



# Documentación del modelo de enlaces dedicados

*17 Agosto 2017*

## Introducción

Mercado de enlaces dedicados

Enlaces dedicados entre localidades e internacionales

Enlaces dedicados locales

Descripción del modelo

Anexo: Gradientes de precios en México

## **El Instituto ha desarrollado el modelo de costos para calcular las tarifas correspondientes al servicio de enlaces dedicados para 2018-2020**

---

- El modelo de costos se elaboró con una metodología LRIC+. El modelo calcula las tarifas mayoristas de enlaces dedicados locales, entre localidades e internacionales.
- El modelo se basa en dos fuentes principales:
  - información pública
  - información confidencial provista por el AEP
- El modelo al día de hoy se basa exclusivamente en la información pública más reciente, así como en los datos proporcionados por el AEP en enero de 2016.
- Este documento ofrece una descripción a alto nivel de los modelos de costos que se han construido para calcular los precios de enlaces locales, entre localidades e internacionales.
- El modelo y este documento han sido preparados para la consulta pública de agosto de 2017, por lo que ninguno de los dos debe considerarse como definitivo

# Las entradas del modelo se han modificado por razones de confidencialidad

---

- El modelo desarrollado se ha poblado y calibrado en parte con información provista por el AEP
  - las entradas derivadas de estas fuentes son mayoritariamente confidenciales
  - el modelo utiliza números basados en esta información
- Se han modificado entradas del modelo público para proteger la información confidencial, introduciendo valores totalmente aleatorios sin relación alguna con los valores reales del AEP
- Estos cambios afectan por lo tanto de forma significativa los resultados finales del modelo, que calcula valores que nada tendrán que ver con los que se definan una vez desarrollada y poblada la versión final del modelo
  - sin embargo, los cambios introducidos siguen permitiendo a las partes interesadas el entender el funcionamiento interno del modelo
- Los cambios efectuados en el modelo están señalados con la frase “Versión pública: Modificado” situada junto a las celdas o columnas modificadas

## El modelo de enlaces dedicados consta de dos módulos independientes para el cálculo de los tramos local y entre localidades

### Hipótesis de los modelos

#### Enlaces locales

- Los enlaces locales se calculan en base a un modelo unianual *bottom-up* que incluye:
  - costos anualizados del equipamiento de red necesario
  - costos de la infraestructura de cobre y fibra
  - costos de transporte de tráfico entre centrales del AEP
- Se han definido unas reglas de ingeniería en función de los elementos de red necesarios para ofrecer el servicio de enlaces dedicados
- El enlace está conectado de una o dos puntas, que conectan cada una el emplazamiento del operador con una central del AEP
- Se emplea una WACC nominal de 8.98%

#### Enlaces entre localidades e internacional

- Se calculan todos los costos asociados a los enlaces dedicados en base a un modelo de mercado de enlaces y a los costos resultantes del modelo de interconexión fija para enlaces dedicados
  - estos costos se distribuyen entre enlaces locales, entre localidades e internacionales según la demanda de los mismos
- Para calcular los precios unitarios de los enlaces en base a velocidades y distancias, se aplica un gradiente de precios basado en los precios regulados de enlaces dedicados
- Los enlaces internacionales con tecnología TDM tienen asociado un costo adicional debido al equipamiento necesario para traducir TDM portadora-E a portadora-T y SDH a SONET en las fronteras

Se han calculado los precios asociados a todos los enlaces ofrecidos por el AEP e incluidos en la oferta de referencia

Introducción

## **Mercado de enlaces dedicados**

Enlaces dedicados entre localidades e internacionales

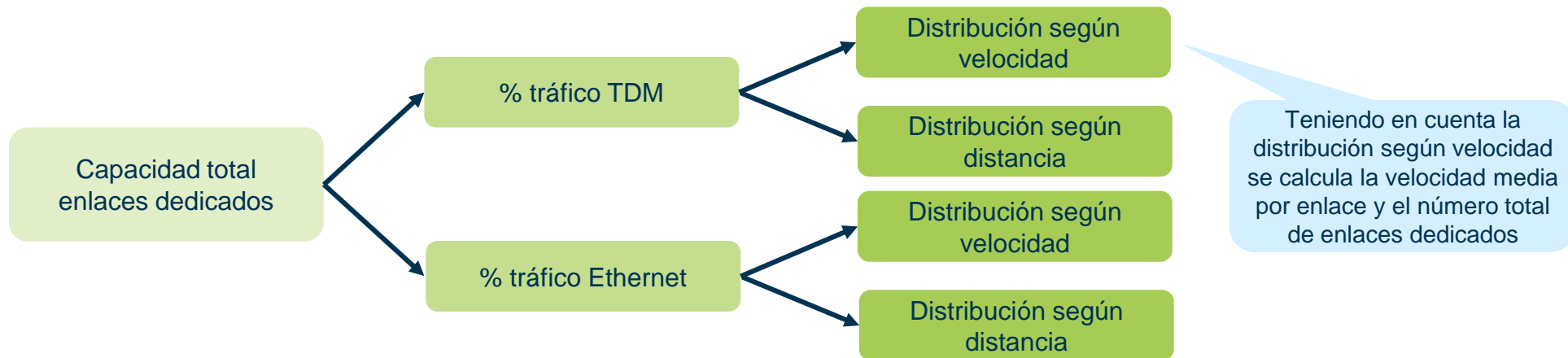
Enlaces dedicados locales

Descripción del modelo

Anexo: Gradientes de precios en México

## Se ha desarrollado un modelo de mercado que refleja la evolución de los enlaces TDM y Ethernet entre localidades e internacionales a largo plazo

### Mercado total de enlaces dedicados



- El mercado se modela en base a información provista por el AEP para 2014 y 2015:
  - se estima el crecimiento de capacidad total transportada por enlaces dedicados
  - se separa el tráfico según tecnología: TDM y Ethernet
  - para cada tecnología se estima la distribución de enlaces según velocidad y distancia hasta 2025, estabilizando a continuación la demanda
  - por último, se calcula el número total de enlaces en el mercado en base a la capacidad total y la velocidad media por enlace

Introducción

Mercado de enlaces dedicados

**Enlaces dedicados entre localidades e internacionales**

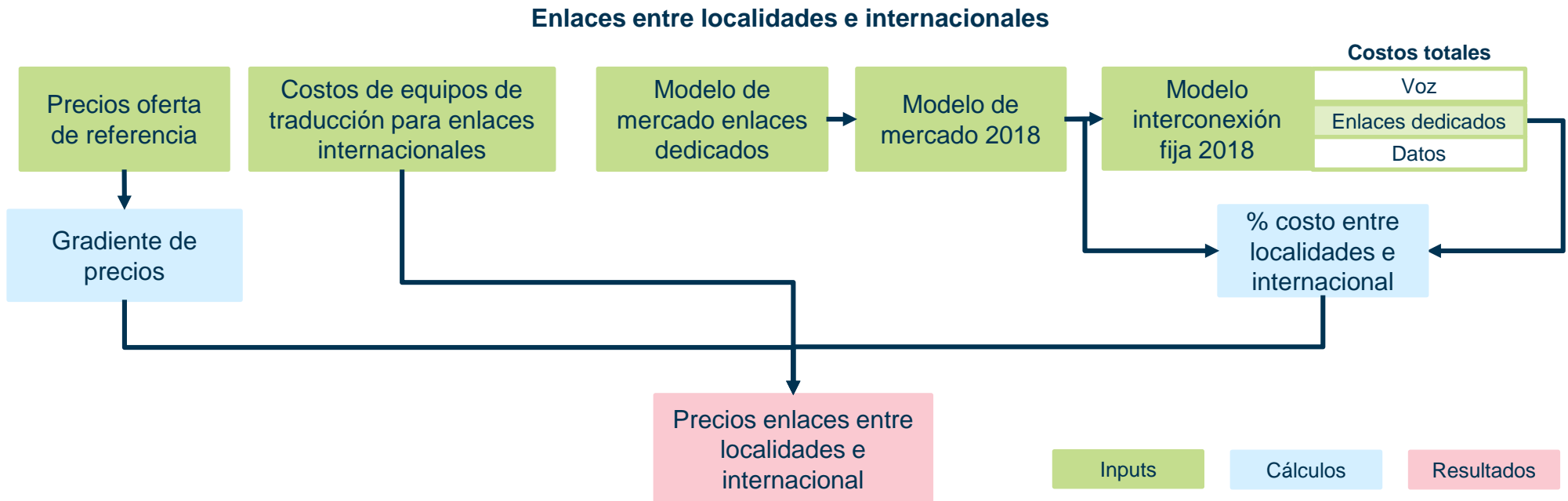
Enlaces dedicados locales

Descripción del modelo

Anexo: Gradientes de precios en México



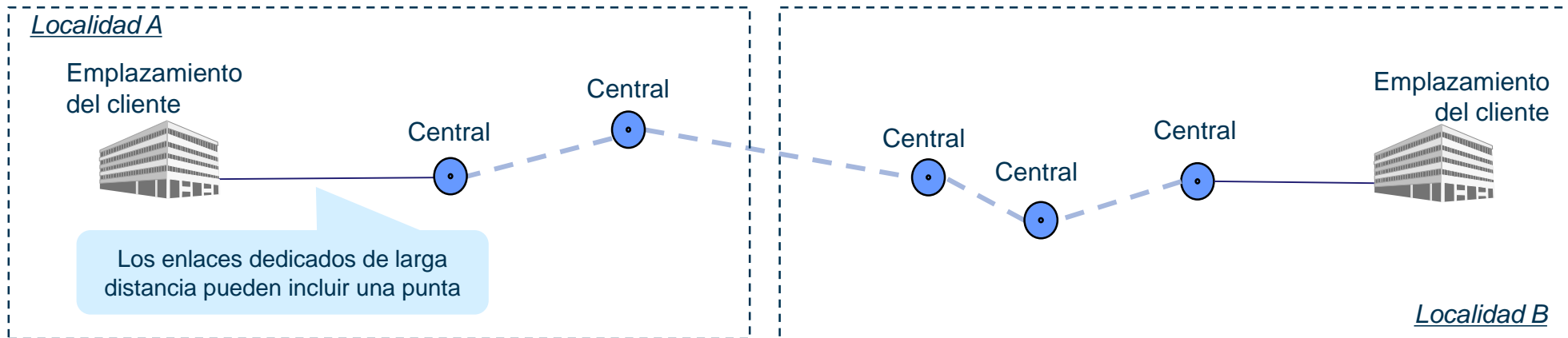
## El costo de los enlaces entre localidades e internacionales se basa en los costes calculados por el modelo de interconexión fija aprobado por el IFT



