

## **Propuesta para el despliegue de la banda ancha en el municipio Manzanillo, Cuba**

Proposal for the broadband deployment in the Manzanillo municipality, Cuba

**Manleys Rodríguez Torres, M.Sc.** <sup>(1)</sup>

**Dilber Rosabal Montero, M.Sc.** <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. (ETECSA), Departamento de Inversiones, Granma - Cuba, Correo: manleys.rodriguez@etecsa.cu, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1594-7961>

<sup>(2)</sup> Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. (ETECSA), Departamento de Operaciones de la Red, Granma - Cuba, Correo: dilber.rosabal@etecsa.cu, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5420-3490>

**Contacto:** dilber.rosabal@etecsa.cu

**Recibido: 20-06-2024 Aprobado:30-11-2024**

### **Resumen**

En la investigación se aborda el planeamiento de la red de acceso en el municipio de Manzanillo, Cuba, para lograr sinergia entre todas las tecnologías de acceso aprobadas por ETECSA. El objetivo de la investigación es brindar un documento base para el despliegue de la red de acceso en este municipio, con un enfoque integral. Para lo cual se identificaron las instituciones y servicios en el área de estudio que requieren de conectividad de banda ancha, como educación, salud, empresas, comercios y hogares, se analizaron las tecnologías de acceso y se propuso la infraestructura de fibra óptica necesaria para dar soporte a los servicios de banda ancha en la región. Con el desarrollo de la red de telecomunicaciones se contribuye al programa de informatización de la sociedad cubana, al brindar acceso a la banda ancha en el municipio de Manzanillo, para mejorar la conectividad y el servicio a la población y las instituciones locales.

**Palabras clave:** Banda ancha, despliegue, red de acceso, conectividad

### **Abstract**

The research is about of the access network planning in the Manzanillo municipality, Cuba, to achieve synergy between all the access technologies approved by ETECSA. Research goals is to provide a base document for the access network deployment in this municipality, with a comprehensive approach. To this end, the institutions and services in the study area that require broadband connectivity were identified, such as education, health, businesses, businesses and homes, access technologies were analyzed and the fiber optic infrastructure necessary to support broadband services in the region was proposed. Telecommunication network development contributes to the computerization program of Cuban society, by providing access to broadband in the Manzanillo municipality, to improve connectivity and service to the population and local institutions.

**Keywords:** Broadband, deployment, access Network, connectivity

### **Introducción**

El acceso a la banda ancha se inicia con el uso de las líneas telefónicas tradicionales de cobre y todos los tipos de conexiones de suscriptor de línea digital (DSL, *Digital Subscriber Line*) desde ADSL, que luego transita por VDSL, hasta llegar al uso de G.Fast. Mientras, se desarrollan las

tecnologías de acceso por fibra hasta los predios del subscriptor, así como las tecnologías de acceso inalámbrico con la red móvil (Briglauder, Krämer, & Palan, 2023; Ioannou, Katsianis, & Varoutas, 2020). Esta evolución tecnológica resulta del aumento de la demanda de velocidad para garantizar el acceso a los servicios de banda ancha.

De hecho, los usuarios de las redes manifiestan un deseo creciente de estar conectado a cualquier dispositivo, servicio o aplicación, en cualquier momento y en cualquier lugar. El uso de estas aplicaciones y servicios, los cuales son altos consumidores de ancho de banda, sensibles al retardo y que además son demandados por usuarios itinerantes, representan un desafío para las redes de acceso de banda ancha.

Las redes de fibra óptica tienen potencial para ofrecer suficiente ancho de banda a los usuarios finales. Sin embargo, tienen limitaciones con la movilidad y un alto costo de despliegue hasta los predios del cliente. Las redes inalámbricas garantizan movilidad, pero no admiten soluciones con suficiente velocidad de transmisión, ni de larga distancia. En este sentido, la red FiWi propone utilizar tecnologías inalámbricas para el acceso, mientras que el resto de la red es principalmente de fibra óptica (Gul & Gutierrez, 2018).

Según (Dai, Shou, Hu, & Guo, 2013), FiWi es una combinación óptima de una subred de fibra de retorno y una subred inalámbrica frontal. En la subred de fibra, la terminal de línea óptica (OLT, *Optical Line Terminal*), en la mayoría de los casos, se coloca en la oficina central (CO, *Central Office*) y se conecta a través de fibra a varias unidades de red óptica (ONU, *Optical Network Unit*), las cuales se instalan en un punto con alcance inalámbrico hasta el cliente final. En su parte inalámbrica, un grupo de enrutadores inalámbricos componen una red inalámbrica en malla (WMN, *Wireless Mesh Network*) con las ONU. Los usuarios, ya sean estacionarios o móviles, se conectan a la OLT a través de estos enrutadores cuyas posiciones están fijadas en una red WMN. En (Inga, Inga, Ortega, Hincapié, & Gómez, 2017) se aborda que una red FiWi se puede implementar utilizando cualquier red de acceso óptica pasiva en el enlace hacia la red y cualquiera de las tecnologías RAN en el enlace hacia el usuario. En el segmento óptico se utilizan redes ópticas pasivas y redes ópticas pasivas de próxima generación 1 y 2 (Miladić-Tešić, Marković, Peraković, & Cvitić, 2022). Mientras que en el segmento inalámbrico se utiliza los estándares de la familia 802.11, 802.16 y 4G LTE/LTE-A (Logvinov & Smolskiy, 2022). Este tipo de solución garantiza confiabilidad, la reutilización de infraestructuras preestablecidas y minimiza los costos de inversión para nuevos despliegues.

La sociedad cubana demanda de servicios de banda ancha, los cuales presuponen el almacenamiento y la transmisión digital de voz, imágenes, videos y datos relativos a servicios tales como: telemedicina (integrado por telediagnóstico y teleconsulta, teleformación), educación a distancia, comercio electrónico, telebanca, teletrabajo, gobierno electrónico, televigilancia, radio digital, IPTV e IPTV de alta definición (Nelson, 2016; Nye, 2017). En un futuro tan cercano como el desarrollo económico-tecnológico lo permita e imponga, se puede vivir en Cuba la era de la hiperconectividad, las redes eléctricas inteligentes, el Internet de las Cosas (IoT, *Internet of Things*), la realidad aumentada, la Internet Táctil y las ciudades inteligentes (Porambage, Okwuibe, Liyanage, Ylianttila, & Taleb, 2018).

La Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. (ETECSA) trabaja para garantizar el acceso a internet desde el móvil, el despliegue de zonas WiFi, la apertura de salas de navegación, el acceso a internet desde los hogares y la conectividad al sector no residencial. Por lo cual, el proceso inversionista de ETECSA se dirige a la implementación de la infraestructura necesaria para el desarrollo de estos cinco programas de conectividad.

En el municipio Manzanillo de la provincia de Granma, en Cuba, existen importantes instituciones de educación, salud, empresas, comercios y hogares que demandan del uso de los servicios de banda ancha. El equipamiento que ofrece servicios de conectividad en esta zona es insuficiente. La red de planta exterior instalada en esta área tiene limitada capacidad y restricciones para la transmisión de datos a altas velocidades. Si bien se han desarrollado investigaciones en función de contribuir al desarrollo de la informatización de la sociedad cubana, tanto para las instituciones como para las personas que residen en esta zona (Rodríguez-Torres, 2018; Rosabal-Montero, 2016; Verdecia-Peña, Rodríguez-Torres, Rosabal-Montero, & Figueredo-Fernández, 2016), no se cuenta con un planeamiento que permita guiar el desarrollo de la red de acceso de banda ancha en este municipio.

Los autores consideran que la integración de las redes ópticas e inalámbricas es una de las soluciones para cumplir con estas necesidades de conectividad. En una combinación tal, que se aprovechan las fortalezas y se complementan las limitaciones individuales de cada una de las tecnologías de acceso. A partir de lo anterior, la investigación tiene como objetivo brindar un documento base para el despliegue de la red de acceso de banda ancha en el municipio Manzanillo, con un enfoque integral, para lograr la sinergia entre todas las tecnologías de acceso aprobadas por ETECSA.

## **Materiales y Métodos**

En esta investigación se utilizaron los métodos teóricos y empíricos. Entre los métodos teóricos se empleó el analítico-sintético, para el análisis de los elementos que conforman la red de telecomunicaciones, teniendo en cuenta sus características fundamentales y los principales medios de transmisión empleados; así como el estudio de los referentes teóricos sobre el desarrollo de las tecnologías surgidas para garantizar las velocidades que requieren los servicios de banda ancha soportados sobre tecnologías inalámbricas y de fibra óptica.

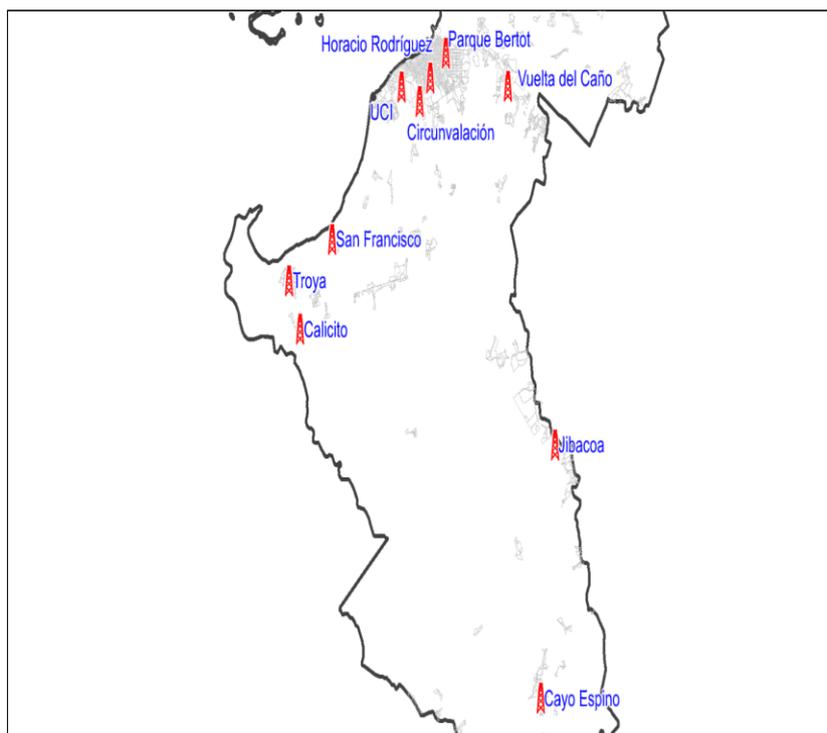
El método inductivo-deductivo fue de utilidad para arribar a conclusiones parciales y finales, para la elección de las tecnologías de acceso que ofrecen una solución al problema planteado. Como método empírico se emplea la observación científica para diagnosticar la situación existente con la red de planta exterior y los servicios de telecomunicaciones que se pueden ofrecer en el área objeto de estudio. Se determinaron las tecnologías de banda ancha que se pudieran implementar y cuáles se han desplegado por ETECSA en la red de acceso de sus clientes de acuerdo a las políticas de la empresa.

El desarrollo de la red de acceso es una tarea que necesita de un efectivo planeamiento y diseño de la topología de la red que se pretende desplegar. Para el planeamiento de la red se tuvo en consideración la demanda de servicios de los clientes residenciales y no residenciales, la localización de la ruta que sigue la traza aérea y soterrada, soportada sobre fibra óptica y cobre, así como las características del equipamiento fijo e inalámbrico en explotación, su ubicación y la necesidad de su modernización para satisfacer las demandas de servicios en el área de estudio.

