



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**IMPACTO DE LAS POLÍTICAS DE INTERCONEXIÓN DE LA
“LEY ORGÁNICA DE TELECOMUNICACIONES” EN LA
COMPETENCIA EN EL ECUADOR**



TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

MAGISTER EN TELECOMUNICACIONES

Presentado por:

Adrian Gabriel Loiza Collantes

Guayaquil – Ecuador
2016

AGRADECIMIENTOS

A Diosito, a la Virgencita que intercede por nosotros ante nuestro señor Jesucristo, a todos los santos que están en el cielo y que también interceden, al Papa Francisco legítimo sucesor histórico de San Pedro que con su sencillez y humildad toca nuestros corazones llevándonos por el camino de la verdad y el amor fraterno.

A mi director de tesis, el Dr. Ramos por todo el apoyo recibido, al Dr. Villao por ayudarme a enfocar el tema y dar el inicio correcto, también por la información que me supo facilitar, a Verónica Ibarra por ayudarme con datos importantes que no conocía, a Carmita Ortega por su tan amable revisión de la redacción del documento, al padre de la Dinámica de Sistemas, Jay Forrester, por tan útil aporte a los estudiantes.

A mis padres, a mi tía y a mi novia por comprender que el tiempo que les deje de dedicar para realizar este trabajo me permite crecer profesionalmente en lo que me gusta con la finalidad de lograr un mayor bienestar y salir adelante juntos como una gran familia unida.

DEDICATORIA

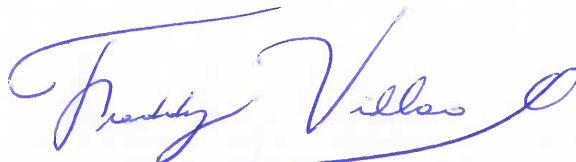
Este trabajo está dedicado a todas las personas interesadas en el mundo de las telecomunicaciones, apasionadas no solo en el tema del impacto que tienen las políticas de interconexión que es el enfoque de esta tesis, pero también atraídas en encontrar una guía para modelar otras políticas relacionadas con el complejo sistema de telefonía móvil.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Sixto García Aguilar, Ph.D.

SUBDECANO DE LA FIEC



Freddy Villao Quezada, PhD.

PROFESOR DELEGADO DE LA UNIDAD ACADÉMICA



Boris Ramos Sánchez, PhD.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL". (Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL).

Adrian Loaiza Collantes

ADRIAN LOAIZA COLLANTES

RESUMEN

El impacto que tienen las políticas de interconexión en la competencia en el Ecuador será tratado en la presente tesis con la finalidad de demostrar el efecto que tienen las políticas actuales y explicar si estas pueden resultar contraproducentes, así mismo se podrá experimentar con nuevas políticas en base a un modelo computarizado valido de Dinámica de Sistemas.

La selección de políticas actuales sobre los cargos de interconexión son asimétricas, se basan principalmente en el porcentaje de mercado de los operadores y en los costos incurridos, los cuales son cargados al usuario final mediante las tarifas offnet, pero no toman en cuenta el efecto que estas tarifas offnet causan en la tasa de abandono del operador dominante, y la manera en que la competencia se ve mermada ante el operador dominante, como es el caso actual del sistema de telecomunicaciones en el Ecuador.

Conoceremos la complejidad de este sistema mediante una hipótesis dinámica, concluiremos si las políticas de interconexión existentes son contraproducentes y discutiremos nuevas políticas que tengan un mejor efecto en la competencia en el Ecuador.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA	III
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	IV
DECLARACIÓN EXPRESA	V
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ABREVIATURAS	X
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABLAS	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO 1	1
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	2
1.3. MODELO PROPUESTO PARA LA SOLUCIÓN	3
1.4. OBJETIVO GENERAL	7
1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.6. METODOLOGÍA	8
CAPÍTULO 2	10
2. MARCO REGULATORIO Y DINÁMICA DE SISTEMAS	10
2.1. ESTADO ACTUAL DE LA COMPETENCIA E INTERCONEXIÓN EN ECUADOR	10

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y LEGAL	12
2.3. DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS BÁSICOS.....	16
2.4. DINÁMICA DE SISTEMAS.....	19
2.4.1. Definición básica.....	19
2.4.2. Aplicaciones.....	20
2.4.3. Importancia en el análisis de políticas.....	20
2.5. MODO REFERENCIAL	22
2.5.1. Método de Kolb	27
2.5.2. Hipótesis dinámica	31
CAPÍTULO 3.....	42
3. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	42
3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.2. ETAPAS DEL MODELAMIENTO.....	43
3.3. APRENDIZAJE EXPERIMENTAL PARA CONSTRUIR EL MODO REFERENCIAL Y LA HIPÓTESIS DINÁMICA	56
3.3.1. Revisión histórica de las políticas de interconexión... ..	56
3.3.2. Inclusión de acumuladores y flujos relacionados a políticas o estrategias	59
3.4. MODELO COMPUTARIZADO CON ESTRUCTURA VÁLIDA	62
3.4.1. Descripción de variables y acumuladores.....	62
3.4.2. Relaciones entre las distintas variables	64
3.5. EXPERIMENTACIÓN CON EL MODELO.....	66
CAPÍTULO 4.....	73
4. PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	73

4.1. PRUEBAS CON EL MODELO GENERADO	73
4.1.1. Impacto de las políticas de interconexión en la competencia	74
4.1.2. Exploración del rol del Estado y del Sector Privado en políticas de interconexión	75
4.1.3. Comparación de resultados	76
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	84
4.2.1. Conceptos y variables promisorias.....	84
4.2.2. Investigaciones futuras	85
4.2.3. Afirmaciones y nuevas políticas de interconexión	85
4.2.4. Problemas a futuro en relación a la interconexión	86
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
APÉNDICES	89
BIBIOGRAFÍA	111

ABREVIATURAS

ARCOTEL	Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones
CE	Comisión Europea
CITEL	Comisión Interamericana de Telecomunicaciones
CMT	Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones
CONATEL	Consejo Nacional de Telecomunicaciones
DS	Dinámica de Sistemas
GRE	Grupo de Reguladores Europeos
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
IHH	Índice de Herfindahl-Hirschman
LOT	Ley Orgánica de Telecomunicaciones
OCSP	Observatorio Ciudadano de Servicio Públicos
ONG	Organización No Gubernamental
PDI	Punto de Interconexión
SENATEL	Secretaría Nacional de Telecomunicaciones
SKA	Sender Keeps All (Retención Íntegra en Origen)
TELRIC	Total Element Long Run Incremental Cost
TIC	Tecnologías de la información
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
WICOM	Wireless Cost Optimization Model

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Mapa de sectores simplificado del modelo de interconexión y competencia.....	6
Figura 2.1: Interconexión actual de los operadores móviles en el país.....	11
Figura 2.2: Observaciones sobre las tarifas de interconexión	13
Figura 2.3: Estructura genérica para una política de toma de decisión para algún elemento	21
Figura 2.4: Cuota de Mercado	23
Figura 2.5: Índice de Herfindahl-Hirschman.....	23
Figura 2.6: Cargos de Interconexión.....	25
Figura 2.7: Tarifa Offnet.....	25
Figura 2.8: Porcentaje de Suscriptores Donados.....	27
Figura 2.9: Porcentaje de Suscriptores Ganados	27
Figura 2.10: Modelo de aprendizaje experiencial de Kolb	28
Figura 2.11: El proceso de aprendizaje para la construcción del modo referencial	30
Figura 2.12: Tarifas Onnet	33
Figura 2.13: Tarifas Conecel.....	33
Figura 2.14: Tarifas Otecel.....	33
Figura 2.15: Tarifas CNT EP.....	33
Figura 2.16: Hipótesis Dinámica del sector de Demanda	38
Figura 2.17: Hipótesis Dinámica Simplificada del Sector de Recursos Económicos	40
Figura 3.1: Evolución Histórica de los techos tarifarios.....	44
Figura 3.2: Tarifas móviles prepago.....	45
Figura 3.3: Tarifas máximas y mínimas postpago Offnet y Onnet	46
Figura 3.4: Cargos de interconexión de móvil a móvil	47
Figura 3.5: Cargos de interconexión históricos parte 1	48
Figura 3.6: Cargos de interconexión históricos parte 2.....	49

Figura 3.7: Ingresos por interconexión desde OTECEL a CONECEL	50
Figura 3.8: Egresos por interconexión desde CONECEL a OTECEL	50
Figura 3.9: Ingresos por interconexión desde CNT EP a CONECEL.....	50
Figura 3.10: Egresos por interconexión desde CONECEL a CNT EP	51
Figura 3.11: Ingresos por interconexión desde CONECEL a OTECEL	51
Figura 3.12: Egresos por interconexión desde OTECEL a CONECEL	51
Figura 3.13: Ingresos por interconexión desde CNT EP a OTECEL.....	51
Figura 3.14: Egresos por interconexión desde OTECEL a CNT EP	52
Figura 3.15: Ingresos por interconexión desde CONECEL a CNT EP.....	52
Figura 3.16: Egresos por interconexión desde CNT EP a CONECEL	52
Figura 3.17: Ingresos por interconexión desde OTECEL a CNT EP.....	52
Figura 3.18: Egresos por interconexión desde CNT EP a OTECEL	52
Figura 3.19: Suscriptores de telefonía móvil y líneas activas	53
Figura 3.20: Densidad del Servicio Móvil Avanzado	53
Figura 3.21: Participación del Mercado.....	54
Figura 3.22: Composición líneas activas SMA en las diferentes modalidades.....	54
Figura 3.23: Incremento anual de radio bases por operador	55
Figura 3.24: Portabilidad numérica (diferencia entre Receptados y Donados)	56
Figura 3.25: Evolución histórica de los cargos de interconexión	58
Figura 3.26: Suscriptores netos ganados por operador	59
Figura 3.27: Crecimiento Histórico de Líneas de Conecel.....	60
Figura 3.28: Crecimiento Histórico de Líneas de Otecel.....	60
Figura 3.29: Crecimiento Histórico de Suscriptores de CNT EP	60
Figura 3.30: Acumulado de líneas receptadas-donadas por operador	60
Figura 3.31: Ingresos Históricos Conecel	61
Figura 3.32: Ingresos Históricos Otecel.....	62
Figura 3.33: Ingresos Históricos CNT EP	62
Figura 3.34: Diagrama causal de alto nivel.....	64

Figura 3.35: Sector de Demanda	67
Figura 3.36: Sector de Recursos Económicos o utilidad.....	69
Figura 3.37: Sector de Infraestructura Celular	70
Figura 3.38: Sector de Competencia y Portabilidad.....	72
Figura 4.1: Número de suscriptores Conecel antes (1) y después (2) del aumento de 4 ctvs. en la tarifa offnet	77
Figura 4.2: Número de suscriptores Otecel antes (1) y después (2) del aumento en la tarifa offnet de Conecel	77
Figura 4.3: Número de suscriptores CNT EP antes (1) y después (2) del aumento en la tarifa offnet de Conecel	77
Figura 4.4: Ingresos Conecel antes (1) y después (2) del aumento en la tarifa offnet de Conecel.....	77
Figura 4.5: Ingresos Otecel antes (1) y después (2) del aumento en la tarifa offnet de Conecel.....	77
Figura 4.6: Ingresos CNT EP antes (1) y después (2) del aumento en la tarifa offnet de Conecel.....	77
Figura 4.7: IHH antes (1) y después (2) del aumento en la tarifa offnet de Conecel.....	78
Figura 4.8: Número de suscriptores de Conecel antes y después de cargos de interconexión simétricos.....	79
Figura 4.9: Número de suscriptores de Otecel antes y después de cargos de interconexión simétricos	79
Figura 4.10: Número de suscriptores de CNT EP antes y después de cargos de interconexión simétricos.....	79
Figura 4.11: Ingresos de Conecel antes y después de cargos de interconexión simétricos	79
Figura 4.12: Ingresos de Otecel antes y después de cargos de interconexión simétricos	80
Figura 4.13: Ingresos de CNT EP antes y después de cargos de interconexión simétricos	80

Figura 4.14: IHH con cargos de interconexión simétricos.....	80
Figura 4.15: Número de suscriptores CONECEL antes y después de usar tarifas únicas.....	81
Figura 4.16: Número de suscriptores OTECEL antes y después de usar tarifas únicas.....	81
Figura 4.17: Número de suscriptores CNT EP antes y después de usar tarifas únicas.....	81
Figura 4.18: Ingresos CONECEL antes y después de usar tarifas únicas....	81
Figura 4.19: Ingresos OTECEL antes y después de usar tarifas únicas.....	81
Figura 4.20: Ingresos CNT EP antes y después de usar tarifas únicas.....	81
Figura 4.21: IHH con tarifas únicas.....	82
Figura 4.22: Número de Suscriptores CONECEL antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.....	83
Figura 4.23: Número de Suscriptores OTECEL antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.....	83
Figura 4.24: Número de Suscriptores CNT EP antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.....	83
Figura 4.25: Ingresos CONECEL antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.	83
Figura 4.26: Ingresos OTECEL antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.	83
Figura 4.27: Ingresos CNT EP antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.	83
Figura 4.28: Cuota de Mercado CONECEL antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.....	84
Figura 4.29: Cuota de Mercado OTECEL antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.....	84
Figura 4.30: Cuota de Mercado CNT EP antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.....	84
Figura 4.31: IHH antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.	84

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tarifas prepago diferenciadas [4].....	11
Tabla 2: Tarifas prepago únicas [4].....	12
Tabla 3: Características de la evidencia histórica y modo referencial [14]....	26
Tabla 4: Tarifas Prepago a Octubre del 2015 [4]	44
Tabla 5: Tarifas Prepago y Pospago (onnet/offnet) a Octubre 2015 [4].....	46
Tabla 6: Políticas de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones relacionadas a la interconexión [8].....	57
Tabla 7: Políticas a simular con el modelo [5].....	74

INTRODUCCIÓN

En mi experiencia en el campo de las telecomunicaciones como jefe de proyectos de una compañía que presta servicios a las empresas de telefonía móvil conozco de cerca la cobertura, capacidad y calidad de los servicios que se prestan para voz y datos, estos parámetros técnicos ayudan a captar y mantener más usuarios dentro de la red, sin embargo no lo es todo para las empresas, ya que también existen otras estrategias para captar y mantener más usuarios relacionadas con las tarifas, sobre estas tenemos las tarifas para llamar a un operador de la competencia donde se incluyen cargos adicionales conocidos como cargos de interconexión.

En el Ecuador en el año 2006 el ente regulador definió cargos de interconexión más altos para los operadores con más usuarios, con la finalidad de incentivar la competencia, sin embargo han pasado casi 10 años y el mercado sigue siendo altamente concentrado en un solo operador y, por lo tanto, poco competitivo, por este motivo se desea estudiar el impacto de las políticas de interconexión en la competencia entre operadores; establecidas en la “Ley Orgánica de Telecomunicaciones” (**LOT**) publicada en el registro oficial 439 del 18 de febrero del 2015 y conoceremos las funciones del nuevo ente técnico que se creó, la “Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones” (ARCOTEL).

Debido a que los cargos de interconexión están contenidos dentro de las tarifas offnet, que son las que percibe el usuario, y que estos cargos causan una diferencia con la tarifa onnet al hacerlas más altas, los operadores pequeños sostienen que las altas tarifas offnet de sus competidores son anticompetitivas como es mencionado por Hoerning [1]. Mientras que Valletti [2] nos dice que si los usuarios se preocupan de las llamadas que reciben, las tarifas offnet tendrían un precio alto con la finalidad de no darle a los usuarios de los

competidores el beneficio de recibir llamadas. De igual manera nos dice que altas tarifas offnet hacen a la red del competidor menos atractiva para los nuevos usuarios.

Hoerning analizando el equilibrio de Nash [1] y Valletti a través de sus principios económicos [2] tratan de resolver este problema, sin embargo el estudio de Hoerning se limita a solo dos operadores uno grande y otro pequeño, y deja la puerta abierta a futuros estudios que añadan un operador más para hacer más realista la investigación, en el caso de Valletti toda su investigación analiza la parte económica sin tomar en cuenta parámetros técnicos como la cobertura o el tráfico de voz.

Todos los datos a usar para el modelo los obtendremos de la ARCOTEL, INEC y Superintendencia de Compañías, sin embargo, los datos de tráfico, y tráfico de interconexión entre los operadores son confidenciales, lo que causa una deficiencia en el modelo, sin embargo, se realizará la mejor aproximación posible de estos datos como describiremos en la metodología.

Estos estudios son importantes porque mejoran la calidad en la prestación de servicios de telecomunicaciones y propenden a la reducción de tarifas offnet, que es uno de los objetivos de la LOT (**art. 3 num. 8**), y esto es beneficioso para todos los que somos usuarios de telefonía móvil porque al no existir una concentración de mercado se puede tener un mayor desarrollo en las *Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)* en nuestro país.

CAPÍTULO 1

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Como se mencionó en la Introducción en el año 2006 el ente regulador impuso la política de cargos de interconexión asimétrica, con la finalidad de promover la competencia, sin embargo, con el tiempo la asimetría creció y también las tarifas offnet del operador dominante, esto aumentó un efecto que en economía y negocios se conoce como “Externalidad de la Red” que es el efecto que un usuario de un bien o servicio tiene en el valor del producto para otras personas. Cuando la externalidad de la red está presente, el valor del producto o servicio es dependiente del número de otros usuarios usándolo [3].

La externalidad de la red tiene un impacto muy importante en la competencia, en especial cuando se tienen operadores dominantes que complican el desarrollo de operadores pequeños, en nuestro país el operador dominante es CONECEL S.A. cuya participación estimada para finales del año 2015 es del **62%** del mercado de telefonía móvil [4].

Para diversas (**TIC**), los consumidores se benefician de usar un sistema o formato popular. Cuando el valor de un producto para un usuario depende de cuantos

otros usuarios tienen el mismo producto, los economistas dicen que ese producto exhibe externalidades de red, o efectos de red. Las tecnologías de comunicación son el ejemplo primordial: teléfonos celulares, e-mails, acceso a Internet, etc., todas exhiben externalidades de red [3].

Cuando hablamos de escoger un operador en nuestro país como empresa o como persona natural, se tiende a buscar el mejor precio por minuto, o las promociones que ofrezcan los planes con la mayor cantidad de minutos y paquetes de datos al mejor precio, pero también tomamos en cuenta a nuestros amigos y las personas con las que mayormente nos comunicamos y buscamos estar todos con el mismo operador para sacar mayor provecho de las promociones, eso hace que la externalidad de la red sea positiva para el operador dominante, en nuestro caso CONECEL y negativa para los operadores entrantes.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Para finales del 2015 seguimos teniendo un mercado altamente concentrado y poco competitivo, debido a que el operador dominante posee una externalidad mayor que incrementa su número de usuarios con el tiempo mientras que los demás operadores compiten entre ellos sin afectar al dominante, lo cual justifica analizar si los cargos de interconexión están favoreciendo o no y si es necesario nuevas regulaciones en el tema de la interconexión para permitir una competencia justa entre todos los proveedores de servicios móviles.

Al usar la Dinámica de Sistemas para analizar el impacto que tendrían las políticas de interconexión en la competencia se podría cumplir con uno de los objetivos de la LOT (**art. 3 num. 8**) que es *“establecer el marco legal para la emisión de regulación ex ante, que permita coadyuvar en el fomento, promoción y preservación de las condiciones de competencia en los mercados correspondientes en el sector de las telecomunicaciones, de manera que se propenda a la reducción de tarifas y a la mejora de la calidad en la prestación de servicios de telecomunicaciones”*.

La regulación económica de la interconexión y el acceso se describe en el **art. 71** de la LOT e indica que los cargos y precios mayoristas que se acuerden o impongan para la interconexión y el acceso deberán servir para fomentar la eficiencia y la competencia sostenible y potenciar al máximo los beneficios para los usuarios; mientras que en el **art. 72** de la LOT se habla de negociación entre los operadores para definir los convenios de interconexión y que podrán requerir la intervención de la ARCOTEL con carácter de observador en la negociación.

Sobre la competencia en los mercados existen dos capítulos completos en la LOT que describen la regulación sectorial ex ante (antes del suceso) para el fomento, promoción y preservación de la misma (**art. 26**). En el primer capítulo se indica que para el efecto la regulación será al menos en los ámbitos: económico (**art. 28**), técnico (**art. 29**) y de acceso a insumos de infraestructura (**art. 30**). En el segundo capítulo nos indica que para preservar la competencia se determinará al menos cada dos años los mercados relevantes relativos al servicios de telecomunicaciones, tanto mayoristas como minoristas y el ámbito geográfico (**art. 31**); al operador dominante se le impondrán una serie de obligaciones (**art. 32**); se considerara que existe preponderancia cuando el prestador de servicios de telecomunicaciones, tenga más del 50% de abonados, clientes, suscriptores, líneas activas, tráfico u otros, en un determinado mercado o servicio (**art. 33**); finalmente los prestadores privados que concentren mercado pagarán al Estado un porcentaje de sus ingresos totales anuales (**art. 34**).

1.3. MODELO PROPUESTO PARA LA SOLUCIÓN

Para el modelo se considerarán los siguientes sectores:

- a. Operador de telefonía móvil
- b. Ente regulador
- c. Competidores
- d. Recursos financieros
- e. Mercado
- f. Tráfico telefónico

Los mismos que se encuentra relacionados de la siguiente manera:

Los operadores móviles se encargan de establecer las tarifas de interconexión entre ellos, en caso de no existir acuerdo, el ente regulador es el encargado de fijar las tarifas de interconexión que pueden ser simétricas o asimétricas, con la finalidad de promover la competencia; en el Ecuador actualmente son fijadas por el regulador de manera asimétrica.

Los competidores son todas aquellas empresas que desean ingresar al mercado de las telecomunicaciones en un ambiente no discriminatorio y que fomente la competencia entre todos los operadores móviles; las políticas adoptadas por el ente regulador deben favorecer el ingreso de los competidores.

Los recursos financieros de los operadores móviles aumentan o disminuyen de acuerdo a muchos factores, pero principalmente al número de suscriptores y a las tarifas onnet y offnet, las regulaciones actuales deben incentivar la inversión e innovación de los servicios que prestan los operadores actuales.

El mercado se encuentra directamente incentivado con las tarifas y la calidad de servicio, mientras menor es la tarifa más atractiva resulta al usuario, esto con la finalidad de aumentar el tráfico telefónico para generar más ingresos y obtener mayores beneficios como: aumentar la cobertura, mejorar la calidad e innovar los servicios prestados. Adicionalmente, en un régimen de libre competencia, las tarifas no pueden estar por debajo de los costos de operación y rentabilidad.

La portabilidad numérica se ve estimulada por la cobertura, promociones, tarifas onnet y offnet, y las externalidades de la red que se generan en los operadores y que pueden ser mayores o menores.

El tráfico telefónico se encuentra relacionado la población que tiene acceso a los servicios de telefonía móvil, es mayor en las zonas urbanas y grandes ciudades, comparado con las zonas rurales y marginales donde los costos de despliegue suelen ser más altos y donde el tráfico telefónico es menor. De manera general se maneja un tráfico telefónico promedio.

A continuación, cada uno de estos sectores descritos con sus respectivas variables:

- a. Operador de telefonía móvil: Tarifas onnet y offnet, Cobertura, inversión en propaganda y mercadeo, inversión en nuevas celdas de servicio
- b. Ente Regulador: Políticas de interconexión, disposición de los cargos de interconexión
- c. Competidores: Tarifas onnet y offnet, Cobertura, inversión en propaganda y mercadeo, inversión en nuevas celdas de servicio
- d. Recursos financieros: utilidad, ingresos y egresos
- e. Mercado: suscriptores conectados, clientes potenciales, población, demanda actual, portabilidad numérica
- f. Tráfico telefónico: minutos usados onnet y offnet

En la Figura 1.1 observamos un mapa simplificado del modelo de interconexión y competencia, básicamente cada flecha muestra la relación de cada sector como fue descrita en los párrafos anteriores.

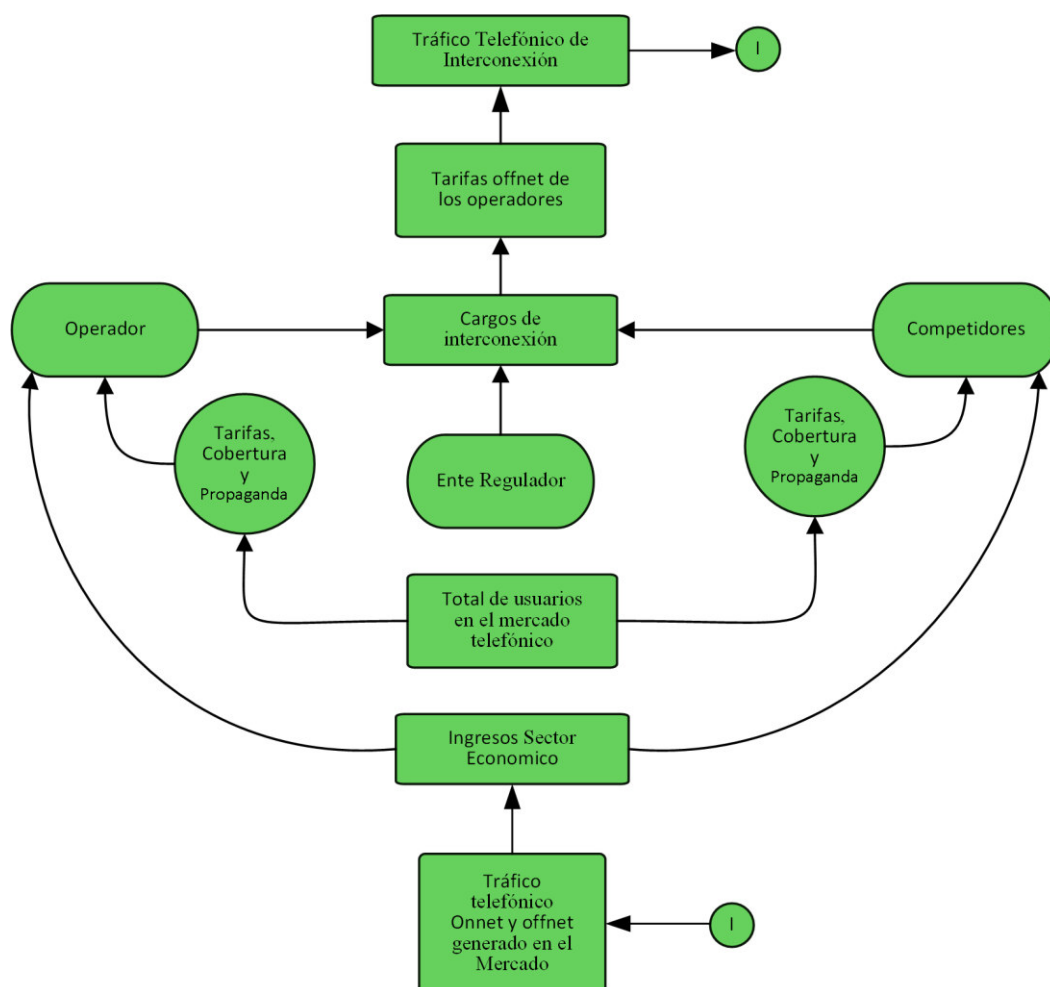


Figura 1.1: Mapa de sectores simplificado del modelo de interconexión y competencia [5]

Los operadores fijan sus tarifas onnet en función de los costos y un margen razonable de rentabilidad, sin embargo, para el caso de las tarifas offnet, se deben añadir los cargos de interconexión (I_x) lo que aumenta la tarifa final offnet, esto porque las tarifas no pueden ser menores a los costos, y a su vez se reduce la duración de las llamadas offnet, por consiguiente los usuarios procuran tener a la mayor cantidad de sus contactos dentro de la red de su operador para evitar en lo posible el uso de llamadas offnet.

$$T_{offnet} = I_x + Costos + Rentabilidad$$

Mientras mayor sea el tráfico telefónico (representando por los minutos consumidos) y mientras mayor sea la tarifa, mayores son los ingresos para los operados de redes públicas de telecomunicaciones, sin embargo, al aumentar las tarifas también podría disminuir el tráfico telefónico.

$$\text{Ingresos} = \text{tarifa} * \text{minutos consumidos}$$

Para observar la competencia también se debe considerar la portabilidad de usuarios, ya que la misma se ve afectada por los cargos de interconexión y las tarifas offnet, lo cual será explicado más adelante.

1.4. OBJETIVO GENERAL

Realizar una estructura válida computarizada de un modelo de Dinámica de Sistemas para analizar el impacto de las políticas de interconexión entre los operadores móviles presentes en el Ecuador.

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Generar el modo referencial y la hipótesis dinámica, revisando históricamente las políticas de interconexión en el Ecuador.
- Estudiar el impacto de las políticas de interconexión en la competencia en el Ecuador acorde a la presente ley.
- Analizar cómo el Estado y el Sector Privado pueden influir en las políticas de interconexión y como pueden impactar en la competencia.
- Identificar conceptos o variables promisorias.
- Establecer prioridades para investigaciones futuras.
- Sugerir afirmaciones y nuevas políticas de interconexión.
- Identificar nuevos problemas que puedan surgir en relación a la interconexión.

1.6. METODOLOGÍA

La investigación es de tipo cualitativa porque tratará de explicar cómo pueden impactar las políticas de interconexión en la competencia en el Ecuador, al final de la investigación sabremos que si está política por si solo puede mejorar significativamente la competencia, o si necesita combinarse con otras políticas para tener un mayor efecto.

La metodología de análisis es de tipo explicativa; ya que la Dinámica de Sistemas usa *diagramas de lazos causales* podremos entender mejor las causas presentes detrás de un fenómeno observado del sistema, para esto se necesita recopilar información histórica y actual del tema, identificar las variables del sistema, usar el método de Kolb para obtener el modo referencial, luego la hipótesis dinámica y finalmente un modelo computarizado con una estructura válida; en base a este modelo se pueden lograr los objetivos propuestos.

Para la recolección de información entre los años 2003 y 2015 usaremos la información proporcionada por la ARCOTEL, INEC y la *Superintendencia de Compañías*; entre los datos usaremos los ingresos, egresos, el tamaño de la población, el total de líneas activas, el número de radio-bases, el número de usuarios donados y recibidos por portabilidad (desde el año de inicio en 2009), las tarifas onnet y offnet, y por supuesto los cargos de interconexión históricos que son nuestro enfoque de estudio.

Cabe recalcar que la información de tráfico onnet, y tráfico de interconexión, es confidencial, y la ARCOTEL no presenta esos datos, por lo que esto sería una limitación del modelo a tener en cuenta para los resultados, sin embargo, usando los datos de ventas y tarifas se puede obtener un aproximado del tráfico cursado, ya que el mayor ingreso de los operadores proviene de los minutos vendidos por los usuarios; por otra parte el modelo solo considera la interconexión entre operadores móviles y no a los fijos.

Las predicciones se realizarán en los acumuladores de usuarios e ingresos, también mostraremos el índice de Herfindahl-Hirschman (**IHH**), que es una medida adimensional comúnmente aceptada para medir la concentración de

mercado, este índice se calcula elevando al cuadrado las cuotas de mercado de las empresas compitiendo en el mercado y luego sumando el resultado. Por ejemplo, para un mercado consistente de cuatro empresas con participación del 30, 30, 20 y 20 por ciento, el **IHH** es 2600 ($30^2 + 30^2 + 20^2 + 20^2 = 2600$) [6].

El software que usaremos en la simulación es el iThink 10.0.6, en este programa licenciado se generan todas las gráficas de los resultados mostrados.

Por otro lado, los resultados cuantitativos no se deben tomar como el valor futuro exacto que tendrá la variable, por ejemplo, el número de usuarios del operador dominante al año 2023, sino más bien deberá observarse la tendencia y compararse con la tendencia que tendría si no cambia la política, por este motivo los resultados son mostrados en gráficas de tendencias como veremos en el capítulo 4.

CAPÍTULO 2

2. MARCO REGULATORIO Y DINÁMICA DE SISTEMAS

2.1. ESTADO ACTUAL DE LA COMPETENCIA E INTERCONEXIÓN EN ECUADOR

Para entender el estado actual de la competencia en el Ecuador tomaremos en cuenta varios factores relacionados en el enfoque de esta tesis como son la interconexión, la portabilidad numérica, cobertura, propaganda, adopción del servicio y externalidad de la red, que puedan contribuir positiva o negativamente en la competencia sana y leal en nuestro país.

En el ámbito de la interconexión actualmente se están manejando tarifas asimétricas de interconexión, más adelante se explicarán las diferentes tarifas de interconexión existentes.

Tenemos tres operadoras móviles trabajando actualmente, cuyos nombres comerciales son Conecel (CONECEL S.A.), Otecel (OTECCEL S.A.) y CNT EP, este último perteneciente al Estado ecuatoriano y se puede observar su interacción en la Figura 2.1.

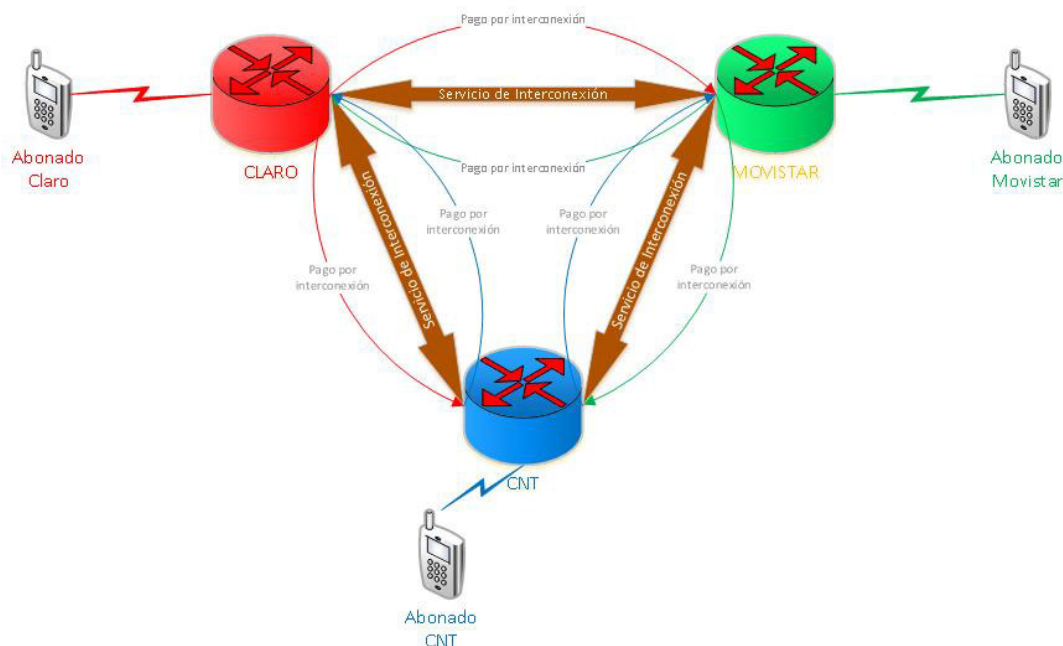


Figura 2.1: Interconexión actual de los operadores móviles en el país [5]

Los operadores móviles en nuestro país ofrecen tarifas divididas en dos grupos de abonados, los prepago y los pospago, del total de abonados el **17%** es pospago y el **83%** prepago, de estos grupos se tienen tarifas únicas y diferenciadas, las tarifas diferenciadas tienen un costo más bajo para las llamadas dentro del mismo operador (**onnet**), y un costo mayor para las llamadas a otros operadores (**offnet**), también se tienen costos diferenciados para las llamadas a números fijos, mientras que la tarifa única, mantiene el mismo valor para las llamadas onnet, offnet o a números fijos, aunque a un precio diferente.

A continuación en la Tabla 1 presentamos las tarifas prepago actuales de nuestro país en el 2015 incluyendo los impuestos, mostramos solo las prepago porque en este grupo tenemos el mayor número de abonados.

	OnNet	OffNet	Números Fijos
Concel	\$ 0.18	\$ 0.25	\$ 0.18
Otecel	\$ 0.09	\$ 0.25	\$ 0.25
CNT EP	\$ 0.09	\$ 0.25	\$ 0.13

Tabla 1: Tarifas prepago diferenciadas [4]

Resulta interesante acotar que a pesar de tener las tarifas más altas, el operador dominante es Conecel, esto es causa de muchos factores, entre ellos las externalidades de la red cuando se tiene el mayor número de usuarios de lo que se hablará más adelante.

