

ANEXOS
Anexo I

Detalle de Cálculos de Caso de Estudio 1

a) Detalle de supuestos:

- **Número de habitantes del distrito a atender:**

<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
5116	5270	5429	5592	5760	5933	6111	6295	6484	6679

- **Penetración del servicio de internet móvil en el distrito:**

<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
23%	26%	30%	35%	40%	46%	53%	61%	70%	80%

- **Market Share de operadores A y B en el distrito:**

<i>Año</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<i>Op. A</i>	60%	59%	58%	57%	57%	56%	54.8%	54%	53%	53.0%
<i>Op. B</i>	40%	40.9%	41.8%	42.6%	43.5%	44.4%	45.3%	46.1%	47.0%	47%

- **Cantidad de usuarios del servicio de Internet Móvil en el distrito:**

<i>Año</i>	<i>1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
<i>Op.A</i>	706.0	823.0	959.0	1118.0	1302.0	1517.0	1766.0	2057.0	2394.0	2832.0
<i>Op. B</i>	471.0	569.0	688.0	831.0	1003.0	1210.0	1460.0	1761.0	2123.0	2512.0

- **Superficie a cubrir del distrito con cobertura móvil:** 285.15 Km² (15% del total de superficie del distrito).

- **Demanda de datos**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Velocidad por usuarios ofrecida (Mbps)	0.256	0.322	0.404	0.508	0.638	0.802	1.008	1.267	1.592	2.000
Concurrencia en hora cargada	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Velocidad Mínima en hora cargada	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Factor de Contención en hora cargada	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%
Velocidad efectiva por usuario en hora cargada (Mbps)	0.02048	0.025735	0.032339	0.040637	0.051065	0.064169	0.080635	0.101326	0.127327	0.160000

Cantidad de usuarios a Atender operador A	706	823	959	1118	1302	1517	1766	2057	2394	2832
Cantidad de usuarios a Atender operador B	471	569	688	831	1003	1210	1460	1761	2123	2512
Demanda de datos en hora cargada para operador A (Mbps)	14.4588	21.1801328	31.013183	45.432688	66.486964	97.344180	142.401316	208.42820	304.821247	453.12
Demanda de datos en hora cargada para operador B (Mbps)	9.64608	14.6433725	22.249290	33.769735	51.218452	77.644336	117.727022	178.43562	270.315584	401.92

Fuente: Elaboración Propia

b) Detalle de Cálculo de Infraestructura móvil vía análisis de Cobertura (Link Budgets).

Características Típicas del eNodeB

Características de TX del eNode B	Unidad	Valor
Ancho de Banda	MHz	5
Potencia de transmisión PTX	dBm	36
Ganancia elemento radiante	dBi	18
Elementos del arreglo de antenas	NA	2
Ganancia por elementos del arreglo	dB	3.01
Ganancia por Beam Forming	dB	0
Ganancia por sistema MIMO	dB	0
Figura de ruido	dB	5
Altura de la antena	m	30
Características de Rx del Móvil LTE		
Ganancia de cada Elemento Radiante de la Antena en Reception	dBi	0
Cantidad de Elementos del Arreglo	NA	2
Ganancia debida al Arreglo (Diversidad de Antenas)	dB	3.010299957
Figura de Ruido en el Receptor	dB	9

Fuente: Curso “Dimensionamiento LTE” dictado por el Dr. Diógenes Marcano en OSIPTEL.

Características Típicas del UE

Características de TX de Mobile Station	Unidad	Valor
Cantidad de RBs asignados al UE	NA	3
Ancho de Banda	MHz	0.54
Potencia de transmisión P _{TX}	dBm	25
Ganancia elemento radiante	dBi	0
Elementos del arreglo de antenas	NA	1
Ganancia por elementos del arreglo	dB	0
Ganancia por Beam Forming	dB	0
Ganancia por sistema MIMO	dB	0
Figura de ruido	dB	9
Altura de la antena	m	1.7

Características de Rx de la Base Station		
Ganancia de cada Elemento Radiante de la Antena en Reception	dBi	18
Cantidad de Elementos del Arreglo en RX	NA	2
Ganancia debida al Arreglo (Diversidad de Antenas)	dB	3.010299957
Figura de Ruido en el Receptor	dB	5

Fuente: Curso “Dimensionamiento LTE” dictado por el Dr. Diógenes Marcano en OSIPTEL.

Sensibilidad en función de la Modulación y Codificación						
MODULACIÓN	TASA DE CODIFICACIÓN	SINR en Rx (dB)	Pérdida Implementación - IM (dB)	SINR+IM	Sensibilidad en el UE dBm	Sensibilidad en la eNode B dBm
QPSK	1/8	-5.1	2.5	-2.6	-113.2514037	-117.2514037
	1/5	-2.9	2.5	-0.4	-111.0514037	-115.0514037
	1/4	-1.7	2.5	0.8	-109.8514037	-113.8514037
	1/3	-1	2.5	1.5	-109.1514037	-113.1514037
	1/2	2	2.5	4.5	-106.1514037	-110.1514037
	2/3	4.3	2.5	6.8	-103.8514037	-107.8514037
	3/4	5.5	2.5	8	-102.6514037	-106.6514037
	4/5	6.2	2.5	8.7	-101.9514037	-105.9514037
16-QAM	1/2	7.9	3	10.9	-99.75140373	-103.7514037
	2/3	11.3	3	14.3	-96.35140373	-100.3514037
	3/4	12.2	3	15.2	-95.45140373	-99.45140373
	4/5	12.8	3	15.8	-94.85140373	-98.85140373
64-QAM	2/3	15.3	4	19.3	-91.35140373	-95.35140373
	3/4	17.5	4	21.5	-89.15140373	-93.15140373
	4/5	18.6	4	22.6	-88.05140373	-92.05140373

Fuente: Curso “Dimensionamiento LTE” dictado por el Dr. Diógenes Marcano en OSIPTEL en base a Sesia, Toufik y Baker (2011) “LTE - The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice”, página 48.