## **Resultados**

### **1. Conectividad de la red móvil**

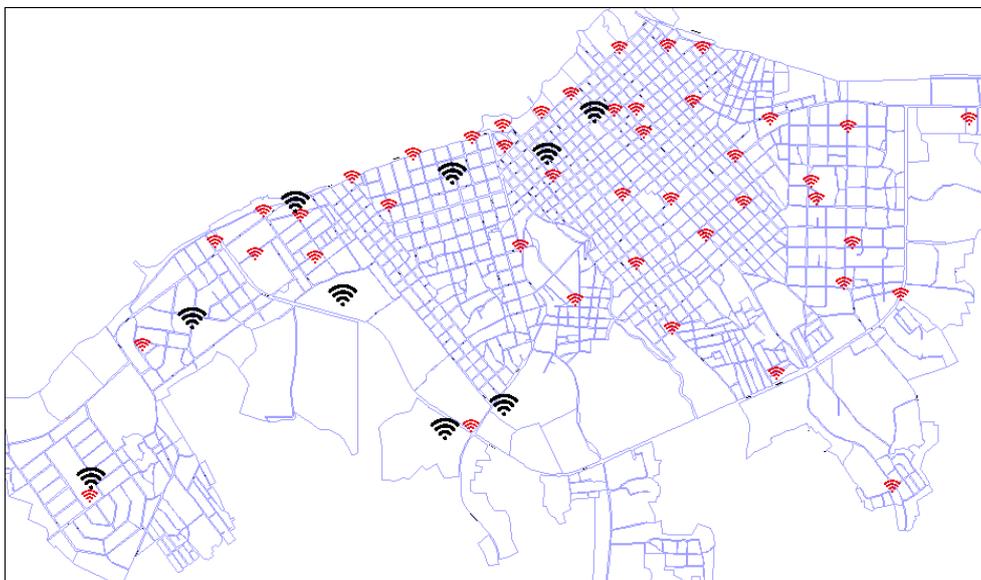
En manzanillo, en la parte urbana de este municipio se planean radiobases en el Parque Bertot, la UCI, el Reparto Horacio Rodríguez y la parte alta de la Avenida Camilo Cienfuegos. Mientras, en la zona rural se planean radiobases en: Jibacoa, Cayo Espino, Troya, Calicito, La Demajagua y Vuelta del Caño. Con estas radiobases se aumenta la cobertura celular en las comunidades rurales; al tiempo que, mejora el desempeño de la red móvil en el perímetro urbano.

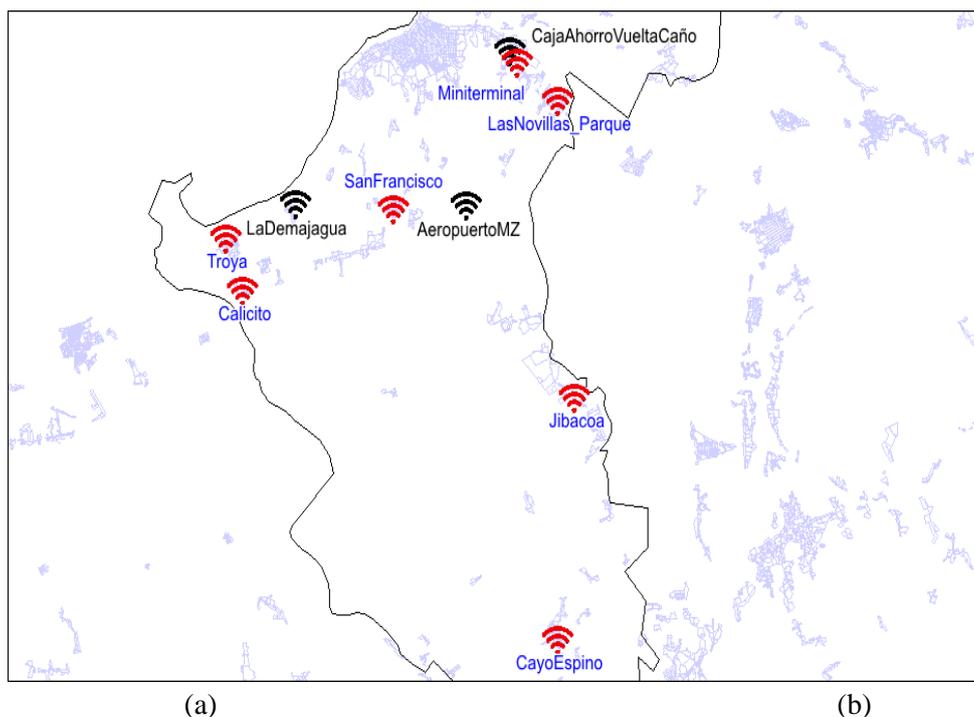


*Figura 1. Radiobases planeadas en Manzanillo*

## 2. Conectividad de zonas Wifi

Además de las radiobases, en este municipio también se solicita el acceso inalámbrico a Internet mediante la tecnología Wifi. En la figura 2a, se señalan en negro, los 9 sitios de esta tecnología que actualmente están en servicio en el área urbana de manzanillo. En esta misma figura, se destacan en rojo los 43 posibles lugares donde es factible el despliegue de nuevos sitios Wifi, en la zona antes mencionada.





**Figura 2.** Sitios WiFi propuestos y existentes en la zona urbana de Manzanillo (a) y sitios WiFi propuestos y existentes en la zona rural de Manzanillo (b)

También, se solicita la instalación de sitios WiFi en las localidades aledañas de manzanillo: Las Novillas, Vuelta del Caño, Jibacoa, Cayo Espino, San Francisco y Troya. En la figura 2b, se simbolizan de negro los sitios WiFi existentes fuera de la ciudad: Caja de Ahorro de Vuelta del Caño, Troya, Calicito, San Francisco, La Demajagua y el Aeropuerto “Sierra Maestra”. Además, en rojo se muestran las ubicaciones para la instalación de otros sitios WiFi en esta misma parte del municipio: la mini - terminal de Vuelta del Caño, el parque de Las Novillas, Jibacoa y Cayo Espino.

En total, la instalación de estos 51 nuevos sitios WiFi, contribuye a crear la infraestructura necesaria para distribuir el acceso a internet, con la idea de: “más internet, para más cubanos”. Además, soluciona varios planteamientos que el pueblo ha hecho al gobierno municipal de Manzanillo. Esta modalidad de acceso a internet es una opción masivamente aceptada por la población.

### 3. Conectividad de salas de navegación

Además de los accesos WiFi o móvil, las salas de navegación son otra de las vías de acceso a Internet utilizadas por la población. Con la instalación de un local de este tipo en la Oficina Comercial aledaña al Hospital “Celia Sánchez Manduley” se benefician, fundamentalmente, los estudiantes de la Facultad de Medicina y los transeúntes que visitan esta zona de hospitales en Manzanillo.