A continuación Tabla 2 de tarifas únicas para abonados prepago en los tres operadores móviles existentes:

Tarifa única, multidestino o multicolor	
Conecel	\$ 0.20
Otecel	\$ 0.17
CNT EP	\$ 0.11

Tabla 2: Tarifas prepago únicas [4]

Estos valores son estimados ya que pueden variar de mes a mes, en resumen, se tienen tarifas de interconexión asimétricas y costos asimétricos entre las llamadas onnet y offnet.

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y LEGAL

En el **art. 66** de la LOT se indica que la interconexión y el acceso deberán realizarse de conformidad con principios de igualdad, no-discriminación, neutralidad, buena fe, transparencia, publicidad y sobre la base de costos.

Se entiende por interconexión a la conexión o unión de dos o más redes públicas de telecomunicaciones, a través de medios físicos o radioeléctricos, mediante equipos o instalaciones que proveen líneas o enlaces de telecomunicaciones para el intercambio, tránsito y terminación de tráfico entre dos prestadores de servicios de telecomunicaciones, que permiten comunicaciones entre usuarios de distintos operadores de forma continua o discreta, de acuerdo a lo escrito en el **art. 67** de la LOT.

Existen varias maneras de asumir los costos de interconexión en un país, entre las principales tenemos:

- Costos Incrementales Prospectivos
- Costos Históricos
- Retención Íntegra en Origen de las Tarifas
- Ingresos Compartidos
- Tarifas de Interconexión Basadas en Precios al Detalle

Sobre estos costos de interconexión tenemos algunas observaciones en [7] que podemos leer en la Figura 2.2.

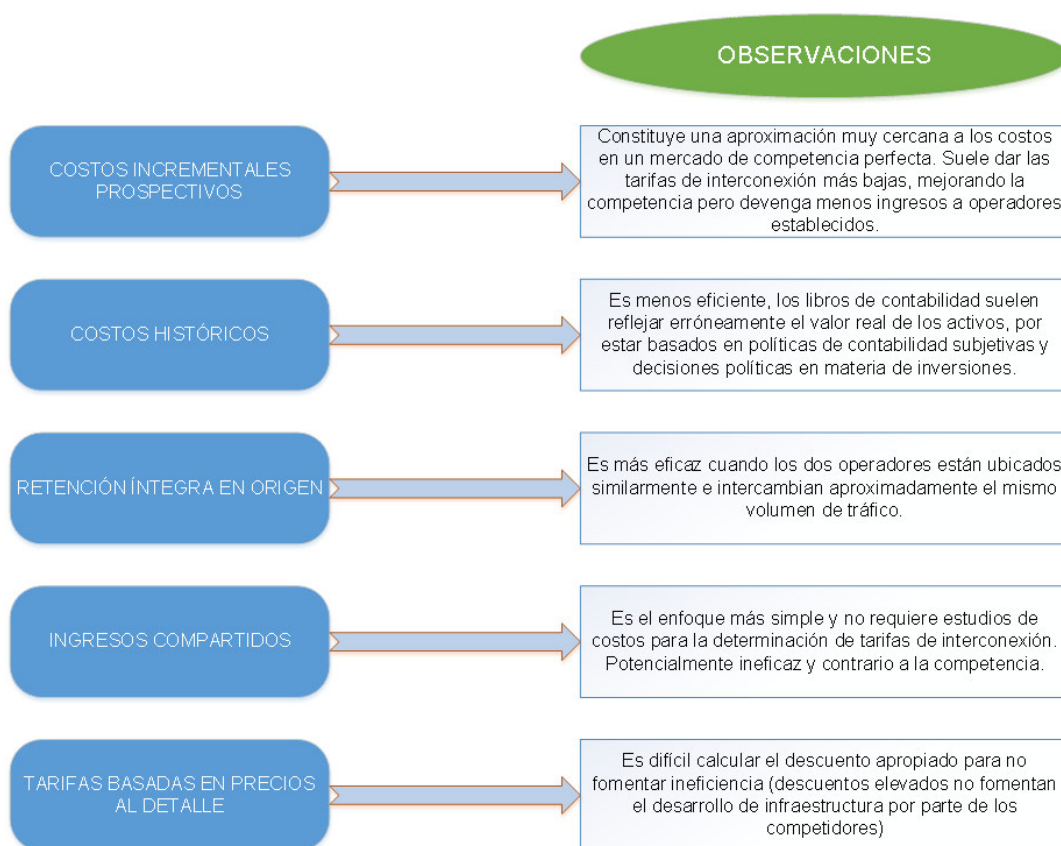


Figura 2.2: Observaciones sobre las tarifas de interconexión [7]

La definición de estos términos la observaremos más adelante en este mismo capítulo, ahora describiremos los costos de interconexión específicos, como son los costos iniciales y los enlaces de interconexión.

Costos Iniciales. - La mayoría de las redes fueron construidas para funcionar en condiciones de monopolio por lo que requieren de modificaciones a sus redes, es decir inversión para permitir la interconexión de otros operadores. En algunos países estos costos son cubiertos por el operador dominante, y puede significar una reducción de oportunidades de entrada al mercado en condiciones favorables [7].

Enlaces de Interconexión. - Incluyen líneas de transmisión o radioenlaces que portan circuitos que deben interconectarse, se incluye además conductos, torres, bocas de alcantarillas y demás infraestructura de soporte, modificaciones de instalaciones de transmisión y repartidores para incrementar la capacidad de los circuitos interconectados. Estos enlaces producen costos que suelen prorratearse entre los operadores que desean interconectarse o simplemente que cada operador que desee interconectarse cubra los costos de los enlaces hasta el punto de interconexión PDI o instale los enlaces por su cuenta siguiendo ciertos lineamientos [7].

De acuerdo a la LOT (**art. 71**) la ARCOTEL podrá establecer un valor cero (0) de interconexión, aplicando lo que indica el **artículo 32**, que describe las obligaciones que podría tener el operador dominantes de ser necesario; también dice que los cargos o precios mayoristas que se acuerden o impongan para la interconexión y acceso deberán servir para fomentar la eficiencia y la competencia sostenible y potencia al máximo los beneficios para los usuarios. [8]

Es deber constitucional del Estado central, a través de la ARCOTEL, disponer que los precios y tarifas por la prestación de servicios sea equitativos, en tal virtud en ejercicio de su potestad de control y regulación, podrá, en cualquier momento, establecer techos tarifarios o modificar los existentes. Para modificar los techos tarifarios que se encuentren en vigencia, se considerará si existen o pueden existir distorsiones a la competencia en el mercado determinado, o que el nivel de tarifas o precios demuestre inexistencia de competencia efectiva, o cuando la

calidad de los servicios no se ajuste a los niveles exigidos, tal como lo menciona el **artículo 63** de la LOT. [8]

Los mecanismos por los cuales se implementa la interconexión de redes públicas en el Ecuador priorizan la libre negociación entre las partes, si transcurridos 60 días de las negociaciones, los prestadores de servicios no han alcanzado suscribir el Acuerdo de Interconexión, la ARCOTEL, con base en los acuerdos alcanzados por los operadores durante el periodo de negociación, establecerá con el debido fundamento que estará a disposición de las partes, las condiciones legales, técnicas, económicas y comerciales a la que se sujetará la interconexión, teniendo para esto 45 días contados a partir de la solicitud de intervención [9].

En cuanto a los cargos de interconexión, en el caso de intervención de la ARCOTEL, son establecidos con base en los siguientes principios:

- En función de los gastos por el establecimiento, operación y mantenimiento de las instalaciones que permitan la interconexión física y lógica de las redes públicas de telecomunicaciones [9].
- En función de los cargos de uso que se determinarán sobre la base de costos incrementales a largo plazo orientados a costos, complementados con un margen razonable de utilidad más una cuota de costos comunes o compartidos, y con desagregación de los elementos para la interconexión señalados en el artículo 7 del Reglamento de Interconexión, de conformidad con el modelo que la ARCOTEL elabore para el efecto y haya sido aprobado por el CONATEL [9]. El costo incremental a largo plazo considerará una tasa razonable de retribución de capital asociada a los elementos de red utilizados para interconexión [10].

Entre los elementos esenciales para la interconexión que se mencionan en el artículo 7 del Reglamento de Interconexión tenemos los siguientes [9]:

- a) Puntos de origen y terminación de comunicaciones locales;
- b) Conmutación;
- c) Señalización;

- d) Transmisión entre nodos de conmutación;
- e) Los sistemas de apoyo operacional para facilitar, gestionar y mantener la interconexión;
- f) Servicios de asistencia a los abonados, tales como: emergencia, información, directorio, operadora y servicios de red inteligente;
- g) Acceso a elementos auxiliares y a elementos que sean usados por ambas partes al mismo tiempo, siempre y cuando sea técnicamente factible y económicamente viable, tales como los derechos de vía, ductos, postes, torres, energía e instalaciones físicas en general;
- h) La facturación y recaudación, así como toda aquella información necesaria para poder facturar y cobrar a los usuarios; e,
- i) Disponibilidad de espacio para coubicación de equipos.

2.3. DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS BÁSICOS

Interconexión. - Es la conexión física y lógica entre dos o más redes de telecomunicaciones. Su objetivo es facilitar que los usuarios de cualquier operador se puedan comunicar con los usuarios de los demás operadores, y dar acceso a los servicios ofrecidos por las distintas redes [11].

Acuerdo de interconexión.- Convenio que celebran dos o más prestadores de servicios de telecomunicaciones a través de redes públicas de telecomunicaciones, con el objeto que los usuarios de cada uno de ellos tengan acceso a los servicios y usuarios del otro. [9]

Costo incremental a largo plazo. - Aumento de los costos directos a largo plazo atribuible a la inversión y operación de un servicio o elemento de red, causado por el incremento en la producción del servicio o instalación adicional del elemento de red, producto de la interconexión. Para la determinación de dichos costos se considerarán: los costos de operación y mantenimiento correspondiente a los elementos de red utilizados para la interconexión; una tasa razonable de retribución de capital, asociada a los elementos de red utilizados para la interconexión; y, los costos comunes causados por la interconexión. [9]

Coubicación.- Uso de los espacios físicos que posea o controle un operador que preste servicios de telecomunicaciones a través de una red pública, para la colocación de los equipos y medios de transmisión necesarios para la interconexión por parte de otro operador con quien ha celebrado un acuerdo de interconexión. [9]

Desagregación.- Separación de funciones o recursos en elementos individuales, cuyo costo puede determinarse en forma independiente. [9]

Desconexión.- Interrupción temporal, física o lógica, total o parcial, del funcionamiento de equipos o medios de transmisión necesarios para la interconexión. [9]

Enlace.- Conjunto de elementos de telecomunicaciones necesarios para establecer una o más vías de transmisión entre los sistemas de cada prestador de servicios. [9]

Instalación esencial.- Es toda parte de una red o servicio de telecomunicaciones que (i) sea suministrada exclusivamente o de manera predominante por un solo proveedor o por un número limitado de proveedores; y, (ii) cuya sustitución con miras al suministro de un servicio no sea factible en lo económico o en lo técnico. [9]

Elementos para la interconexión. - Son recursos considerados individualmente, utilizados para la prestación de un servicio de telecomunicaciones para fines de interconexión. Este término incluye, entre otros, la función y la capacidad de acceso local a abonados, conmutación, bases de datos, sistemas de transmisión y de señalización, así como la información necesaria para la facturación, cobranza y enrutamiento. [9]

Proveedor, operador o prestador de servicios.- Para efectos del presente reglamento, es la persona natural o jurídica autorizada por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) para la prestación de servicios de telecomunicaciones. [9]

Prestador solicitado.- Prestador al que se le solicita la interconexión. [9]

Prestador solicitante.- Prestador que solicita la interconexión. [9]

Punto de interconexión.- Lugar específico de la red pública de telecomunicaciones donde se establece la interconexión. [9]

Prepago. - Cuando el abonado paga por el servicio antes de usarlo, mediante la modalidad de recargas, estas no tienen fecha de caducidad.

Pospago. - Cuando el abonado paga por el servicio después de usarlo, mediante esta modalidad se firma un convenio mensual de pagos por una cantidad de minutos establecida.

Costos Incrementales Prospectivos (Costos Futuros).- Las tarifas de interconexión se basan en costos prospectivos de las instalaciones y servicios provistos al operador que se interconecta (generalmente se calculan a largo plazo: costos incrementales, LRIC: Costos Incrementales a Largo Plazo) [7].

Costos Históricos. - Las tarifas de interconexión se basan en los libros de contabilidad del operador que provee las instalaciones o los servicios de interconexión. Generalmente está compuesto por una asignación de los costos directos y una distribución de los costos comunes asentados en los libros de contabilidad [7].

Retención Íntegra en Origen de las Tarifas (Sender Keeps All ó BILL and KEEP). - No hay tarifas para los operadores interconectados que terminan el tráfico de cada uno. Normalmente, cada operador paga por sus propias instalaciones hasta el punto de interconexión, así como las tarifas por cualesquiera gastos inhabituales en que hayan incurrido otros operadores para dar cabida a su tráfico [7].

Ingresos Compartidos. - Los nuevos participantes suelen pagar al operador establecido una parte de sus ingresos provenientes de los servicios interconectados o de todos los servicios. En algunos acuerdos de ingresos compartidos interconectados no se exige el pago de tarifas por la terminación del

tráfico del otro operador. En ocasiones se acuerdan tarifas adicionales para tener en cuenta los costos de interconexión directos [7].

Tarifas de Interconexión Basadas en Precios al Detalle. - Las tarifas de interconexión se basan en los precios fijados para los usuarios finales. Algunas veces se aplica un descuento en las tarifas entre operadores, el cual puede estimarse basándose en los costos que no tuvo que cubrir el operador que suministra la interconexión [7].

2.4. DINÁMICA DE SISTEMAS

La Dinámica de Sistemas es una herramienta útil que nos da un fundamento científico para argüir sobre las decisiones que se toman día a día, ya sea en casa, en una empresa, en un estado o a nivel mundial, mediante un modelo que nace del análisis socioeconómico e histórico de la situación en la que nos encontramos.

2.4.1. Definición básica

La Dinámica de Sistemas es un enfoque asistido por ordenador para el análisis y diseño de políticas. Se aplica a los problemas dinámicos que surgen en sistemas sociales, de gestión, económicos, o ecológicos; literalmente cualquier sistema dinámico caracterizado por la interdependencia, la interacción mutua, la retroalimentación de la información, y la causalidad circular [12].

El campo se desarrolló inicialmente del trabajo de Jay W. Forrester. Su libro "Industrial Dynamics" (1961) sigue siendo una importante declaración de filosofía y metodología en el campo. Dentro de los 10 años de su publicación, el lapso de aplicaciones creció de problemas empresariales e industriales para incluir la gestión de la investigación y el desarrollo, el estancamiento y la decadencia urbana, los ciclos de los productos básicos, y la dinámica de crecimiento en un mundo finito [12].

2.4.2. Aplicaciones

La Dinámica de Sistemas tiene un amplio rango de aplicaciones en los siguientes campos:

- Economía
- Políticas públicas
- Estudios ambientales
- Defensa
- Construcción de teorías en ciencias sociales
- Administración

Nuestro campo de interés sería en las políticas públicas.

2.4.3. Importancia en el análisis de políticas

Para entender la importancia primero debemos entender que es una política, y como se diferencia una política comercial de una política pública.

Una política es una regla para tomar una decisión [13].

Las reglas para una política de toma de decisiones pueden ser ilustradas con los elementos clave para controlar la estrategia:

- Un valor objetivo para una medida en el sistema
- El valor actual de dicho valor
- Una regla para escoger un valor para el elemento decidido, usando la información del valor objetivo y actual de la medida
- El valor actual escogido para la decisión
- Varias consecuencias causadas por la decisión para otros elementos en el sistema

La relación entre estos elementos es mostrada en la Figura 2.3. Por ejemplo, el valor actual de los cargos de interconexión se obtuvo en función de una política de interconexión, este valor tuvo un impacto en otros elementos del sistema, si el

impacto no fue el esperado se debe escoger un nuevo valor objetivo para los cargos de interconexión en función de las reglas establecidas para un próximo periodo, luego se vuelve a revisar el impacto que tuvo este nuevo valor en el sistema y se realizan los ajustes correspondientes de ser necesario.

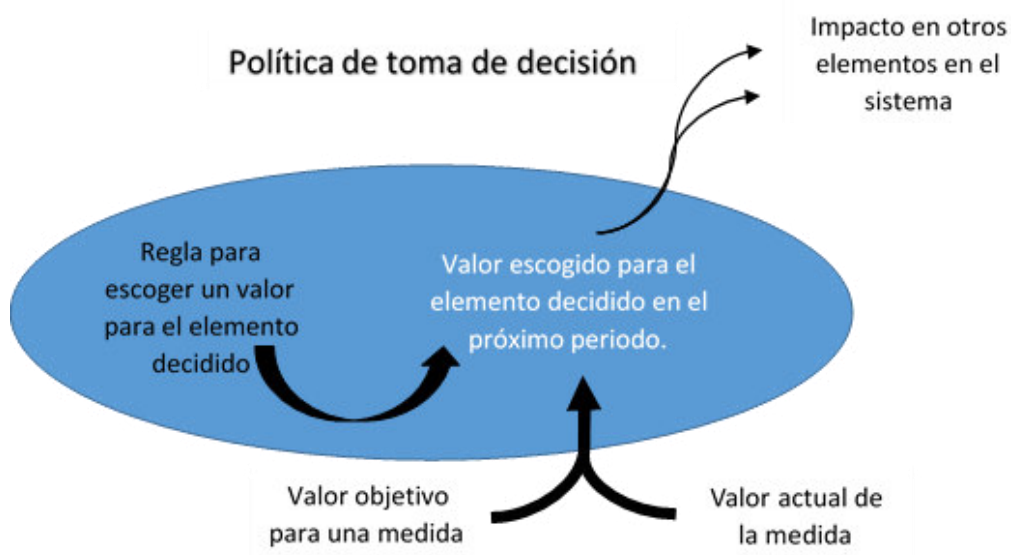


Figura 2.3: Estructura genérica para una política de toma de decisión para algún elemento [13]

Para el caso comercial los inversionistas aprecian el *valor actual* de flujos de efectivo futuros antes de llevar a cabo un proyecto, este sería el elemento decidido, mientras más lejos en el futuro estos flujos de efectivo surjan, menos valorables son los proyectos [13].

Las estrategias tomadas para mejorar estos flujos de efectivo en un proyecto o empresa necesitan inevitablemente una revisión constante, aunque se suele repetir las decisiones tomadas en el pasado. De hecho, contrario a la cultura popular, organizaciones con un fuerte desempeño no se andan reinventando continuamente; más bien persiguen opciones estratégicas generales que han sido probadas y que funcionan, con extensiones incrementales y ajustes que son relativamente modestos a la escala de sus operaciones generales [13].

Las decisiones pueden basarse en las salidas de las ganancias obtenidas al final de un periodo, o también pueden basarse en los efectos directos de estas acciones, esto último debido a que los flujos de los recursos determinan mejoras en el desempeño, y dado que también no es posible obtener una relación confiable directa entre un elemento causal y una salida dependiente cuando existen uno o más factores que se acumulan entre los dos [13].

Las políticas públicas o no comerciales son aquellas en que la reglas para tomar una decisión se enfocan en otros aspectos diferentes al financiero para tratar problemas de carácter social o de desarrollo.

Cuando enfocamos la Dinámica de Sistemas al estudio de las políticas de interconexión, nos basamos en mejorar la competencia entre las operadoras, una manera de medir esta mejora es cuando cada operador tiene aproximadamente la misma participación en el mercado, es decir, cuando no hay externalidades, acercándonos al concepto de mercado perfecto; gracias a Jay Forrester tenemos una gran herramienta para estimar los resultados de las decisiones tomadas hoy en día, de ahí radica su importancia en el estudio de políticas públicas.

Aunque el concepto de mercado perfecto pueda llegar a ser erróneo, nuestras decisiones pueden cambiarse y basarse en otros aspectos sociales, como incrementar el número de llamadas entre distintos operadores sin diferencia de costos. Todo esto lo permite la Dinámica de Sistemas, así que podemos estar seguros de tener una herramienta que se adapta a cada decisión que podemos tomar.

2.5. MODO REFERENCIAL

Representa un patrón de cambio y es el primer paso para desarrollar un modelo de Dinámica de Sistemas, se trata de una referencia visual usando datos históricos del problema a investigar. La idea es construir modelos simples (que se interrelacionen) de sistemas complejos [14].

A continuación mostramos el patrón de cambio de la cuota de Mercado de las operadoras móviles del Ecuador (Figura 2.4) desde el año 2003 hasta el año 2015, siendo Conecel el operador con la mayor cuota de mercado, seguido de Otecel y finalmente CNT EP con la cuota más baja de mercado.

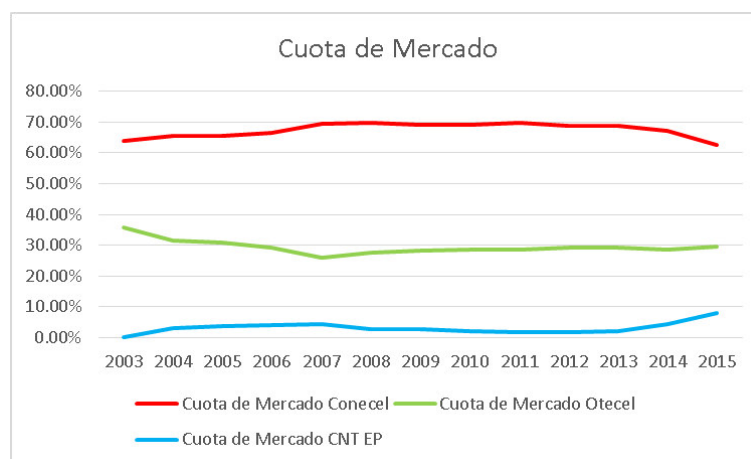


Figura 2.4: Cuota de Mercado [4]

El **IHH** (Figura 2.5) que fue explicado en la metodología y cuyo valor sobrepasa los 4800 puntos representa un mercado altamente concentrado [6]; el principal problema a resolver es si las políticas actuales de interconexión ayudan a que exista una concentración de mercado del operador dominante.

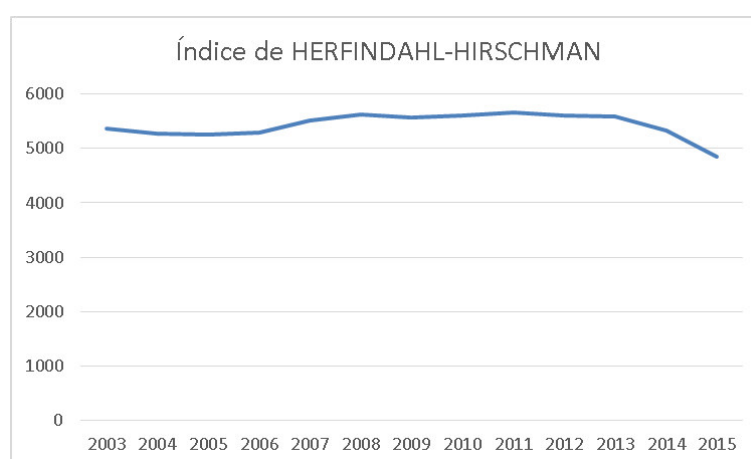


Figura 2.5: Índice de Herfindahl-Hirschman [6]

$$\text{Cuota de Mercado "Operador 1"} = \frac{\text{Usuarios "Operador 1"}}{\text{Total de usuarios}}$$

En la Dinámica de Sistemas, un problema es definido como una tendencia de comportamiento interno encontrado en un sistema. Puede representar un conjunto de patrones, una serie de tendencias, o un conjunto de condiciones existentes que parecen ser resistentes a la intervención de políticas. En otras palabras, una condición final por sí misma no se considera como la definición adecuada de un problema. Por otro lado, el problema es representado por los patrones complejos de cambio implícitos en las series de tiempo precedentes a esta condición final [14].

En la Figura 2.6 observamos la evolución histórica de los cargos de interconexión (medidos en dolares) impuestos por el ente regulador luego de que las operadoras no pudieran llegar a un acuerdo en el año 2003, los primeros cargos eran de 23 centavos de dólar por interconexión y simétricos hasta el año 2005, en el año 2006 bajaron y hasta el año 2008 estos cargos eran bastante similares, luego en el año 2009 se reducen los cargos para OTECEL y CNT EP manteniendo su asimetría hasta la actualidad.

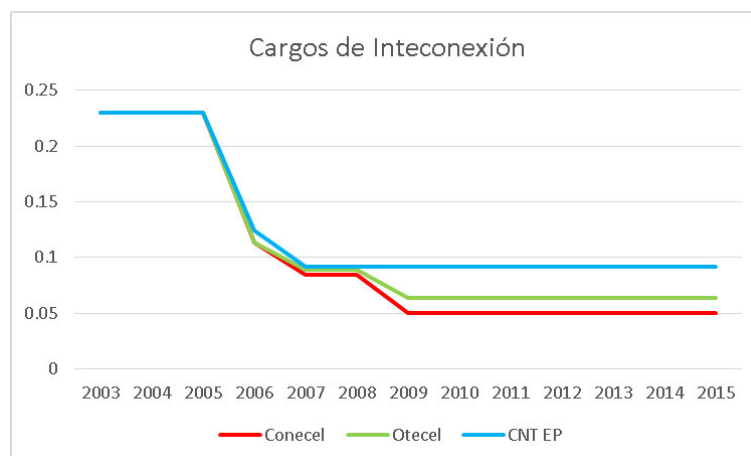


Figura 2.6: Cargos de Interconexión [4]

A pesar de que los cargos de interconexión no han cambiado desde el año 2009, en la Figura 2.7 podemos notar que las tarifas de Claro offnet aumentan en el año 2011 y no disminuyen hasta la actualidad, esto genera un impacto en la tasa de portabilidad que será descrito más adelante.

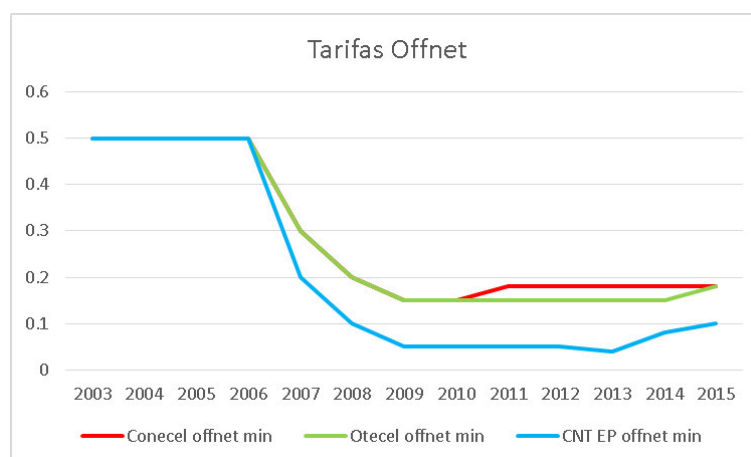


Figura 2.7: Tarifa Offnet [4]

El modo referencial es un concepto abstracto, aun cuando es tratado como un patrón histórico, es usualmente representado como una serie de tiempo compleja, que puede ser una manera engañosa para iniciar un ejercicio de

modelación. Una serie de tiempo compleja puede usualmente llevar a un modelo complejo que puede rastrear una historia y un proyecto a futuro, pero que podrá no crear ningún conocimiento sobre la dinámica del sistema bajo estudio, ya que su comportamiento puede no ser entendido. Resumiendo, es un concepto abstracto que debe arribar a través de un cuidadoso análisis de la información histórica y el futuro que se puede inferir de él. Mientras la evidencia histórica puede consistir de series de datos en el tiempo o anécdotas, el modo referencial es un patrón de comportamiento conceptualizado de aquella evidencia, y las dos pueden tener diferentes características como observamos en la Tabla 3 [14].

Evidencia Histórica	Modo Referencial
Cuantitativa	Cualitativa
Descriptiva	Intuitiva
Compleja	Organizada
Eventos	Patrones
Pasado	Pasado y futuro inferido
Series de tiempo aisladas	Estructura integrada
Ruido	Libre de ruido
Instantáneas	Tendencias
Comportamiento del sistema	Comportamiento del problema

Tabla 3: Características de la evidencia histórica y modo referencial [14]

Al principio, mientras que tanto el comportamiento histórico y el modo referencial se pueden expresar ya sea en términos cuantitativos o descriptivos, un modo referencial es esencialmente un concepto cualitativo e intuitivo ya que representa un patrón en lugar de una descripción precisa de una serie de eventos. Un modo referencial también subsume la historia pasada, la experiencia extendida y un futuro inferido de proyectar las interrelacionadas tendencias pasadas. Se puede ver con el ojo de la mente como una estructura integrada, a pesar de que solo se

puede representar en el papel tendencias aisladas. Un modo referencial tampoco contendrá ruido aleatorio normalmente encontrado en las tendencias históricas, ya que representara el comportamiento de un problema en lugar del comportamiento del sistema [14].

En la Figura 2.8 podemos ver qué el “Churn Rate” o tasa de suscriptores donados en porcentaje es más baja para el operador dominante, que es el operador con la externalidad de la red más grande también al tener la mayor cuota de mercado; una tarifa offnet alta ayuda al operador dominante a mantenerse ganando suscriptores a nivel porcentual como vemos en la Figura 2.9.

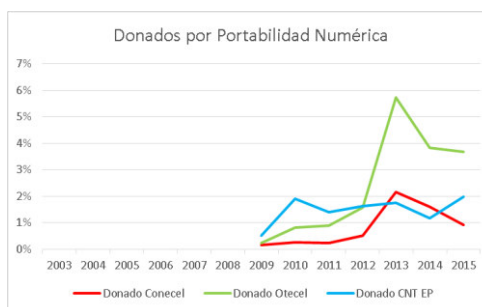


Figura 2.8: Porcentaje de Suscriptores Donados [4]

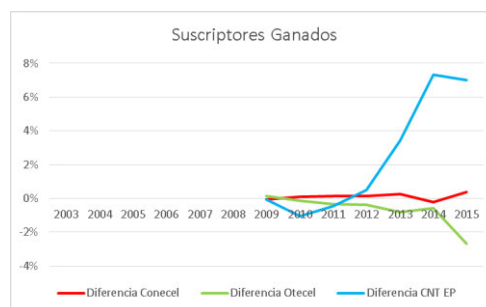


Figura 2.9: Porcentaje de Suscriptores Ganados [4]

2.5.1. Método de Kolb

El método científico de Kolb posee cuatro facultadas básicas – observando, pensando, haciendo y sintiendo que manejan el ciclo de aprendizaje basado en experiencias. Para que el proceso de aprendizaje sea efectivo, se debe realizar una cuidadosa observación de los hechos, que nos lleve a identificar patrones organizados. Estos patrones, luego, deben manejar el pensamiento, el cual debe generar una experiencia concreta de la realidad. Las implicaciones de las experiencias concretas deben ser probadas a través de la experimentación conducida mentalmente o con aparatos físicos y matemáticos. Finalmente, esta experimentación debe ser traducida a conceptos abstractos y generalizaciones a través de un proceso cognoscitivo impulsado desde el principio por el sentimiento,

lo que haría, a su vez, crear un marco mejorado para la observación cuidadosa invocando así otro ciclo de aprendizaje [14].

En la Figura 2.10 se encuentra ilustrado el modelo de Kolb de aprendizaje experiencial a través de cuatro facultades básicas – observando, pensando, haciendo y sintiendo conforman el ciclo. Para que el proceso de aprendizaje sea efectivo, se deben observar cuidadosamente los hechos para identificar patrones organizados. Estos patrones deben ser manejados con el pensamiento, los cuales deberán generar una experiencia concreta de realidad. Las implicaciones de la experiencia concreta deben ser probadas a través de la experimentación conducida mentalmente o con herramientas físicas o matemáticas. Finalmente, esta experimentación debe ser trasladada a conceptos abstractos y generalizaciones a través de un proceso cognitivo impulsado por el principio de la sensación, lo que, a su vez, crea un marco mejorado para una observación más cuidadosa invocando otro ciclo de aprendizaje. [14]

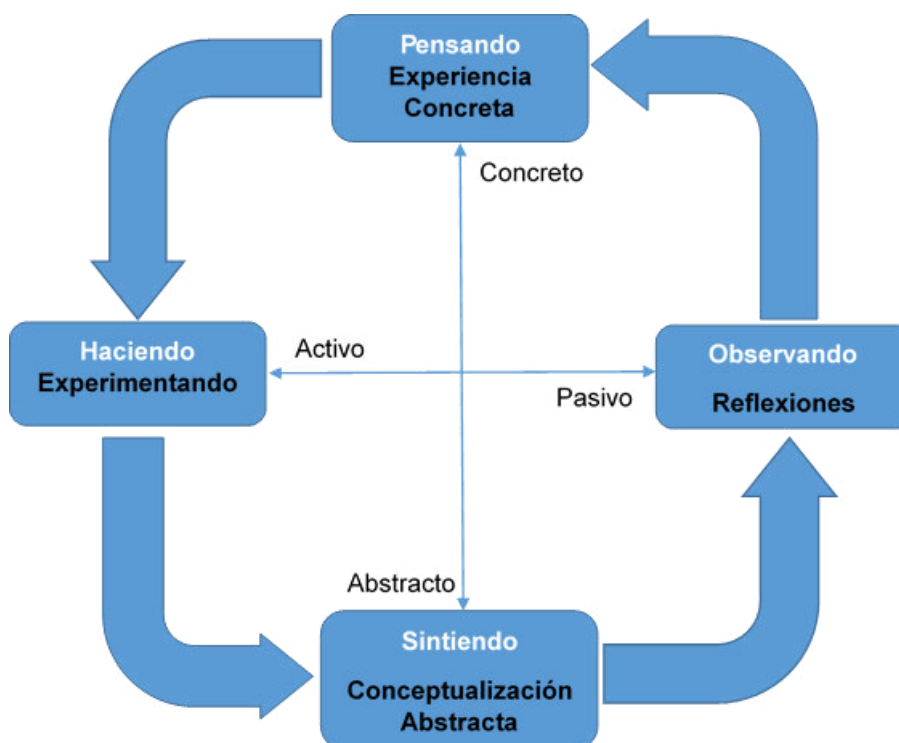


Figura 2.10: Modelo de aprendizaje experiencial de Kolb [14]

Las facultades de aprendizaje, acorde al modelo de Kolb, residen en dos funciones básicas humanas, físicas y cognitivas; cada una integrada a lo largo de dos dimensiones primarias. La primera dimensión, concerniente a las funciones físicas es pasivo – activo. La segunda, concerniente a las funciones cognitivas es concreto – abstracto. Por lo tanto, la observación es una función física pasiva, el pensamiento es una función concreta cognitiva, la experimentación una función física activa y el sintiendo una función cognitiva abstracta. Dado que la construcción mental de la realidad y su interpretación debe filtrar la información no deseada, cada facultad debe guiarse por ciertos principios de organización para afectar el aprendizaje. Adicionalmente, el alumno debe cambiar constantemente entre los dominios físicos y cognitivos para crear oportunidades para refutar las anomalías que surjan entre los dos y por lo tanto reconciliar las imágenes mentales con la realidad física [14].

La Figura 2.11 interpreta el modelo de aprendizaje de Kolb en el contexto de construir un modo referencial. Uno debe comenzar examinando cuidadosamente la información histórica, tanto cuantitativa como cualitativa, en el dominio físico pasivo para discernir los patrones que esta incorpora. Este proceso es seguido por la identificación del sistema en el dominio concreto cognitivo, el cual regresa los límites del sistema en términos de las variables que deben ser consideradas para describir los patrones discernidos. Estas variables pueden ser o no las mismas encontradas en la información histórica. Algunas de estas variables pueden ser agregadas mientras que otras pueden ser sustituidas por conceptos más abstractos, dependiendo en el enfoque del problema, el horizonte de tiempo de interés y la política de espacio considerada. El horizonte de tiempo del modo referencial depende del propósito del modelo, pero será invariablemente más largo que la información histórica en la que fue basada ya que incluiría también información sobre el futuro inferido [14].

