



Universidad de San Andrés

Escuela de Negocios

Magíster en Business & Technology

domo DIGITAL

WiFi + IoT Social: conectividad para la inclusión digital

Autor: Matías Chervonagura

DNI: 30.117.424

Director de tesis: Adrián Di Meo

Buenos Aires, Julio de 2023



Universidad de San Andrés
Escuela de Administración y Negocios
Magíster en Business & Technology

domo
D I G I T A L

WiFi + IoT Social: conectividad para la inclusión digital

Autor: Matías Chervonagura

DNI: 30.117.424

Director de tesis: Adrián Di Meo

Buenos Aires, Julio de 2023

Índice

1. Abstract	3
2. Introducción	4
3. Problemática	7
a. Inclusión digital	7
b. Barrios populares	10
c. Lecciones aprendidas: conectividad en la pospandemia	12
d. Proyectos de conectividad	14
Proyectos en Argentina	16
Proyectos internacionales	21
e. Propuestas académicas	22
4. Tecnología IoT	28
a. Internet de las cosas	28
b. Tecnología LoRaWAN	30
c. Smart cities en Argentina	33
5. Tecnología wifi	37
6. Propuesta	41
a. Domo digital	41
Antena principal y antenas de puntos de acceso wifi	42
Kit de soluciones IoT	43
Botón de pánico	44
Calidad de agua	44
Alarma de incendios	44
Alarma de pérdida de gas	45
Telemedicina	45
b. Características técnicas y condiciones de implementación	45
c. Financiación	48
d. Desafíos	51
8. Conclusiones	53
9. Bibliografía	56
10. Anexos	67
I. Diagrama conceptual del Domo Digital	67
II. Diseños conceptuales de kits IoT	67
III. Ciudades smart en América Latina	69

1. Abstract

En un mundo en el que el acceso a la tecnología es un factor central en los procesos de movilidad social, los distintos proyectos que se han planteado en la Argentina para brindar conectividad a los barrios populares parecen no ser suficientes. En paralelo, es visible el crecimiento de la brecha digital que deja a esta parte de la población cada vez más alejada del acceso a la conectividad básica, lo cual exige la búsqueda de una solución rápida y escalable para lograr la inclusión digital.

Afortunadamente, con el avance del llamado “Internet de las cosas” (*Internet of things* o *IoT*), las tecnologías de conectividad inalámbrica han evolucionado y hoy ofrecen nuevas posibilidades.

Esta investigación exploratoria trabajará sobre un esquema de solución integral que permitirá no solo dar acceso a la conectividad básica a Internet, sino también atender algunas problemáticas específicas de los barrios populares, a través de, por ejemplo, sensores de incendio, botones de pánico, sensorización de calidad de agua en napas, sensores de pérdidas de gas y cabinas de telemedicina.

El objetivo será encontrar un punto en común entre las tecnologías disponibles dentro del mundo del *IoT* y del wifi público, y la aplicación de soluciones puntuales, replicables y de rápida implementación que permitan crear un entorno que fomente la inclusión digital y que logre un impacto tangible en la vida cotidiana de sus habitantes.

Palabras clave: *conectividad, inclusión digital, barrios populares, Internet de las cosas (IoT).*

2. Introducción

El acceso a la tecnología impacta prácticamente todos los aspectos de la vida cotidiana. Entre muchas otras cosas, condiciona el acceso a la educación, al empleo, a la atención médica, a los servicios gubernamentales y a la participación ciudadana. Por lo tanto, la inclusión digital se ha convertido en un aspecto esencial para garantizar la integración plena de las personas en la sociedad moderna.

En los barrios populares de la Argentina, la ausencia de una conectividad confiable y asequible ha generado una marcada exclusión social. La falta de infraestructura, los altos costos y los largos plazos de implementación hacen que la brecha digital se haya convertido en un obstáculo que perpetúa la desigualdad y limita el desarrollo social y económico.

El concepto de brecha digital¹ se popularizó en 1995 cuando la Administración Nacional de Telecomunicaciones e Información de los Estados Unidos (NTIA) publicó el informe *"Falling Through the Net: A Survey of the 'Have Nots' in Rural and Urban America"*, en el que destacó las disparidades observadas en el acceso a las TIC entre diferentes grupos socioeconómicos y geográficos (National Telecommunications and Information Administration [NTIA], 1995).

El Estado argentino, a través del Ente Nacional de Comunicaciones (Enacom), trabaja para conducir la convergencia tecnológica y crear condiciones que garanticen el acceso de toda la población a la tecnología y a los servicios de comunicación. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados hasta ahora para hacer frente a esta necesidad, las soluciones convencionales, como los proyectos de tendido de fibra óptica, han demostrado ser complejas y poco efectivas. Por lo tanto, es fundamental abordar la inclusión digital con una

¹ El término "brecha digital" fue acuñado por primera vez por el economista y sociólogo estadounidense Lloyd Morrisett, quien utilizó el término en su artículo "La brecha digital: la promesa y el peligro de nuestras nuevas tecnologías de información", publicado en la revista *Scientific American* en 1995. Sin embargo, el informe del NTIA de 1995 se popularizó y contribuyó a generar una mayor conciencia sobre la importancia de abordar este tema.

perspectiva de urgencia y encontrar soluciones innovadoras, prácticas e inmediatas que garanticen una integración efectiva para que los habitantes de los barrios populares puedan acceder a todas las oportunidades y recursos necesarios en el marco de una sociedad más justa e inclusiva.

En este contexto, es necesario avanzar en una primera etapa de penetración digital a través de tecnologías de fácil implementación, gran cobertura y rápido despliegue. Dentro del mundo de la tecnología *LPWAN* (*Low Power Wide Area Networks*), que ofrece conectividad de área amplia entre dispositivos de baja potencia y baja velocidad de datos, encontramos, por ejemplo, las redes SigFox, NB-IoT y *LoRaWAN*. Estas tres tecnologías de conectividad inalámbrica están diseñadas específicamente para el llamado “Internet de las cosas” y cada una de ellas tiene características, ventajas y desafíos propios. La elección de la red adecuada dependerá de los requisitos específicos de aplicación y de las condiciones del entorno en el que se implementará el sistema *IoT*.

El término “Internet de las cosas” (en inglés, *Internet of Things* o *IoT*) fue dado a conocer en el año 2009 por Kevin Ashton en su artículo “*That 'Internet of Things' Thing*”, publicado en el *RFID Journal* (Ashton, 2009). Ashton utiliza este concepto para referirse a la conexión de objetos cotidianos a través de Internet, lo que les permite intercambiar información y realizar tareas de forma autónoma. En el *IoT*, los dispositivos se comunican entre sí y con los usuarios recopilando datos, compartiendo información y tomando decisiones basadas en su análisis. Esta interconexión de objetos ofrece la posibilidad de crear entornos inteligentes y eficientes para optimizar diversos aspectos de nuestra rutina diaria. Pero, para poder implementarlo, es necesario contar con una tecnología óptima de conectividad inalámbrica, de largas distancias, gran cobertura y bajo consumo de energía.

Dado que los proyectos de tendido de fibra óptica (y alternativas similares) no son viables ni prácticos en el corto plazo, para los propósitos de este proyecto se propone una solución integral basada en la implementación de una red *LoRaWAN* para redes de baja potencia y área amplia, y puntos wifi públicos gratuitos. Estas alternativas utilizan tecnologías inalámbricas y enfoques innovadores, con lo cual pueden ser una opción asequible, eficiente y de rápida implementación que brinde una conectividad confiable a los barrios populares en

un corto período de tiempo y logre un beneficio tangible en la vida de sus habitantes.

En conclusión, con el objetivo de crear un entorno que fomente la inclusión digital en los barrios populares de Argentina, esta investigación planteará un modelo que, a través de la utilización de tecnología *LoRaWAN* y de una conectividad punto a multipunto, puede representar una solución rápida, replicable y escalable para dotar a estos barrios de puntos de conectividad wifi y de un kit de distintas soluciones *IoT*: sensores de incendio, botones de pánico, sensorización de calidad de agua en napas, sensores de pérdidas de gas y cabinas de telemedicina. A los puntos wifi se les sumará, además, un portal cautivo que permitirá la construcción de un canal de comunicación e interacción digital barrial.



Universidad de
San Andrés

3. Problemática

En Argentina, la pobreza y la brecha digital crecen en paralelo y afectan principalmente a los sectores sociales con menos recursos. El acceso a la conectividad se ha convertido en un servicio público esencial que garantiza la igualdad de oportunidades y el acceso a los servicios fundamentales.

En este apartado se plantea la problemática de la inclusión digital argentina en el siglo XXI y su importancia para construir y generar riqueza en los sectores más pobres. Asimismo, se pretende definir el concepto de “barrio popular” y analizar los motivos por los cuales dotar de conectividad a estos sectores es una problemática compleja.

El actual déficit digital se examinará en el contexto de la pospandemia de COVID-19, en paralelo con sus consecuencias en la educación, la salud y el trabajo. Además, se describirán los proyectos de conectividad pasados y presentes, y se explicarán las complejidades detrás de la solución de la demanda existente. Por último, se revisarán distintas propuestas académicas relacionadas con esta problemática y sus posibles aplicaciones.

a. Inclusión digital

La pobreza y la brecha digital son dos cuestiones que están estrechamente relacionadas. En un mundo en el que la tecnología de la comunicación está cada vez más presente en todos los aspectos de nuestra vida, aquellos que carecen de acceso a Internet y a las habilidades digitales necesarias para su uso pasan a encontrarse en una clara desventaja relativa, lo que contribuye a una profundización de las desigualdades sociales y digitales (García Zaballos *et al.*, 2021, p. 20; Fundación Carolina, 2011, 13). Las personas que viven en situación de pobreza enfrentan mayores barreras para acceder a estas tecnologías, ya sea por limitaciones económicas, por la ausencia de infraestructura o por la falta de conocimientos y habilidades digitales (Cao & Vaca, 2018, p. 11).

Por lo general, cuando se abordan las problemáticas que afectan a los sectores más precarizados de la sociedad, se consideran principalmente las necesidades básicas relacionadas con la alimentación, la salud y la educación. Sin embargo,

la conectividad y la inclusión digital no deberían quedar relegadas a un plano secundario, sobre todo considerando que, en los últimos años, la conexión a Internet se ha convertido en un puente vital para el acceso a la información, a la salud, a los servicios públicos, a las oportunidades de empleo, a la educación en línea y a la participación en la vida social y cívica (Fundación Carolina, 2011, p. 11).

En su publicación "Nuevas Tecnologías y exclusión social", Pedro José Cabrera (2005) expone:

La exclusión social es un proceso que resulta de la desafiliación en relación a dos ejes: el relacional y el laboral. Esta desafiliación da lugar a una falta de reconocimiento personal y social, y a la pérdida de un lugar simbólico positivo en la sociedad. Las TIC contribuyen a recuperar algo de ese lugar a dos niveles: uno, individual (por el lado de la autoafirmación personal que conlleva el aprendizaje y «dominio» de uno de los referentes de nuestra época), y otro, colectivo (por el lado de las relaciones sociales y del acceso laboral que pueden posibilitar). (p. 166)

Cuando hablamos de la *brecha digital*, hablamos sobre la disparidad socioeconómica y tecnológica en el acceso y uso de las *tecnologías de la información y comunicaciones* (o TIC)² (Fundación Carolina, 2011). Esta brecha puede manifestarse en términos de acceso a Internet, posesión de dispositivos electrónicos, habilidades digitales y uso efectivo de la tecnología. Pero también se relaciona con la desigualdad de oportunidades y con otras brechas existentes, como la brecha educativa y la económica (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal] - Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco], 2020).

Uno de los referentes en este tema es el sociólogo español Manuel Castells Oliván, quien en su rol de profesor e investigador en prestigiosas universidades —como la Universidad de California, la Universidad de Oxford y la Universidad Pompeu Fabra— ha estudiado los impactos sociales y culturales de la revolución

² Se denomina TIC al conjunto de herramientas, dispositivos, sistemas y redes que permiten la adquisición, almacenamiento, procesamiento, transmisión y presentación de información de manera digital. Incluyen computadoras, *software*, redes de telecomunicaciones, Internet y todos los dispositivos y aplicaciones relacionados.

digital. Castells (1999) señala que la brecha digital no solo refiere a la falta de acceso físico a la tecnología, sino que también abarca desigualdades en términos de habilidades digitales y participación en la sociedad de la información. Asimismo, argumenta que esta brecha puede profundizar otras formas de desigualdad y marginación, y así generar exclusión social y económica. Por eso, se destaca la importancia de proporcionar el acceso asequible a Internet y fomentar la alfabetización digital en todos los sectores para lograr una sociedad más inclusiva y equitativa.

En línea con este pensamiento, en su publicación “Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), democracia y sectores populares de Argentina”, Sebastián Benitez Larghi (2010) expone:

De nada sirve instalar computadoras y tender redes de fibra óptica si no se transmiten las competencias necesarias para la decodificación de las TIC y, más aún, si no se tienen en cuenta las realidades socioculturales y las racionalidades culturales desde donde los sectores populares las significan e inscriben con un sentido práctico dentro de su vida cotidiana. (p. 32)

Para comprender mejor las implicancias de la brecha digital, podríamos tomar la clasificación que hace la empresa española Iberdrola en el artículo “La brecha digital en el mundo y por qué provoca desigualdad” (Iberdrola, s.f.), en el que distingue tres tipos de brecha existentes:

1. *Brecha de acceso*: se refiere a las posibilidades que tienen las personas para acceder al servicio de Internet. Aquí entran en juego las diferencias socioeconómicas entre las personas y entre los países. La conectividad requiere inversiones e infraestructuras costosas, especialmente, para las regiones menos desarrolladas y las zonas rurales.
2. *Brecha de uso*: hace referencia a la falta de competencias digitales que impiden el manejo de la tecnología. Por ejemplo, se puede materializar en saber o no adjuntar un archivo a un correo electrónico.
3. *Brecha de calidad de uso*: en este caso, se poseen las competencias digitales para manejarse en Internet, pero no los conocimientos para hacer un buen uso de la red y sacarle el mayor provecho posible. Por ejemplo, se puede ver en el acceso a información verificada.

Como mencionamos anteriormente, el acceso a la tecnología permitirá un modelo de sociedad más justo y sostenible. Propiciar políticas estatales que avancen en la democratización del conocimiento y el uso y consumo de la tecnología contribuirá a reducir la brecha de poder entre quienes usan las TIC y quienes usan la información que de ellas se desprende (López Franz, 2020). En conclusión, es imperativo trabajar hacia la inclusión digital de manera integral y garantizar que todos puedan participar plenamente en la sociedad digitalizada actual.

b. Barrios populares

En el Decreto 358/17 (2017), que dio origen al Registro Nacional de Barrios Populares (ReNaBaP)³, se establece que los barrios populares son:

(...) aquellos barrios comúnmente denominados villas, asentamientos y urbanizaciones informales que se constituyeron mediante distintas estrategias de ocupación del suelo, que presentan diferentes grados de precariedad y hacinamiento, un déficit en el acceso formal a los servicios básicos y una situación dominial irregular en la tenencia del suelo, con un mínimo de OCHO (8) familias agrupadas o contiguas, en donde más de la mitad de sus habitantes no cuenta con título de propiedad del suelo, ni acceso regular a al menos DOS (2) de los servicios básicos (red de agua corriente, red de energía eléctrica con medidor domiciliario y/o red cloacal). (p. 1)

Según el Programa Nacional de Conectividad para Barrios Populares de la Subdirección de Proyectos Especiales del Enacom (2020, p. 10), en 2020, existían 4.416 barrios, villas y asentamientos, que reunían a 4 millones de personas, lo que representa aproximadamente el 10% de la población total del país. Estas cifras nos permiten entender la magnitud del problema y la imperante necesidad de abordar las condiciones de vida en estos asentamientos. Las

³ El ReNaBaP es un registro creado por el Gobierno argentino con el objetivo de relevar y regularizar los barrios populares en todo el país. Busca identificar y georreferenciar los asentamientos informales, así como también brindar información actualizada sobre las condiciones socioeconómicas de las personas que los habitan. Esto permite llevar a cabo políticas de inclusión, desarrollo urbano y mejoramiento de la calidad de vida en estos barrios.

características de los barrios populares varían, pero, en general, estos presentan condiciones precarias de vivienda, dificultades de acceso a los servicios básicos (como el agua potable, alcantarillado, electricidad y transporte público) y falta de infraestructura adecuada necesaria para la provisión de servicios de salud, educación y seguridad (TECHO Argentina, 2016, p. 37).