- Los costos asociados a los enlaces entre localidades provienen exclusivamente del modelo de interconexión fija
- Los enlaces internacionales se consideran como enlaces de larga distancia
  - en el caso de la tecnología TDM se consideran unos costos adicionales asociados al equipamiento necesario para traducir TDM de 30 a 24 canales (portadora-E a portadora-T) y SDH a SONET en las fronteras
- Dado que en la oferta de referencia se diferencia entre enlaces digitales (TDM) y enlaces Ethernet, se calculan dos gradientes distintos de precios
  - esto permite fijar los precios por separado para ambas tecnologías, reflejando sus especificidades

# Los precios de los enlaces dedicados entre localidades varían según tecnología, distancia y velocidad

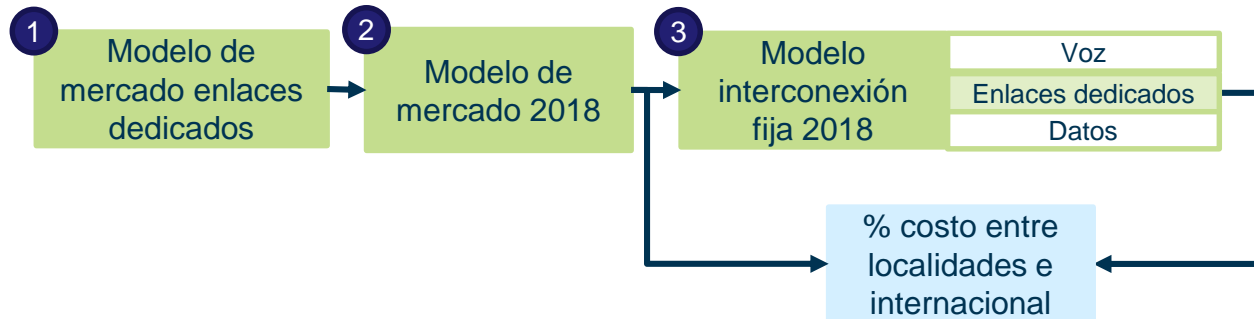
## Ejemplo ilustrativo – Servicio de enlaces dedicados entre localidades



- La estructura de precios actual para enlaces entre localidades e internacionales TDM difiere de la de enlaces Ethernet:
  - enlaces TDM: parte fija + precio por kilómetro
  - enlaces Ethernet: precio por km

# El modelo de interconexión fija calcula los costos de ofrecer el servicio de enlaces dedicados entre localidades e internacionales

Costos provenientes del modelo de interconexión fija



- 1 El modelo de mercado de enlaces dedicados calcula la demanda total de enlaces del AEP entre localidades e internacionales, separando las tecnologías TDM y Ethernet
  - la demanda se estima en términos de capacidad y en número de enlaces
- 2 Una vez calculado el nuevo tráfico de enlaces dedicados, se actualizan los datos del operador fijo incumbente en el modelo de mercado del modelo de interconexión 2018
- 3 Por último, se distribuyen los costos LRAIC+ resultantes del modelo de interconexión 2018 asociados al servicio de enlaces dedicados, asegurando así que se recuperan todos los costos



Fuente: Analysys Mason

## Se emplea un gradiente para calcular los precios de los enlaces, reflejando la estructura de precios actual del AEP pero recuperando todos los costos

---

- Existe a nivel comercial un componente de diferenciación entre costos y precios difícil de replicar en un modelo de costos *bottom-up*
  - generalmente las estructuras comerciales de precios no están orientadas puramente a costos sino que toman en cuenta la elasticidad de la demanda
- Esta estructura se observa en todos los mercados, tanto regulados como no regulados, y es crítica en el caso de los enlaces dedicados para proteger a los usuarios que necesitan menores capacidades
- Además, la estructura de precios de enlaces dedicados en México no ha cambiado en más de 15 años – al menos para productos TDM
  - por ello, los CS efectuaron inversiones en base al listado actual de precios, y es importante mantener una estructura idéntica o, al menos, en línea con la observada internacionalmente
- Para replicar este efecto se calculan los precios de los enlaces distribuyendo los costos en base a un sistema de gradientes que refleja esta diferenciación de precios
- En el Anexo de este documento se explica en más detalle con el ejemplo mexicano el concepto de gradiente

## El gradiente toma como referencia los enlaces E1 para TDM, y 1Gbps para Ethernet, ambos para la distancia D1 (40.5km)

- El sistema toma como punto de partida los precios mayoristas para enlaces dedicados de Telmex
  - asumiendo una distancia media por tipo de enlace se calcula la renta mensual que un concesionario solicitante debería pagar a Telmex para las distintas velocidades
- Tomando como referencia la velocidad de un tipo de enlace se calcula el gradiente como el cociente entre el precio de cada tecnología y el de referencia
  - se ponderan los resultados para cada tecnología con la distribución de los enlaces en función de la distancia
- El valor ponderado del gradiente se aplica a los resultados del modelo para la tecnología de referencia disminuyendo la linealidad del modelo de costos
- Los valores de referencia empleados en el modelo para calcular los gradientes son:

### Enlaces de referencia para la construcción de los gradientes de TDM y Ethernet

Tecnología	Velocidad de referencia	Distancia de referencia	Precio (MXN)
TDM	E1 (2Mbps)	D1 (0-81km)	5,911
Ethernet	1Gbps	D1 (0-81km)	20,402

La distancia de referencia para el cálculo del precio es 40.5km

En el modelo estos enlaces de referencia se denominan: “E1 D1” y “1Gbps D1”

## El gradiente de precios empleado en el modelo para los enlaces TDM se basa en un enlace E1 de 40.5km de distancia (D1)

Lista de precios de la Oferta de Referencia (MXN)

Velocidades *	D1 (0-81 Km)	D2 (82-161 Km)	D3 (162-805 Km)	D4 (> 806 Km)
64 kbps	319	662	1,056	1,783
256 kbps	1,311	2,793	4,698	6,814
512 kbps	2,882	6,200	10,413	15,099
<b>E1 (2 Mbps)</b>	<b>5,911</b>	12,759	21,720	31,381
<b>E3 (34 Mbps)</b>	53,980	58,889	80,961	112,485
<b>STM16 (2.5 Gbps)</b>	510,325	556,729	765,402	1,063,424
<b>STM256 (40 Gbps)</b>	6,940,405	7,571,467	10,409,287	14,462,222

Las distancias empleadas han sido:  
**D1:** 40.5km  
**D2:** 121km  
**D3:** 483km  
**D4:** 1000km

Gradiente TDM

Velocidades *	D1 (0-81 Km)	D2 (82-161 Km)	D3 (162-805 Km)	D4 (> 806 Km)
64 kbps	0.05	0.11	0.18	0.30
256 kbps	0.22	0.47	0.79	1.15
512 kbps	0.49	1.05	1.76	2.55
<b>E1 (2 Mbps)</b>	<b>1.00</b>	2.16	3.67	5.31
<b>E3 (34 Mbps)</b>	9.13	9.96	13.70	19.03
<b>STM16 (2.5 Gbps)</b>	86.33	94.18	129.48	179.89
<b>STM256 (40 Gbps)</b>	1,174.07	1,280.83	1,760.89	2,446.50

Cada valor se calcula dividiendo el precio del enlace entre el precio de referencia:  
 p.ej:  
 $1,783 / 5,911 = 0.30$

\* Se muestran a título ilustrativo un subconjunto de las velocidades calculadas en el modelo

Fuente: lista de precios de Telmex

## El gradiente de precios empleado en el modelo para los enlaces Ethernet se basa en un enlace de 1Gbps de 40.5km de distancia (D1)

Lista de precios de la Oferta de Referencia (MXN)

Velocidades *	D1 (0-81 Km)	D2 (82-161 Km)	D3 (162-805 Km)	D4 (> 806 Km)
Ethernet 2Mbps	942	2,813	11,230	23,250
Ethernet 10Mbps	1,431	4,276	17,069	35,340
Ethernet 100Mbps	2,825	8,440	33,689	69,750
Ethernet 1Gbps	<b>20,402</b>	60,954	243,311	503,750
Ethernet 10Gbps	153,020	457,172	1,824,909	3,778,280
Ethernet 100Gbps	1,299,430	3,882,247	15,496,905	32,084,690