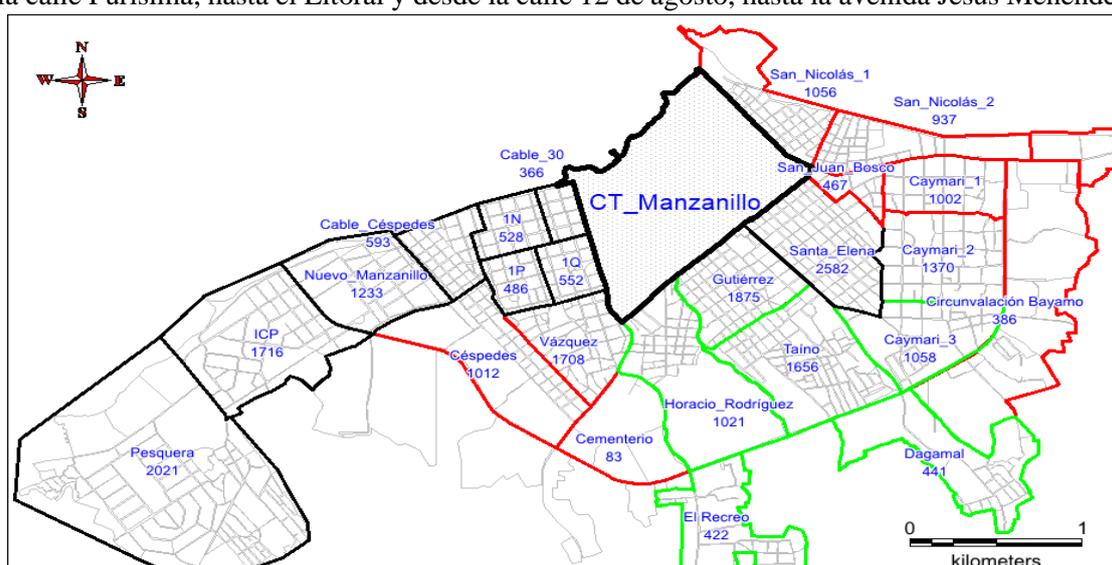
### 4. Conectividad del sector residencial

Por otro lado, el Nauta Hogar es un servicio desarrollado por ETECSA para el acceso a internet desde los hogares. Este servicio utiliza la bondad de la tecnología ADSL, mediante la cual se puede navegar por Internet, desde la comodidad del hogar y hablar por teléfono al mismo tiempo.

Esta ventaja de ofrecer dos servicios sobre un mismo soporte, hace que este tipo de acceso sea muy demandado por la población.

Para lograr total penetración del servicio nauta hogar en la zona urbana de manzanillo, se debe redefinir el área de servicio y equipar con ADSL las centrales existentes en esta zona. De tal manera, que cada área existente quede redefinida, con una penetración de un par telefónico por vivienda. De esta misma forma, el resto de la zona urbana se debe cubrir con GIEs. Algunas de las centrales existentes deben ser objeto de cambio tecnológico en su equipamiento. Incluso, puede que en algunas centrales se necesite redistribuir y ampliar la planta exterior, para lograr el nivel de penetración deseado.

Por ejemplo, en la Central “Manzanillo” se deben migrar a ADSL las 5776 líneas del ESM actual. Además, se deben redistribuir los 7000 pares instalados de sitio. El área de redistribución que se redefina para estos pares se enmarca con línea negra gruesa en la figura 3 y sus límites son: desde la calle Purísima, hasta el Litoral y desde la calle 12 de agosto, hasta la avenida Jesús Menéndez.



*Figura 3. Áreas urbanas de planta exterior en Manzanillo*

Además, se deben instalar los GIEs proyectados para las áreas limitadas en verde: “El Recreo”, “Horacio Rodríguez”, “Taíno”, “Caymari\_3” y “Dagamal”. Al mismo tiempo, están pendientes de proyectar e instalar gabinetes integrales de exteriores (GIEs) para las áreas limitadas en rojo: “Blanquizal”, “Circunvalación Bayamo”, “San Nicolás 1”, “San Nicolás 2”, “Caymari 1”, “Gutiérrez”, “Vázquez”, “Céspedes” y “Cementerio”.

También, se debe hacer cambio tecnológico y ampliación de líneas en los sitios: “Vuelta del Caño”, “Santa Elena”, “1P”, “1Q”, “1N” y “Nuevo Manzanillo”. Ninguno de estos sitios está equipado con suficientes líneas que permitan la transmisión de datos. Al mismo tiempo, el cambio tecnológico asociado debe incluir, en algunos casos, una redistribución y ampliación de la planta exterior existente.