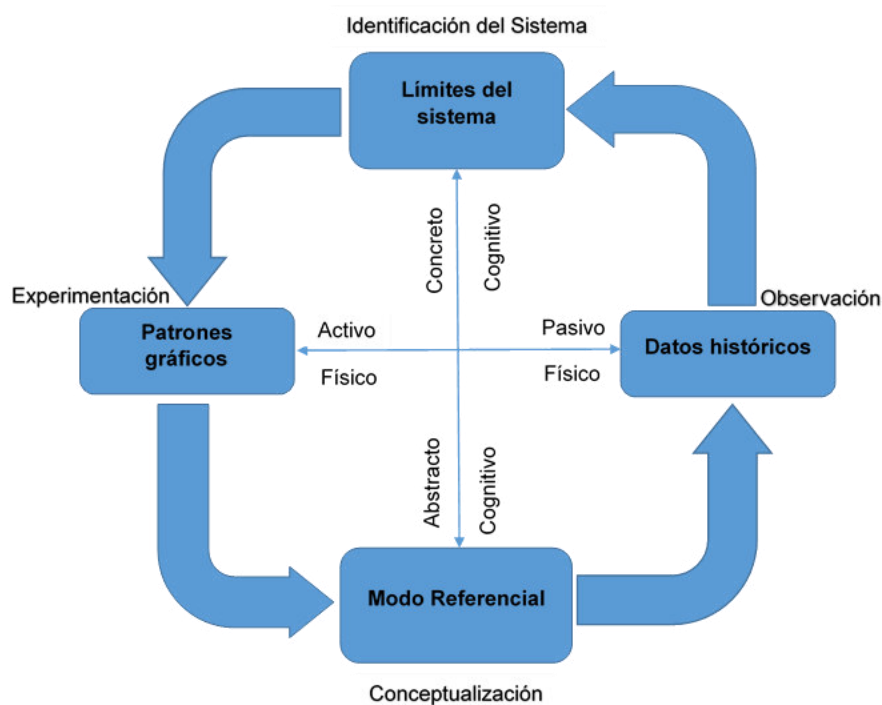


Figura 2.11: El proceso de aprendizaje para la construcción del modo referencial [14]

A continuación, un proceso de experimentación llevado en el dominio físico activo llama para dibujar las tendencias y extrapolarlas inteligentemente en el futuro con la base del conocimiento acerca del sistema. Finalmente, las tendencias dibujadas deben ser conceptualizadas como una estructura multidimensional, un concepto abstracto que representa el modo referencial, y que puede ser relacionado con la información en el dominio de la microestructura para formular una hipótesis dinámica [14].

El modo referencial hace uso de los datos históricos presentes en la página web de la ARCOTEL, así mismo se usan los datos de los ingresos y egresos encontrados en el portal web de la Superintendencia de Compañías, son 11 años de información recolectada desde el 2003 al 2014, que nos muestra el desarrollo de la telefonía móvil en el Ecuador en función del total de usuarios, el flujo de caja de los operadores, el número de radio bases implementadas, la variación de las

tarifas móviles onnet y offnet, los cargos de interconexión, y por último la portabilidad implementada en el año 2009.

2.5.2. Hipótesis dinámica

La hipótesis dinámica es una explicación intuitiva perteneciente a las relaciones causales que son un producto de ideas que el modelador tiene luego de observar el comportamiento de un sistema. Es dinámica en el siguiente sentido [15]:

1. Hay una equivalencia causal entre la estructura y el comportamiento.
2. El comportamiento del sistema es una función del tiempo.

En esta tesis observamos el comportamiento porcentual de los suscriptores donados y recibidos desde el momento que inicio la portabilidad en el 2009, y tratamos de explicar ese comportamiento en función de una estructura causal.

La optimización en Dinámica de Sistemas (DS) requiere un proceso de **realimentación computarizada** en la construcción del modelo. No hay limitaciones técnicas que impiden partir de un conjunto de relaciones causales. Cuando la hipótesis dinámica adecuada es un subconjunto de este conjunto, la computadora puede ser capaz de deducir la hipótesis a partir de una materia prima causal usando el valor de una función objetivo [15].

Ahora tenemos una hipótesis “dinámica” la cual es dinámica en el sentido que la hipótesis por si misma podrá cambiar continuamente durante el proceso de optimización. Esta hipótesis “dinámica” podría, por lo tanto, también ser llamada “hipótesis transitoria” [15].

La hipótesis dinámica está basada en el enfoque de la síntesis del sistema, pero asume además, que una selección del problema debe ser resuelta: ¿Cómo escoger el subconjunto adecuado de relaciones causales a partir del conjunto disponible? .Por lo tanto no tenemos un producto final, pero si materia prima que debe ser combinada de alguna manera [15].

En conclusión, es una declaración que puede ser probada verdadera o falsa, después de un exhaustivo estudio basado en la investigación. En la Dinámica de Sistemas (DS), una hipótesis dinámica puede ser propuesta en la forma de una declaración, un diagrama de lazo causal, o un diagrama de flujos y acumuladores. Básicamente formula el modelo para dirigir la simulación al decidir las variables de estudio. Refinamiento y revisión puede ser hecha en esta hipótesis dinámica, como y cuando sea requerido, ya que ningún modelo puede ser perfecto en todos los aspectos [16].

Volviendo al tema de la competencia encontramos que en promedio ninguna operadora móvil es percibida significativamente mejor que otras. No es sorpresa también que las tarifas onnet y offnet fueron variables explicativas importantes que influyeron negativamente en la probabilidad de elegir una alternativa teniendo la tarifa onnet un efecto mayor. Esto provee otra evidencia de que las telecomunicaciones móviles es una industria con externalidades de red muy significativas. [17]

La externalidad de la red juega un rol importante en la valoración del servicio que disuade la portabilidad. Después de la introducción de la portabilidad numérica, los operadores empezaron a ofrecer descuentos onnet para utilizar la externalidad de la red como una nueva manera de proteger sus cuotas de mercado. [17]

En la Figura 2.12 observamos la evolución histórica de las tarifas onnet mínimas para los tres operadores, en el año 2009 al iniciar la portabilidad la tarifa onnet mínima de Conecel bajo al mismo valor de CNT EP, las tarifas se mantuvieron sin cambiar hasta el año 2012, en el año 2015 las tarifas mínimas de Otecel y CNT EP subieron en comparación a la de Conecel que se mantuvo igual.

En la Figura 2.13 observamos tanto la tarifa onnet como la tarifa offnet de Conecel y notamos que luego de iniciada la portabilidad numérica en el año 2011 sube su tarifa offnet por encima de la tarifa offnet de sus competidores, que añadiendo a lo anteriormente escrito, demuestra una estrategia para mantener sus usuarios de portarse en función de tener la tarifa onnet más baja posible y la tarifa offnet más alta posible.

En la Figura 2.14 vemos que no hay mayores cambios en las tarifas de Otecel desde que inicia la portabilidad hasta el año 2015 en donde iguala las tarifas mínimas onnet y offnet a un valor más alto del que tenía, esto último se repite en la Figura 2.15 con CNT EP que mantuvo sus tarifas mínimas onnet y offnet iguales y bajas desde que inicio la portabilidad, y que solo las sube en el año 2015 como Otecel.

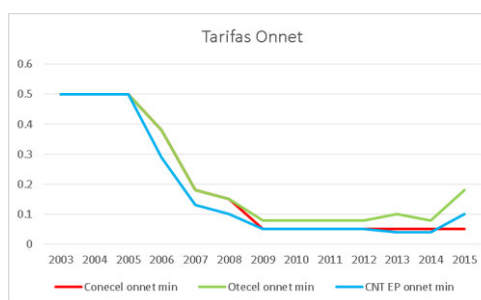


Figura 2.12: Tarifas Onnet [4]

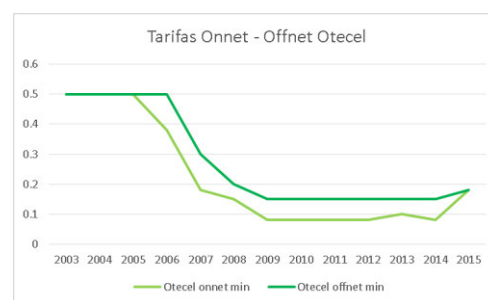


Figura 2.14: Tarifas Otecel [4]

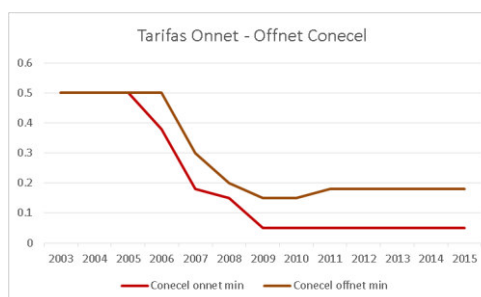


Figura 2.13: Tarifas Conecel [4]

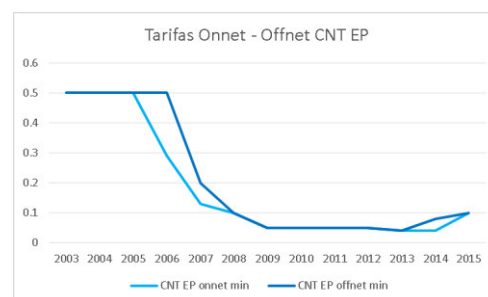


Figura 2.15: Tarifas CNT EP [4]

Los operadores pequeños declaran que las altas tarifas offnet de sus competidores son anticompetitivas. La red pequeña incurre un déficit de acceso si los precios de acceso recíprocos están sobre los costos. [1]

El modelo dinámico que mostraré a continuación fue creado tomando en cuenta lo mencionado y pasó por varias revisiones antes de quedar como lo tenemos actualmente. Para explicar el modelo y resumir el análisis usaremos solo dos operadores de telefonía móvil pero en el modelo final estarán los tres.

El “Total de usuarios” corresponde a la suma de los usuarios de los dos únicos operadores del mercado en este ejemplo, excluyendo a todas aquellas personas que no se hayan suscrito a un servicio de red móvil.

$$\text{Total de usuarios} = \text{Usuarios 1} + \text{Usuarios 2}$$

Los porcentajes de usuarios “% Usuarios 1” y “% Usuarios 2” representan las cuotas de mercado de cada operador.

$$\% \text{ Usuarios 1} = \frac{\text{Usuarios 1}}{\text{Total de usuarios}}$$

$$\% \text{ Usuarios 2} = \frac{\text{Usuarios 2}}{\text{Total de usuarios}}$$

La tarifa onnet es la que paga un usuario por realizar llamadas dentro de su mismo operador, mientras que la tarifa offnet es la que paga un usuario por realizar llamadas a otro operador, estas últimas pagan cargos de interconexión. Se podría definir la tarifa offnet mínima como vemos en la siguiente ecuación.

$$\text{Tarifa offnet mínima} = \text{Tarifa onnet mínima} + \text{cargos de interconexión}$$

Sin embargo, los operadores pueden agregar un margen mayor de ganancia a las tarifas offnet y definirla de la siguiente manera.

$$\text{Tarifa offnet} = \text{Tarifa onnet} + \text{cargos de interconexión} + \text{ganancia}$$

En este punto es cuando las tarifas offnet son mayores a las tarifas onnet y generan lo que el Grupo de Reguladores Europeos (GRE) conoce como “externalidades de red de tarifas mediáticas” para los usuarios de la red dominante y por lo tanto ponen en desventaja a las redes pequeñas con pocos participantes. [18]

Las tarifas ponderadas de cada operador representan los gastos promedios para el usuario, consideran el porcentaje de llamadas onnet y offnet para cada usuario tomando en cuenta las cuotas de mercado. En otras palabras, un operador dominante va a tener más llamadas onnet dentro de su red por el simple hecho de tener más usuarios, mientras que para un competidor minoritario el mayor número de llamadas serán offnet hacía el operador dominante.

$$\text{Tarifa Onnet ponderada 1} = \text{Tarifa Onnet 1} * \% \text{ Usuarios 1}$$

$$\text{Tarifa Offnet ponderada 1} = \text{Tarifa Offnet 1} * \% \text{ Usuarios 2}$$

$$\text{Tarifa Promedio 1} = \text{Tarifa Onnet ponderada 1} + \text{Tarifa Offnet ponderada 1}$$

Las diferencias en las cuotas de mercado causan que las tarifas promedio de los operadores dominantes sean más atractivas al tener un mayor número de usuarios y por tanto aumentan la “externalidad de su red”. Una mayor externalidad de la red aumenta la tasa de adopción de usuarios.

$$\text{Tarifa Onnet ponderada 2} = \text{Tarifa Onnet 2} * \% \text{ Usuarios 2}$$

$$\text{Tarifa Offnet ponderada 2} = \text{Tarifa Offnet 2} * \% \text{ Usuarios 1}$$

$$\text{Tarifa Promedio 2} = \text{Tarifa Onnet ponderada 2} + \text{Tarifa Offnet ponderada 2}$$

Por otro lado, en un reporte sobre el mismo tema para la Comisión Europea (CE), se indica que si los usuarios valoran *recibir* llamadas entonces las tarifas offnet altas privan a los usuarios del competidor de los “beneficios de recibir llamadas” y por tanto hacen la suscripción de las redes pequeñas menos atractiva. [18] De lo preliminar podemos concluir que el “churn rate” o tasa de abandono del operador dominante disminuye al aumentar su tarifa offnet.

Para entender las formulas realizaremos un ejemplo con tarifas onnet y tarifas offnet iguales para un operador dominante y otro más pequeño. El beneficio se calcula multiplicando el total de llamadas realizadas por la tarifa correspondiente.

Caso 1

	Operador 1	Operador 2	Total
Número de usuarios	100	50	
Llamadas por usuario	1	1	150

Tarifas (centavos)

Llamadas a operador 1	0.05	0.05
Llamadas a operador 2	0.12	0.12
Cargos de terminación	0.09	0.07

Cuota de Mercado

% Usuarios	66.7%	33.3%
------------	-------	-------

Llamadas hechas

Hasta operador 1	66.7	33.3
Hasta operador 2	33.3	16.7
Total	100	50

Tarifas ponderadas

Tarifa onnet ponderada	0.03	0.02
Tarifa offnet ponderada	0.04	0.08
Tarifa total promedio	0.07	0.10

**Beneficios
(tarifa*llamadas)**

Llamadas a operador 1	3.34	4.00
Llamadas a operador 2	4.00	0.84
Total	7.33	4.83

En el primer caso observamos cargos de interconexión asimétricos, es decir el operador dominante paga más por las llamadas de móvil a móvil que terminan en el operador más pequeño, aun así, para el usuarios las tarifas son las mismas y se mantiene el balance de llamadas onnet y offnet de los operadores en función de sus cuotas de mercado, como es de suponer el operador dominante tiene mayores ganancias, y más aún tiene una tarifa promedio más atractiva lo que aumenta la externalidad de su red.

En el segundo caso se mantienen los cargos de interconexión asimétricos, pero aumentamos la tarifa offnet del operador dominante.

Caso 2

	Operador 1	Operador 2	Total
Número de usuarios	100	50	
Llamadas por usuario	1	1	150

Tarifas (centavos)

Llamadas a operador 1	0.05	0.05
Llamadas a operador 2	0.15	0.12
Cargos de terminación	0.09	0.07

Cuota de Mercado

% Usuarios	66.7%	33.3%
------------	-------	-------

Llamadas hechas

Hasta operador 1	66.7	33.3
Hasta operador 2	31.2	16.7
Total	97.9	50

Tarifas ponderadas

Tarifa onnet ponderada	0.03	0.02
Tarifa offnet ponderada	0.05	0.08
Tarifa total promedio	0.08	0.10

Beneficios

Llamadas a operador 1	3.34	4.00
Llamadas a operador 2	4.68	0.84
Total	8.02	4.83

Podemos ver que a pesar de aumentar la tarifa offnet, la tarifa promedio sigue siendo atractiva para los usuarios del operador dominante, también vemos que la cantidad total de llamadas offnet disminuye por el efecto de la elasticidad del precio en la demanda, esto genera que disminuya también la tasa de abandono de usuarios o “churn rate” del operador dominante.

Todas las ecuaciones descritas las podemos visualizar en la hipótesis dinámica de la Figura 2.16 creada con el software “Vensim PLE” versión 6.3 que permite realizar mejores representaciones visuales del sistema que con el software iThink 10.0.6 que usamos para las simulaciones. El borrador de la hipótesis dinámica fue hecho a mano usando la metodología de Kolb para generar los lazos causales y con el propósito de explicar cómo funciona el sector de la demanda en el sistema simplificado.

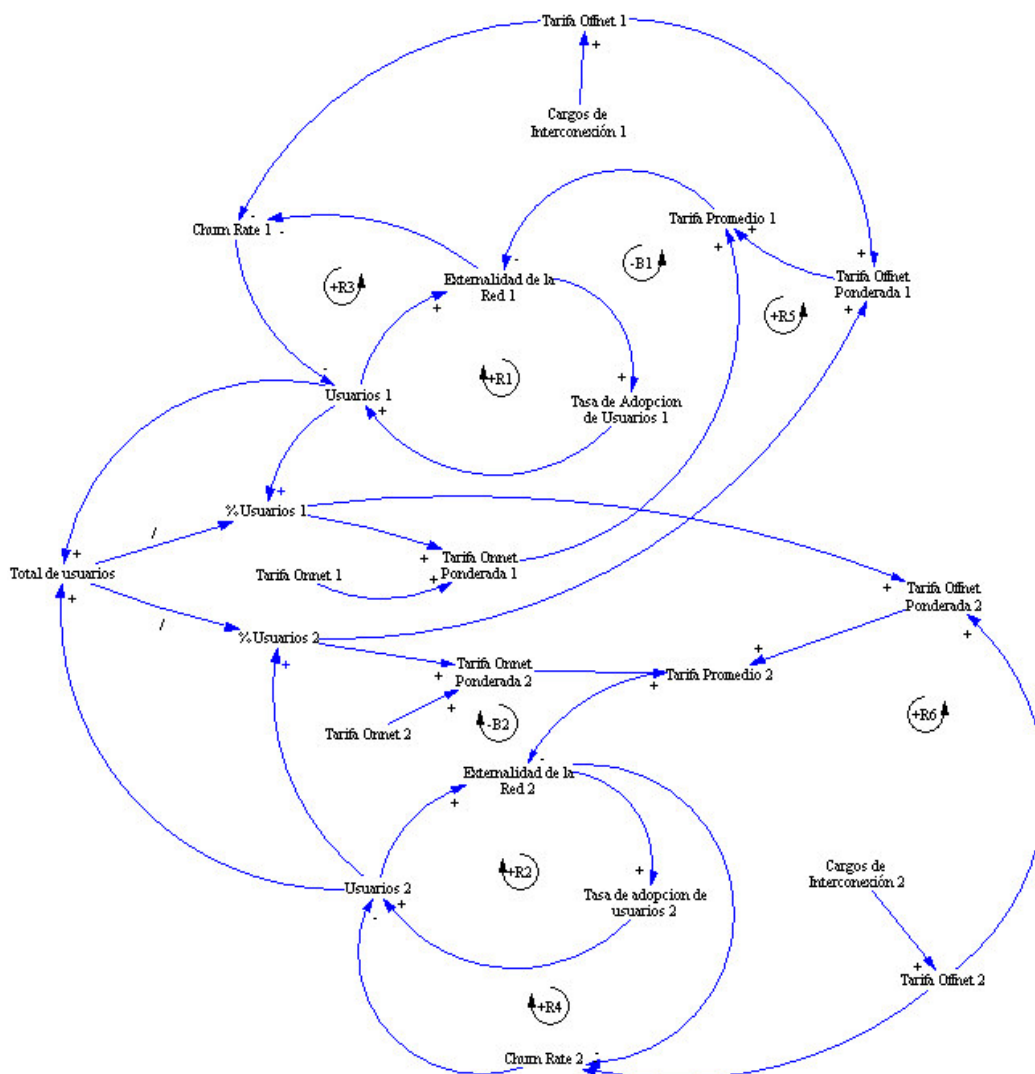


Figura 2.16: Hipótesis Dinámica del sector de Demanda [5]

Al aumentar el número de usuarios, aumenta la externalidad de la red lo que a su vez aumenta la tasa de adopción lo que incrementa el número de nuevos usuarios [19], y con esto cerramos el lazo de reforzamiento “+R1”, sucede lo mismo para el otro operador y tenemos el lazo de reforzamiento “+R2”.

Aunque es bien sabido que la discriminación de precios puede ser dictada por razones de eficiencia que reflejan la heterogeneidad del cliente, su inconveniente es que también se pueden usar anti-competitivamente. Por ejemplo, si los consumidores se preocupan por las llamadas entrantes, las tarifas offnet tienden

a fijarse en niveles altos a fin de no dar a los usuarios rivales el beneficio de recibir llamadas. Las altas tarifas de terminación offnet hacen la red rival menos atractiva para suscribirse [2].

La externalidad de la red de la operadora aumenta cuando aumenta el tamaño de la red y cuando mejora sus tarifas promedio, esto hace que la red sea más atractiva para los usuarios creando los lazos de reforzamiento "+R3" y "+R4" lo que disminuye el 'churn rate' o tasa de abandono de usuarios [1] [17] [2].

Cuando aumenta la tarifa promedio disminuye la externalidad de la red, esto aumenta el 'churn rate' o tasa de abandono [17], lo que disminuye el número de usuarios del operador y por tanto su porcentaje de usuarios o cuota de mercado, al bajar la cuota tenemos una tarifa onnet ponderada más baja lo que reduce la tarifa promedio incrementando la externalidad de la red, y con esto cerramos los lazos de balanceo "-B1" y "-B2".

Luego tenemos los lazos de reforzamiento "+R5" y "+R6", este se genera empezando por el aumento en la tarifa offnet ponderada 1, que aumenta la tarifa promedio 1, lo que ocasiona que baje la externalidad de la red 1, y por tanto la tasa de adopción de usuarios 1 y el número de usuarios 1, al bajar el porcentaje de usuarios 1 disminuye la tarifa offnet ponderada 2, lo que resulta en una disminución de la tarifa promedio 2 y por tanto un aumento en la externalidad de la red 2, la tasa de adopción de usuarios 2, el aumento en el número de usuarios 2, y el porcentaje de usuarios 2, finalmente esto causa que la tarifa offnet ponderada 1 aumento lo que refuerza el lazo. Similarmente ocurre con el lazo de reforzamiento "+R6". [17] [1] [19]

En la Figura 2.17 observamos la Hipótesis Dinámica simplificada a un solo operador del sector de "Recursos Económicos" para poder entender como aumentan o disminuyen sus ingresos al variar las tarifas, los cargos de interconexión, el tráfico (o minutos cursados) y la cantidad de usuarios. Esta figura fue generada con el "Vensim PLE" de manera similar a la anterior.

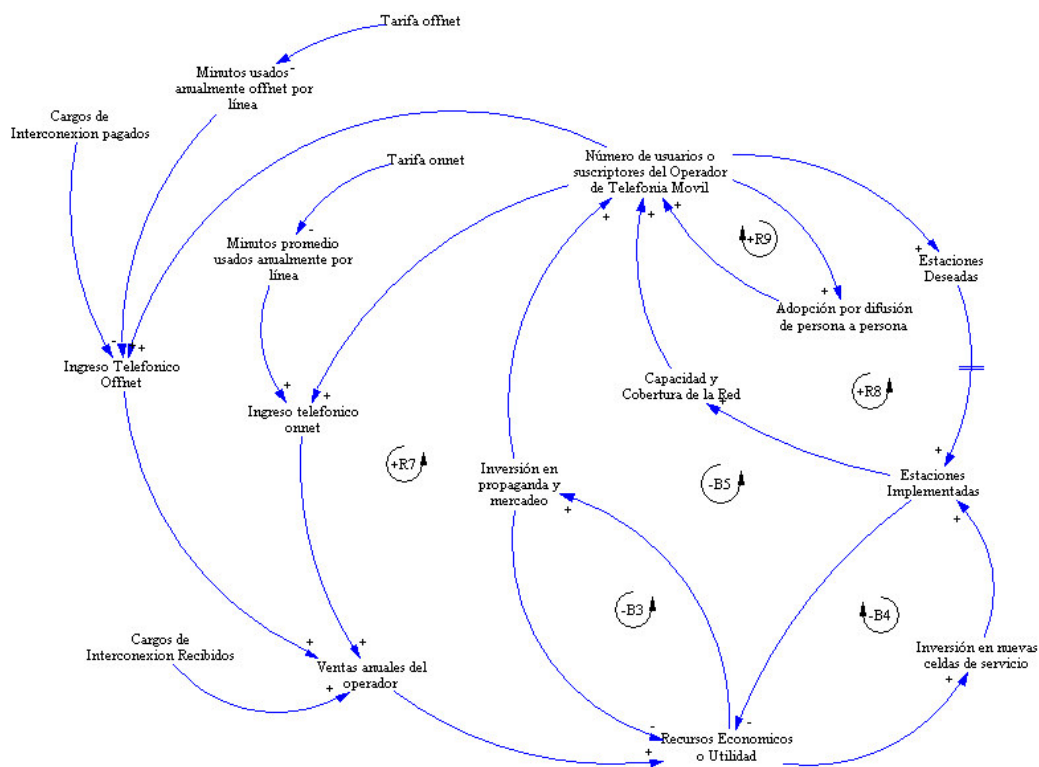


Figura 2.17: Hipótesis Dinámica Simplificada del Sector de Recursos Económicos [5]

Cuando aumenta el número de usuarios aumentan los ingresos telefónicos por llamadas onnet y offnet, lo que a su vez aumenta las ventas anuales del operador y por ende los recursos económicos, al tener mayores recursos aumentan la “inversión en propaganda y mercadeo” y también la “inversión en nuevas celdas de servicio”; finalmente estas inversiones aumentan el número de usuarios del operador con lo que cerramos el lazo de reforzamiento “+R7”.

La “inversión en propaganda y mercadeo” y la “inversión en nuevas celdas de servicio” generan gastos que reducen los “recursos económicos del operador” lo que genera los lazos de balanceo “-B3” y “-B4”.

Al tener más usuarios surge la necesidad de nuevas estaciones deseadas, lo que luego de un tiempo se traduce en “estaciones implementadas” y de esta manera aumenta la “capacidad y cobertura de la red” favoreciendo la adopción de nuevos usuarios cerrando el lazo de reforzamiento “+R8”, sin embargo, cada estación implementada representan un gasto que reduce los recursos económicos, baja la

inversión que se pueda realizar en “propaganda y mercadeo” y por tanto baja el número de suscriptores ganados cerrando el lazo de balanceo “-B5”.

Finalmente tenemos el lazo de reforzamiento “+R9” que se genera por la adopción por difusión de persona a persona, al tener un mayor número de usuarios aumenta esta difusión generando mayor adopción y reforzando el aumento de usuarios.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Determinar el camino crítico del problema, es una área que requiere gran el esfuerzo de gente experimentada del tema y de varios puntos de vista alternativos [20].

Los modelos de Dinámica de Sistemas representan problemas, de tal manera que un modelo no puede existir sin antes definir un problema [14].

Para medir el impacto que tienen las políticas de interconexión actuales usaremos el índice de Herfindahl e Hirschman (IHH) descrito en la metodología, el Departamento de Justicia de los EEUU considera que si este resultado se encuentra en los 1500 y 2500 puntos, el mercado está moderadamente concentrado, si supera los 2500 puntos se dice que el mercado está altamente concentrado y dificulta la competencia de los operadores más pequeños [6]. Para el Ecuador este índice se encuentra por encima de los 4500 puntos tal como se mostró en la Figura 2.5 y por tanto es un problema para la competencia en el Ecuador.

El operador dominante mantiene su cuota de mercado en el tiempo mientras los dos otros dos operadores varían su cuota de tal manera que se acercan entre ellas, este comportamiento demuestra que las políticas de interconexión actuales no afectan al operador dominante. [4]

Tomando en cuenta lo antes mencionado modelaremos el problema.

3.2. ETAPAS DEL MODELAMIENTO

La primera etapa del modelamiento requiere revisar los acontecimientos históricos relacionados con los datos de los operadores en nuestro país, ya sea en techos tarifarios, tarifas y demás. Las gráficas y tablas obtenidas pertenecen a la ARCOTEL.

Se analizará la información relacionada con el servicio de voz contenida en la biblioteca virtual del ARCOTEL donde almacenan información desde hace 10 años atrás aproximadamente [4].

A continuación, mostraremos los techos tarifarios, se determinan sobre las bases de las fórmulas de tasa interna de retorno y tope de precio en la industria telefónica. Se usan para verificar las propuestas presentadas por las operadoras [4].

En la Figura 3.1 podemos observar como los techos tarifarios han ido disminuyendo hasta la actualidad, para el caso de CNT EP vemos que los techos tarifarios eran más altos hasta el año 2011, permitiéndole tener tarifas más altas que sus competidores, sin embargo mantuvo sus tarifas bajas lo que incrementó el tráfico del servicio de llamadas.

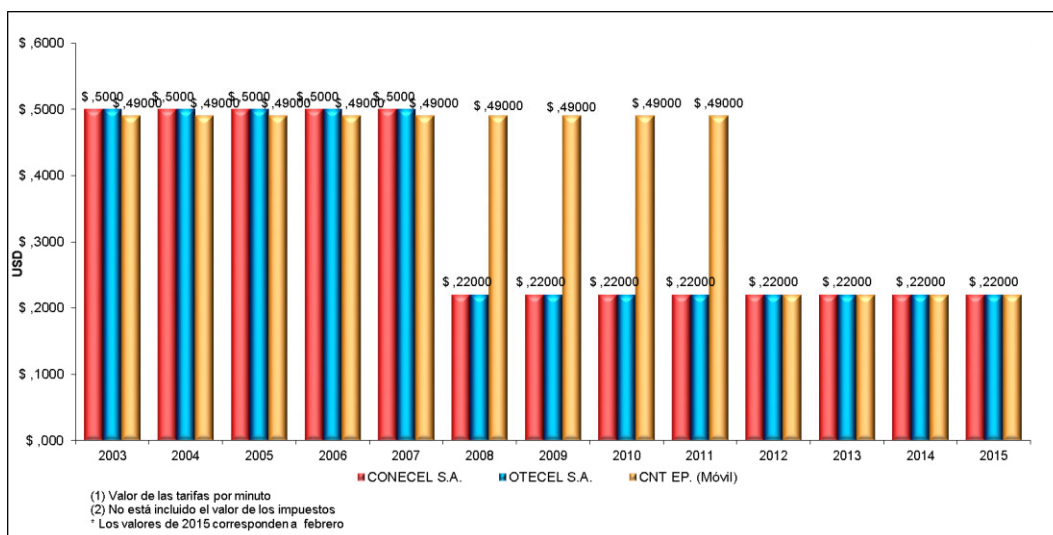


Figura 3.1: Evolución Histórica de los techos tarifarios [4]

Los operadores móviles manejan distintas tarifas prepago onnet y offnet, siendo la tarifa más baja de la CNT E.P. y las más altas las de Conecel S.A. y Otecel S.A con el mismo valor, los precios que se observan en Tabla 4 y Figura 3.3 son por minuto, e incluyen los cargos de interconexión para el caso offnet, el promedio simple es el promedio de las tarifas onnet y offnet (offnet incluye de móvil a fijo y de móvil a móvil) pero sin los impuestos (12%).

TARIFAS PREPAGO (USD)				
Empresa	ONNET	OFFNET	OFFNET	Promedio Simple
	Prepago en la misma red	Prepago Fijo	Prepago - Otra red	
Conecel S.A.	\$ 0.18	\$ 0.18	\$ 0.18	\$ 0.18
Otecel S.A.	\$ 0.18	\$ 0.18	\$ 0.18	\$ 0.18
CNT EP.	\$ 0.10	\$ 0.10	\$ 0.10	\$ 0.10

Tabla 4: Tarifas Prepago a Octubre del 2015 [4]

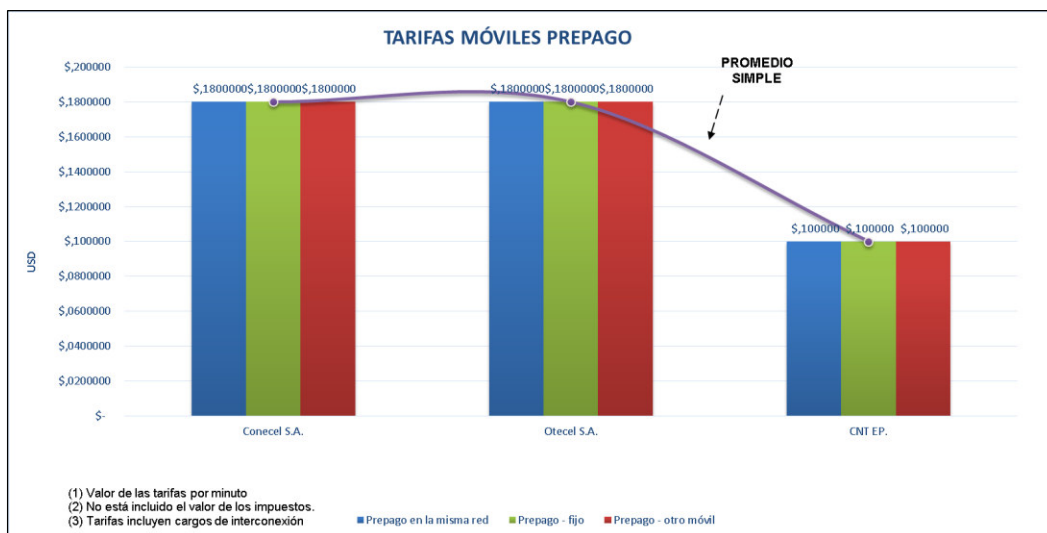


Figura 3.2: Tarifas móviles prepago [4]

En la Tabla 5 y en la Figura 3.3 distinguimos que las tarifas máximas y mínimas fluctúan bastante en todos los operadores y que no hay una tarifa igual para todos los usuarios debido a las diferentes promociones y planes que manejan los operadores; estas máximas y mínimos incluyen las tarifas postpago, prepago, onnet y offnet.

Notamos que las tarifas mínimas son mayores en el servicio prepago, esto con para poder premiar la fidelidad del servicio, mientras que en las tarifas máximas para Conecel no hay diferencia entre prepago y postpago, en el caso de Otecel si hay un rebaja también para los usuarios postpago, y en caso de CNT a diferencia de sus competidores tenemos una tarifa postpago más alta.

TARIFAS PREPAGO Y POSPAGO (MÁXIMAS Y MÍNIMAS) (USD)				
Empresa	TARIFAS MÁXIMAS		TARIFAS MÍNIMAS	
	Máxima Prepago	Máxima Pospago	Mínima Prepago	Mínima Pospago
Concel S.A.	\$ 0.22	\$ 0.22	\$ 0.05	\$ 0.040
Otecel S.A.	\$ 0.18	\$ 0.10	\$ 0.08	\$ 0.065
CNT EP.	\$ 0.10	\$ 0.12	\$ 0.10	\$ 0.040

Tabla 5: Tarifas Prepago y Pospago (onnet/offnet) a Octubre 2015 [4]

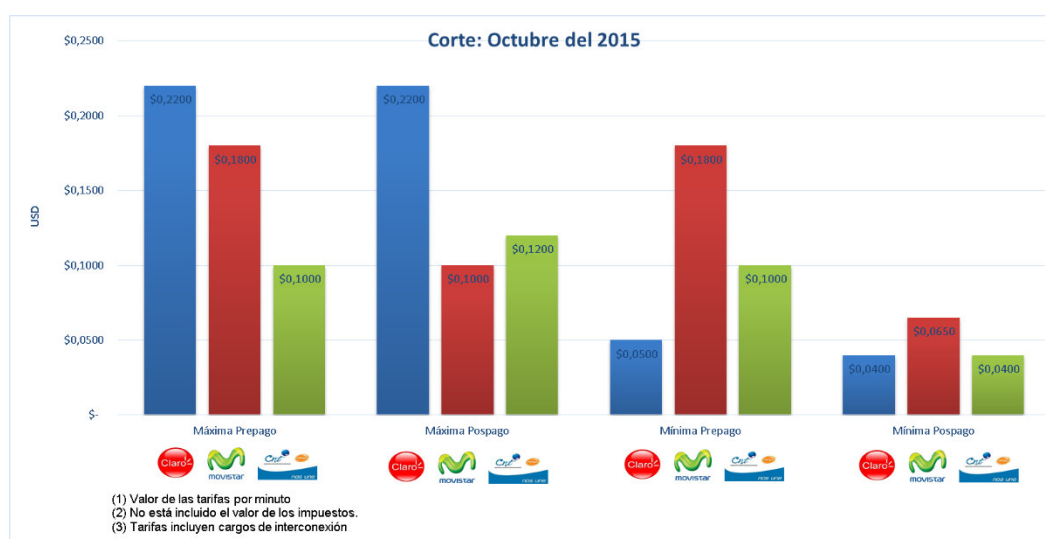


Figura 3.3: Tarifas máximas y mínimas pospago Offnet y Onnet [4]

Ahora observaremos los cargos de interconexión por terminación de llamadas en una red de telefonía móvil o fija que no corresponda a la red del operador donde se origina la llamada.