Las distancias empleadas han sido:  
**D1:** 40.5km  
**D2:** 121km  
**D3:** 483km  
**D4:** 1000km

Gradiente Ethernet

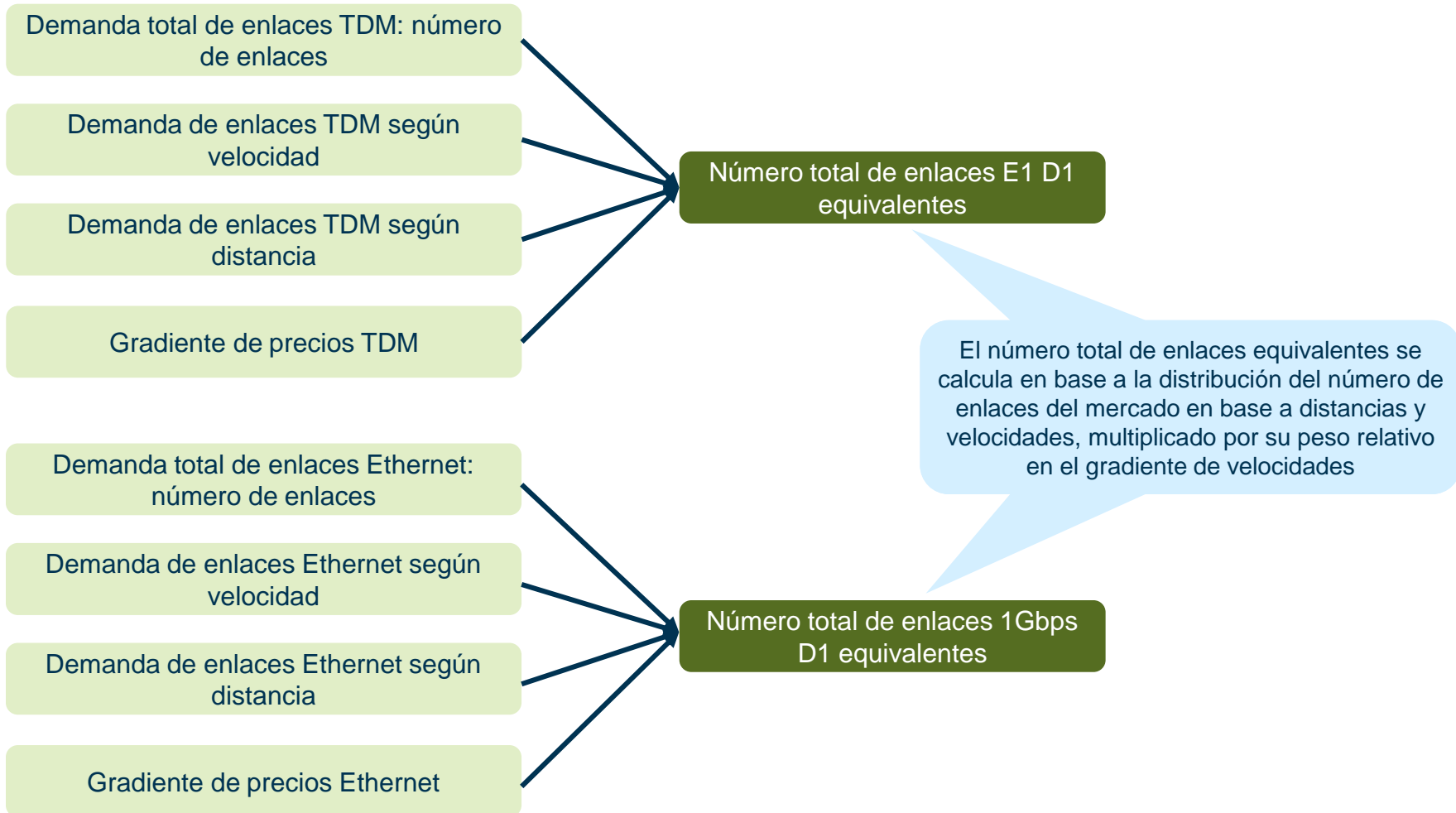
Velocidades *	D1 (0-81 Km)	D2 (82-161 Km)	D3 (162-805 Km)	D4 (> 806 Km)
Ethernet 2Mbps	0.05	0.14	0.55	1.14
Ethernet 10Mbps	0.07	0.21	0.84	1.73
Ethernet 100Mbps	0.14	0.41	1.65	3.42
Ethernet 1Gbps	<b>1.00</b>	2.99	11.93	24.69
Ethernet 10Gbps	7.50	22.41	89.45	185.19
Ethernet 100Gbps	63.69	190.29	759.58	1,572.63

Cada valor se calcula dividiendo el precio del enlace entre el precio de referencia: p.ej:  
 $23,250 / 20,402 = 1.14$

\* Se muestran a título ilustrativo un subconjunto de las velocidades calculadas en el modelo

Fuente: lista de precios de Telmex

## Se calcula el número total de enlaces de referencia equivalentes en base a la demanda de enlaces y el gradiente de precios



**E1 D1:** Enlace de referencia E1 de distancia D1

**1Gbps D1:** Enlace de referencia 1Gbps de distancia D1

Datos de entrada  
y forecasts

Cálculos  
intermedios



## En base a los costos de cada tecnología y el número de enlaces equivalentes, se calcula el costo de los enlaces de referencia

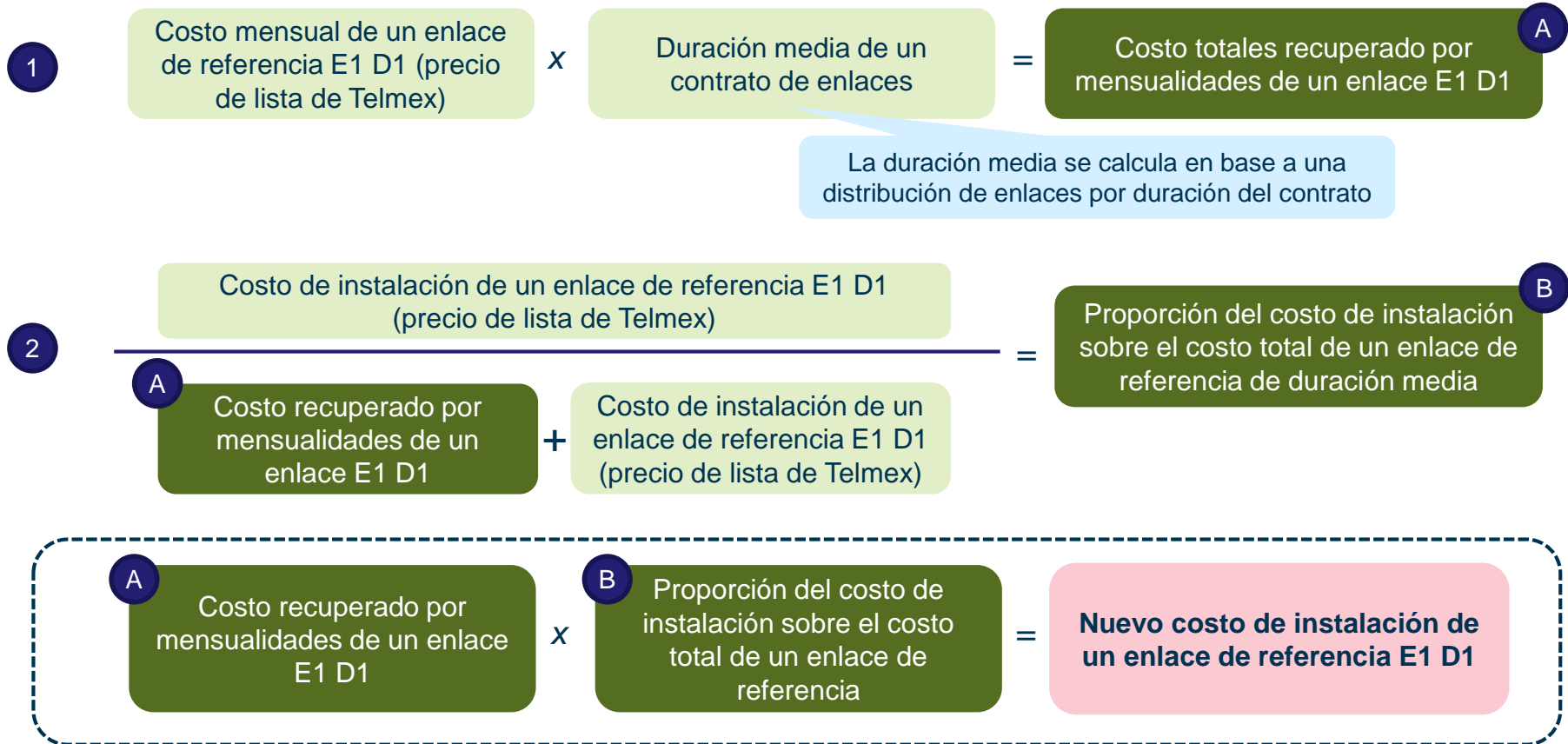
### Cálculo del costo anual de los enlaces de referencia

$$\begin{aligned} \text{Enlaces TDM: } & \frac{\text{Costos a repartir entre enlaces TDM}}{\text{Número total de enlaces E1 D1 equivalentes}} = \text{Costo anual de un enlace de referencia E1 D1} \\ \text{Enlaces Ethernet: } & \frac{\text{Costos a repartir entre enlaces Ethernet}}{\text{Número total de enlaces 1Gbps D1 equivalentes}} = \text{Costo anual de un enlace de referencia 1Gbps D1} \end{aligned}$$