Asimismo, los barrios populares en Argentina enfrentan importantes desafíos en términos de infraestructura para la conectividad digital. El acceso a Internet es muy deficitario, ya sea por la imposibilidad de contar con tarifas asequibles (tanto de las tarjetas prepagas como de los servicios mensuales), por la mala calidad de la señal o por la imposibilidad de acceder a la conexión por cable o red inalámbrica. A su vez, este servicio está condicionado por la disponibilidad de dispositivos móviles (teléfono celular) u otro tipo de dispositivos (computadora, tableta electrónica) en los hogares. Retomando el Programa Nacional de Conectividad de Barrios Populares mencionado anteriormente, en 2020, el 65% de los barrios populares carecían de redes de telefonía, operadores de televisión por cable y redes de fibra óptica e inalámbricas fijas. Por este motivo, en los barrios predomina la televisión satelital, que implica un mayor costo para el usuario, y la telefonía e Internet móviles, de menor calidad y más caros (Enacom, 2020, p. 10).

Uno de los problemas más significativos en este contexto es la dificultad para llevar el cableado de fibra óptica a estos barrios. Esta es considerada una de las tecnologías más avanzadas y de mayor capacidad para proporcionar conexiones a Internet de alta velocidad y calidad. Sin embargo, su despliegue requiere una infraestructura costosa. Los costos de esta infraestructura son habitualmente asumidos por las empresas desarrolladoras de la conectividad. Sin embargo, la implementación de una red de fibra óptica implica costos elevados (como la adquisición de los materiales, el despliegue de la infraestructura, el tendido de cables, las conexiones aéreas o subterráneas, y los equipos de conexión y distribución). Salvo la mano de obra, todos estos costos están dolarizados. En los barrios populares, en los que la densidad de población puede ser alta pero los ingresos individuales son bajos, puede ser difícil lograr la viabilidad económica de un despliegue de fibra óptica. Por lo tanto, los altos costos de instalación y mantenimiento podrían no ser recuperables a través de las tarifas de servicio de Internet, lo que termina dificultando la decisión de inversión por

parte de los proveedores de servicios. Sumado a esto, la fisonomía de los asentamientos populares (con calles estrechas, pasillos angostos y construcciones improvisadas) dificulta el tendido de cables de fibra óptica. Según un estudio de 2019, a partir de los análisis realizados sobre la base de datos del ReNaBaP, la inversión necesaria para integrar social y urbanísticamente a los barrios populares registrados era de más de 26 mil millones de dólares (Nacke, 2019, p. 62).

Por lo tanto, es necesario buscar alternativas viables para garantizar la conectividad de los barrios populares. Es en este punto en el que tecnologías como la red de área amplia de baja potencia (*LPWAN*) y el wifi público pueden desempeñar un papel crucial. Estas soluciones inalámbricas tienen el potencial de brindar conectividad a través de la implementación de puntos de acceso y antenas en lugares estratégicos dentro de los barrios.

Si bien estas soluciones inalámbricas no ofrecen la misma velocidad y capacidad que el cableado de fibra óptica, representan una alternativa más viable y de rápida implementación para abordar esta problemática. La combinación de tecnologías *LPWAN* y wifi público puede ofrecer una cobertura amplia y flexible, y llegar a espacios en los que el cableado tradicional es inviable.

En conclusión, es fundamental abordar la problemática de los barrios populares desde una perspectiva integral que involucre políticas de vivienda, desarrollo urbano, inclusión social y acceso a servicios básicos. Esto incluye acciones para mejorar las condiciones de habitabilidad, provisión de servicios esenciales, educación, salud y empleo. De esta manera, se podrá avanzar hacia una mayor inclusión digital y oportunidades de desarrollo para los residentes de estos barrios.

c. Lecciones aprendidas: conectividad en la pospandemia

La pandemia de COVID-19 puso de manifiesto la importancia crucial de la conectividad digital en todas las esferas de la vida (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2020). Cuando los países se vieron obligados a adoptar medidas de distanciamiento social y confinamiento, la conectividad a Internet se convirtió en un recurso vital para estar informados, para acceder a los servicios esenciales y para mantener la interacción social. En este contexto de crisis

sanitaria, los barrios populares de Argentina enfrentaron desafíos desproporcionados en términos de acceso a la conectividad.

Según el informe “Efectos de la pandemia en los barrios populares” elaborado por Centro de Investigación Social de la organización TECHO Argentina (2020, p. 10), en el primer año de aislamiento se evidenció que, si bien el 79,8% de las personas encuestadas declararon tener acceso a Internet, el 63% consideraron que la calidad de la conexión era muy deficiente. La falta de una conectividad adecuada en estos barrios no solo limitó el acceso a información confiable sobre la pandemia (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2020, p. 3), sino que también afectó la posibilidad de trabajar, estudiar, realizar trámites esenciales, acceder a los servicios médicos y mantener relaciones sociales a través de las plataformas digitales (García Zaballos *et al.*, 2021, p. 11). Como consecuencia, esto ha creado una brecha digital aún más amplia entre los sectores más vulnerables de la sociedad y el resto de la población.

Por otra parte, durante el aislamiento, la educación en línea se convirtió en una herramienta fundamental para garantizar la continuidad del aprendizaje. Sin embargo, muchos estudiantes de los barrios populares no tuvieron un acceso adecuado a Internet, lo que impidió su participación equitativa en el proceso educativo y exacerbó las desigualdades existentes en este sistema. Como expone el informe “El conurbano en la cuarentena II”, realizado por el Instituto del Conurbano (ICO) de la Universidad Nacional de General Sarmiento (2020, p. 7), la accesibilidad a las tecnologías de información y a internet han sido un insumo crítico en el contexto de virtualización de la educación primaria y secundaria, en especial en los hogares de bajos ingresos, impidiendo el acceso igualitario de la población a la educación.

Por otro lado, un relevamiento realizado por el Observatorio de Argentinos por la Educación llamado “Conectividad y dispositivos: actividades escolares de los alumnos de barrios populares durante la interrupción de clases presenciales” (2021, p. 2-4) expuso la insuficiencia del servicio de Internet como una de las principales dificultades para mantener la continuidad pedagógica desde el hogar. Además, registraron que, durante el aislamiento, el 80% de los estudiantes en barrios populares participantes del relevamiento usaron el teléfono celular como principal medio de comunicación con la escuela (p. 2). Estimaron que solo el 39% de las familias de los barrios populares contaron con un servicio de Internet

adecuado para hacer las actividades escolares; mientras que un 31,2% utilizaron un servicio poco adecuado y con problemas constantes de conexión; al 18,2% se les dificultó conectarse; y, finalmente, el 11,6% declararon directamente no utilizar ningún servicio de Internet para hacer tareas escolares (p. 4).

Otra esfera afectada por la falta de conexión o una conexión de baja calidad fue la salud. La conectividad deficiente fue un obstáculo de estos sectores populares para acceder a los servicios de salud y obtener información actualizada sobre las medidas preventivas y los protocolos de seguridad. Esto tuvo consecuencias en la adopción de medidas adecuadas para proteger la salud y contribuyó, en muchos casos, a la propagación del virus en estas comunidades (Cepal, 2020, p. 11).

Como podemos ver, la pandemia ha dejado en evidencia la urgente necesidad de abordar la brecha digital y garantizar el acceso equitativo a la conectividad en los barrios populares de Argentina. Esto es esencial para el ejercicio de los derechos humanos en general, que incluyen el derecho a la educación, la información y la participación en la sociedad (ONU, 2020, p. 9-14). Superar esta brecha no solo permitirá a estas comunidades afrontar mejor posibles crisis sanitarias futuras, sino que también contribuirá al desarrollo social, económico y educativo de sus residentes. Este es un desafío imperante que requiere un compromiso conjunto de los gobiernos, organizaciones sociales y actores involucrados para lograr una sociedad más inclusiva y resiliente en el futuro.

d. Proyectos de conectividad

A lo largo de los años, se han implementado numerosos proyectos y programas destinados a desarrollar la conectividad en los barrios populares para atender la problemática de la inclusión digital. Si bien estos esfuerzos han sido valiosos, todavía existen desafíos importantes que han impedido que estos programas sean suficientes para resolver la problemática.

Uno de los principales desafíos radica en la complejidad y escala del problema. Los barrios populares en Argentina son numerosos y están dispersos por todo el país. Algunos programas se han centrado en áreas específicas o en proyectos piloto, lo que ha limitado su alcance y capacidad de impacto a nivel nacional. Para abordar de manera efectiva la inclusión digital en los barrios populares, se

requiere una estrategia integral y sostenible que pueda llegar a todas las comunidades afectadas.

Sin embargo, la falta de recursos y financiamiento adecuado han sido un obstáculo significativo para el desarrollo de estos programas. A menudo, los presupuestos asignados no son suficientes para cubrir los costos asociados con la infraestructura de red, equipos, mantenimiento y capacitación necesarios. Esto limita la capacidad de expansión y sostenibilidad de los proyectos, y deja a muchas comunidades sin acceso a una conexión de calidad.

Otro desafío importante es la falta de coordinación y colaboración entre los diferentes actores involucrados, como el gobierno, las organizaciones no gubernamentales, las empresas de telecomunicaciones y las comunidades locales. La falta de una visión compartida y una estrategia coordinada han llevado a una implementación fragmentada de los programas, con enfoques aislados y duplicación de esfuerzos. Esta falta de colaboración ha afectado la eficacia y la capacidad de escala de las iniciativas.

Como se mencionó anteriormente, la infraestructura ha sido un factor limitante y las dificultades para llevar a cabo el tendido de cables de fibra óptica en estas áreas han requerido la búsqueda de soluciones alternativas, como las redes inalámbricas. Si bien estas tecnologías pueden ofrecer una conectividad básica, cuando se aplican en la práctica no siempre cumplen con las demandas de ancho de banda y velocidad necesarias para abordar de manera integral la inclusión digital en estos barrios. Esto se debe a que, principalmente, estas soluciones inalámbricas siempre han sido desarrolladas por las mismas personas que viven en el barrio o por cooperativas que utilizan infraestructura básica. Es clave el desarrollo de los puntos wifi con equipamiento de primera línea por parte del Estado.

A esto se suma que los programas existentes se han centrado principalmente en la infraestructura de conectividad sin abordar de manera completa otros aspectos críticos de la inclusión digital, como la capacitación en habilidades digitales, la alfabetización digital y el acceso a dispositivos tecnológicos adecuados. La falta de enfoque en estos aspectos ha limitado el impacto de los programas y ha dejado a los residentes de los barrios populares con barreras adicionales para aprovechar al máximo la conectividad.

Proyectos en Argentina

En nuestro país, tanto a nivel gubernamental como dentro del sector privado, se realizaron —y se continúan realizando— programas y proyectos que tienen como finalidad mejorar la penetración digital en los barrios populares.

Algunos de estos proyectos buscan hacer frente al déficit estructural de acceso a la conectividad en estos sectores mediante grandes inversiones en obras de fibra óptica y otros métodos de conectividad de banda ancha, que intentan brindar una solución de base que luego permita el crecimiento en capas superiores a nivel aplicación para las distintas necesidades de la población; por ejemplo, telegestión de luminarias, *streaming*, educación a distancia, etc.

Por otro lado, se observan proyectos que son de implementación más rápida y que plantean acciones específicas para dotar de herramientas y espacios que permitan acceder a una conectividad lo suficientemente buena para satisfacer las necesidades más urgentes de los habitantes de estos barrios.

Dentro de los proyectos que no requirieron grandes inversiones en obras de conectividad, podemos mencionar el programa nacional Conectar Igualdad (Decreto 11/2022)⁴, impulsado “con el objeto de proporcionar recursos tecnológicos en las escuelas públicas de gestión estatal y de elaborar propuestas educativas con el fin de favorecer la incorporación de las mismas en los procesos de enseñanza y de aprendizaje” (Art. 2). Este proyecto consiste en “la entrega de una computadora a cada estudiante y a cada docente para las escuelas de educación secundaria y de educación especial de gestión estatal y para el resto de los niveles educativos de acuerdo con los criterios que entienda conveniente la Autoridad de Aplicación” (Art. 3).

El impacto de este programa fue objeto de estudio de algunos organismos. Por ejemplo, en el artículo “Efecto de las TIC en el rendimiento educativo: el Programa Conectar Igualdad en la Argentina”, publicado en la *Revista Cepal* (2016, p. 17), se informa que se encontró una diferencia significativa en el rendimiento académico promedio entre el grupo de estudiantes beneficiarios del programa y aquellos que no lo fueron. Asimismo, en el informe “Flujos de conocimientos, tecnologías digitales y actores sociales en la educación

⁴ Esta iniciativa comenzó en el 2010 con el programa llamado CONECTAR IGUALDAD. COM. AR (Decreto 459/2010) y tuvo varias actualizaciones hasta ser el actual PROGRAMA CONECTAR IGUALDAD (Decreto 11/2022).

secundaria: Un análisis sociotécnico de las capas del Plan Conectar Igualdad” (2016, p. 269), publicado por el Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (Ciecti), se destacó que Conectar Igualdad tuvo impacto incluso en los alumnos que tenían las *netbooks*, pero que no contaban con Internet en sus escuelas, ya que aprendieron mejor en sus clases y se redujo la brecha digital entre los sectores más y menos favorecidos.

Otros proyectos impulsados por el Estado en los últimos años fueron los siguientes:

Nombre del proyecto	Año de lanzamiento	Organismo de actuación	Acciones específicas	Alcance
1000 Barrios Populares Conectados	2023	Enacom	Financiamiento de programas y proyectos de conectividad en barrios registrados en el RENABAP	Nacional
Conectando con Vos	2021	Enacom	Promoción del acceso de los sectores vulnerables a las tecnologías de la información y las comunicaciones.	Nacional
Programa de Emergencia para Garantizar el Acceso a Servicios TIC para Habitantes de Barrios Populares en el Marco de la Pandemia COVID-19	2020	Secretaría de Innovación Pública y Enacom	Distribución de 26.100 tarjetas de telefonía celular precargadas por un valor de \$250 cada una, para fortalecer la conectividad durante la pandemia de Covid-19. Beneficio estimado a 31.330 ciudadanos.	Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Programa de Conectividad Roberto Arias	2018	ENACOM	Permitir que ONG pudieran promover la expansión de estas redes, al colaborar y brindar capacitaciones gratuitas, desarrollos técnicos, fomento y publicidad para estas iniciativas, e impulsar que las organizaciones fueran las encargadas de su despliegue.	Nacional
Plan País Digital	2016	Ministerio de Modernización	Mejorar la calidad de los servicios, promover la	Nacional

			transparencia y facilitar la inclusión digital de los ciudadanos	
BA WiFi	2012	Gobierno Ciudad de Buenos Aires	Desarrollo de puntos wifi libre en los espacios públicos de los barrios populares porteños.	Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Argentina Conectada	2010	Secretaría de Innovación Pública	Instalación de redes de fibra óptica e implementar puntos de acceso wifi gratuitos. Instalación de antenas de telefonía móvil para mejorar la cobertura.	Nacional
Núcleos de Acceso al Conocimiento (NAC)	2010	Ministerio de Planificación Federal	Instalación de 277 NAC en establecimientos municipales, Centros Integradores Comunitarios (CIC), bibliotecas populares, organizaciones no gubernamentales y otras instituciones de la sociedad civil.	Nacional
Proyecto Centros Tecnológicos Comunitarios (CTC)	1999	Secretaría de Comunicaciones	Instalación de 1.350 centros con conectividad y la posterior incorporación de 1.745 bibliotecas conectadas.	Nacional

Si bien el sector privado también realizó intentos de invertir en la conectividad dentro de barrios populares, el costo para llevar adelante proyectos estructurales es tan elevado que comercialmente se hace muy difícil de sostener.