Los cargos de interconexión se basarán en costos más rentabilidad y deberán ser veraces y razonables, tener en cuenta la viabilidad económica y estar desagregados para que el prestador que solicita la interconexión no deba pagar

por elementos o instalaciones de la red que no requiera para el suministro del servicio. Estos costos son asumidos directamente por los usuarios, lo cual incide en el precio final cancelado al prestador del servicio [4].

En la Figura 3.4 observamos claramente la asimetría en cargos de interconexión presente en el país, CONECEL paga los costos más altos de interconexión, mientras que CNT EP. (ex-TELECSA) paga los costos calculados más bajos para que sea viable la interconexión, otra postura posible sería la de tener los costos de interconexión simétricos más bajos y tratar de igualar los tarifas onnet con las tarifas off-net para evitar la discriminación de los operadores competidores y mejorar la competencia, esto es, que las mismas promociones que se apliquen en prepago y pospago sirvan tanto para llamadas onnet y offnet, este será uno de los principales parámetros a ser analizados mediante la Dinámica de Sistemas.

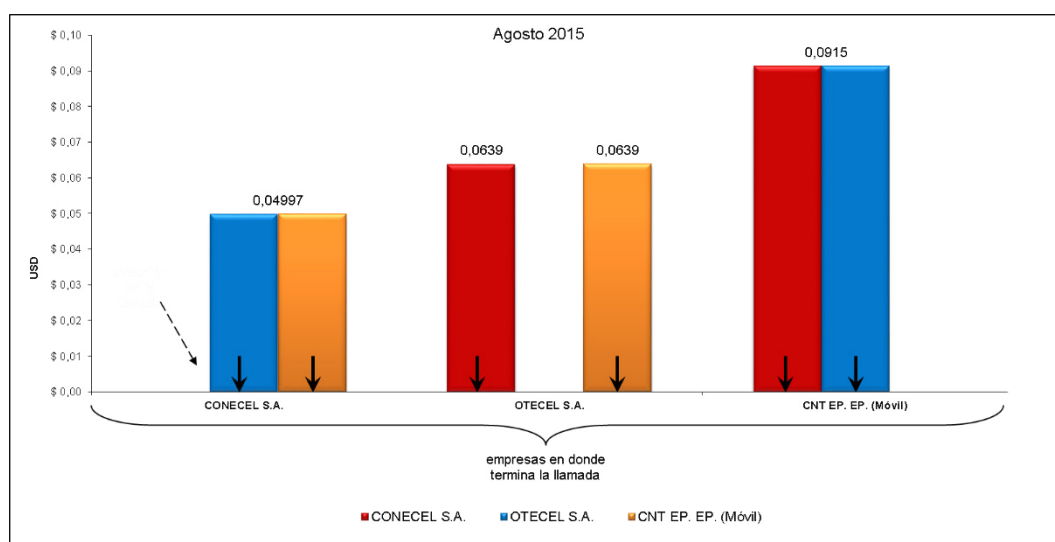


Figura 3.4: Cargos de interconexión de móvil a móvil [4]

En base a la información histórica obtenida en la página web de la ARCOTEL se puede generar una gráfica que nos enseñe los cambios que han sufrido los costos de interconexión a través de los años, y de este manera tener una tendencia de cómo han evolucionado estos costos.

En primer lugar en la Figura 3.5 se observa que los primeros acuerdos de interconexión se dieron entre OTECEL y CNT EP bajando los costos que pagaban entre ellos, luego vino CONECEL en el mismo año, *notamos que la tendencia de estos costos siempre ha sido a reducirse conforme pasan los años*, la mayoría de las reducciones de cargos se dieron hasta el año 2010, después de eso la última reducción se dio en el año 2013 entre CNT EP y Claro (Figura 3.6), desde entonces hasta la actualidad CNT EP paga los costos de interconexión más bajos a los demás operadores, le sigue OTECEL y finalmente CONECEL que paga los costos más altos.

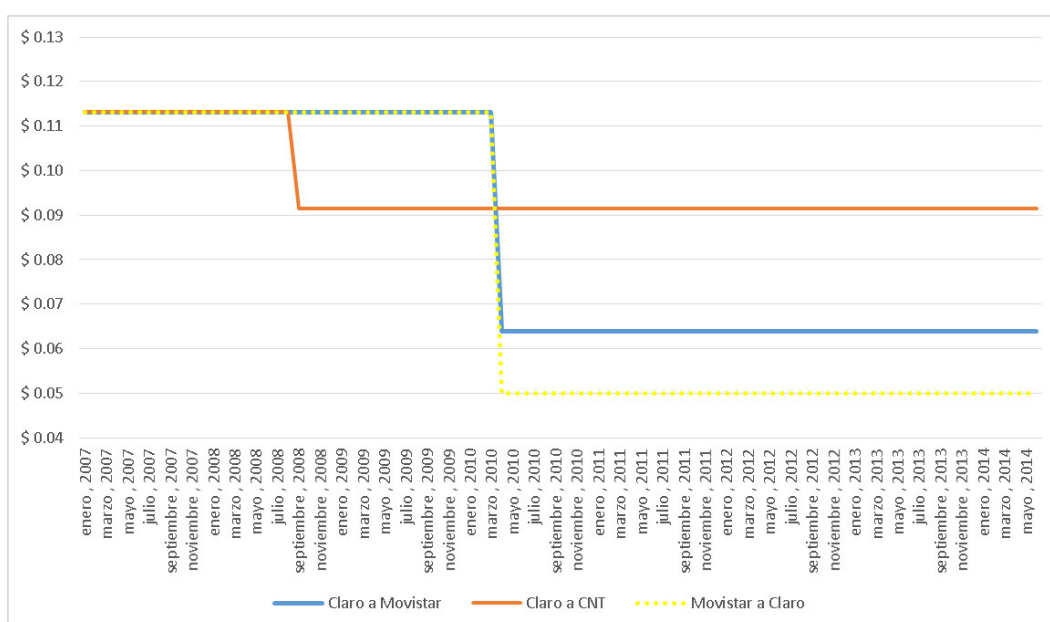


Figura 3.5: Cargos de interconexión históricos parte 1 [4]

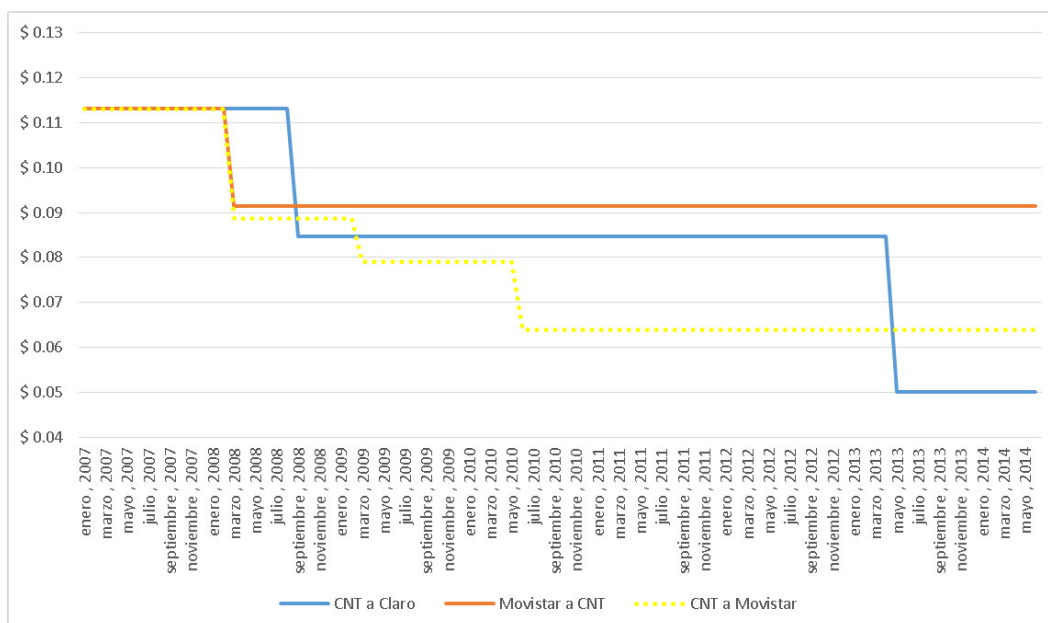


Figura 3.6: Cargos de interconexión históricos parte 2 [4]

A continuación se presenta la información relacionada con los Ingresos y Egresos causados por la interconexión de las operadoras de Telefonía Móvil conforme a la Resolución 162-04-CONATEL-2008 que indica la norma para la presentación de información relacionada con los ingresos y egresos generados por la interconexión, es decir, el número de minutos entrantes y salientes y los débitos y créditos correspondientes de cada operación; sin embargo, la ARCOTEL la presenta en valores porcentuales con respecto a todos los operadores presentes en la interconexión [21].

A nivel histórico podremos prestar atención a como estos porcentajes varían a través de los operadores.

En la Figura 3.7 vemos que CONECEL recibe tráfico de interconexión principalmente desde la red de OTECEL, esto quiere decir que del 100% de operadores que lo llaman más del 50% de llamadas corresponden a usuarios de OTECEL, por otro lado en la Figura 3.8 vemos que sus egresos se dan en mayor proporción hacia esa misma red, o en otras palabras, el mayor porcentaje de llamadas que se dan por interconexión corresponden a la red de OTECEL.

La Figura 3.9 complementaría la Figura 3.8, en el sentido, que el porcentaje restante de llamadas de interconexión entrantes para CONECEL corresponden a CNT EP, en otras palabras, el mayor porcentaje de interconexión corresponde a las llamadas de móvil a móvil y en menor porcentaje a números fijos en el caso de CONECEL.

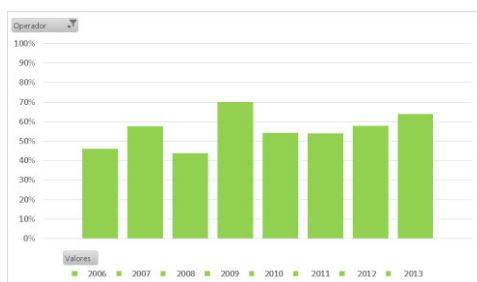


Figura 3.7: Ingresos por interconexión desde OTECEL a CONECEL [4]

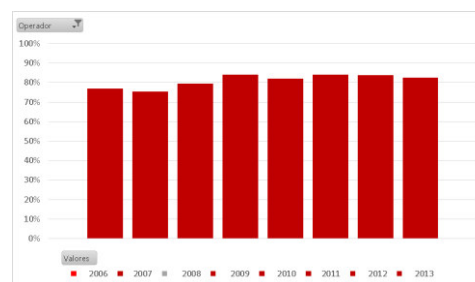


Figura 3.8: Egresos por interconexión desde CONECEL a OTECEL [4]

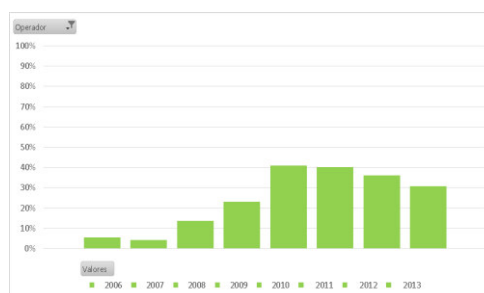


Figura 3.9: Ingresos por interconexión desde CNT EP a CONECEL [4]

Comparando las Figura 3.7 y la Figura 3.8 podemos ver que el tráfico de interconexión es asimétrico desde CONECEL hacia OTECEL, lo mismo pasa entre la Figura 3.9 y la Figura 3.10 para CNT EP, esto se debe a la “externalidad de la red” relacionada con el tamaño de CONECEL en cantidad de usuarios y las tarifas promedio que ofrece como operador dominante.

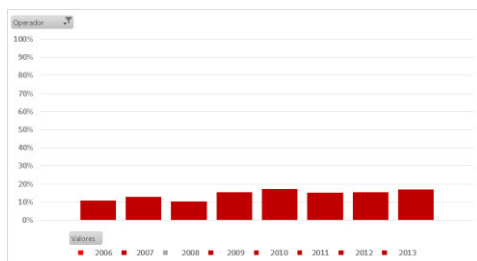


Figura 3.10: Egresos por interconexión desde CONECEL a CNT EP [4]

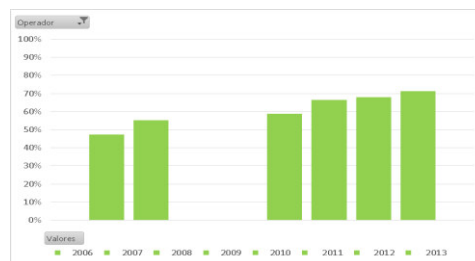


Figura 3.11: Ingresos por interconexión desde CONECEL a OTECEL [4]

Podemos notar en la Figura 3.11 que el porcentaje de ingresos de interconexión ha ido aumentando con el pasar de los años, es decir, que los ingresos obtenidos en OTECEL gracias a las llamadas de interconexión recibidas de CONECEL son mayores gracias a la reducción en los cargos de interconexión, los egresos por su parte en la Figura 3.12 se dan en mayor porcentaje hacia el operador dominante.

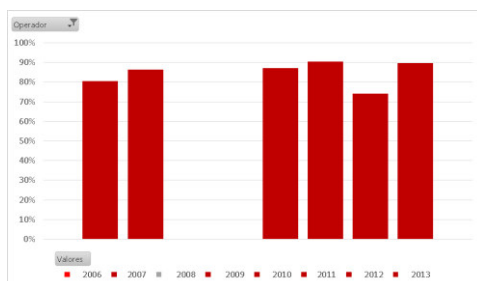


Figura 3.12: Egresos por interconexión desde OTECEL a CONECEL [4]

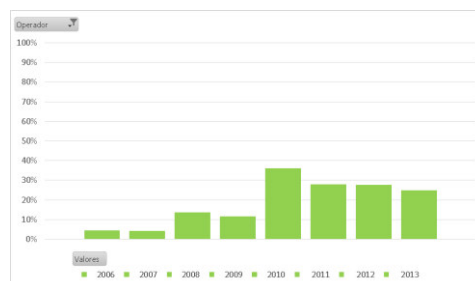


Figura 3.13: Ingresos por interconexión desde CNT EP a OTECEL [4]

En la Figura 3.13 vemos que el segundo mayor porcentaje de ingresos de interconexión para OTECEL viene de la red de CNT EP, lo que ratifica lo indicado anteriormente de que el mayor porcentaje de llamadas de interconexión se dan de móvil a móvil.

Algo similar ocurre en la Figura 3.14 con los egresos de OTECEL a CNT EP, ocupan el segundo lugar luego de CONECEL.

Los mayores ingresos de OTECEL y CNT EP vienen de la red de CONECEL como podemos ver en la Figura 3.11 y la Figura 3.15.

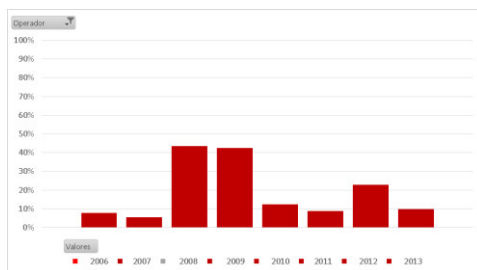


Figura 3.14: Egresos por interconexión desde OTECEL a CNT EP [4]

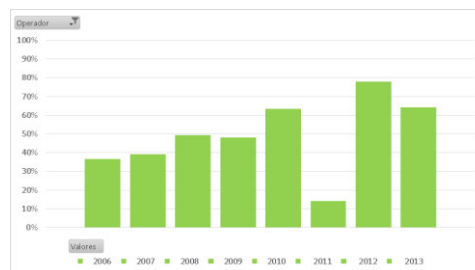


Figura 3.15: Ingresos por interconexión desde CONECEL a CNT EP [4]

En la Figura 3.16 vemos que el mayor porcentaje de egresos en pagos de cargos por llamadas de interconexión se lo lleva CONECEL; mientras que el segundo lugar se lo lleva OTECEL como vemos en la Figura 3.18.

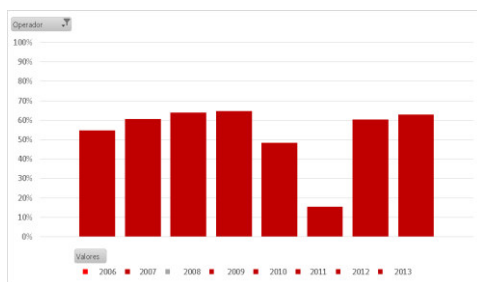


Figura 3.16: Egresos por interconexión desde CNT EP a CONECEL [4]

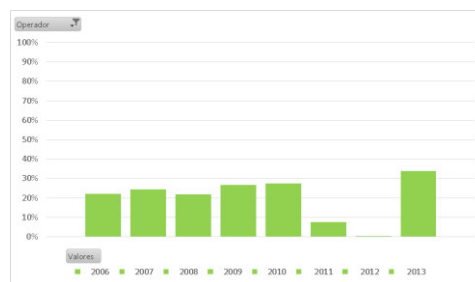


Figura 3.17: Ingresos por interconexión desde OTECEL a CNT EP [4]

Finalmente podemos ver que los mayores ingresos por interconexión para CNT EP provienen de los operadores móviles, ocupando el primero lugar CONECEL como lo vemos en la Figura 3.15 y en segundo lugar OTECEL como lo vemos en la Figura 3.17.

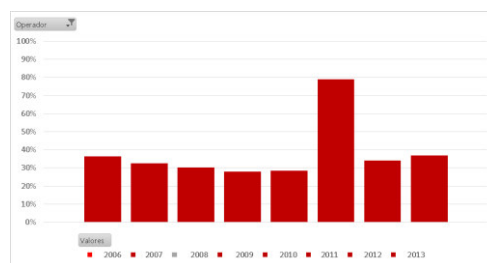


Figura 3.18: Egresos por interconexión desde CNT EP a OTECEL [4]

Con lo anterior terminamos el análisis de ingresos y egresos, ahora continuamos con una gráfica que muestra el crecimiento histórico de abonados de cada operador móvil y lo compara con el de la población nacional de color celeste.

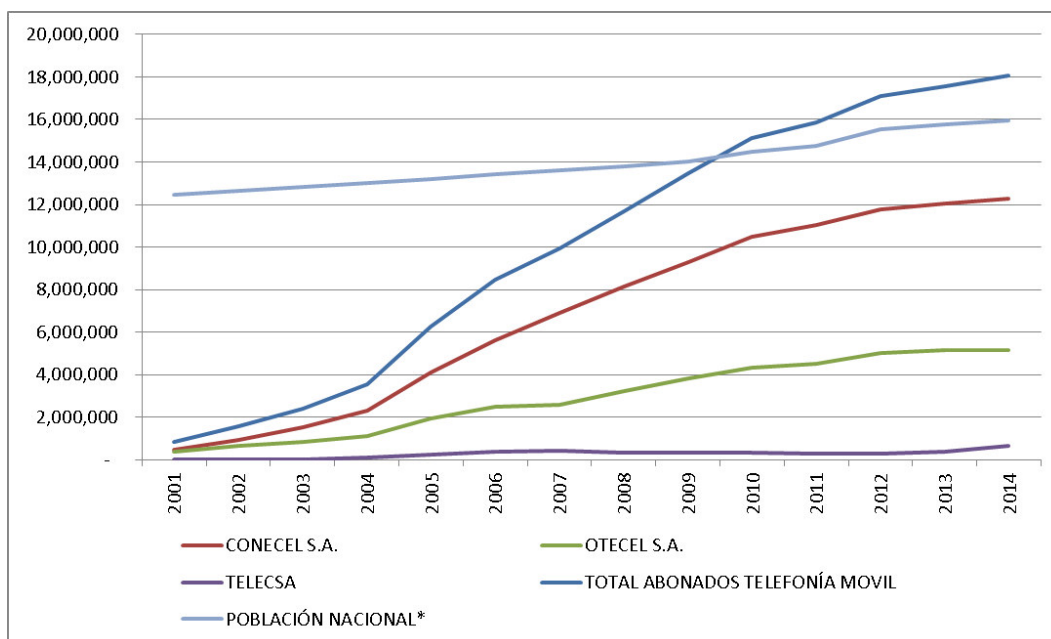


Figura 3.19: Suscriptores de telefonía móvil y líneas activas [4]

A finales del año 2009 la cantidad de líneas activas móviles supero a la población nacional, a finales del 2014 notamos que el crecimiento de líneas activas se desacelera debido al límite poblacional. Notamos también que TELECSA o CNT EP tiene un crecimiento muy pobre a través de los años, mientras que CONECEL se separa bastante de sus competidores desde el 2005.

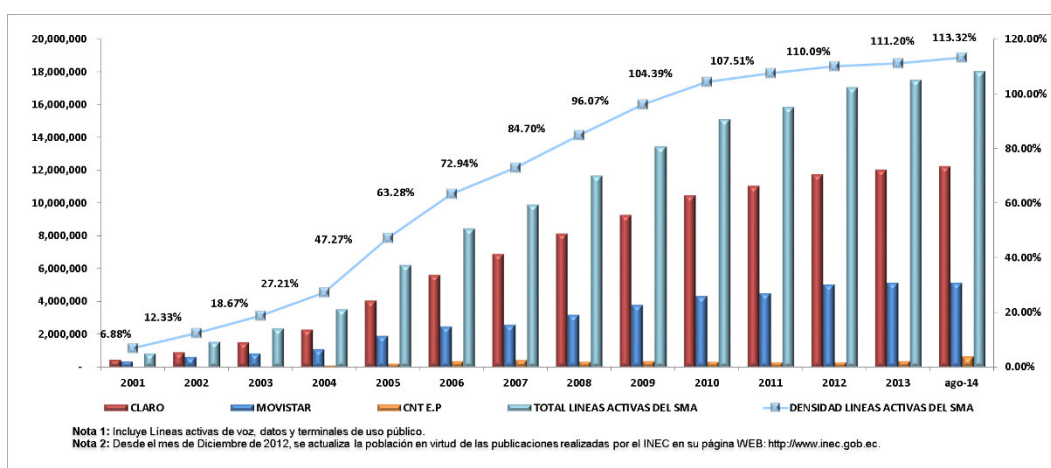


Figura 3.20: Densidad del Servicio Móvil Avanzado [4]

Con corte de diciembre del 2015 tenemos que CONECEL tiene la mayor participación del mercado con 62.48%, le sigue OTECEL con 29.83% y finalmente CNT E.P. con 7.69%.

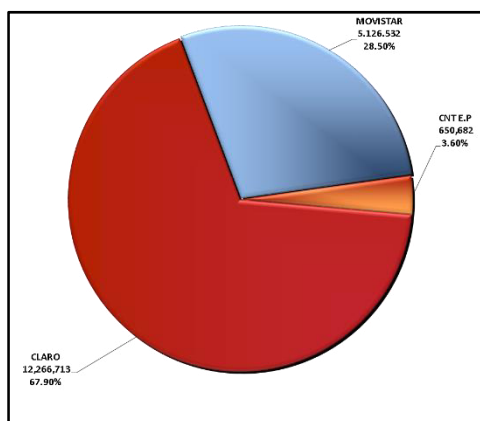


Figura 3.21: Participación del Mercado [4]

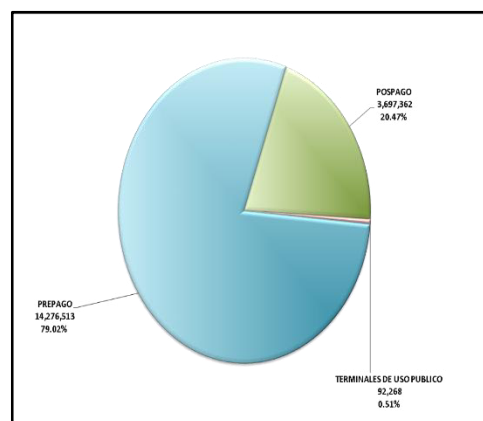


Figura 3.22: Composición líneas activas SMA en las diferentes modalidades [4]

La mayor cantidad de usuarios se encuentran usando la modalidad Prepago como se mencionó anteriormente de acuerdo a los datos de la ARCOTEL.

En la Figura 3.23 observamos que CONECEL tiene el mayor despliegue anual de radio bases por operador, lo que incrementa la cobertura a nivel nacional y de esta manera el número de suscriptores que posee, esto es más notorio desde el año 2004, lo mismo sucede con CNT EP en el último año comienza a tener un crecimiento mayor de usuarios debido a su aumento de cobertura.

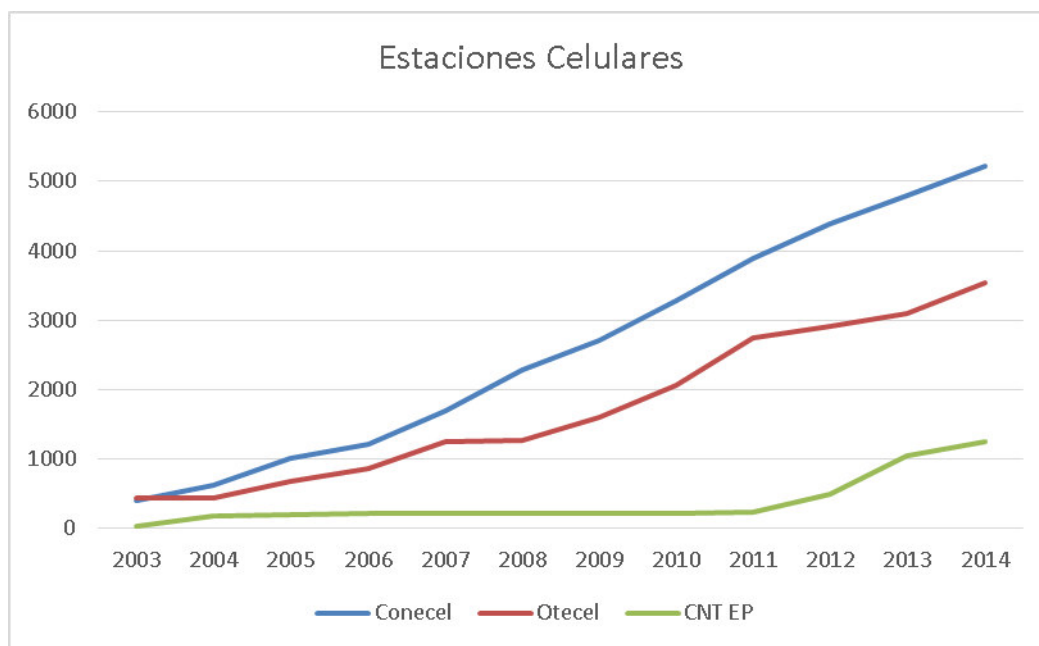


Figura 3.23: Incremento anual de radio bases por operador [4]

En la Figura 3.24 observamos tres columnas por operador, las dos primeras representan el número de líneas receptadas y donadas acumuladas desde el inicio de la portabilidad, la tercera columna representa la diferencia entre las dos, que sería el neto ganado o perdido en ese tiempo; podemos ver que CNT EP es el operador más favorecido con la portabilidad.

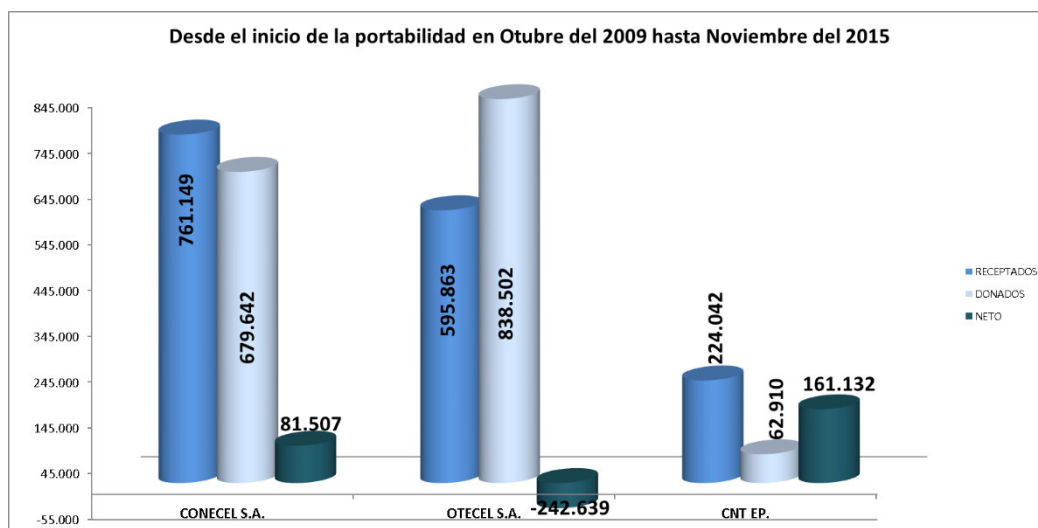


Figura 3.24: Portabilidad numérica (diferencia entre Receptados y Donados) [4]

3.3. APRENDIZAJE EXPERIMENTAL PARA CONSTRUIR EL MODO REFERENCIAL Y LA HIPÓTESIS DINÁMICA

De acuerdo a lo que se mencionó en la metodología, en esta sección desarrollare el modo referencial y la hipótesis dinámica del modelo computarizado que usaremos para la simulación, empezaremos revisando los datos históricos.

3.3.1. Revisión histórica de las políticas de interconexión

La regulación del Ecuador en materia de Interconexión prioriza la libre negociación entre las partes, habiéndose eventualmente considerado la intervención del Regulador. No obstante, en el país las negociaciones para la renovación de los Acuerdos de Interconexión entre las empresas establecidas de telefonía fija (ANDINATEL y PACIFICTEL S.A.) y las empresas de telefonía móvil celular (CONECEL y OTECEL S.A.) que finalizaron en el año 2004, no tuvieron el éxito esperado, particularmente por no llegar a convenir el cargo de interconexión que debían pagarse las empresas mutuamente, por lo que la intervención de la SENATEL (actualmente ARCOTEL) fue inminente [10].

En la Tabla 6 observamos un resumen de las políticas actuales de la LOT relacionadas con la interconexión.

Artículo N°	Resumen
66.- Principios	La interconexión y el acceso deberán realizarse de conformidad con principios de igualdad, no-discriminación, neutralidad, buena fe, transparencia, publicidad y sobre la base de costos.
69.- Obligatoriedad	Los operadores de redes públicas de telecomunicaciones tienen la obligación de interconectarse oportunamente con otras redes públicas de telecomunicaciones.
70.- Facultad de intervención	Las obligaciones y condiciones que se impongan de conformidad con este artículo serán objetivas, transparentes, proporcionales y no discriminatorias.
71.- Regulación económica de la interconexión y el acceso	La Agencia podrá establecer un valor cero (0) como cargo de interconexión. Los cargos y precios mayoristas que se acuerden o impongan para la interconexión y el acceso deberán servir para fomentar la eficiencia y la competencia sostenible y potenciar al máximo los beneficios para los usuarios.
75.- Prohibición	No se podrá suspender la interconexión bajo ningún motivo sin antes haber obtenido previamente autorización de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.

Tabla 6: Políticas de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones relacionadas a la interconexión [8]

A nivel histórico se analizará la información contenida en la biblioteca virtual del ARCOTEL donde almacenan estadísticas desde el año 2005 a la actualidad [4].

En la Figura 3.25 podemos observar la evolución histórica de los cargos de interconexión establecidos por el regulador del servicio móvil avanzado.

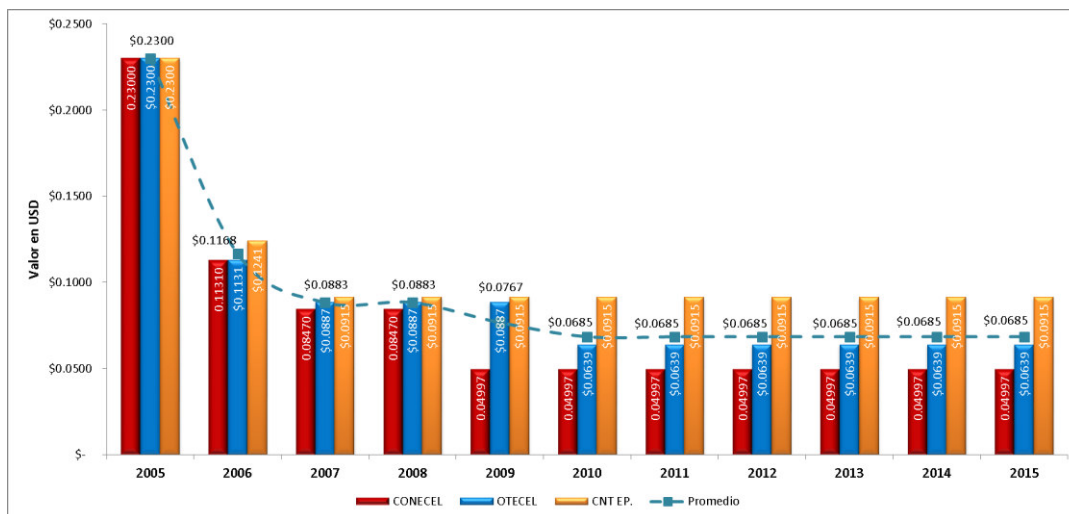


Figura 3.25: Evolución histórica de los cargos de interconexión [4]

Los resultados obtenidos en el año 2006 al aplicar el modelo matemático WICOM (Wireless Cost Optimization Model) que combina el diseño de ingeniería de una red móvil con el análisis económico de optimización de costos, por su naturaleza pertenece a los que se conoce como modelos TELRIC (Total Element Long Run Incremental Cost), este modelo se alimenta, de entre otros datos, del tráfico en la hora de máxima demanda y del tráfico fuera de esa hora, es decir, los costos son incrementales, el resultado obtenido del modelo dio un valor de 11,31 centavos de dólar americano para el costo de capital de 25.82%, valor que fuera aplicado en las Disposiciones de Interconexión de dichas operadoras móviles [10].

Podemos notar que antes del 2006 las tarifas de interconexión eran muy altas, pero luego de que el SENATEL (actualmente ARCOTEL) empezara a fijar los precios se tiene una línea de tendencia promedio a la baja hasta el año 2010 donde los cargos se mantienen constantes hasta la actualidad.

La política actual de costos de interconexión asimétricos se mantiene.

3.3.2. Inclusión de acumuladores y flujos relacionados a políticas o estrategias

Las políticas de interconexión afectan los costos de interconexión entre los operadores, actualmente el operador dominante paga los costos más altos, lo que genera que este tenga una tarifa offnet mínima más alta que el resto de operadores, esto se puede observar en la información histórica de las tarifas de los operadores, por tanto, las tarifas representan una variable importante en el flujo de usuarios hacia un operador.

Los costos de interconexión van incluidos en la tarifa offnet, esto trae un efecto importante en el operador dominante, dado que la tarifa offnet es muy alta los usuarios trataran de mantener a la mayoría de sus contactos dentro de su red, y no se cambiarían de operador porque les saldría más costoso que los llamen sus contactos del operador dominante.

En el año 2009 con la implementación de la portabilidad podemos ver otro comportamiento que ha favorecido al operador dominante, dado que tiene la red más grande y por tanto la mayor externalidad de red. En la Figura 3.26 se muestra el comportamiento del flujo de los usuarios recibidos o receptados por año.