Partiendo del costo anual de los enlaces de referencia se van a calcular las rentas mensuales y los costos de instalación

# Los precios de instalación se basan en los costos totales de los enlaces de referencia, teniendo en cuenta la estructura de precios de Telmex

## Cálculo de los costos de instalación de los enlaces de referencia (ejemplo TDM)



Datos de entrada

Cálculos intermedios

Resultados

## Por último, las rentas mensuales de todos los enlaces se calculan aplicando el gradiente de precios al costo de los enlaces equivalentes

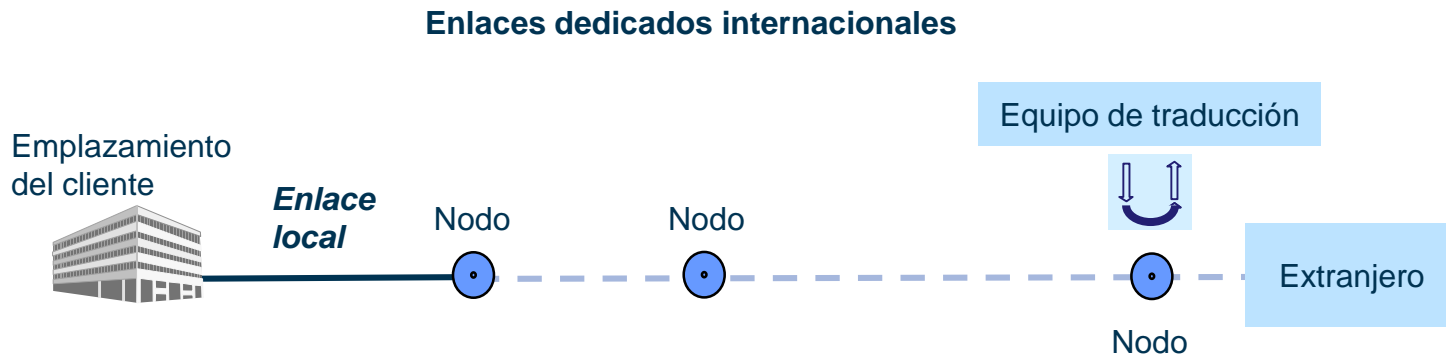
### Cálculo de las rentas mensuales de los enlaces dedicados

$$\frac{\text{Costo totales recuperado por mensualidades de un enlace E1 D1}}{\text{Duración media de un contrato de enlaces}} = \text{Renta mensual de un enlace de referencia E1 D1}$$

$$\text{Renta mensual de un enlace de referencia E1 D1} \times \text{Gradiente de precios} = \text{Renta mensual de enlaces de distintas velocidades y distancias}$$

Aplicando el gradiente de precios de Telmex se calculan las rentas mensuales de todos los enlaces incluidos en la Oferta de Referencia

## Los enlaces internacionales TDM requieren de equipos de traducción para adaptar el tráfico a países que emplean PDH portadoras-T y SONET



- En los Estados Unidos de América y Japón, entre otros países, se emplea PDH con 24 canales en vez de 30 (portadora-T en vez de portadora-E), y el protocolo SONET en lugar de TDM. Es decir, se comercializan p.ej. enlaces T1 en vez de E1.
  - por ello, el AEP ha de disponer de equipos de traducción de interfaces especiales para poder transportar el tráfico al extranjero
  - debido a los costos de estos equipos, los precios de los enlaces internacionales TDM son ligeramente superiores a los nacionales (entre localidades)
- Esta traducción no es necesaria para interfaces Ethernet
  - los precios de enlaces entre localidades e internacionales para esta tecnología son por tanto idénticos
- Por lo tanto, el costo de los enlaces internacionales se calcula de la siguiente manera:
  - *Enlaces TDM internacionales*: costo proporcional extraído del modelo de interconexión fija + costo de los equipos de traducción
  - *Enlaces Ethernet internacionales*: costo proporcional extraído del modelo de interconexión fija

Introducción

Mercado de enlaces dedicados

Enlaces dedicados entre localidades e internacionales

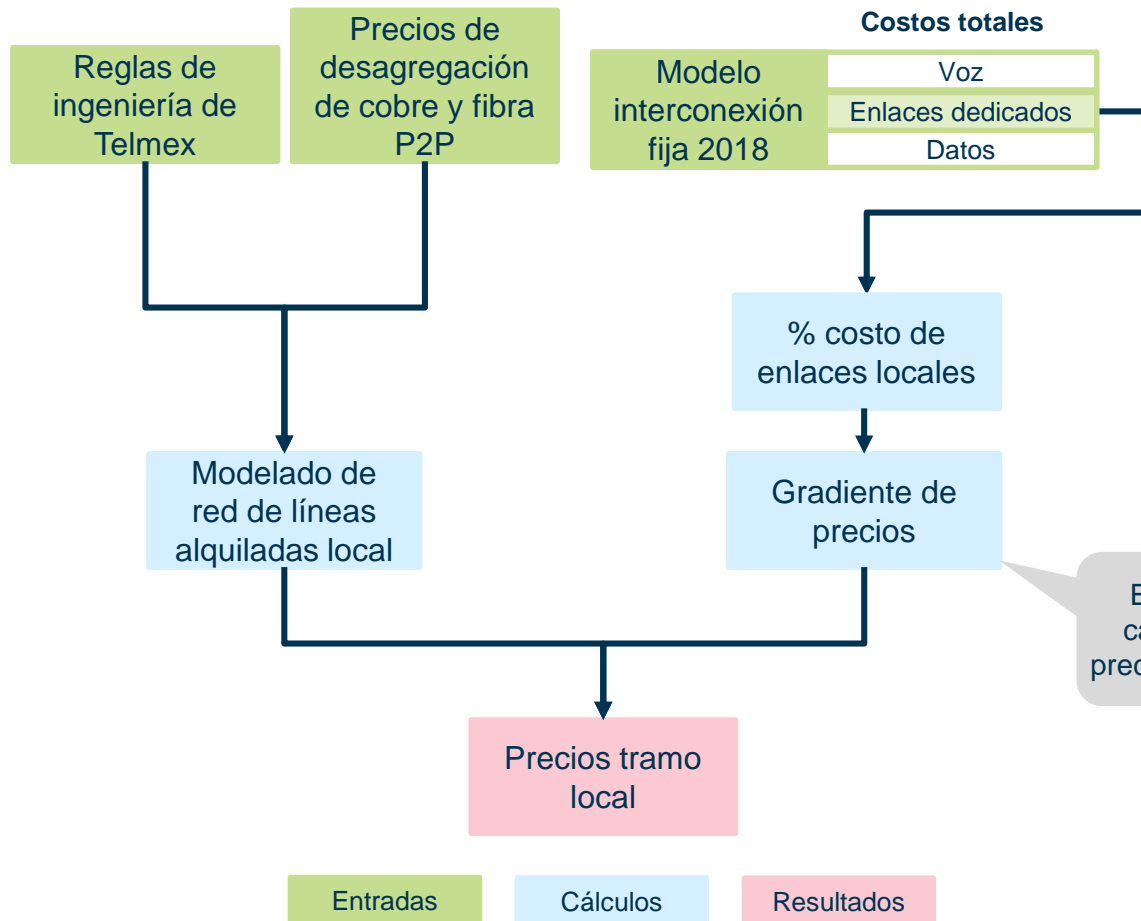
**Enlaces dedicados locales**

Descripción del modelo

Anexo: Gradientes de precios en México

# Para el cálculo de los precios de enlaces locales se han empleado precios regulados de desagregación y la arquitectura de enlaces del AEP

## Cálculo del costo de enlaces locales



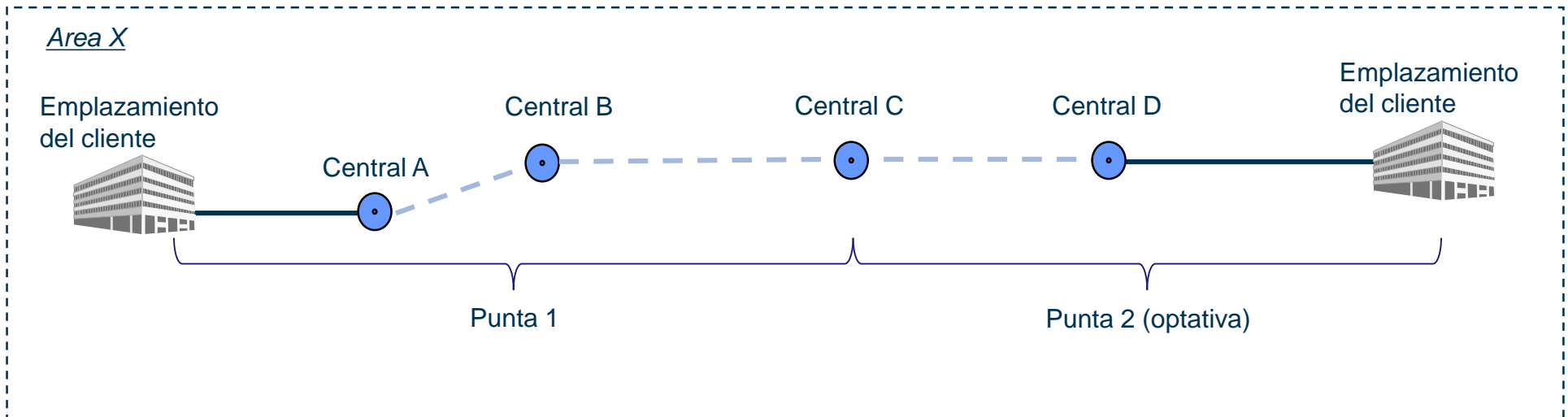
- Los costos asociados a los enlaces locales se pueden categorizar en tres grupos:
  - costeo del **transporte de tráfico entre centrales** dentro de una misma localidad
  - costeo del **equipamiento de red** necesario para ofrecer el servicio de enlaces dedicados: modems, multiplexadores, switches, etc.
  - costeo de la **ruta física entre emplazamientos** (cobre o fibra P2P), según la capacidad del enlace