- **Link Budget en la banda de 470 MHz:**

Modelo de Propagación: Okomura Hata

	Downlink unit	Uplink unit
Características del Tx		
Potencia de Tx (dBm)	36 dBm	25 dBm
Ganancia Antena de Tx	18 dBi	0 dBi
Pérdida de cable de Tx	-0.5 dB	0 dB
Ganacia por arreglo de antena	3.01 dB	0 dB
Elementos de Arreglo de Antena:	2	1
EIRP en Tx	56.5103 dBm	25 dBm
Características en la Rx		
Ganancia antena de Rx	0 dBi	15 dBi
Sensitividad en la Rx	-113.251 dBm	-117.251 dBm
Pérdida en cable de Rx	0 dB	-0.5 dB
Rx Body loss	-2 dB	0 dB
ganacia debido al arreglo de ante	0 dB	3.01 dB
Ganancia Total en Rx	111.2514 dB	134.7617 dB
Ganancia del sistema	167.7617 dB	159.7617 dB
Margins		
Margen de Fading Log Normal	12.30 dB	12.30 dB
Slow Fading Margin	2.00 dB	2.00 dB
Interference Margin	2 dB	2 dB
Pérdidas debido a Penetración	8 dB	8 dB
Margen Total	24.30 dB	24.30 dB
Allowed propagation loss		143.4617 dB
		135.4617 dB

Tipo de morfología		Unit
Suburbano		
Range (Okumura-Hata path loss model)		
Carrier frequency	470 MHz	
BS antenna height	30 m	←
MS antenna height	1.7 m	
Parameter A	69.55	
Parameter B	26.16	
Parameter C	44.9	
MS antenna gain function (large city)	8.400955158	
Path loss exponent	3.522485578	
Path loss constant	110.6373091 dB	
Downlink range	8.547777349 km	
Uplink range	5.066882636 km	
Cell range	5.066882636 km	←

Apotema (Km)	4.388049081
Area de cobertura de Celda (Km2)	66.70118907
Area Distrito	1901
% A cubrir	15%
Area a cubrir Distrito	285.15
Cantidad de estaciones base necesarias	5

Fuente: Adaptado de material del curso “Redes Inalámbricas” de la Maestría en Ingeniería de las Telecomunicaciones, dictado por el Mg. Carlos García Godos.

- **Link Budget en la banda de 700 MHz:**

Modelo de Propagación: Okomura Hata

	Downlink unit	Uplink unit
Características del Tx		
Potencia de Tx (dBm)	36 dBm	25 dBm
Ganancia Antena de Tx	18 dBi	0 dBi
Pérdida de cable de Tx	-0.5 dB	0 dB
Ganancia por arreglo de antena	3.01 dB	0 dB
Elementos de Arreglo de Antena:	2	1
EIRP en Tx	56.5103 dBm	25 dBm
Características en la Rx		
Ganancia antena de Rx	0 dBi	15 dBi
Sensitividad en la Rx	-113.251 dBm	-117.251 dBm
Pérdida en cable de Rx	0 dB	-0.5 dB
Rx Body loss	-2 dB	0 dB
ganancia debido al arreglo de ante	0 dB	3.0103 dB
Ganancia Total en Rx	111.2514 dB	134.7617 dB
Ganancia del sistema	167.7617 dB	159.7617 dB
Margins		
Margen de Fading Log Normal	12.30	12.30 dB
Slow Fading Margin	2.00 dB	2.00 dB
Interference Margin	2 dB	2 dB
Pérdidas debido a Penetración	8 dB	8 dB
Margen Total	24.30 dB	24.30 dB
Allowed propagation loss		143.4617 dB
		135.4617 dB

Tipo de morfología Suburbano		Unit
Range (Okumura-Hata path loss model)		
Carrier frequency	700 MHz	
BS antenna height	30 m	←
MS antenna height	1.7 m	
Parameter A	69.55	
Parameter B	26.16	
Parameter C	44.9	
MS antenna gain function (large city)	9.308472536	
Path loss exponent	3.522485578	
Path loss constant	114.2554765 dB	
Downlink range	6.747406671 km	
Uplink range	3.9996734 km	
Cell range	3.9996734 km	←

Apotema (Km)	3.463818771
Area de cobertura de Celda (Km2)	41.56243141
Area Distrito	1901
% a cubrir	15%
Area a cubrir Distrito	285.15
Cantidad de estaciones base necesarias	7 ←

Fuente: Adaptado de material del curso "Redes Inalámbricas" de la Maestría en Ingeniería de las Telecomunicaciones, dictado por el Mg. Carlos García Godos.

- **Link Budget en la banda de 2.3 GHz:**

Modelo de Propagación: COST 231-HATA

Presupuesto del enlace de bajada de LTE				Presupuesto del enlace de subida de LTE			
Características de TX de la BS	Signo	Unidades	Valor	Características de TX del Móvil LTE	Signo	Unidades	Valor
Potencia de transmisión PTX	+	dBm	36.0	Potencia de transmisión PTX	+	dBm	25
Ganancia elemento radiante	+	dBi	18.00	Ganancia elemento radiante	+	dBi	0.00
Elementos del arreglo de antenas	+	NA	2	Elementos del arreglo de antenas	+	NA	1
Ganancia por elementos del arreglo	+	dB	3.01	Ganancia por elementos del arreglo	+	dB	0.00
Ganancia por Beam Forming	+	dB	0.00	Ganancia por Beam Forming	+	dB	0.00
Ganancia por sistema MIMO	+	dB	0.00	Ganancia por sistema MIMO	+	dB	0.00
Pérdida en cable de Tx	-	dB	0.00	Pérdida en cable de Rx	-	dB	0.00
EIRP: Potencia Efectiva Radiada Isotrópica		dBm	57.0	EIRP: Potencia Efectiva Radiada Isotrópica		dBm	25
Características de RX del Móvil				Características de RX de la BS			
Ganancia de cada Elemento Radiante de la Antena en Reception	+	dBi	0.00	Ganancia de cada Elemento Radiante de la Antena en Reception	+	dBi	18.00
Cantidad de Elementos del Arreglo		NA	2.00	Cantidad de Elementos del Arreglo	+	NA	2.00
Ganancia debida al Arreglo (Diversidad de Antenas)	+	dB	3.01	Ganancia debida al Arreglo (Diversidad de Antenas)	+	dB	3.01
Figura de Ruido en el Receptor	+	dB	9.00	Figura de Ruido en el Receptor	+	dB	5.00
Márgenes				Márgenes			
Margen de Fading Log Normal	-		12.3	Margen de Fading Log Normal	-		12.3
Slow Fading Margin	-		2.00	Slow Fading Margin	-		2.00
Interference Margin	-		2.00	Interference Margin	-		2.00
Pérdidas debido a Penetración	-		8.50	Pérdidas debido a Penetración	-		8.50
Margen Total			24.80	Margen Total			24.80