Las principales dificultades para obtener un retorno económico sostenible se deben a la falta de capacidad de pago de los usuarios y los altos costos de implementación y mantenimiento de redes. Desplegar infraestructura de telecomunicaciones (instalación de torres de transmisión, antenas y equipos de red, así como la conexión a la red troncal) en áreas densamente pobladas o geográficamente dispersas puede ser costoso. Por otra parte, en los barrios populares, en los que los ingresos suelen ser más bajos, puede existir una limitada capacidad de pago para servicios de telecomunicaciones y esto puede dificultar la recuperación de los costos de la inversión y el mantenimiento de la infraestructura. Otro desafío es la competencia de soluciones alternativas: en algunos casos, los barrios populares tienen acceso a otras opciones de

conectividad, como los servicios de Internet móvil o las redes comunitarias. Estas opciones compiten con los servicios ofrecidos por las operadoras de telecomunicaciones establecidas y dificultan la rentabilidad de los proyectos comerciales.

A modo de referencia de iniciativas privadas, podemos mencionar las siguientes:

- *Proyecto "Internet para Todos"*, de Telefónica Argentina: a través de la instalación de antenas de telefonía móvil y el despliegue de redes de fibra óptica, ambas empresas se unieron con el objetivo de brindar acceso a internet en zonas rurales y de bajos recursos (Telefónica, 2018).
- *Proyecto "Conectividad Rural"*, de Claro Argentina: orientado a brindar acceso a Internet en áreas rurales y alejadas. El proyecto contempla la instalación de infraestructura de telecomunicaciones y la promoción de planes de conectividad accesibles para comunidades rurales⁵.
- *Programa "Barrios Conectados"*, de SGS Valle Visión: mediante el aporte de fondos de ANR de la Enacom, esta empresa busca el desarrollo de la red de datos para llegar a los sectores más necesitados en Misiones⁶.

Asimismo, existen organizaciones no gubernamentales, como cooperativas y asociaciones civiles, que trabajan para mejorar las condiciones de sus barrios.

Entre ellas podemos mencionar a:

- La cooperativa InteP (Internet de la Economía Popular): es un equipo de trabajo salteño, que brinda servicios de Internet para zonas a las que no llegan las operadoras de comunicaciones (Municipalidad de Salta, 2023).
- La Cooperativa Eléctrica de Zárate, con su proyecto "Fibra Hogar": realiza tendidos de fibra para cubrir los barrios populares de este territorio y dotar de conectividad de alta calidad a sus habitantes⁷.

⁵ Véase Salazar, E. (23 de abril de 2019). Claro Argentina planea cubrir 250 zonas rurales con backhaul móvil de la mano de Comtech. *DPL News*.

<https://dplnews.com/claro-argentina-planea-cubrir-250-zonas-rurales-con-backhaul-movil-de-la-mano-de-comtech/>

⁶ Véase Buscan garantizar el acceso de calidad a Internet en Aristóbulo (10 de junio de 2021). *Diario Primera Edición*.

<https://www.primeraedicion.com.ar/nota/100456410/buscan-garantizar-el-acceso-de-calidad-a-internet-en-aristobulo/>

⁷ Véase Vogel, D. A. (24 de junio de 2024). Cooperativa Eléctrica anuncia que la Fibra Hogar ha llegado al barrio La ilusión. *El Debate*.

<https://eldebate.com.ar/cooperativa-electrica-anuncia-que-la-fibra-hogar-ha-llegado-al-barrio-la-ilusion/>

- La Asociación Civil El Hormiguero por la Igualdad, Dignidad y Libertad: llevó adelante distintos proyectos de conectividad en barrios populares como es el caso de “Soldati Conectada”⁸
- La Cooperativa de Servicios Públicos Lujanense: avanzó con proyectos locales para brindar acceso a Internet en cuatro barrios populares de la ciudad de Luján y llegar a 2500 familias⁹.

Ante estas dificultades de actuación del sector privado, el Estado argentino se declaró garante de la provisión del Servicio Universal, “entendido como el conjunto de Servicios de TIC que deben prestarse a todos los usuarios, asegurando su acceso en condiciones de calidad, asequibilidad y a precios justos y razonables, con independencia de su localización geográfica”, en el artículo 18 de la Ley Argentina Digital de 2014 (Ley N.º 27078), con la finalidad de posibilitar el acceso a la conectividad de todos los habitantes del país. En el Programa de Conectividad de Barrios Populares (2020), mencionado anteriormente, se añade:

Enacom definió como primer punto dentro de los “lineamientos de gestión” la tarea de “priorizar la reducción de la brecha digital, a través del impulso de programas y proyectos de conectividad en la República Argentina que posibiliten el acceso equitativo, asequible y de calidad a las TIC a todos sus habitantes, con especial énfasis en las zonas desatendidas”. (p. 12)

En la publicación “Expansión de la conectividad en barrios populares de toda la Argentina” (Enacom, 2021), el Enacom informa una inversión de más de 3.000 millones de pesos para financiar a proveedores de Internet y empresas de TIC de todo el país para que desarrollen tendidos de redes dentro de los barrios populares registrados en el ReNaBaP o la Comisión Nacional Protectora de

⁸ Véase Mc, A., Lamberti, M., Acuña, N. S., & Toledo, R. (2 de diciembre de 2021). Soldati Conectada: un proyecto de conectividad para todos los vecinos. *Nota al Pie*. <https://www.notaalpie.com.ar/2021/12/02/soldati-conectada-un-proyecto-de-conectividad-para-todos-los-vecines/>

⁹ Véase Ghiglione, C. (12 de octubre de 2021). La conectividad garantiza y amplía derechos. *COLSECOR Noticias*. <https://www.colsecornoticias.com.ar/actualidad/la-conectividad-garantiza-amplia-derechos-n11227>

Bibliotecas Populares (CONABIP). Además de la obra necesaria para dotar de acceso a Internet, estos proveedores de tecnología deben incluir una inversión en pisos tecnológicos que doten de puntos de acceso a la población. Un detalle interesante de la propuesta, anunciado en el Programa Nacional de Conectividad de Barrios Populares, es que al menos el 25% de la mano de obra utilizada en estas obras debe ser de organizaciones que habitan estos barrios y de cooperativas de la economía popular (Enacom, 2020, p. 14).

Como podemos observar, este programa de la Enacom es actualmente la principal política de conectividad popular para la construcción de una ciudadanía plena y en igualdad que pueda acceder a los servicios esenciales que el Estado nacional ha definido como prioritario garantizar.

Proyectos internacionales

La inclusión digital en zonas de bajos recursos es una preocupación a nivel mundial. Dentro de las propuestas internacionales, de iniciativa privada, que trabajan en pos de este objetivo, podemos mencionar a Google, que, en el año 2013, lanzó el proyecto "Loon" con el objetivo de proporcionar conectividad de Internet a áreas rurales y remotas utilizando globos de helio equipados con equipos de transmisión de señal. Aunque, en un principio, se consideró una iniciativa prometedora, el proyecto enfrentó desafíos económicos y técnicos significativos, y finalmente fue suspendido en 2021.

Otro ejemplo es el programa "Free Basics"¹⁰, de Facebook, destinado a proporcionar el acceso gratuito a una selección limitada de servicios en línea a varios países en desarrollo. Sin embargo, el proyecto enfrentó críticas y desafíos regulatorios en varios lugares, lo que limitó su alcance y éxito comercial. Como parte de esta iniciativa,

En paralelo, en el 2013, Facebook (hoy Meta Platforms Inc.) lanzó el proyecto "Connecting the Next Billion". Su objetivo era aumentar la conectividad a Internet en áreas con acceso limitado o nulo a través de diversas tecnologías, como globos aerostáticos, aviones solares y antenas terrestres (Dredge, 2013). La idea de brindar conexión a los próximos "mil millones" de habitantes ha sido uno de

¹⁰ Se creó en 2013 como "Internet.org" y en 2015 cambió de nombre a "Free Basics by Facebook". Véase Facebook (s.f.). *Free Basics*.
<https://www.facebook.com/connectivity/solutions/free-basics>

los temas centrales en la agenda internacional y se viene trabajando en ello en el Foro para la Gobernanza de Internet (Internet Governance Forum [IGF]) desde ese momento (Echeberría & Renaud, 2015).

En resumen, los principales desafíos de los programas de conectividad en los barrios populares han sido la complejidad y escala del problema, la falta de recursos financieros, la falta de coordinación entre los actores involucrados, la infraestructura inadecuada y la falta de enfoque integral en aspectos clave de la inclusión digital. Superar estos desafíos requerirá un enfoque más amplio, una mayor inversión y una mayor colaboración entre los diferentes actores, con el objetivo de garantizar un acceso equitativo y de calidad a la conectividad digital en los barrios populares de Argentina.

e. Propuestas académicas

Existen diversos textos y propuestas académicas que abordan la problemática de la inclusión digital en los barrios populares con el objetivo de comprender las barreras existentes y proponer soluciones para reducir la brecha digital en la sociedad.

A continuación, mencionamos algunos ejemplos de estos trabajos académicos. Cada uno de ellos aporta enfoques diferentes para promover una mayor equidad en el acceso y uso de las TIC para la población socialmente más necesitada:

- "Derecho a la conectividad, desigualdad y actores no lucrativos", en *(Des)iguales y (des)conectados: Políticas, actores y dilemas informacionales en América Latina* (Monje, 2021): aborda la importancia del acceso a Internet como un derecho humano y plantea cómo la pandemia de COVID-19 ha expuesto las desigualdades en este ámbito. Este texto presenta datos e indicadores sobre la disponibilidad de infraestructura fija y móvil, la asequibilidad y calidad de los servicios que caracterizamos como desigual, en tanto crea nuevas desigualdades al tiempo que reproduce otras preexistentes en términos geográficos y socioeconómicos. Además, se discuten las medidas que se están tomando para garantizar el acceso a internet como un derecho humano en el país y cómo los actores no lucrativos pueden contribuir a reducir las desigualdades en el acceso a la conectividad en Argentina.

- "¿Políticas de inclusión digital a la latinoamericana? Los casos de Argentina, Colombia y Uruguay en perspectiva comparada" (Cubillos Vargas, 2018): compara las acciones de inclusión digital en estos países con el objetivo de aportar científicamente a la mejora de estas políticas en la región. A través de su investigación, se analizan los conceptos de apropiación y alfabetización digital, se presenta un panorama de la penetración y evolución de las políticas de inclusión digital en Latinoamérica, y se examinan los resultados alcanzados y las experiencias logradas en la escuela secundaria, institutos de formación docente y educación especial de Argentina. La autora concluye que es necesario establecer políticas sujetas a la dinámica de la transformación de los hombres y de las estructuras sociales, sean tecnológicas o informacionales, para mejorar la inclusión digital en la región (Cubillos Vargas, 2018).
- "Derecho a la conectividad en la provincia de Santa Fe. Análisis del Programa de Inclusión Digital y Transformación Educativa "Santa Fe + Conectada" (Maisonave *et al.*, 2021): analiza el derecho a la conectividad en la provincia de Santa Fe, Argentina, y su impacto en el acceso a la información, la educación y otros derechos humanos. Se destaca la importancia de la conectividad durante la pandemia COVID-19 y se presenta el Programa de Inclusión Digital y Transformación Educativa "Santa Fe + Conectada" como una medida para acortar la brecha digital existente en la región. Se hacen recomendaciones para mejorar la situación de la conectividad en Santa Fe y se destaca la necesidad de una regulación más clara en el campo de los derechos humanos en internet.
- "Supuestos y particularidades de las políticas de inclusión digital en el Cono Sur y en Argentina" (Lago Martínez *et al.*, 2016): analiza las políticas de inclusión digital en el Cono Sur y en Argentina, centrándose en el Plan Nacional Núcleos de Acceso al Conocimiento (NAC) creado en 2010. Se presentan similitudes y diferencias entre las políticas de inclusión digital en la región, así como los resultados observados en Argentina. Se realizaron entrevistas a los coordinadores de los NAC y se observaron los espacios de funcionamiento. El documento concluye que las políticas públicas en materia de TIC están enmarcadas en la noción de Sociedad

de la Información y bajo un criterio uniforme de lo que se entiende por inclusión digital. Además, el NAC ofrece la posibilidad de generar algo colectivo y compartir conocimiento (Lago Martínez *et al.*, 2016).

- "La transición digital: retos y oportunidades para Iberoamérica" (Fundación Carolina, 2011): ofrece una visión completa de los desafíos y oportunidades que la transformación digital presenta para la región iberoamericana. El documento aborda temas como la inclusión digital, la educación superior, la transformación empresarial y el desarrollo económico y social. Se destaca la importancia de la colaboración entre los sectores público y privado para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la digitalización. En resumen, el trabajo ofrece una guía para entender cómo la transformación digital puede ser una herramienta clave para la inclusión y el desarrollo durante la pospandemia en la región iberoamericana.
- "Estrategias para construir un nuevo horizonte de futuro" (*Políticas Sociales. Estrategias Para Construir Un Nuevo Horizonte De Futuro*, 2021): ofrece estrategias para construir un nuevo horizonte de futuro en Argentina. El documento se basa en entrevistas realizadas a 20 mujeres y referentes territoriales de los sectores populares del Gran Buenos Aires, con el fin de conocer los principales emergentes en el contexto del Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio (ASPO) durante la pandemia de COVID-19. El texto aborda temas como la incertidumbre laboral, el miedo al contagio, la sobrecarga de tareas domésticas y de cuidado, la soledad y la angustia por no poder ver a los seres queridos. Además, se destaca la importancia de las redes de cuidado y el uso de las TIC para reconfigurarlas. En general, el PDF ofrece una visión de cómo el gobierno argentino está trabajando para mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.
- "Redes comunitarias: acceso a Internet desde los actores locales" , (Baladrón, 2022): esta investigación destaca el papel de las redes comunitarias como una solución viable para la inclusión digital en los barrios populares. Propone la creación de redes inalámbricas locales, gestionadas por la comunidad, que brinden acceso a Internet a bajo costo

y promuevan la participación ciudadana en la gestión y mantenimiento de la infraestructura.