El gradiente de precios se ha calculado en base a la lista de precios de enlaces locales del AEP

Entradas      Cálculos      Resultados

## Una parte del costo de los enlaces dedicados locales se asocia al transporte entre centrales dentro de una misma localidad

Ejemplo ilustrativo – Servicio de enlaces dedicados locales con dos puntas



- Cada uno de los extremos del enlace se denomina “punta”
- Los enlaces dedicados locales pueden pasar por más de una central, siempre que se sitúen dentro de una misma localidad
  - los costos de transporte de tráfico entre centrales se extraen del modelo de interconexión fijo y se asignan a los enlaces según velocidad a través de una matriz gradiente

## El gradiente empleado para calcular los costos asociados al transporte del tráfico entre centrales se basa en la lista de precios del AEP

Gradiente de precios de un subconjunto de velocidades

Velocidades *	Renta mensual (MXN)
64 kbps	299
256 kbps	851
512 kbps	1,099
<b>E1 (2 Mbps)</b>	<b>1,756</b>
E3 (34 Mbps)	18,433
STM1 (155 Mbps)	58,790
Ethernet 2Mbps	1,756
Ethernet 10Mbps	6,105
Ethernet 50Mbps	15,246
Ethernet 100Mbps	21,450
Ethernet 500Mbps	82,995
Ethernet 1Gbps	167,343
Ethernet 10Gbps	815,797
Ethernet 100Gbps	6,526,373

Valor de referencia  
**E1: MXN1,756**

Velocidades *	Gradiente
64 kbps	0.17
256 kbps	0.48
512 kbps	0.63
<b>E1 (2 Mbps)</b>	<b>1.00</b>
E3 (34 Mbps)	10.50
STM1 (155 Mbps)	33.48
Ethernet 2Mbps	1.00
Ethernet 10Mbps	3.48
Ethernet 50Mbps	8.68
Ethernet 100Mbps	12.22
Ethernet 500Mbps	47.27
Ethernet 1Gbps	95.30
Ethernet 10Gbps	464.60
Ethernet 100Gbps	3,716.76

\* Se muestran a título ilustrativo un subconjunto de las velocidades calculadas en el modelo

Fuente: Analysys Mason, IFT



## Para cada una de las velocidades se definen los elementos de red necesarios para ofrecer el servicio de enlaces dedicados

Reglas de ingeniería para los distintos tipos de velocidades

Velocidad	Tipo de modem	Número de módems necesarios	Tipo de multiplexador	Número de multiplexadores necesarios	Otros (si aplicable)
64 -128kbps	Modem 64kbps a 128kbps	2	-	-	-
192kbps - E1(2Mbps)	Modem 256 a 2Mbps	2	-	-	-
E3	-	-	Multiplexador 2Mbps a 34 Mbps	2	-
STM1 – STM256	-	-	STM1 – STM256 Add and Drop multiplexador	1.25	-
Ethernet 2 – 10Mbps	-	-	L2 switch - puertos 10Mbps	2	-
Ethernet 20Mbps	-	-	L2 switch - puertos 10Mbps	4	-
Ethernet 30-100Mbps	-	-	L2 switch - puertos 100Mbps	2	-
Ethernet 200Mbps-1Gbps	-	-	L2 switch - puertos 1Gbps	2	-
Ethernet 2Gbps	-	-	L2 switch - puertos 1Gbps	4	-
Ethernet 3-10Gbps	-	-	L2 switch - puertos 10Gbps	2	-
Ethernet 100Gbps	-	-	L2 switch - puertos 100Gbps	2	-

El número de elementos necesarios puede variar si se aplican factores de compartición

## Aplicamos una depreciación por anualidad a los costos de los elementos de red que considera su vida útil y las tendencias de costos

Elemento de red	Tendencia de costos	Vida útil (años)
Modem de 64kbps a 128kbps	-2.0%	4
Modem 256kbps a 2Mbps	-2.0%	4
Modem 4E1 a 16 E1	-2.0%	4
Multiplexador 30 canales (p.ej. 2 Mbps)	-2.0%	4
Multiplexador 34Mbps a 140Mbps	-2.0%	4
STM1 – STM256 Add and Drop multiplexador	-2.0%	4
L2 switch - puertos 10Mbps	-2.0%	4
L2 switch - puertos 100Mbps	-2.0%	4
L2 switch - puertos 1Gbps	-2.0%	4
L2 switch - puertos 10Gbps	-2.0%	4
L2 switch - puertos 100Gbps	-2.0%	4

$$\text{Precio unitario depreciado} = \text{Precio unitario actualizado} \times \frac{WACC}{1 - \left(\frac{1}{1+WACC}\right)^{\text{vida útil}}}$$

## El precio de los ductos y cables se costea en base a los precios de la oferta de referencia de desagregación del bucle local

### Precios recogidos en la Oferta de Referencia para la Desagregación del Bucle Local

Concepto	Precio
Renta mensual de SDTBL	MXN68.9745
Renta mensual de Servicio de Desagregación Total de Fibra Óptica	MXN3,400.20

- En función de la tecnología del enlace se aplicará el precio de cobre o el precio de fibra
- El AEP ofrece los enlaces E1 tanto a través de fibra como a través de cobre, por lo que el precio empleado es una media ponderada de ambos tipos de enlaces

## Se aplica a los costos de instalación de los enlaces locales una reducción proporcional a la experimentada por la renta mensual

---

- Los conceptos y costos incluidos en los gastos de instalación no han podido ser verificados con información del AEP, por lo que se ha optado por una aproximación, aplicando a los costos de instalación una reducción proporcional a la experimentada por la renta mensual
- Dicha reducción se aplica de forma diferente a las velocidades TDM y Ethernet
  - la estructura de precios de ambas tecnologías (creciente para TDM y escalonada para Ethernet) muestra claramente que Telmex no siguió reglas similares a la hora de fijar los precios de instalación de sus enlaces locales
- A los enlaces TDM se les aplica la reducción de precio de su velocidad correspondiente
  - p.ej. a los costos de instalación del enlace de 512kbps se le aplica la reducción de precios observada para este mismo enlace de 512kbps
- A los enlaces Ethernet se les aplica una reducción uniforme, resultante de efectuar la media ponderada de las reducciones de todas sus velocidades por la distribución de sus enlaces
  - esta metodología asegura que los descuentos calculados para los enlaces más frecuentes tienen más peso en el cálculo del descuento medio
- Estos cálculos se revisarán una vez recibida más información sobre la estructura de costos de los precios de instalación, así como los comentarios de los operadores tras la consulta pública

Introducción

Mercado de enlaces dedicados

Enlaces dedicados entre localidades e internacionales

Enlaces dedicados locales

**Descripción del modelo**

Anexo: Gradientes de precios en México

## El modelo se estructura alrededor de los módulos de enlaces locales, y entre localidades/internacionales

Hoja de cálculo	Contenido de la hoja de cálculo
Listas	Contiene una lista de los parámetros utilizados en los modelos
<b>Enlaces entre localidades e internacionales --&gt;</b>	
Demanda	Contiene la demanda de los distintos tipos de enlaces por velocidad y distancia
Costos internacionales	Se calculan los costos asociados a los equipos de traducción TDM - SONET
Asignación de costos_LDeInt	Calcula, a través de los gradientes de precios, el número de enlaces E1 D1 equivalentes y enlaces de 1Gbps D1 equivalentes
Resultados	Tablas donde se muestran las rentas mensuales de los distintos enlaces
<b>Enlaces locales --&gt;</b>	
Asignación de costos_locales	Cálculo de los costos asociados a cada tipo de enlaces en función del cableado y de los elementos de red
<b>Gradientes --&gt;</b>	
Gradiente de precios de Telmex	Cálculo del gradiente de precios de Telmex en base a la lista de precios actual
<b>Fuentes--&gt;</b>	
Datos de Telmex	Lista de precios de Telmex

El modelo permite obtener resultados para un año en específico, definido en la celda E1 de la hoja "Resultados"