Enlace en el Final del Anillo				Enlace en el Final del Anillo			
Modulación y Codificación		QPSK	1/8	Modulación y Codificación	+	QPSK	1/8
Relación señal a Interferencia-Ruido SINR Requerida. VALOR INFERIOR	+	dB	-5.10	Relación señal a Interferencia-Ruido SINR Requerida. VALOR INFERIOR	+	dB	-5.10
Pérdidas de Implementación	+	dB	2.50	Pérdidas de Implementación	+	dB	2.50
Sensibilidad en el UE		dBm	-113.28	Sensibilidad en la BS		dBm	-117.28
Ganancia del Sistema		dB	173.30	Ganancia del Sistema		dB	163.29
Maximun Allowable Path Loss (MAPL)		dB	148.50	Maximun Allowable Path Loss (MAPL)		dB	138.49

MODELO COST231 HATA		
PARÁMETRO		UNIDADES
Frecuencia de la Portadora f_p	2300	MHz
Altura de la Antena de la Estación Base hBS	30	m
Altura de la Antena de la Estación Móvil hMS	1.7	m
Constante C=0 Suburbano/Rural, C=3 Urbano	0	dB
a(hMS)	0.352135629	dB
Máximas Pérdidas Permitidas Cerca de la BS	126.60	dB
Máximas Pérdidas Permitidas Borde de la Celda	148.50	
log(d) Cerca de la BS	-0.365798197	dB
log(d) en el Borde de la celda	0.255921878	
Radio de cobertura fin del Anillo	1.802693	Km
Area Cubierta por la celda Hexagonal	8.442730053	Km ²

MODELO COST231 HATA		
PARÁMETRO		UNIDADES
Frecuencia de la Portadora f_p	2300	MHz
Altura de la Antena de la Estación Base hBS	30	m
Altura de la Antena de la Estación Móvil hMS	1.7	m
Constante C=0 Suburbano/Rural, C=3 Urbano	0	dB
a(hMS)	0.352135629	dB
Máximas Pérdidas Permitidas Cerca de la BS	116.59	dB
Máximas Pérdidas Permitidas Borde de la Celda	138.49	
log(d) Cerca de la BS	-0.649981049	dB
log(d) en el Borde de la celda	-0.028260973	
Radio de cobertura fin del Anillo	0.936998783	Km
Area Cubierta por la celda Hexagonal	2.280957538	Km ²

Área a Cubir:	285.15	Km ²
Cantidad de eNodeB necesarios	126	

Fuente: Adaptado del material de clase del Curso "Dimensionamiento LTE" dictado por el Dr. Diógenes Marcano en el OSIPTEL.

c) Detalle de Cálculo de Infraestructura móvil vía análisis de Capacidad

Dimensionamiento de estaciones base celular en el escenario de no compartición de infraestructura activa:

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Velocidad por usuarios ofrecida	0.256	0.322	0.404	0.508	0.638	0.802	1.008	1.267	1.592	2
Concurrencia en hora cargada	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Velocidad Mínima en hora cargada	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Factor de Contención en hora cargada	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%
Velocidad efectiva por usuario en hora cargada (Mbps)	0.02048	0.025735	0.0322339	0.040637	0.051065	0.064169	0.080635	0.101326	0.127327	0.16

Cantidad de usuarios a Atender operador A	706	823	959	1118	1302	1517	1766	2057	2394	2832
Cantidad de usuarios a Atender operador B	471	569	688	831	1003	1210	1460	1761	2123	2512

Demanda de datos en hora cargada (Mbps)_operador A	14.45888	21.1801329	31.0131832	45.432688	66.4869645	97.3441807	142.401317	208.428206	304.821248	453.12
Demanda de datos en hora cargada (Mbps)_operador B	9.64608	14.6433725	22.2492909	33.769735	51.2184527	77.6443366	117.727023	178.43562	270.315584	401.92

EBC necesarias_operador A	2	2	3	4	5	7	11	15	22	33
EBC necesarias_operador B	1	2	2	3	4	6	9	13	20	29

Incremental de EBC_operador A	1	0	1	1	1	2	4	4	7	11
Incremental de EBC_operador B	0	1	0	1	1	2	3	4	7	9

Fuente: Elaboración Propia

Dimensionamiento de estaciones base celular en el escenario de compartición activa con compartición de espectro:

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Velocidad por usuarios ofrecida	0.256	0.322	0.404	0.508	0.638	0.802	1.008	1.267	1.592	2.000
Concurrencia en hora cargada	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Velocidad Mínima en hora cargada	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Factor de Contención en hora cargada	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%
Velocidad efectiva por usuario en hora cargada (Mbps)	0.020480	0.025735	0.032339	0.040637	0.051065	0.064169	0.080635	0.101326	0.127327	0.160000

Cantidad de usuarios a Atender operador	706	823	959	1118	1302	1517	1766	2057	2394	2832
---	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------

A																			
Cantidad de usuarios a Atender operador B	471	569	688	831	1003	1210	1460	1761	2123	2512									

<i>Demanda de datos en hora cargada (Mbps)_oeprador A</i>	14.45888	21.1801328	31.0131832	45.432688	66.4869645	97.3441807	142.401317	208.428206	304.821248	453.12									
<i>Demanda de datos en hora cargada (Mbps)_ operador B</i>	9.64608	14.6433725	22.2492909	33.769735	51.2184527	77.6443366	117.727023	178.43562	270.315584	401.92									

EBC necesarias_operador A	3	4	5	7	10	14	21	30	44	65									
EBC necesarias_operador B	2	3	4	5	8	12	17	26	39	58									

Incremental de EBC_operador A	2	1	1	2	3	4	7	9	14	21									
Incremental de EBC_operador B	1	1	1	1	3	4	5	9	13	19									

Fuente: Elaboración Propia

d) Flujos de caja

Flujo de caja de operador A, utilizando la banda de 470 MHz, sin compartición de infraestructura

