



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
**ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

**MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE NEGOCIOS**  
**TRABAJO FINAL DE APLICACIÓN**

“Diseño de proceso para empresa telco que busca optimizar el despliegue FTTH en barrios cerrados”

Autor: Ing. José Ignacio Platini

Tutor: PhD Julio Marcelo Soria

Córdoba

2021



Diseño de proceso para empresa telco que busca optimizar el despliegue FTTH en barrios cerrados por José Ignacio Platini se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

## **Agradecimientos**

Antes que nada, agradecer a mi familia no solo por los valores que me inculcaron sino por su continuo apoyo en mis decisiones.

A mi novia, por acompañarme siempre.

A mis amigos, por estar siempre presentes.

A mis compañeros de trabajo y mi jefe, ya que sin el apoyo de ellos no hubiese podido realizar la Maestría.

A mis compañeros de la Maestría. El cursado me permitió conocer grandes personas de las cuales no solo aprendí mucho, sino que permitieron que el proceso fuese una linda experiencia.

A mi tutor, por el seguimiento y la ayuda que me brindó durante la confección de este Trabajo Final.

Y por último, pero no menos importante, al personal de la Escuela, tanto docente como no docente, ya que siempre estuvieron a disposición ante cualquier inconveniente o consulta que tuve. Es para destacar el gran trabajo que realizaron durante el 2020, ya que pudieron adaptarse a la modalidad de cursado Online en un plazo muy corto de tiempo.

## Índice de contenidos

<b>Resumen .....</b>	<b>7</b>
<b>Parte I: Presentación.....</b>	<b>8</b>
Contexto .....	8
Definición del problema .....	12
Objetivos del trabajo .....	14
Límites o alcances del trabajo .....	15
<b>Parte II: Marco Teórico .....</b>	<b>16</b>
Red de acceso .....	16
Fibra óptica .....	16
FTTX: Fiber to the X .....	21
FTTH: Fiber to the Home .....	21
xDSL Digital Subscriber Line .....	23
Redes HFC (Hybrid Fiber Coaxil) .....	24
Redes inalámbricas .....	26
LTE Fija .....	30
Administración de Operaciones .....	32

Decisiones principales sobre los procesos.....	33
Estrategias para el cambio .....	34
Análisis de procesos .....	35
Método sistemático .....	36
<b>Parte III: Desarrollo .....</b>	<b>43</b>
Aplicación del método sistemático .....	47
Definición del Diagrama de Gantt para el nuevo proceso .....	62
Casos de aplicación .....	66
Caso A: Barrio Privado .....	67
Caso B: Complejo de edificios .....	71
<b>Parte IV: Conclusiones .....</b>	<b>75</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>77</b>
<b>Anexo.....</b>	<b>79</b>
Anexo 1: Tablero de capacitaciones .....	79
Anexo 2: Tablero de seguimiento de despliegue .....	82
Anexo 3: Modelo de solicitud de servicio .....	85

## Índice de figuras

Figura 1: Evolución 2015/2019 de los rangos de velocidades de acceso en Argentina .....	9
Figura 2: Cantidad de accesos por tecnología en Argentina a fines de 2019 .....	11
Figura 3: Fibra óptica .....	17
Figura 4: Reflexión total interna .....	17
Figura 5: Tipos de fibras ópticas en función del tamaño del núcleo .....	18
Figura 6: Redes FTTx .....	21
Figura 7: Esquema de un enlace de fibra óptica .....	22
Figura 8: Modelo ADSL .....	23
Figura 9: Cable de par trenzado .....	24
Figura 10: Cable Coaxil .....	25
Figura 11: Red HFC .....	26
Figura 12: Red inalámbrica .....	27
Figura 13: Curvatura de la tierra .....	27
Figura 14: Propagación multitrayecto .....	28
Figura 15: Fading .....	29
Figura 16: Esquema LTE Fijo .....	31

Figura 17: Decisiones principales sobre los procesos .....	33
Figura 18: Método sistemático .....	36
Figura 19: Ejemplo de símbolos utilizadas en los diagramas de flujo .....	40
Figura 20: Diagrama de flujo del proceso actual .....	44
Figura 21: Tablero de los técnicos capacitados .....	50
Figura 22: Reporte de los Barrios Cerrados construidos .....	51
Figura 23: Diagrama de flujo del proceso rediseñado .....	58
Figura 24: Diagrama de Gantt del proceso rediseñado .....	62
Figura 25: Duración del proyecto del caso A .....	70
Figura 26 Duración del proyecto del caso B .....	74

## **Índice de tablas**

Tabla 1: Costo de llevar fibra al barrio e instalación de MiniOLT .....	56
Tabla 2: Costo total de la obra del caso A .....	69
Tabla 3: Costo total de la obra del caso B .....	73

## **Resumen**

El presente trabajo de aplicación corresponde a la actividad final de la Maestría en Dirección de Negocios de la Escuela de Graduados de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNC. El mismo consiste en el diseño de un proceso para optimizar el despliegue FTTH (Fiber to the Home) en barrios cerrados para una empresa telco líder del mercado. Por una cuestión de confidencialidad, la misma va a ser denominada como "SimpleTel".

## **Parte I: Presentación**

### **Contexto:**

Desde el surgimiento del Internet, cada vez se fue masificando su uso a nivel mundial hasta el punto de que es considerado en diversas partes del mundo como un servicio esencial. Este crecimiento se dio gracias a la continua evolución de las tecnologías que permiten que cada hogar tenga acceso a la red. Con el paso del tiempo, esta evolución produjo que al principio más hogares puedan acceder al servicio. Luego permitió que este acceso sea más eficiente e incluso a menor precio.

A medida que Internet fue aumentando su penetración a nivel mundial, muchas necesidades del ser humano fueron satisfechas y a su vez surgieron nuevas. Esto produjo que en los hogares sea necesario disponer de un ancho de banda cada vez más alto para así poder hacer uso de Internet y sus derivados.

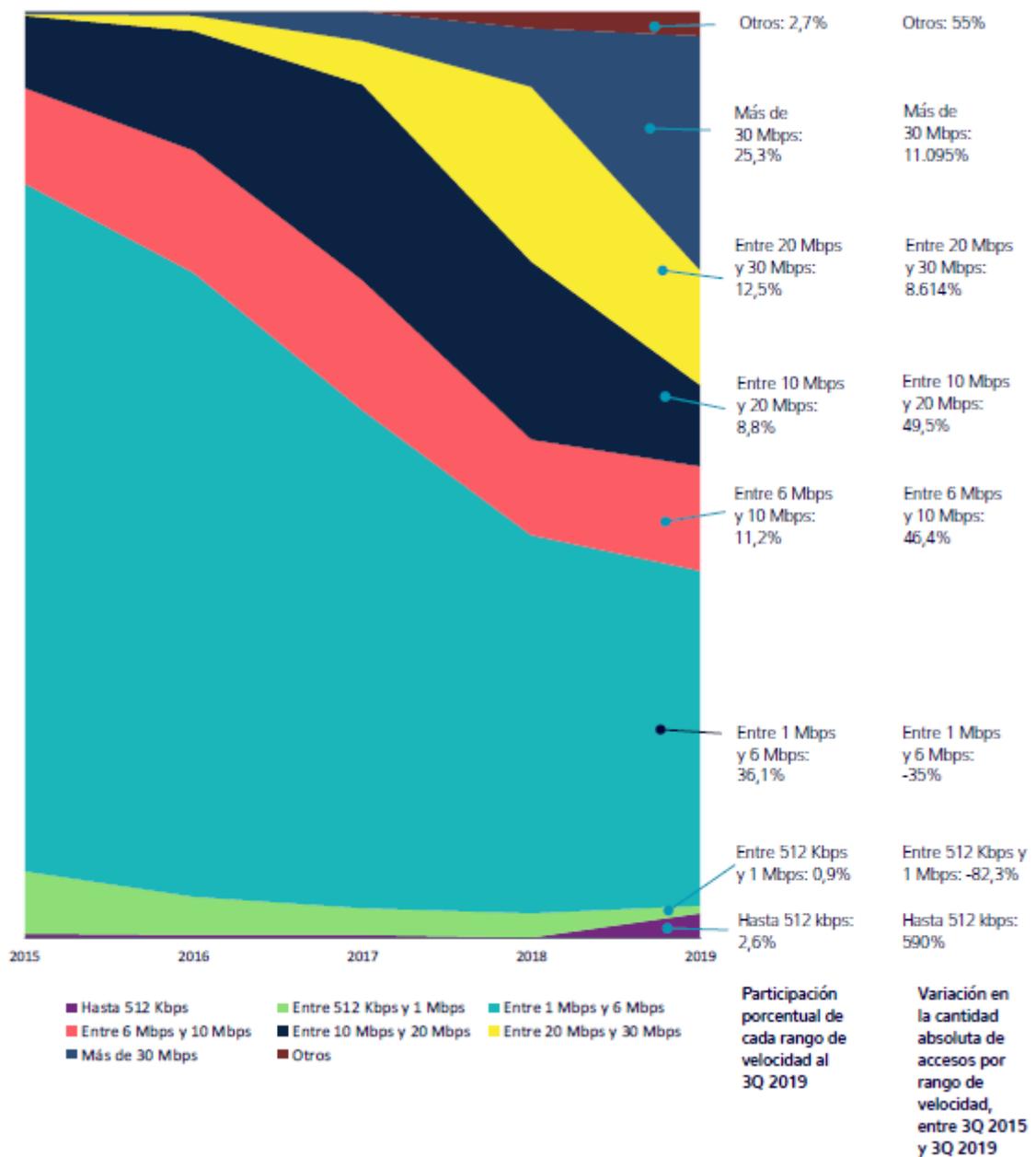
Según la ITU (International Telecommunication Union) en su informe “Measuring digital development” correspondiente al período 2019, a nivel mundial, el ancho de banda utilizado por los usuarios creció anualmente en promedio un 33,4 % entre los años 2015 y 2019. En nuestro país, según el informe “Estado de Internet en Argentina y la Región” de CABASE (Cámara Argentina de Internet), el tráfico de internet creció un 800% entre Octubre 2015 a Octubre 2019. A su vez en el informe “Acceso a Internet Fija 2019” de la ENACOM (Ente Nacional de Comunicaciones), se determinó que la velocidad media de descarga nacional es de 28,26 Mbps.

En nuestra vida diaria hacemos uso de Internet para fines diversos ya sea para trabajar, estudiar, entretenimiento, etc. Este fenómeno mundial no solo produce que haya cada vez más personas conectadas sino el surgimiento de nuevas plataformas, aplicaciones, páginas, herramientas, etc. que requieren un mayor ancho de banda para funcionar correctamente.

La Figura 1, ilustra cómo crecieron las velocidades medias de descarga entre los períodos 2015 y 2019:

**Figura 1**

*Evolución 2015/2019 de los rangos de velocidades de acceso en Argentina*



Nota. Adaptado de *Estado de Internet en Argentina y la Región* (p.7), por CABASE,2019

En función de lo visto hasta ahora, se podría decir que disponemos de una velocidad de descarga media interesante, más todavía si analizamos retrospectivamente. Sin embargo, según un informe de Ookla (creador de la famosa aplicación SpeedTest), en 2020 Argentina

figuraba en la posición número 70 por debajo de otros países latinoamericanos como por ejemplo Uruguay o Brasil.

¿Es posible lograr que esta velocidad media crezca y acercarnos a nuestros países vecinos?

La Figura 2 muestra la cantidad de los accesos a internet en el año 2019 en función de la tecnología utilizada:

## Figura 2

*Cantidad de accesos por tecnología en Argentina a fines de 2019*

CABLEMODEM	ADSL	FIBRA OPTICA	WIRELESS	OTROS
4.883.869	2.414.575	941.295	340.144	213.298

*Nota.* Adaptado de *Indicadores de Mercado Anual* (p.31), por ENACOM, 2019

Como se puede observar, las principales tecnologías que se utilizan en nuestro país para acceder a internet son cablemódem y ADSL. La fibra óptica se ubica en tercer lugar. Si bien el acceso de internet mediante fibra óptica no es una tecnología reciente a nivel mundial, si lo es en nuestro país. La cantidad de estos accesos crecieron un 96% entre 2015 y 2019.

Desde 2017 la empresa SimpleTel está encarando un ambicioso proyecto de despliegue de fibra óptica a nivel nacional en el que busca ser líder en el mercado de internet hogareño de las principales ciudades del país. A julio del 2021, la empresa tiene una cobertura de más de 2,5 millones de hogares en los que cada vez tiene mayor presencia. Esto es

destacable, ya que, al ser un Operador móvil, tuvo que construir una red desde cero para así poder ofrecer este servicio.

Actualmente las empresas que dominan el mercado de Internet fijo son Telefónica y Telecom/Cablevisión (ambos grupos se fusionaron en 2018). Este despliegue le permite a SimpleTel diferenciarse de su competencia ya que sus competidores utilizan principalmente tecnologías como ADSL (Telecom y Telefónica) o Cablemódem (Cablevisión) que son inferiores respecto a la fibra óptica. Si bien Telefónica tiene una red de fibra óptica residencial importante, la misma está concentrada en el AMBA. SimpleTel, por su parte tiene presencia en diversos partidos del Gran Buenos Aires, así como en varias ciudades del interior tales como Córdoba, Rosario, Tucumán, Jujuy, Mendoza, Salta, etc.

#### **Definición del problema:**

La empresa está encarando un proyecto ambicioso que busca tener una gran cobertura de hogares y en un tiempo acotado de tiempo. Si nos enfocamos en una ciudad particular, es necesario cumplir el objetivo en un plazo corto/medio por lo que se prioriza principalmente barrios en los que haya una cierta cantidad de hogares, así como mucha postación de la empresa eléctrica local. Esto es debido a que es más barato un despliegue de fibra óptica aérea que subterránea. Por lo que, una vez que se logra un acuerdo con el municipio y con la empresa eléctrica, la compañía puede comenzar su despliegue.

Luego de que la empresa cumple su objetivo de cobertura pueden surgir necesidades de nuevos barrios en los que ofrecer el servicio. Mediante un análisis de factibilidad hecho entre distintas áreas internas, si el mismo es positivo, se comienzan las obras en los barrios en los que el proyecto fue aprobado.

Para realizar las obras, la empresa utiliza contratistas las cuales están supervisadas por personal propio. A medida que pasa el tiempo, el volumen de trabajo que se les encarga a las mismas va a ir disminuyendo hasta tender a 0. Si bien las contratistas pueden generar nuevas unidades de negocio referidas al mantenimiento de la red o a las instalaciones de clientes, les es muy conveniente realizar el despliegue por lo que siempre están dispuestos a recibir nuevas obras.

Al mismo tiempo, crece la cantidad de clientes que adquieren el servicio y a su vez el mismo se va popularizando en la ciudad y alrededores por lo que aumenta la demanda en los lugares en donde no hay cobertura. Muchos de estos reclamos se dan en los barrios cerrados.

Poniendo el foco en Córdoba Capital, desde la década del 90 los barrios cerrados fueron creciendo en forma sostenida, si bien al principio surgieron dentro o cerca de la ciudad, con el tiempo fueron surgiendo urbanizaciones en las afueras o en localidades cercanas a la Capital provincial.

La razón principal por la que han surgido los barrios cerrados es, según diferentes investigadores (Blakely y Zinder, 1997; Caldeira, 2000; Low 2000; Landman, 2000; Carvalho, 1997; Svampa, 2001), el aumento del crimen, el miedo a la violencia y el sentimiento de vulnerabilidad respecto a este problema social. Es por esto que una persona que elige vivir en un barrio cerrado, busca seguridad y tranquilidad. A su vez, existen otras razones importantes que influyen positivamente en la decisión tales como vivir un ritmo de vida distinto, el contacto con la naturaleza, privacidad, etc.

Por contraparte, surge el inconveniente de que los habitantes no pueden recibir un servicio de Internet de gran calidad ya que al estar, generalmente, alejados de la ciudad deben contratar proveedores que presten un servicio inalámbrico o satelital ya que un proveedor tradicional no cuenta con “cableado” cercano. La desventaja principal de estos servicios es que ofrecen velocidades bajas y a su vez, debido a que se transmiten por aire, son sensibles a interferencias, variaciones bruscas de temperatura, lluvias, neblina, etc. lo que redundaría en que la conexión del cliente funcione mal bajo estas condiciones.

Debido al mundo conectado en el que vivimos, cada vez es más complicado vivir con una mala conexión a Internet ya que, como se nombró anteriormente, el mismo se transformó en un servicio esencial de la vida cotidiana. El mejor ejemplo de esto es la pandemia por COVID-19 que se vivió en el año 2020 ya que Internet permitió que millones de personas siguieran conectadas, desarrollando su vida lo más normal posible. En los lugares que no disponían de un buen acceso a Internet, la situación fue más complicada ya que una persona que tiene que hacer teletrabajo le era mucho más difícil en comparación de un compañero que no presentaba ese inconveniente.

### **Objetivos del trabajo:**

El presente trabajo se limita a la aplicación de la metodología de la Administración de Operaciones a los procesos de Planificación e Implementación del despliegue de fibra óptica residencial para poder brindar el servicio de triple-play (telefonía fija, internet y televisión) a potenciales clientes en barrios cerrados. Lo que se busca es definir un proceso para hacer más eficiente el trabajo y disminuir las ineficiencias actuales. Actualmente la empresa busca ser líder en el mercado por lo que está priorizando el despliegue en barrios

abiertos. Con el ritmo actual, es posible que en un año tenga presencia en gran parte de la ciudad de Córdoba Capital por lo que es necesario buscar nuevas oportunidades de negocio para así poder ofrecerle trabajo continuo a las contratistas, así como permitirle a la empresa llegar a nuevos clientes.

**Límites o alcances del trabajo:**

Se circunscribe al relevamiento de los procesos que actualmente se realizan en la empresa y el diseño de propuestas de mejora para hacerlos más eficientes. A su vez, como se busca la optimización de los mismos, va a ser necesario definir ciertos parámetros para que el proceso sea lo más estándar posible. Esto permitiría un ahorro tanto de costos como de tiempo en el despliegue de fibra óptica.