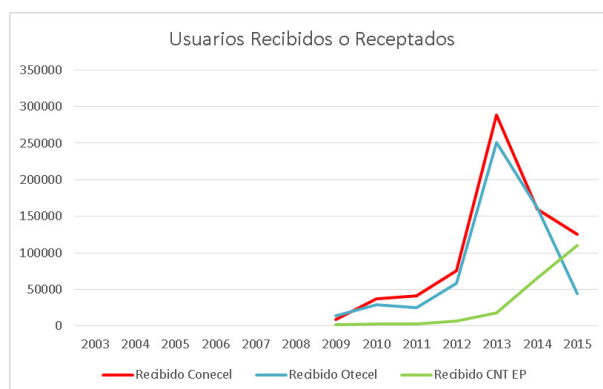


Figura 3.26: Suscriptores netos ganados por operador

El número de clientes de telefonía móvil muestra un comportamiento creciente a través del tiempo hasta el año 2013 como vemos en la Figura 3.27 para

CONECEL, en la Figura 3.28 para OTECEL y en la Figura 3.29 para CNT EP, esto se debe a que las tarifas y los costos de entrada han disminuido con el tiempo favoreciendo la adopción del servicio; en los dos últimos años vemos una reducción de líneas posiblemente debido a una depuración de líneas con un estado prolongado de inactividad y también porque la LOT dispone obligaciones de pago de acuerdo a una tabla de participación de mercado.

En la Figura 3.30 vemos el acumulado de líneas recibidas por operador desde que inicio la portabilidad numérica en octubre del año 2009, teniendo a CNT EP como el operador que más líneas ha ganado por portabilidad hasta el final del año 2015, esto debido a la concesión temprana del espectro 4G LTE, en segundo lugar esta CONECEL, y en último lugar OTECEL, como el operador con más líneas perdidas por portabilidad a través de los años.

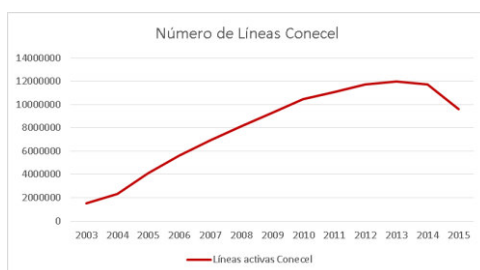


Figura 3.27: Crecimiento Histórico de Líneas de Conecel [4]

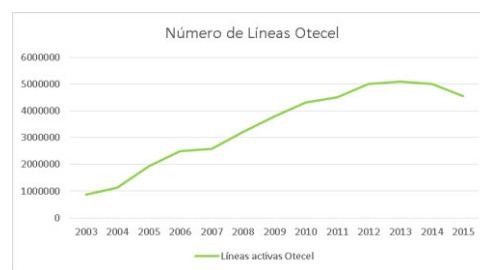


Figura 3.28: Crecimiento Histórico de Líneas de Otecel [4]

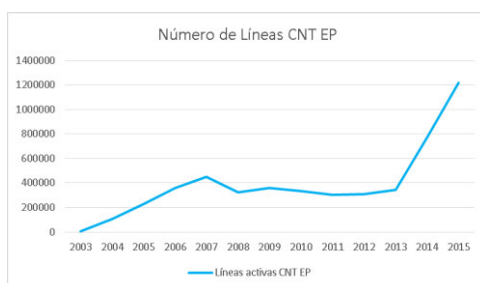


Figura 3.29: Crecimiento Histórico de Suscriptores de CNT EP [4]

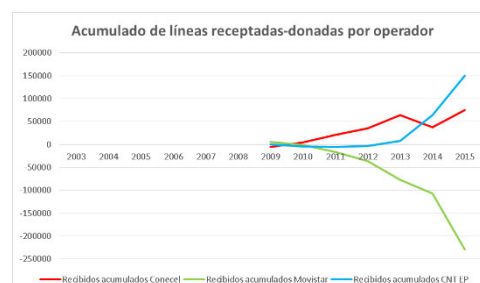


Figura 3.30: Acumulado de líneas receptadas-donadas por operador [4]

En el crecimiento histórico podemos ver el comportamiento problemático que tratamos de resolver, es decir, el crecimiento del operador dominante en relación al tiempo, a pesar de que la portabilidad se inició en el 2009 el operador dominante sigue teniendo un crecimiento en comparación con las demás operadores hasta el 2013; en el 2014 y 2015 CNP EP tiene un crecimiento mayor debido a que le fue asignado el espectro LTE antes que a sus competidores, lo cual se favoreció en esos años, sin embargo la cuota de mercado del operador dominante sigue siendo muy elevada (ver la Figura 2.4) y el índice de Herfindahl e Hirschman (ver la Figura 2.5) también nos dice que estamos en un mercado altamente concentrado.

El mercado sigue siendo favorable para los operadores móviles si observamos cómo han incrementado sus ingresos en la Figura 3.31 para Conecel, en la Figura 3.32 para Otecel y en la Figura 3.33 para CNT EP esto se debe a que con la implementación de nuevas radio bases que ofrecen mayor cobertura, la disminución de los cargos de interconexión y la disminución de las tarifas móviles luego de un tiempo aumenta el tráfico del servicio lo que incrementa las ventas.

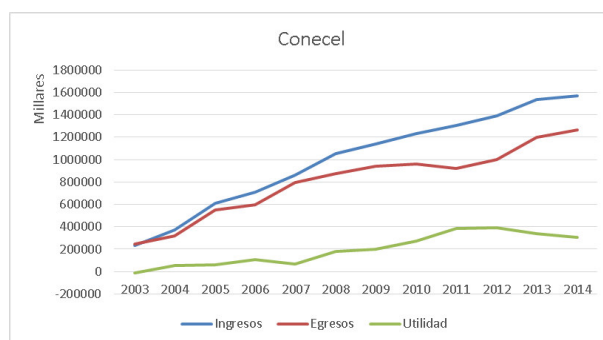


Figura 3.31: Ingresos Históricos Conecel [22]

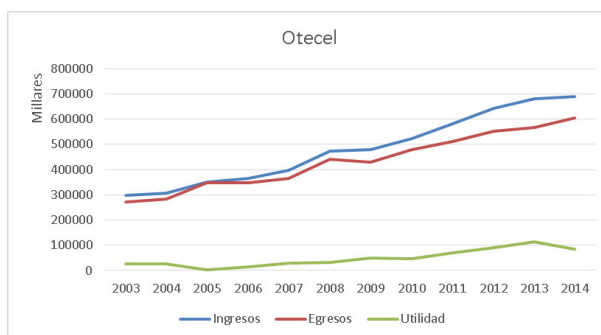


Figura 3.32: Ingresos Históricos Otecel [22]

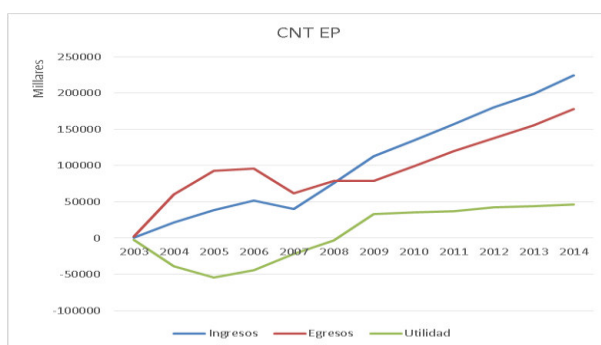


Figura 3.33: Ingresos Históricos CNT EP [22]

3.4. MODELO COMPUTARIZADO CON ESTRUCTURA VÁLIDA

El modelo completo desarrollado será descrito y mostrado a continuación.

3.4.1. Descripción de variables y acumuladores

El modelo ha sido dividido en 4 sectores:

- a) Demanda
- b) Recursos Económicos
- c) Infraestructura Celular
- d) Competencia e Interconexión

La Figura 3.34 fue generada con el software iThink 10.6, cada rectángulo con bordes redondeados representan uno de los cuatro sectores mencionados, su función es mostrar cómo se enlazan los diferentes sectores del modelo de una forma resumida, la polaridad de las flechas indica si el lazo es de reforzamiento o de balanceo, más adelante mostraremos todas las variables que son representadas por círculos, flujos que son representados por flechas que entran y salen, y los acumuladores representados por rectángulos más pequeños.

Cada variable tiene un nombre y contiene un valor numérico que representa su función, cada acumulador tiene su nombre y contiene un valor numérico que representa su valor inicial al año correspondiente, y finalmente cada flujo tiene su nombre y un valor numérico que representa la tasa de cambio de un acumulador en el tiempo, validado en función de los datos históricos.

El modelo para estimar el impacto de las políticas de interconexión en la competencia en el Ecuador es definido por la estructura dinámica causal de alto nivel mostrada. Este modelo considera las políticas actuales de cargos de interconexión asimétricos y muestra el crecimiento en suscriptores de los tres operadores móviles presentes en el país; el detalle de cada sector lo encontraremos más adelante en la experimentación del modelo.

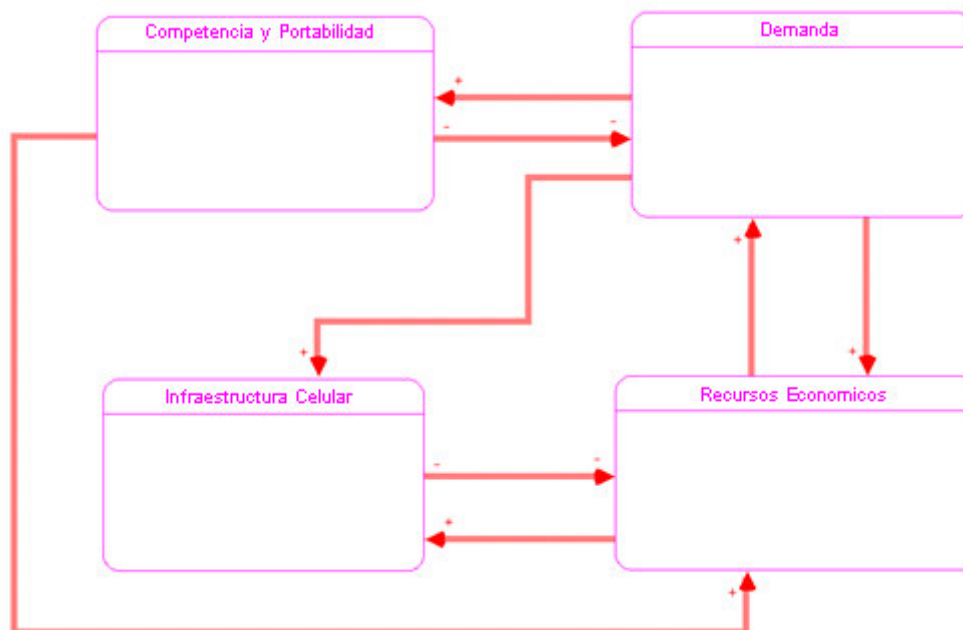


Figura 3.34: Diagrama causal de alto nivel [5]

3.4.2. Relaciones entre las distintas variables

Las relaciones ‘causa y efecto’ mostradas en la Figura 3.35 para el sector de “Demanda”, en la Figura 3.36 para el sector de “Recursos Económicos”, en la Figura 3.37 para el sector de “Infraestructura Celular” y en la Figura 3.38 para el sector de “Competencia y Portabilidad”, se describen a continuación:

Las variables “Fracción de Inversión en propaganda y mercadeo”, “Fracción de inversión para nuevas celdas de servicio” pertenecientes al sector de “Recursos Económicos”, al incrementarse aumentan luego de un tiempo el número de usuarios por operador en el sector de Demanda y la cobertura respectivamente, este último incrementa también de la Tasa de Nuevos Suscriptores por operador. Sin embargo, el incremento en la “Fracción de Inversión en propaganda y mercadeo”, en la “Fracción de inversión para nuevas celdas de servicio” y el aumento de cobertura que aumenta la infraestructura aumenta a su vez los gastos y reduce a su vez la utilidad dentro del sector de Recursos Económicos.

El incremento de la variable “Tarifa Onnet” dentro del sector de “Competencia y Portabilidad” tiende a disminuir luego de un tiempo a la variable Fracción de Demanda y esta a su vez a la tasa de nuevos suscriptores, al disminuir el número de suscriptores la variable Ingreso Telefónico Onnet dentro del sector de Recursos Económicos también disminuye y a su vez influye negativamente en la variable Inversión en nuevas celdas de servicio dentro del sector de Infraestructura Celular.

Al aumentar la Tasa de Nuevos Suscriptores aumenta el flujo de Recursos Económicos y la tasa de Inicio de Planificación de Estaciones para suplir la demanda, hasta aquí están presentes los sectores de Demanda, Recursos Económicos e Infraestructura Celular respectivamente, la Estaciones Implementadas aumentan también la variable Costos Operativos Anuales.

Al aumentar la “Tarifa offnet” aumenta la “Tarifa promedio” y por ende la variable “Efecto de la Externalidad de la Red” en el sector de “Competencia y Portabilidad”; esto disminuye la tasa de suscriptores portados o “Churn Rate” dentro de sector de “Competencia y Portabilidad” y favorece a un mayor crecimiento en el total de usuarios del operador.

3.5. EXPERIMENTACIÓN CON EL MODELO

A continuación, veremos la sección del modelo correspondiente al sector de demanda.

La demanda de telefonía celular en el Ecuador está representada por todos los usuarios de las operadoras móviles que tenemos en el país: Conecel, Otecel y CNT EP, mientras que la demanda insatisfecha es representada por la población actual mayor a 5 años que aún no adopta el servicio, la tasa de nuevos suscriptores depende del crecimiento anual de la población en el Ecuador; la intención de pago para acceder al servicio se calcula en función de los ingresos mensuales por persona y de la fracción de esos ingresos que estaría dispuesto a gastar en telefonía móvil. Para atraer nuevos suscriptores los operadores móviles optan por mejorar sus tarifas y hacer promociones a través de propagandas y mercadeo, gracias a la difusión de persona a persona se incrementa la fracción de adopción, aumenta la cobertura también estimula la adopción del servicio, la tasa de abandono a más de las tarifas depende también de la cobertura, los nuevos suscriptores no solo provienen de la demanda insatisfecha también provienen de suscriptores que manteniendo su mismo número realizan portabilidad desde otra operador de la competencia, sin embargo la externalidad de la red afecta negativamente a la portabilidad y por tanto a la competencia.

La tasa de nuevos suscriptores (que es un flujo) es la suma de suscriptores que adoptan el servicio por las tarifas, más los que adoptan el servicio por la propaganda, más los que adoptan el servicio por la difusión de persona a persona y más los que adoptan el servicio por la cobertura, todas son variables que alimentan el sistema (representadas con círculos), mientras que los acumuladores (representados por rectángulos) representan la cantidad de usuarios de cada operador, como vemos en la Figura 3.35.

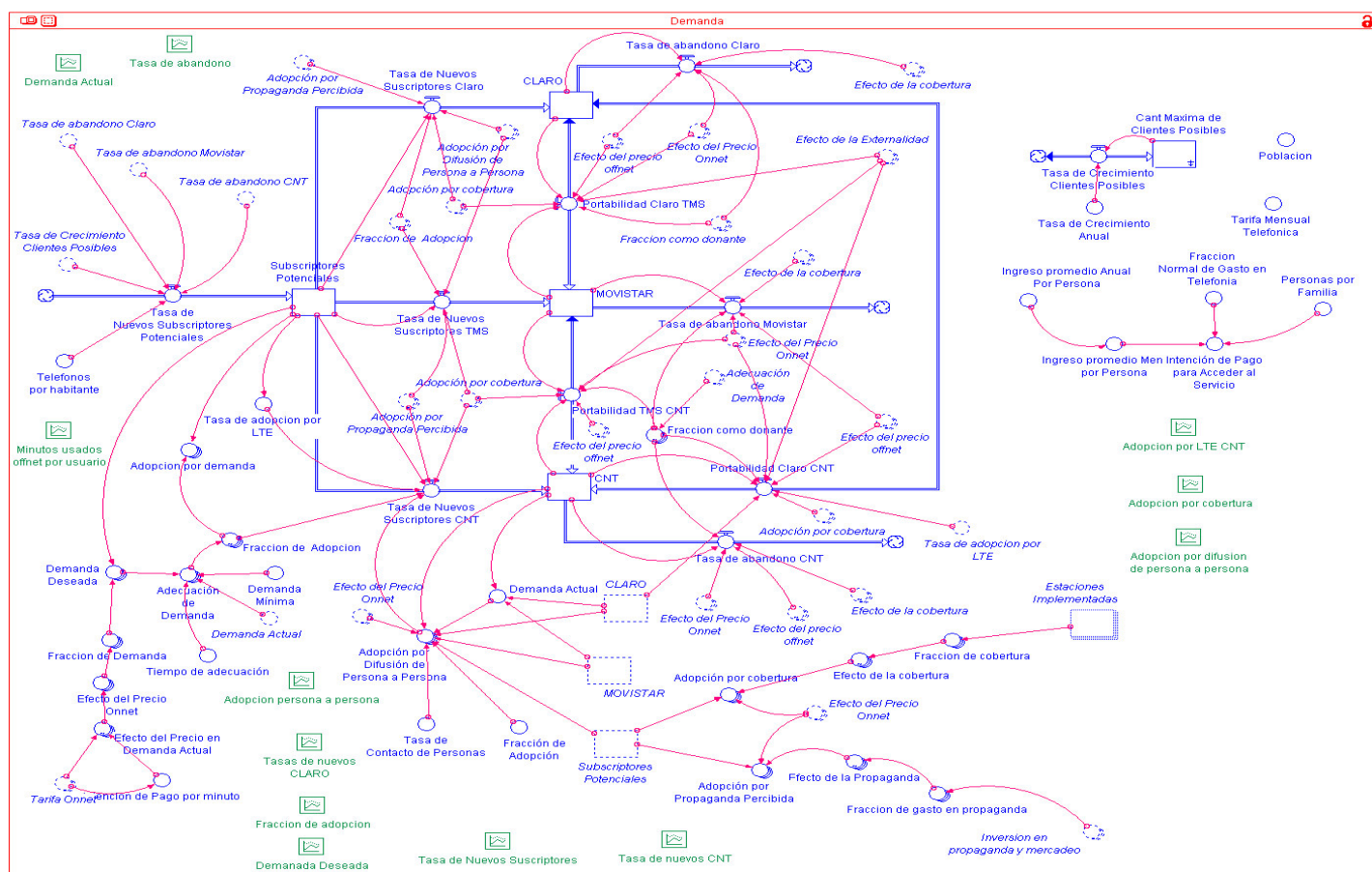


Figura 3.35: Sector de Demanda [5]

Los recursos económicos de los operadores móviles están representados por todos los ingresos y egresos que tienen las empresas presentes en el Ecuador, tenemos los ingresos por activación, ingresos por minutos onnet, los ingresos telefónicos por minutos offnet excluyendo los cargos de interconexión, y los cargos de interconexión recibidos por los minutos offnet de otros operadores, por otro lado los egresos vienen representados por los gastos en nuevas celdas de servicio, por los gastos en propaganda y mercadeo y por los costos operativos anuales (ver la Figura 3.36).

La “Tasa de Inicio de Planificación de Estaciones” más los “Costos de las Estaciones Celulares” incrementan los gastos en las nuevas celdas de servicio.

El “Total de estaciones” más los “Costos de las Estaciones Celulares” nos dan los “Costos de Capital”; una “Fracción de los Costos de Capital como parte de los Costos Operativos” nos da como resultado los gastos por “Costos Operativos anuales”.

A estos gastos se suman los “Costos de mantenimiento de usuarios” que vendrían a ser los gastos que se generan en los centros de atención de clientes.

Todo este conjunto de factores combinados representa al sector de recursos económicos o utilidad en el Ecuador.

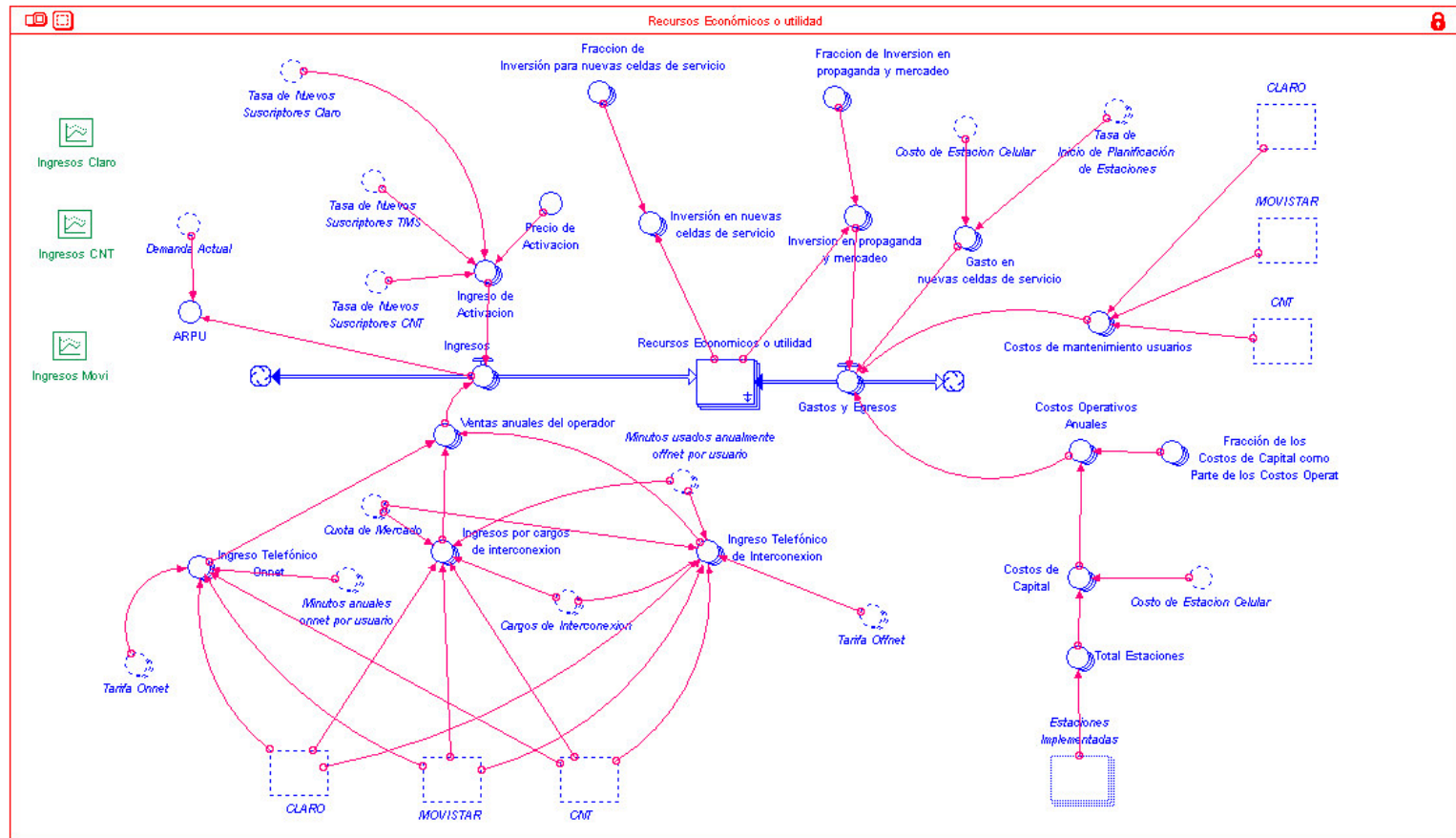


Figura 3.36: Sector de Recursos Económicos o utilidad [5]

La infraestructura celular representa el número de estaciones implementadas de telefonía móvil por cada operador presente; en nuestro país tenemos tres operadores: Conecel, Otecel y CNT EP, la tasa de planificación de cada operador depende de la demanda y de la inversión en nuevas celdas de servicio, el proceso de implementación pasa por varias etapas de desarrollo que empiezan con la planificación, desarrollo, y búsqueda de sitios, que están resumidos entre los procesos de planificación e implementación como vemos en la Figura 3.37.

Un incremento en el número de usuarios incentiva un aumento en el número de estaciones deseadas que dependen también del “tiempo de ajuste de estaciones telefónicas”.

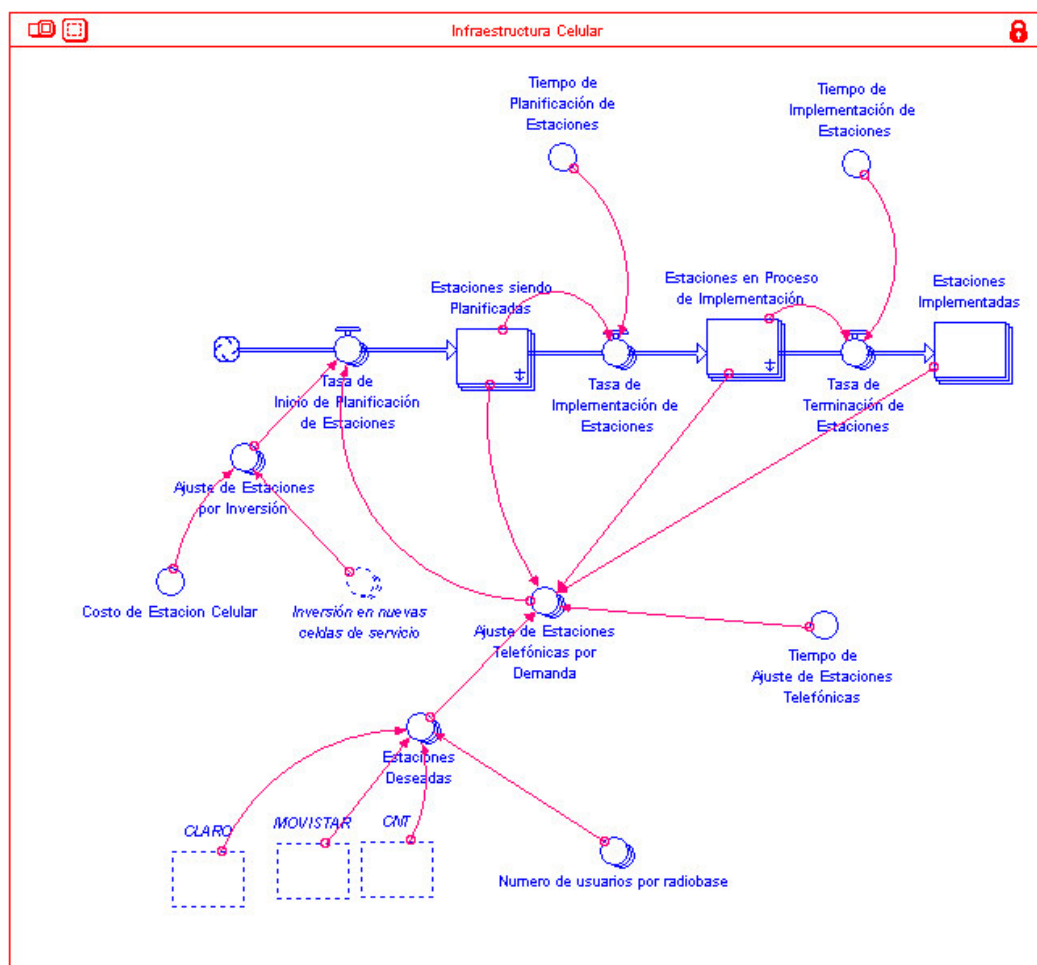


Figura 3.37: Sector de Infraestructura Celular [5]

La competencia representa la oportunidad de un operador entrante de crecer, la posibilidad de competir sin que las externalidades de los operadores dominantes interfieran ayuda a mejorar el mercado. Los parámetros que controlan los operadores son los precios de las tarifas onnet, las tarifas offnet, la fracción de inversión para nuevas celdas de servicio, y la fracción de inversión en propaganda y mercadeo como vemos en la Figura 3.38. El ente regulador en nuestro caso la ARCOTEL se encarga de disponer los techos tarifarios y los cargos de interconexión para cada operador, actualmente tenemos cargos de interconexión asimétricos.

La portabilidad representa a todos los usuarios que se han cambiado de operador manteniendo su mismo número, la tasa de suscriptores portados dependerá de la externalidad de la red y de las estrategias de competencia que efectúen los demás operadores.

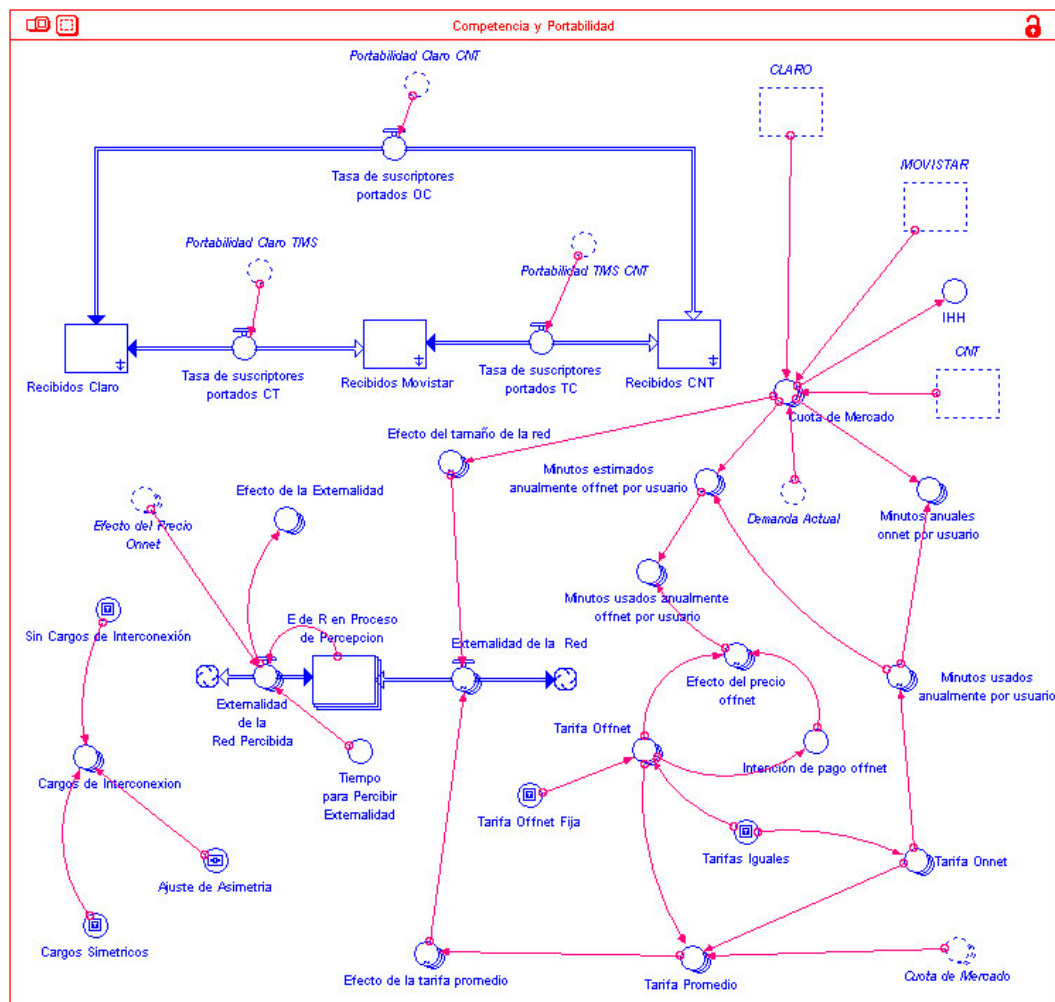


Figura 3.38: Sector de Competencia y Portabilidad [5]

CAPÍTULO 4

4. PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. PRUEBAS CON EL MODELO GENERADO

En la generación de políticas generalmente se usan métodos econométricos, estos utilizan estadísticas para verificar y cuantificar la teoría económica, estos modelos requieren representar los sistemas económicos de manera lineal para la estimación de parámetros, esto incluye factores un poco confusos con el propósito de acomodar la intuición del modelador, el problema está en que estos modelos pueden llevar a diferentes conclusiones acerca de los efectos de políticas de telecomunicaciones específicas en los países en desarrollo. [23]

La Dinámica de Sistemas ayuda a tener un mejor entendimiento del efecto que tienen las políticas como las que vamos a simular de la Tabla 7.

Nombre de la política a simular	Descripción de la política
Cargos asimétricos	Política actual de interconexión o caso base para las comparaciones de las demás tarifas.
Tarifa offnet más alta para Conecel	Mantenemos los cargos de interconexión actuales y las tarifas actuales de los demás operadores, solo aumentamos la tarifa offnet de Conecel.
Cargos simétricos	Los cargos de los 3 operadores son iguales mantiene los demás parámetros actuales sin ningún incremento en las tarifas.
Tarifas únicas	Se mantiene los cargos de interconexión pero la tarifa onnet es igual al tarifa offnet.
Cargos asimétricos y fijar un tope tarifario más bajo para las llamadas offnet	Se mantienen los cargos actuales de interconexión pero se fija una tarifa offnet máxima más baja para todos los operadores

Tabla 7: Políticas a simular con el modelo [5]

4.1.1. Impacto de las políticas de interconexión en la competencia

Después de las pruebas realizadas con el modelo encontramos que los cargos de interconexión asimétricos indicados en el capítulo 3 en la revisión histórica de las políticas de interconexión, cuya lógica es poner cargos mayores al operador dominante, tiene dos efectos importantes, uno en los ingresos percibidos por los operadores por llamadas offnet, y el otro efecto en la portabilidad. El primer efecto fue el esperado por la política con la finalidad de incentivar la inversión de los operadores más pequeños.

Como se mencionó en el capítulo 2, al aumentar los cargos que tiene que pagar el operador dominante hacia los demás, este puede elegir entre tener una tarifa offnet más alta o mantener una tarifa offnet similar a la de sus competidores, mientras que para los demás operadores al tener que pagar menos por cargos de interconexión pueden elegir entre tener una tarifa offnet más baja para atraer usuarios o mantener una tarifa offnet similar a la del operador dominante pero con la ventaja de tener más ingresos por esas llamadas.

Como veremos más adelante en los resultados del modelo, si bien las políticas actuales ayudaron al desarrollo del operador más pequeño, estas no afectaron al operador dominante y si se mantienen en el largo plazo afectarán aún más a la competencia de los operadores más pequeños, para una mejor competencia se espera que todos tengan una cuota de mercado o porcentaje de usuarios similar en el largo plazo.

4.1.2. Exploración del rol del Estado y del Sector Privado en políticas de interconexión

El Estado en relación a las políticas de interconexión es el encargado de precautelar que no existan prácticas anticompetitivas dentro del mercado, para esto puede establecer los cargos de interconexión entre los operadores y los techos tarifarios, esto deja un espacio muy abierto para que las empresas privadas generen estrategias dentro de lo que les permite la ley, ya que pueden establecer tanto las tarifas onnet que tienen un efecto en sus consumidores, como en las tarifas offnet, que tienen un efecto en la competencia.

Al tener menores cargos para los operadores más pequeños, el regulador, que es el Estado Ecuatoriano, esperaba generar mayor preferencia hacia estos operadores por tener tarifas offnet más bajas, sin embargo, no tomó en cuenta el efecto que tuvo el incremento de las tarifas offnet en el operador dominante en la portabilidad y en la tasa de abandono de usuarios, que con el tiempo terminó favoreciendo su crecimiento de usuarios y por lo tanto fortaleciendo su externalidad.

4.1.3. Comparación de resultados

Para la comparación de resultados usaremos el software iThink versión 10.0.6, este hace uso de tres elementos básicos, acumuladores que son representados por rectángulos, variables que son representadas por círculos y flujos que son representados por círculos con una llave en la parte superior para permitir un flujo mayor o menor entrante o saliente de un acumulador, como si fuera la llave que llena una bañera o el desagüe que nos permite vaciar el agua, de esta manera podemos variar diferentes parámetros y notar como los diferentes flujos nos dan diferentes resultados. Las ecuaciones implícitas en el modelo las encontraremos en el apéndice B de este trabajo, mientras que los datos de las variables los encontraremos en el apéndice C.

Tenemos los datos históricos del 2003 al 2015 y los proyectaremos hasta el 2023, el cual nos servirá de caso base, es decir, lo que sucedería si las políticas actuales de interconexión se mantienen similares, estos resultados los observaremos de color azul y de color rojo la comparación.

Con los resultados de la simulación mostraremos que una tarifa offnet alta para el operador dominante reduce su tasa de abandono de usuarios, y que por tanto mantiene su cuota de mercado, para el efecto aumentaremos la tarifa offnet del operador dominante en 4 centavos a partir del año 2016 como vemos en la Figura 4.1 para Conecel, en la Figura 4.2 para Otecel y en la Figura 4.3 para CNT EP.

En esta política los cargos de interconexión se mantienen asimétricos y las tarifas de los demás operadores también se mantienen iguales.