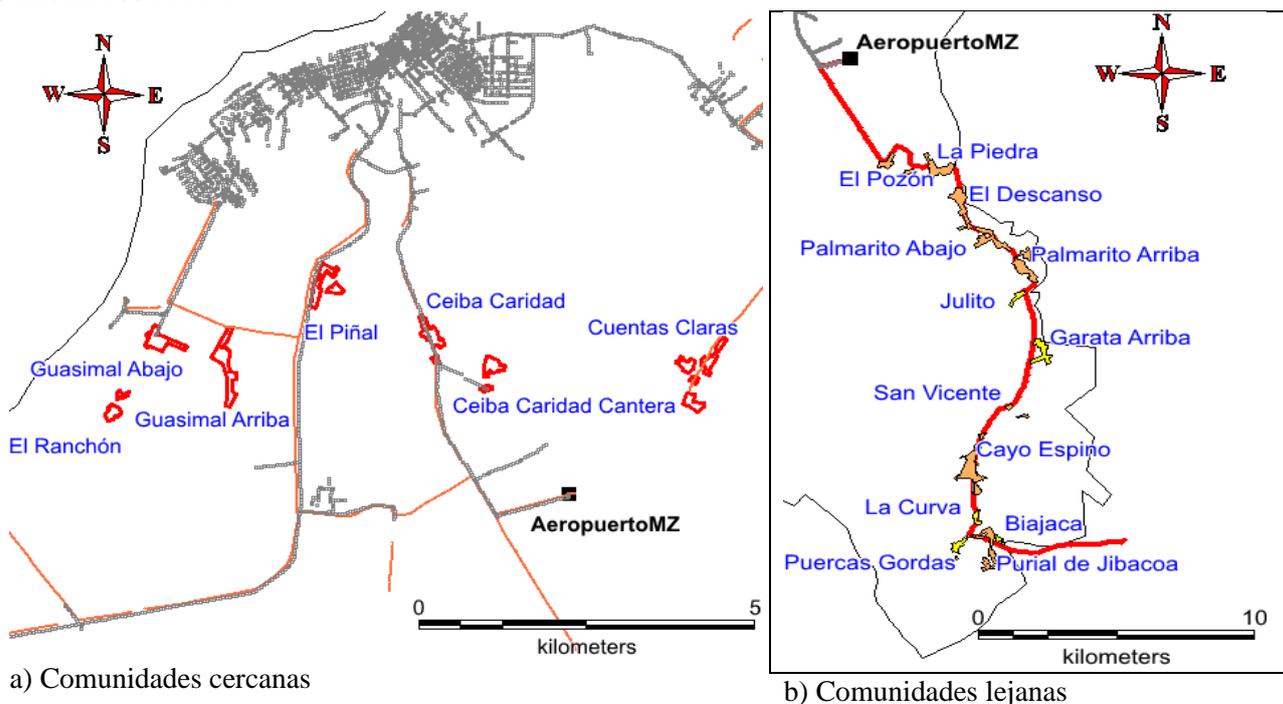
Así mismo, la actualización de “Santa Elena” debe incluir un incremento de 1900 pares y 1460 líneas, para cubrir el 100 % de las 2582 viviendas de la zona actual y agregar las 467 viviendas de “San Juan Bosco”. Al mismo tiempo, en el sitio “Vuelta del Caño” se deben incrementar 1400 pares y 1100 puertos, para cubrir el 75 % de las 2423 viviendas de esta área. Además, en este sitio se debe potenciar el equipamiento de transmisión; para asumir el tráfico de voz y datos que demandan las industrias de esta zona. Actualmente, los servicios de voz y datos de las Fábricas de Aluminios Mecánicos y de Acumuladores están muy deprimidos.

De la misma forma, el cambio tecnológico de los tres gabinetes de Barrio de Oro: “1P”, “1Q”, “1N” debe incluir el crecimiento de 833 pares y 640 líneas, para cubrir la zona donde está distribuido el cable 30 de manzanillo. Para que los pares de este cable puedan ser redistribuidos en el área redefinida para el CT\_Manzanillo.

Al mismo tiempo, el gabinete flexible de “Céspedes” debe ser alimentado con un equipamiento de acceso que tenga 600 puertos. A este gabinete se le deben incrementar 200 pares, para lograr el 100 % de penetración del servicio Nauta Hogar en esta área. Mientras que, en el área “Nuevo Manzanillo” se demandan 1040 líneas con soporte para transmisión de datos. Esta acción permite sustituir el cable de 200 pares del ICP que alimenta los edificios de los médicos, al fondo de la plaza “Celia Sánchez”.

Por otra parte, el servicio Nauta Hogar también se demanda en las comunidades aledañas a manzanillo. En la figura 4 se muestran algunas de estas comunidades donde es factible garantizar el acceso a este servicio. Esta figura se divide en dos mapas: en a), aparece un mapa con las comunidades más próximas a la zona urbana del municipio; mientras que, en b), se muestra otro mapa con las comunidades de la carretera a Cayo Espino. Los pequeños puntos grises simbolizan la ubicación de los postes telefónicos de la ruta existente. Al tiempo que, la línea naranja señala las carreteras. Además, la línea negra fina, marca el límite del municipio.

Según se indica en la figura 4a, es factible suplir el servicio Nauta Hogar en los asentamientos: “Guasimal abajo”, “Guasimal arriba”, “El Ranchón”, “El Piñal”, “Ceiba Caridad” y “Ceiba Caridad Cantera”. La demanda de servicio en estas comunidades se puede suplir con GIEs de poca capacidad. Además, estos asentamientos están en torno a una ruta telefónica existente. Por lo que se puede aprovechar esta infraestructura existente, para instalar la fibra que alimente a los GIEs antes mencionados. Sin embargo, en el caso de “Cuentas Claras”, se necesita además instalar 3 kilómetros de ruta.



**Figura 5.** Comunidades aledañas de Manzanillo donde es factible implementar el servicio Nauta Hogar

Al mismo tiempo, en la figura 4b, se señala con línea roja gruesa, la traza óptica soterrada que está en plan para llevar los servicios de banda ancha, desde el sitio “Aeropuerto” de manzanillo,

hasta las comunidades de la carretera a Cayo Espino. Se pretende utilizar este enlace óptico como soporte para la instalación de GIEs, radiobases y sitios WiFi en las comunidades: “El Pozón”, “La Piedra”, “El Descanso”, “Palmarito Arriba”, “Palmarito Abajo”, “Julito” y “Garata Arriba”. Además de “San Vicente”, “Cayo Espino”, “La Curva”, “Puercas Gordas”, “Purial de Jibacoa” y “Biajaca”.

### 5. Conectividad del sector no residencial

Por otra parte, en manzanillo se demanda un aumento en la conectividad al sector estatal. En este municipio existen 610 entidades estatales, de las cuales, 427, el 72 % están pendientes de conectividad. El resto de las entidades se conectan por fibra o cobre, en una red que se despliega en demanda, sin una planificación previa. Por esta razón, se debe desarrollar una red de fibra óptica, la cual garantice una conexión de banda ancha, a prueba de futuro, para cada una de estas entidades.