## **Parte II: Marco Teórico**

Este trabajo final de carrera se basa en la *administración de operaciones* para optimizar un proceso de una empresa de servicios. Sin embargo, debido a que en este proceso la tecnología es una parte importante considero necesario realizar primero un desarrollo teórico sobre la fibra óptica y las ventajas de su uso. Luego procederé a desarrollar la teoría de la *administración de operaciones*.

### **Red de acceso:**

Es el segmento de la red de telecomunicaciones que interconecta los equipos de los abonados con los equipos del borde de la red del proveedor de servicios. Es la parte de la infraestructura física de una red de telecomunicaciones que se encuentra más próxima al usuario final. Esta definición se basa principalmente en criterios geográficos y tecnológicos.

La interconexión entre los usuarios y los proveedores de servicios, pueden realizarse a través un medio físico (fibra óptica, coaxil o cobre) o del aire. Cada uno tiene sus ventajas y desventajas, pero si queremos satisfacer la demanda de un ancho de banda cada vez mayor por parte de los usuarios, el medio óptimo para lograr esto es la fibra óptica.

### **Fibra óptica:**

La fibra óptica consta de un núcleo de vidrio. Alrededor del núcleo hay una capa de vidrio o plástico llamado revestimiento. El revestimiento tiene un índice de refracción (es una medida para saber cuánto se reduce la velocidad de la luz dentro de un medio que no sea el vacío) distinto al del núcleo. Esto permite que dentro del núcleo, una vez que ingrese la luz, se produzca el fenómeno de la reflexión total interna y la luz se vaya propagando

mediante reflexiones hacia el destino final. Fuera del revestimiento, una cubierta de plástico protege el revestimiento y el núcleo.

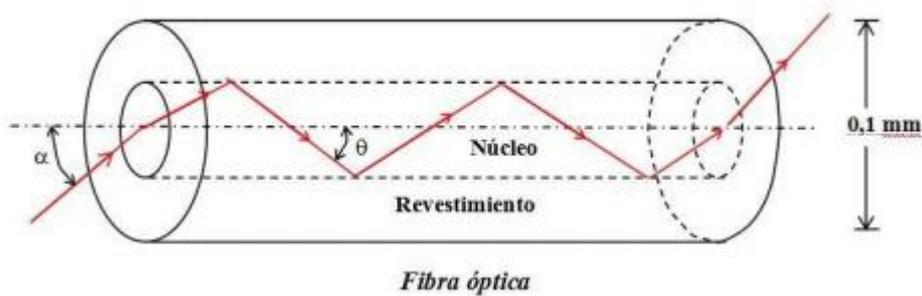
**Figura 3**

*Fibra óptica*



**Figura 4**

*Reflexión total interna*



La condición física que debe existir para que se produzca la reflexión total interna es la siguiente:

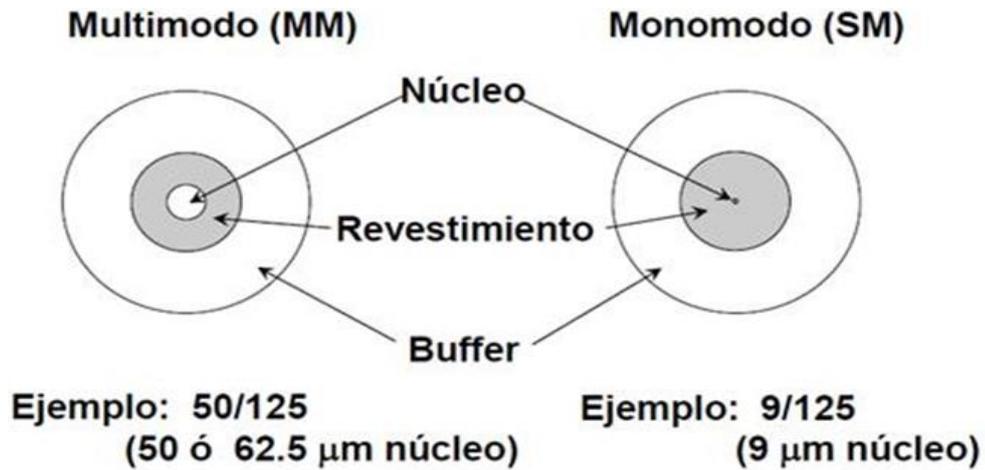
$$n_1 = \text{índice de refracción del núcleo} > n_2 = \text{índice de refracción del revestimiento}$$

Los datos se transmiten a través de la luz pulsante enviada desde un láser o un LED a través del núcleo de la fibra.

Si bien existen varios tipos de fibras ópticas, así como diversos estándares, se pueden clasificar en todos tipos de acuerdo al tamaño del núcleo:

**Figura 5**

*Tipos de fibras ópticas en función del tamaño del núcleo*



- **Fibra óptica multimodo:** Transmiten más de un haz de luz. Si bien esto puede hacer pensar que es una gran ventaja, termina siendo un inconveniente ya que se produce un fenómeno físico llamado “Dispersión modal” que produce un ensanchamiento del pulso restringiendo la velocidad de transmisión de datos. Es por esto que generalmente son utilizadas en enlaces de datos de corta distancia (inferiores a dos kilómetros).
- **Fibra óptica monomodo:** Transmiten un solo haz de luz. Esto se logra reduciendo el diámetro del núcleo hasta que solo permita un solo modo de propagación. Generalmente el tamaño del núcleo está comprendido entre 8 y 10  $\mu\text{m}$ . Ya que se transmite **un único modo** se elimina el ensanchamiento del pulso debido a la dispersión modal, **permitiendo velocidades de transmisión mayores sobre distancias más largas.**

### **Ventajas de la fibra óptica:**

1. Mayor capacidad y velocidad de transmisión respecto a otros medios de transmisión.
2. Menor atenuación (pérdida de señal) por kilómetro.
3. **Seguro:** La fibra óptica es un material dieléctrico por lo que no necesitan corrientes eléctricas para su funcionamiento.
4. **Versátil, escalable y expandible:** Esto es debido a la redundancia que se puede establecer gracias a los cables de FO de distinta capacidad. A su vez, si un enlace de FO es utilizado para transmitir una STM-4 (622 Mbps), cambiando únicamente los equipos de transmisión se puede utilizar el mismo enlace para transmitir una STM-16 (2,5 Gbps).
5. **Fiable y de bajo mantenimiento operacional:** Un enlace de F.O. bien diseñado es inmune a condiciones adversas externas (humedad, temperatura). También tiene una vida de servicio estimada en 30 años. Finalmente, el mantenimiento es menor comparado con otros medios debido a que se requieren pocos repetidores electrónicos; el cable no se corroe como el cobre y es inmune a cortocircuitos o sobretensiones.
6. Es inmune ante las interferencias electromagnéticas (EMI) y de radiofrecuencias (RFI).

## Desventajas:

1. **Conversión electro-óptica:** Antes de ser transmitida la señal eléctrica por un enlace de FO, la misma debe ser convertida al espectro óptico (850, 1310, 1550 nm). Esto se logra mediante un LED o un láser de estado sólido. Una vez convertida, se transmite por el enlace hasta llegar al extremo en el que debe ser demodulada en una señal eléctrica. El costo de la conversión es alto y debe tenerse en cuenta.
2. **Obra civil para instalación de la FO:** La misma es un factor clave a tener en cuenta ya que la FO necesita un camino recto por donde ser instalada y si bien puede ir por aire o enterrada, generalmente hay que romper veredas, calles, rutas, etc. Así como solicitar permisos especiales, ya sea a la municipalidad del lugar u otras empresas prestatarias de servicios.
3. **Instalación especial:** Debido a que la fibra óptica es vidrio de sílice, es necesario aplicar técnicas especiales para la instalación, así como tener cuidado al manipular la misma. Por otro lado, también se requiere un equipamiento adecuado para probar y poner en servicio las fibras ópticas.
4. **Reparaciones:** Si un cable de FO es dañado, no es fácil de reparar. Se debe utilizar un grupo de técnicos con experiencia que sean capaces de trabajar en todo tipo de condiciones

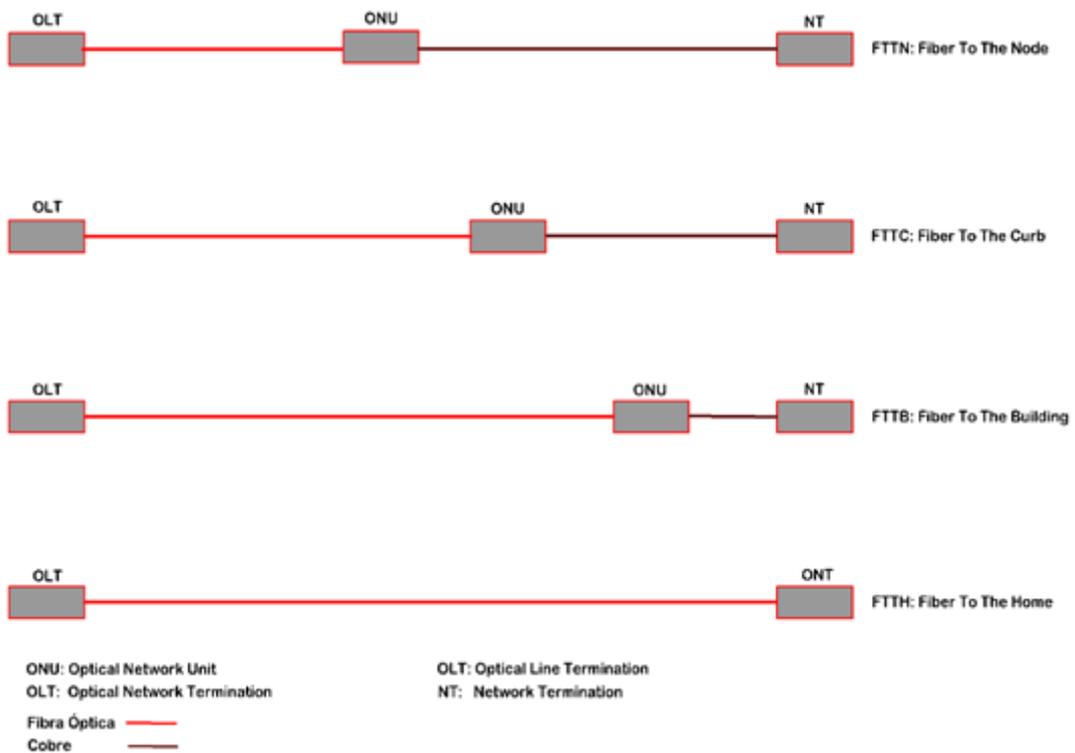
En Argentina existen diversos proveedores de servicio que utilizan otros medios para brindar internet a sus clientes.

## FTTX: Fiber to the X

Es un término genérico para designar cualquier acceso de banda ancha sobre fibra óptica que sustituya de forma parcial o total al cobre de la red de acceso. La "X" va variando de acuerdo hacia donde llega la fibra óptica (N: Node, C:Curb, H: Home, etc.).

**Figura 6**

*Redes FTTx*



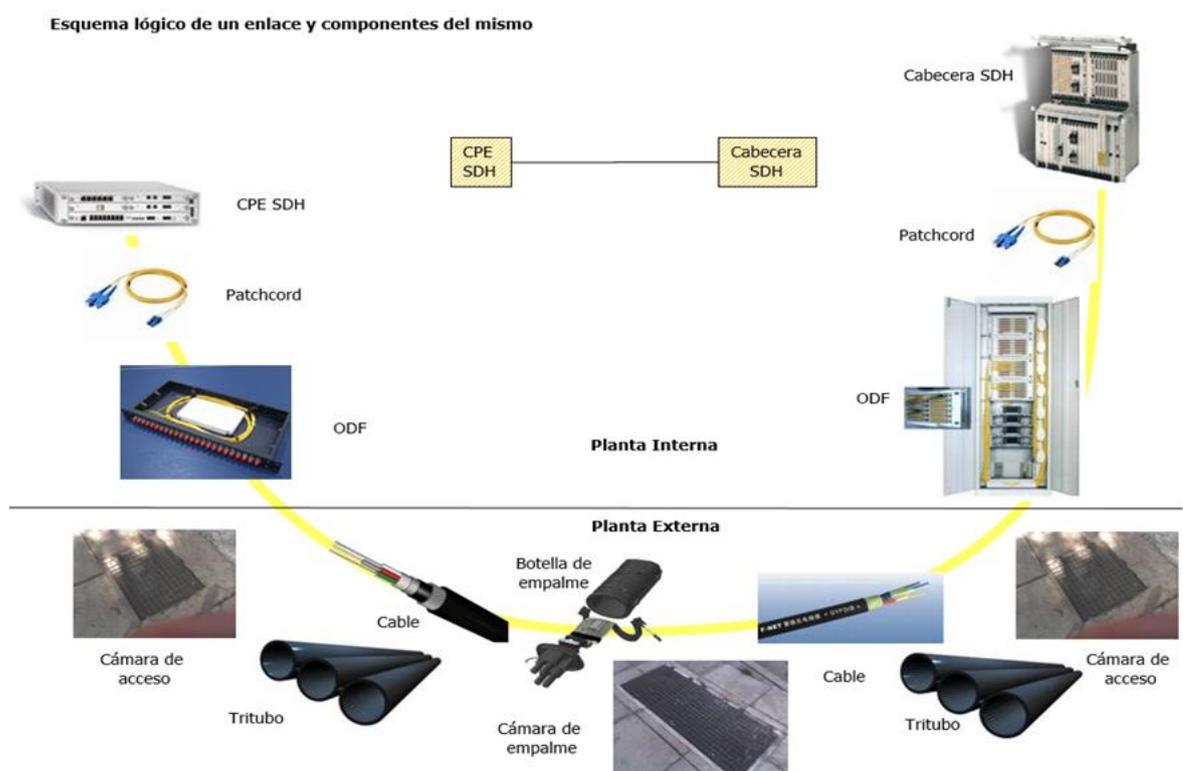
## FTTH: Fiber to the Home

Utiliza una fibra óptica desde el nodo o hub de la red hacia el usuario final y no existe electrónica activa que ayude a la transmisión de datos entre las dos localizaciones (es una red pasiva). El nodo o hub es una instalación de conmutación de comunicaciones.

En el hogar, se coloca un dispositivo denominado ONT (Optical Network Terminal) al que llega la fibra óptica. Luego, este equipo convierte la señal óptica en una señal eléctrica. A su vez, la ONT dispone de diversas interfaces de salida como por ejemplo par trenzado para teléfono y UTP para conexión a internet.

### Figura 7

*Esquema de un enlace de fibra óptica*



Como se observa en la figura anterior, la construcción de un enlace de fibra óptica está compuesto por distintos elementos tanto en la planta interna como externa.

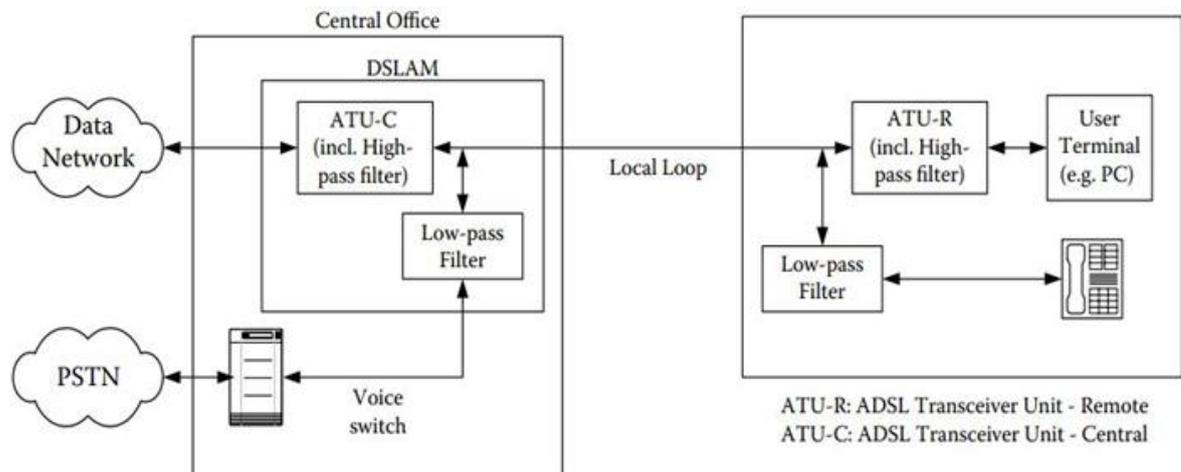
### xDSL Digital Subscriber Line:

Es una familia de tecnologías que proporcionan el acceso a Internet mediante la transmisión de datos digitales a través de los cables de par trenzado pertenecientes a una red telefónica local.

La forma más utilizada de las versiones asimétricas de DSL es Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL), que es capaz de proporcionar velocidades de datos de hasta 8 Mbit / s en sentido descendente y hasta 896 kbit / s en la dirección ascendente. Existen distintos estándares que incluso pueden brindar velocidades de hasta 500 mbit / s de bajada, aunque vale aclarar que en condiciones ideales.

**Figura 8**

*Modelo ADSL*



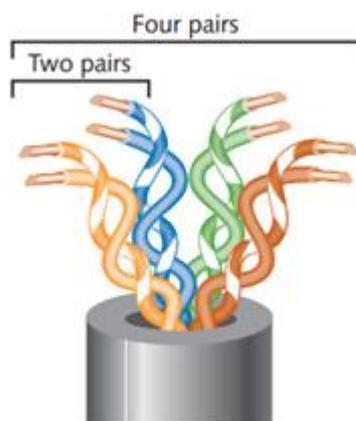
*Nota.* Adaptado de *Fundamentals of DSL technology*, por Dedieu, H; Golden, P; Jacobsen, K. ,2006, Auerbach Publications.