Introducción

Mercado de enlaces dedicados

Enlaces dedicados entre localidades e internacionales

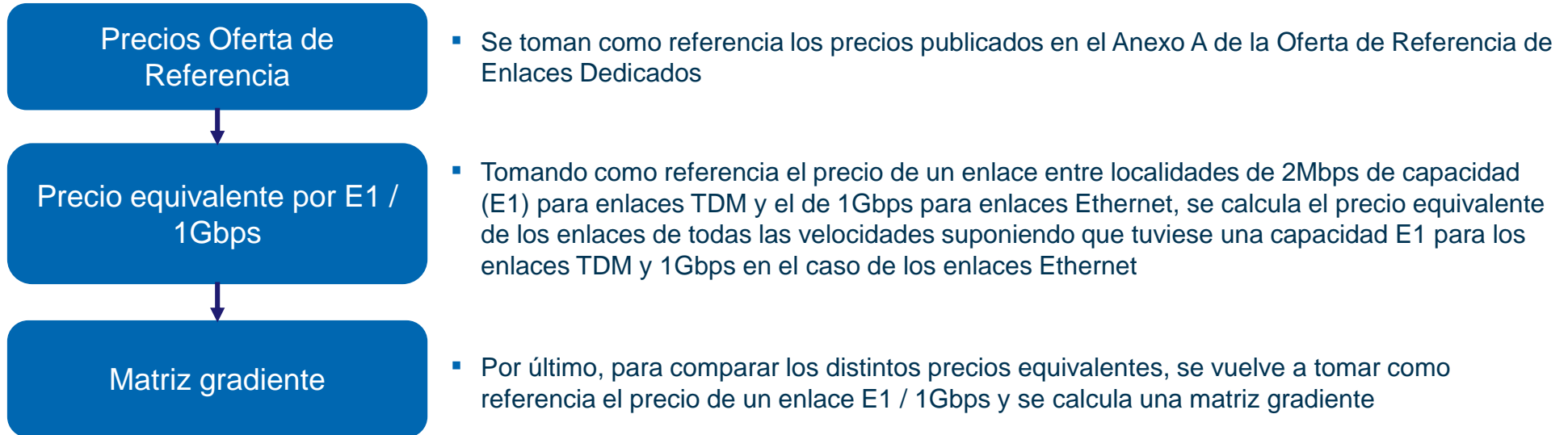
Enlaces dedicados locales

Descripción del modelo

**Anexo: Gradientes de precios en México**

## Con el fin de visualizar las diferencias en el precio por Mbps en México, se han calculado unos gradientes equivalentes de capacidad

### Esquema para el cálculo del gradiente equivalente de capacidad



### Distancias empleadas para el cálculo de los precios (km)

Velocidades	D1 (0-81 Km)	D2 (82-161 Km)	D3 (162-805 Km)	D4 (> 806 Km)
Todas	40.5	121	483	1000

Para el modelo de consulta pública se han empleado los precios del AEP para calcular la matriz gradiente, aunque estos podrían modificarse para fijar los precios definitivos de este servicio



## Ejemplo de cálculo del Gradiente de capacidad en México (1/3)

Lista de precios del AEP (MXN)

Velocidades	D1 (0-81 Km)	D2 (82-161 Km)	D3 (162-805 Km)	D4 (> 806 Km)
64 kbps	319	662	1,056	1,783
256 kbps	1,311	2,793	4,698	6,814
512 kbps	2,882	6,200	10,413	15,099
<b>E1 (2 Mbps)</b>	<b>5,911</b>	<b>12,759</b>	<b>21,720</b>	<b>31,381</b>
E3 (34 Mbps)	53,980	58,889	80,961	112,485
STM16 (2.5 Gbps)	510,325	556,729	765,402	1,063,424
STM256 (40 Gbps)	6,940,405	7,571,467	10,409,287	14,462,222
<b>Ethernet 2Mbps</b>	942	2,813	11,230	23,250
<b>Ethernet 10Mbps</b>	1,431	4,276	17,069	35,340
<b>Ethernet 100Mbps</b>	2,825	8,440	33,689	69,750
<b>Ethernet 1Gbps</b>	<b>20,402</b>	<b>60,954</b>	<b>243,311</b>	<b>503,750</b>
<b>Ethernet 10Gbps</b>	153,020	457,172	1,824,909	3,778,280
<b>Ethernet 100Gbps</b>	1,299,430	3,882,247	15,496,905	32,084,690

En línea con el modelo, se mantienen los enlaces E1 y 1Gbps como referencia para la construcción del gradiente

## Ejemplo de cálculo del Gradiente de capacidad en México (2/3)

Precio equivalente por E1 / 1Gbps (MXN)

Velocidades	D1 (0-81 Km)	D2 (82-161 Km)	D3 (162-805 Km)	D4 (> 806 Km)
64 kbps	10,448	21,698	34,588	58,419
256 kbps	10,738	22,879	38,489	55,824
512 kbps	11,806	25,396	42,651	61,847
<b>E1 (2 Mbps)</b>	<b>5,911</b>	<b>12,759</b>	<b>21,720</b>	<b>31,381</b>
E3 (34 Mbps)	5,732	3,509	4,825	6,703
STM16 (2.5 Gbps)	420	458	630	875
STM256 (40 Gbps)	357	389	535	744

Calculamos cuánto costaría un E1 si tuviese el precio por Mbps de un E3:

- Precio de lista E3: MXN112,485
- $\text{MXN112,485} \times 2.048\text{Mbps} / 34.368\text{Mbps} = \text{MXN6,703}$

Ethernet 2Mbps	470,813	1,406,625	5,614,875	11,625,000
Ethernet 10Mbps	143,127	427,614	1,706,922	3,534,000
Ethernet 100Mbps	28,249	84,398	336,893	697,500
<b>Ethernet 1Gbps</b>	<b>20,402</b>	<b>60,954</b>	<b>243,311</b>	<b>503,750</b>
Ethernet 10Gbps	15,302	45,717	182,491	377,828
Ethernet 100Gbps	12,994	38,822	154,969	320,847

## Ejemplo de cálculo del Gradiente de capacidad en México (3/3)

### Gradiente de capacidad

Velocidades °	D1 (0-81 Km)	D2 (82-161 Km)	D3 (162-805 Km)	D4 (> 806 Km)
64 kbps	1.77	1.70	1.59	1.86
256 kbps	1.82	1.79	1.77	1.78
512 kbps	2.00	1.99	1.96	1.97
<b>E1 (2 Mbps)</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
E3 (34 Mbps)	0.54	0.28	0.22	0.21
STM16 (2.5 Gbps)	0.07	0.04	0.03	0.03
STM256 (40 Gbps)	0.06	0.03	0.02	0.02

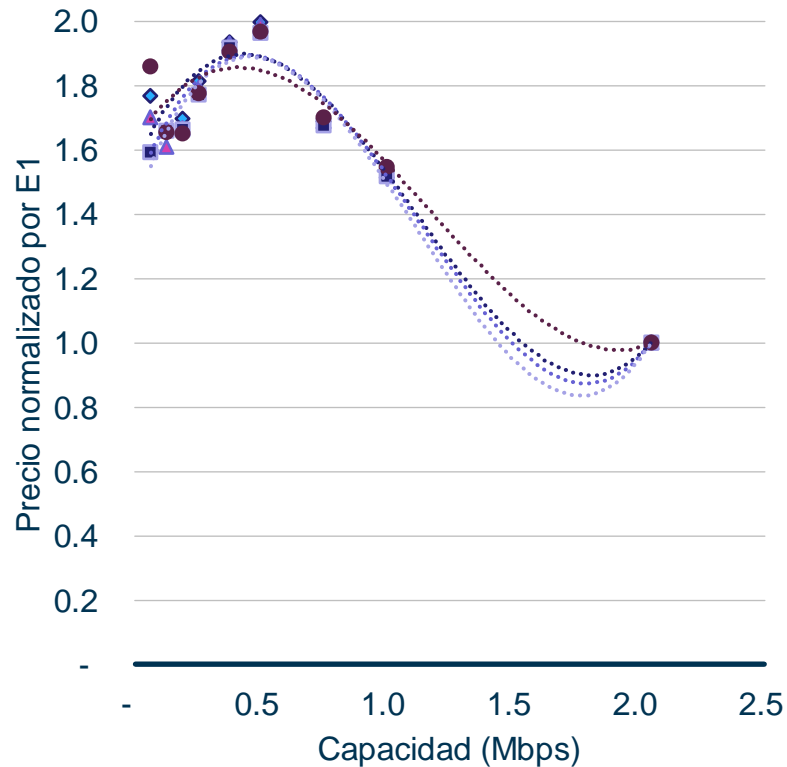
Por último, se normaliza el cálculo anterior tomando el enlace E1 como referencia para cada una de las distancias:

$$6,703 / 31,381 = 0.21$$

Ethernet 2Mbps	23.08	23.08	23.08	23.08
Ethernet 10Mbps	7.02	7.02	7.02	7.02
Ethernet 100Mbps	1.38	1.38	1.38	1.38
<b>Ethernet 1Gbps</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
Ethernet 10Gbps	0.75	0.75	0.75	0.75
Ethernet 100Gbps	0.64	0.64	0.64	0.64