Además, debe potenciarse el nodo del Hospital Celia. Teniendo en cuenta que, desde este sitio se deben alimentar los sitios: “Vázquez”, “Céspedes” y “Cementerio”. También, desde este nodo se debe garantizar la conectividad a empresas, sitios WiFi y radiobases a los Hospitales “Celia Sánchez Manduley” y “Manuel Fajardo”, la Facultad de Medicina y la sede de la ELAM en Manzanillo. Incluyendo: el Policlínico “Ángel Alfonso Ortiz Vázquez” (La ONDI), la sede de BPA del Hospital “Celia Sánchez” y los Serviciontos “La Bujía” y “Guarina”.

### Discusión

El acceso a Internet desde dispositivos móviles implica la instalación de gran cantidad de radiobases y sitios WiFi. Por otra parte, la conectividad a las entidades de sector no residencial, la instalación de salas de navegación y el despliegue del servicio Nauta Hogar, presuponen el desarrollo de soluciones de acceso fijas de banda ancha. Todas estas variantes de acceso, tanto fijas como inalámbricas, requieren la instalación de fibra óptica, con la cual se garantizan las necesidades de conectividad y mayor velocidad de transmisión, como parte del desarrollo de las redes de banda ancha y a la informatización de la sociedad cubana (Rosabal-Montero, Montero-Fuentes, & Rosabal-Benítez, 2017).

En la figura 5 se muestra las zonas propuestas para la distribución de fibra en el municipio Manzanillo. En rojo aparece el área que debe ser alimentada por la red óptica del centro principal “Manzanillo”. Además, en verde, se señalan las áreas a conectar con fibra desde del sitio “Vuelta del Caño”. Asimismo, en azul, aparecen las zonas asociadas al sitio del “Hospital Celia Sánchez”. Mientras que, en negro, se señalan las zonas a alimentarse por fibra desde el sitio “ICP”.

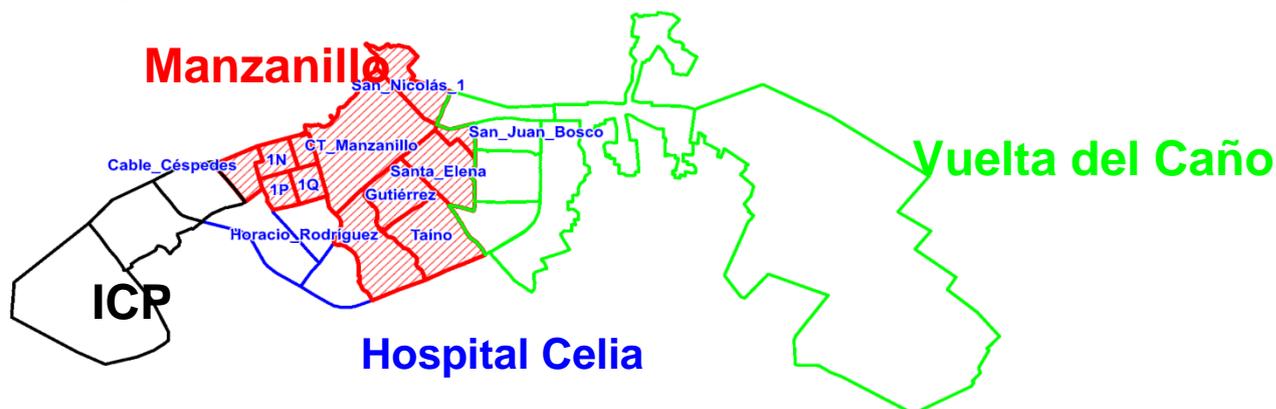
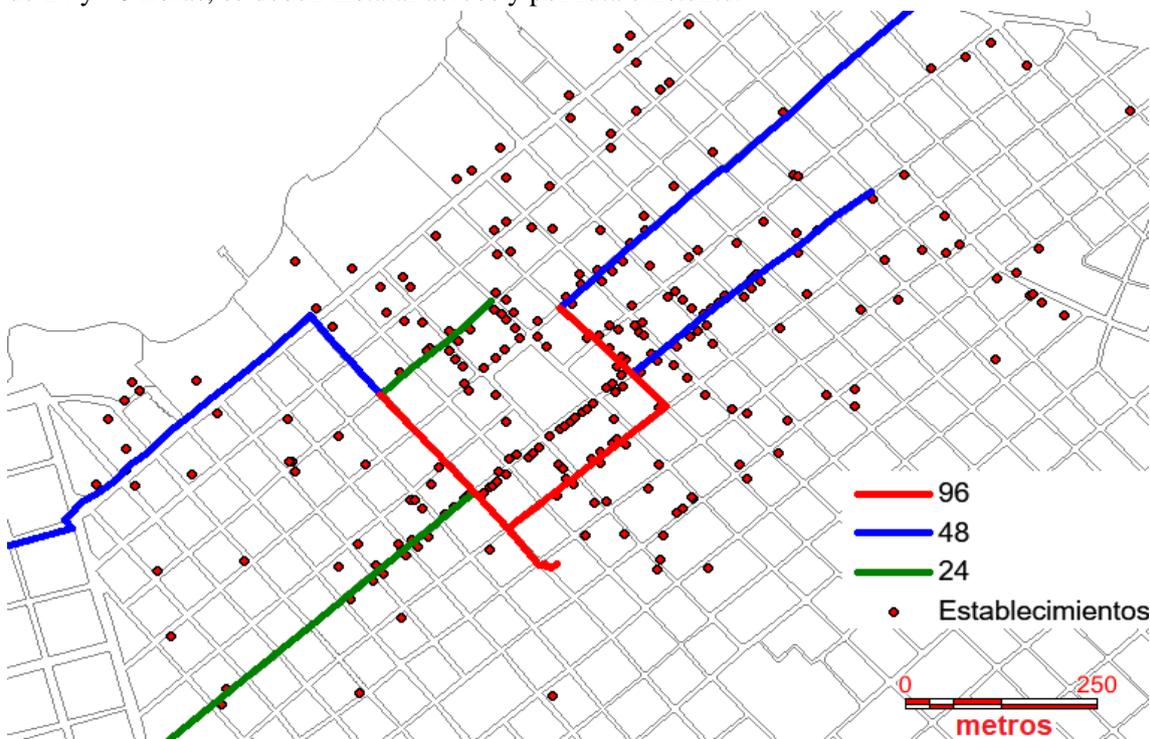


Figura 5. Zonas de distribución de fibra en Manzanillo

El 18% de la población y el 67 % de las entidades estatales de este municipio tienen sus dependencias concentradas en el área del Centro Histórico de Manzanillo. La figura 6 muestra la distribución de los cables alimentadores de fibra, propuestos para conectar las entidades de esta área. Los puntos rojos indican la ubicación de dichas entidades. Las líneas rojas señalan los alimentadores de 96 hilos de fibras, cables ópticos que se deben ser ubicar en el soterrado del Centro Telefónico Manzanillo. Las líneas azules simbolizan el recorrido de los cables de 48 fibras y las líneas verdes representan los cables ópticos de 24 hilos. Estos dos tipos de cables ópticos, de 24 y 48 fibras, se deben instalar aéreos y por ruta existente.



