas rurales*. En D. Álvarez (Presidencia), Eighth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. Simposio llevado a cabo en Arequipa, Perú. 2010. [14] González, A. *Diseño de una red inalámbrica de banda ancha para un entorno rural (tesis de grado)*. Universidad Oberta, Cataluña, España. 2018.
- [14] González, A. *Diseño de una red inalámbrica de banda ancha para un entorno rural (tesis de grado)*. Universidad Oberta, Cataluña, España. 2018.
- [15] Abad, et al. *Internet Rural: Internet Rural mediante Redes Heterogéneas e Itinerantes*. 2008. Online. Available http://spcomnav.uab.es/docs/conferencias/InterRural_ursi2008vlast.pdf
- [16] J. Garzón. “Análisis de viabilidad de implementación de la tecnología Wiback en zonas rurales colombianas”. *Ing. USBMed*, 5 (1), 53 – 60. 2014.
- [17] C. Radicelli. Propuesta de conectividad a Internet para zonas rurales mediante un canal de retorno para ISDB-Tb. *CULCyT*, 12 (55), 4 – 15. 2015.
- [18] R. Flickenger. *Redes inalámbricas en los países en desarrollo: una guía práctica para planificar y construir infraestructuras de telecomunicaciones de bajo costo*. Gran Bretaña: Hacker Friendly LLC. 2008.
- [20] A. Robles-Rovalo, S. Ramos, J.L. Gómez-Barroso & C. Feijoo. *Una alternativa hacia las NGN en las Américas: Redes de Banda Ancha Inalámbrica*. In Proceedings of the 3rd ACORN-REDECOM Conference Mexico City May (Vol. 22, No. 23rd, p. 1). 2009.
- [19] M. B. Albormoz. *Los usos de Internet: comunicación & sociedad* (Vol. 2). Flaco-Sede Ecuador. 2007.
- [21] S. Rocabado, E. Ottavianelli & C. Cadena. “Propuesta para el uso de TDICs en comunidades educativas rurales. Una experiencia en escuelas albergue”. In *Anais do Workshop de Informática na Escola* (Vol. 23, No. 1, p. 41). 2017.
- [22] Gobierno de México. *Objetivo de desarrollo sostenible 9: Industria, Innovación e Infraestructura*. 2020. Online. Available <https://www.gob.mx/agenda2030/articulos/9-industria-innovacion-e-infraestructura>

**Instituciones Participantes
tech-CAMP 2020
Ciudades Sustentables (ODS 11)**

21-25 Septiembre 2020

Fundación Universitaria Monserrate, Colombia
Institución Universitaria de Envigado, Colombia
Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia
Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, México
Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, México
Universidad Austral de Chile, Chile
Universidad del Valle de Atemajac, México
Universidad El Bosque, Colombia
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia
Universidad Piloto de Colombia, Colombia
Universidad Santo Tomás, Colombia
Universidad Simón Bolívar, Colombia
Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador
Universidad Tecnológica de Nayarit, México
Universidad Veracruzana, México

Tech-CAMP 2020
Ciudades Sustentables (ODS 11)

21-25 Septiembre 2020

Se terminó de producir en el área de Transferencia e Innovación Tecnológica del
Instituto Tecnológico Superior de Xalapa
5ª. Secc. de la Reserva Territorial S/N, Col. Santa Bárbara
C.P. 91098, Xalapa, Veracruz.
Tel. 52+ 228 1650525 Ext. 114

Diseño de portada:
Andrea Lajud Jara

Presentación en medio electrónico:
CD Rom Formato PDF 27.7 MB

Elaborado en México.



ISBN: 978-607-8212-13-2