FLUJO DE CAJA	TV Whites spaces										
	Operador A										
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en infraestructura civil	-1,530,000	0	0	0	0	0	-612,000	-1,224,000	-1,224,000	-2,142,000	-3,366,000
Inversión en espectro	0	0	0	0	0	0	-408,000	-816,000	-816,000	-1,428,000	-2,244,000
Inversión en equipos de radio acceso	-1,020,000	0	0	0	0	0	-27,823	-28,657	-29,517	-30,402	-31,315
Costos variables (Puntos de acceso, marketing y otros)	0	-241,000	-24,720	-25,462	-26,225	-27,012	-27,823	-28,657	-29,517	-30,402	-31,315
Canon Radioeléctrico	0	-235	-243	-255	-272	-294	-299	-335	-381	-440	-516
Costos fijos	0	-102,000	-102,000	-102,000	-102,000	-102,000	-102,000	-102,000	-102,000	-102,000	-102,000
COK POR PERÍODO	0	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%
FACTOR POR PERÍODO	1.00	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
FACTOR ACUMULADO	1.00	1.38	1.17	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06	2.23
VA UNA UNIDAD	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
VAN CAPEX POR AÑO (s/.)	-2,550,000	0	0	0	0	0	-378,459	-696,650	-644,868	-1,041,646	-1,510,865
VAN OPEX POR AÑO (s/.)	0	-116,518	-108,168	-100,434	-93,269	-86,632	-80,697	-74,634	-68,569	-62,504	-56,439
VAN TOTAL CAPEX (s/.)	-6,824,488	0	0	0	0	0	-469,156	-1,467,284	-1,733,437	-2,064,150	-2,427,304
VAN TOTAL OPEX (s/.)	-1,482,029.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total VAN Costos [CAPEX + OPEX] (s/.)	-8,306,517.19	0	0	0	0	0	-469,156	-1,467,284	-1,733,437	-2,064,150	-2,427,304

Flujo de caja de operador B, utilizando la banda de 470 MHz, sin compartición de infraestructura

FLUJO DE CAJA	TV Whites spaces										
	Operador B										
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en infraestructura civil	-1,530,000	0	0	0	0	0	-306,000	-918,000	-1,224,000	-2,142,000	-2,754,000
Inversión en espectro	0	0	0	0	0	0	-204,000	-612,000	-816,000	-1,428,000	-1,836,000
Inversión en equipos de radio acceso	-1,020,000	0	0	0	0	0	-27,823	-28,657	-29,517	-30,402	-31,315
Costos variables (Puntos de ventas, marketing, canon radioeléctrico y otros)	0	-24,000	-24,720	-25,462	-26,225	-27,012	-27,823	-28,657	-29,517	-30,402	-31,315
Canon Radioeléctrico	0	-235	-243	-255	-272	-294	-299	-335	-381	-440	-516
Costos fijos	0	-102,000	-102,000	-102,000	-102,000	-102,000	-102,000	-102,000	-102,000	-102,000	-102,000
COK POR PERÍODO	0	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%
FACTOR POR PERÍODO	1.00	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
FACTOR ACUMULADO	1.00	1.08	1.17	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06	2.23
VA UNA UNIDAD	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
VAN CAPEX POR AÑO (s/.)	-2,550,000	0	0	0	0	0	-189,229	-523,987	-644,868	-1,041,646	-1,236,163
VAN OPEX POR AÑO (s/.)	0	-116,518	-108,168	-100,434	-93,269	-86,632	-80,697	-74,634	-68,569	-62,504	-56,439
VAN TOTAL CAPEX (s/.)	-6,185,893	0	0	0	0	0	-279,906	-1,047,921	-1,313,437	-1,663,150	-1,992,602
VAN TOTAL OPEX (s/.)	-1,368,162.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total VAN Costos [CAPEX + OPEX] (s/.)	-7,554,055.45	0	0	0	0	0	-279,906	-1,047,921	-1,313,437	-1,663,150	-1,992,602

Flujo de caja de operador A, utilizando la banda de 700 MHz, sin compartición de infraestructura

FLUJO DE CAJA		700MHz									
		Operador A									
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en infraestructura civil	-2,142,000	0	0	0	0	0	0	-1,224,000	-1,224,000	-2,142,000	-3,366,000
Inversión en espectro	-169,600.661										
Inversión en equipos de radio acceso	-1,428,000	0	0	0	0	0	0	-816,000	-816,000	-1,428,000	-2,244,000
Costos variables (Puntos de ventas, marketing y otros)		-24,000	-24,720	-25,462	-27,012	-27,823	-28,657	-29,517	-30,402	-31,315	-31,315
Canon Radioeléctrico		-941	-956	-972	-987	-1,003	-1,020	-1,036	-1,053	-1,070	-1,087
Costos fijos		-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800
COX POR PERÍODO	0	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%
FACTOR POR PERÍODO	1.00	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
FACTOR ACUMULADO	1.00	1.08	1.17	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06	2.23
VA UNA UNIDAD	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
VAN CAPEX POR AÑO (s/.)	-3,739,601	0	0	0	0	0	0	-698,650	-644,868	-1,041,646	-1,510,865
VAN OPEX POR AÑO (s/.)	-7,635,630	-154,828	-143,536	-133,082	-123,403	-114,441	-106,143	-98,035	-91,323	-84,554	-78,717
VAN TOTAL CAPEX (s/.)	-11,375,231	-154,828	-143,536	-133,082	-123,403	-114,441	-106,143	-98,035	-91,323	-84,554	-78,717
Total VAN Costos (CAPEX + OPEX) (s/.)	-9,283,692.45										

Flujo de caja de operador B, utilizando la banda de 700 MHz, sin compartición de infraestructura

FLUJO DE CAJA		700MHz									
		Operador B									
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en infraestructura civil	-2,142,000	0	0	0	0	0	0	-612,000	-1,224,000	-2,142,000	-2,754,000
Inversión en espectro	-169,600.7										
Inversión en equipos de radio acceso	-1,428,000	0	0	0	0	0	0	-408,000	-408,000	-1,428,000	-1,836,000
Costos variables (Puntos de ventas, marketing y otros)		-24,000	-24,720	-25,462	-27,012	-27,823	-28,657	-29,517	-30,402	-31,315	-31,315
Canon Radioeléctrico		-941	-956	-972	-987	-1,003	-1,020	-1,036	-1,053	-1,070	-1,087
Costos fijos		-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800
COX POR PERÍODO	0	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%
FACTOR POR PERÍODO	1.00	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
FACTOR ACUMULADO	1.00	1.08	1.17	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06	2.23
VA UNA UNIDAD	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
VAN CAPEX POR AÑO (s/.)	-3,739,601	0	0	0	0	0	0	-349,325	-644,868	-1,041,646	-1,236,163
VAN OPEX POR AÑO (s/.)	-7,011,602	-154,828	-143,536	-133,082	-123,403	-114,441	-106,143	-98,035	-91,323	-84,554	-78,717
VAN TOTAL CAPEX (s/.)	-10,751,203	-154,828	-143,536	-133,082	-123,403	-114,441	-106,143	-98,035	-91,323	-84,554	-78,717
Total VAN Costos (CAPEX + OPEX) (s/.)	-8,558,412.85										