**Figura 6. Alimentadores de fibra propuestos para la conectividad de entidades**

Además de la conectividad a entidades de este municipio, la red óptica a desplegar en el Centro Telefónico de Manzanillo debe alimentar a las radiobases, sitios WiFi y GIEs de toda el área de distribución de fibra óptica “Manzanillo”. Donde se incluyen las áreas: “Cable Céspedes”, “1N”, “1P” y “1Q”. Asimismo, “CT\_Manzanillo”, “Horacio Rodríguez”, “Taíno”, “Gutiérrez”, “Santa Elena” y “San Nicolás\_1”.

El ODF principal de dicha red se planea ubicar en el Centro Telefónico Manzanillo, al lado del equipamiento de acceso. Este ODF debe distribuir hasta 254 hilos de fibra. Con esa cantidad de fibra se pueden conectar, hasta con FTTH - PON y razón de división 1:64, las 15813 viviendas y 408 establecimientos ubicados en la zona de servicio de este centro telefónico.

Al proporcionar simultáneamente servicios cableados e inalámbricos a través de la misma infraestructura, se consolida y aprovechan las ventajas de las redes de acceso ópticas e inalámbricas, lo cual conduce a grandes ahorros de tiempo y presupuesto. Tradicionalmente, las redes inalámbricas y de fibra óptica se diseñan por separado (Maier, 2014), pero dichas redes pueden considerarse complementarias. Aunque el alcance de la red de fibra óptica es limitado, esta garantiza una alta velocidad de transmisión en función de los servicios demandados (Abdellaoui, Dieudonne, & Aleya, 2021). Por otro lado, las redes de acceso inalámbrico,

posiblemente pueden llegar casi hasta cualquier lugar, aunque con limitaciones de la velocidad del canal de transmisión y en la interfaz de radio.

La figura 7 muestra los puntos de demanda y distribución de los cables ópticos de esta red. En rojo se simbolizan las ubicaciones de las radiobases, los sitios WiFi y los GIEs planeados. La línea magenta simboliza la traza de 144 fibras. Mientras que, la línea roja señala el recorrido de los cables de 96 hilos. Los cables ópticos de 48 hilos se señalan con líneas azules. Además, las líneas verdes representan los cables de 24 fibras y las líneas marronas indican el recorrido de los cables de 12 fibras.

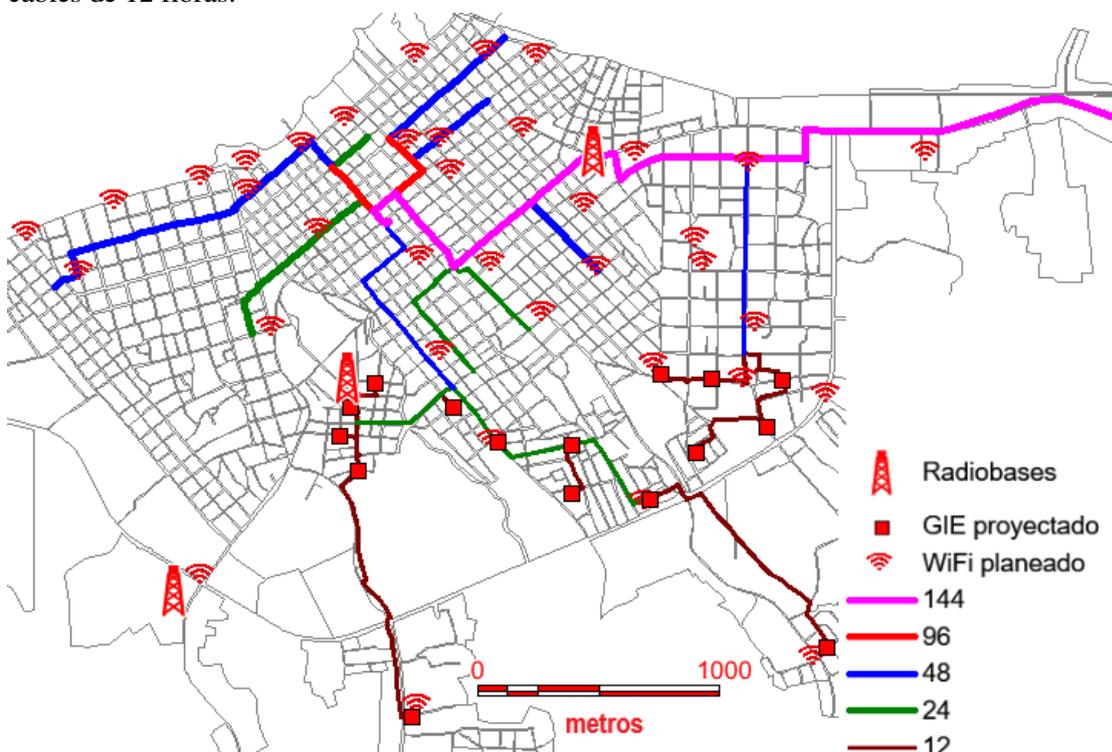


Figura 7. Red de fibra propuesta para el Centro Telefónico de Manzanillo

El despliegue de esta red de acceso de banda ancha puede garantizar la infraestructura necesaria para el desarrollo del programa de informatización de la sociedad en el municipio Manzanillo. Para ello se necesita instalar 25 654 metros de coraza óptica, 27 módulos de empalme óptico y 5 ODFs de gran capacidad, como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Listado de materiales para infraestructura de telecomunicaciones