Los ingresos de Conecel en relación a la política descrita los vemos en la Figura 4.4, para Otecel en la Figura 4.5 y para CNT EP en la Figura 4.6; al respecto estos ingresos son menores debido a que el tráfico de llamadas offnet disminuye con el aumento de la tarifa offnet por la elasticidad en el precio de la demanda, esto no solo afecta al operador dominante sino también a los ingresos por cargos de interconexión que los operadores más pequeños reciben por estas llamadas offnet.

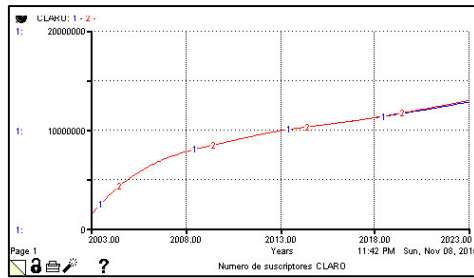


Figura 4.1: Número de suscriptores Conecel antes (1) y después (2) del aumento de 4 ctvs. en la tarifa offnet

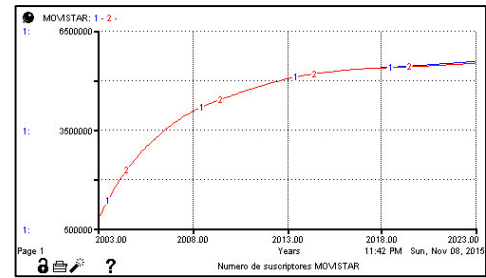


Figura 4.2: Número de suscriptores Otecel antes (1) y después (2) del aumento en la tarifa offnet de Conecel

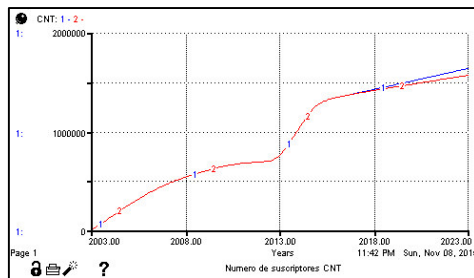


Figura 4.3: Número de suscriptores CNT EP antes (1) y después (2) del aumento en la tarifa offnet de Conecel

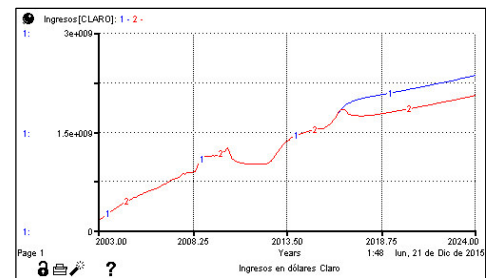


Figura 4.4: Ingresos Conecel antes (1) y después (2) del aumento en la tarifa offnet de Conecel

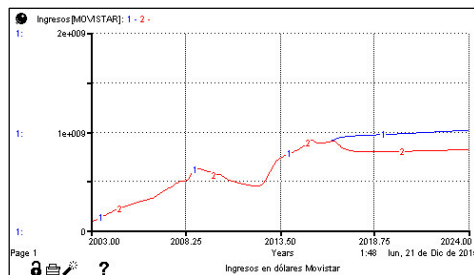


Figura 4.5: Ingresos Otecel antes (1) y después (2) del aumento en la tarifa offnet de Conecel

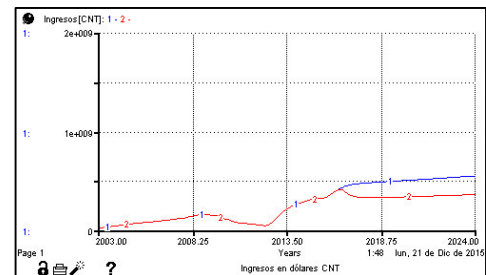


Figura 4.6: Ingresos CNT EP antes (1) y después (2) del aumento en la tarifa offnet de Conecel

Como pudimos ver el operador dominante termina ganando más usuarios de los que ganaría manteniendo su tarifa offnet, para entender esto necesitamos recordar lo que se mencionó en el capítulo 2 en la hipótesis dinámica que al aumentar la tarifa offnet disminuye la tasa de abandono de usuarios o “Churn Rate” debido a que los usuarios valoran recibir llamadas [18] y por tanto hay un crecimiento mayor en el número de suscriptores; en la Figura 4.7 vemos como el IHH es afectado por esta política ocasionando que aumente.

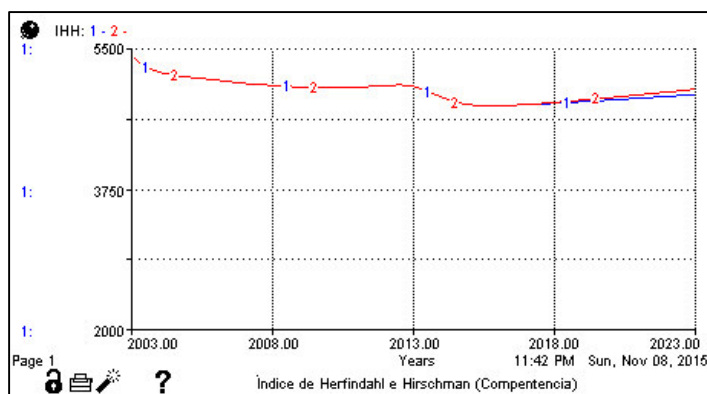


Figura 4.7: IHH antes (1) y después (2) del aumento en la tarifa offnet de Conecel

La portabilidad inicio en el año 2009, el operador dominante al año 2013 acumulo más de 65 mil líneas, en el 2014 con el ingreso de LTE se favoreció la portabilidad para CNT EP, sin embargo nos enfocaremos en crecimiento hasta el año 2013 del operador dominante, en el año 2009 se redujo los costos de interconexión hacia al operador dominante, hasta ese momento las tarifas offnet de Conecel eran mayores a las de CNT EP, mientras que en el año 2011 incrementó de nuevo sus tarifas offnet, se convirtieron en las tarifas más altas y aun así siguió ganando usuarios por portabilidad hasta el 2013, lo mismo sucedió con la adopción del servicio del operador dominante, este comportamiento fue explicado en el capítulo 2 en la Hipótesis Dinámica y se puede hallar referencias en [17] y [1]. Explica por qué una tarifa offnet más alta en el operador dominante es perjudicial para el resto de operadores.

Haciendo referencia a la Hipótesis Dinámica vemos que se activa el lazo de reforzamiento “+R5”, que tiene que ver con el aumento de la tarifa offnet, y que como vemos disminuye el “churn rate” o tasa de abandono del operador. Esto último debido a que los usuarios valoran el poder recibir llamadas, mientras más alta sea la tarifa offnet del operador dominante es más difícil que los usuarios de la competencia reciban llamadas y por tanto se vuelve menos atractiva la portabilidad. Por otro lado un aumento en la tarifa offnet reduce la cantidad de minutos usados offnet por usuario, lo que a su vez reduce el ingreso telefónico offnet, las ventas anuales y los recursos económicos disponibles para inversión, finalmente se reduce la cantidad de nuevos usuarios ganados activando el lazo de reforzamiento “+R7”

Para la siguiente política usando las ecuaciones del apéndice B y los datos del apéndice C simularemos los resultados de cambiar los cargos asimétricos a cargos simétricos a partir del año 2016.

Como podemos observar en la Figura 4.8 para Conecel, en la Figura 4.9 para Otecel y en la Figura 4.10 para CNT EP la política antes descrita no afecta al número de usuarios debido a que las tarifas actuales se mantienen iguales, sin embargo, los cargos de interconexión tiene un efecto en los ingresos de los operadores, ocasionando pérdidas en los operadores más pequeños y mayor ganancia en el operador dominante como vemos en la Figura 4.11 para Conecel, en la Figura 4.12 para Otecel y en la Figura 4.13 para CNT EP, esto sucede porque el operador puede elegir entre disminuir o no sus tarifas offnet, sin embargo en base a lo que hemos visto a nivel histórico en el capítulo 3 el operador dominante aumenta las tarifas offnet.

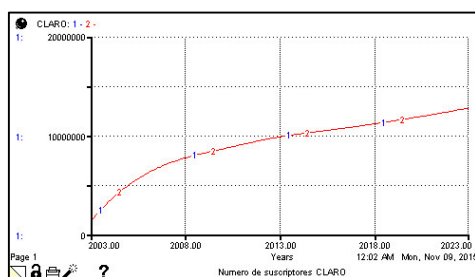


Figura 4.8: Número de suscriptores de Conecel antes y después de cargos de interconexión simétricos

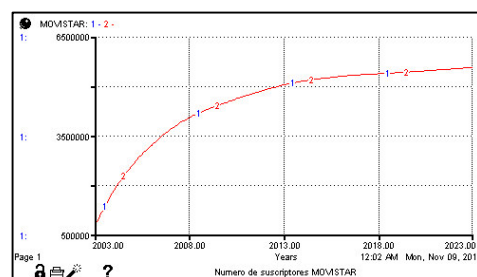


Figura 4.9: Número de suscriptores de Otecel antes y después de cargos de interconexión simétricos

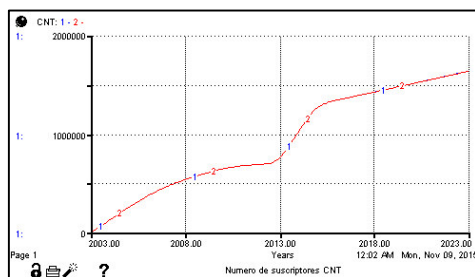


Figura 4.10: Número de suscriptores de CNT EP antes y después de cargos de interconexión simétricos

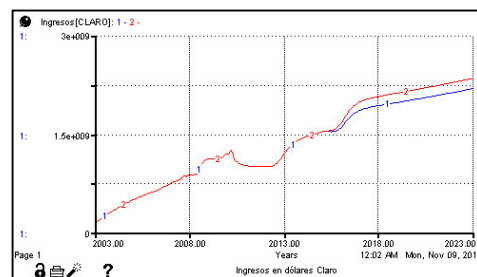


Figura 4.11: Ingresos de Conecel antes y después de cargos de interconexión simétricos

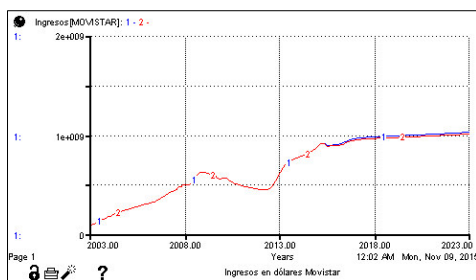


Figura 4.12: Ingresos de Otecel antes y después de cargos de interconexión simétricos

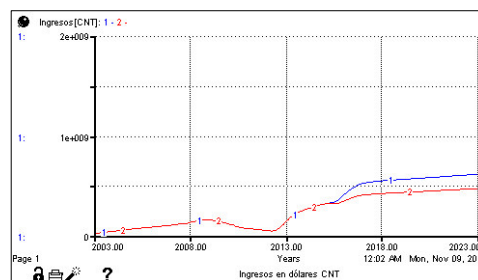


Figura 4.13: Ingresos de CNT EP antes y después de cargos de interconexión simétricos

Otro aspecto a notar es que el IHH se mantiene igual (ver Figura 4.14), debido a que no hay un cambio significativo en las tarifas que puedan cambiar la externalidad de la red del operador dominante.

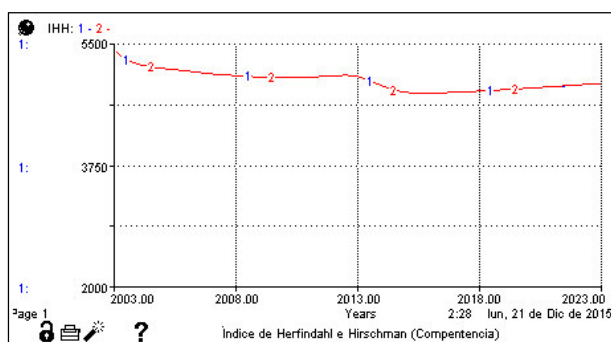


Figura 4.14: IHH con cargos de interconexión simétricos

La siguiente política a implementar sería mantener los cargos de interconexión asimétricos ya que eso beneficia a los operadores más pequeños y añadimos que los operadores mantengan tarifas únicas, onnet igual a la tarifa offnet. Para el efecto usaremos las tarifas únicas o de multidespacho mostradas al inicio del capítulo 2 a partir del año 2016, que son una opción para los usuarios, pero que no tienen demasiada acogida porque los precios son más altos.

Podemos observar en la Figura 4.15 para Conecel, en la Figura 4.16 para Otecel y en la Figura 4.17 para CNT EP que al igualar las tarifas la adopción de los operadores más pequeños mejora y para el Operador Dominante (Conecel) disminuye un poco y que los ingresos de los tres operadores disminuyen porque al tener tarifas más altas la cantidad de minutos consumidos por usuarios disminuye y por tanto los ingresos son menores como vemos en la Figura 4.18 para Conecel, en la Figura 4.19 para Otecel y en la Figura 4.20 para CNT EP.

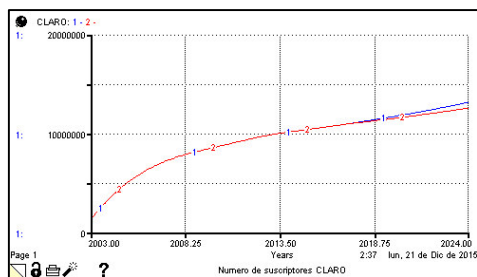


Figura 4.15: Número de suscriptores CONECEL antes y después de usar tarifas únicas

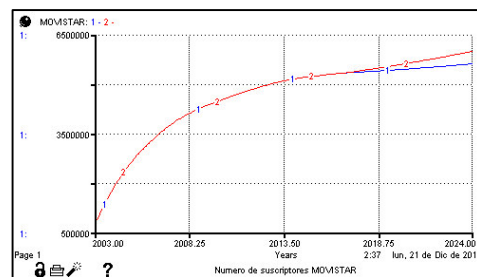


Figura 4.16: Número de suscriptores OTECEL antes y después de usar tarifas únicas

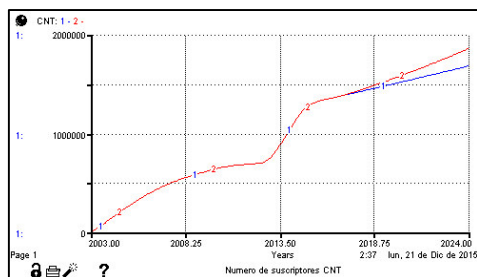


Figura 4.17: Número de suscriptores CNT EP antes y después de usar tarifas únicas

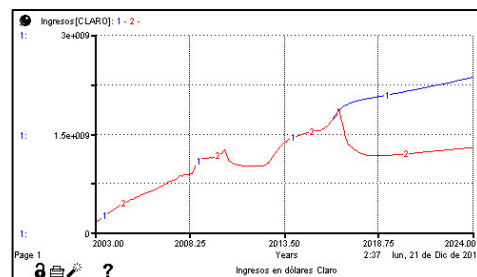


Figura 4.18: Ingresos CONECEL antes y después de usar tarifas únicas

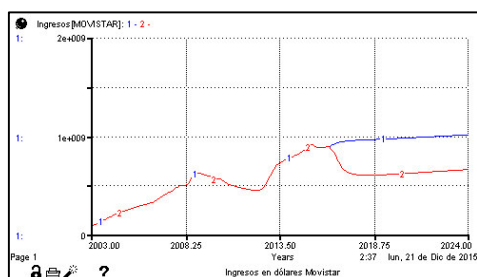


Figura 4.19: Ingresos OTECEL antes y después de usar tarifas únicas

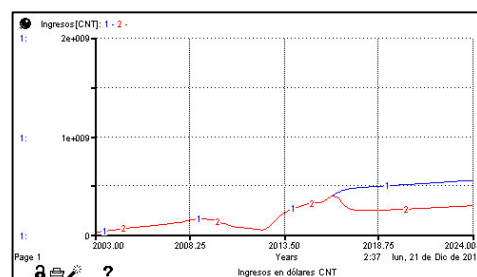


Figura 4.20: Ingresos CNT EP antes y después de usar tarifas únicas

Podemos observar en la Figura 4.21 que esta última política beneficia a la competencia en el país porque el IHH es menor, funciona de esta manera porque anulamos el efecto que tienen las tarifas offnet en el Operador Dominante (Conecel), sin embargo, esta política no es la óptima porque impide tener tarifas por debajo de los costos de interconexión de los operadores.

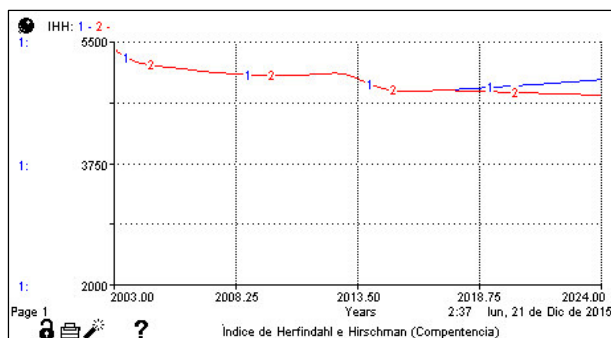


Figura 4.21: IHH con tarifas únicas

Haciendo referencia a la Hipótesis Dinámica, al aumentar la tarifa promedio se activan los lazos de balanceo “-B1” y “-B2”, esto provoca que disminuya la “externalidad de la red” y que aumente el “Churn rate” o tasa de abandono de usuarios, permitiendo que haya una mejor portabilidad de usuarios. Sin embargo, al tener tarifas onnet y offnet más altas disminuyen los ingresos, las ventas anuales y los recursos económicos del operador, disminuyendo así su inversión y finalmente la cantidad de suscriptores que se podrían ganar como lo vemos en el lazo de reforzamiento “+R7”.

Finalmente, proponemos una nueva política que incluya la fijación de la tarifa offnet para todos los operadores, manteniendo los cargos de interconexión asimétricos. Las tarifas onnet las dejaremos en su estado actual, ya que históricamente se mantienen estables en el tiempo desde el año 2009.

Conecel tiene la tarifa mínima offnet más alta en 18 centavos, CNT EP la más baja 8 centavos, por lo que la tarifa a ser fijada será igual a la tarifa offnet de Otecel que considera los costos y un margen razonable de rentabilidad a partir del año 2016, esta tarifa es de 15 centavos el minuto de interconexión.

En esta última comparación podemos apreciar en la Figura 4.22 que los usuarios de Conecel disminuyen un poco, lo mismo pasa en la Figura 4.23 para Otecel, mientras que para CNT EP en la Figura 4.24 los resultados esperados son óptimos porque aumentan sus usuarios y eso mejora el IHH y por tanto la competencia del país, aunque la política de igualar la tarifa onnet a la offnet parece ser la mejor, está no es la óptima porque impide tener tarifas bajas para los operadores por el hecho que se deben considerar los costos de interconexión, mientras que la política de fijar las tarifas offnet tiene resultados muy buenos en la adopción y en los ingresos de los operadores como vemos en la Figura 4.25 para Conecel, en la Figura 4.26 para Otecel y en la Figura 4.27 para CNT EP; la cuota de mercado de Conecel disminuye como vemos

en la Figura 4.28, la cuota de mercado de Otecel aumenta como vemos en la Figura 4.29 y la cuota de mercado de CNT EP aumenta como vemos en la Figura 4.30; al final tenemos que el IHH disminuye como muestra la Figura 4.31.

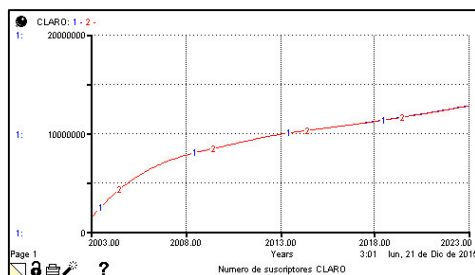


Figura 4.22: Número de Suscriptores CONECEL antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.

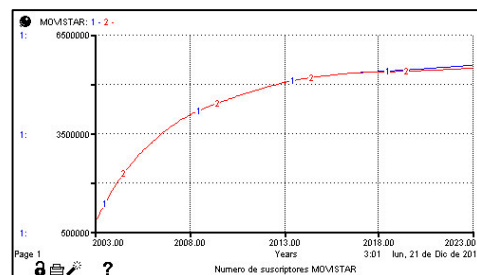


Figura 4.23: Número de Suscriptores OTECEL antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.

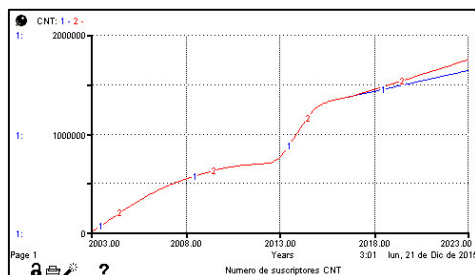


Figura 4.24: Número de Suscriptores CNT EP antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.

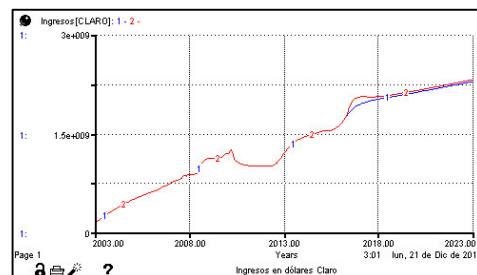


Figura 4.25: Ingresos CONECEL antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.

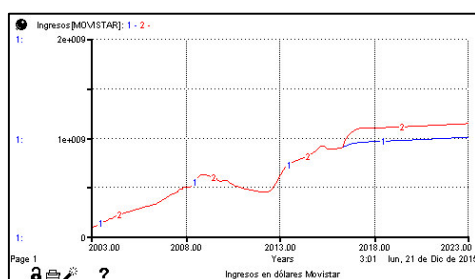


Figura 4.26: Ingresos OTECEL antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.

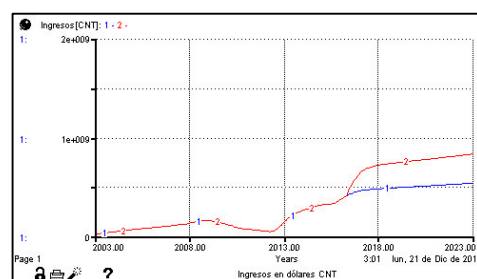


Figura 4.27: Ingresos CNT EP antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.

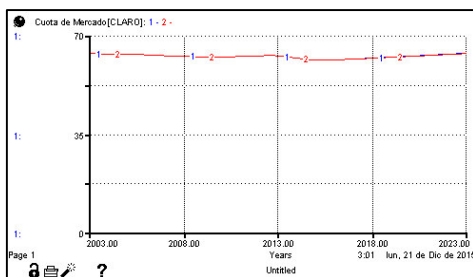


Figura 4.28: Cuota de Mercado CONECEL antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.

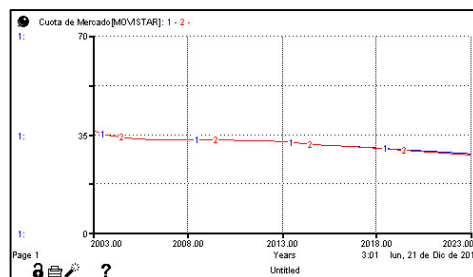


Figura 4.29: Cuota de Mercado OTECEL antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.

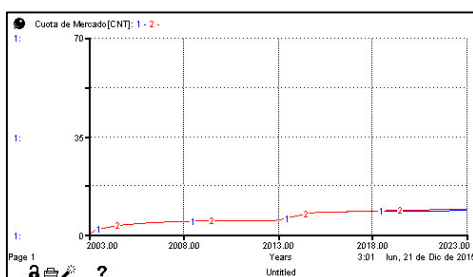


Figura 4.30: Cuota de Mercado CNT EP antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.

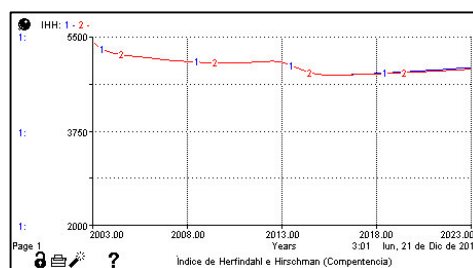


Figura 4.31: IHH antes y después de fijar la tarifa offnet a 15 ctvs.

Haciendo referencia a la Hipótesis Dinámica, se activa el lazo de reforzamiento “+R5”, en el caso de Conecel se disminuye la tarifa offnet original que tenía, en el caso de Otecel se mantiene igual y en la caso de CNT EP aumenta lo que disminuye su tasa de abandono y favorece su crecimiento. Al aumentar la cantidad de usuarios de CNT EP se activa también el lazo de reforzamiento “+R9” que se refiere a la adopción por difusión de persona a persona.

También se realizaron pruebas con el modelo con distintos niveles de asimetría, a menor asimetría mayor el IHH y a mayor asimetría un valor similar al último logrado.

Esta política funciona porque elimina el efecto que tienen las tarifas offnet altas en los usuarios del operador dominante, permitiéndoles mayor libertad al momento de cambiarse de operador.

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, analizaremos lo observado anteriormente.

4.2.1. Conceptos y variables promisorias

El principal concepto a entender es la externalidad de la red, ya que esta puede variar dependiendo del bien que se genera para el usuario que se mantiene en el operador dominante.

Tenemos dos variables promisorias para el ente regulador, los cargos de interconexión y las tarifas offnet, comenzaremos por esta última dado que esta afecta la externalidad y por ende la competencia, su fijación no debería estar en manos de los operadores, o por lo menos del operador dominante, esta variable debería fijarla el ente regulador en función de los costos y un margen razonable de rentabilidad como se indicó anteriormente.

Los cargos de interconexión deben favorecer el ingreso de nuevos operadores, por lo tanto las políticas asimétricas se deben mantener mientras exista asimétrica en los porcentajes de usuarios de los operadores, es decir, debe fijarse en función de las cuotas de mercado de los operadores.

4.2.2. Investigaciones futuras

Con una mayor adopción en el servicio de datos, y nuevas estrategias de ventas de los operadores en este aspecto, se requiere una investigación sobre el impacto que tienen los servicios de comunicación en datos en el tráfico de interconexión de voz en el país.

4.2.3. Afirmaciones y nuevas políticas de interconexión

Una tarifa offnet alta para el operador dominante reduce su tasa de abandono de usuarios, y por tanto le permite mantener su cuota de mercado.

Costos de interconexión simétricos favorecen al operador dominante y aumentan su adopción del servicio.

Tener tarifas únicas o iguales entre onnet y offnet manteniendo los costos de interconexión asimétricos no es óptimo porque impide tener tarifas bajas en el

operador dominante porque debe mantener una tarifa que incluya los costos offnet.

Fijar una tarifa offnet para los tres operadores es lo más justo para tener una competencia leal porque se pierde el efecto que estas tarifas tienen en la tasa de abandono y portabilidad, y permiten a los usuarios tener mayor libertad al momento de cambiarse de operador.

4.2.4. Problemas a futuro en relación a la interconexión

Con la adopción de nuevas tecnologías de acceso móvil como lo es LTE, que está basada completamente en el protocolo IP, el servicio de voz de circuitos conmutados pasa a convertirse en un servicio de voz sobre LTE, mejor conocido para esta tecnología como VoLTE, que tiene una capacidad tres veces mayor que su tecnología predecesora UMTS y seis veces mayor que GSM, esto obviamente trae nuevos retos para las operadores, al momento de generar una mayor adopción del servicio LTE, de igual manera para la ARCOTEL se genera un nuevo problema de cómo tratar el tema de la interconexión en redes de flujo de datos IP.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Podemos concluir que las regulaciones actuales de interconexión no son óptimas al momento de brindar libertad a los usuarios para cambiarse de operador, ya que generan una externalidad en el operador dominante al aumentar la tarifa offnet, al momento de establecerse las tarifas de interconexión asimétricas se mejoró la competencia de los operadores más pequeños, sin embargo, el lazo causal que se forma entre la tasa de abandono y el aumento de las tarifas offnet no fue considerado, o no fue observado, con el pasar de años el operador dominante aumentó su tarifa offnet mientras los demás la bajaron al valor más bajo de rentabilidad, y sin embargo, en términos de portabilidad, el operador dominante termino ganando.
2. Recomendamos que las tarifas offnet no sean discriminatorias de tal manera que los operadores no puedan utilizar las externalidades de la red para desalentar a los suscriptores de portarse. [17]
3. Con la política propuesta de fijar la tarifa offnet para los operadores a 15 centavos (manteniendo los costos de interconexión asimétricos), logramos mejorar la portabilidad de usuarios hacia los operadores más pequeños, mejorando el IHH y por tanto la competencia en el Ecuador, esto funciona porque elimina el efecto que tienen las tarifas altas en el operador dominante,

por lo que se recomienda implementar esta política en el reglamento de interconexión ya que ley actual está a favor de la competencia sana y leal.

4. Para mejorar el modelo en la parte de ingresos de los operadores se necesita información detallada de los ingresos por venta de minutos prepago, pospago y de interconexión, esta información actualmente no existe en la página web de la ARCOTEL ni en la página de la Superintendencia de Compañías, por lo que una recomendación adicional para mejorar el modelo sería tener el detalle económico de dicha información; de igual manera con los datos de tráfico onnet y tráfico de interconexión que fueron aproximados como se explicó en la metodología.

APÉNDICES

APÉNDICE A

Ley Orgánica de Telecomunicaciones

Artículo 3.- Objetivos.

Son objetivos de la presente Ley:

1. Promover el desarrollo y fortalecimiento del sector de las telecomunicaciones.
2. Fomentar la inversión nacional e internacional, pública o privada para el desarrollo de las telecomunicaciones.
3. Incentivar el desarrollo de la industria de productos y servicios de telecomunicaciones.
4. Promover y fomentar la convergencia de redes, servicios y equipos.
5. Promover el despliegue de redes e infraestructura de telecomunicaciones, que incluyen audio y vídeo por suscripción y similares, bajo el cumplimiento de normas técnicas, políticas nacionales y regulación de ámbito nacional, relacionadas con ordenamiento de redes, soterramiento y mimetización.
6. Promover que el país cuente con redes de telecomunicaciones de alta velocidad y capacidad, distribuidas en el territorio nacional, que permitan a la población entre otros servicios, el acceso al servicio de Internet de banda ancha.
7. Establecer el marco legal para la provisión de los servicios públicos de telecomunicaciones como responsabilidad del Estado Central, con sujeción a los principios constitucionalmente establecidos y a los señalados en la presente Ley y normativa aplicable, así como establecer los mecanismos de delegación de los sectores estratégicos de telecomunicaciones y espectro radioeléctrico.
8. Establecer el marco legal para la emisión de regulación ex ante, que permita coadyuvar en el fomento, promoción y preservación de las condiciones de competencia en los mercados correspondientes en el sector de las telecomunicaciones, de manera que se propenda a la reducción de tarifas y a la mejora de la calidad en la prestación de servicios de telecomunicaciones.
9. Establecer las condiciones idóneas para garantizar a los ciudadanos el derecho a acceder a servicios públicos de telecomunicaciones de óptima calidad, con precios y tarifas equitativas y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características.
10. Establecer el ámbito de control de calidad y los procedimientos de defensa de los usuarios de servicios de telecomunicaciones, las sanciones por la vulneración de estos derechos, la reparación e indemnización por deficiencias, daños o mala calidad de los servicios y por la interrupción de los servicios públicos de telecomunicaciones que no sea ocasionada por caso fortuito o fuerza mayor.
11. Garantizar la asignación a través de métodos transparentes y en igualdad de condiciones de las frecuencias del espectro radioeléctrico que se atribuyan para la gestión de estaciones de radio y televisión, públicas, privadas y comunitarias, así como el acceso a bandas libres para la explotación de redes inalámbricas, precautelando que en su utilización prevalezca el interés colectivo y bajo los principios y normas que rigen la distribución equitativa del espectro radioeléctrico.
12. Promover y supervisar el uso efectivo y eficiente del espectro radioeléctrico y demás recursos limitados o escasos de telecomunicaciones y garantizar la adecuada gestión y administración de tales recursos, sin permitir el oligopolio o monopolio directo o indirecto del uso de frecuencias y el acaparamiento.
13. Fomentar la neutralidad tecnológica y la neutralidad de red.
14. Garantizar que los derechos de las personas, especialmente de aquellas que constituyen grupos de atención prioritaria, sean respetados y satisfechos en el ámbito de la presente Ley.
15. Facilitar el acceso de los usuarios con discapacidad a los servicios de telecomunicaciones, al uso de equipos

terminales y a las exoneraciones y beneficios tarifarios que se determinen en el Ordenamiento Jurídico Vigente.

16. Simplificar procedimientos para el otorgamiento de títulos habilitantes y actividades relacionadas con su administración y gestión.

17. Establecer los mecanismos de coordinación con organismos y entidades del Estado para atender temas relacionados con el ámbito de las telecomunicaciones en cuanto a seguridad del Estado, emergencias y entrega de información para investigaciones judiciales, dentro del debido proceso.

TÍTULO IV REGULACIÓN SECTORIAL EX ANTE PARA EL FOMENTO, PROMOCIÓN Y PRESERVACIÓN DE LAS CONDICIONES DE COMPETENCIA

CAPÍTULO I Tipos de Regulación

Artículo 26.- Regulación sectorial.

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, dentro del ámbito de sus competencias, observará los lineamientos para la regulación y principios aplicables conforme al ordenamiento jurídico vigente, a fin de coadyuvar a través de la regulación sectorial de telecomunicaciones que para el efecto emita y sus acciones, en el fomento, promoción y preservación de las condiciones de competencia en los mercados correspondientes que para el caso determine.

Artículo 27.- Ámbitos de regulación.

La regulación sectorial de telecomunicaciones para el fomento, promoción y preservación de las condiciones de competencia, al menos será en los ámbitos: técnico, económico y de acceso a insumos de infraestructura.

Artículo 28.- Regulación económica.

Consistente en adoptar medidas para establecer tarifas o precios regulados, evitar distorsiones en los mercados regulados, evitar el reforzamiento del poder de mercado o garantizar el acceso de los usuarios a los servicios públicos.

Artículo 29.- Regulación técnica.

Consistente en establecer y supervisar las normas para garantizar la compatibilidad, la calidad del servicio y solucionar las cuestiones relacionadas con la seguridad y el medio ambiente.

Artículo 30.- Regulación del acceso.

Consistente en asegurar el acceso no discriminatorio a los insumos necesarios, en especial a infraestructuras que se califiquen como facilidades esenciales.

CAPÍTULO II Regulación de mercados

Artículo 31.- Determinación de mercados relevantes.

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, con sujeción al Reglamento de Mercados que para el efecto apruebe, determinará al menos cada dos años los mercados relevantes relativos a servicios o redes de telecomunicaciones, tanto mayoristas como minoristas y el ámbito geográfico, con el propósito de establecer si dichos mercados se están desarrollando en un entorno de competencia efectiva, cuyas características pueden dar lugar a la imposición a los prestadores con poder de mercado de obligaciones específicas de manera proporcionada y justificada.

Las obligaciones se mantendrán, se modularán o modificarán mientras subsista la inexistencia de competencia efectiva o el poder de mercado, caso contrario se suprimirán.

Artículo 32.- Imposición de obligaciones.

En el Reglamento de Mercados, constarán las condiciones para la imposición, modulación, modificación o supresión de obligaciones a los prestadores con poder de mercado o preponderantes.

Sin perjuicio de que la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, establezca otro tipo de obligaciones en el Reglamento de Mercados, se podrán imponer a los operadores con poder de mercado o preponderantes y de ser el caso, a sus empresas vinculadas según corresponda, entre otras, las siguientes obligaciones:

1. Proporcionar información relativa a contabilidad, especificaciones técnicas, características de las redes, condiciones de suministro y utilización, incluidas, en su caso, las condiciones que pudieran limitar el acceso o la utilización de servicios o aplicaciones, así como los precios.

2. Proporcionar en forma oportuna y completa la información que le requiera la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, conforme con los formatos y periodicidad que para el efecto determine.

3. Llevar contabilidad de costos o regulatoria, en caso de que preste varios servicios, en el formato y con la metodología que, en su caso, determine la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.

4. Fijación de precios y tarifas que permitan promover y fomentar la competencia efectiva y los beneficios para los usuarios en términos de precios y calidad de los servicios así también para favorecer la inversión por parte del prestador de servicios, de modo especial, en redes de nueva generación. Se incluye el mecanismo tarifario para servicios dentro de la misma red o fuera de la red (on-net u off-net).