- "Desafíos y dilemas de la universalidad y la ciencia en América Latina y el Caribe en el Siglo XXI" (Silvia Lago Martínez y Nestor Horacio Correa, UBA, 2015) (*Desafíos y dilemas de la universidad y la ciencia en América Latina y el Caribe en el siglo XXI*, 2015): menciona las iniciativas para fomentar la inclusión digital y la conectividad en los barrios populares de América Latina y el Caribe, como por ejemplo, la creación de centros de capacitación y la implementación de programas específicos de conexión a la banda ancha. Estos programas tienen divergencias en cuanto a equipamiento, *software* y modo de distribución, pero los modelos 1:1 son los más comunes en las políticas educativas de inclusión digital debido a su masividad y fuerte inversión económica. Además, muestra iniciativas orientadas a la población que no está alfabetizada digitalmente y que no tiene acceso a una computadora o a la red de banda ancha en su domicilio.
- "Los sentidos de la inclusión digital: un análisis a partir del estudio del programa Punto Digital" (López Franz, 2020): analiza el programa Punto Digital en Argentina y su impacto en la brecha tecnológica. A través de una revisión de la literatura sobre inclusión digital y el repaso de experiencias latinoamericanas recientes, se describe la implementación del programa en cuatro administraciones gubernamentales. La autora, quien trabaja en el programa, lo estudia desde el punto de vista de los beneficiarios y destaca la importancia de la alfabetización digital. También plantea los desafíos que enfrenta el programa para mejorar su impacto en la inclusión digital.
- "Cerrando la brecha de conectividad digital: políticas públicas para el servicio universal en América Latina y el Caribe" (García Zaballos *et al.*, 2021): propone políticas públicas para el servicio universal en América Latina y el Caribe con el objetivo de cerrar la brecha digital y mejorar la conectividad en la región. El documento aborda el concepto, propósito, antecedentes y Fondo Fiduciario del Servicio Universal (FFSU), así como las conclusiones y recomendaciones para mejorar la conectividad digital en la región. Destaca la importancia de cerrar la brecha digital y ofrece

recomendaciones para financiar y llevar a cabo políticas públicas que mejoren la conectividad en la región.

- *Inclusión digital para la inclusión social: contextos teóricos, modelos de intervención y experiencias de inclusión* (Zermeño Flores, 2017): aborda los problemas asociados al acceso, capacidades y aprovechamiento de las TIC, y propone un modelo integral para la inclusión digital desde el trabajo comunitario. El libro se organiza en tres partes: reflexiones teóricas, modelo para actuar a favor de la inclusión digital y resultados del trabajo realizado con las comunidades. Los autores son académicos de diferentes latitudes que trabajan en una investigación básica y aplicada sobre el tema, así como estudiantes y voluntarios que han participado en diferentes réplicas del proyecto.
- "Perspectivas para pensar las consecuencias del COVID-19 desde las coordenadas de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sociedad. América Latina y el escenario pospandemia" (Dutrénit *et al.* (Ed.), 2020): se discuten temas relacionados con la innovación en América Latina y el escenario pospandemia. Se destaca la importancia de las organizaciones de la sociedad civil que se han enfocado en la innovación social para brindar soluciones a problemas sociales que impiden el ejercicio de derechos fundamentales de los pueblos. Además, se menciona la falta de acceso o acceso limitado a Internet y las tecnologías digitales como un obstáculo para el ejercicio de otros derechos fundamentales.
- "Políticas de inclusión digital en Argentina y el Cono Sur cartografía, perspectivas y problemáticas" (Gendler *et al.*, 2015): presenta una investigación sobre las políticas de inclusión digital en Argentina y el Cono Sur. Se destaca que la educación es el foco prioritario de acción en todos los países relevados. Estudia la conectividad de las escuelas a la red de banda ancha y el equipamiento de estudiantes y profesores de computadoras personales, dentro del modelo 1:1. Además, se menciona la creación de programas, como el NAC en Argentina, para reducir la brecha y la inclusión de sectores de la población que no pueden acceder a conectividad, capacitación, formación laboral, etc.

4. Tecnología *IoT*

El “Internet de las cosas” (*IoT*) es considerada una de las tecnologías más prometedoras y disruptivas de los últimos años. En la actualidad, se encuentra en constante crecimiento y ha transformado nuestra forma de interactuar con el mundo que nos rodea.

En esta sección se profundizará en el concepto de *IoT* y se explorará su origen y evolución en los últimos 20 años. Se realizará un mapeo general del ecosistema *IoT* y de los distintos puntos en los que se ha estado trabajando a nivel mundial y regional. Luego, se describirán las tecnologías de conectividad *LPWAN* y se analizará, específicamente, la red *LoRaWAN*, sus características, beneficios y desafíos. Por último, partiendo de la implementación de soluciones *IoT* en el contexto de las ciudades inteligentes, se presentará la actualidad del mercado de *smart cities* en nuestro país¹¹.

a. Internet de las cosas

El concepto *Internet of things (IoT)* refiere a la conexión de objetos cotidianos a Internet, lo que permite la comunicación y el intercambio de información entre ellos sin intervención humana directa. Como anticipamos en la introducción, este término comenzó a utilizarse de manera masiva a partir del año 2009, luego de que Kevin Ashton publicara su artículo “*That ‘Internet of Things’ Thing*” en el *RFID Journal* (Ashton, 2009). Ashton, un experto en tecnología y emprendedor británico, propuso esta idea para describir cómo los objetos físicos podrían ser equipados con sensores y dispositivos de conexión a Internet para recopilar datos y comunicarse entre sí. Es decir, el “Internet de las cosas” es una plataforma de transformación digital que puede servir como eje para desarrollar el ecosistema digital basado en datos (Degada *et al.*, 2021, p. 5).

En los últimos veinte años, el *IoT* ha experimentado un desarrollo significativo, impulsado por avances tecnológicos en áreas como la miniaturización de dispositivos, la conectividad inalámbrica, los sistemas de sensores y el

¹¹ Para más información sobre *smart cities* en América Latina, ver Anexo III.

procesamiento de datos. Esto ha permitido la proliferación de una amplia gama de aplicaciones y dispositivos *IoT* en diversos sectores: en el campo de la salud, esta tecnología revolucionó la atención médica al permitir, por ejemplo, la monitorización remota de pacientes y la administración de medicamentos; en la industria, la vemos en la creación de fábricas inteligentes; en los hogares, se manifiesta mediante la automatización de diversas funciones a través de aplicaciones móviles o asistentes de voz; y en temas de transporte, el *IoT* dio lugar a la aparición de los vehículos conectados y autónomos. En línea con esto, en el artículo “El impacto del internet de todas las cosas (*IoT*) en la vida cotidiana”, publicado en Ciencia Latina Revista Multidisciplinar (Salinas *et al.*, 2022), se cita:

El Internet de las cosas (*IoT*) está transformando rápidamente las industrias, las comunidades y nuestra vida cotidiana. Ésta tecnología nos está permitiendo avanzar en muchos campos de trabajo permitiendo modificar, simplificar y ejecutar nuevas maneras de llevar a cabo las tareas de manera más eficiente y con menos esfuerzo. (p. 8)

Esta evolución estuvo impulsada por varios factores. En primer lugar, el abaratamiento de los componentes y la mejora de la eficiencia energética han facilitado la adopción masiva de dispositivos *IoT*. Además, el despliegue de redes de comunicación de alta velocidad, como el 4G y el 5G, ha proporcionado una infraestructura sólida para la conectividad masiva de dispositivos. Otro factor clave fue el avance en el procesamiento de datos y la inteligencia artificial. La capacidad para almacenar y analizar grandes volúmenes de datos generados por los dispositivos *IoT* ha permitido obtener información valiosa y tomar decisiones basadas en datos en tiempo real. Además, la combinación del *IoT* con la inteligencia artificial (IA)¹² dio lugar a la creación de sistemas autónomos y a la automatización de tareas.

Por otro lado, la interconexión de objetos y la recopilación masiva de datos generan desafíos significativos en términos de privacidad y seguridad, ya que un

¹² Se denomina inteligencia artificial a la disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico.

número mayor de dispositivos conectados significa una mayor superficie de ataque para los ciberdelincuentes (Check Point Research, 2023). En el informe *Future of the Connected World: Global Action and Recent Progress* (Foro Económico Mundial, 2022), Madeline Carr, miembro del Consejo Connected World, expone que, según Accenture, hubo en promedio 270 ataques por empresa en 2021, lo que representó un aumento del 31% respecto del año anterior. Este incremento fue más notable en los dispositivos conectados, para los cuales los ciberataques a dispositivos *IoT* se duplicaron en comparación con el año anterior (Foro Económico Mundial, 2022, p. 12). También son desafíos la interoperabilidad y los estándares comunes que son necesarios para garantizar la compatibilidad y la integración de los dispositivos *IoT* en diferentes plataformas y entornos.

En resumen, el *IoT* pasó de ser un concepto novedoso a convertirse en una realidad tangible y ha dado lugar a una amplia gama de aplicaciones y dispositivos que transforman la forma en que interactuamos con nuestro entorno.

b. Tecnología LoRaWAN

En 2020, el mercado global del *IoT* contó con una valuación de 761 mil millones de dólares y se estima que superará los 1.4 mil millones de dólares para 2026, con una tasa de crecimiento fuertemente liderada por el sector industrial (Hiter, 2021). Este crecimiento trajo aparejada la necesidad de contar con tecnologías de conectividad de largo alcance, con capacidad para cubrir grandes superficies y que requieran un bajo consumo de batería para la transferencia de datos (dado que la gran mayoría de los sensores o dispositivos que se utilizan funcionan de manera autónoma con batería propia). En el informe "*Smart Village: An IoT Based Digital Transformation*" (2021), se plantea que "la transformación digital requiere tecnología de comunicación *IoT* que pueda servir a un área grande, trabajar con energía limitada, menos tiempo de configuración y operar en diferentes climas" (Degada *et al.*, 2021, p. 5).

En este contexto, fueron surgiendo muchas tecnologías *LPWAN* (es decir, redes de área amplia y baja potencia), como SigFox y *LoRaWAN*. SigFox es una de las soluciones *LPWAN* más conocidas en el mercado actual, propiedad de la empresa análoga SigFox (Dólera, 2019, p. 20). Es una tecnología que permite la

comunicación de baja velocidad y bajo consumo de energía entre dispositivos IoT y una red centralizada. Es especialmente adecuada para aplicaciones que requieren transmisiones de datos breves y ocasionales, como sensores de seguimiento, monitoreo de activos y medidores inteligentes. Sin embargo, el rendimiento máximo que ofrece es muy inferior al ofrecido por otras tecnologías del mismo tipo (Dólera, 2019, p. 20).

Por su parte, *LoRaWAN* (red de área amplia de largo alcance) es una tecnología de red inalámbrica de bajo consumo de energía que permite la transmisión de datos a largas distancias (Moya Quimbita, 2018, p. 6). Se caracteriza por su capacidad para cubrir áreas extensas con una infraestructura de red mínima y su capacidad para soportar una amplia variedad de aplicaciones *IoT*, como agricultura inteligente, ciudades inteligentes y telemetría industrial.

Según el estudio *A Survey of LoRaWAN for IoT: From Technology to Application* realizado por la Universidad de Gante, en Bélgica, a diferencia de SigFox, *LoRaWAN* ofrece la posibilidad de implementaciones de redes privadas y una fácil integración con una serie de plataformas de red en todo el mundo (Haxhibeqiri *et al.*, 2018, p. 31). Si bien Sigfox cuenta también con una cobertura a nivel global, su tecnología se basa en desarrollos totalmente propietarios que terminan limitando cualquier posibilidad de desarrollar libremente proyectos tecnológicos revolucionarios de manera libre y fácilmente.

LoRa (siglas de *Long-Range*) es el término empleado para referirse a la capa física utilizada para crear enlaces de comunicación de largo alcance en las redes *LoRaWAN* (Haxhibeqiri *et al.*, 2018, p. 2). Esta tecnología, patentada por la empresa Semtech Corporation en 2014, fue diseñada para habilitar comunicaciones de larga distancia y baja potencia, operando en la banda ISM¹³. *LoRaWAN* es la capa *MAC* (*medium access protocol*), de código abierto y estandarizado por la LoRa Alliance para ser ejecutada sobre la capa física de *LoRa* (Haxhibeqiri *et al.*, 2018, p. 2; Barro *et al.*, 2019, p.2). Está implementada en más de 170 países y existen más de 17 mil redes privadas y más de 155

¹³ El concepto "banda ISM" en *LoRaWAN* se refiere a las frecuencias de radio que se utilizan para la transmisión de datos. ISM significa "*Industrial, Scientific, and Medical*" (Industrial, Científica y Médica) y se refiere a las bandas de frecuencia que están reservadas para su uso en aplicaciones industriales, científicas y médicas. En el contexto de *LoRaWAN*, la banda ISM se utiliza para la comunicación de dispositivos *IoT* a través de ondas de radio de baja potencia y alcance extendido.

operadores de redes públicas a nivel mundial (*The Future of LoRa*, s.f.). Es la que provee de los mecanismos que permiten la comunicación entre los distintos dispositivos conectados a la red y las puertas de enlaces, dándole forma y funcionalidad a la arquitectura de red necesaria para la ejecución de aplicaciones en la capa superior.

El despliegue de las redes basadas en *LoRaWAN* se realiza con una topología punto a multipunto (o en estrella)¹⁴ donde los dispositivos finales se conectan mediante *gateways* (puertas de enlace) a la red que, a su vez, se conecta utilizando *backbones* (redes troncales) a otras tecnologías hacia los servidores de gestión y de aplicación (Barro *et al.*, 2019, p. 2). Estos *gateways* son equipos pequeños, fácilmente instalables, que solo requieren energía eléctrica para funcionar. Usualmente, se los coloca en torres de comunicación, ya que, a mayor altura, mayor área de cobertura tienen. Para poder transmitir los datos recibidos desde los sensores, estas puertas de enlace requieren contar con otro canal de comunicación propio (puede ser cualquier otra tecnología de transmisión de datos, tanto cableada como fibra óptica o inalámbrica, como el 4G).

La comunicación entre los *gateways* y los dispositivos finales es bidireccional, pero esta tecnología *LoRaWAN* maneja un ancho de banda chico y limitado, ya que, justamente, fue desarrollada con el fin de recibir o enviar pequeñas transmisiones de datos y mantener de esa manera un funcionamiento longevo de la batería en los dispositivos conectados (Haxhibeqiri *et al.*, 2018, p. 4; Hernández Caballero, 2020, p. 65). Esta limitante en cuanto al ancho de banda posible de transmisión es el principal elemento que es necesario considerar en cualquier proyecto planteado en esta investigación, ya que no estaremos dotando de una alternativa a la banda ancha o conectividad por celular, sino que estaremos limitados a transferencia pequeñas de datos que nos representarán un desafío mayor a la hora de formular posibles implementaciones para el fin de la penetración digital.

Una de las principales características de *LoRaWAN* es su gran alcance: permite una amplia cobertura llegando a entornos rurales de más de 40 kilómetros de distancia (Culic Gambiroza *et al.*, 2019, p. 3). Sumado a esto, el bajo

¹⁴ La topología punto a multipunto (también conocida como topología estrella o simplemente P2MP) es una arquitectura de red común para redes inalámbricas al aire libre que conecta múltiples ubicaciones a una única ubicación central.

requerimiento en consumo de energía para los dispositivos que se deben conectar permite una vida útil de hasta quince años (Hernández Caballero, 2020, p. 32). Por último, cuenta con un estándar de seguridad que incluye encriptación, sistema de autenticación mutua, y protección de integridad y confidencialidad . Por otra parte, los *gateways* cuentan con la capacidad de soportar millones de mensajes en simultáneo, lo que es necesario para cualquier despliegue público, escalable y masivo. La tecnología se encuentra estandarizada y cuenta con cientos o miles de desarrollos de código abierto y una comunidad pujante que constantemente genera nuevos usos e implementaciones de este tipo de red. Otra de las ventajas de esta tecnología es el bajo costo necesario para construir infraestructuras *LoRaWAN*, tanto en los *gateways* como en los requisitos para dotar a cualquier dispositivo de la tecnología necesaria para utilizar este tipo de red de transporte de datos (Hernández Caballero, 2020, p. 65).