Flujo de caja de operador A, utilizando la banda de 2.3 GHz, sin compartición de infraestructura

FLUJO DE CAJA											
Año	2.3GHZ										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en infraestructura civil	-38,556,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión en espectro	-2177,675	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión en equipos de radio acceso	-25,704,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos variables (Puntos de ventas, marketing y canon radioléctrico)											
Canon Radioléctrico		-24,000	-24,720	-25,462	-26,225	-27,012	-27,823	-28,657	-29,517	-30,402	-31,315
Costos fijos		-565	-574	-583	-592	-602	-612	-622	-632	-642	-652
		8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%
FACTOR POR PERÍODO	1.00	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
FACTOR ACUMULADO	1.00	1.08	1.17	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06	2.23
VA UNA UNIDAD	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
IVAN CAPEX POR AÑO (s/.)	-64,262,178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IVAN OPEX POR AÑO (s/.)	-64,262,178	-2,395,205	-2,211,443	-2,041,797	-1,885,181	-1,740,594	-1,607,110	-1,483,877	-1,370,107	-1,265,071	-1,168,100
IVAN TOTAL CAPEX (s/.)	-64,262,178										
IVAN TOTAL OPEX (s/.)	-17,168,485.00										
Total IVAN Costos (CAPEX + OPEX) (s/.)	-81,430,662.67										

Flujo de caja de operador B utilizando la banda de 2.3 GHz, sin compartición de infraestructura

FLUJO DE CAJA											
Año	2.3GHZ										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en infraestructura civil	-38,556,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión en espectro	-2177,675	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión en equipos de radio acceso	-25,704,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos variables (Puntos de ventas, marketing y otros)											
Canon Radioléctrico		-24,000	-24,720	-25,462	-26,225	-27,012	-27,823	-28,657	-29,517	-30,402	-31,315
Costos fijos		-565	-574	-583	-592	-602	-612	-622	-632	-642	-652
		8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%
FACTOR POR PERÍODO	1.00	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
FACTOR ACUMULADO	1.00	1.08	1.17	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06	2.23
VA UNA UNIDAD	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
IVAN CAPEX POR AÑO (s/.)	-64,262,178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IVAN OPEX POR AÑO (s/.)	-64,262,178	-2,395,205	-2,211,443	-2,041,797	-1,885,181	-1,740,594	-1,607,110	-1,483,877	-1,370,107	-1,265,071	-1,168,100
IVAN TOTAL CAPEX (s/.)	-64,262,178										
IVAN TOTAL OPEX (s/.)	-17,168,485.00										
Total IVAN Costos (CAPEX + OPEX) (s/.)	-81,430,662.67										

Flujo de caja de operador A, utilizando la banda de 470 MHz, con compartición de infraestructura activa y espectro

FLUJO DE CAJA	TV Whites spaces					Operador A					
	Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en infraestructura civil	0										
Inversión en espectro	-765,000	0	0	0	-306,000	-459,000	-612,000	-1,071,000	-1,377,000	-2,142,000	-3,215,000
Inversión en equipos de radio acceso	0										
Costos variables (Puntos de ventas, marketing y otros)	-510,000	0	0	0	-204,000	-306,000	-408,000	-714,000	-918,000	-1,428,000	-2,142,000
Canon radioeléctrico		-24,000	-24,720	-25,462	-26,225	-27,012	-27,823	-28,657	-29,517	-30,402	-31,315
Costos fijos (OPEX)		-116	-118	-121	-127	-136	-147	-150	-167	-190	-220
		-51,000	-51,000	-51,000	-71,400	-102,000	-142,800	-214,200	-306,000	-448,800	-663,000
COK POR PERÍODO	0	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%
FACTOR POR PERÍODO	1.00	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
FACTOR ACUMULADO	1.00	1.17	1.27	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06	2.23
VA UNA UNIDAD	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
VAN CAPEX POR AÑO (s/.)	-1,275,000	0	0	0	-222,109	-307,517	-378,459	-611,319	-725,476	-1,041,646	-1,442,190
VAN OPEX POR AÑO (s/.)		-69,333	-64,611	-60,224	-70,954	-86,525	-105,603	-138,706	-176,856	-233,127	-311,749
VAN TOTAL CAPEX (s/.)	-1,344,333										
VAN TOTAL OPEX (s/.)	-1,317,689.21										
Total VAN Costos (CAPEX + OPEX) (s/.)	-7,321,403.85										

Flujo de caja de operador B, utilizando la banda de 470 MHz, con compartición de infraestructura activa y espectro

FLUJO DE CAJA	TV Whites spaces					Operador B					
	Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en infraestructura civil	0										
Inversión en espectro	-765,000	0	0	0	-306,000	-459,000	-612,000	-1,071,000	-1,377,000	-2,142,000	-3,213,000
Inversión en equipos de radio acceso	0										
Costos variables (Puntos de ventas, marketing y otros)	-510,000	0	0	0	-204,000	-306,000	-408,000	-714,000	-918,000	-1,428,000	-2,142,000
Canon Radioeléctrico		-24,000	-24,720	-25,462	-26,225	-27,012	-27,823	-28,657	-29,517	-30,402	-31,315
Costos fijos (OPEX)		-116	-118	-121	-127	-136	-147	-150	-167	-190	-220
		-51,000	-51,000	-51,000	-71,400	-102,000	-142,800	-214,200	-306,000	-448,800	-663,000
COK POR PERÍODO	0	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%
FACTOR POR PERÍODO	1.00	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
FACTOR ACUMULADO	1.00	1.17	1.27	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06	2.23
VA UNA UNIDAD	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
VAN CAPEX POR AÑO (s/.)	-1,275,000	0	0	0	-222,109	-307,517	-378,459	-611,319	-725,476	-1,041,646	-1,442,190
VAN OPEX POR AÑO (s/.)		-69,333	-64,611	-60,224	-70,954	-86,525	-105,603	-138,706	-176,856	-233,127	-311,749
VAN TOTAL CAPEX (s/.)	-1,344,333										
VAN TOTAL OPEX (s/.)	-1,317,689.21										
Total VAN Costos (CAPEX + OPEX) (s/.)	-7,321,403.85										