Esta tecnología es utilizada por Telecom y Telefónica ya que permite aprovechar la red de telefonía fija que ya habían desplegado en su momento.

La principal desventaja que presenta es que el cable de par trenzado es muy sensible al ruido y al fenómeno físico de “Diafonía”. La diafonía es un tipo de interferencia o acoplamiento electromagnético entre pares de un mismo cable, la señal de un par induce una señal en otros pares que se propagan en el mismo sentido. El ejemplo más común es escuchar una conversación no deseada en el teléfono. Por otra parte, a medida que el usuario se ubica cada vez más lejos del repartidor en donde se ubica el equipo de transmisión, el ancho de banda disminuye.

### **Figura 9**

*Cable de par trenzado*



*Nota.* Adaptado de *Network + Guide to Networks*, por Dean, T. ,2010, Cengage Learning.

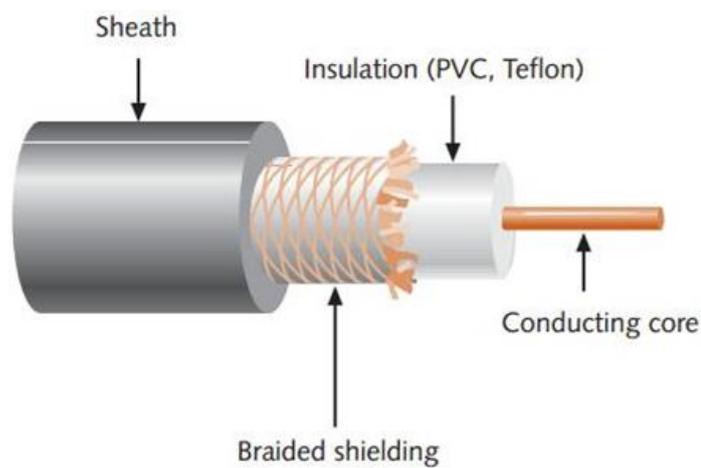
### **Redes HFC (Hybrid Fiber Coaxil)**

El cable coaxial consiste de un núcleo central de metal (a menudo cobre) rodeado por un aislante. Este está cubierto por un blindaje metálico trenzado, llamado trenzado o escudo, y una cubierta exterior, llamada vaina. El núcleo puede estar construido de un alambre sólido o varios hilos finos de alambre, ambos de metal. El núcleo lleva la señal

electromagnética, y los trenzados de metal actúan como blindaje contra el ruido. La capa aislante consiste generalmente de un material plástico tal como PVC (cloruro de polivinilo), teflón o de plástico resistente al fuego. Se protege el núcleo de la red metálica, ya que, si los dos hicieron contacto, el alambre haría corto circuito.

### Figura 10

#### *Cable Coaxil*

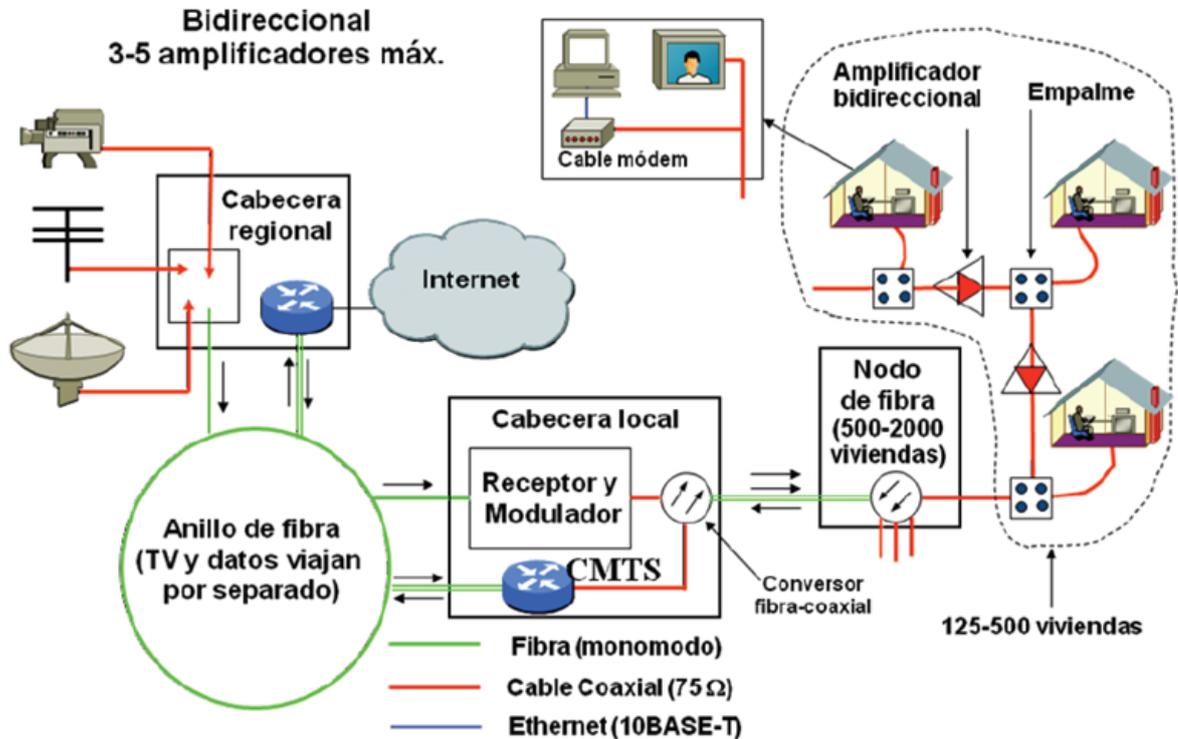


*Nota.* Adaptado de *Network + Guide to Networks*, por Dean, T. ,2010, Cengage Learning.

La red llamada Hybrid Fiber-Coaxial (HFC) es una tecnología de acceso utilizadas en redes de televisión por cable. Se reemplaza parte de la red coaxial con fibra óptica para conseguir mejores prestaciones de servicios y bidireccionalidad. (a diferencia de las redes CATV en las que se basan)

Figura 11

Red HFC



Esta tecnología es muy utilizada por Cablevisión, Telecentro y por diversas cableras locales. Si bien permite mayores anchos de banda con mejor robustez que las redes de cobre, el coaxial también es sensible al ruido y a su vez la red hecha con coaxial tiene que tener diversos amplificadores de señal. Esto implica mayores puntos de falla y mayor mantenimiento.

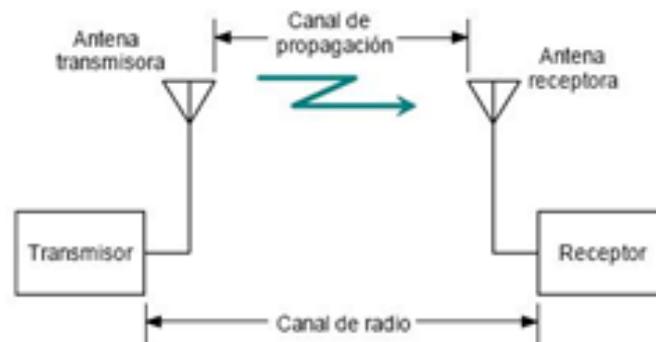
### Redes inalámbricas:

Al conectarse una antena del tamaño apropiado a un circuito eléctrico, las ondas electromagnéticas pueden ser difundidas de manera eficiente y ser captadas por un receptor a cierta distancia. Toda la comunicación inalámbrica se basa en este principio.

La energía electromagnética generada en el transmisor es radiada al medio de transmisión y transportada hasta el receptor, sin conexión física entre éste y el transmisor.

**Figura 12**

*Red inalámbrica*



*Nota.* Adaptado de *Antenas*, por Cardama Aznar, A. ,2002, Ediciones UPC.

**Factores que afectan la propagación:**

- **Curvatura de la tierra:** Dependiendo de la distancia en la que se ubiquen los dos equipos que componen el radioenlace es necesario considerar la curvatura de la tierra ya que sino se perdería la línea de vista entre las antenas:

**Figura 13**

*Curvatura de la tierra*

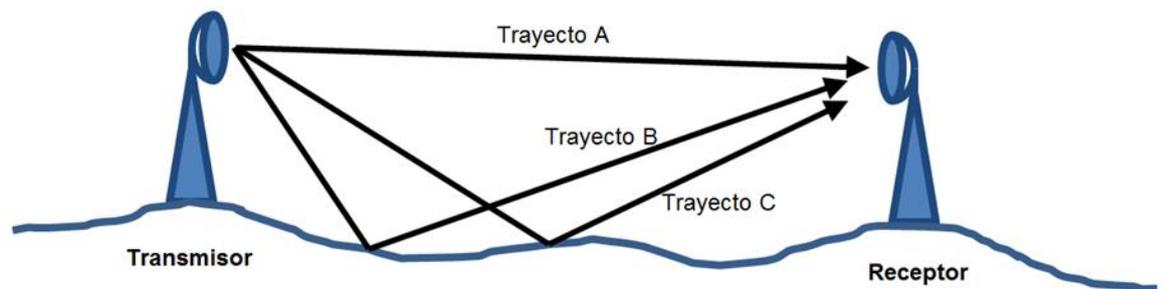


*Nota.* Adaptado de *Introducción al Cálculo de Radioenlaces*, por Danizo, P. ,2004, Editorial Universitas.

- **Topografía del terreno:** Es importante considerar las alturas relativas para mantener la línea de vista.
- **Propagación multitrayecto:** Es la propagación de una onda por múltiples caminos debido a los fenómenos como la reflexión o la difracción (la onda cambia de dirección al llegar a un obstáculo)

**Figura 14**

*Propagación multitrayecto*

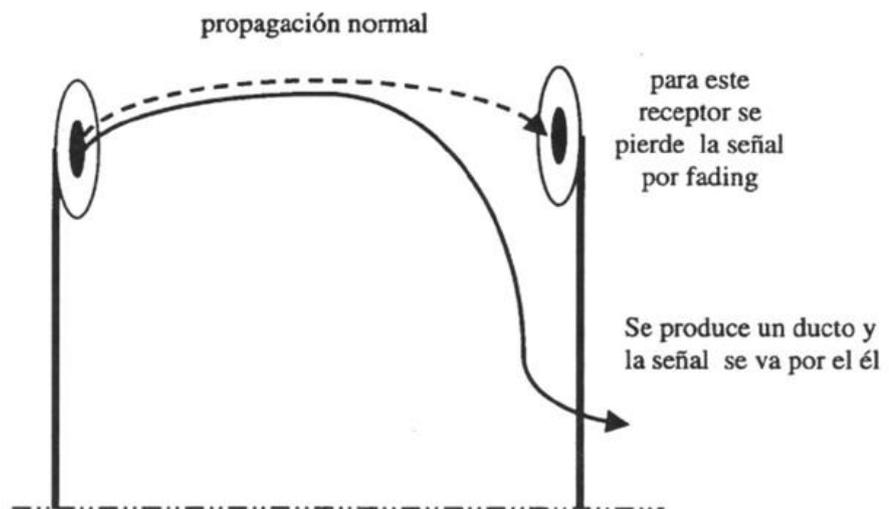


- **Atenuación del espacio libre:** Tenemos dos antenas unidas por un enlace despejado en el que una parte de la señal transmitida se pierde y no llega a la antena receptora. Esto es debido a que la señal tiene una potencia en el momento de la salida, es decir una potencia distribuida sobre un área y al avanzar la onda el área crece y la densidad disminuye.
- **Fading o desvanecimiento temporal de la onda:** se produce cuando las variaciones más o menos rápidas de las condiciones meteorológicas hacen variar los valores del índice de refracción, produciendo un “ducto” que hace de guía de onda y desvía la dirección del lóbulo de radiación de la antena transmisora respecto a la antena

receptora. Para evitar este efecto generalmente se sobredimensiona el enlace en potencia.

**Figura 15**

*Fading*



*Nota.* Adaptado de *Introducción al Cálculo de Radioenlaces*, por Danizo, P. ,2004, Editorial Universitas.

- **Condiciones climáticas:** Tanto la lluvia, como la niebla (en menor medida respecto a la lluvia) produce atenuación. La atenuación por lluvia se produce en parte por la absorción y en parte por la dispersión que produce la gota de lluvia. La absorción es mayor mientras mayor sea la gota.

A su vez, se debe de remarcar el hecho de que el espectro tiene una capacidad limitada. Esto significa que existe una cantidad máxima de usuarios que pueden conectarse al mismo tiempo. Si bien esta capacidad puede ir aumentando utilizando otras frecuencias o con el uso de nuevas tecnologías que optimizan su uso, **físicamente existe un límite.**

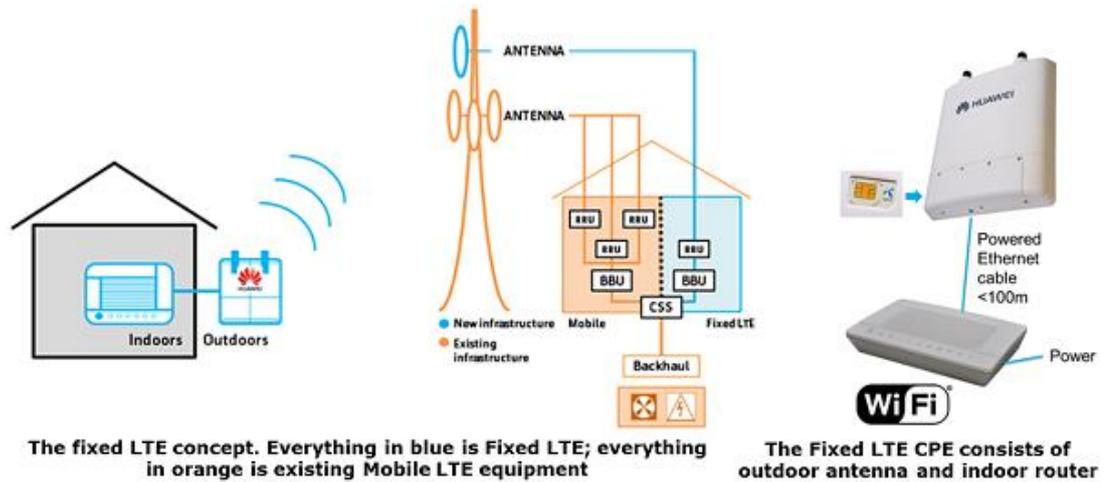
En función de lo mencionado, se puede observar que existen varias ventajas para este tipo de conexiones inalámbricas. La gran ventaja es que pueden llegar a donde no llegan las redes "cableadas". Existen varios tipos de estándares para este tipo de conexiones. En Argentina se utiliza generalmente el estándar Wimax o su evolución LTE Fijo. A su vez, también existen varios proveedores de internet satelital. El funcionamiento es similar, pero en este caso la latencia (tiempo que tarda en transmitirse un paquete dentro de la red) es muy superior ya que interviene en la transmisión. satélites geoestacionarios ubicados a 36 mil km. de la superficie terrestre.

#### **LTE Fija:**

Voy a proceder a describir brevemente el funcionamiento de la red LTE fija. El rendimiento es similar a las redes LTE actuales (4G), con la diferencia de que funciona en otra frecuencia del espectro lo que le permite estar orientado a un uso hogareño intensivo y no al uso que hace un cliente en un teléfono móvil.

**Figura 16**

*Esquema LTE Fijo*



*Nota.* Adaptado de *Internet for All with Fixed LTE*, por Vetland V. ,2018, <https://carrier.huawei.com/en/success-stories/home-broadband/internet-for-all-with-fixed-lte>

En la casa del cliente, se instala una antena receptora que se conecta al router que se ubica dentro del hogar. A su vez, esta antena debe tener “línea de vista”, con la antena ubicada en la radiobase del proveedor del servicio. La ventaja de esta tecnología es que pueden acceder al servicio, clientes que se ubican hasta a 12 km de la radiobase. Finalmente, vale aclarar que esta tecnología tiene las mismas desventajas de las redes inalámbricas mencionadas anteriormente.

En función de las tecnologías analizadas, podemos llegar a la conclusión de que la **fibra óptica es el medio óptimo para satisfacer las necesidades actuales y futuras de los usuarios de internet.**

## **Administración de Operaciones:**

La esencia de la *administración de operaciones* es crear gran valor para el cliente, al mismo tiempo que se disminuye el costo de entrega del bien o el servicio. (Chase, Jacobs, Aquilano, 2010)

La *administración de operaciones* es el diseño, dirección y control sistemáticos de los procesos que transforman los insumos en servicios y productos para los clientes internos y externos (Krajewski, Ritzman, Malhotra, 2007).

También me parece importante definir el concepto de proceso. Un proceso es un conjunto de actividades que recibe uno o más insumos y crea un producto de valor para el cliente. (Hammer, Champy, 1993).

Los procesos son el núcleo central de la *administración de operaciones*. Los procesos están en todas partes, se encuentran en áreas tan diversas como Contabilidad, Finanzas, Recursos humanos, Sistemas de información administrativa, Marketing y Operaciones. Los gerentes de todos los departamentos deben asegurarse de que sus procesos agreguen el mayor valor posible para el cliente así como trabajar alineados.

Un proceso implica el uso de los recursos de una organización para producir algo de valor. Ningún servicio puede prestarse y ningún producto puede fabricarse sin un proceso, y ningún proceso puede existir sin un servicio o producto por lo menos. Las decisiones de mejoramiento de los procesos, debe tomarse cuando:

- Es necesario mejorar la calidad de un producto.
- La demanda de un servicio o un producto está cambiando.