Un buen ejemplo, no solo de la penetración a nivel mundial de *LoRaWAN*, sino también del espíritu de ecosistema abierto y creciente es la red de *IoT* llamada *The Things Network*. Esta red es global, abierta y miembro de la LoRa Alliance. Está formada por una comunidad que cuenta con más de 150 mil miembros en 151 países y, en la actualidad, posee algo más de 20 mil puertas de enlace¹⁵. Esta red es el claro modelo de que fácilmente se pueden desplegar redes *LoRaWAN* en básicamente cualquier lugar y además permite e incentiva el desarrollo constante de nuevas aplicaciones para esta tecnología para cualquier sector: agro, ciudades, educación, etc.

c. Smart cities en Argentina

Las ciudades inteligentes (*smart cities*) se denominan así porque son entornos urbanos que utilizan TIC para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y optimizar la gestión de los recursos. Se caracterizan por la integración de infraestructuras, servicios y sistemas inteligentes que permiten una mayor eficiencia, sostenibilidad y participación ciudadana (Seisdedos, 2016).

En la publicación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) *La ruta hacia las Smart Cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente* (Bouskela et al., 2016), se las define de esta manera:

¹⁵ Véase *The Things Network* [Página web]. <https://www.thethingsnetwork.org/>

Una ciudad inteligente y sostenible es una ciudad innovadora que utiliza las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y otros medios para mejorar la toma de decisiones, la eficiencia de las operaciones, la prestación de los servicios urbanos y su competitividad. Al mismo tiempo, procura satisfacer las necesidades de las generaciones actuales y futuras en relación con los aspectos económicos, sociales y medioambientales. Asimismo, resulta atractiva para los ciudadanos, empresarios y trabajadores, pues genera un espacio más seguro, con mejores servicios y con un ambiente de innovación que incentiva soluciones creativas, genera empleos y reduce las desigualdades. De esa manera, las Ciudades Inteligentes promueven un ciclo virtuoso que produce no solo bienestar económico y social, sino también el uso sostenible de sus recursos con miras a elevar la calidad de vida a largo plazo. (p. 14)

En Argentina, el mercado de las ciudades inteligentes comenzó en la década de 2010 con los primeros proyectos piloto y experiencias aisladas en diferentes ciudades del país. Específicamente, en el año 2012, se presentó el Programa Ciudades Emergentes y Sostenibles (CES) del BID, con el objetivo proveer apoyo a los gobiernos locales para el desarrollo y la ejecución de planes de sostenibilidad urbana (Instituto de Estudios Estratégicos y de Relaciones Internacionales, 2019, p. 1). Por otra parte, en abril de 2019, se realizó uno de los eventos más relevantes a nivel global en este tema: la Smart City Expo Buenos Aires 2019. Allí se debatieron seis temáticas que convergen en la creación y formación de ciudades inteligentes: movilidad, sustentabilidad, inclusión, transformación, aprendizaje y seguridad (Ibídem, 2019, p. 2).

Los avances en este campo son impulsados por diversos actores: el sector público, las empresas de tecnología y otros proveedores de servicios, y las organizaciones civiles. Respecto del sector público, como veremos a continuación, el Estado argentino ha promovido distintas políticas y programas para el desarrollo del mercado de las ciudades inteligentes: uno de los hitos importantes fue la implementación del proyecto "Ciudad Conectada"¹⁶ en la

¹⁶ Véase Rocha, L. (30 de mayo de 2014). Ciudad conectada: la tecnología que mejora la vida de los porteños. *La Nación*. <https://www.lanacion.com.ar/buenos-aires/ciudad-conectada-la-tecnologia-que-mejora-la-vida-de-los-portenos-nid1695723/>

Ciudad Autónoma de Buenos Aires en 2015. Este proyecto tiene como objetivo transformar la ciudad en un entorno digitalmente conectado, incorporando tecnologías como sensores, cámaras de vigilancia y una plataforma de gestión centralizada. A partir de esta iniciativa, se han desarrollado múltiples proyectos en áreas como movilidad inteligente, seguridad ciudadana, gestión de residuos y eficiencia energética.

Por otro lado, podemos mencionar a la ciudad de Rosario, Santa Fe, que también ha implementado diversas iniciativas para mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Por ejemplo, en 2015, el Gobierno de Santa Fe desarrolló un sistema de gestión de tráfico inteligente que utiliza sensores y cámaras para monitorear el flujo vehicular y optimizar los tiempos de desplazamiento¹⁷. Además, se han implementado sistemas de iluminación inteligente que se adaptan automáticamente a las condiciones lumínicas y el flujo de personas; por ejemplo, en el Monumento a la Bandera¹⁸.

La ciudad de Mendoza, por su parte, este año —2023— pondría en marcha el “Plan maestro para el sector hídrico de la provincia”: proyecto de gestión integral del agua utilizando sensores y tecnología de monitoreo. Este proyecto permitirá detectar fugas, medir el consumo de agua en tiempo real y optimizar la distribución del recurso, contribuyendo a un uso más eficiente y sustentable¹⁹.

Por último, el Municipio de Pilar²⁰, empujado por la pandemia, también ha desarrollado diversos proyectos de “ciudad inteligente”, todos interconectados, que incluyen un sistema de atención ciudadana omnicanal, un sistema de telegestión de luminarias, el desarrollo de una red *LoRaWAN* propia, la

¹⁷ Véase Gobierno de Santa Fe (3 de diciembre de 2019). Lifschitz inauguró el sistema de tránsito inteligente en la autopista Rosario-Santa Fe. *Santa Fe Provincia Noticias*. <https://www.santafe.gob.ar/noticias/noticia/266897/>

¹⁸ Véase Dobal, P. (3 de agosto de 2022). Cómo funcionará la nueva iluminación LED del Monumento a la Bandera. *Punto Biz*. <https://puntobiz.com.ar/negocios/como-funcionara-la-nueva-iluminacion-led-del-monumento-a-la-bandera-202283600>

¹⁹ Véase Universidad de Cuyo (5 de septiembre de 2022). Gestión del agua en Mendoza: las claves del plan maestro con influencia israelí. *Unidiversidad*. <https://www.unidiversidad.com.ar/gestion-del-agua-en-mendoza-las-claves-del-plan-maestro-con-influencia-israeli>

²⁰ El autor de esta investigación trabajó como asesor externo del Municipio de Pilar en la gestión de COVID-19 y en el desarrollo del sistema de atención vecinal. A principios de 2022, asumió como secretario de Innovación y lidera distintos proyectos de ciudades inteligentes como la telegestión de luminarias, despliegue Red *LoRaWAN*, 650 puntos wifi, sistema de estacionamiento inteligente, transformación digital del sistema de salud e implementación de telemedicina, desarrollo de aplicaciones móviles ciudadanas, entre otros.

construcción de un sistema de Estacionamiento Inteligente sensorizado²¹, entre otros.

Estos ejemplos dan cuenta de la evolución del mercado de las ciudades inteligentes en Argentina. Se están incorporando tecnologías como el *IoT*, el *big data*²², la IA y el análisis de datos para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y hacer más eficiente la gestión de las ciudades.

Sin embargo, a pesar de los avances logrados en este campo, Argentina aún enfrenta desafíos en términos de infraestructura, inversión y regulación. Pero se espera que con la creciente conciencia sobre los beneficios de estas ciudades tecnológicas y el impulso de políticas públicas adecuadas, este mercado continúe expandiéndose y contribuyendo al desarrollo sostenible de las ciudades argentinas.



²¹ Véase Comienza a funcionar el Estacionamiento Inteligente (10 de agosto de 2022). *Pilar a Diario*.

<https://www.pilaradiario.com/informacion-general/2022/8/10/comienza-funcionar-el-estacionamiento-inteligente-121483.html>

²² Se entiende por *Big Data* al análisis y procesamiento de conjuntos de datos masivos y complejos para obtener insights y patrones que pueden utilizarse para la toma de decisiones y la generación de conocimiento

5. Tecnología wifi

Con origen en la marca registrada Wi-Fi, esta tecnología posibilita la interconexión inalámbrica de dispositivos electrónicos y permite aprovechar las ventajas de la tecnología *IoT* con una mayor comodidad. Desde su aparición, ha evolucionado de manera notable y hoy nos ofrece una infraestructura sólida, con velocidades y alcances mayores.

En este apartado se presentará la tecnología wifi y se expondrá brevemente su evolución, alcance e importancia en la sociedad actual. Luego, se introducirá el concepto de *hotspot* y se explicarán los portales cautivos wifi, sus beneficios y desafíos, y se hará hincapié en su potencial como medio de comunicación.

a. Wifi

La tecnología wifi (abreviatura de *Wireless Fidelity*), basada en el estándar de comunicación inalámbrica 802.11 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), es una tecnología que permite la conexión inalámbrica de dispositivos a Internet y a redes locales (Wi-Fi®, s. f.). Fue desarrollada por la empresa de telecomunicaciones NCR Corporation, a principios de los años 90, con el objetivo de ofrecer una alternativa práctica y conveniente a los cables de red para la transmisión de datos (McCann, 2020)²³.

A medida que esta tecnología evolucionó, se establecieron estándares que mejoraron la interoperabilidad entre diferentes dispositivos y proveedores, lo cual permitió una adopción masiva y una mayor facilidad de uso para los usuarios. Además, evolucionaron desde el punto de vista de la velocidad: los primeros estándares wifi ofrecían velocidades de transmisión relativamente bajas, pero con el desarrollo de tecnologías como WiFi 6 (802.11ax), se alcanzaron velocidades de varios *gigabits*²⁴ por segundo, lo que permitió una experiencia de

²³ Si bien su desarrollo y estandarización fue realizado por un equipo de científicos e ingenieros de NCR Corporation, la tecnología inalámbrica que hoy conocemos como *wifi* fue impulsada y popularizada por la Alianza Wi-Fi (Wi-Fi Alliance), una organización sin fines de lucro que se encargó de promover la interoperabilidad y la adopción masiva de dispositivos compatibles con esta tecnología.

²⁴ Un *gigabit* es una unidad de medida de información normalmente abreviada como Gb, que equivale a 10⁹ *bits*.

conexión más rápida y fluida (Pahlavan & Krishnamurthy, 2020, pp. 3-19). Por otro lado, el wifi también ha experimentado mejoras significativas en términos de alcance: las nuevas versiones de la tecnología han ampliado la cobertura y permiten, así, conexiones estables a mayores distancias. Además, se desarrollaron tecnologías como el WiFi Mesh²⁵, que utiliza múltiples puntos de acceso para ampliar el alcance de la señal y garantizar una cobertura uniforme en hogares y espacios grandes (Pahlavan & Krishnamurthy, 2020, pp. 3-19).

En la actualidad, el wifi es ampliamente utilizado en hogares, empresas, instituciones educativas, espacios públicos y, prácticamente, en cualquier lugar que requiera una conexión a Internet (Sinha, 2023). Además de los dispositivos tradicionales, como computadoras y teléfonos inteligentes, el wifi ha permitido la proliferación de diversos dispositivos *IoT* que se conectan a Internet y se comunican entre sí para ofrecer una amplia gama de servicios y comodidades, como electrodomésticos inteligentes, sistemas de seguridad, cámaras de vigilancia, entre otros. En el artículo “State of IoT 2023: Number of connected IoT devices growing 16% to 16.7 billion globally” (Sinha, 2023), se indica que el wifi representa el 31% de todas las conexiones *IoT* y que, en 2022, más de la mitad de los dispositivos habilitados para esta red se basaron en las últimas tecnologías Wi-Fi 6 y Wi-Fi 6E, que prometían una conectividad inalámbrica más rápida y confiable. Además, plantea que la adopción de estas tecnologías ha hecho que la comunicación entre los dispositivos *IoT* sea más eficiente, lo que ha mejorado las experiencias de los usuarios y el rendimiento general, y concluye que el wifi está liderando la conectividad *IoT* en sectores como hogares inteligentes, edificios y atención médica.

Por lo tanto, esta conexión inalámbrica se ha convertido en una tecnología que ha cambiado la forma en que nos comunicamos y relacionamos con el mundo digital, ya sea en temas de comunicación, trabajo, entretenimiento, etc.; por lo que podemos decir que se ha convertido en una necesidad básica.

b. Hotspot wifi y portal cautivo

²⁵ El WiFi Mesh es una tecnología de red inalámbrica que utiliza una serie de dispositivos interconectados para crear una red de cobertura amplia y estable en todo el área de uso.

Un *hotspot* (o punto de acceso) es un dispositivo inalámbrico que sirve como punto de entrada a Internet a través de una conexión wifi, es decir, que proporciona conectividad a dispositivos móviles y otros dispositivos dentro de un área específica (Prieto del Valle, 2015, p. 9). Las características de los *hotspots* wifi varían según la infraestructura y los recursos disponibles en el entorno. En términos de *hardware* (es decir, los elementos físicos), suelen estar compuestos por un enrutador inalámbrico (comúnmente conocido como *router*) o un dispositivo similar que permite la transmisión de señal wifi. Estos enrutadores están conectados a un antena principal que proporciona la conectividad a Internet y salida a la red.

Por su parte, un portal cautivo es una página de inicio, o portal web, configurada en un *hotspot* que aparece automáticamente cuando un usuario intenta conectarse a una red (Awati, 2023; Hackett, 2021). Es decir, es la primera página que los usuarios ven al conectarse a una red wifi, ya sea pública o privada, y puede ser una simple página de bienvenida o un sitio más complejo que les exija ingresar ciertos datos para navegar en Internet. Los encontramos habitualmente en lugares públicos que ofrecen puntos de acceso wifi gratuitos; por ejemplo, hoteles, aeropuertos y centros comerciales (Awati, 2023). El propósito principal de estos portales es autenticar y gestionar el acceso a la red wifi (Hackett, 2021). Los administradores de la red pueden requerir que los usuarios proporcionen un nombre de usuario y contraseña o acepten los términos y condiciones de uso antes de acceder a Internet. Por lo tanto, una de sus ventajas es la seguridad, ya que este paso de autenticación ayuda a proteger la red wifi de accesos no autorizados y posibles amenazas cibernéticas (y esto es especialmente importante en entornos públicos que deben garantizar la privacidad y seguridad de los usuarios). Además, les permite a los administradores gestionar el ancho de banda para cada usuario para evitar la saturación de la red y garantizar un rendimiento óptimo, lo cual mejora la experiencia del usuario.

Los portales cautivos wifi también sirven como medios de comunicación. A través de ellos se pueden transmitir mensajes importantes (información institucional, políticas de uso de la red, normas de comportamiento, servicios disponibles, contacto de soporte técnico), o crear enlaces a recursos relevantes o cualquier otra información que pueda ser de interés para los usuarios mientras están conectados a la red (mostrar noticias locales, actualizaciones del clima, consejos

útiles utilizarse). Pueden funcionar como formas de presentación (por ejemplo, mensajes de bienvenida) o para llevar a cabo estrategias de *marketing* (avisos publicitarios, promocionales, etc.). Todos estos ejemplos muestran que los portales cautivos wifi ofrecen una plataforma versátil que puede ser aplicable a diversos entornos (Prieto del Valle, 2015, pp. 8-10).

Como vemos, los portales cautivos no solo brindan acceso a Internet, sino que también son herramientas de comunicación, lo que permite fortalecer la relación entre los proveedores de servicios y sus usuarios. Retomaremos este punto en la descripción de nuestra propuesta, ya que buscamos que el portal cautivo construya un canal de comunicación en los barrios populares.



6. Propuesta

A lo largo de esta investigación, expusimos la necesidad de encontrar soluciones fáciles y rápidas que ayuden a reducir —en vistas a eliminar— la brecha digital existente en nuestro país. Con el objetivo de proveer de conectividad básica a Internet a los barrios populares, pero también implementar soluciones tecnológicas para algunos de sus problemas específicos, presentaremos, a continuación, nuestro proyecto: el Domo Digital²⁶.