Flujo de caja de operador A, utilizando la banda de 700 MHz, con compartición de infraestructura activa y espectro

FLUJO DE CAJA		700MHz									
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en infraestructura civil	-1,071,000	0	0	0	0	-459,000	-612,000	-1,071,000	-1,377,000	-2,142,000	-3,213,000
Inversión en espectro	-84800.33054										
Costos variables (Puntos de ventas, marketing y otros)	-714,000	0	0	0	0	-306,000	-408,000	-714,000	-918,000	-1,428,000	-2,142,000
Canon Radioeléctrico	-24,000	-24,000	-24,720	-25,462	-26,225	-27,012	-27,823	-28,657	-29,517	-30,402	-31,315
Costos fijos (OPEX)	-471	-471	-478	-486	-494	-502	-510	-518	-526	-535	-544
COK POR PERÍODO	0	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%
FACTOR POR PERÍODO	1.00	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
FACTOR ACUMULADO	1.00	1.08	1.17	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06	2.23
VA UNA UNIDAD	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
VAN CAPEX POR AÑO (s/.)	-1,869,800	0	0	0	0	-307,517	-378,459	-611,319	-725,476	-1,041,646	-1,442,190
VAN OPEX POR AÑO (s/.)		-88,490	-82,298	-76,552	-71,219	-66,771	-62,828	-58,917	-55,045	-51,177	-47,294
VAN TOTAL CAPEX (s/.)	-6,376,406										
VAN TOTAL OPEX (s/.)	-1,372,309.81										
Total VAN Costos (CAPEX + OPEX) (s/.)	-7,748,715.80										

Flujo de caja de operador B, utilizando la banda de 700 MHz, con compartición de infraestructura activa y espectro

FLUJO DE CAJA		700 MHz									
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en infraestructura civil	-1,071,000	0	0	0	0	-459,000	-612,000	-1,071,000	-1,377,000	-2,142,000	-3,213,000
Inversión en espectro	-84800.33054										
Costos variables (Puntos de ventas, marketing y otros)	-714,000	0	0	0	0	-306,000	-408,000	-714,000	-918,000	-1,428,000	-2,142,000
Canon Radioeléctrico	-24,000	-24,000	-24,720	-25,462	-26,225	-27,012	-27,823	-28,657	-29,517	-30,402	-31,315
Costos fijos (OPEX)	-471	-471	-478	-486	-494	-502	-510	-518	-526	-535	-544
COK POR PERÍODO	0	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%
FACTOR POR PERÍODO	1.00	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
FACTOR ACUMULADO	1.00	1.08	1.17	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06	2.23
VA UNA UNIDAD	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
VAN CAPEX POR AÑO (s/.)	-1,869,800	0	0	0	0	-307,517	-378,459	-611,319	-725,476	-1,041,646	-1,442,190
VAN OPEX POR AÑO (s/.)		-88,490	-82,298	-76,552	-71,219	-66,771	-62,828	-58,917	-55,045	-51,177	-47,294
VAN TOTAL CAPEX (s/.)	-6,376,406										
VAN TOTAL OPEX (s/.)	-1,372,309.81										
Total VAN Costos (CAPEX + OPEX) (s/.)	-7,748,715.80										

Flujo de caja de operador A, utilizando la banda de 2.3 GHz, con compartición de infraestructura activa y espectro

FLUJO DE CAJA	2.3GHz									
	Operador A					Operador B				
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en infraestructura civil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión en espectro	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000
Inversión en equipos de radio acceso	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594
Inversión en equipos de radio acceso marketing y otros)	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000
Costos variables (Puntos de ventas, Canon Radioeléctrico	-24,000	-24,000	-24,000	-24,000	-24,000	-24,000	-24,000	-24,000	-24,000	-24,000
Costos fijos (OPEX)	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%
COK POR PERIODO	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
FACTOR POR PERIODO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
FACTOR ACUMULADO	1.00	1.17	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06	2.23
VA UNA UNIDAD	1.00	0.92	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
VAN CAPEX POR AÑO (s/.)	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089
VAN OPEX POR AÑO (s/.)	-12,086,678.533	-12,086,678.533	-12,086,678.533	-12,086,678.533	-12,086,678.533	-12,086,678.533	-12,086,678.533	-12,086,678.533	-12,086,678.533	-12,086,678.533
VAN TOTAL CAPEX (s/.)	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089
VAN TOTAL OPEX (s/.)	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98
Total VAN Costos (CAPEX + OPEX) (s/.)	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82

Flujo de caja de operador B, utilizando la banda de 2.3 GHz, con compartición de infraestructura activa y espectro

FLUJO DE CAJA	2.3GHz									
	Operador B					Operador A				
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en infraestructura civil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión en espectro	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000	-19,278,000
Inversión en equipos de radio acceso	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594	-1088,837,594
Inversión en equipos de radio acceso marketing y otros)	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000	-12,852,000
Costos variables (Puntos de ventas, Canon Radioeléctrico	-24,000	-24,000	-24,000	-24,000	-24,000	-24,000	-24,000	-24,000	-24,000	-24,000
Costos fijos (OPEX)	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%
COK POR PERIODO	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
FACTOR POR PERIODO	1.00	1.08	1.17	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06
FACTOR ACUMULADO	1.00	1.17	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06	2.23
VA UNA UNIDAD	1.00	0.92	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
VAN CAPEX POR AÑO (s/.)	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089
VAN OPEX POR AÑO (s/.)	-12,086,679	-12,086,679	-12,086,679	-12,086,679	-12,086,679	-12,086,679	-12,086,679	-12,086,679	-12,086,679	-12,086,679
VAN TOTAL CAPEX (s/.)	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089	-32,131,089
VAN TOTAL OPEX (s/.)	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98	-8,673,403.98
Total VAN Costos (CAPEX + OPEX) (s/.)	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82	-40,804,492.82

Fuente: Adaptado del material del curso "Análisis Financiero de Empresas Reguladas" de la Maestría de Regulación de Servicios Públicos, dictado por el Profesor Alfredo Vento.