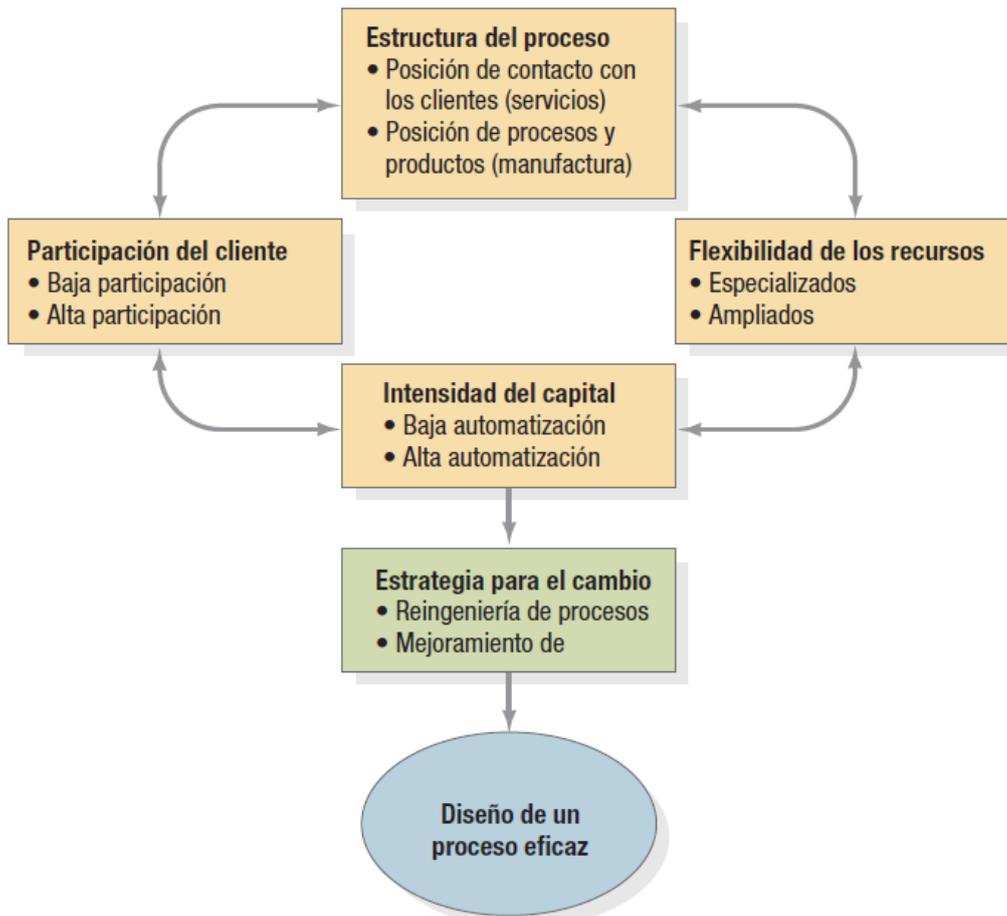
- El desempeño actual es inadecuado.
- Ha cambiado el costo o disponibilidad de los insumos.
- Se hallan disponibles nuevas tecnologías.
- Los competidores ganan terreno por el uso de un nuevo proceso.
- Ha variado el costo o disponibilidad de los insumos.

**Decisiones principales sobre los procesos:**

Existen cuatro decisiones comunes para los procesos que deben de considerarse:

**Figura 17**

*Decisiones principales sobre los procesos*



*Nota.* Adaptado de *Administración de Operaciones, Procesos y Cadenas de Valor (Octava edición)* (p.122), por Krajewski Lee J. ,2007, Pearson Education.

*Estructura del proceso:* Decisión que determina cómo se diseñarán los procesos en relación con los tipos de recursos necesarios, cómo se repartirán los recursos entre los procesos y las características fundamentales de estos.

*Participación del cliente:* Refleja el modo en que los clientes forman parte del proceso y el grado de dicha participación.

*Flexibilidad de los recursos:* Es la facilidad con la que los empleados y el equipo manejan una amplia variedad de productos, niveles de producción, tareas y funciones.

*Intensidad de Capital:* Es la mezcla de equipo y habilidades humanas que participarán en el proceso.

### **Estrategias para el cambio:**

Las cuatro principales decisiones de procesos representan aspectos estratégicos generales. Las decisiones que se toman deben traducirse en diseños o rediseños reales de los procesos. Existen dos filosofías diferentes, pero complementarias, para diseñar procesos:

- a) *Reingeniería de procesos:* La reingeniería es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento tales como costos, calidad, servicio y rapidez. (Hammer, Champy, 1993)

La reingeniería no siempre es exitosa y a su vez puede traer aparejados cambios masivos tales como grandes erogaciones de efectivo para inversiones, reasignación de tareas de los empleados o directamente despidos. Sin embargo, la reconversión

de procesos mediante la reingeniería puede producir enormes beneficios. Los procesos que se seleccionen deben ser procesos centrales y a su vez se deben de emplear equipos interdisciplinarios, tecnología informática, liderazgo y análisis de procesos.

- b) *Mejoramiento de procesos*: es el estudio sistemático de las actividades y flujos de cada proceso a fin de mejorarlo. Su propósito es “aprender las cifras”, entender el proceso y desentrañar los detalles. Una vez que se ha comprendido realmente un proceso, es posible mejorarlo.

Harrington en su libro “Mejoramiento de los procesos de la empresa”, define cinco fases para el mejoramiento de procesos:

1. *Organización para el mejoramiento*: Establecer el liderazgo y compromiso.
2. *Compresión del proceso*: Estudiar el actual proceso y sus finalidades.
3. *Modernización*: Mejorar la eficiencia, efectividad y adaptabilidad del proceso.
4. *Mediciones y controles*: Cuantificar y definir por qué, dónde, cuándo, qué y quién debe medir.
5. *Mejoramiento continuo*: Revisar, evaluar y calificar.

### **Análisis de procesos:**

El análisis de procesos es necesario tanto para la reingeniería como para el mejoramiento de los procesos, pero también forma parte del monitoreo del desempeño a través del tiempo. Se parte de un método sistemático para analizar un proceso, que identifica oportunidades para mejorar, documenta el proceso actual, lo evalúa para detectar brechas

de desempeño, rediseña el proceso para eliminar vacíos e implementa los cambios deseados. La meta es el mejoramiento continuo.

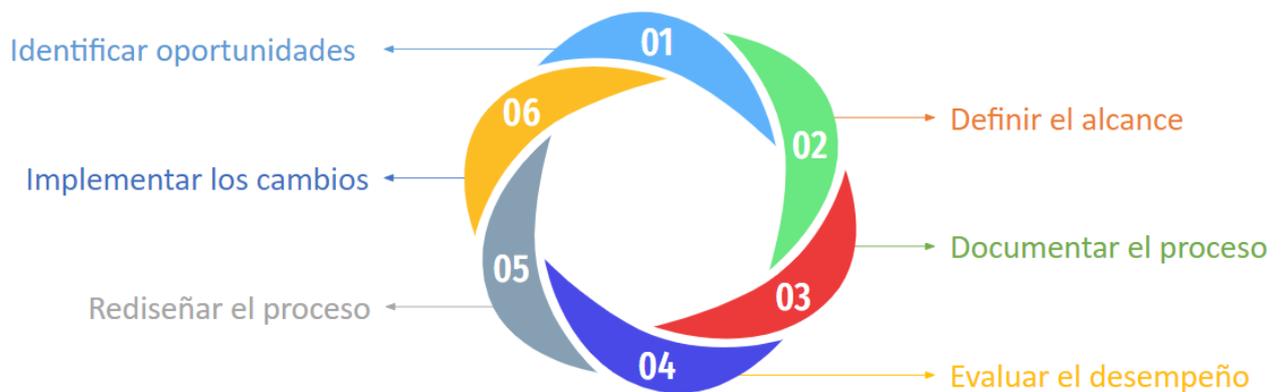
El análisis de procesos es la documentación y comprensión detallada de cómo se realiza el trabajo y cómo puede rediseñarse. (Krajewski, Ritzman, Malhotra, 2007).

### **Método sistemático:**

Este método consiste en un diagrama de seis pasos para el análisis de procesos. Comienza con la identificación de las nuevas oportunidades para mejorar y termina con la implementación del proceso revisado. El último paso conecta con el primero, creando así un ciclo de mejoramiento continuo.

**Figura 18**

*Método sistemático*



- 1. Identificar oportunidades:** los gerentes deben prestar especial atención a los cuatro procesos centrales: relaciones con los proveedores, desarrollo de nuevos servicios y productos, reparto de pedidos y relaciones con los clientes. Cada uno de estos

procesos, y los subprocesos anidados dentro de ellos, contribuye a entregar valor a los clientes externos. ¿Los clientes están satisfechos actualmente con los servicios o productos que reciben, o hay oportunidades para mejorar? La satisfacción de los clientes debe monitorearse de manera periódica, ya sea con un sistema de medición formal o por medio de revisiones informales o estudios.

También debe de alentar a los empleados que realizan el proceso o a los proveedores o clientes internos a que expresen sus ideas a los gerentes y personal especializados o quizá transmitir las por medio de un sistema formal de sugerencias.

**2. Definir el alcance:** Este paso establece los límites de los procesos que se analizará. ¿Se trata de un proceso general que abarca toda la organización y comprende muchos pasos y empleados, o es un subproceso anidado, definido de manera limitada, que sólo forma parte del trabajo de una persona? El alcance de un proceso puede ser muy amplio o muy limitado.

Los recursos que la gerencia asigna para mejorar o reconvertir un proceso mediante reingeniería deben corresponder al alcance del proceso. Para un proceso pequeño que sólo abarca a un empleado, tal vez se le pida al propio empleado que rediseñe el proceso. En el caso de un proyecto relacionado con uno de los principales procesos centrales, los gerentes típicamente establecen uno o más equipos conocidos como equipo de diseño. Estos equipos constan de personas capacitadas que trabajan en uno o más pasos del proceso, realizan el análisis del proceso y hacen los cambios necesarios.

**3. Documentar el proceso:** Una vez establecido el alcance, el analista debe documentar el proceso. La documentación incluye elaborar una lista de los insumos, proveedores (internos o externos), productos y clientes (internos o externos) del proceso. Esta información se puede representar después como un diagrama, con un desglose más detallado presentado en una tabla.

También se debe documentar y entender los diferentes pasos realizados en el proceso mediante el uso de diagramas, tablas y gráficos.

**4. Evaluar el desempeño:** Es importante contar con buenas mediciones del desempeño para evaluar un proceso y descubrir cómo mejorarlo. Para lograr esto se debe implementar un sistema de medición el cual está compuesto por las mediciones de desempeño que se establecen para un proceso y los pasos que contienen. Ejemplo de esto son las mediciones de: calidad, satisfacción del cliente, tiempo para realizar cada paso o todo el proceso, costo, errores, seguridad, mediciones ambientales, entrega a tiempo y flexibilidad.

Luego de identificar las mediciones, se procede a recabar la información sobre el desempeño actual del proceso con base en cada una de ellas.

**5. Rediseño del proceso:** Un análisis cuidadoso del proceso y su desempeño con base en las mediciones seleccionadas pone al descubierto las desconexiones o brechas, entre el desempeño real y el deseado. El analista o el equipo de diseño, deben focalizarse en encontrar las causas que producen estas brechas. Luego, deben de aplicar el pensamiento analítico y creativo lo cual permite generar una larga lista de ideas sobre mejoras. En seguida, estas ideas se seleccionan, analizan y las que sean

justificables (los beneficios superan los costos), se reflejan en un nuevo diseño de proceso.

El nuevo diseño de proceso debe documentarse y en la documentación debe quedar en claro cómo funcionará el proceso revisado y cuál será el desempeño esperado de conformidad con las distintas mediciones que se utilizaron.

**6. Implementar los cambios:** La implementación es más que trazar un plan y llevarlo a cabo. Muchos procesos se rediseñan eficazmente, pero jamás llegan a implementarse. La gente tiende a resistirse al cambio: “Siempre lo hemos hecho así”, o “ya intentamos eso antes”. La participación generalizada en el análisis de procesos es esencial, no sólo por el trabajo que supone, sino porque también crea compromiso. Por otra parte, es posible que para implementar el nuevo proceso sea necesario hacer inversión en nueva tecnología, crear nuevos puestos de trabajo o capacitar al personal. La gerencia o el comité de dirección deben asegurar que el proyecto de implementación marche de acuerdo con lo programado.

#### **Documentación del proceso:**

Existen tres técnicas eficaces para documentar y evaluar los procesos: **diagramas de flujo, planos de servicio y gráficos de proceso.**

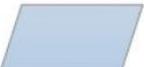
Estas técnicas permiten apreciar cómo opera un proceso a cualquier nivel de detalle y cómo se desempeña. A su vez, permiten encontrar brechas de desempeño, generar ideas sobre mejoras del proceso y documentar el aspecto de un proceso rediseñado.

Para realizar este trabajo final de carrera, se utilizarán las dos primeras técnicas.

1. **Diagramas de flujo:** Detalla el flujo de información, clientes, equipo o materiales a través de los distintos pasos de un proceso. Los diagramas de flujo no tienen un formato preciso y por lo general se trazan con cuadros (que contienen una breve descripción del paso) y con líneas y flechas para indicar las secuencias. A veces, se hace uso de otras formas o colores para diferenciar distintos tipos de pasos (operación, retraso, almacenamiento, etc.) por lo que debe existir un acuerdo sobre las convenciones utilizadas. Estas pueden presentarse como una clave en alguna parte del diagrama de flujo, o describirse en texto acompañante. En la Figura 19 se detallan algunos de los símbolos utilizados en los diagramas de flujo.

**Figura 19**

*Ejemplo de símbolos utilizadas en los diagramas de flujo*

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Es importante comunicar qué (información, pedido del cliente, cliente, materiales, etc.) se está detallando en el diagrama.

Los diagramas de flujo muestran cómo las organizaciones producen sus productos por medio de procesos de trabajo interfuncionales, y permiten al equipo de diseño ver todos los puntos de contacto críticos entre las funciones y los departamentos.

- 2. Planos de servicio:** es un diagrama de flujo especial de un proceso de servicio que muestra los pasos donde existe un alto grado de contacto con el cliente. Es necesario trazar una línea de visibilidad. Esta característica especial identifica los pasos que son visibles para el cliente (y, por tanto, se parece más a un proceso de mostrador) y los que no (proceso de trastienda).

En este trabajo final, la línea de visibilidad va a diferenciar a las distintas áreas involucradas en este proceso.

### **Evaluación de desempeño:**

Las mediciones y la información sobre el desempeño completan la documentación de un proceso. Las mediciones pueden mostrarse de varias maneras. En ocasiones, se agregan directamente al diagrama de flujo o al gráfico de proceso. Cuando el número de mediciones se vuelve difícil de manejar, otra posibilidad consiste en crear una tabla auxiliar del gráfico. Las filas son los pasos en el diagrama de flujo, plano de servicio o gráficos de proceso. Las columnas son el desempeño actual, las metas y las brechas de desempeño en varios indicadores de medición.

Las mediciones específicas que elija el analista dependerán del proceso que se va a analizar y las prioridades competitivas. Son buenos puntos de partida el tiempo de procesamiento y el costo por unidad en cada paso, así como el tiempo transcurrido desde el principio hasta el final del proceso. También es bueno implementar mediciones de satisfacción del cliente y los índices de errores y desperdicio identifican posibles problemas de calidad.

### **Parte III: Desarrollo**

En la actualidad, dentro de la empresa no existe un proceso definido para realizar el despliegue de FTTH en barrios cerrados. Por otra parte, si existen ciertas consideraciones técnicas que el equipo de trabajo debe tener en cuenta tales como:

1. Existencia de fibra óptica cercana al barrio y con capacidad disponible sin importar qué área de la empresa haga uso de la misma.
2. El barrio cerrado debe contar con una red de ductos internos. La empresa no hace obra civil ya que considera que esa red soterrada es propia del barrio.
3. En caso de que el barrio no tenga red de ductos, pero si postación, se puede hacer uso de la misma siempre y cuando la postación no sea provisoria.
4. El barrio no debe de tener un contrato de exclusividad total con otra empresa. Si puede existir el caso de que la red de ductos este hecha con tritubos (tres ductos) y una empresa tenga exclusividad en el uso de un sólo ducto. En este caso, se podría hacer el despliegue sobre los ductos libres siempre y cuando el caso de negocio sea aprobado.
5. La administración o consorcio del barrio debe firmar un contrato de exclusividad ya sea de un ducto o de la red por completa por una cierta cantidad de años (dependiendo del caso de negocio) y estar de acuerdo con los términos y condiciones.