5. Fijar cargos de interconexión que promuevan la erradicación de prácticas anticompetitivas.

6. Limitaciones de comercialización de servicios y uso de equipos terminales.

7. Prohibición de suscribir contratos de arrendamiento para instalación de infraestructura.

8. Fijación de cargos de interconexión simétricos.

9. Fijación de cargos de interconexión asimétricos.

10. Regulación de tarifas simétrica.

11. Regulación de tarifas asimétrica.

12. Obligaciones de compartición de infraestructura.

13. Regulación sobre uso de marcas o nombres comerciales.

Artículo 33.- Operador con poder de mercado y preponderante.

Se considerará como operador con poder de mercado, al prestador de servicios de telecomunicaciones y servicios por suscripción cuando tenga la capacidad para influir significativamente en el mercado. Dicha capacidad la puede alcanzar de manera

individual o conjuntamente con otros, cuando por cualquier medio sean capaces de actuar de modo independiente con prescindencia de sus competidores, compradores, clientes, proveedores, usuarios, distribuidores u otros sujetos que participen en el mercado, cuando en forma efectiva, controle, directa o indirectamente los precios en un mercado o en un segmento de mercado o en una circunscripción geográfica determinados; o, la conexión o interconexión a su red.

En el Reglamento de Mercados que apruebe la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones constarán los criterios para determinar si un prestador de servicios tiene poder de mercado en un determinado mercado relevante y en otro u otros mercados de relevancia estrechamente vinculados, de manera que haga posible que el poder que se tiene en un mercado produzca repercusiones en el otro, reforzando de esta manera el poder de mercado.

Se considerará que existe preponderancia cuando el prestador de servicios de telecomunicaciones y servicios por suscripción, tenga más del 50% de abonados, clientes, suscriptores, líneas activas, tráfico u otros, en un determinado mercado o servicio, en cuyo caso, la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones podrá establecer de manera directa mediante resolución, las obligaciones que se justifiquen, conforme a lo previsto en el artículo precedente.

Artículo 34.- Pago por concentración de mercado para promover competencia.

A fin de evitar las distorsiones en el mercado de servicios de telecomunicaciones y servicios por suscripción y promover la competencia, los prestadores privados que concentren mercado en función del número de abonados o clientes del servicio concesionado, autorizado o registrado, pagarán al Estado un porcentaje de sus ingresos totales anuales conforme a la siguiente tabla:

DESDE	HASTA	PAGO
30%	34.99%	0,5%
35%	44.99%	1%
45%	54.99%	3%
55%	64.99%	5%
65%	74.99%	7%
75%	En adelante	9%

La recaudación de estos valores será trimestral y la realizará la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, de conformidad con la regulación que para el efecto emita.

Esta obligación es independiente de cualquier otra obligación prevista en la presente Ley.

TÍTULO VII INTERCONEXIÓN Y ACCESO

CAPÍTULO I Disposiciones comunes

Artículo 66.- Principios.

La interconexión y el acceso deberán realizarse de conformidad con principios de igualdad, no discriminación, neutralidad, buena fe, transparencia, publicidad y sobre la base de costos.

Artículo 67.- Interconexión.

A los efectos de esta Ley, se entiende por interconexión a la conexión o unión de dos o más redes públicas de telecomunicaciones, a través de medios físicos o radioeléctricos, mediante equipos o instalaciones que proveen líneas o enlaces de telecomunicaciones para el intercambio, tránsito o terminación de tráfico entre dos prestadores de servicios de telecomunicaciones, que permiten comunicaciones entre usuarios de distintos prestadores de forma continua o discreta.

Artículo 68.- Acceso.

A los efectos de esta Ley, se entiende por acceso, a la puesta a disposición de otro prestador, en condiciones definidas, no discriminatorias y transparentes, de recursos de red o servicios con fines de prestación de servicios de telecomunicaciones, incluyendo cuando se utilicen para servicios de radiodifusión, sujetos a la normativa que emita la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, la misma que podría incluir entre otros los siguientes aspectos: el acceso a elementos y recursos de redes, así como a otros recursos y sistemas necesarios; las interfaces técnicas, protocolos u otras tecnologías que sean indispensables para la interoperabilidad de los servicios o redes.

Artículo 69.- Obligatoriedad.

Los prestadores de servicios de telecomunicaciones que operen o controlen redes públicas de telecomunicaciones tienen la obligación de interconectarse con otras redes públicas de telecomunicaciones y permitir el acceso a otros prestadores de servicios de telecomunicaciones, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley, su Reglamento General y las regulaciones correspondientes. A tal efecto, deberán poseer diseños de arquitectura de red abierta que permitan la interconexión y la interoperabilidad de sus redes y el acceso a las mismas.

CAPÍTULO II Procedimiento

Artículo 70.- Facultad de intervención.

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, en cualquier momento, podrá intervenir en las relaciones de interconexión y acceso, ya sea que estas se hayan establecido por acuerdo o disposición, a petición de cualquiera de las partes involucradas, o de oficio cuando esté justificado, con el objeto de fomentar y, en su caso, garantizar la interconexión y el acceso, la interoperabilidad de los servicios, la competencia o la consecución de los objetivos establecidos en esta Ley. La decisión adoptada será ejecutiva y vinculante, sin perjuicio de derecho a peticiones o impugnaciones administrativas y judiciales.

Las obligaciones y condiciones que se impongan de conformidad con este artículo serán objetivas, transparentes, proporcionales y no discriminatorias. En caso de intervención, la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones deberá considerar la viabilidad técnica y económica de utilizar o instalar recursos que compitan entre sí, tomando en cuenta la naturaleza y el tipo de interconexión o acceso de que se trate y el desarrollo del mercado, la posibilidad de proporcionar el acceso propuesto, en relación con la capacidad disponible debidamente justificada, la inversión inicial del propietario del recurso, teniendo presentes los riesgos incurridos al efectuarla, la necesidad de salvaguardar la competencia a largo plazo; y, cuando proceda, los derechos pertinentes en materia de propiedad intelectual.

Artículo 71.- Regulación económica de la interconexión y el acceso.

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones está facultada para imponer, entre otras, obligaciones en materia de separación de cuentas en relación con la interconexión o el acceso. De igual manera está facultada para imponer condiciones económicas, incluyendo cargos de interconexión o precios mayoristas en relación con la interconexión o acceso. La Agencia podrá establecer un valor cero (0) como cargo de interconexión, en aplicación del artículo 32 de esta Ley.

Los cargos y precios mayoristas que se acuerden o impongan para la interconexión y el acceso deberán servir para fomentar la eficiencia y la competencia sostenible y potenciar al máximo los beneficios para los usuarios. La carga de la prueba respecto de los costos de la interconexión o el acceso,

corresponde al prestador que los aplique o que los alegue.

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones podrá utilizar métodos o modelos de cálculo de costos distintos de los utilizados por la empresa o tomar en cuenta los costos de otros mercados comparables y podrá exigir a un prestador que justifique plenamente los cargos o precios que aplica y, cuando proceda, ordenarle que los modifique.

Artículo 72.- Negociación y acuerdo.

Cualquier prestador de servicios de telecomunicaciones podrá solicitar a otro la interconexión o el acceso según el caso. Las y los interesados podrán negociar libremente las condiciones de interconexión o acceso, dentro de lo establecido en esta Ley, su Reglamento General y las regulaciones respectivas. No obstante, podrán requerir la intervención de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones con carácter de observador en la negociación.

La solicitud de interconexión o acceso deberá realizarse de forma escrita, con indicación de los aspectos técnicos, económicos y jurídicos requeridos. El interesado deberá remitir copia de la solicitud a la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. El acuerdo deberá suscribirse dentro de los sesenta (60) días hábiles siguientes a la fecha de la solicitud de interconexión o acceso.

Artículo 73.- Disposiciones de interconexión o acceso.

Cumplido el plazo señalado en el artículo anterior sin que se haya suscrito el acuerdo respectivo, la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones intervendrá, de oficio o a instancia de parte, a fin ordenar la interconexión o el acceso solicitado y establecer sus condiciones técnicas, económicas y jurídicas. La decisión de la Agencia Regulación y Control de las Telecomunicaciones deberá expedirse en un plazo de cuarenta y cinco (45) días hábiles contados desde la solicitud de uno o ambos

interesados, cuando intervenga a instancia de parte o desde que notifique el inicio del procedimiento de emisión de la disposición de interconexión o acceso cuando actúe de oficio.

Sin perjuicio de lo señalado en el párrafo anterior, cuando lo solicite un prestador y en aras de garantizar la prestación de los servicios de telecomunicaciones, la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, antes de expedir la disposición de interconexión o acceso, podrá ordenar la interconexión o el acceso en forma inmediata, mientras se tramita la disposición respectiva.

Artículo 74.- Aprobación y modificación.

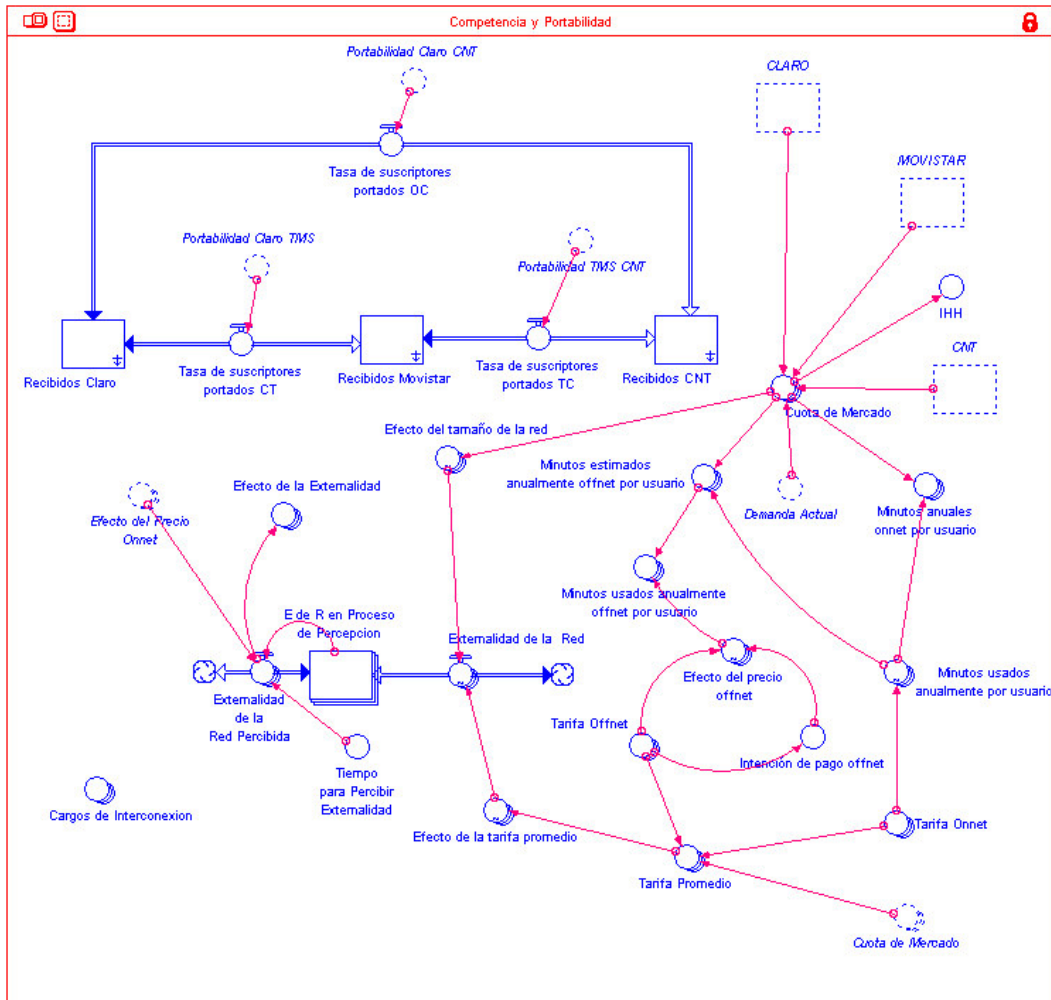
Los acuerdos de interconexión o acceso deberán presentarse, luego de su suscripción, ante la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones para su aprobación y posterior inscripción en el Registro Público de Telecomunicaciones como requisito para su entrada en vigor. La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones aprobará el acuerdo dentro de veinte (20) días hábiles y, en caso de no emitir un pronunciamiento, se entenderá aprobado en todo lo que no resulte contrario al ordenamiento jurídico vigente. Las disposiciones de interconexión o acceso y sus modificaciones también deberán inscribirse en el Registro Público de Telecomunicaciones.

Artículo 75.- Prohibición.

En ningún caso podrá procederse a la desconexión, interrupción, suspensión, bloqueo, degradación de calidad, retiro de equipos o cierre de la interconexión o el acceso, de forma unilateral o de mutuo acuerdo, incluso cuando existan controversias pendientes de resolución entre las partes involucradas, autoridades administrativas o judiciales, sin haber obtenido previamente autorización de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones y, siempre que se establezcan las medidas necesarias para proteger los derechos de los abonados o usuarios y la continuidad de los servicios.

APÉNDICE B

Ecuaciones del sector de Competencia y Portabilidad



$$E_de_R_en_Proceso_de_Percepcion[Operadores](t) = E_de_R_en_Proceso_de_Percepcion[Operadores](t - dt) + (Externalidad_de_la_Red[Operadores] - Externalidad_de_la_Red_Percibida[Operadores]) * dt$$

$$INIT E_de_R_en_Proceso_de_Percepcion[Operadores] = 0.4$$

INFLOWS:

$$Externalidad_de_la_Red[Operadores] = GRAPH(Efecto_de_la_tarifa_promedio + Efecto_del_tamaño_de_la_red)$$

$$(0.00, 0.00), (0.0526, 0.0209), (0.105, 0.0976), (0.158, 0.216), (0.211, 0.328), (0.263, 0.411), (0.316, 0.502), (0.368, 0.585), (0.421, 0.655), (0.474, 0.707), (0.526, 0.76), (0.579, 0.801), (0.632, 0.829), (0.684, 0.861), (0.737, 0.892), (0.789, 0.927), (0.842, 0.958), (0.895, 0.965), (0.947, 0.972), (1.00, 1.00)$$

OUTFLOWS:

$$Externalidad_de_la_Red_Percibida[Operadores] = E_de_R_en_Proceso_de_Percepcion / Tiempo_para_Percibir_Externalidad * Efecto_del_Precio_Onnet$$

$$Recibidos_Conecel(t) = Recibidos_Conecel(t - dt) + (-Tasa_de_suscriptores_portados_CT - Tasa_de_suscriptores_portados_OC) * dt$$

$$INIT Recibidos_Conecel = 0$$

OUTFLOWS:

$$\text{Tasa_de_suscriptores_portados_CT} = \text{Portabilidad_Conecel_TMS}$$

$$\text{Tasa_de_suscriptores_portados_OC} = \text{Portabilidad_Conecel_CNT EP}$$

$$\text{Recibidos_CNT EP}(t) = \text{Recibidos_CNT EP}(t - dt) + (\text{Tasa_de_suscriptores_portados_TC} + \text{Tasa_de_suscriptores_portados_OC}) * dt$$

$$\text{INIT Recibidos_CNT EP} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{Tasa_de_suscriptores_portados_TC} = \text{Portabilidad_TMS_CNT EP}$$

$$\text{Tasa_de_suscriptores_portados_OC} = \text{Portabilidad_Conecel_CNT EP}$$

$$\text{Recibidos_Otecel}(t) = \text{Recibidos_Otecel}(t - dt) + (\text{Tasa_de_suscriptores_portados_CT} - \text{Tasa_de_suscriptores_portados_TC}) * dt$$

$$\text{INIT Recibidos_Otecel} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{Tasa_de_suscriptores_portados_CT} = \text{Portabilidad_Conecel_TMS}$$

OUTFLOWS:

$$\text{Tasa_de_suscriptores_portados_TC} = \text{Portabilidad_TMS_CNT EP}$$

$$\text{Cargos_de_Interconexion[CONECEL]} = (0.23\text{-SMTH3}(\text{STEP}(0.1169,2006),1)\text{-SMTH3}(\text{STEP}(0.0284,2007),1)\text{-SMTH3}(\text{STEP}(0.03473,2009),1)\text{+SMTH3}(\text{STEP}(0.01393,2015),1)*0)*1$$

$$\text{Cargos_de_Interconexion[OTECCEL]} = (0.23\text{-SMTH3}(\text{STEP}(0.1169,2006),1)\text{-SMTH3}(\text{STEP}(0.0244,2007),1)\text{-SMTH3}(\text{STEP}(0.0248,2010),1))*1$$

$$\text{Cargos_de_Interconexion[CNT EP]} = (0.23\text{-SMTH3}(\text{STEP}(0.1059,2006),1)\text{-SMTH3}(\text{STEP}(0.0326,2007),1)\text{-SMTH3}(\text{STEP}(0.0276,2015),1)*0)*1$$

$$\text{Cuota_de_Mercado[CONECEL]} = \text{PERCENT}(\text{CONECEL}/(\text{Demanda_Actual}))$$

$$\text{Cuota_de_Mercado[OTECCEL]} = \text{PERCENT}(\text{OTECCEL}/(\text{Demanda_Actual}))$$

$$\text{Cuota_de_Mercado[CNT EP]} = \text{PERCENT}(\text{CNT EP}/(\text{Demanda_Actual}))$$

$$\text{Efecto_de_la_Externalidad[Operadores]} = (1\text{-Externalidad_de_la_Red_Percibida})*1$$

$$\text{IHH} = \text{Cuota_de_Mercado[CONECEL]}^2 + \text{Cuota_de_Mercado[OTECCEL]}^2 + \text{Cuota_de_Mercado[CNT EP]}^2$$

$$\text{Intención_de_pago_offnet} = \text{MIN}(\text{Tarifa_Offnet})$$

$$\text{Minutos_anuales_onnet_por_usuario[CONECEL]} = \text{Cuota_de_Mercado[CONECEL]} * \text{Minutos_usados_anualmente_por_usuario[CONECEL]}/100$$

$$\text{Minutos_anuales_onnet_por_usuario[OTECCEL]} = \text{Cuota_de_Mercado[OTECCEL]} * \text{Minutos_usados_anualmente_por_usuario[OTECCEL]}/100$$

$$\text{Minutos_anuales_onnet_por_usuario[CNT EP]} = \text{Cuota_de_Mercado[CNT EP]} * \text{Minutos_usados_anualmente_por_usuario[CNT EP]}/100$$

$$\text{Minutos_estimados_anualmente_offnet_por_usuario[Operadores]} = (\text{100} - \text{Cuota_de_Mercado}) * \text{Minutos_usados_anualmente_por_usuario}/100$$

$$\text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario[Operadores]} = \text{Minutos_estimados_anualmente_offnet_por_usuario} * \text{SMTH1}(\text{Efecto_del_precio_offnet}, 2/12, \text{Efecto_del_precio_offnet})$$

$$\text{Tarifa_Offnet[CONECEL]} = (.5 - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.20, 2007), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.10, 2008), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.05, 2009), 1) + \text{SMTH3}(\text{STEP}(.03, 2011), 1)) + \text{SMTH3}(\text{STEP}(0.02, 2015), 1) * 0 - \text{SMTH3}(\text{STEP}(0.03, 2015), 1) * 1$$

$$\text{Tarifa_Offnet[OTECCEL]} = (.5 - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.20, 2007), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.10, 2008), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.05, 2009), 1)) + \text{SMTH3}(\text{STEP}(.02, 2015), 1) * 0$$

$$\text{Tarifa_Offnet[CNT EP]} = (.5 - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.30, 2007), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.10, 2008), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.05, 2009), 1) + \text{SMTH3}(\text{STEP}(.03, 2012), 1) + \text{SMTH3}(\text{STEP}(.03, 2015), 1) * 0 + \text{SMTH3}(\text{STEP}(0.07, 2015), 1) * 1$$

$$\text{Tarifa_Onnet[CONECEL]} = (.5 - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.12, 2006), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.20, 2007), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.03, 2008), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.10, 2009), 1)) * 1 + \text{SMTH3}(\text{STEP}(0.15, 2015), 1) * 0$$

$$\text{Tarifa_Onnet[OTECCEL]} = (.5 - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.12, 2006), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.20, 2007), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.03, 2008), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.07, 2009), 1) + \text{SMTH3}(\text{STEP}(.02, 2013), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.02, 2014), 1)) * 1 + \text{SMTH3}(\text{STEP}(0.09, 2015), 1) * 0$$

$$\text{Tarifa_Onnet[CNT EP]} = (.5 - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.21, 2006), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.16, 2007), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.03, 2008), 1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(.05, 2009), 1)) * 1 + \text{SMTH3}(\text{STEP}(0.06, 2015), 1) * 0$$

$$\text{Tarifa_Promedio[CONECEL]} = \text{Tarifa_Offnet[CONECEL]} * (\text{Cuota_de_Mercado[OTECCEL]} + \text{Cuota_de_Mercado[CNT EP]}) + \text{Tarifa_Onnet[CONECEL]} * \text{Cuota_de_Mercado[CONECEL]}$$

$$\text{Tarifa_Promedio[OTECCEL]} = \text{Tarifa_Offnet[OTECCEL]} * (\text{Cuota_de_Mercado[CONECEL]} + \text{Cuota_de_Mercado[CNT EP]}) + \text{Tarifa_Onnet[OTECCEL]} * \text{Cuota_de_Mercado[OTECCEL]}$$

$$\text{Tarifa_Promedio[CNT EP]} = \text{Tarifa_Offnet[CNT EP]} * (\text{Cuota_de_Mercado[CONECEL]} + \text{Cuota_de_Mercado[OTECCEL]}) + \text{Tarifa_Onnet[CNT EP]} * \text{Cuota_de_Mercado[CNT EP]}$$

$$\text{Tiempo_para_Percibir_Externalidad} = 0.5$$

$$\text{Efecto_del_precio_offnet[Operadores]} = \text{GRAPH}(\text{Tarifa_Offnet} / \text{Intención_de_pago_offnet})$$

(0.00, 1.00), (0.25, 1.00), (0.5, 1.00), (0.75, 1.00), (1.00, 1.00), (1.25, 0.958), (1.50, 0.879), (1.75, 0.799), (2.00, 0.432), (2.25, 0.331), (2.50, 0.251), (2.75, 0.192), (3.00, 0.129), (3.25, 0.0871), (3.50, 0.0592), (3.75, 0.0488), (4.00, 0.0314), (4.25, 0.0174), (4.50, 0.0105), (4.75, 0.00), (5.00, 0.00)

$$\text{Efecto_del_tamaño_de_la_red[Operadores]} = \text{GRAPH}(\text{Cuota_de_Mercado})$$

(0.00, 0.00), (5.26, 0.0102), (10.5, 0.0178), (15.8, 0.0229), (21.1, 0.0584), (26.3, 0.0838), (31.6, 0.107), (36.8, 0.132), (42.1, 0.163), (47.4, 0.213), (52.6, 0.244), (57.9, 0.295), (63.2, 0.35), (68.4, 0.406), (73.7, 0.477), (78.9, 0.556), (84.2, 0.632), (89.5, 0.691), (94.7, 0.747), (100, 0.8)

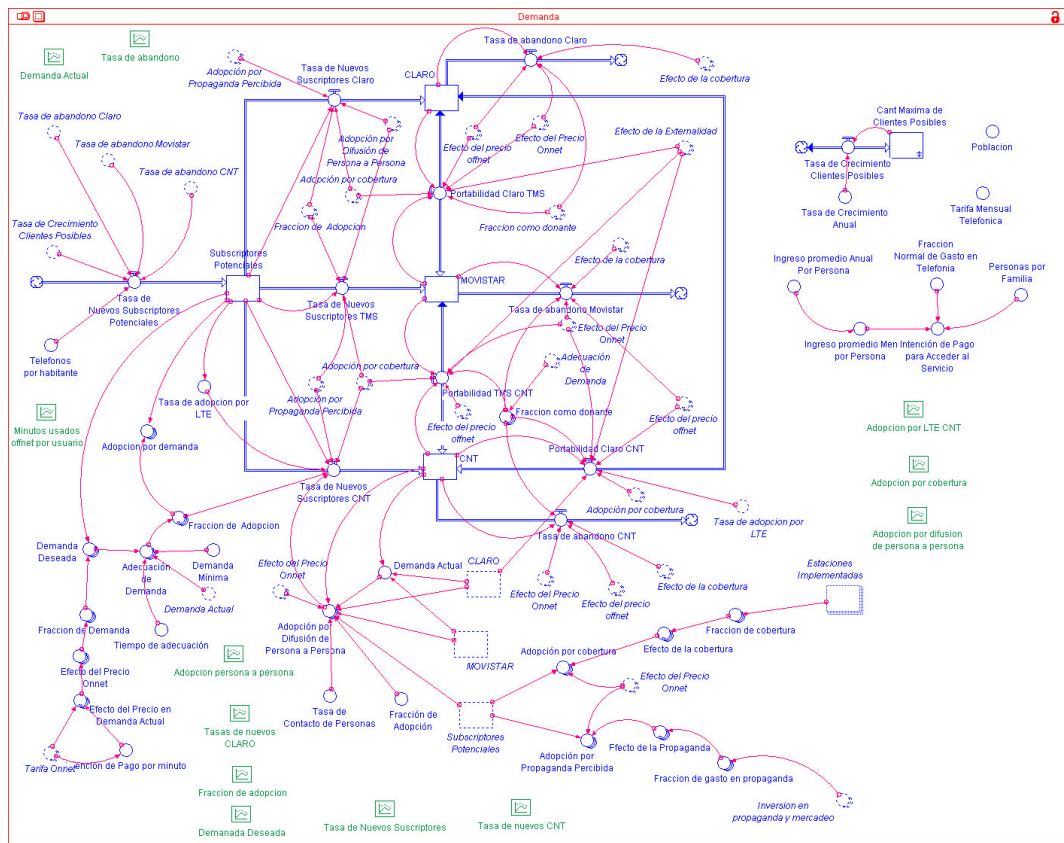
$$\text{Efecto_de_la_tarifa_promedio[Operadores]} = \text{GRAPH}(\text{Tarifa_Promedio})$$

(0.00, 0.2), (0.0263, 0.196), (0.0526, 0.19), (0.0789, 0.184), (0.105, 0.179), (0.132, 0.174), (0.158, 0.168), (0.184, 0.161), (0.211, 0.154), (0.237, 0.147), (0.263, 0.142), (0.289, 0.133), (0.316, 0.121), (0.342, 0.109), (0.368, 0.0927), (0.395, 0.0781), (0.421, 0.061), (0.447, 0.0368), (0.474, 0.019), (0.5, 0.00)

$$\text{Minutos_usados_anualmente_por_usuario[Operadores]} = \text{GRAPH}(\text{Tarifa_Onnet})$$

(0.00, 3000), (0.01, 2975), (0.02, 2950), (0.03, 2900), (0.04, 2800), (0.05, 2750), (0.06, 2400), (0.07, 2200), (0.08, 2190), (0.09, 1800), (0.1, 1600), (0.11, 1400), (0.12, 1200), (0.13, 1060), (0.14, 960), (0.15, 860), (0.16, 800), (0.17, 740), (0.18, 680), (0.19, 620), (0.2, 560), (0.21, 500), (0.22, 440), (0.23, 420), (0.24, 400), (0.25, 390), (0.26, 380), (0.27, 370), (0.28, 360), (0.29, 350), (0.3, 340), (0.31, 320), (0.32, 315), (0.33, 310), (0.34, 300), (0.35, 290), (0.36, 275), (0.37, 270), (0.38, 260), (0.39, 255), (0.4, 250), (0.41, 245), (0.42, 240), (0.43, 235), (0.44, 230), (0.45, 225), (0.46, 220), (0.47, 215), (0.48, 210), (0.49, 205), (0.5, 200), (0.51, 195), (0.52, 190), (0.53, 185), (0.54, 180), (0.55, 175), (0.56, 170), (0.57, 165), (0.58, 160), (0.59, 155), (0.6, 150), (0.61, 145), (0.62, 140), (0.63, 135), (0.64, 130), (0.65, 125), (0.66, 120), (0.67, 115), (0.68, 110), (0.69, 105), (0.7, 100), (0.71, 95.0), (0.72, 90.0), (0.73, 85.0), (0.74, 80.0), (0.75, 75.0), (0.76, 70.0), (0.77, 65.0), (0.78, 60.0), (0.79, 55.0), (0.8, 50.0), (0.81, 45.0), (0.82, 40.0), (0.83, 35.0), (0.84, 30.0), (0.85, 25.0), (0.86, 20.0), (0.87, 15.0), (0.88, 10.0), (0.89, 9.00), (0.9, 8.00), (0.91, 7.00), (0.92, 6.00), (0.93, 5.00), (0.94, 4.00), (0.95, 3.00), (0.96, 2.00), (0.97, 1.00), (0.98, 0.00), (0.99, 0.00), (1.00, 0.00)

Ecuaciones del Sector de Demanda:



$$\text{Cant_Maxima_de_Clientes_Posibles}(t) = \text{Cant_Maxima_de_Clientes_Posibles}(t - dt) + (\text{Tasa_de_Crecimiento_Clientes_Posibles}) * dt$$

$$\text{INIT Cant_Maxima_de_Clientes_Posibles} = \text{Poblacion}$$

INFLOWS:

$$\text{Tasa_de_Crecimiento_Clientes_Posibles} = \text{Cant_Maxima_de_Clientes_Posibles} * \text{Tasa_de_Crecimiento_Anual}$$

$$\text{CONECEL}(t) = \text{CONECEL}(t - dt) + (\text{Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_Conecel} - \text{Portabilidad_Conecel_TMS} - \text{Portabilidad_Conecel_CNT EP} - \text{Tasa_de_abandono_Conecel}) * dt$$

$$\text{INIT CONECEL} = 1533015$$

INFLOWS:

$$\text{Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_Conecel} = \text{smth1}(\text{Subscriptores_Potenciales} * \text{Fraccion_de_Adopcion}[\text{CONECEL}], 4/12, \text{Subscriptores_Potenciales} * \text{Fraccion_de_Adopcion}[\text{CONECEL}] + \text{Adopci3n_por_Difusi3n_de_Persona_a_Persona}[\text{CONECEL}] + \text{Adopci3n_por_Propaganda_Percibida}[\text{CONECEL}] + \text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{CONECEL}])$$

OUTFLOWS:

$$\text{Portabilidad_Conecel_TMS} = ((0 + \text{step}(1, 2009)) * (\text{SMTH1}(\text{CONECEL} * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CONECEL}] - \text{OTECEL} * \text{Fraccion_como_donante}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{OTECEL}], 4/12, \text{CONECEL} * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CONECEL}] - \text{OTECEL} * \text{Fraccion_como_donante}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{OTECEL}]) + \text{SMTH1}(\text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{CONECEL}], 2/12, \text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{OTECEL}] - \text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{CONECEL}])) / 3.78$$

$$\begin{aligned} & \text{Portabilidad_Conecel_CNT} \quad \text{EP} \quad = \\ & ((0+\text{step}(1,2009)) * (\text{SMTH1}(\text{CONECEL} * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CONECEL}] - \text{CNT} \text{EP}] * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{CNT} \text{EP}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CNT} \\ & \text{EP}], 4/12, \text{CONECEL} * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_del_Pr} \\ & \text{ecio_Onnet}[\text{CNT} \text{EP}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CONECEL}] - \text{CNT} \text{EP}] * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{CNT} \text{EP}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CNT} \\ & \text{EP}]) + \text{SMTH1}(\text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{CNT} \text{EP}]) * \text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{CONECEL}], 2/12, \text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{CNT} \\ & \text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{CONECEL}])) + \text{Tasa_de_adopcion_por_LTE} / 3.78 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Tasa_de_abandono_Conecel} \quad = \\ & \text{CONECEL} * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CONECEL}] * \text{Fraccion_como_donant} \\ & \text{e}[\text{CONECEL}] * (0.5 - \text{Efecto_de_la_cobertura}[\text{CONECEL}]) * (1 - \text{SMTH3}(\text{STEP}(0.9, 2009), 1)) \end{aligned}$$

$$\text{CNT EP}(t) = \text{CNT EP}(t - dt) + (\text{Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_CNT EP} + \text{Portabilidad_TMS_CNT EP} + \text{Portabilidad_Conecel_CNT EP} - \text{Tasa_de_abandono_CNT EP}) * dt$$

$$\text{INIT CNT EP} = 3804$$

INFLOWS:

$$\begin{aligned} & \text{Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_CNT EP} = \text{smth1}(\text{Suscriptores_Potenciales} * \text{Fraccion_de_Adopcion}[\text{CNT} \\ & \text{EP}], 4/12, \text{Suscriptores_Potenciales} * \text{Fraccion_de_Adopcion}[\text{CNT} \\ & \text{EP}]) + \text{Adopci3n_por_Difusi3n_de_Persona_a_Persona}[\text{CNT EP}] + \text{Adopci3n_por_Propaganda_Percibida}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] + \text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{CNT EP}] + \text{Tasa_de_adopcion_por_LTE} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Portabilidad_TMS_CNT} \quad \text{EP} \quad = \\ & ((0+\text{step}(1,2009)) * (\text{SMTH1}(\text{OTECEL} * \text{Fraccion_como_donante}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{OTECEL}] * \text{E} \\ & \text{fecto_del_Precio_Onnet}[\text{CNT EP}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{OTECEL}] - \text{CNT EP}] * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{CNT EP}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CNT} \\ & \text{EP}], 4/12, \text{OTECEL} * \text{Fraccion_como_donante}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_del_Precio_} \\ & \text{Onnet}[\text{CNT EP}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{OTECEL}] - \text{CNT EP}] * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{CNT EP}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CNT} \\ & \text{EP}]) + \text{SMTH1}(\text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{CNT EP}]) * \text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{OTECEL}], 2/12, \text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{CNT} \\ & \text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{OTECEL}])) / 3.78 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Portabilidad_Conecel_CNT} \quad \text{EP} \quad = \\ & ((0+\text{step}(1,2009)) * (\text{SMTH1}(\text{CONECEL} * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{CONEC} \\ & \text{EL}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{CNT EP}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CONECEL}] - \text{CNT} \\ & \text{EP}] * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CNT EP}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CNT} \\ & \text{EP}], 4/12, \text{CONECEL} * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_del_Pr} \\ & \text{ecio_Onnet}[\text{CNT EP}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CONECEL}] - \text{CNT EP}] * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{CNT EP}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CNT} \\ & \text{EP}]) + \text{SMTH1}(\text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{CNT EP}]) * \text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{CONECEL}], 2/12, \text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{CNT} \\ & \text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{CONECEL}])) + \text{Tasa_de_adopcion_por_LTE} / 3.78 \end{aligned}$$

OUTFLOWS:

$$\text{Tasa_de_abandono_CNT EP} = \text{CNT EP} * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{CNT EP}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CNT EP}] * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CNT EP}] * (0.5 - \text{Efecto_de_la_cobertura}[\text{CNT EP}]) * (1 - \text{SMTH3}(\text{STEP}(0.9, 2009), 1))$$

$$\text{OTECEL}(t) = \text{OTECEL}(t - dt) + (\text{Portabilidad_Conecel_TMS} + \text{Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_TMS} - \text{Portabilidad_TMS_CNT EP} - \text{Tasa_de_abandono_Otecel}) * dt$$

$$\text{INIT OTECEL} = 861342$$

INFLOWS:

$$\begin{aligned} & \text{Portabilidad_Conecel_TMS} \quad = \\ & ((0+\text{step}(1,2009)) * (\text{SMTH1}(\text{CONECEL} * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{CONEC} \\ & \text{EL}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CONECEL}] - \\ & \text{OTECEL} * \text{Fraccion_como_donante}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{C} \\ & \text{ONECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{OTECEL}], 4/12, \text{CONECEL} * \text{Fraccion_como_donante}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_de} \\ & \text{_la_Externalidad}[\text{CONECEL}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{CONECEL}] - \\ & \text{OTECEL} * \text{Fraccion_como_donante}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_de_la_Externalidad}[\text{OTECEL}] * \text{Efecto_del_Precio_Onnet}[\text{C} \\ & \text{ONECEL}] * \text{Efecto_del_precio_offnet}[\text{OTECEL}]) + \text{SMTH1}(\text{Adopci3n_por_cobertura}[\text{OTECEL}]) \end{aligned}$$