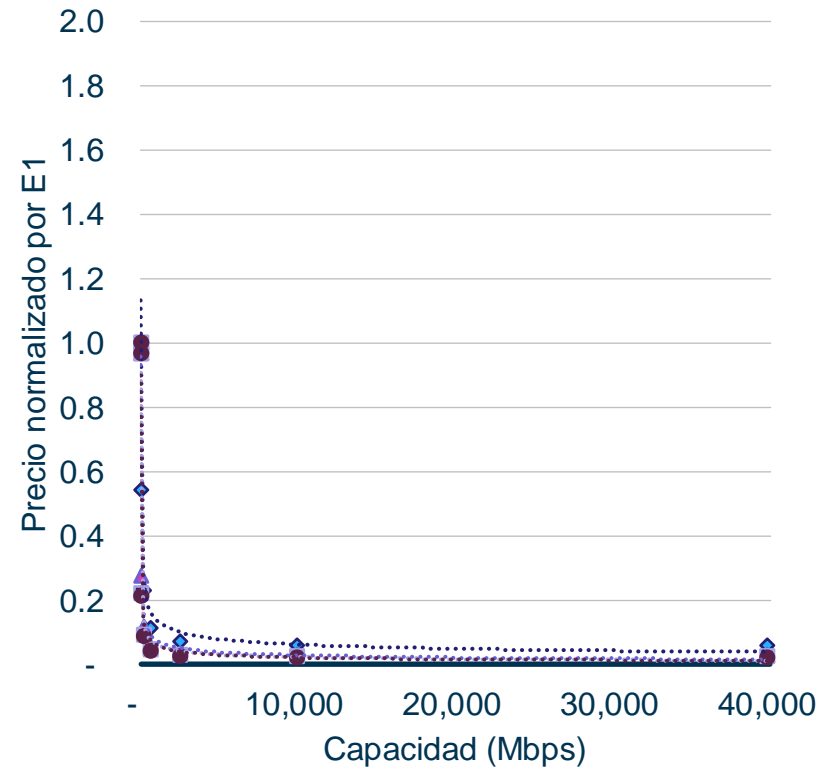
# El precio del Mbps no varía significativamente en los enlaces de velocidades inferiores a E1, contrariamente a los enlaces de velocidades superiores

Gradiente de capacidad para velocidades menores a E1 (TDM)



- ◆ D1 (0-81 Km)
- D3 (162-805 Km)
- ..... Poly. (D1 (0-81 Km))
- ..... Poly. (D3 (162-805 Km))
- ▲ D2 (82-161 Km)
- D4 (> 806 Km)
- ..... Poly. (D2 (82-161 Km))
- ..... Poly. (D4 (> 806 Km))

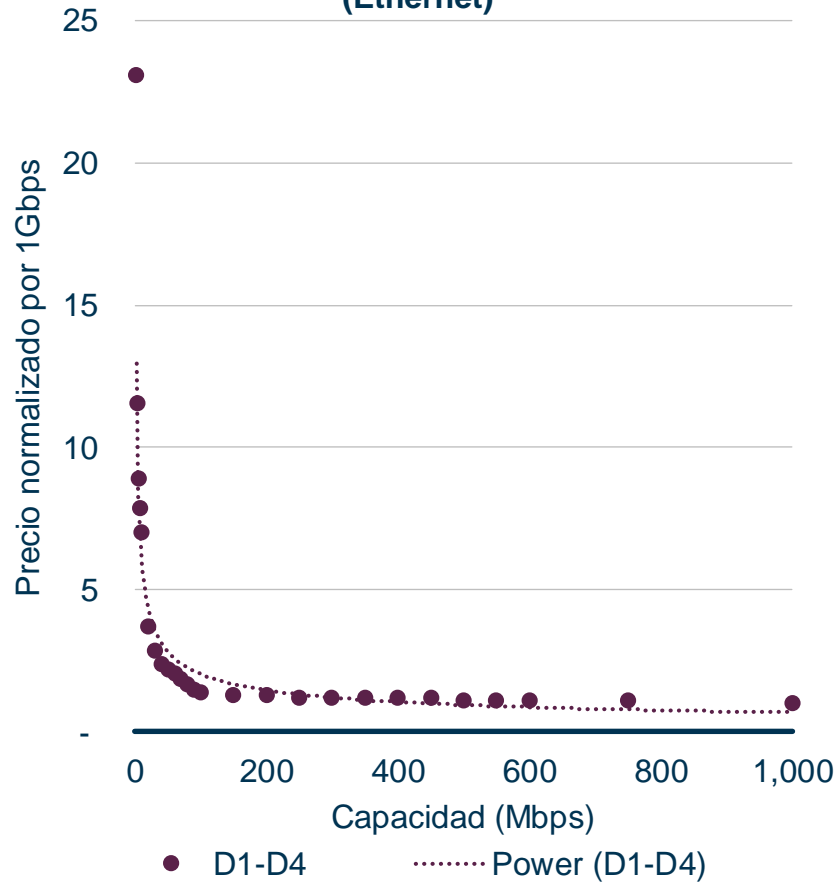
Gradiente de capacidad para velocidades mayores a E1 (TDM)



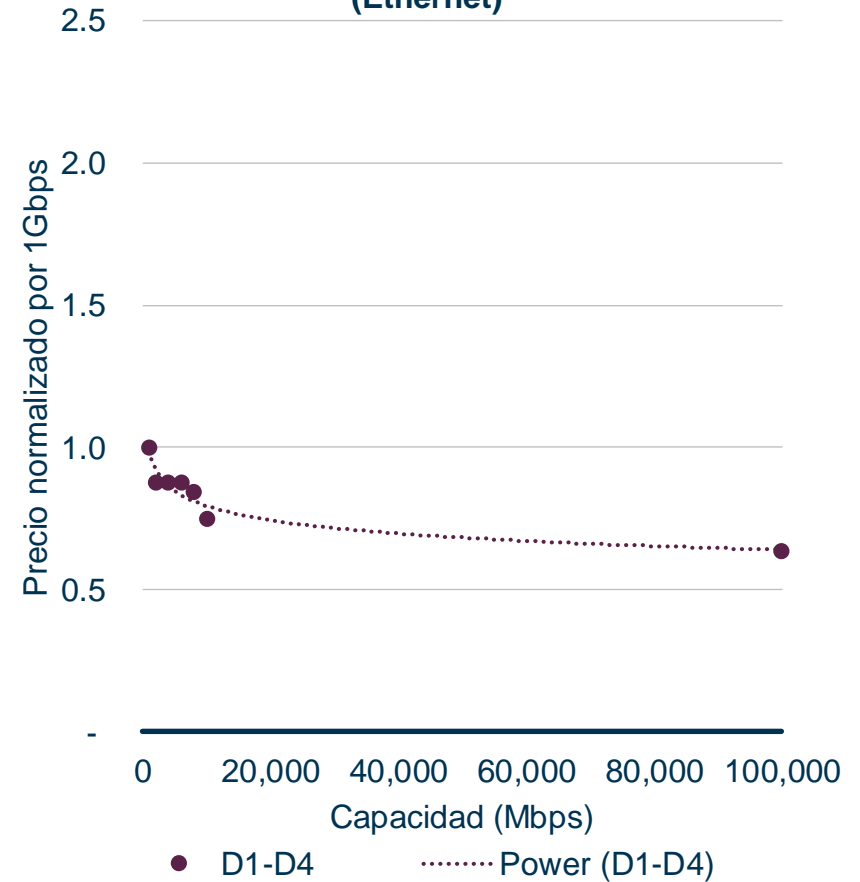
- ◆ D1 (0-81 Km)
- D3 (162-805 Km)
- ..... Power (D1 (0-81 Km))
- ..... Power (D3 (162-805 Km))
- ▲ D2 (82-161 Km)
- D4 (> 806 Km)
- ..... Power (D2 (82-161 Km))
- ..... Power (D4 (> 806 Km))

# Sin embargo, en Ethernet sí que aparecen economías de escala para todas las velocidades

Gradiente de capacidad para velocidades menores a 1Gbps (Ethernet)

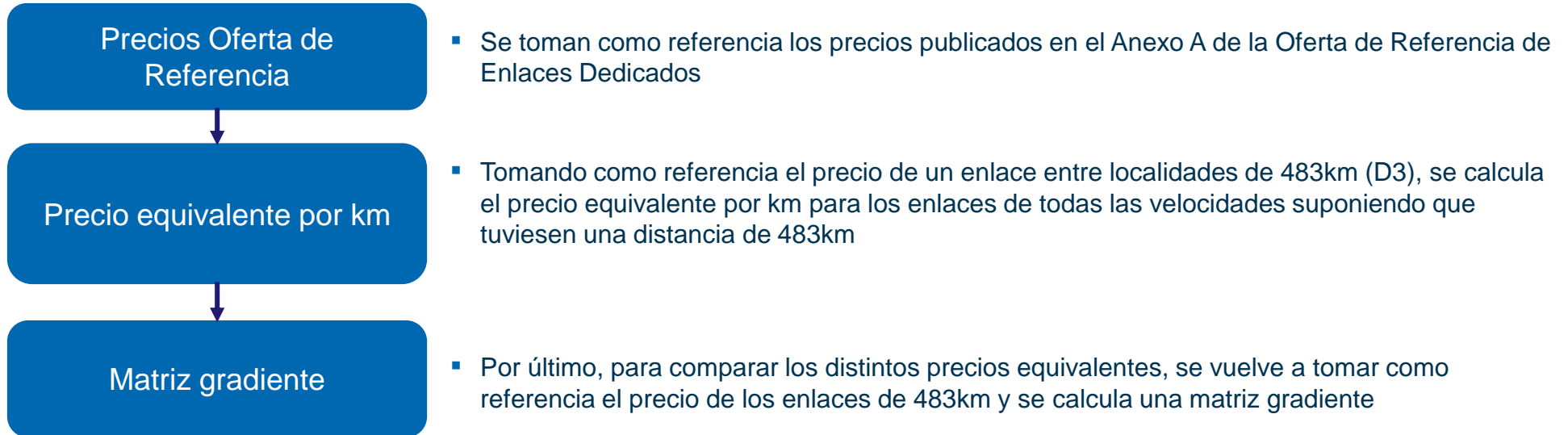


Gradiente de capacidad para velocidades mayores a 1Gbps (Ethernet)