En esta sección, se introducirá el esquema de la solución conceptual, que plantea el uso de un punto único de conectividad que genere las señales de *IoT* y de wifi, la construcción de puntos wifi con portal cautivo y la provisión de un kit de soluciones de *IoT* social.

Luego, se expondrán las características técnicas y condiciones necesarias para implementar el proyecto. Por último, se comentarán algunos desafíos que presentan las tecnologías wifi e *IoT*, y que pueden significar dificultades a la hora de la puesta en marcha de la propuesta.

a. Domo digital

El objetivo de esta propuesta es presentar un esquema de conectividad rápida para los barrios populares sobre la base de componentes de fácil implementación, escalables y replicables, en un formato de ecosistema prearmado al que denominaremos Domo Digital.

Este paquete contará con tres elementos clave:

1. Una estructura de antena principal que generará las capas de conexiones macro.
2. Estructuras de antenas más pequeñas para el desarrollo de *hotspots* wifi a lo largo del barrio.
3. Un kit de cinco soluciones *IoT* para resolver distintas problemáticas sociales.

Es decir, se centra en un enfoque integral que constará de una estructura proveedora de conectividad inalámbrica (antena principal) y de elementos

²⁶ Esquema conceptual del Domo Digital en Anexo I.

consumidores de dicha conectividad dentro de los barrios (las antenas de *hotspots* wifi y los kits de soluciones *IoT*). Al combinar tecnologías inalámbricas (*LoRaWAN*, puntos wifi públicos y soluciones de *IoT*) se superará la barrera de los tendidos de fibra óptica, lo cual permitirá una implementación más ágil y eficiente.

Además, los *hotspots* wifi contarán con un portal cautivo desarrollado especialmente para dotar a estos puntos de acceso con un canal de comunicación interno donde se podrán leer noticias, buscar trabajo, compartir información, etc., dentro de un esquema de Intranet del barrio.

El propósito es generar un ecosistema de conectividad que empodere a los residentes de los barrios y les facilite el acceso a oportunidades educativas, laborales y sociales.

El Domo Digital es un proyecto que podrá ser aplicado en diferentes asentamientos populares, ya que potencialmente puede adaptarse a las particularidades y requisitos de cada barrio; es decir, la infraestructura será construida según las necesidades específicas de cada sitio. Además, es una solución que permitirá ampliar la cobertura de conectividad en la medida en que la demanda aumente, llegando cada vez a más beneficiarios. La flexibilidad de nuestra propuesta nos permitirá adaptarnos a los cambios tecnológicos y sociales, asegurando que nuestra solución se mantenga actualizada y sea efectiva a lo largo del tiempo.

Antena principal y antenas de puntos de acceso wifi

En primer lugar, se propone la instalación de una torre única que será responsable de la transmisión tanto de la conectividad *LoRaWAN* en el área afectada como de la transmisión inalámbrica para la conectividad de los puntos wifi.

Esta torre estará equipada con una sólida conectividad troncal mediante fibra óptica, lo que permitirá una transmisión eficiente y de alta velocidad. Además, contará con los equipos transmisores de ambas tecnologías mencionadas, *LoRaWAN* y conectividad punto a multipunto, para proporcionar la cobertura amplia y confiable que requerirán los *hotspots* wifi y los dispositivos que componen los kits de *IoT* social.

En segundo lugar, con respecto al sector consumidor, se implementarán pequeñas torres generadoras de puntos wifi públicos distribuidas estratégicamente en los barrios. Estas torres contarán con receptores de la señal maestra proveniente de la torre principal y generarán señales wifi libres con un portal cautivo en cada punto de acceso. De esta manera, se brindará conectividad wifi gratuita y de calidad a los residentes de los barrios, para que tengan acceso a la información y servicios en línea.

Kit de soluciones IoT²⁷

Como anticipamos, a través del kit se buscará abordar cinco problemáticas específicas de los barrios populares mediante la provisión de:

1. botones de pánico
2. sensores de calidad de agua en napas
3. sensores de incendio
4. sensores de pérdidas de gas
5. cabinas de telemedicina

Estas soluciones *IoT* funcionarán dentro de la red *LoRaWAN* generada por la antena principal, lo cual permitirá una comunicación eficiente y segura de los datos recopilados. Además, esta propuesta incluirá un equipo humano que se encargará de monitorear y administrar de manera eficiente todas las soluciones del kit, facilitando la recolección y análisis de datos, la gestión de alertas y la toma de decisiones basadas en información actualizada y precisa.

En esta propuesta nos centramos en estos cinco dispositivos, pero a futuro se podrían incorporar otros elementos que permitan un abanico de soluciones *IoT* más amplio. Algunos de estos podrían ser: sensores de monitoreo de energía para personas electrodependientes; sistemas de monitoreo de inundaciones; dispositivos de ahorro energético —como enchufes inteligentes y termostatos programables—; sistemas de monitoreo de calidad de aire; plataformas de participación ciudadana para la comunicación entre la comunidad y las autoridades; sistemas de monitoreo de riesgos naturales —como sensores sísmicos—; sistemas de agricultura urbana —como huertos verticales—; sistemas de riego automatizado y sensores de humedad del suelo; dispositivos

²⁷ Diseños conceptuales de los kits en Anexo II.

de seguridad vial —como señalizaciones inteligentes—; cruces peatonales iluminados y sensores de velocidad; sistemas de gestión de residuos —como contenedores conectados a la red *LoRaWAN* con sensores de llenado y rutas de recolección automatizadas—.

Botón de pánico

Es un dispositivo compacto y fácil de usar que les permitirá a los residentes del barrio solicitar ayuda de forma rápida y eficiente ante una emergencia o situación de peligro, como un asalto o un caso de violencia doméstica.

De esta manera, la persona podrá activar el botón para alertar a las autoridades policiales y recibir asistencia inmediata. Está pensado tanto para la seguridad personal como para la tranquilidad colectiva del barrio.

El desafío que presenta es que requerirá una conectividad confiable para dar respuesta inmediata a las solicitudes de ayuda.

Calidad de agua

La falta de acceso a agua potable segura en los barrios de menores recursos puede causar enfermedades, como diarreas y problemas gastrointestinales. Los sensores que monitorean la calidad del agua potable podrán detectar posibles contaminantes, analizar parámetros —como el pH, la turbidez y la presencia de sustancias nocivas— y dar información en tiempo real a los residentes para que tomen precauciones o busquen alternativas de abastecimiento seguro.

El desafío será lograr una monitorización precisa y continua de la calidad del agua, así como la transmisión segura de datos en tiempo real.

Alarma de incendios

En áreas con viviendas precarias, materiales inflamables y falta de medidas de seguridad contra incendios, la propagación del fuego se produce a una velocidad mucho mayor en comparación con otras áreas residenciales. En estos casos, es de especial importancia contar con sensores de humo y calor que detecten principios de incendio y activen alarmas sonoras y visuales que permitan la rápida autoevacuación de los residentes y den aviso a los servicios de emergencia para que intervengan.

El desafío será asegurar una detección confiable y precisa de incendios.

Alarma de pérdida de gas

Las fugas de gas representan un riesgo grave de explosiones, incendios y envenenamiento por inhalación, especialmente en viviendas con instalaciones deficientes o sistemas de gas obsoletos. Estos sensores alertarán sobre posibles pérdidas de gas y activarán las alarmas para que las personas puedan tomar medidas de seguridad, como ventilar los espacios y solicitar asistencia profesional para reparar la fuga.

El desafío será garantizar una detección sensible y precisa de fugas de gas, así como una comunicación confiable de las alertas.

Telemedicina

La falta de acceso a servicios de salud adecuados, especialmente en áreas remotas o con limitaciones de movilidad, dificulta el diagnóstico y tratamiento oportuno de enfermedades. Esta plataforma de telemedicina les permitirá a los residentes acceder a servicios de salud remotos, realizar consultas médicas en línea y recibir asesoramiento profesional.

Estas cabinas, además, contarán con instrumental de diagnóstico médico, como termómetro, dermatoscopio, sensor de altura, tensiómetro, balanza, estetoscopio, pulsioxímetro y otoscopio que facilitarán la realización de estudios que posibilitan chequeos de salud inmediatos.

El desafío será asegurar una conexión estable y segura para las consultas médicas en línea, y garantizar la confidencialidad y privacidad de los datos de salud.

b. Características técnicas y condiciones de implementación

Para garantizar un funcionamiento eficiente y confiable, la torre de transmisión inalámbrica principal deberá estar equipada con tecnología especializada para transmitir tanto la señal *LoRaWAN* como para brindar conectividad a través de las antenas punto a multipunto para los puntos wifi. Es decir, la torre principal transmitirá dos tipos de señales: por un lado, *LoRaWAN* mediante un *gateway* (o puerta de enlace), y, por el otro, conectividad punto a multipunto que le provee Internet a las torres pequeñas wifi.

Entonces, en primer lugar, para la transmisión de esta señal, se requerirá la instalación de un *gateway LoRaWAN* (Rondon Sanabria & Bravo Montoya, 2020). Como expusimos anteriormente, un *gateway* actúa como un concentrador de red que recibe los datos de los dispositivos *LoRaWAN* que están dentro del rango de cobertura y los transmite a una red de *backbone*.

En este sentido, la puerta de enlace deberá cumplir con ciertas características:

1. *Amplitud de cobertura*: deberá tener un rango de cobertura lo suficientemente amplio para abarcar todo el barrio y garantizar una conectividad confiable. Las redes *LoRaWAN* suelen tener un rango de más de 15 kilómetros, por lo que cualquier barrio popular estaría cubierto con un solo *gateway*²⁸.
2. *Estabilidad y confiabilidad*: será indispensable que sea estable y confiable para garantizar una transmisión continua de datos. Debe tener la capacidad de mantener una conexión constante con los dispositivos *LoRaWAN* y transmitir los datos de manera eficiente.
3. *Capacidad para manejar múltiples dispositivos*: la torre debe ser capaz de manejar un gran número de dispositivos *LoRaWAN* conectados simultáneamente. Esto implica tener suficiente capacidad de procesamiento y ancho de banda para garantizar un rendimiento óptimo.
4. *Seguridad de los datos transmitidos*: es fundamental que el *gateway* cuente con medidas de seguridad robustas para proteger la integridad y privacidad de la información transmitida.
5. *Capacidad de gestión y configuración remota*: para facilitar el mantenimiento y actualización.

Además de las características técnicas, será importante considerar la ubicación estratégica de la torre de transmisión inalámbrica. Se deberá realizar un análisis detallado del terreno y la geografía del área para determinar los puntos óptimos de instalación que maximicen la cobertura y minimicen los posibles obstáculos que puedan afectar la calidad de la señal. Asimismo, será fundamental cumplir

²⁸ En el sitio web del ReNaBaP, se puede acceder al listado de barrios populares y los mapeos de los rangos de cobertura para cada uno. [Recuperado el 8 de julio de 2023 de <https://www.argentina.gob.ar/desarrollosocial/renabap/tabla>]

con los requisitos y regulaciones dispuestas por la Enacom en cuanto a la instalación de infraestructuras de telecomunicaciones.

En relación con las antenas de conectividad punto a multipunto utilizadas en la torre, es decir, las que se utilizarán para la transmisión inalámbrica de datos en el entorno específico del barrio, se deberá tener en cuenta:

1. *Tipo de antena:* deberán ser direccionales (o sectoriales), lo que significa que permiten una cobertura específica y enfocada. Esto ayudará a evitar interferencias y mejorar la calidad de la conexión. También es recomendable utilizar antenas con tecnología MIMO (*Multiple-Input Multiple-Output*)²⁹ para mejorar la capacidad de transmisión y recepción de datos.
2. *Ganancia de la antena:* se deberá seleccionar una antena con la ganancia adecuada para cubrir eficientemente el área objetivo, que se ajuste para equilibrar la directividad, el rendimiento y el cumplimiento normativo en cada caso. La ganancia de la antena es un factor importante para determinar la intensidad de la señal y el alcance de la cobertura, es decir, es un indicador de su eficiencia para transmitir o recibir señales en una dirección determinada, y depende de distintos factores, como el entorno de operación y el propósito de la comunicación.
3. *Resistencia a las condiciones ambientales:* para que la conectividad punto a multipunto se mantenga confiable y operativa, es esencial seleccionar materiales duraderos y resistentes que puedan soportar las adversidades del entorno, como altas temperaturas o heladas que degraden los materiales o pongan en riesgo el funcionamiento de la antena.
4. *Capacidad de manejar múltiples conexiones:* las antenas pequeñas deben ser capaces de manejar conexiones múltiples y simultáneas para garantizar que los puntos wifi puedan atender a varios usuarios al mismo tiempo sin comprometer la calidad de la conexión.
5. *Tecnología de conexión:* las antenas deben ser compatibles con la tecnología utilizada por la antena principal para recibir la conectividad

²⁹ La tecnología MIMO es una tecnología de transmisión inalámbrica que utiliza múltiples antenas para enviar y recibir datos de manera simultánea, mejorando la capacidad y el rendimiento de la red.

troncal y poder generar las redes wifi locales. Las señales wifi que generen deberán ser sólidas, *dual band*³⁰ y de amplio alcance para establecer conexiones óptimas con los distintos dispositivos.

6. *Estabilidad de la señal*: deben ser capaces de mantener una señal estable y de alta calidad en todo momento. Esto implica utilizar tecnologías y materiales que minimicen la interferencia y maximicen la calidad de la señal, asegurando una conectividad confiable para los usuarios.
7. *Infraestructura de red*: esto incluye enrutadores, conmutadores y otros dispositivos de red que aseguren una conectividad sólida y de alta velocidad en todo el barrio.

Por último, las antenas wifi, además de compartir las características ya mencionadas para las antenas de conectividad punto a multipunto, deberán considerar lo siguiente:

8. *Portal cautivo*: es fundamental que las antenas estén equipadas con un portal cautivo que sirva como canal de comunicación interna del barrio. Este portal les permitirá a los habitantes acceder al wifi público y gratuito a través de un proceso de autenticación y ofrecerá la capacidad de difundir información relevante y recursos comunitarios.
9. *Gestión de usuarios*: las redes wifi creadas por cada *hotspot* deberán contar con capacidades de gestión de usuarios que permitan controlar y monitorear el acceso a la red. Esto puede incluir la limitación del ancho de banda, administración de cuentas de usuario y aseguramiento de la seguridad de la red.

c. Financiación

Si bien una proyección precisa de los costos y las fuentes de financiación es algo que debería hacerse en una etapa más próxima a la implementación del proyecto, en esta sección reunimos algunas reflexiones y consideraciones en relación con el aspecto financiero inherente al proyecto Domo Digital.

³⁰ *Dual band* en wifi se refiere a la capacidad de un enrutador o dispositivo para transmitir señales en dos bandas de frecuencia diferentes, generalmente 2.4 GHz y 5 GHz, lo que permite una mayor flexibilidad y capacidad de conexión para los dispositivos conectados.

Cualquier sistema de redes públicas presenta desafíos relacionados con su financiación y sostenibilidad, ya que requieren inversiones significativas en infraestructura, equipos y mantenimiento continuo. Además, las redes deben ser financieramente sostenibles para garantizar su continuidad a largo plazo. Esto puede implicar la búsqueda de diversas fuentes de financiamiento, como asociaciones público-privadas, patrocinios o modelos de negocio innovadores, que permitan cubrir los costos operativos y mantener la calidad de la red.

Si bien su costo es potencialmente inferior a la fibra óptica tradicional, la aplicación de las tecnologías *IoT* también presentan dificultades a nivel financiero. Uno de los desafíos en la fabricación de soluciones *IoT* es encontrar un equilibrio entre los costos y la escalabilidad. El desarrollo y la producción de dispositivos y componentes para *IoT* suelen ser costosos, lo que puede limitar su adopción masiva. Para superar este desafío, es importante buscar alternativas de reducción de costos de fabricación, como la optimización de procesos de producción, la estandarización de componentes y las economías de escala. Además, se pueden considerar estrategias de monetización sostenibles, como modelos de negocio basados en suscripciones o servicios agregados, para garantizar la viabilidad económica de las soluciones *IoT*.