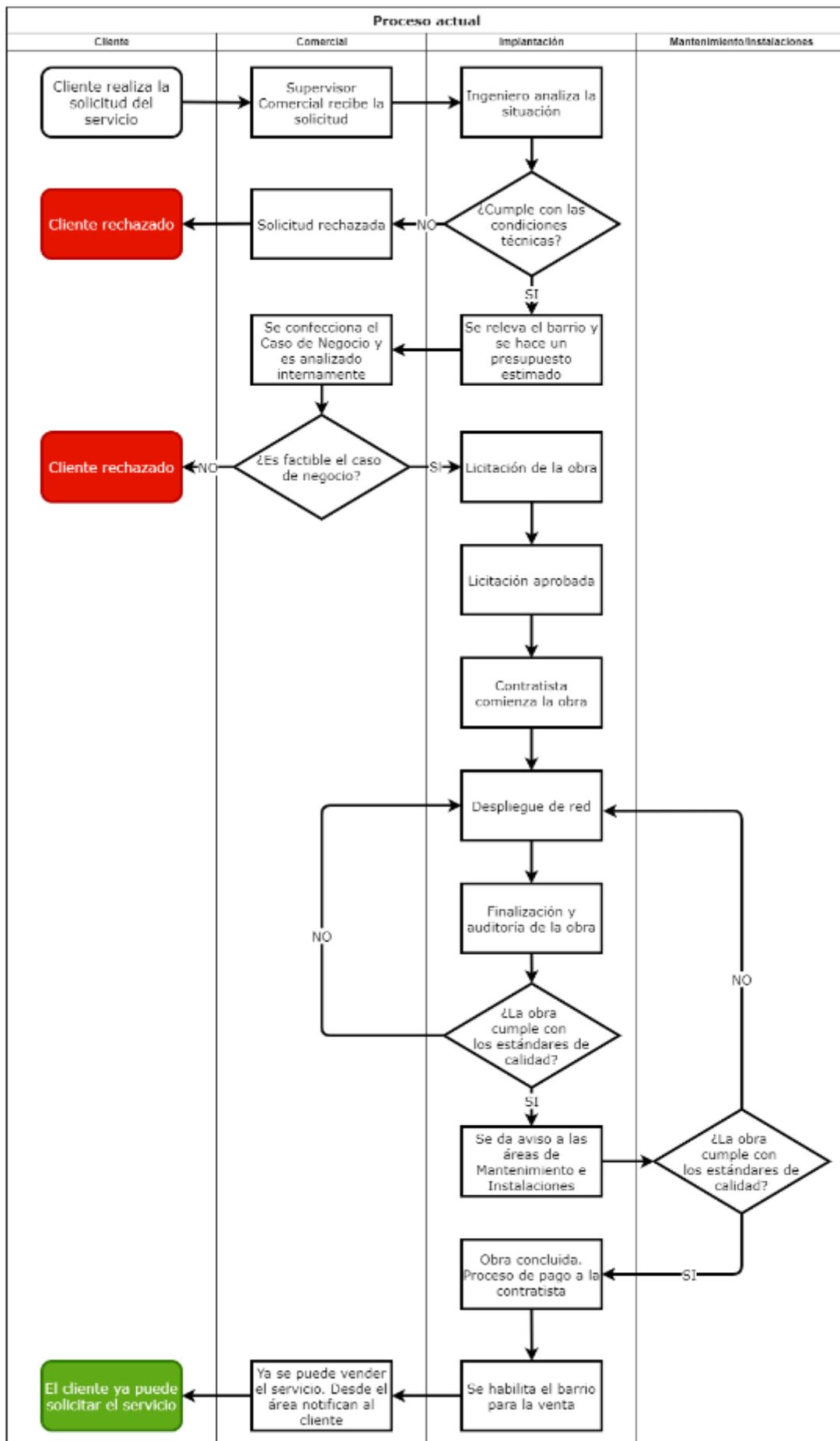
El equipo de trabajo está dividido en distintas zonas geográficas y esto produce que pueda haber ciertas diferencias en la toma de decisiones ya sea por la falta de este proceso estándar o por la misma diferencia geográfica. Por ejemplo, no es lo mismo solicitar un

permiso de uso de postación de la empresa eléctrica de Córdoba respecto a la de Tucumán, Catamarca, algún partido de Buenos Aires, etc.

De acuerdo a la experiencia y las consideraciones técnicas detalladas anteriormente, se realizó el diagrama de flujo del proceso actual.

### **Figura 20**

*Diagrama de flujo del proceso actual*



Como se puede observar, el núcleo del proceso son las tareas desarrolladas por el área de Implantación ya que el Ingeniero que recibe el pedido no solo tiene que analizar el mismo, relevar el barrio y hacer un presupuesto, sino que también debe dar seguimiento a la licitación y luego al despliegue de fibra óptica. Finalmente, se tiene que hacer una auditoría de la obra realizada y una recorrida técnica junto con las áreas de Mantenimiento (encargados de dar respuesta en caso de alguna falla, como un corte de fibra óptica, luego de finalizada la obra) e Instalaciones (quienes conectan a los usuarios con la red desplegada).

La primera visita técnica debe ser obligatoria ya que los despliegues de red de barrios cerrados generalmente tienen particularidades o ciertas diferencias entre sí, principalmente debido a que las redes de ductos son hechas por Consorcios con distintos criterios. Por otra parte, la última visita técnica hecha en conjunto con representantes de las áreas de Mantenimiento e Instalaciones ayuda a familiarizarlos con la red nueva lo que permite a futuro ser más eficiente en sus tareas. A su vez, la recorrida les ayuda a detectar errores que les pueda afectar a futuro por lo tanto estos errores se deben de corregir y una vez subsanados su trabajo en la red ya liberada para la venta es más eficiente.

El proceso utilizado da señales de ineficiencia. Principalmente, debido a factores técnicos y geográficos mencionados anteriormente y que los tiempos de este proceso pueden llegar a durar meses e incluso años. Por otra parte, no está limitado el alcance. Si bien existen las consideraciones técnicas, en mi opinión, se debería detallar distintas condiciones lo cual permitiría desde el área de Implantación ser más eficientes en el análisis y presupuesto del pedido.

Vale aclarar que actualmente el interés de la empresa está en desplegar en barrios residenciales debido a que su foco es ganar market share en el mercado de internet y TV hogareño. Esto produce que las diversas áreas comerciales dedican sus esfuerzos en ese mercado y no tienen mucho tiempo disponible para buscar potenciales clientes de barrios cerrados.

De acuerdo a la teoría, necesitamos realizar un mejoramiento del proceso por lo que debemos aplicar un análisis del mismo mediante el uso del **método sistemático**.

### **Aplicación del método sistemático:**

#### **Paso 1: Identificar oportunidades.**

Este paso ya lo tenemos definido. El despliegue de fibra óptica en barrio cerrados es un nicho no explotado, que es rentable (principalmente debido al servicio de baja velocidad y calidad brindado por las empresas competidoras) y que permitiría seguir sumando clientes a la empresa.

#### **Paso 2: Definir el alcance.**

Si bien la mayor cantidad de tareas están concentradas en una sola área (Implantación de Fibra Óptica), el proceso actual involucra a distintas áreas de diversas gerencias. Idealmente se debería de formar desde un comienzo un “equipo de diseño” pero debido a que represento al área que concentra la mayor cantidad de tareas y a su vez mantengo un diálogo fluido con el resto de las áreas, yo voy a estar a cargo del rediseño del proceso. Esto no significa que voy a cerrarme a ideas u opiniones. El objetivo es buscar ser más eficiente. Es por esto que debido a que conozco bastante el proceso actual y ya detecté varios

defectos u oportunidades de mejora, la idea es ir haciendo diversos rediseños del proceso y luego involucrar al resto de las áreas para obtener su opinión y familiarizarse con las nuevas tareas que puedan ir surgiendo. Para esto va a ser necesario formar un “Comité”, compuesto por un representante de cada área, que se reúna cada 15 días (al principio del proyecto, con el paso del tiempo, las reuniones serían cada vez más espaciadas) para así ir mostrando los avances y recopilando nuevas ideas o tareas que vayan surgiendo.

### **Paso 3: Documentar el proceso.**

Es muy importante dejar asentado el proceso y las reglas básicas que debe de cumplir para que el mismo sea aprobado con éxito y que en el día de mañana no haya reclamos.

La empresa cuenta con una “Wiki” interna por lo cual, al documentar el proceso en esa página, el mismo queda visible para todo el personal de la misma. Para ayudar a su comprensión es necesario adjuntar las reglas, distintos diagramas de flujo, ejemplos didácticos y todas las especificaciones técnicas de los materiales a utilizar. La idea es que en esta página esté toda la información posible y que todas las áreas trabajen con los roles definidos y cuenten con la misma información.

### **Paso 4: Evaluar el desempeño.**

Debido a que este es un proceso interno que debe ser optimizado, es importante evaluar el desempeño del proceso desde el lado interno de la empresa y no desde el lado del cliente. La satisfacción del cliente se mide una vez que tenga el servicio. Para medir esto último la empresa hace uso de diversas encuestas de satisfacción con el servicio, así como

indicadores para medir la lealtad del cliente como por ejemplo el NPS (Net Promoter Score).

Para poder evaluar el desempeño, se podría definir un Diagrama de Gantt en el que figuren las diversas tareas y un tiempo estimado para realizarlas. Estos tiempos deberían ser en principio definidos mediante un consenso general y en función de la experiencia técnica de los involucrados. A medida que el nuevo proceso sea implementado cada vez más seguido se puede ir ajustando los tiempos.

Finalmente, a medida que la cantidad de despliegues aumenten, se pueden realizar diversos tableros en herramientas de “Visual Analytics” como Tableau lo que permitiría ayudar a la optimización del proceso.

Para esto se procede a crear un tablero que muestre a nivel país la cantidad de despliegues exitosos, la cantidad de hogares con cobertura y el tiempo que llevó la finalización de cada proyecto.

También se crea un tablero con la información de todos los técnicos que se encuentran homologados a nivel país. Esta información es muy útil ya que permite detectar de forma rápida si los técnicos que se asignan a un proyecto tienen los conocimientos necesarios. En caso de no estar homologados, se procederá a generar una capacitación.

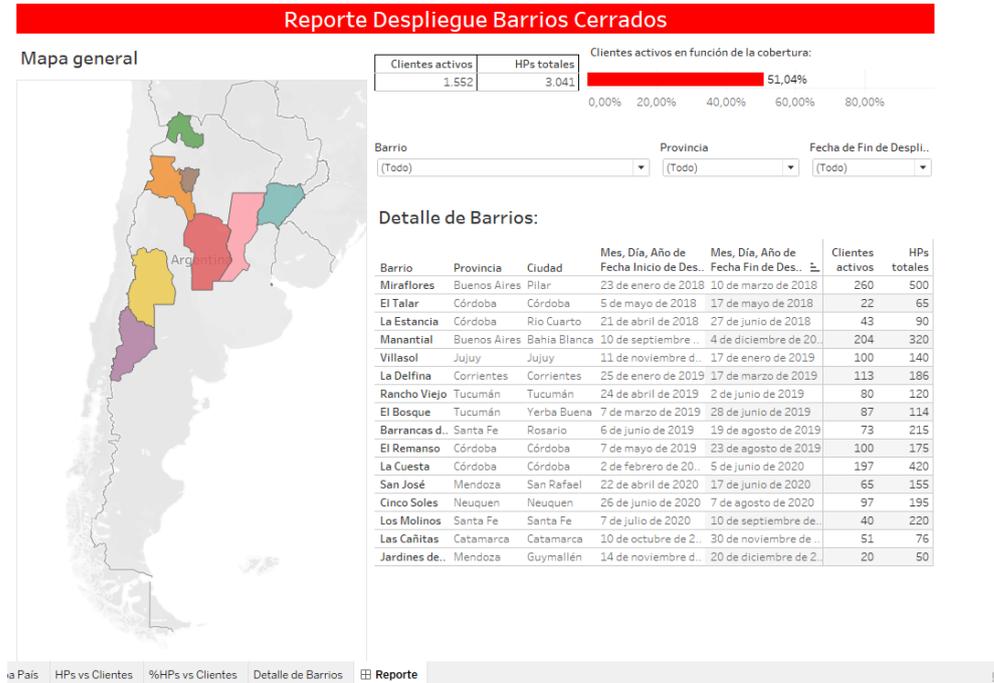
**Figura 21**

*Tablero de los técnicos capacitados*



**Figura 22**

*Reporte de los Barrios Cerrados construidos*



Mayor detalle sobre estos tableros se encuentran en la sección Anexo de este Trabajo Final.

Vale aclarar que los datos utilizados son ficticios.

**Paso 5: Rediseñar el proceso.**

Debido a que la idea es crear un proceso que se pueda adaptar de forma ágil y eficiente ante un aumento de las solicitudes de servicio a nivel nacional, hay que definir más reglas que deban cumplir los barrios cerrados para poder dar una respuesta en tiempo y forma así como que el proyecto no sea muy costoso para la empresa.

Tal como se mencionó anteriormente, actualmente el barrio cerrado debe cumplir las siguientes condiciones para que la empresa pueda cablear el barrio:

- Existencia de fibra óptica cercana al barrio y con capacidad disponible sin importar qué área de la empresa haga uso de la misma.
- El barrio cerrado debe contar con una red de ductos internos. La empresa no hace obra civil ya que considera que esa red soterrada es propia del barrio.
- En caso de que el barrio no tenga red de ductos, pero si postación, se puede hacer uso de la misma siempre y cuando la postación no sea provisoria.
- El barrio no debe de tener un contrato de exclusividad **total** con otra empresa.
- La administración o consorcio del barrio debe firmar un contrato de exclusividad por una determinada cantidad de tiempo.

Estas reglas no son suficientes ya que un barrio puede cumplir con todas las condiciones y así y todo no poder recibir el servicio como, por ejemplo, barrios con pocas casas construidas, con pocos lotes o que los lotes sean bastante grandes. Es por esto que es necesario sumar más reglas y a su vez tener en cuenta los costos antes de aprobar el comienzo de la obra. Las reglas propuestas deben ser las siguientes y además cumplirse en forma consecutiva, sino se rechaza la solicitud:

1. Exigir una planilla que cuente con distinta información del barrio tal como cantidad de lotes, porcentaje de ocupación, empresas proveedoras de servicio de internet, datos de contacto, etc. así como los planos de la obra civil o postación del mismo. Idealmente, los planos deben estar en formato CAD para luego en, caso de ser factible, sea más rápida la confección del plano de obra. En caso de no tener obra civil o postación y a su vez el consorcio no permite la instalación de postes exclusivo, se rechaza la obra.

2. El área Comercial debe trabajar en conjunto con la Administración o Consorcio del Barrio para descartar que no haya algún contrato de exclusividad con alguna otra empresa prestadora de Internet. En caso de que haya un contrato de exclusividad, verificar el alcance del mismo ya que puede ser parcial o total. Si la exclusividad es total, el proyecto se da por cerrado.
3. Existencia de fibra óptica cercana al barrio y con capacidad disponible sin importar qué área de la empresa haga uso de la misma.
4. En caso de que exista fibra cercana y con capacidad disponible, se hace un presupuesto de cuánto costaría hacer la obra para llevar la fibra al barrio. Se podría definir una distancia estándar entre el barrio y la fibra óptica de 15 cuadras en la que la obra requerida tendría un costo de \$ 500.354,55 final. **El presupuesto incluye:**
  - a. Gestión de permisos municipales. Las tasas municipales no están incluidas ya que varían en función del municipio.
  - b. Instalación de cámaras de inspección al comienzo y al final del tendido.
  - c. Colocación de postes.
  - d. Tendido de fibra óptica.
  - e. Vinculación del tendido con una cámara de inspección propia del barrio.
  - f. Fusiones.
  - g. Documentación de la obra.

En caso de que el tendido deba ser soterrado, el costo de la obra sería **entre tres o cuatro veces superior** al presupuesto anterior, dependiendo principalmente de la cantidad de cruces de calle que haya que construir.

5. Se debe analizar la información del barrio (porcentaje de ocupación, competencia existente, etc.) en conjunto con la gente de Comercial. Si el barrio se ubica a una distancia superior a 15 cuadras de la red existente, es importante tener en cuenta:
  - a. Cantidad de lotes.
  - b. Porcentaje de ocupación.
  - c. Tamaño de los lotes.
  - d. Existencia de barrios vecinos.

Puede existir casos de barrios con un gran porcentaje de ocupación, pero con muy pocos lotes, que los lotes sean muy grandes (lo que dispararía el costo del tendido interno), que haya un gran porcentaje de ocupación, pero el barrio esté muy lejos de la red, etc. Los Barrios Cerrados de estas características generalmente sufren el mismo problema, únicamente tienen un servicio por aire y de baja velocidad. Si bien en estos casos se debería rechazar el pedido, se le podría solicitar al área Comercial que releve la existencia de barrios cerrados cercanos y si los mismos también presentan el mismo inconveniente de depender de un servicio por aire.

Generalmente siempre hay barrios vecinos que presentan la misma necesidad de un servicio de mejor calidad por lo que se podría aprobar la factibilidad del proyecto ya que aumenta la cantidad de posibles clientes. Para estos casos se debe de construir en el primer barrio interesado una sala especial para la instalación del equipo óptico denominado “**miniOLT**” que es capaz de brindar servicio hasta dos mil clientes. En caso de que las ventas superen a lo diseñado, se puede instalar otro equipo. Al mismo tiempo, se debe instalar un banco de baterías que cuente con una

autonomía de al menos 12 horas ya que sino cualquier corte de luz, produciría una afectación de servicio importante.

Vale aclarar que cuando se hace un proyecto, nunca se considera vender al 100% de los vecinos ya que muchos lotes quedan vacíos, hay personas que no les gusta el servicio o no lo requieren, etc. Sin embargo, se planifica una red interna que permite cubrir a la totalidad de los lotes del barrio.

Finalmente, el costo de la obra de la instalación del equipo “miniOLT” es de USD 25 000 por lo que es muy importante el trabajo que realice el área Comercial para encontrar interesados en los barrios vecinos. A su vez, se deben de realizar dos caminos ópticos para llegar al barrio, uno principal y otro de segurización. Este requerimiento es obligatorio ya que, en caso de falla de uno de los caminos, el otro permanece activo lo que permite que los clientes no tengan afectación de servicio. El costo para hacer estos caminos es muy dispar ya que dependen de si hay que hacer tendido aéreo o soterrado y de la distancia. Teniendo en cuenta los presupuestos anteriores y suponiendo que para llegar al barrio se van a construir dos tendidos (uno soterrado y otro aéreo) y de una distancia de 15 cuadras, el costo de la obra sería el siguiente:

**Tabla 1**

*Costo de llevar fibra al barrio e instalación de MiniOLT*

Tarea	Costo	Observación
Provisión de mini OLT y construcción de sala	\$ 2.000.000,00	Costo final
Construcción de primer camino aéreo	\$ 510.354,55	Costo final
Construcción de segundo camino soterrado	\$ 1.531.063,66	Costo final

Tipo de Cambio \$/USD	80
-----------------------	----

Total:	\$ 4.041.418,21
--------	-----------------

**NOTA:** Para todos los presupuestos se tomó un tipo de cambio de 80 \$/USD porque ese era el valor del mismo en la fecha en que se realizó los despliegues en que se aplicó el nuevo proceso.