## Debido a las economías de escala, el precio por km también debe seguir una progresión en línea con las distancias totales

### Esquema para el cálculo del gradiente equivalente de distancia



### Distancias empleadas para el cálculo de los precios (km)

Velocidades	D1 (0-81 Km)	D2 (82-161 Km)	D3 (162-805 Km)	D4 (> 806 Km)
Todas	40.5	121	483	1000

Para el modelo de consulta pública se han empleado los precios del AEP para calcular la matriz gradiente, aunque estos podrían ser modificados por el Instituto para fijar los precios definitivos de este servicio

## Ejemplo de cálculo del Gradiente de distancia en México (1/3)

Lista de precios del AEP (MXN)

Velocidades	D1 (0-81 Km)	D2 (82-161 Km)	D3 (162-805 Km)	D4 (> 806 Km)
64 kbps	319	662	1,056	1,783
256 kbps	1,311	2,793	4,698	6,814
512 kbps	2,882	6,200	10,413	15,099
E1 (2 Mbps)	5,911	12,759	21,720	31,381
E3 (34 Mbps)	53,980	58,889	80,961	112,485
STM16 (2.5 Gbps)	510,325	556,729	765,402	1,063,424
STM256 (40 Gbps)	6,940,405	7,571,467	10,409,287	14,462,222
Ethernet 2Mbps	942	2,813	11,230	23,250
Ethernet 10Mbps	1,431	4,276	17,069	35,340
Ethernet 100Mbps	2,825	8,440	33,689	69,750
Ethernet 1Gbps	20,402	60,954	243,311	503,750
Ethernet 10Gbps	153,020	457,172	1,824,909	3,778,280
Ethernet 100Gbps	1,299,430	3,882,247	15,496,905	32,084,690

Se toma como referencia de forma arbitraria la distancia D3 como referencia para la construcción del gradiente. Esta elección no influye en los resultados.

## Ejemplo de cálculo del Gradiente de distancia en México (2/3)

Precio equivalente por km (MXN)

Velocidades	D1 (0-81 Km)	D2 (82-161 Km)	D3 (162-805 Km)	D4 (> 806 Km)
64 kbps	8	5	2	2
256 kbps	32	23	10	7
512 kbps	71	51	22	15
E1 (2 Mbps)	146	105	45	31
E3 (34 Mbps)	1,333	487	168	112
STM16 (2.5 Gbps)	12,601	4,601	1,585	1,063
STM256 (40 Gbps)	171,368	62,574	21,551	14,462

- Calculamos el costo por km de un enlace E3:
- Precio de lista E3: 112,485
  - Distancia D4: 1000km
  - **MXN112,485 / 1000 km = MXN112 por km**

Ethernet 2Mbps	23	23	23	23
Ethernet 10Mbps	35	35	35	35
Ethernet 100Mbps	70	70	70	70
Ethernet 1Gbps	504	504	504	504
Ethernet 10Gbps	3,778	3,778	3,778	3,778
Ethernet 100Gbps	32,085	32,085	32,085	32,085



## Ejemplo de cálculo del Gradiente de distancia en México (3/3)

### Gradiente de distancia

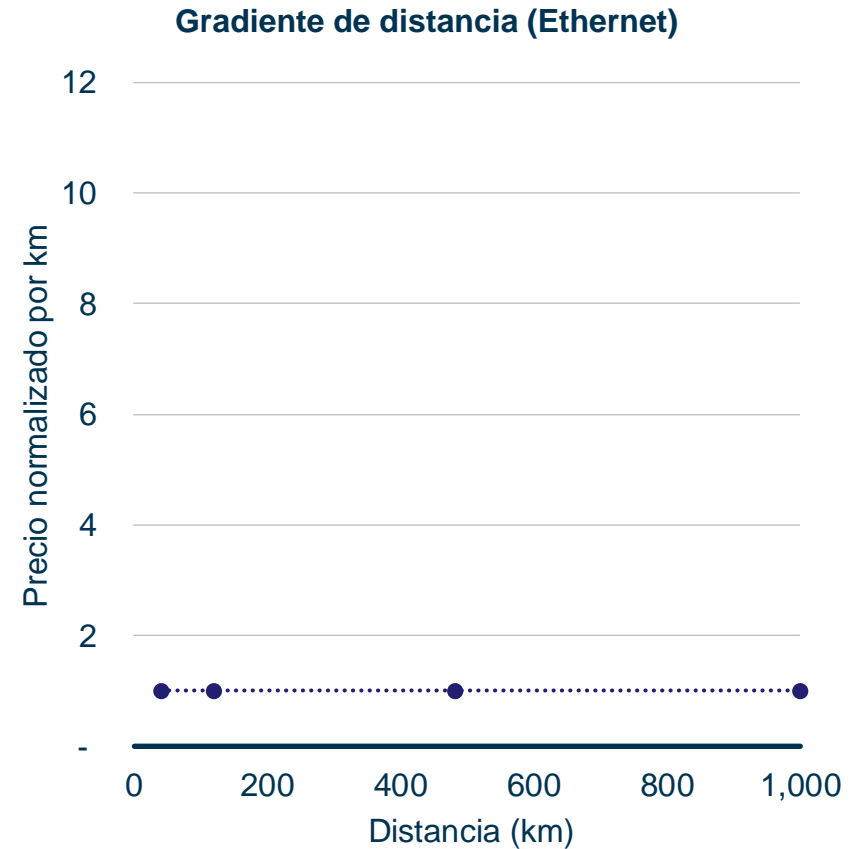
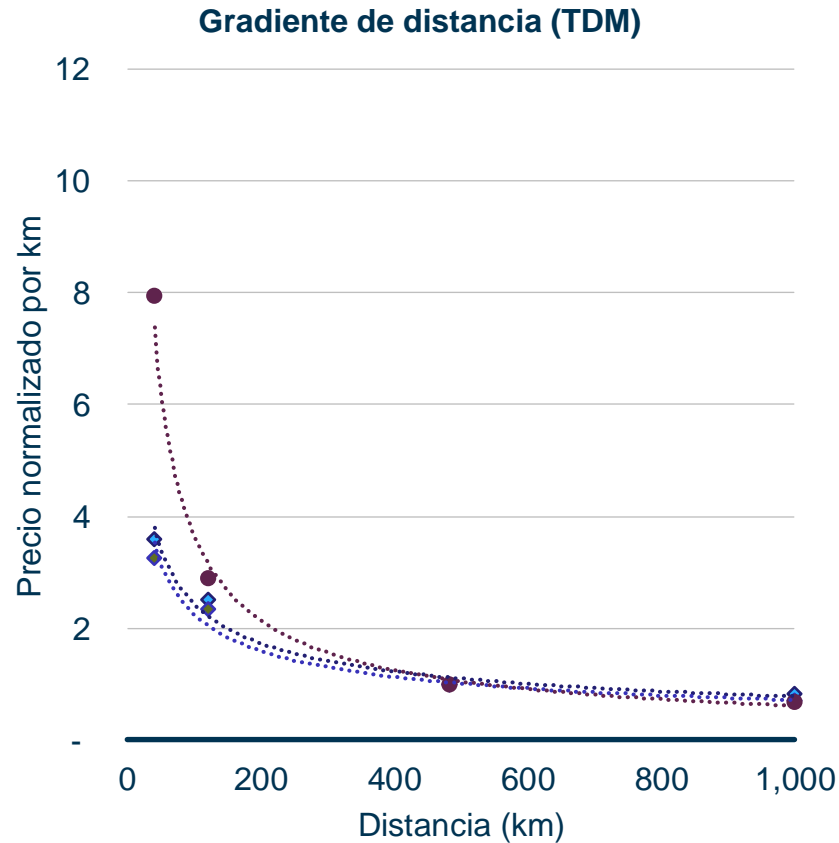
Velocidades	D1 (0-81 Km)	D2 (82-161 Km)	D3 (162-805 Km)	D4 (> 806 Km)
64 kbps	3.60	2.50	1.00	0.82
256 kbps	3.33	2.37	1.00	0.70
512 kbps	3.30	2.38	1.00	0.70
E1 (2 Mbps)	3.25	2.34	1.00	0.70
E3 (34 Mbps)	7.95	2.90	1.00	0.67
STM16 (2.5 Gbps)	7.95	2.90	1.00	0.67
STM256 (40 Gbps)	7.95	2.90	1.00	0.67

Por último, se normaliza el cálculo anterior tomando la distancia D3 como referencia para cada una de las velocidades:

$$\text{MXN } 112 / \text{MXN } 168 = 0.67$$

Ethernet 2Mbps	1.00	1.00	1.00	1.00
Ethernet 10Mbps	1.00	1.00	1.00	1.00
Ethernet 100Mbps	1.00	1.00	1.00	1.00
Ethernet 1Gbps	1.00	1.00	1.00	1.00
Ethernet 10Gbps	1.00	1.00	1.00	1.00
Ethernet 100Gbps	1.00	1.00	1.00	1.00

# El precio por km en México en Ethernet se mantiene constante, sin reflejar las diferencias de precios de transporte entre niveles de red



- ◆ 64 kbps
- E3 y STM1-256
- ..... Power (E1)
- ◆ E1
- ..... Power (64 kbps)
- ..... Power (E3 y STM1-256)

- Todas las velocidades
- ..... Power (Todas las velocidades)