De cualquier forma, la implementación de redes inalámbricas ofrece una solución más económica en comparación con el cableado de fibra óptica, especialmente en proyectos de conectividad a gran escala. La principal razón yace en el menor costo de infraestructura inicial asociado con las redes inalámbricas: el despliegue de una red de fibra óptica implica la instalación de cables subterráneos o aéreos, lo que conlleva altos costos de materiales, mano de obra y equipo especializado. Por el contrario, las redes inalámbricas utilizan equipos de transmisión inalámbrica, como antenas y puntos de acceso, que tienen un costo significativamente menor en comparación con el tendido de cables de fibra.

Otra ventaja económica de las redes inalámbricas es su capacidad de adaptarse a cambios en los requisitos de cobertura y capacidad. Agregar nuevos puntos de acceso inalámbrico para expandir la cobertura o aumentar la capacidad es más sencillo y económico en comparación con la expansión de una red de fibra óptica, que requeriría la instalación de nuevos cables y equipos.

Sin embargo, aun siendo menos costosa, la instalación de una red inalámbrica no deja de ser un desafío económico. Para abordar este desafío de manera

efectiva, es fundamental buscar soluciones innovadoras y complementarias. En este sentido, proponemos la idea de destinar un porcentaje del Fondo Fiduciario del Servicio Universal (FFSU) del ENACOM —que actualmente se utiliza para proyectos de tendidos de fibra óptica en barrios populares— hacia este proyecto complementario Domo Digital. El objetivo es dotar rápidamente de conectividad a los barrios mientras la fibra óptica se extiende a todas las áreas desatendidas. El proyecto Domo Digital promete una sinergia total con los proyectos de fibra óptica, por lo que los fondos seguirían estando destinados hacia el mismo objetivo, mediante una ampliación del espectro de soluciones utilizadas. Domo Digital no pretende reemplazar los proyectos de tendidos de fibra óptica, sino actuar de manera complementaria para proporcionar conectividad inmediata mientras se avanza orgánicamente en la extensión de la fibra a todos los rincones desatendidos.

Muchos países utilizan “fondos de servicio universal” (FSU), herramientas estratégicas similares al FFSU, para canalizar recursos y superar las brechas de acceso a los servicios de telecomunicaciones. Su principal objetivo es garantizar que todos los ciudadanos —independientemente de su ubicación geográfica o situación socioeconómica— tengan acceso a servicios de telecomunicaciones básicos y asequibles.

En Argentina, el FFSU se financia a través de aportes realizados por los operadores de telecomunicaciones del país (Administración Pública Nacional, 2000). Estos aportes representan un porcentaje de sus ingresos y se destinan exclusivamente a financiar proyectos e iniciativas que buscan extender la cobertura de servicios a áreas rurales o remotas, así como a sectores de la población que enfrentan dificultades económicas para acceder a los servicios.

El FFSU alcanza los 17 mil millones de pesos y es la fuente principal de financiación de proyectos de este tipo (ENACOM, 2023).

El uso de los recursos del FFSU se dirige a proyectos que van desde la instalación de infraestructura de redes en zonas desatendidas hasta la provisión de subsidios para que los usuarios de bajos ingresos puedan acceder a servicios básicos de telecomunicaciones. También se utilizan para promover el acceso a Internet en escuelas, hospitales y otras instituciones públicas.

Además de proporcionar acceso a servicios de telecomunicaciones, el FFSU también puede financiar programas de capacitación y alfabetización digital para asegurar que las comunidades beneficiadas puedan aprovechar plenamente las oportunidades que brindan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

En definitiva, esta sería una fuente ideal de financiación para Domo Digital, ya que el FFSU se plantea como una herramienta clave para reducir la brecha digital. Con la financiación de proyectos como este, el fondo busca asegurar que incluso las áreas más remotas y marginadas tengan acceso a servicios de telecomunicaciones, y así fomentar la inclusión digital y promover el desarrollo económico y social.

d. Desafíos

La puesta en marcha del proyecto Domo Digital puede presentar desafíos relacionados con las dificultades propias de las redes wifi públicas y las condiciones necesarias para la implementación de las soluciones *IoT* en Argentina.

Uno de los desafíos más importantes en el desarrollo de las redes wifi públicas es la seguridad. Como vimos anteriormente, al ser un acceso abierto, estas redes son vulnerables a ataques cibernéticos y violaciones de la privacidad. Por lo tanto, es crucial implementar medidas de seguridad sólidas, como el cifrado de datos y la autenticación de usuarios, para proteger la información sensible de las personas.

Por otra parte, se debe considerar que estas redes requieren un monitoreo constante, actualizaciones de seguridad y resolución de problemas técnicos. Por lo tanto, se deberán establecer acuerdos y políticas claras con los proveedores de servicios y los administradores de los espacios públicos. La falta de gestión efectiva puede llevar a un mal funcionamiento de la red y a una mala experiencia de los usuarios.

Otro desafío es el ancho de banda limitado y la congestión de la red. Las redes wifi públicas suelen tener una cantidad limitada de ancho de banda disponible, lo que puede resultar en una experiencia de conexión lenta cuando haya muchos usuarios conectados en simultáneo. Por consiguiente, será necesario

implementar políticas de uso justo y considerar una mayor inversión en infraestructura para aumentar su capacidad.

Por otra parte, con respecto al alcance de la red, será fundamental garantizar una cobertura adecuada y uniforme en los espacios públicos para que puedan utilizarla todos los usuarios. Sin embargo, esto puede verse afectado por la interferencia de señales, la topografía del entorno y la distancia entre los puntos de acceso. Para superar este desafío, se requerirá un diseño adecuado de la infraestructura de red, que incluya la colocación estratégica de los puntos de acceso y la implementación de tecnologías de mejora de la cobertura, como el WiFi Mesh ya mencionado.

Por otro lado, la falta de conocimiento y capacitación en IoT también son temas para considerar, no solo en Argentina, sino a nivel mundial. Para aprovechar al máximo las tecnologías *IoT*, se requiere un conjunto diverso de habilidades, que incluyen conocimientos en electrónica, programación, análisis de datos y seguridad. Es fundamental fomentar la formación y la capacitación en IoT a nivel académico, técnico y profesional. Esta dificultad puede superarse mediante la implementación de programas educativos, cursos de capacitación y talleres prácticos. Sería importante establecer alianzas entre empresas, instituciones académicas y organismos gubernamentales para promover la investigación, el desarrollo y la adopción de soluciones *IoT*, además de facilitar la transferencia de conocimientos y la colaboración entre diferentes sectores.

8. Conclusiones

La integración de tecnologías de *IoT* y la implementación de soluciones de conectividad en ciudades inteligentes han demostrado su potencial para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, promover la inclusión digital y fortalecer la participación ciudadana. El wifi está jugando un papel crucial en el ámbito social en diversas comunidades alrededor del mundo. Su capacidad para ofrecer conectividad inalámbrica de alta velocidad ha permitido superar barreras geográficas y económicas, y ha brindado acceso a la información, recursos y oportunidades a aquellos que, de otra manera, estarían desconectados.

Las tecnologías actuales, entonces, ofrecen una plataforma que hace posible abordar los desafíos sociales, optimizar la gestión de recursos y construir comunidades más sostenibles, resilientes e inclusivas. Si continuamos explorando y aprovechando el potencial del Internet de las cosas y del wifi, podremos crear entornos urbanos más inteligentes y centrados en las necesidades de sus habitantes.

En la Argentina, es menester la pronta implementación de una solución tecnológica que contribuya a abordar los desafíos de la inclusión digital de los barrios populares; es decir, que permita proporcionarles acceso a la conectividad, fortalecer la organización comunitaria, mejorar las oportunidades económicas de sus habitantes y facilitar la gestión de los recursos naturales.

En este sentido, el proyecto Domo Digital está pensado como una propuesta de rápida implementación, que es replicable y que considera las características propias de cada barrio y se adapta a las particularidades de su entorno físico, cultural y social. Además, es un proyecto sostenible, que busca minimizar el impacto ambiental en cada etapa de implementación.

A través de la combinación de soluciones tecnológicas específicas y la implementación de conectividad mediante *hotspots* wifi gratuitos, este proyecto busca ser una alternativa relevante y útil para las necesidades presentes —y futuras—, que les permita a los barrios con menores recursos acceder a los beneficios de la era digital y tenga el potencial de generar un impacto tangible en sus vidas. Trabajar en la brecha digital no solo significa inclusión digital, sino

también integración social y económica. Una comunidad conectada y segura cuenta con recursos, infraestructura y habilidades que le permiten construir un futuro más inclusivo y solidario.

Si bien la tecnología *LoRaWAN* no representa la solución final para el gran déficit digital existente en los barrios populares de la Argentina, su versatilidad la convierte en una solución de conectividad básica para una primera etapa de implementación de proyectos que comiencen a sentar las bases de la inclusión digital y solucionen los problemas urgentes de los habitantes.

En respuesta a ello, el kit de soluciones *IoT* propuesto —que incluye sensores de incendio, botones de pánico, sensorización de calidad de agua en napas, sensores de pérdidas de gas y cabinas de telemedicina—, tiene el objetivo de mejorar la eficiencia de los servicios públicos y promover la seguridad y el bienestar de los ciudadanos.

Por su parte, la implementación de los *hotspots* wifi gratuitos no solo proporcionará acceso a Internet, sino que jugará un papel crucial en la construcción de un canal de comunicación barrial a través del portal cautivo: el acceso libre y gratuito a Internet facilitará la difusión de información relevante para la comunidad, como noticias locales, programas de educación, servicios de salud y otros temas de importancia social en el barrio. Esto fortalecerá la cohesión social al facilitar la difusión de la información y promover la participación de los residentes en los asuntos comunitarios. Además, permitirá a las organizaciones locales y autoridades municipales comunicarse de manera directa con los ciudadanos, personalizar los servicios y fomentar distintas iniciativas sociales. Es decir, el portal cautivo ayudará a promover la participación ciudadana en la toma de decisiones, fortalecerá el tejido social y generará un sentido de pertenencia en la comunidad.

Como se expuso a lo largo de este texto, la Argentina está mostrando avances en términos de tecnología y conectividad, pero todavía enfrenta desafíos desde el punto de vista de la infraestructura, inversión y regulaciones. Asimismo, aún falta trabajar en la alfabetización digital para que todos los ciudadanos cuenten con las habilidades necesarias para desenvolverse en las sociedades interconectadas actuales.

El Domo Digital simboliza la iluminación digital que este proyecto busca generar. El acceso a la conectividad y la tecnología representan la esperanza y el

progreso para toda la comunidad. Esta propuesta busca transmitir este mensaje y ser una “fuente de luz” digital que ilumine los caminos hacia un futuro mejor y más inclusivo.



Universidad de
San Andrés

9. Bibliografía

- (s.f.). The Things Network. Retrieved July 6, 2023, from <https://www.thethingsnetwork.org/>
- Administración Pública Nacional. (2000, septiembre 3). *FONDO FIDUCIARIO DEL SERVICIO UNIVERSAL (FFSU). Decreto 764/2000.*
- Administración Pública Nacional. (2014, diciembre 18). *Ley Argentina Digital (N° 27078).* Argentina.
- Administración Pública Nacional. (2017). *Decreto 358/17.* Argentina.
- Alderete, M. V., & Formichella, M. M. (2016, agosto). Efecto de las TIC en el rendimiento educativo: el Programa Conectar Igualdad en la Argentina. *Revista CEPAL*, (119). <https://hdl.handle.net/11362/40404>
- Argentinos por la Educación (Ed.). (2021). *Conectividad y dispositivos: actividades escolares de los alumnos de barrios populares durante la interrupción de clases presenciales.*
- Ashton, K. (2009, junio 22). That 'Internet of Things' Thing. *RFID Journal*. <https://www.itrco.jp/libraries/RFIDjournal-That%20Internet%20of%20Things%20Thing.pdf>
- Awati, R. (2023, marzo). *Captive portal.* TechTarget Editorial. <https://www.techtarget.com/searchmobilecomputing/definition/captive-portal>
- Baladrón, M. (2022, diciembre 26). Redes comunitarias: acceso a Internet desde los actores locales. *Revista Hipertextos*, 10(18). <https://revistas.unlp.edu.ar/hipertextos>

Barro, P. A., Zennaro, M., Degila, J., & Pietrosevoli, E. (2019, abril 8). A Smart Cities LoRaWAN Network Based on Autonomous Base Stations (BS) for Some Countries with Limited Internet Access. *MDPI Journal*, 11(93). <http://dx.doi.org/10.3390/fi11040093>

Bouskela, M., Casseb, M., Bassi, S., De Luca, C., & Facchina, M. (2016, julio). *La ruta hacia las smart cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente* (Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Ed.).

Buscan garantizar el acceso de calidad a Internet en Aristóbulo. (2021, junio 10). *Diario Primera Edición*.
<https://www.primeraedicion.com.ar/nota/100456410/buscan-garantizar-el-acceso-de-calidad-a-internet-en-aristobulo/>

Cao, H., & Vaca, J. (2018, junio 30). La cuestión territorial y la brecha digital en el caso argentino. *Boletín Científico Sapiens Research*, 8(1).
<https://www.srg.com.co/bcsr/index.php/bcsr/article/view/266/238>
<https://www.srg.com.co/bcsr/index.php/bcsr/article/view/266/238>

Castells, M. (1999). *Fin de milenio* (C. Martínez Gimeno, Ed.; C. Martínez Gimeno, Trans.). Alianza Editorial.

Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (Ciecti) (Ed.). (2016). *Flujos de conocimientos, tecnologías digitales y actores sociales en la educación secundaria: Un análisis sociotécnico de las capas del Plan Conectar Igualdad*.
<http://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2016/10/CIECTI-Proyecto-UM-UNLP.pdf>

Check Point Research. (2023, abril 11). *The Tipping Point: Exploring the Surge in IoT Cyberattacks Globally*. Check Point.

<https://blog.checkpoint.com/security/the-tipping-point-exploring-the-surge-in-iot-cyberattacks-plaguing-the-education-sector/>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). (2020, agosto 26). *Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19* [Informe especial COVID-19: N.º 7]. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45938/4/S2000550_es.pdf

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) - Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (2020). *Informe COVID-19 Cepal-Unesco: La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*.

Conectar Igualdad. (s.f.). Argentina.gob.ar. Retrieved July 5, 2023, from <https://www.argentina.gob.ar/educacion/conectarigualdad>

Cubillos Vargas, D. A. (2018). *¿Políticas de inclusión digital a la latinoamericana? Los casos de Argentina, Colombia y Uruguay en perspectiva comparada* [Tesis de doctorado]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/69792>

Culic Gambiroza, J., Mastelic, T., Šolić, P., & Cagalj, M. (2019, junio). *Capacity in LoRaWAN Networks: Challenges and Opportunities* [Conference: 4th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech 2019)].

<http://dx.doi.org/10.23919/SpliTech.2019.8783184>

Degada, A., Thapliyal, H., & Mohanty, S. (2021, junio 7). *Smart Village: An IoT Based Digital Transformation* [Conference: 2021 IEEE 7th World

Forum on Internet of Things (WF-IoT)].

<https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.03750>

Desafíos y dilemas de la universidad y la ciencia en América Latina y el Caribe en el siglo XXI (S. Lago Martínez, Compiler). (2015). Editorial Teseo.