Como se puede apreciar, la obra sólo para llegar al barrio puede llegar a ser muy costosa por lo que para que la instalación de este equipo sea aprobada es necesario que el barrio cerrado (o conjunto de barrios), tenga una cantidad de como mínimo 2500 lotes (suponiendo una penetración máxima de 80%) sino el proceso debe darse por finalizado ya que el costo no sería amortizado en bastante tiempo.

Vale aclarar que la construcción de los caminos ópticos no tiene que ser siempre uno aéreo y otro soterrado. Esto va a depender de que tendido se permite en la zona a construir. Por ejemplo, ambos caminos pueden ser aéreos si el municipio permite el tendido aéreo en la zona.

6. Se debe de armar el “presupuesto óptico” (cálculo de potencia recibida en función de la potencia transmitida teniendo en cuenta las pérdidas ópticas) en función de la red existente más la red futura.

De acuerdo a mi conocimiento y experiencia, recomiendo que la distancia desde el nodo o hub de la red existente hasta el cliente más lejano no supere los 15 kilómetros. Una distancia superior no es recomendable ya que al cliente le llegaría una potencia muy justa. En el caso de que se haya construido una “miniOLT”, la distancia podría ser mayor sin embargo no es recomendable ya que a medida que los enlaces son más largos aumenta la posibilidad de que haya fallas en el mismo por factores externos como por ejemplo movimiento de suelo para alguna obra civil, rotura de postes, vandalismos, etc.

Finalmente, se debe tener en cuenta que la red sufre degradación con el paso del tiempo lo que afecta la potencia. Si bien esta degradación es progresiva, si a un cliente le llegara únicamente la potencia necesaria para que funcione el servicio, esto podría traer quejas respecto al servicio a futuro y sería un problema de difícil solución.

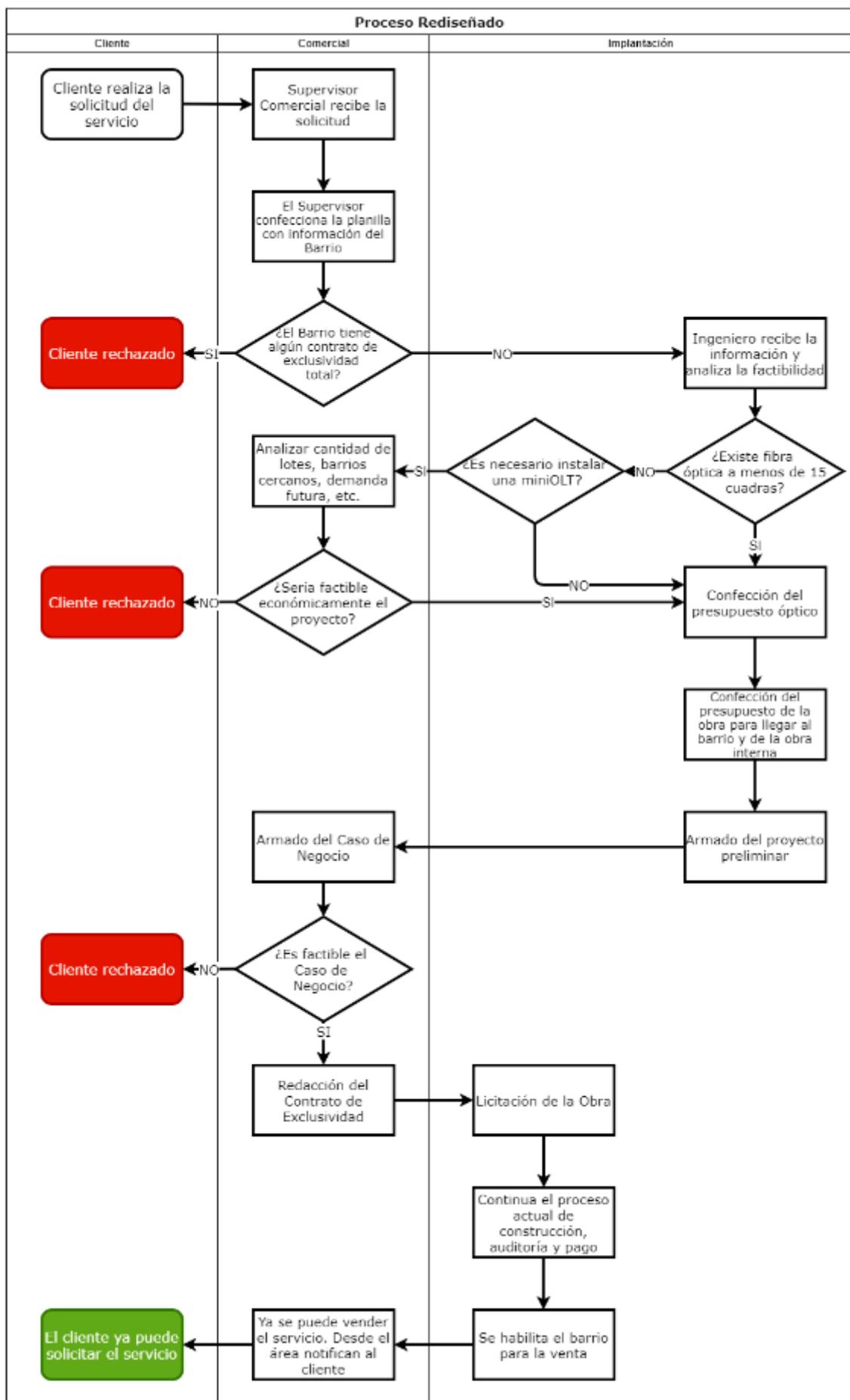
7. En función de los planos, se debe hacer el presupuesto para la obra interna del barrio. El costo puede variar de acuerdo a las características de los barrios. Dentro de nuestra área tenemos definidos los siguientes costos de referencia por lote (ya sea que esté ocupado o no):
  - a. **Tendido aéreo:** USD 41 por lote.
  - b. **Tendido subterráneo:** USD 123 por lote.
8. Una vez completados los presupuestos, los mismos se remiten (junto con las especificaciones técnicas) al área Comercial ya que en función de esta información

deben de armar un Caso de Negocio el cual es un flujo de fondos a 5 años que incluye:

- a. Ingresos en función de la proyección de ventas: Para esta proyección se tiene en cuenta los servicios existentes, tipos de planes más demandados y Churn Rate (tasa que hace referencia a la migración, rotación o cancelación de clientes).
  - b. Costos de capital (CAPEX): Obra de fibra óptica interna y externa.
  - c. Costos operativos (OPEX): Mantenimiento de red, costo de señales de TV, costo del MB.
  - d. Comisiones de venta.
9. Si el Caso de Negocio es aprobado, el área Comercial debe generar un contrato de exclusividad por un cierto plazo de tiempo con la Administración o Consorcio del Barrio. El alcance del mismo, va a depender de la infraestructura civil que tenga el Barrio. Si por ejemplo la red cuenta con tritubos (plancha de tres tubos o ductos) y una empresa tiene exclusividad sobre un ducto, nosotros podemos pedir la exclusividad de otro, quedando uno libre para otra empresa. En caso de que la red sea de un solo ducto, se debe de pedir la exclusividad total. La obra no puede comenzar sin estar definido este contrato.

### **Figura 23**

*Diagrama de flujo del proceso rediseñado*



Si bien a simple vista no pareciera haber un cambio radical en el proceso, el generar reglas y ciertas condiciones las cuales incluso vienen con un presupuesto estándar facilita mucho el trabajo de todos. A su vez, el proceso mantiene una cierta flexibilidad ya que estas condiciones no limitan el armado de proyectos, sino que buscan hacer un uso más eficiente de los recursos de la empresa y poder tener un criterio unificado entre áreas de la empresa.

Vale aclarar que en este último diagrama de flujo no se incluyó a las áreas de Mantenimiento e Instalación no porque no pertenezcan más al proceso sino para que el diagrama de flujo pueda seguir siendo legible en este documento. Ya que no hubo ninguna variación en ese proceso de control, esa tarea está dentro del símbolo de “Continua el proceso actual de construcción, auditoría y pago”.

Una vez aprobados el Caso de Negocio y el contrato de Exclusividad ya se puede proceder con la realización de la obra:

1. En base a los planos del barrio, se procede a diseñar y confeccionar los planos que van a ser necesarios para realizar la obra óptica.
2. Se procede a licitar internamente la obra entre las distintas contratistas que trabajan para la empresa. En función del monto total y de los oferentes, se busca rebajar al menos un 10% del costo total.
3. Una vez definida la contratista que va realizar el proyecto, el referente técnico que estuvo asignado a la fase anterior debe brindar una capacitación técnica al personal de la contratista para que estén familiarizados con las características particulares del proyecto y los inconvenientes que puedan llegar a surgir.

4. Se comienza la obra. El referente técnico da seguimiento de forma presencial mediante la supervisión en campo y también de forma remota mediante una aplicación interna que se le obliga al personal técnico su utilización. Esta aplicación sirve para dejar documentada la ubicación, de qué forma se instaló, niveles de potencia, mediciones ópticas, etc. de los distintos elementos que son necesarios para que la red funcione. En caso de que algún elemento no cumpla con los parámetros definidos, el mismo se rechaza y se le notifica a la contratista para que el inconveniente sea solucionado. Esta herramienta es muy útil para la contratista ya que permite dejar asentado el trabajo que realizaron en su momento y de forma segura, ya que, una vez aprobado, la información no se puede modificar.
5. Una vez finalizada la obra, se realiza una auditoría para determinar si la red cumple con los parámetros de calidad establecidos.
6. Se realiza una visita técnica en conjunto con al menos un referente de las áreas de Mantenimiento e Instalaciones de cliente. Esta visita ayuda a familiarizarlos con la red nueva lo que les permite a futuro ser más eficiente en sus tareas.
7. Se da por concluida la obra y se procede a habilitar el barrio para la venta.

Una vez finalizado el rediseño, es necesario remarcar la importancia de documentar el nuevo proceso tal como se menciona en el paso 3 del Método Sistemático. La falta de documentación o de capacitación puede producir inconvenientes a futuro. Un ejemplo de esto sería haber realizado una obra muy costosa (instalar una mini OLT en un barrio de 500 lotes en los que ya hay competencia y encima hay pocas casas construidas). Otro ejemplo es haber hecho una obra en un barrio ubicado a más de 15 km del equipo óptico de transmisión ubicado en la Central y que debido al paso del tiempo, y diversos actos

vandálicos, la degradación óptica del cable haya aumentado lo cual produce que a los clientes le lleguen una mala potencia. Esto puede producir micro cortes o la caída total del servicio.

**Paso 6: Implementar los cambios.**

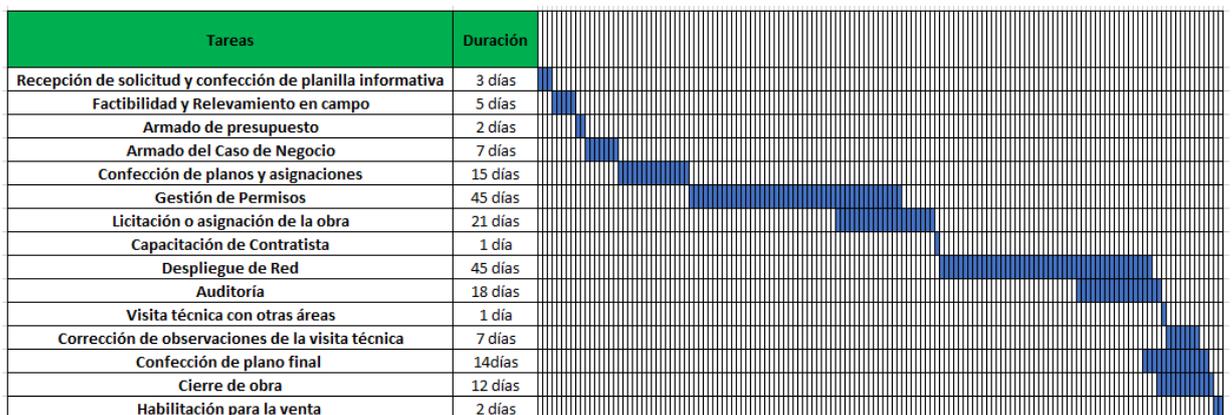
Es el paso más difícil pero el que puede llegar a ser el más satisfactorio. El rediseño del proceso surgió de una futura necesidad que se espera que tenga la empresa a futuro. Si bien se buscó definir el proceso más óptimo posible, siempre hay que estar atento a futuras necesidades de mejora y *no oponer resistencia al cambio*. Se debe fomentar el aporte de ideas para la mejora por parte de todo el personal de las áreas involucradas. Siempre se debe buscar la eficiencia y optimizar los “tiempos muertos”.

**Definición del Diagrama de Gantt para el nuevo proceso:**

Tal como se mencionó anteriormente, se definió un Diagrama de Gantt de referencia con algunas tareas típicas junto con los días que se puede demorar en completarlas. El mismo es el siguiente:

**Figura 24**

*Diagrama de Gantt del proceso rediseñado*



Como se puede observar, muchas de las tareas deben ser concluidas antes de poder comenzar con la siguiente.

**Descripción de las tareas:**

- 1. Recepción de solicitud y confección de planilla informativa:** El supervisor Comercial recibe la solicitud de un potencial cliente y se entrevista con el mismo y el Administrador del barrio. Luego completa la planilla informativa (datos del cliente, contactos, servicios existentes, cantidad de lotes, posible índice de penetración del servicio, etc.). Finalmente, transmite la información al área técnica de Implantación.
- 2. Factibilidad y Relevamiento en campo:** Una vez lista la planilla, el Ingeniero que recibe la solicitud verifica a qué distancia el barrio solicitado se encuentra de la red de fibra óptica existente. En caso de que determine de que es factible llegar al barrio, coordina y realiza la visita técnica en la cual verifica la infraestructura tanto de la empresa como del barrio. Luego recopila toda la información y determina la forma de llegar al barrio desde la red existente, así como el presupuesto óptico.  
  
En caso de no poder llegar al barrio, el mismo se encuentra lejos de la red o es muy costoso, se rechaza la solicitud.
- 3. Armado de presupuesto:** En función de la planilla informativa, así como en la información recopilada en el relevamiento, se genera un presupuesto tentativo tanto para llegar al barrio como para brindar el servicio dentro. Se remite esta información al área Comercial.

4. **Armado del Caso de Negocio:** Desde el área Comercial reciben el presupuesto y arman el Caso de Negocio. En caso de que sea aprobado, se procede a armar los planos. Sino, se rechaza la solicitud.
5. **Confección de planos y asignaciones:** En función de los planos del barrio, se procede a dibujar el recorrido de la fibra óptica y de las ubicaciones tentativas de los distintos elementos de red para que la obra se pueda realizar. Luego se confeccionan las asignaciones de fibra óptica.

En caso de que el barrio no tenga planos digitalizados, se los puede diseñar, pero produciría una demora. El tiempo definido para esta tarea (15 días) no incluye esta demora.

6. **Gestión de Permisos:** Una vez listos los planos, en caso de que sea necesario, se procede a realizar la gestión de permisos ante los entes que lo requieran (Municipio, Empresa eléctrica o ambos). Por lo general estos despliegues, al no ser tan grandes como los que construimos normalmente, no demoran tanto las correcciones y la aprobación final por parte de los entes. Es por esto que se define una duración estándar de 45 días.
7. **Licitación o asignación de la obra:** Mientras se realiza la solicitud del Permiso para comenzar la obra, si se verifica que es factible la aprobación del mismo, se puede ir ahorrando tiempo e ir llamando a licitación. Por otra parte, si se verifica que hay una contratista disponible y que está familiarizada con el despliegue de fibra óptica, se le puede asignar la obra. El tiempo definido para esta tarea (21 días), da el margen suficiente para tomar la decisión que se crea correcta.

**8. Capacitación de Contratista:** Una vez obtenido el permiso y definida la contratista que va a realizar la obra, se procede a capacitar a la misma. Si bien los técnicos están homologados y saben cómo trabajar, se exige esta capacitación para familiarizarlos con el despliegue específico que va a necesitar el barrio así como repasar conceptos técnicos de forma teórica y práctica. A su vez, sirve para homologar nuevos técnicos que se suman al proyecto.

Se lleva un control estricto de cada técnico que trabaja en la red y si están homologados o no. Esta información también figura en el tablero creado en "Tableau" para disponer la información de una forma sencilla y de fácil acceso.

**9. Despliegue de Red:** Cumplidas las tareas anteriores, se procede con la construcción de la nueva red.

**10. Auditoría:** Antes de finalizar con la construcción se puede comenzar con la auditoría de la obra. Esto permite detectar fallas de forma temprana, sin afectación de servicio (ya que no hay clientes activos) y a su vez dar margen de tiempo a la empresa que está desplegando para poder reparar los errores detectados.

**11. Visita técnica con otras áreas:** Una vez finalizada y auditada la obra, se procede a coordinar una visita técnica al barrio en conjunto con un representante del área de Mantenimiento (encargados de reparar la red) y otro de Instalaciones (área que conecta los clientes a la red). Esta visita sirve para familiarizarlos con el despliegue realizado y las particularidades que puede haber, así como detectar algún error constructivo que se pasó por alto o algún aspecto a mejorar. Luego, se genera un informe con la información obtenida.

**12. Corrección de observaciones de la visita técnica:** Se le transmite el informe con las observaciones recopiladas a la empresa que realizó el despliegue para que sean solucionados. Se definió una duración de 7 días para que puedan hacer las reparaciones de forma correcta. Una vez finalizadas, la empresa debe dejar asentado las reparaciones que realizaron.

**13. Confección de plano final:** La contratista puede ir armando el plano final de obra mientras está desplegando. Luego de dar cierre a la construcción, tiene un par de días extras para dejar asentada toda la información en el plano final.

**14. Cierre de obra:** Al igual que con el plano, se recomienda que la contratista vaya recopilando toda la información que sea necesaria para que se le pueda pagar pocos días después de finalizar la obra. En este caso, es necesario que haga un seguimiento detallado de los materiales utilizados y de las tareas que realizaron para que no haya discrepancias.