CODIGO	MATERIAL	U/M	PRECIO	CANT.	TOTAL
1042000076	CABLE 12FO SM G652D DIELECTRICO ANTIROED	M	0.81	6373	5162.13
1042000163	CABLE 24FO SM G652D SPAN 80M AUTOSOPORT	M	0.89	4148	3691.72
1042000160	CABLE 48FO SM G652D DIELECTRICO ANTIROED	M	0.97	5733	5561.01
1042000162	CABLE 96FO SM G652D DIELECTRICO ANTIROED	M	1.58	1025	1619.5

1042000238	CABLE 144FO SM G652D DIELECTRIC ANTIROED	M	2.31	8375	19346.25
1042000237	ODF RACK19" 144CONECTOR SC-SC SIMPLE SMF	U	1996	2	3991.68
1042000046	ODF 48 FO SC/PC P/RACK 19" S/PIGTAIL	U	375.9	3	1127.76
1042000167	MODULO D/EMPALME CAPUCHON H/48FO 7 ENT	U	368.3	27	9944.37
1042000215	CRUCERA P/RESERVA D/CABLE ACC FIJAR CIRC	U	104	27	2808
1042000221	Conjunto de amarre doble pasante	U	41.87	114	4773.18
1042000223	Conjunto de suspensión	U	15.6	568	8860.8
<b>OTROS</b>	Materiales no previstos y/o variaciones de precios				10000
	<b>TOTAL</b>				<b>76886.40</b>

En la tabla anterior se muestra el listado de los materiales de planta exterior fundamentales a utilizar en la instalación de la red de acceso en la región.

### Conclusiones

Para lograr el 100% de penetración del servicio Nauta Hogar en la zona urbana de manzanillo se demanda la instalación de 28711 nuevas líneas ADSL y el cambio tecnológico de otras 11920. Además, en este municipio están pendientes de instalar 10 radiobases de tercera generación y 51 nuevos sitios WiFi. Por otra parte, con la sala de navegación del Minipunto “Celia Sánchez”, suman dos instalaciones de este tipo en Manzanillo. Por último, la conectividad a entidades, radiobases, WiFi y GIEs, en este municipio, demanda la instalación de una red de fibra con 25.6 km de coraza.

Las consideraciones abordadas sobre el planeamiento de la red presentado para el municipio manzanillo, posibilita el desarrollo integral de la red de acceso de banda ancha por ETECSA en Granma. Para lograr, con el mínimo de recursos y tiempo, el despliegue de las tecnologías de acceso que soporten la informatización de la sociedad.

### Bibliografía

1. Abdellaoui, Z., Dieudonne, Y., & Aleya, A. (2021). Design, implementation and evaluation of a Fiber To The Home (FTTH) access network based on a Giga Passive Optical Network GPON. *Array*, 10, 100058.
2. Briglauer, W., Krämer, J., & Palan, N. (2023). Socioeconomic benefits of high-speed broadband availability and service adoption: A survey.
3. Dai, Q., Shou, G., Hu, Y., & Guo, Z. (2013). *A general model for hybrid fiber-wireless (FiWi) access network virtualization*. Paper presented at the 2013 IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC).
4. Gul, S., & Gutierrez, J. (2018). Evolution of Broadband Communication Networks: Architecture and Applications. *Broadband Communications Networks-Recent Advances and Lessons from Practice*, 11-26.
5. Inga, J., Inga, E., Ortega, A., Hincapié, R., & Gómez, C. (2017). Optimal planning for deployment of FiWi networks based on hybrid heuristic process. *IEEE Latin America Transactions*, 15(9), 1684-1690.

6. Ioannou, N., Katsianis, D., & Varoutas, D. (2020). Comparative techno-economic evaluation of LTE fixed wireless access, FTTdp G. fast and FTTC VDSL network deployment for providing 30 Mbps broadband services in rural areas. *Telecommunications Policy*, 44(3), 101875.
7. Logvinov, V. V., & Smolskiy, S. M. (2022). Systems and Networks of Wireless Communication. In *Radio Receivers for Systems of Fixed and Mobile Communications* (pp. 51-119): Springer.
8. Maier, M. (2014). *FiWi access networks: Future research challenges and moonshot perspectives*. Paper presented at the 2014 IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC).
9. Miladić-Tešić, S., Marković, G., Peraković, D., & Cvitić, I. (2022). A review of optical networking technologies supporting 5G communication infrastructure. *Wireless Networks*, 28(1), 459-467.
10. Nelson, A. (2016). *Cuba's Parallel Worlds: Digital Media Crosses the Divide*: Center for International Media Assistance Washington, DC.
11. Nye, E. L. (2017). ¿Qué pasa con Cuba ahora?: La economía actual y sus proyecciones para el futuro.
12. Porambage, P., Okwuibe, J., Liyanage, M., Ylianttila, M., & Taleb, T. (2018). Survey on multi-access edge computing for internet of things realization. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(4), 2961-2991.
13. Rodríguez-Torres, M. (2018). *Red FiWi para el Centro Histórico de Manzanillo*. (Maestría), Universidad de Oriente, Disponible en <https://es.scribd.com/document/519731242/Red-FiWi-para-el-Centro-Historico-de-Manzanillo>
14. Rosabal-Montero, D. (2016). *Red acceso óptica para la modernización de la planta externa en el municipio Manzanillo*. (Maestría), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Disponible en <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/6687>
15. Rosabal-Montero, D., Montero-Fuentes, O., & Rosabal-Benítez, E. W. (2017). La red de acceso de banda ancha en función del desarrollo local (original). *Olimpia: Publicación científica de la facultad de cultura física de la Universidad de Granma*, 14(45), 242-251.
16. Verdecia-Peña, R., Rodríguez-Torres, M., Rosabal-Montero, D., & Figueredo-Fernández, L. (2016). Propuesta de Red de Acceso Óptico para el Centro Histórico de Manzanillo, Cuba: instrumento de estudios para universitarios del sector de las telecomunicaciones. *Sinapsis: La revista científica del ITSUP*, 2(9), 11.