Discover Wi-Fi. (s.f.). Wi-Fi Alliance. Retrieved July 6, 2023, from <https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi>

Dólera, A. A. (2019, septiembre 10). *M ODELADO DE REDES LORAWAN APLICADAS A LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA DE PATRIMONIO CULTURAL* [Trabajo Fin de Máster presentado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universitat Politècnica de València].

Dredge, S. (2013, August 21). *Facebook teams with tech giants for internet.org initiative to connect 'the next 5 billion people'*. The Guardian. Retrieved July 24, 2023, from

<https://www.theguardian.com/technology/2013/aug/21/facebook-mark-zuckerberg-internet-org>

Dutrénit, G., Natera, J. M., Torres, A., & Sampedro, J. L. (Eds.). (2020). *Perspectivas para pensar las consecuencias del COVID-19 desde las coordenadas de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sociedad. América Latina y el escenario pospandemia. Debates sobre innovación*, 5(1).

Echeberría, R., & Renaud, K. R. K. (2015, August 26). *Connecting the Next Billion*. Internet Society. Retrieved July 24, 2023, from

<https://www.internetsociety.org/blog/2015/08/connecting-the-next-billion/>

ENACOM. (2023, julio 4). *ENACOM asegura la expansión de Internet de alta calidad en la Argentina*. ENACOM.

https://www.enacom.gob.ar/institucional/enacom-asegura-la-expansion-de-internet-de-alta-calidad-en-la-argentina_n4433

Ente Nacional de Comunicaciones (Enacom). (2020). *Programa Nacional de Conectividad para Barrios Populares*. Subdirección de Proyectos Especiales.

https://www.enacom.gob.ar/multimedia/noticias/archivos/202010/archivo_20201013123858_3114.pdf

Expansión de la conectividad en barrios populares de toda la Argentina.

(2021, December 29). Enacom. Retrieved July 5, 2023, from

https://www.enacom.gob.ar/noticias/institucional/expansion-de-la-conectividad-en-barrios-populares-de-toda-la-argentina_n3583

Foro Económico Mundial. (2022, junio). *Future of the Connected World: Global Action and Recent Progress* [Insight report].

https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_the_Connected_World_2022.pdf

Fundación Carolina (Ed.). (2011). *La transición digital: retos y oportunidades para Iberoamérica*. Fundación Carolina.

The Future of LoRa. (s.f.). Semtech. semtech.com/LoRa

García Zaballos, A., Huic, H., Puig Gabarró, P., & Iglesias Rodríguez, E. (2021). *Cerrando la brecha de conectividad digital: políticas públicas para el servicio universal en América Latina y el Caribe*. Sector de Instituciones para el Desarrollo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Gendler, M., Lago Martínez, S., & Méndez, A. (2015). *Políticas de inclusión digital en Argentina y el Cono Sur: cartografía, perspectivas y problemáticas* [XXX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. Universidad de Costa Rica, 2015].

<https://www.aacademica.org/anahi.mendez/54>

Ghiglione, C. (2021, octubre 12). La conectividad garantiza y amplía derechos. *COLSECOR Noticias*.

<https://www.colsecornoticias.com.ar/actualidad/la-conectividad-garantiza-amplia-derechos-n11227>

Hackett, T. (2021, octubre 13). Portales cautivos: ¿Para qué sirven y cómo funcionan? *Purple*. <https://purple.ai/es/blogs/portales-cautivos-para-que-sirven-y-como-funcionan/>

Haxhibeqiri, J., De Poorter, E., & Moerman, I. (2018, noviembre 16). A Survey of LoRaWAN for IoT: From Technology to Application (Universidad de Ghent, Ed.). *MDPI Journal*.

<https://doi.org/10.3390/s181113995>

Hernández Caballero, S. (2020, enero). *Estudio en detalle de LoRaWAN. Comparación con otras tecnologías LPWAN considerando diferentes patrones de tráfico* [Tesis de Maestría].

Hiter, S. (2021, December 1). *Internet of Things Job Market: Build a Career in IoT*. Datamation. Retrieved July 5, 2023, from

<https://www.datamation.com/careers/iot-job-market/>

Iberdrola S. A. (s.f.). *Qué es la Brecha Digital, consecuencias y cómo reducirla*. Iberdrola. Retrieved July 5, 2023, from

<https://www.iberdrola.com/compromiso-social/que-es-brecha-digital>

Instituto de Estudios Estratégicos y de Relaciones Internacionales.
(2019). *Smart Cities o Ciudades Inteligentes*.

Lago Martínez, S., Amado, S., Álvarez, A., Andonegui, F., & Soto, C.
(2016, diciembre). *Supuestos y particularidades de las políticas de inclusión digital en el Cono Sur y en Argentina* [IX Jornadas de Sociología de la Universidad Nacional de La Plata].

Listado RENABAP. (s.f.). Argentina.gov.ar. Retrieved July 8, 2023, from <https://www.argentina.gov.ar/desarrollosocial/renabap/tabla>

López Franz, F. (2020, julio 7). Los sentidos de la inclusión digital: un análisis a partir del estudio del programa Punto Digital. *Estado abierto*, 4(2), 115-141.
<https://publicaciones.inap.gov.ar/index.php/EA/article/view/144>

Maisonave, M. A., Constantino, D., & Bürki, P. (2021, octubre). *Derecho a la conectividad en la provincia de Santa Fe. Análisis del Programa de Inclusión Digital y Transformación Educativa “Santa Fe + Conectada”* [XXIII REDCOM. Comunicación y derechos en pandemia. Congreso de la Red de Carreras de Comunicación].

Mc, A., Lamberti, M., Acuña, N. S., & Toledo, R. (2021, diciembre 2). Soldati Conectada: un proyecto de conectividad para todes les vecines. *Nota al Pie*. <https://www.notaalpie.com.ar/2021/12/02/soldati-conectada-un-proyecto-de-conectividad-para-todes-les-vecines/>

McCann Tech. (2020, October 1). *Wi-Fi 101 — Wi-Fi Origins and History* — *McCann Tech*. McCann Tech. Retrieved July 11, 2023, from <https://evanmccann.net/blog/wifi-101/origins-and-history>

Monje, D. (2021). *(Des)iguales y (des)conectados: políticas, actores y dilemas info-comunicacionales en América Latina*. CLACSO.

Moya Quimbita, M. A. (2018, abril). *Evaluación de pasarela LoRa/LoRaWAN en entornos urbanos* [Tesis de maestría].
<https://riunet.upv.es/handle/10251/109791>

Nacke, M. (2019, julio). *Capacidades estatales y desigualdad urbana: La política nacional de integración social y urbana de los asentamientos informales* [Tesis de maestría].
<https://repositorio.udesa.edu.ar/jspui/bitstream/10908/18458/1/%5BP%5D%5BW%5D%20M.%20AyPP%20Nacke%2C%20Melina.pdf>

National Telecommunications and Information Administration (NTIA). (1995, julio). *Falling through the Net: A Survey of the "Have Nots" in Rural and Urban America*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED399126.pdf>

Nuevas Tecnologías y exclusión social: Un estudio sobre las posibilidades de las TIC en la lucha por la inclusión social en España (P. J. Cabrera, Compiler). (2005). Fundación Telefónica.

Observatorio de Argentinos por la Educación. (2021). *Conectividad y dispositivos: actividades escolares de los alumnos de barrios populares durante la interrupción de clases presenciales. (Segundo informe)*.
<https://argentinosporlaeducacion.org/wp-content/uploads/2022/02/informe-conectividad-y-dispositivos.pdf>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2020, abril). *COVID-19 and Human Rights We are all in this together*.
<https://unsdg.un.org/sites/default/files/2020-04/COVID-19-and-Human-Rights.pdf>

Organización Panamericana de la Salud. (2020). *COVID-19 y la importancia de fortalecer los Sistemas de Información* [Hoja informativa].

<https://iris.paho.org/handle/10665.2/52128>

Pahlavan, K., & Krishnamurthy, P. (2020, noviembre 19). Evolution and Impact of Wi-Fi Technology and Applications: A Historical Perspective.

International Journal of Wireless Information Networks, 28, 3-19.

<https://doi.org/10.1007/s10776-020-00501-8>

Poder Ejecutivo Nacional. (2022, enero 11). *Decreto 11/2022*

[PROGRAMA CONECTAR IGUALDAD].

[https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-11-2022-](https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-11-2022-359465)

[359465](https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-11-2022-359465)

Políticas Sociales. Estrategias para construir un nuevo horizonte de

futuro (W. Uranga, Compiler). (2021). Ministerio de Desarrollo Social de la Nación ; CEIL-CONICET ; FAUAT ; RIPPS.

Prieto del Valle, E. J. (2015). *Implementación de un hotspot y una aplicación web para su gestión* [Tesis de grado].

Rocha, L. (2014, mayo 30). Ciudad conectada: la tecnología que mejora

la vida de los porteños. *La Nación*. [https://www.lanacion.com.ar/buenos-](https://www.lanacion.com.ar/buenos-aires/ciudad-conectada-la-tecnologia-que-mejora-la-vida-de-los-portenos-nid1695723/)

[aires/ciudad-conectada-la-tecnologia-que-mejora-la-vida-de-los-](https://www.lanacion.com.ar/buenos-aires/ciudad-conectada-la-tecnologia-que-mejora-la-vida-de-los-portenos-nid1695723/)

[portenos-nid1695723/](https://www.lanacion.com.ar/buenos-aires/ciudad-conectada-la-tecnologia-que-mejora-la-vida-de-los-portenos-nid1695723/)

Rondon Sanabria, J. S., & Bravo Montoya, A. F. (2020). *Esquema de*

seguridad de datos entre nodos y el gateway en una red LoRaWAN

[Tesis de grado]. <http://hdl.handle.net/11349/25252>

Salazar, E. (2019, abril 23). Claro Argentina planea cubrir 250 zonas

rurales con backhaul móvil de la mano de Comtech. *DPL News*.

<https://dplnews.com/claro-argentina-planea-cubrir-250-zonas-rurales-con-backhaul-movil-de-la-mano-de-comtech/>

Salinas, A., Galván Rodríguez, D., Guzmán Prince, I., & Orrante

Sakanassi, J. (2022, abril). El impacto del internet de todas las cosas (IoT) en la vida cotidiana. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 6(2), 1369. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.1959

Salta, casa de dos empresas tecnológicas pujantes – Municipalidad de Salta. (2023, marzo 22). Municipalidad de Salta.

<https://municipalidadesalta.gob.ar/noticias/salta-casa-de-dos-empresas-tecnologicas-pujantes/>

Seisdedos, G. (2016, abril). Hoja de ruta para crear ciudades inteligentes. *Harvard Deusto, business review*(255). <https://www.harvard-deusto.com/hoja-de-ruta-para-crear-ciudades-inteligentes>

Sinha, S. (2023, mayo 24). *State of IoT 2023: Number of connected IoT devices growing 16% to 16.7 billion globally*. IoT Analytics. <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/>

TECHO Argentina. (2016). *Relevamiento de asentamientos informales 2016*. <http://relevamiento.techo.org.ar/>

TECHO Argentina. (2020). *Efectos de la pandemia en los barrios populares*. Centro de Investigación Social.

<https://drive.google.com/file/d/1UXzQuNh7rExBia0YZ--2NdBmc2J0Ble1/view?pli=1>

Telefónica. (2018, febrero 26). Telefónica presenta «Internet para todos», un proyecto colaborativo para conectar a los no conectados en Latinoamérica. <https://www.telefonica.com/es/sala->

comunicacion/prensa/telefonica-presenta-internet-para-todos-un-proyecto-colaborativo-para-conectar-a-los-no-conectados-en-latinoamerica/

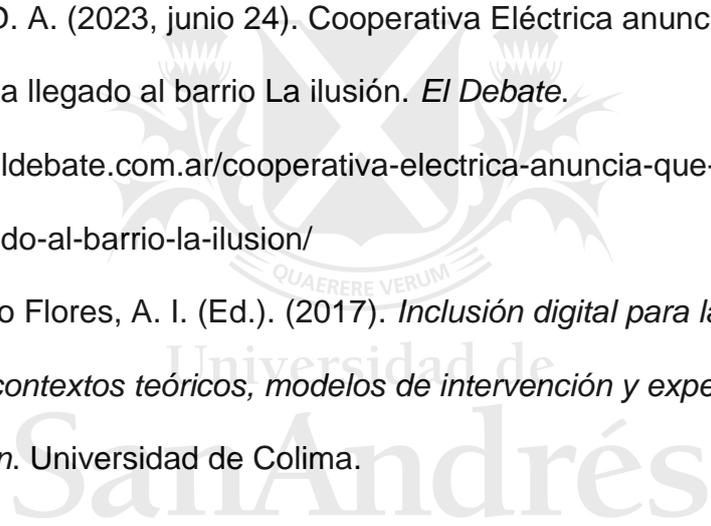
Tiramonti, G., Volman, V., & Observatorio de Argentinos por la Educación. (2021).

Universidad Nacional de General Sarmiento (Ed.). (2020). *El conurbano en la cuarentena II*. Instituto del Conurbano. <https://www.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/2020/05/El-Conurbano-en-cuarentena.-Segundo-informe.pdf>

Vogel, D. A. (2023, junio 24). Cooperativa Eléctrica anuncia que la Fibra Hogar ha llegado al barrio La ilusión. *El Debate*.

<https://eldebate.com.ar/cooperativa-electrica-anuncia-que-la-fibra-hogar-ha-llegado-al-barrio-la-ilusion/>

Zermeño Flores, A. I. (Ed.). (2017). *Inclusión digital para la inclusión social: contextos teóricos, modelos de intervención y experiencias de inclusión*. Universidad de Colima.



10. Anexos

I. Diagrama conceptual del Domo Digital



II. Diseños conceptuales de kits IoT





III. Ciudades *smart* en América Latina

Smart cities in Latin America

 Medellin (Colombia)	<p>Initiatives</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medellín Smart Mobility System (SIMM) • Security cameras • Climate and air monitoring • Open data and participatory budgeting <p>IMD Smart City Index ranking 2020: 72</p>		 Bogotá (Colombia)	<p>Initiatives</p> <ul style="list-style-type: none"> • Traffic Management Centre (CGT) • "123" oversight system • Air Quality Monitoring Network (RMCAB) <p>IMD Smart City Index ranking 2020: 92</p>	
 Buenos Aires (Argentina)	<p>Initiatives</p> <ul style="list-style-type: none"> • Location of public transport • Security cameras and vehicle monitoring • LED lighting • Open data and online government procedures <p>IMD Smart City Index ranking 2020: 88</p>		 São Paulo (Brazil)	<p>Initiatives</p> <ul style="list-style-type: none"> • Smart electricity service (Urban Futurability) • Security video surveillance • Traffic monitoring with IP cameras <p>IMD Smart City Index ranking 2020: 100</p>	
 Mexico City (Mexico)	<p>Initiatives</p> <ul style="list-style-type: none"> • Air quality monitoring • Wi-Fi connection points (CDMXDigital) • Open data <p>IMD Smart City Index ranking 2020: 90</p>		 Rio de Janeiro (Brazil)	<p>Initiatives</p> <ul style="list-style-type: none"> • Information on natural disasters • Smart LED lighting • Security cameras <p>IMD Smart City Index ranking 2020: 102</p>	
 Santiago (Chile)	<p>Initiatives</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weather and air monitoring • Traffic monitoring • Security cameras <p>IMD Smart City Index ranking 2020: 91</p>		 Montevideo (Uruguay)	<p>Initiatives</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mobility Management Centre • Security Monitoring Centre • "Montevideo Decide" citizen participate platform <p>IMD Smart City Index ranking 2020: -</p>	

Source: International Institute for Management Development (IMD), "Smart City Index 2020" [online] <https://www.imd.org/smart-city-observatory/smart-city-index/>.