**15. Habilitación para la venta:** Una vez finalizadas todas las tareas anteriores, ya es posible cargar la información de la red construida y liberar la zona para la venta. Se procede a dar aviso al área Comercial.

Se define por lo tanto una duración estándar del nuevo proceso **de 145 días** (casi 5 meses).

### **Casos de aplicación:**

En el transcurso del desarrollo de este Trabajo Final, se recibieron varias solicitudes que en su mayoría fueron rechazadas debido a las siguientes razones:

- El barrio quedaba muy lejos de la red existente y era muy costoso llegar al mismo.

- Contrato de exclusividad con otras prestadoras.
- Barrios pequeños o con pocos lotes construidos. A su vez, no había otros barrios cerca.

Se pudo implementar con éxito el nuevo proceso en dos casos que voy a proceder a detallarlos a continuación:

**Caso A: Barrio Privado.**

Este Barrio se encuentra ubicado dentro de la ciudad de Córdoba. El mismo cuenta con 138 lotes de los cuales están habitados 63. A su vez, los lotes son bastante grandes (superiores a los 1000 m<sup>2</sup>) pero la ventaja que tiene el Barrio es que permite tendido aéreo lo cual permite abaratar el costo del despliegue.

Los proveedores actuales de Internet que contratan los habitantes van por aire (DirecTV y empresas locales) y son de baja velocidad por lo que, según lo informado por Comercial, se espera que la penetración de nuestro servicio sea superior a un 80%.

Luego de realizar el relevamiento en campo se detectaron las siguientes **ventajas**:

- La entrada del mismo se ubica a 14 cuadras de nuestra red existente. A su vez, esa red es también FTTH y no de otro servicio por lo que no es necesario agregar ningún equipamiento extra ni tampoco miniOLT.
- Índice de penetración de 80% informado por Comercial.
- Muchos lotes en construcción casi finalizada por lo que habría más clientes potenciales en un corto plazo.

- Se puede desplegar de forma aérea. A su vez, la postación es del Barrio por lo cual no hay que solicitar permiso a la empresa eléctrica.
- No existe contrato de exclusividad de ningún tipo.
- La Administración está de acuerdo con la obra.

Por otra parte, se detectaron las siguientes **desventajas**:

- Para llegar al Barrio hay que utilizar la postación de la empresa eléctrica, ya que sino aumentarían los costos de la obra.
- Si bien hay casas construyéndose, hay muchos lotes vacíos.
- Tamaño de lotes grandes lo que implica que también sea más costoso hacer la obra ya que hay que tirar más cable y colocar más cantidad de cajas ópticas a las cuales se conectan los clientes.
- Los tiempos de permisos de la empresa eléctrica le agrega demora de al menos un mes a la obra.

Las ventajas terminaron siendo superiores a las desventajas. Sin embargo, se llegó a la conclusión de que era obligatorio llegar a un acuerdo con la empresa eléctrica para poder llevar la fibra óptica al Barrio. Por otra parte, se observó que había un barrio abierto entre el barrio cerrado y el lugar en donde terminaba nuestra red. Este barrio abierto, cuenta con 334 hogares y con una gran cantidad de postación de la empresa eléctrica por lo que permitiría que sea más redituable la obra. También se estima que ese barrio tenga una gran demanda del servicio ya que, al igual que el barrio cerrado, no disponen de servicios de internet de gran velocidad. Finalmente, se debe gestionar los permisos de forma obligatoria por lo que sumar más hogares permite optimizar los costos.

**Tabla 2**

*Costo total de la obra del caso A*

<b>Costo de materiales:</b>	\$ 1.157.300,00
<b>Costo de mano de obra:</b>	\$ 1.137.001,19
<b>Costo final:</b>	\$ 2.294.301,19

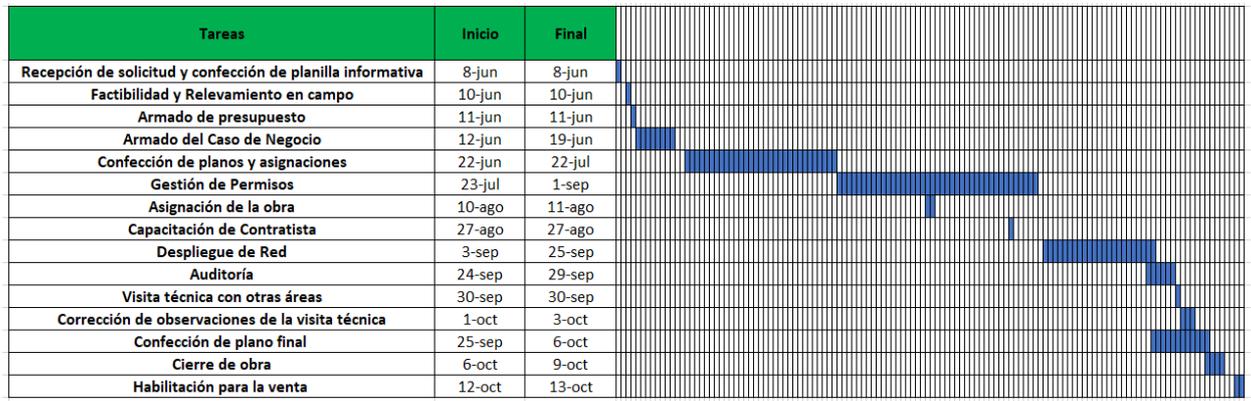
<b>Tipo de Cambio \$/USD</b>	80
<b>Costo final:</b>	USD 28.678,76

<b>Costo final por HP</b>	USD 60,76
---------------------------	-----------

El costo final por HP (Hogar Pasado) terminó siendo **superior** al costo de USD 41 definido anteriormente. Esto se debe principalmente al hecho de que ese costo está definido para despliegues residenciales que típicamente son 10 veces más grandes, pero con menos índice de penetración de servicio estimado. Por lo tanto, si bien el costo por hogar es casi un 50% superior, teniendo la estimación de una penetración del 80%, **el despliegue es redituable.**

**Figura 25**

*Duración del proyecto del caso A*



Como se puede observar en el Diagrama, existieron dos tareas que demoraron un mes o un poco más:

- **Confección de planos y asignaciones:** Demoró un mes exacto (22 de junio al 22 de julio del 2020). Esto es debido a que el barrio cerrado no tenía planos digitales. A su vez, se tuvo que relevar por completo el barrio abierto (cantidad de lotes, tipo de utilización, alturas, postes, etc.). Toda esta información era necesaria para dibujar el recorrido óptimo de la fibra óptica junto con la ubicación de los elementos ópticos. Finalmente, esta información es remitida a los entes que deben de autorizar la obra, en este caso la Municipalidad de Córdoba y la Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC)
- **Gestión de permisos:** Este proceso demoró poco más de un mes (23 de julio al 1 de septiembre del 2020). Esta gestión es muy importante ya que se debe contar con la aprobación del Municipio y de la empresa eléctrica. En ese lapso de tiempo, los

planos fueron analizados por los entes mencionados. A su vez, se hicieron correcciones en función de distintas observaciones que se realizaron.

Vale destacar que el despliegue de fibra óptica demoró menos de un mes debido principalmente a que al ser puramente aéreo, el mismo es más rápido. También fue importante la auditoría y la visita técnica con las áreas de Mantenimiento e Instalaciones, ya que se detectaron un par de detalles (ubicación no óptima de elementos ópticos, falta de cobertura en algunas calle y error en un tendido de fibra óptica) que se pudieron corregir sin tener clientes activos.

El proceso total demoró poco más de cuatro meses lo cual, en mi opinión, es un muy buen tiempo ya que fue inferior a los 145 días definidos como duración estándar.

Finalmente, ya comenzó la venta en el barrio y hasta ahora no se presentaron inconvenientes.

### **Caso B: Complejo de edificios.**

Este complejo ubicado también en la ciudad de Córdoba Capital es privado y cuenta con siete torres cada una de distribución similar. La cantidad total de hogares es de 214 y están todos habitados. Todos los servicios van soterrados.

Los proveedores actuales de Internet que contratan los habitantes van por aire (DirecTV y empresas locales) y también por coaxil (Cablevisión). Ambos servicios no funcionan mal, pero los potenciales clientes demandan otro servicio nuevo. Según lo informado por Comercial, se espera que la penetración de nuestro servicio sea superior a un 50%.

Luego de realizar el relevamiento en campo se detectaron las siguientes **ventajas**:

- La entrada del Complejo se ubica a 3 cuadras de nuestra red existente. A su vez, esa red es también FTTH y no de otro servicio por lo que no es necesario agregar ningún equipamiento extra ni tampoco miniOLT.
- En este caso no haría falta pedir permiso de ningún tipo ya que ambos ya fueron gestionados para la red que está muy cerca del complejo
- Plena ocupación en el complejo.
- Si bien se tiene que desplegar de forma subterránea, la red de ductos y cámaras es amplia y no está saturada con otros cables.
- No existe contrato de exclusividad de ningún tipo.
- La Administración está de acuerdo con la obra.

Por otra parte, se detectaron las siguientes **desventajas**:

- Si bien la red de ductos y cámaras del complejo se observa que está en buen estado, hasta que no pasemos nuestros cables, no podemos estar 100% seguros y es posible que haya algún ducto roto o obstruido.
- Si llegase a haber algún ducto dañado, la Administración del complejo lo debe reparar. Esto produciría una demora extra.
- Al haber tanta competencia, es posible que el índice de penetración del 50% informado por Comercial no se cumpla en el mediano plazo.
- Las torres del complejo son similares, pero no iguales por lo que el proyecto varía en cada torre.

En este caso, las ventajas también terminaron siendo superiores a las desventajas.

La obra se pudo realizar según lo proyectado y no sufrió grandes percances. Únicamente se detectó un pequeño tramo obstruido en una de las torres el cual tuvo que ser resuelto por la Administración del complejo ya que había que picar la pared para poder solucionar el inconveniente. Sin embargo, la obra se demoró un poco más de lo planificado debido a que costó pasar los cables dentro de la montante de los edificios.

### Tabla 3

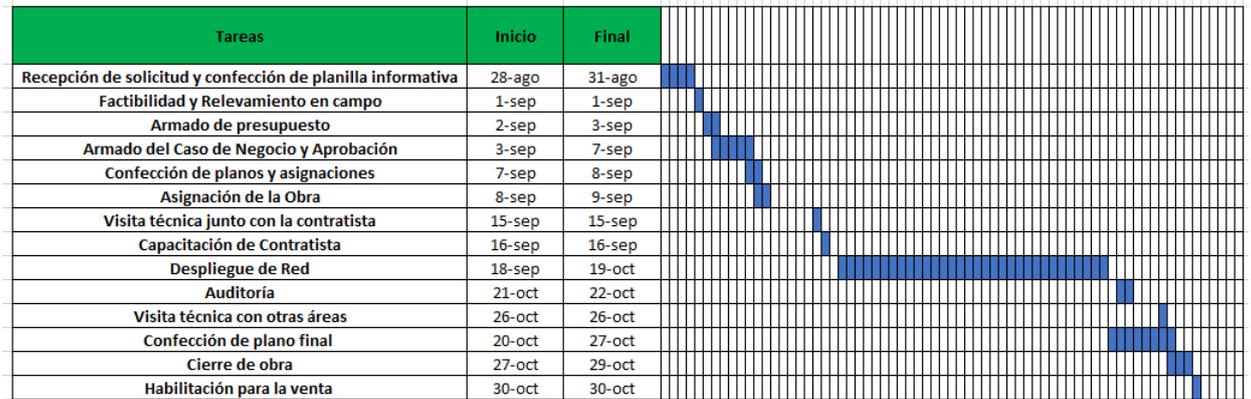
*Costo total de la obra del caso B*

<b>Costo de materiales:</b>	\$ 238.237,60
<b>Costo de mano de obra:</b>	\$ 227.738,84
<b>Costo final:</b>	\$ 465.976,44
<b>Tipo de Cambio \$/USD</b>	
	80
<b>Costo final:</b>	USD 5.824,71
<b>Costo final por HP</b>	
	USD 27,22

Recordando que anteriormente habíamos definido un costo estándar por hogar para un despliegue soterrado de 123 USD, el costo final de solo **USD 27,22 por hogar** es extremadamente competitivo. Esto se atribuye principalmente a la cercanía del Complejo con la red existente y a que el Complejo cuenta con edificios (de casi 30 departamentos cada uno) los cuales están cerca uno del otro. Esto permite tender una cantidad muy inferior de cable de fibra óptica en comparación a un barrio cerrado tradicional los cuales están compuestos por lotes individuales y de gran tamaño.

**Figura 26**

*Duración del proyecto del caso B*



La duración de la obra fue de sólo 69 días la cual es muy inferior a los 145 días definidos como duración estándar. Se pudo desplegar de forma más rápida ya que no se tuvo que gestionar permisos y debido a que la confección del plano y asignaciones es más simple ya que es poca la superficie a recorrer con la fibra óptica (debido a que es un complejo de edificios).

## **Parte IV: Conclusiones**

El mercado actual de comunicaciones es un mercado maduro y de alta competencia lo que impone márgenes de ganancias cada vez más estrechos. Esto conlleva a buscar ser eficientes en el uso de los recursos.

El análisis de procesos es necesario tanto para la reingeniería como para el mejoramiento de los procesos. El aplicar el Método Sistemático del Análisis de los Procesos, permitió hacer un análisis completo de la situación actual. Si bien la empresa ya había realizado algunos despliegues FTTH en Barrios Cerrados, al aplicar este método pudimos comprobar primero que estábamos ante la oportunidad de explotar un nicho de mercado no satisfecho ni en el corto ni en el mediano plazo. Se relevaron las distintas tareas pertenecientes a el proceso y a que áreas involucraban. Esto permitió detectar varias ineficiencias en el proceso actual. También se definieron algunos costos típicos para conectar los Barrios a la red de fibra óptica existente.

La información recopilada permitió rediseñar el proceso ya que se implementaron diversas mejoras lo que redundó en crear un proceso estándar con tiempos, costos y tareas definidas en la que cada una de las áreas involucradas conoce su rol y alcance de su tarea. También se armaron tableros de control para que los distintos equipos de trabajo puedan hacer un seguimiento al proyecto y quienes trabajan en el mismo. Por otra parte, es necesario aclarar que el proceso definido en este Trabajo Final no es cerrado, sino que por el contrario está abierto a la mejora ya que se realimenta continuamente de la nueva información que va a ir surgiendo con el paso del tiempo.

Finalmente, se aplicó el proceso rediseñado a dos casos reales y se pudo observar una mejora en los tiempos del despliegue. Sin embargo, es importante aclarar que debido a lo variado que puede ser un Despliegue FTTH en Barrios Cerrados, esta herramienta no es 100% efectiva, sino que como se mencionó varias veces durante el desarrollo de este trabajo final, permite aplicar una cierta certidumbre en la mayor cantidad de casos que surjan. El Ingeniero a cargo del primer análisis de factibilidad puede apoyarse en esta herramienta para descartar rápidamente a los Barrios no factibles. Luego debe ser muy crítico en el análisis del resto de los Barrios que podrían ser factibles de construir.

## **Bibliografía:**

Bertini, V. (2015). Mejora de procesos en una Pyme. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

CABASE (2019). Estado de Internet en Argentina y la Región. Recuperado de:

<https://www.cabase.org.ar/wp-content/uploads/2019/12/CABASE-Internet-Index-II-Semestre-2019.pdf>

Cardama Aznar, A. (2002). Antenas. Ediciones UPC. Catalunya, España.

Danizio, P. (2004). Introducción al Cálculo de Radioenlaces. Editorial Universitas, Córdoba, Argentina.

Dedieu, H; Golden, P; Jacobsen, K. (2006). Fundamentals of DSL technology. Auerbach Publications. New York, Estados Unidos.

Dean, T. (2010). Network + Guide to Networks. Course Technology, Cengage Learning. Boston, Estados Unidos.

ENACOM. (2019). Indicadores de Mercado Anual. Recuperado de:

<https://indicadores.enacom.gob.ar/Informes>

Gigena, R. (2019). Mejora de procesos de Di Pale Gelateria. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. Hammer, M. & Champy, J. (1993). Reingeniería (Primera Edición). Editorial Norma, Bogotá, Colombia.

Harrington, J. (1993). Mejoramiento de los procesos de la empresa. McGraw-Hill, Bogotá,

Colombia.

Krajewski Lee J., R. L. (2007). Administración de Operaciones, Procesos y Cadenas de Valor (Octava edición). Pearson Education.

Platini, J.I. , Pruvost, M.G. & Quaranta, F. (2013). Diseño de una red FTTH en la ciudad de Río Tercero. Universidad Blas Pascal, Córdoba, Argentina.