Anexo II

Detalle de Cálculos de Caso de Estudio 2

a) Detalle de supuestos:

- Número de habitantes del distrito a atender:

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
1000	1030	1061	1093	1126	1160	1195	1231	1268	1307

- Penetración del servicio de internet móvil en el distrito:

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
23%	26%	30%	35%	40%	46%	53%	61%	70%	80%

- Market Share de operadores A y B en el distrito:

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Op.A	60%	59%	58%	57%	57%	56%	55%	54%	53%	53%
Op. B	40%	40.9%	41.8%	42.6%	43.5%	44.4%	45.3%	46.1%	47.0%	47%

- Cantidad de usuarios del servicio de Internet Móvil en el distrito:

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Op.A	138.0	161.0	188.0	219.0	255.0	297.0	346.0	403.0	469.0	555.0
Op. B	92.0	112.0	135.0	163.0	196.0	237.0	286.0	345.0	416.0	492.0

- Superficie a cubrir del distrito con cobertura móvil: 285.15 Km² (15% del total de superficie del distrito).

- **Demanda de datos:**

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Velocidad por usuarios ofrecida	0.256	0.322	0.404	0.508	0.638	0.802	1.008	1.267	1.592	2.000
Concurrencia en hora cargada	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Velocidad Mínima en hora cargada	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Factor de Contención en hora cargada	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%
Velocidad efectiva por usuario en hora cargada (Mbps)	0.020480	0.025735	0.032339	0.040637	0.051065	0.064169	0.080635	0.101326	0.127327	0.160000

Cantidad de usuarios a Atender operador A	138	161	188	219	255	297	346	403	469	555
Cantidad de usuarios a Atender operador B	92	112	135	163	196	237	286	345	416	492

Demanda de datos en hora cargada (Mbps)_operador A	2.82624	4.143379573	6.07974811	8.89960526	13.0216405	19.0581554	27.89969173	40.8345002	59.71644327	88.8
Demanda de datos en hora cargada (Mbps)_operador B	1.88416	2.882351007	4.36577657	6.62390711	10.0087904	15.208023	23.0615949	34.9575746	52.9681032	78.72

Fuente: Elaboración Propia

b) Detalle de Cálculo de Infraestructura móvil vía análisis de Cobertura (Link Budgets).

Características Típicas del eNodeB

Características de TX del eNode B	Unidad	Valor
Ancho de Banda	MHz	10
Potencia de transmisión PTX	dBm	36
Ganancia elemento radiante	dBi	18
Elementos del arreglo de antenas	NA	2
Ganancia por elementos del arreglo	dB	3.01
Ganancia por Beam Forming	dB	0
Ganancia por sistema MIMO	dB	0
Figura de ruido	dB	5
Altura de la antena	m	30
Características de Rx del Móvil LTE		
Ganancia de cada Elemento Radiante de la Antena en Reception	dBi	0
Cantidad de Elementos del Arreglo	NA	2
Ganancia debida al Arreglo (Diversidad de Antenas)	dB	3.010299957
Figura de Ruido en el Receptor	dB	9

Fuente: Curso “Dimensionamiento LTE” dictado por el Dr. Diógenes Marcano en OSIPTEL.

Características Típicas del UE

Características de TX de Mobile Station	Unidad	Valor
Cantidad de RBs asignados al UE	NA	3
Ancho de Banda	MHz	0.54
Potencia de transmisión P _{TX}	dBm	25
Ganancia elemento radiante	dBi	0
Elementos del arreglo de antenas	NA	1
Ganancia por elementos del arreglo	dB	0
Ganancia por Beam Forming	dB	0
Ganancia por sistema MIMO	dB	0
Figura de ruido	dB	9
Altura de la antena	m	1.7

Características de Rx de la Base Station		
Ganancia de cada Elemento Radiante de la Antena en Reception	dBi	18
Cantidad de Elementos del Arreglo en RX	NA	2
Ganancia debida al Arreglo (Diversidad de Antenas)	dB	3.010299957
Figura de Ruido en el Receptor	dB	5

Fuente: Curso "Dimensionamiento LTE" dictado por el Dr. Diógenes Marcano en OSIPTEL.

Sensibilidad en función de la Modulación y Codificación						
MODULACIÓN	TASA DE CODIFICACIÓN	SINR en Rx (dB)	Pérdida Implementación - IM (dB)	SINR+IM	Sensibilidad en el UE dBm	Sensibilidad en la eNode B dBm
QPSK	1/8	-5.1	2.5	-2.6	-113.2514037	-117.2514037
	1/5	-2.9	2.5	-0.4	-111.0514037	-115.0514037
	1/4	-1.7	2.5	0.8	-109.8514037	-113.8514037
	1/3	-1	2.5	1.5	-109.1514037	-113.1514037
	1/2	2	2.5	4.5	-106.1514037	-110.1514037
	2/3	4.3	2.5	6.8	-103.8514037	-107.8514037
	3/4	5.5	2.5	8	-102.6514037	-106.6514037
	4/5	6.2	2.5	8.7	-101.9514037	-105.9514037
16-QAM	1/2	7.9	3	10.9	-99.75140373	-103.7514037
	2/3	11.3	3	14.3	-96.35140373	-100.3514037
	3/4	12.2	3	15.2	-95.45140373	-99.45140373
	4/5	12.8	3	15.8	-94.85140373	-98.85140373
64-QAM	2/3	15.3	4	19.3	-91.35140373	-95.35140373
	3/4	17.5	4	21.5	-89.15140373	-93.15140373
	4/5	18.6	4	22.6	-88.05140373	-92.05140373

Fuente: Curso "Dimensionamiento LTE" dictado por el Dr. Diógenes Marcano en OSIPTEL en base a Sesia, Toufik y Baker (2011) "LTE - The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice", página 48.

Link Budget en la banda de 700 MHz

Modelo de Propagación: Okomura Hata

	Downlink unit	Uplink unit
Características del Tx		
Potencia de Tx (dBm)	36 dBm	25 dBm
Ganancia Antena de Tx	18 dBi	0 dBi
Pérdida de cable de Tx	-0.5 dB	0 dB
Ganancia por arreglo de antena	3.01 dB	0 dB
Elementos de Arreglo de Antena:	2	1
EIRP en Tx	56.5103 dBm	25 dBm
Características en la Rx		
Ganancia antena de Rx	0 dBi	15 dBi
Sensitividad en la Rx	-113.251 dBm	-117.251 dBm
Pérdida en cable de Rx	0 dB	-0.5 dB
Rx Body loss	-2 dB	0 dB
ganancia debido al arreglo de ante	0 dB	3.0103 dB
Ganancia Total en Rx	111.2514 dB	134.7617 dB
Ganancia del sistema	167.7617 dB	159.7617 dB
Margins		
Margen de Fading Log Normal	12.30	12.30 dB
Slow Fading Margin	2.00 dB	2.00 dB
Interference Margin	2 dB	2 dB
Pérdidas debido a Penetración	8 dB	8 dB
Margen Total	24.30 dB	24.30 dB
Allowed propagation loss		143.4617 dB
		135.4617 dB