Roitman, S. (2003). Barrios cerrados y segregación social urbana. Recuperado de:

[http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146\(118\).htm](http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146(118).htm)

Vetland V. (2018) Internet for All with Fixed LTE. Recuperado de:

<https://carrier.huawei.com/en/success-stories/home-broadband/internet-for-all-with-fixed-lte>

## Anexo:

### Anexo 1: Tablero de capacitaciones

#### Listado de técnicos capacitados

APELLIDO y NOMBRE

(Todo)

CONTRATISTA FTTH

Fibra Óptica SRL

CONTRATISTA PRINCIPAL

(Todo)

Ciudad

(Todo)

#### Cantidad de Técnicos Capacitados:

Provincia	2018	2019	2020	2021
Buenos Aires		105	60	6
Catamarca		1		
Chaco		35		
Ciudad Aut..	3	32	25	
Córdoba		60	68	9
Jujuy		13	25	
Mendoza			26	21
Santa Fe		28	5	
Tucumán		31		

#### Listado de Técnicos

APELLIDO y NOMBRE	CONTRATIS..	CONTRATIS..	EMPALME/..	Provincia	Ciudad	Año de Fech..
Carlos Altamirano	Fibra Óptic..	Fibra Óptic..	Empalmador	MENDOZA	MENDOZA	2021
Jorge Cruz	Fibra Óptic..	Fibra Óptic..	Empalmador	MENDOZA	MENDOZA	2021
Lucas Fernandez	Fibra Óptic..	Fibra Óptic..	Empalmador	MENDOZA	MENDOZA	2021

## Listado de técnicos capacitados

APELLIDO y NOMBRE: (Todo)

CONTRATISTA FTTH: Fibra Óptica SRL

CONTRATISTA PRINCIPAL: (Todo)

Ciudad: (Todo)

Escribir texto de búsqueda

(Todo)  
 Buenos Aires  
 Ciudad Autonoma de Buenos Aires  
 Córdoba  
 CORDOBA  
 Escobar  
 Florencio Varela  
 Mar del Plata  
 MENDOZA  
 Resistencia  
 RIO CUARTO  
 Rosario  
 San Fernando  
 San Fernando del Valle de Catamarca  
 San Martín  
 San Miguel de Tucumán  
 San Salvador de Jujuy  
 Santa Fe

**Cantidad de Técnicos Capacitados:**

Provincia	2018	2019	2020	2021
Buenos Aires		105	60	6
Catamarca		1		
Chaco		35		
Ciudad Aut..	3	32	25	
Córdoba		60	68	9
Jujuy		13	25	
Mendoza			26	21
Santa Fe		28	5	
Tucumán		31		

**Listado de Técnicos**

APELLIDO y NOMBRE	CONTRATIS..	CONTRATIS..
Carlos Altamirano	Fibra Óptic..	Fibra Óptic..
Jorge Cruz	Fibra Óptic..	Fibra Óptic..
Lucas Fernandez	Fibra Óptic..	Fibra Óptic..

## Listado de técnicos capacitados

APELLIDO y NOMBRE

(Todo)

CONTRATISTA FTTH

Ingeniería SRL

CONTRATISTA PRINCIPAL

(Todo)

Ciudad

(Todo)

### Cantidad de Técnicos Capacitados:

Provincia	2018	2019	2020	2021
Buenos Aires		105	60	6
Catamarca		1		
Chaco		35		
Ciudad Aut..	3	32	25	
Córdoba		60	68	9
Jujuy		13	25	
Mendoza			26	21
Santa Fe		28	5	
Tucumán		31		

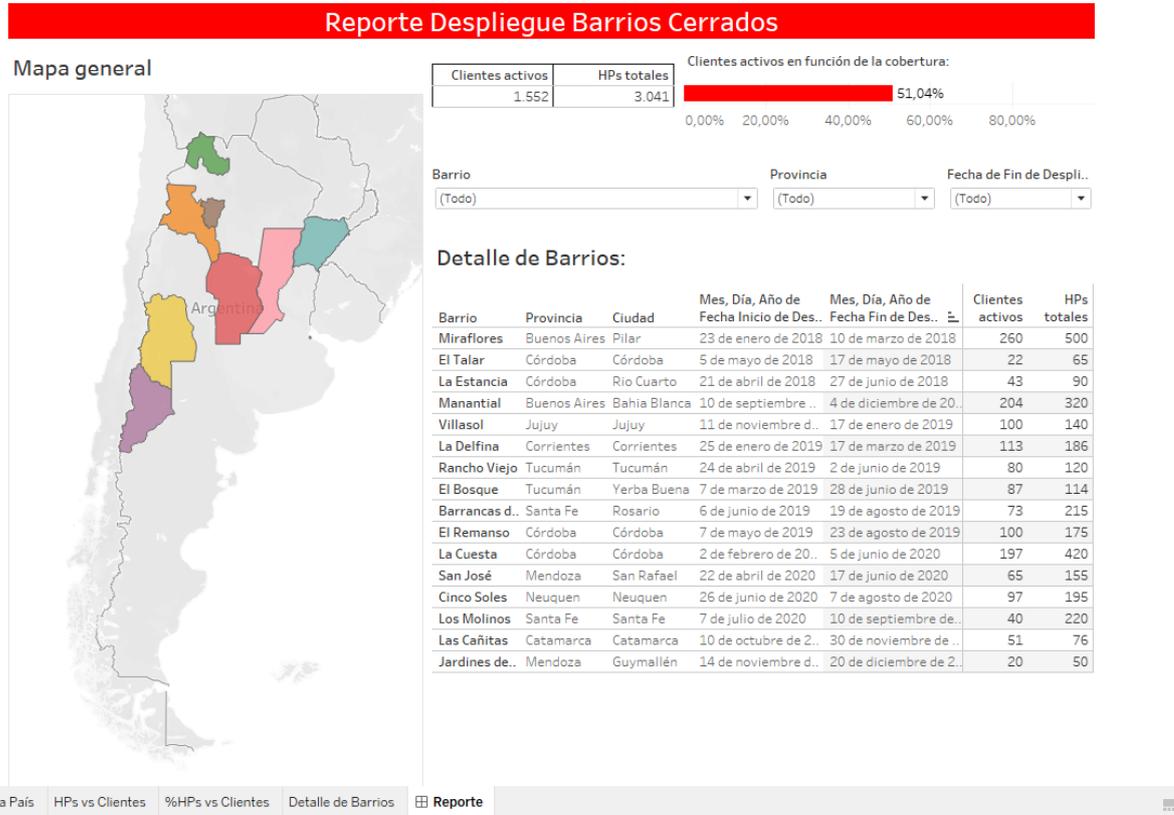
### Listado de Técnicos

APELLIDO y NOMBRE	CONTRATIS..	CONTRATIS..	EMPALME/..	Provincia	Ciudad	Año de Fech..
Carlos Perez	Ingeniería S..	Ingeniería S..	Empalmador	Córdoba	Córdoba	2021
José Calvo	Ingeniería S..	Ingeniería S..	Empalmador	Córdoba	Córdoba	2021
Juan Perez	Ingeniería S..	Ingeniería S..	Empalmador	Córdoba	Córdoba	2021

Capacitación Dashboard de Capacitacion...

**NOTA: Los datos sobre los técnicos y contratistas mostrados en este tablero son ficticios.**

## Anexo 2: Tablero de seguimiento de despliegue



Barrio:  Provincia:  Fecha de Fin de Despli.:

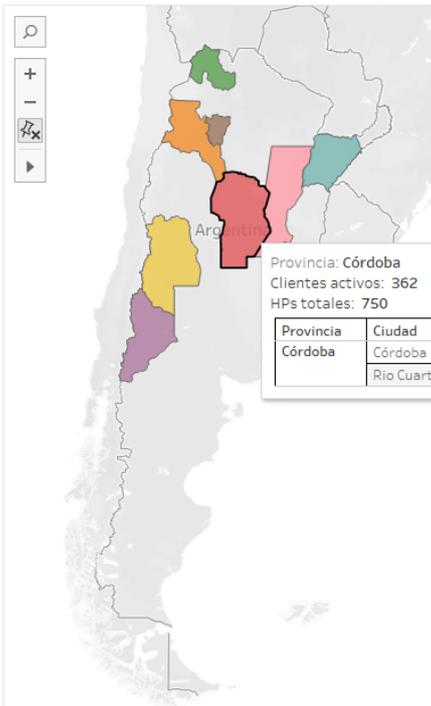
**Detalle de Barrios:**

Barrio	Provincia	Ciudad	Mes, Día, Año de Fecha Inicio de Des..	Mes, Día, Año de Fecha Fin de Des..	Cientes activos	HPs totales
Miraflores	Buenos Aires	Pilar	23 de enero de 2018	10 de marzo de 2018	260	500
El Talar	Córdoba	Córdoba	5 de mayo de 2018	17 de mayo de 2018	22	65
La Estancia	Córdoba	Rio Cuarto	21 de abril de 2018	27 de junio de 2018	43	90
Manantial	Buenos Aires	Bahia Blanca	10 de septiembre de 2018	4 de diciembre de 2018	204	320
Villasol	Jujuy	Jujuy	11 de noviembre de 2018	17 de enero de 2019	100	140
La Delfina	Corrientes	Corrientes	25 de enero de 2019	17 de marzo de 2019	113	186
Rancho Viejo	Tucumán	Tucumán	24 de abril de 2019	2 de junio de 2019	80	120
El Bosque	Tucumán	Yerba Buena	7 de marzo de 2019	28 de junio de 2019	87	114
Barrancas d..	Santa Fe	Rosario	6 de junio de 2019	19 de agosto de 2019	73	215
El Remanso	Córdoba	Córdoba	7 de mayo de 2019	23 de agosto de 2019	100	175
La Cuesta	Córdoba	Córdoba	2 de febrero de 2020	5 de junio de 2020	197	420
San José	Mendoza	San Rafael	22 de abril de 2020	17 de junio de 2020	65	155
Cinco Soles	Neuquen	Neuquen	26 de junio de 2020	7 de agosto de 2020	97	195
Los Molinos	Santa Fe	Santa Fe	7 de julio de 2020	10 de septiembre de 2020	40	220
Las Cañitas	Catamarca	Catamarca	10 de octubre de 2020	30 de noviembre de 2020	51	76
Jardines de..	Mendoza	Guymallén	14 de noviembre de 2020	20 de diciembre de 2020	20	50

[País](#) | 
 [HPs vs Clientes](#) | 
 [%HPs vs Clientes](#) | 
 [Detalle de Barrios](#) | 
 **Reporte**

## Reporte Despliegue Barrios Cerrados

### Mapa general



Clientes activos	HPs totales
1.552	3.041

Clientes activos en función de la cobertura:



Barrio: (Todo) Provincia: (Todo) Fecha de Fin de Despli.: (Todo)

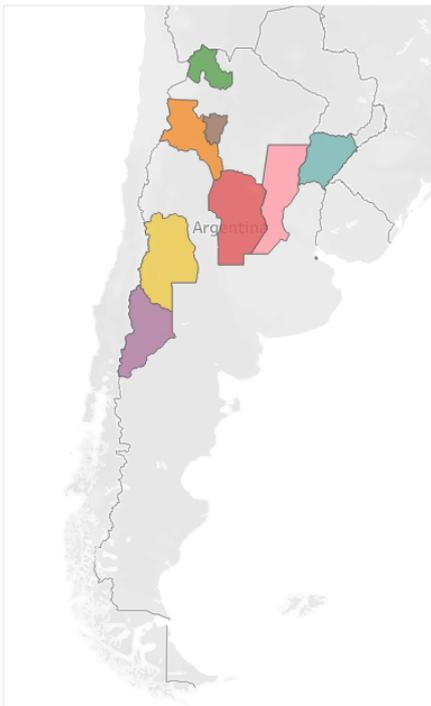
### Detalle de Barrios:

Barrio	Provincia	Ciudad	Mes, Día, Año de Fecha Inicio de Des..	Mes, Día, Año de Fecha Fin de Des..	Clientes activos	HPs totales
Buenos Aires	Pilar		23 de enero de 2018	10 de marzo de 2018	260	500
Córdoba	Córdoba		5 de mayo de 2018	17 de mayo de 2018	22	65
Córdoba	Río Cuarto		21 de abril de 2018	27 de junio de 2018	43	90
Buenos Aires	Bahía Blanca		10 de septiembre de 2018	4 de diciembre de 2018	204	320
Jujuy	Jujuy		11 de noviembre de 2018	17 de enero de 2019	100	140
Corrientes	Corrientes		25 de enero de 2019	17 de marzo de 2019	113	186
Tucumán	Tucumán		24 de abril de 2019	2 de junio de 2019	80	120
El Bosque	Tucumán	Yerba Buena	7 de marzo de 2019	28 de junio de 2019	87	114
Barrancas d..	Santa Fe	Rosario	6 de junio de 2019	19 de agosto de 2019	73	215
El Remanso	Córdoba	Córdoba	7 de mayo de 2019	23 de agosto de 2019	100	175
La Cuesta	Córdoba	Córdoba	2 de febrero de 2020	5 de junio de 2020	197	420
San José	Mendoza	San Rafael	22 de abril de 2020	17 de junio de 2020	65	155
Cinco Soles	Neuquen	Neuquen	26 de junio de 2020	7 de agosto de 2020	97	195
Los Molinos	Santa Fe	Santa Fe	7 de julio de 2020	10 de septiembre de 2020	40	220
Las Cañitas	Catamarca	Catamarca	10 de octubre de 2020	30 de noviembre de 2020	51	76
Jardines de..	Mendoza	Guymallén	14 de noviembre de 2020	20 de diciembre de 2020	20	50

País HPs vs Clientes %HPs vs Clientes Detalle de Barrios Reporte

## Reporte Despliegue Barrios Cerrados

### Mapa general



Clientes activos	HPs totales
1.552	3.041

Clientes activos en función de la cobertura:



Barrio: (Todo) Provincia: (Todo) Fecha de Fin de Despli.: (Todo)

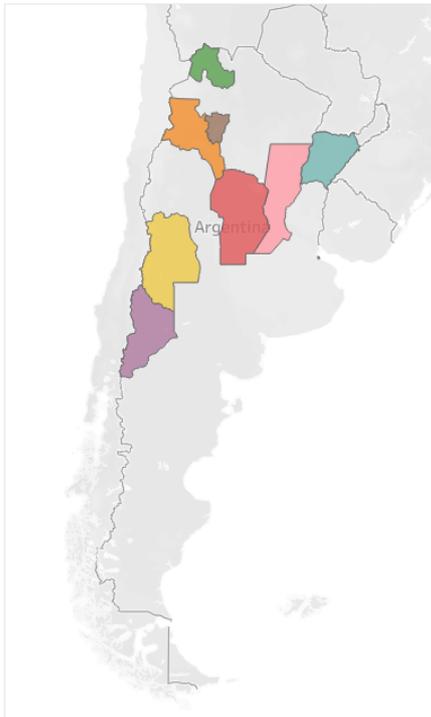
### Detalle de Barrios:

Barrio	Provincia	Ciudad	Mes, Día, Año de Fecha Inicio	Mes, Día, Año de Fecha Fin	Clientes activos	HPs totales
Miraflores	Buenos Aires	Pilar	23 de enero de 2018	10 de marzo de 2018	260	500
El Talar	Córdoba	Córdoba	5 de mayo de 2018	17 de mayo de 2018	22	65
La Estancia	Córdoba	Río Cuarto	21 de abril de 2018	27 de junio de 2018	43	90
Manantial	Buenos Aires	Bahía Blanca	10 de septiembre de 2018	4 de diciembre de 2018	204	320
Villasol	Jujuy	Jujuy	11 de noviembre de 2018	17 de enero de 2019	100	140
La Delfina	Corrientes	Corrientes	25 de enero de 2019	17 de marzo de 2019	113	186
Rancho Viejo	Tucumán	Tucumán	24 de abril de 2019	2 de junio de 2019	80	120
El Bosque	Tucumán	Yerba Buena	7 de marzo de 2019	28 de junio de 2019	87	114
Barrancas d..	Santa Fe	Rosario	6 de junio de 2019	19 de agosto de 2019	73	215
El Remanso	Córdoba	Córdoba	7 de mayo de 2019	23 de agosto de 2019	100	175
La Cuesta	Córdoba	Córdoba	2 de febrero de 2020	5 de junio de 2020	197	420
San José	Mendoza	San Rafael	22 de abril de 2020	17 de junio de 2020	65	155
Cinco Soles	Neuquen	Neuquen	26 de junio de 2020	7 de agosto de 2020	97	195
Los Molinos	Santa Fe	Santa Fe	7 de julio de 2020	10 de septiembre de 2020	40	220
Las Cañitas	Catamarca	Catamarca	10 de octubre de 2020	30 de noviembre de 2020	51	76
Jardines de..	Mendoza	Guymallén	14 de noviembre de 2020	20 de diciembre de 2020	20	50

País HPs vs Clientes %HPs vs Clientes Detalle de Barrios Reporte

## Reporte Despliegue Barrios Cerrados

### Mapa general



Cientes activos	HPs totales
1.552	3.041

Cientes activos en función de la cobertura:



#### Barrio

- La Cuesta
- ✕
- Provincia
- Fecha de Fin de Despli..
- (Todo)
- (Todo)
- Escribir texto de búsqueda
- (Todo)
- Barrancas del Norte
- Cinco Soles
- El Bosque
- El Remanso
- El Talar
- Jardines del Sur
- La Cuesta**
- La Delfina
- La Estancia
- Las Cañitas
- Los Molinos
- Manantial
- Miraflores
- Rancho Viejo
- San José
- Villasol

Año de Desplie...	Mes, Día, Año de Desplie...	Cientes activos	HPs totales
ro de 20...	5 de junio de 2020	197	420

[País](#) | 
 [HPs vs Clientes](#) | 
 [%HPs vs Clientes](#) | 
 [Detalle de Barrios](#) | 
 **Reporte**

**NOTA: Los barrios mostrados en este tablero son ficticios.**

### Anexo 3: Modelo de solicitud de servicio

Relevamiento Técnico de Barrios Privados	
Nombre del Barrio:	
Domicilio:	
Localidad:	
Provincia:	
Cantidad de Lotes Totales:	
Cantidad de Viviendas Construidas:	
¿Existen barrios cercanos de similares características?	
¿Qué infraestructura de comunicaciones dispone el Barrio?	
¿Posee algún contrato de exclusividad vigente?	
¿Qué proveedores llegan actualmente al barrio?	
En caso de la infraestructura sea subterránea. ¿Hay ductos disponibles?	
¿Autorizan el cableado por postes?	
¿Existen áreas del Barrio que puedan necesitar a futuro una conexión de fibra óptica? (SUM, Garita de Seguridad, Gimnasio, etc.)	
¿Disponen de los planos de la infraestructura de comunicaciones del Barrio?	
<b>DATOS DE CONTACTO:</b>	
Nombre y Apellido:	Juan Perez
Cargo:	Administrador
Teléfono:	351-9999999
Email:	<a href="mailto:juanperez@administrador.com">juanperez@administrador.com</a>