Tipo de morfología	Suburbano							
Range (Okumura-Hata path loss model)								Unit
Carrier frequency								700 MHz
BS antenna height								30 m
MS antenna height								1.7 m
Parameter A								69.55
Parameter B								26.16
Parameter C								44.9
MS antenna gain function (large city)								9.308472536
Path loss exponent								3.522485578
Path loss constant								114.2554765 dB
Downlink range								6.747406671 km
Uplink range								3.9996734 km
Cell range								3.9996734 km

Apotema (Km)	3.463818771
Area de cobertura de Celda (Km2)	41.56243141
Area Distrito	1901
% a cubrir	15%
Area a cubrir Distrito	285.15
Cantidad de estaciones base necesarias	7

Fuente: Adaptado de material del curso "Redes Inalámbricas" de la Maestría en Ingeniería de las Telecomunicaciones, dictado por el Mg. Carlos García Godos.

b) Detalle de Cálculo de Infraestructura móvil vía análisis de capacidad.

Dimensionamiento de estaciones base celular en el escenario A:

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Velocidad por usuarios ofrecida	0.256	0.322	0.404	0.508	0.638	0.802	1.008	1.267	1.592	2.000
Concurrencia en hora cargada	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Velocidad Mínima en hora cargada	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Factor de Contención en hora cargada	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%
Velocidad efectiva por usuario en hora cargada (Mbps)	0.020480	0.025735	0.032339	0.040637	0.051065	0.064169	0.080635	0.101326	0.127327	0.160000
Cantidad de usuarios a Atender operador A	138	161	188	219	255	297	346	403	469	555
Cantidad de usuarios a Atender operador B	92	112	135	163	196	237	286	345	416	492
Demanda de datos en hora cargada (Mbps)_operador A	2.82624	4.143379573	6.07974811	8.89960526	13.0216405	19.0581554	27.89969173	40.8345002	59.71644327	88.8
Demanda de datos en hora cargada (Mbps)_operador B	1.88416	2.882351007	4.36577657	6.62390711	10.0087904	15.208023	23.0615949	34.9575746	52.9681032	78.72

EBC necesarias_operador A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
EBC necesarias_operador B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Incremental de EBC_operador A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Incremental de EBC_operador B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
EBC FINAL a desplegar por el OIMR por capacidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Incremental Final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración Propia

Dimensionamiento de estaciones base celular en el escenario B:

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Velocidad por usuario ofrecida	0.256	0.322	0.404	0.508	0.638	0.802	1.008	1.267	1.592	2.000
Concurrencia en hora cargada	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Velocidad Mínima en hora cargada	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Factor de Contención en hora cargada	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%
Velocidad efectiva por usuario en hora cargada (Mbps)	0.020480	0.025735	0.032339	0.040637	0.051065	0.064169	0.080635	0.101326	0.127327	0.160000
Cantidad de usuarios a Atender operador A	138	161	188	219	255	297	346	403	469	555
Cantidad de usuarios a Atender operador B	92	112	135	163	196	237	286	345	416	492
Demanda de datos en hora cargada (Mbps)_operador A	2.82624	4.14337957	6.07974811	8.89960526	13.0216405	19.0581554	27.8996917	40.8345002	59.7164433	88.8
Demanda de datos en hora cargada (Mbps)_operador B	1.88416	2.88235101	4.36577657	6.62390711	10.0087904	15.208023	23.0615949	34.9575746	52.9681032	78.72
EBC necesarias_operador A	1	1	1	1	1	1	2	2	3	4
EBC necesarias_operador B	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4

Incremental de EBC_operador A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
Incremental de EBC_operador B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
EBC FINAL a desplegar por el OIMR por capacidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	4
Incremental Final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia



d) Flujos de caja

Escenario A

FLUJO DE CAJA		SIN COMPARTICION									
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en infraestructura civil	-2,142,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión en espectro	0										
Inversión en equipos de radio acceso	-2,856,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos variables (Puntos de ventas, marketing y otros)											
Costos fijos (OPEX)											
COK POR PERÍODO	0	-285,600	-285,600	-285,600	-285,600	-285,600	-285,600	-285,600	-285,600	-285,600	-285,600
FACTOR POR PERÍODO	1.00	8.34%	8.34%	8.34%	8.34%	8.34%	8.34%	8.34%	8.34%	8.34%	8.34%
FACTOR ACUMULADO	1.00	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
VA UNA UNIDAD	1.00	0.92	1.17	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06	2.23
VAN CAPEX POR AÑO	-4,998,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VAN OPEX POR AÑO		-263,615	-243,322	-224,591	-207,302	-191,344	-176,614	-163,018	-150,469	-138,886	-128,195
VAN TOTAL CAPEX	-4,998,000										
VAN TOTAL OPEX	-1,887,354.35										
Total VAN Costos (CAPEX + OPEX)	-6,885,354.35										

Fuente: Elaboración propia en base a material del curso “Análisis Financiero de Empresas Reguladas” de la Maestría de Regulación de Servicios Públicos, dictado por el Profesor Alfredo Vento.

Escenario B

FLUJO DE CAJA FINANCIERO											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en infraestructura civil	-2,142,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión en espectro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión en equipos de radio acceso	-1,428,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos variables (Puntos de ventas, marketing y otros)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canon Radioeléctrico		-3,764	-3,825	-3,887	-3,950	-4,014	-4,079	-4,144	-4,211	-4,280	-4,349
Costos fijos (OPEX)		-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800	-142,800
	0	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%
COK POR PERÍODO	1.00	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
FACTOR POR PERÍODO	1.00	1.08	1.17	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.06	2.23
FACTOR ACUMULADO	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
VA UNA UNIDAD		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VAN CAPEX POR AÑO	-3,570,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VAN OPEX POR AÑO		-135,282	-124,920	-115,352	-106,518	-98,361	-90,829	-83,875	-77,453	-71,524	-66,049
VAN TOTAL CAPEX	-3,570,000										
VAN TOTAL OPEX	-970,162.83										
Total VAN Costos (CAPEX + OPEX)	-4,540,162.83										

Fuente: Elaboración propia en base a material del curso “Análisis Financiero de Empresas Reguladas” de la Maestría de Regulación de Servicios Públicos, dictado por el Profesor Alfredo Vento.