Adopción_por_cobertura[CONECEL],2/12,Adopción_por_cobertura[OTECCEL]-
Adopción_por_cobertura[CONECEL]))/3.78

Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_TMS =
smth1(Subscriptores_Potenciales*Fraccion_de_Adopción[OTECCEL],4/12,Subscriptores_Potenciales*Fraccion_d
e_Adopción[OTECCEL])+Adopción_por_Difusión_de_Persona_a_Persona[OTECCEL]+Adopción_por_Propaganda
_Percibida[OTECCEL]+Adopción_por_cobertura[OTECCEL]

OUTFLOWS:

Portabilidad_TMS_CNT EP =
((0+step(1,2009))*(SMTH1(OTECCEL*Fraccion_como_donante[OTECCEL]*Efecto_de_la_Externalidad[OTECCEL]*E
fecto_del_Precio_Onnet[CNT EP]*Efecto_del_precio_offnet[OTECCEL]-CNT EP*Fraccion_como_donante[CNT
EP]*Efecto_de_la_Externalidad[CNT EP]*Efecto_del_Precio_Onnet[OTECCEL]*Efecto_del_precio_offnet[CNT
EP],4/12,OTECCEL*Fraccion_como_donante[OTECCEL]*Efecto_de_la_Externalidad[OTECCEL]*Efecto_del_Precio_
Onnet[CNT EP]*Efecto_del_precio_offnet[OTECCEL]-CNT EP*Fraccion_como_donante[CNT
EP]*Efecto_de_la_Externalidad[CNT EP]*Efecto_del_Precio_Onnet[OTECCEL]*Efecto_del_precio_offnet[CNT
EP])+
Adopción_por_cobertura[OTECCEL],2/12,Adopción_por_cobertura[CNT EP]-
Adopción_por_cobertura[OTECCEL]))/3.78

Tasa_de_abandono_Otecel =
OTECCEL*Efecto_del_Precio_Onnet[OTECCEL]*Efecto_del_precio_offnet[OTECCEL]*Fraccion_como_donante[OT
ECEL]*(0.5-Efecto_de_la_cobertura[OTECCEL])*(1-SMTH3(STEP(0.9,2009),1))

Subscriptores_Potenciales(t) = Subscriptores_Potenciales(t - dt) + (Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_Potenciales
- Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_TMS - Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_Concel -
Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_CNT EP) * dt

INIT Subscriptores_Potenciales = Poblacion*1.1-Demanda_Actual

INFLOWS:

Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_Potenciales =
Tasa_de_Crecimiento_Clientes_Posibles*Telefonos_por_habitante+Tasa_de_abandono_Concel+Tasa_de_ab
andono_CNT EP+Tasa_de_abandono_Otecel

OUTFLOWS:

Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_TMS =
smth1(Subscriptores_Potenciales*Fraccion_de_Adopción[OTECCEL],4/12,Subscriptores_Potenciales*Fraccion_d
e_Adopción[OTECCEL])+Adopción_por_Difusión_de_Persona_a_Persona[OTECCEL]+Adopción_por_Propaganda
_Percibida[OTECCEL]+Adopción_por_cobertura[OTECCEL]

Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_Concel =
smth1(Subscriptores_Potenciales*Fraccion_de_Adopción[CONECEL],4/12,Subscriptores_Potenciales*Fraccion
_de_Adopción[CONECEL])+Adopción_por_Difusión_de_Persona_a_Persona[CONECEL]+Adopción_por_Prop
ganda_Percibida[CONECEL]+Adopción_por_cobertura[CONECEL]

Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_CNT EP = smth1(Subscriptores_Potenciales*Fraccion_de_Adopción[CNT
EP],4/12,Subscriptores_Potenciales*Fraccion_de_Adopción[CNT
EP])+Adopción_por_Difusión_de_Persona_a_Persona[CNT EP]+Adopción_por_Propaganda_Percibida[CNT
EP]+Adopción_por_cobertura[CNT EP]+Tasa_de_adopción_por_LTE

Adecuación_de_Demanda[Operadores] =
((Demanda_Actual+Demanda_Mínima)/(Demanda_Deseada+Demanda_Mínima))/Tiempo_de_adequación

Adopción_por_demanda[CONECEL] =
SMTH1(Subscriptores_Potenciales*Fraccion_de_Adopción[CONECEL],4/12,Subscriptores_Potenciales*Fraccio
n_de_Adopción[CONECEL])

Adopción_por_demanda[OTECCEL] =
smth1(Subscriptores_Potenciales*Fraccion_de_Adopción[OTECCEL],4/12,Subscriptores_Potenciales*Fraccion_d
e_Adopción[OTECCEL])

Adopción_por_demanda[CNT EP] = smth1(Subscriptores_Potenciales*Fraccion_de_Adopción[CNT
EP],4/12,Subscriptores_Potenciales*Fraccion_de_Adopción[CNT EP])

Adopción_por_Difusión_de_Persona_a_Persona[CONECEL] =
smth1(CONECEL*Subscriptores_Potenciales*Tasa_de_Contacto_de_Personas*Fracción_de_Adopción*Efecto_

del_Precio_Onnet[CONECEL]/Demanda_Actual,4/12,CONECEL*Subscriptores_Potenciales*Tasa_de_Contacto_de_Personas*Fracción_de_Adopción*Efecto_del_Precio_Onnet[CONECEL]/Demanda_Actual)

Adopción_por_Difusión_de_Persona_a_Persona[OTECCEL] =
 smth1(OTECCEL*Subscriptores_Potenciales*Tasa_de_Contacto_de_Personas*Fracción_de_Adopción*Efecto_del_Precio_Onnet[OTECCEL]/Demanda_Actual,4/12,OTECCEL*Subscriptores_Potenciales*Tasa_de_Contacto_de_Personas*Fracción_de_Adopción*Efecto_del_Precio_Onnet[OTECCEL]/Demanda_Actual)

Adopción_por_Difusión_de_Persona_a_Persona[CNT EP] = smth1(CNT EP*Subscriptores_Potenciales*Tasa_de_Contacto_de_Personas*Fracción_de_Adopción*Efecto_del_Precio_Onnet[CNT EP]/Demanda_Actual,4/12,CNT EP*Subscriptores_Potenciales*Tasa_de_Contacto_de_Personas*Fracción_de_Adopción*Efecto_del_Precio_Onnet[CNT EP]/Demanda_Actual)

Adopción_por_cobertura[CONECEL] =
 SMTH1(Subscriptores_Potenciales*Efecto_de_la_cobertura[CONECEL]*Efecto_del_Precio_Onnet[CONECEL],4/12,Subscriptores_Potenciales*Efecto_de_la_cobertura[CONECEL]*Efecto_del_Precio_Onnet[CONECEL])

Adopción_por_cobertura[OTECCEL] =
 (0+SMTH3(STEP(1,2005),1))*smth1(Subscriptores_Potenciales*Efecto_de_la_cobertura[OTECCEL]*Efecto_del_Precio_Onnet[OTECCEL],4/12,Subscriptores_Potenciales*Efecto_de_la_cobertura[OTECCEL]*Efecto_del_Precio_Onnet[OTECCEL])

Adopción_por_cobertura[CNT EP] =
 (0+SMTH3(STEP(1,2005),1))*SMTH1(Subscriptores_Potenciales*Efecto_de_la_cobertura[CNT EP]*Efecto_del_Precio_Onnet[CNT EP],4/12,Subscriptores_Potenciales*Efecto_de_la_cobertura[CNT EP]*Efecto_del_Precio_Onnet[CNT EP])

Adopción_por_Propaganda_Percibida[CONECEL] =
 smth1(Subscriptores_Potenciales*Efecto_del_Precio_Onnet[CONECEL]*Efecto_de_la_Propaganda[CONECEL],4/12,Subscriptores_Potenciales*Efecto_del_Precio_Onnet[CONECEL]*Efecto_de_la_Propaganda[CONECEL])

Adopción_por_Propaganda_Percibida[OTECCEL] =
 smth1(Subscriptores_Potenciales*Efecto_del_Precio_Onnet[OTECCEL]*Efecto_de_la_Propaganda[OTECCEL],1/12,Subscriptores_Potenciales*Efecto_del_Precio_Onnet[OTECCEL]*Efecto_de_la_Propaganda[OTECCEL])

Adopción_por_Propaganda_Percibida[CNT EP] =
 smth1(Subscriptores_Potenciales*Efecto_del_Precio_Onnet[CNT EP]*Efecto_de_la_Propaganda[CNT EP],1/12,Subscriptores_Potenciales*Efecto_del_Precio_Onnet[CNT EP]*Efecto_de_la_Propaganda[CNT EP])

Demanda_Deseada[Operadores] = Subscriptores_Potenciales*Fraccion_de_Demanda

Demanda_Mínima = 1

Demanda_Actual = CONECEL+OTECCEL+CNT EP

Efecto_del_Precio_Onnet[Operadores] =
 SMTH1(Efecto_del_Precio_en_Demanda_Actual,2/12,Efecto_del_Precio_en_Demanda_Actual)

Fraccion_Normal_de_Gasto_en_Telefonia = 0.039

Fraccion_de_cobertura[CONECEL] =
 Estaciones_Implementadas[CONECEL]/(Estaciones_Implementadas[CONECEL]+Estaciones_Implementadas[OTECCEL]+Estaciones_Implementadas[CNT EP])

Fraccion_de_cobertura[OTECCEL] =
 Estaciones_Implementadas[OTECCEL]/(Estaciones_Implementadas[CONECEL]+Estaciones_Implementadas[OTECCEL]+Estaciones_Implementadas[CNT EP])

Fraccion_de_cobertura[CNT EP] =
 Estaciones_Implementadas[CNT EP]/(Estaciones_Implementadas[CONECEL]+Estaciones_Implementadas[OTECCEL]+Estaciones_Implementadas[CNT EP])

Fraccion_de_Demanda[Operadores] = Efecto_del_Precio_Onnet

Fraccion_de_gasto_en_propaganda[CONECEL] =
 Inversion_en_propaganda_y_mercadeo[CONECEL]/(Inversion_en_propaganda_y_mercadeo[CONECEL]+Inversion_en_propaganda_y_mercadeo[OTECCEL]+Inversion_en_propaganda_y_mercadeo[CNT EP])

$$\text{Fraccion_de_gasto_en_propaganda[OTECCEL]} = \frac{\text{Inversion_en_propaganda_y_mercadeo[OTECCEL]}}{\text{Inversion_en_propaganda_y_mercadeo[CONECEL]} + \text{Inversion_en_propaganda_y_mercadeo[CNT EP]}}$$

$$\text{Fraccion_de_gasto_en_propaganda[CNT EP]} = \frac{\text{Inversion_en_propaganda_y_mercadeo[CNT EP]}}{\text{Inversion_en_propaganda_y_mercadeo[CONECEL]} + \text{Inversion_en_propaganda_y_mercadeo[OTECCEL]} + \text{Inversion_en_propaganda_y_mercadeo[CNT EP]}}$$

Fracción_de_Adopción = 0.08

Ingreso_promedio_Anual_Por_Persona = 10714.8

Ingreso_promedio_Mensual_por_Persona = Ingreso_promedio_Anual_Por_Persona/12

Intencion_de_Pago_por_minuto = MIN(Tarifa_Onnet)

$$\text{Intención_de_Pago_para_Acceder_al_Servicio} = \text{Ingreso_promedio_Mensual_por_Persona} * \text{Fraccion_Normal_de_Gasto_en_Telefonia/Personas_por_Familia}$$

Personas_por_Familia = 3.8

Poblacion = 12606413

Tarifa_Mensual_Telefonica = 74/3.8

Tasa_de_Contacto_de_Personas = 3

$$\text{Tasa_de_adopcion_por_LTE} = (0 + \text{SMTH3}(\text{STEP}(1,2012),1) - \text{SMTH3}(\text{STEP}(1,2014),1)) * 0.15 * \text{Subscriptores_Potenciales}$$

Tasa_de_Crecimiento_Anual = 0.0228

Telefonos_por_habitante = 1.1

Tiempo_de_adequación = 12

Efecto_del_Precio_en_Demanda_Actual[Operadores] = GRAPH(Tarifa_Onnet/Intencion_de_Pago_por_minuto)

(0.00, 5.00), (0.25, 4.61), (0.5, 3.65), (0.75, 1.96), (1.00, 1.00), (1.25, 0.923), (1.50, 0.871), (1.75, 0.836), (2.00, 0.767), (2.25, 0.697), (2.50, 0.627), (2.75, 0.523), (3.00, 0.488), (3.25, 0.401), (3.50, 0.279), (3.75, 0.226), (4.00, 0.14), (4.25, 0.111), (4.50, 0.00), (4.75, 0.00), (5.00, 0.00)

Efecto_de_la_cobertura[Operadores] = GRAPH(Fraccion_de_cobertura)

(0.00, 0.00), (0.05, 0.00166), (0.1, 0.00374), (0.15, 0.00623), (0.2, 0.00775), (0.25, 0.0107), (0.3, 0.013), (0.35, 0.0148), (0.4, 0.0173), (0.45, 0.0202), (0.5, 0.0231), (0.55, 0.0257), (0.6, 0.0275), (0.65, 0.0298), (0.7, 0.0313), (0.75, 0.0328), (0.8, 0.0346), (0.85, 0.0361), (0.9, 0.0374), (0.95, 0.0388), (1.00, 0.04)

Efecto_de_la_Propaganda[Operadores] = GRAPH(Fraccion_de_gasto_en_propaganda)

(0.00, 0.00), (0.05, 6.35e-005), (0.1, 0.000355), (0.15, 0.000578), (0.2, 0.000794), (0.25, 0.000941), (0.3, 0.00107), (0.35, 0.00119), (0.4, 0.00129), (0.45, 0.00137), (0.5, 0.00143), (0.55, 0.00151), (0.6, 0.00157), (0.65, 0.00164), (0.7, 0.0017), (0.75, 0.00174), (0.8, 0.0018), (0.85, 0.00183), (0.9, 0.00187), (0.95, 0.00192), (1.00, 0.002)

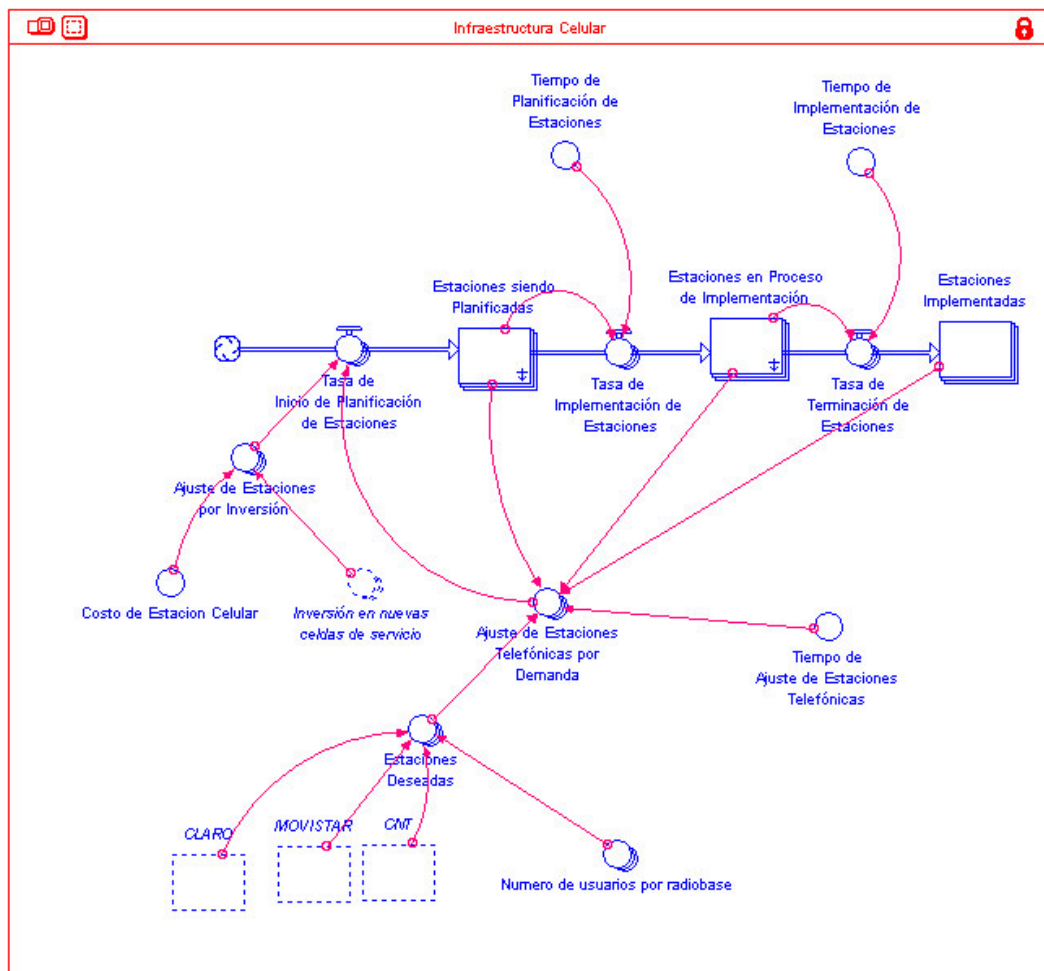
Fraccion_como_donante[Operadores] = GRAPH(Adecuación_de_Demanda)

(0.00, 0.00), (0.25, 0.0159), (0.5, 0.0254), (0.75, 0.0286), (1.00, 0.0286), (1.25, 0.0286), (1.50, 0.0317), (1.75, 0.0381), (2.00, 0.0444), (2.25, 0.0444), (2.50, 0.0508), (2.75, 0.0825), (3.00, 0.159), (3.25, 0.659), (3.50, 0.959), (3.75, 1.00), (4.00, 1.00), (4.25, 1.00), (4.50, 1.00), (4.75, 1.00), (5.00, 1.00)

Fraccion_de_Adopcion[Operadores] = GRAPH(Adecuación_de_Demanda)

(0.00, 0.01), (0.05, 0.00983), (0.1, 0.0092), (0.15, 0.00868), (0.2, 0.00836), (0.25, 0.00815), (0.3, 0.00794), (0.35, 0.00767), (0.4, 0.00721), (0.45, 0.00666), (0.5, 0.00606), (0.55, 0.00533), (0.6, 0.00443), (0.65, 0.00387), (0.7, 0.00324), (0.75, 0.00265), (0.8, 0.00192), (0.85, 0.00139), (0.9, 0.000767), (0.95, 0.000209), (1.00, 0.00)

Ecuaciones del Sector de Infraestructura Celular:



$$\text{Estaciones_Implementadas[CONECCEL]}(t) = \text{Estaciones_Implementadas[CONECCEL]}(t - dt) + (\text{Tasa_de_Terminación_de_Estaciones[Operadores]}) * dt$$

$$\text{INIT Estaciones_Implementadas[CONECCEL]} = 400$$

$$\text{Estaciones_Implementadas[OTECCEL]}(t) = \text{Estaciones_Implementadas[OTECCEL]}(t - dt) + (\text{Tasa_de_Terminación_de_Estaciones[Operadores]}) * dt$$

$$\text{INIT Estaciones_Implementadas[OTECCEL]} = 435$$

$$\text{Estaciones_Implementadas[CNT EP]}(t) = \text{Estaciones_Implementadas[CNT EP]}(t - dt) + (\text{Tasa_de_Terminación_de_Estaciones[Operadores]}) * dt$$

$$\text{INIT Estaciones_Implementadas[CNT EP]} = 40$$

INFLOWS:

$$\text{Tasa_de_Terminación_de_Estaciones[Operadores]} = \text{Estaciones_en_Proceso_de_Implementación} / \text{Tiempo_de_Implementación_de_Estaciones}$$

$$\text{Estaciones_en_Proceso_de_Implementación[CONECCEL]}(t) = \text{Estaciones_en_Proceso_de_Implementación[CONECCEL]}(t - dt) + (\text{Tasa_de_Implementación_de_Estaciones[Operadores]} - \text{Tasa_de_Terminación_de_Estaciones[Operadores]}) * dt$$

$$\text{INIT Estaciones_en_Proceso_de_Implementación[CONECCEL]} = 27$$

$$\begin{aligned} \text{Estaciones_en_Proceso_de_Implementación[OTECCEL]}(t) &= \\ \text{Estaciones_en_Proceso_de_Implementación[OTECCEL]}(t - dt) &+ \\ (\text{Tasa_de_Implementación_de_Estaciones[Operadores]} - \text{Tasa_de_Terminación_de_Estaciones[Operadores]}) &- \\ * dt & \end{aligned}$$

$$\text{INIT Estaciones_en_Proceso_de_Implementación[OTECCEL]} = 3$$

$$\begin{aligned} \text{Estaciones_en_Proceso_de_Implementación[CNT EP]}(t) &= \text{Estaciones_en_Proceso_de_Implementación[CNT EP]}(t - dt) + \\ (\text{Tasa_de_Implementación_de_Estaciones[Operadores]} - \text{Tasa_de_Terminación_de_Estaciones[Operadores]}) &- \\ * dt & \end{aligned}$$

$$\text{INIT Estaciones_en_Proceso_de_Implementación[CNT EP]} = 29$$

INFLOWS:

$$\begin{aligned} \text{Tasa_de_Implementación_de_Estaciones[Operadores]} &= \\ \text{Estaciones_siendo_Planificadas/Tiempo_de_Planificación_de_Estaciones} & \end{aligned}$$

OUTFLOWS:

$$\begin{aligned} \text{Tasa_de_Terminación_de_Estaciones[Operadores]} &= \\ \text{Estaciones_en_Proceso_de_Implementación/Tiempo_de_Implementación_de_Estaciones} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Estaciones_siendo_Planificadas[CONECEL]}(t) &= \text{Estaciones_siendo_Planificadas[CONECEL]}(t - dt) + \\ (\text{Tasa_de_Inicio_de_Planificación_de_Estaciones[Operadores]} - \text{Tasa_de_Implementación_de_Estaciones[Operadores]}) &- \\ * dt & \end{aligned}$$

$$\text{INIT Estaciones_siendo_Planificadas[CONECEL]} = 200$$

$$\begin{aligned} \text{Estaciones_siendo_Planificadas[OTECCEL]}(t) &= \text{Estaciones_siendo_Planificadas[OTECCEL]}(t - dt) + \\ (\text{Tasa_de_Inicio_de_Planificación_de_Estaciones[Operadores]} - \text{Tasa_de_Implementación_de_Estaciones[Operadores]}) &- \\ * dt & \end{aligned}$$

$$\text{INIT Estaciones_siendo_Planificadas[OTECCEL]} = 3$$

$$\begin{aligned} \text{Estaciones_siendo_Planificadas[CNT EP]}(t) &= \text{Estaciones_siendo_Planificadas[CNT EP]}(t - dt) + \\ (\text{Tasa_de_Inicio_de_Planificación_de_Estaciones[Operadores]} - \text{Tasa_de_Implementación_de_Estaciones[Operadores]}) &- \\ * dt & \end{aligned}$$

$$\text{INIT Estaciones_siendo_Planificadas[CNT EP]} = 110$$

INFLOWS:

$$\begin{aligned} \text{Tasa_de_Inicio_de_Planificación_de_Estaciones[Operadores]} &= \\ 1*(\text{IF}(\text{Ajuste_de_Estaciones_por_Inversión} > \text{Ajuste_de_Estaciones_Teléfónicas_por_Demanda})\text{THEN}(\text{Ajuste_de_Estaciones_Teléfónicas_por_Demanda})\text{ELSE}(\text{Ajuste_de_Estaciones_por_Inversión})) + \text{Ajuste_de_Estaciones_por_Inversión} * 0 & \end{aligned}$$

OUTFLOWS:

$$\begin{aligned} \text{Tasa_de_Implementación_de_Estaciones[Operadores]} &= \\ \text{Estaciones_siendo_Planificadas/Tiempo_de_Planificación_de_Estaciones} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ajuste_de_Estaciones_por_Inversión[Operadores]} &= \\ \text{Inversión_en_nuevas_celdas_de_servicio/Costo_de_Estacion_Celular} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ajuste_de_Estaciones_Teléfónicas_por_Demanda[Operadores]} &= (\text{Estaciones_Deseadas} - \\ 1*\text{Estaciones_Implementadas} - 1*\text{Estaciones_siendo_Planificadas} - 1*\text{Estaciones_en_Proceso_de_Implementación})/\text{Tiempo_de_Ajuste_de_Estaciones_Teléfónicas} & \end{aligned}$$

$$\text{Costo_de_Estacion_Celular} = 150000$$

$$\text{Estaciones_Deseadas[CONECEL]} = \text{CONECEL/Numero_de_usuarios_por_radiobase[CONECEL]}$$

$$\text{Estaciones_Deseadas[OTECCEL]} = \text{OTECCEL/Numero_de_usuarios_por_radiobase[OTECCEL]}$$

$$\text{Estaciones_Deseadas[CNT EP]} = \text{CNT EP/Numero_de_usuarios_por_radiobase[CNT EP]}$$

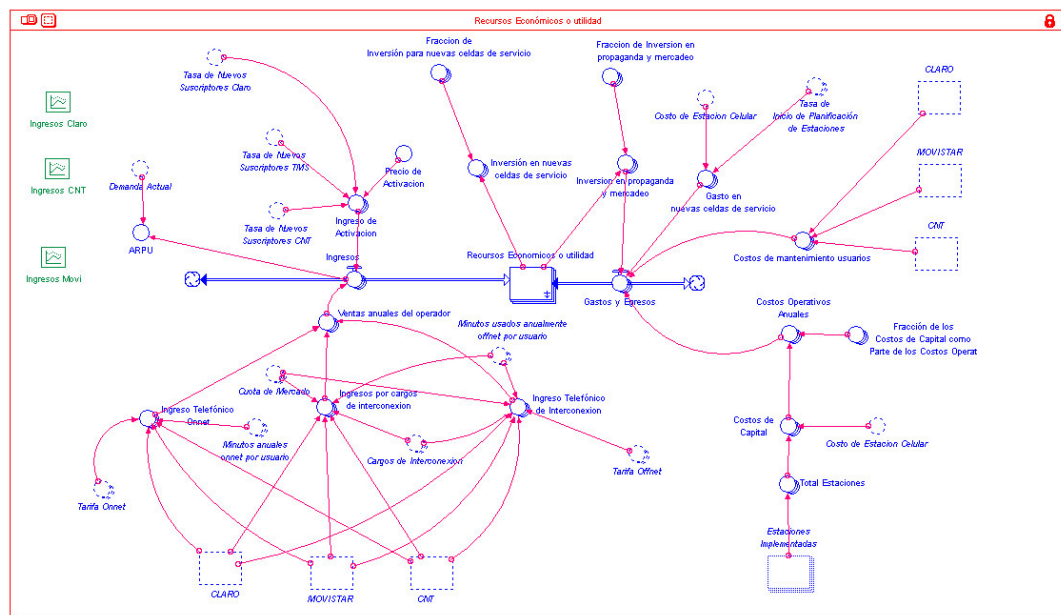
$$\text{Numero_de_usuarios_por_radiobase[Operadores]} = 2000$$

$$\text{Tiempo_de_Ajuste_de_Estaciones_Teléfónicas} = 8/12$$

$$\text{Tiempo_de_Implementación_de_Estaciones} = 6/12$$

$$\text{Tiempo_de_Planificación_de_Estaciones} = 6/12$$

Ecuaciones del Sector de Recursos Económicos o Utilidad:



$$\text{Recursos_Economicos_o_utilidad[CONECCEL]}(t) = \text{Recursos_Economicos_o_utilidad[CONECCEL]}(t - dt) + (\text{Ingresos[CONECCEL]} - \text{Gastos_y_Egresos[Operadores]}) * dt$$

$$\text{INIT Recursos_Economicos_o_utilidad[CONECCEL]} = -10451478$$

$$\text{Recursos_Economicos_o_utilidad[OTECCEL]}(t) = \text{Recursos_Economicos_o_utilidad[OTECCEL]}(t - dt) + (\text{Ingresos[OTECCEL]} - \text{Gastos_y_Egresos[Operadores]}) * dt$$

$$\text{INIT Recursos_Economicos_o_utilidad[OTECCEL]} = 26780000$$

$$\text{Recursos_Economicos_o_utilidad[CNT EP]}(t) = \text{Recursos_Economicos_o_utilidad[CNT EP]}(t - dt) + (\text{Ingresos[CNT EP]} - \text{Gastos_y_Egresos[CNT EP]}) * dt$$

$$\text{INIT Recursos_Economicos_o_utilidad[CNT EP]} = -2066814$$

INFLOWS:

$$\text{Ingresos[Operadores]} = \text{Ingreso_de_Activacion} + \text{Ventas_anuales_del_operador}$$

OUTFLOWS:

$$\text{Gastos_y_Egresos[Operadores]} = \text{Gasto_en_nuevas_celdas_de_servicio} + \text{Costos_Operativos_Anuales} + \text{Inversion_en_propaganda_y_mercadeo} + \text{Costos_de_mantenimiento_usuarios}$$

$$\text{ARPU} = (\text{Ingresos[CONECCEL]} + \text{Ingresos[OTECCEL]} + \text{Ingresos[CNT EP]}) / \text{Demanda_Actual}$$

$$\text{Costos_de_Capital[Operadores]} = \text{Total_Estaciones} * \text{Costo_de_Estacion_Celular}$$

$$\text{Costos_de_mantenimiento_usuarios[CONECCEL]} = \text{CONECCEL} * 10$$

$$\text{Costos_de_mantenimiento_usuarios[OTECCEL]} = \text{OTECCEL} * 10$$

$$\text{Costos_de_mantenimiento_usuarios[CNT EP]} = \text{CNT EP} * 10$$

$$\text{Costos_Operativos_Anuales[Operadores]} = \text{Costos_de_Capital} * \text{Fracción_de_los_Costos_de_Capital_como_Parte_de_los_Costos_Operativos}$$

$$\text{Fracción_de_Inversión_para_nuevas_celdas_de_servicio[CONECCEL]} = (0.2 + \text{STEP}(0.1169, 2004) + \text{STEP}(0.0284, 2005) + \text{STEP}(0.03473, 2006) + \text{STEP}(0.04, 2007)) * 1$$

$$\text{Fraccion_de_Inversión_para_nuevas_celdas_de_servicio[OTECCEL]} = (0.2 + \text{STEP}(0.1169, 2004) + \text{STEP}(0.0244, 2005) + \text{STEP}(0.0248, 2006) + \text{STEP}(0.04, 2007)) * 1$$

$$\text{Fraccion_de_Inversión_para_nuevas_celdas_de_servicio[CNT EP]} = (0.2 + \text{STEP}(0.1059, 2004) - \text{STEP}(0.0326, 2005) + \text{STEP}(0.04, 2007)) * 1$$

$$\text{Fraccion_de_Inversión_en_propaganda_y_mercadeo[CONECEL]} = 0.28$$

$$\text{Fraccion_de_Inversión_en_propaganda_y_mercadeo[OTECCEL]} = 0.14$$

$$\text{Fraccion_de_Inversión_en_propaganda_y_mercadeo[CNT EP]} = 0.11$$

$$\text{Fracción_de_los_Costos_de_Capital_como_Parte_de_los_Costos_Operat[CONECEL]} = .33$$

$$\text{Fracción_de_los_Costos_de_Capital_como_Parte_de_los_Costos_Operat[OTECCEL]} = .33$$

$$\text{Fracción_de_los_Costos_de_Capital_como_Parte_de_los_Costos_Operat[CNT EP]} = .33$$

$$\text{Gasto_en_nuevas_celdas_de_servicio[Operadores]} = \text{Costo_de_Estacion_Celular} * \text{Tasa_de_Inicio_de_Planificación_de_Estaciones}$$

$$\text{Ingresos_por_cargos_de_interconexión[CONECEL]} = (\text{Cuota_de_Mercado[OTECCEL]} / 2 + \text{Cuota_de_Mercado[CONECEL]}) / 100 * \text{OTECCEL} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario[OTECCEL]} * \text{Cargos_de_Interconexión[CONECEL]} + (\text{Cuota_de_Mercado[CNT EP]} / 2 + \text{Cuota_de_Mercado[CONECEL]}) / 100 * \text{CNT EP} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario[CNT EP]} * \text{Cargos_de_Interconexión[CONECEL]}$$

$$\text{Ingresos_por_cargos_de_interconexión[OTECCEL]} = (\text{Cuota_de_Mercado[CONECEL]} / 2 + \text{Cuota_de_Mercado[OTECCEL]}) / 100 * \text{CONECEL} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario[CONECEL]} * \text{Cargos_de_Interconexión[OTECCEL]} + (\text{Cuota_de_Mercado[CNT EP]} / 2 + \text{Cuota_de_Mercado[OTECCEL]}) / 100 * \text{CNT EP} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario[CNT EP]} * \text{Cargos_de_Interconexión[OTECCEL]}$$

$$\text{Ingresos_por_cargos_de_interconexión[CNT EP]} = (\text{Cuota_de_Mercado[CONECEL]} / 2 + \text{Cuota_de_Mercado[CNT EP]}) / 100 * \text{CONECEL} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario[CONECEL]} * \text{Cargos_de_Interconexión[CNT EP]} + (\text{Cuota_de_Mercado[OTECCEL]} / 2 + \text{Cuota_de_Mercado[CNT EP]}) / 100 * \text{OTECCEL} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario[OTECCEL]} * \text{Cargos_de_Interconexión[CNT EP]}$$

$$\text{Ingreso_de_Activación[CONECEL]} = \text{Precio_de_Activación} * \text{Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_Conecel}$$

$$\text{Ingreso_de_Activación[OTECCEL]} = \text{Precio_de_Activación} * \text{Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_TMS}$$

$$\text{Ingreso_de_Activación[CNT EP]} = \text{Precio_de_Activación} * \text{Tasa_de_Nuevos_Suscriptores_CNT EP}$$

$$\text{Ingreso_Teléfono_Onnet[CONECEL]} = \text{Tarifa_Onnet[CONECEL]} * \text{CONECEL} * \text{Minutos_anuales_onnet_por_usuario[CONECEL]}$$

$$\text{Ingreso_Teléfono_Onnet[OTECCEL]} = \text{Tarifa_Onnet[OTECCEL]} * \text{OTECCEL} * \text{Minutos_anuales_onnet_por_usuario[OTECCEL]}$$

$$\text{Ingreso_Teléfono_Onnet[CNT EP]} = \text{Tarifa_Onnet[CNT EP]} * \text{CNT EP} * \text{Minutos_anuales_onnet_por_usuario[CNT EP]}$$

$$\text{Ingreso_Teléfono_de_Interconexión[CONECEL]} = \text{CONECEL} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario[CONECEL]} * \text{Tarifa_Offnet[CONECEL]} - (\text{Cuota_de_Mercado[CONECEL]} / 2 + \text{Cuota_de_Mercado[OTECCEL]}) / 100 * \text{CONECEL} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario[CONECEL]} * \text{Cargos_de_Interconexión[OTECCEL]} - (\text{Cuota_de_Mercado[CONECEL]} / 2 + \text{Cuota_de_Mercado[CNT EP]}) / 100 * \text{CONECEL} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario[CONECEL]} * \text{Cargos_de_Interconexión[CNT EP]}$$

$$\text{Ingreso_Teléfono_de_Interconexión[OTECCEL]} = \text{OTECCEL} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario[OTECCEL]} * \text{Tarifa_Offnet[OTECCEL]} - (\text{Cuota_de_Mercado[OTECCEL]} / 2 + \text{Cuota_de_Mercado[CONECEL]}) / 100 * \text{OTECCEL} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario[OTECCEL]} * \text{Cargos_de_Interconexión[CONECEL]} - (\text{Cuota_de_Mercado[OTECCEL]} / 2 + \text{Cuota_de_Mercado[CNT EP]} / 2) / 100 * \text{OTECCEL} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario[OTECCEL]} * \text{Cargos_de_Interconexión[CNT EP]}$$

$$\begin{aligned} & \text{Ingreso_Telefónico_de_Interconexion}[\text{CNT EP}] = \text{CNT} \\ & \text{EP} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario}[\text{CNT EP}] * \text{Tarifa_Offnet}[\text{CNT EP}] - (\text{Cuota_de_Mercado}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] / 2 + \text{Cuota_de_Mercado}[\text{CONECEL}] / 100) * \text{CNT EP} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] * \text{Cargos_de_Interconexion}[\text{CONECEL}] - (\text{Cuota_de_Mercado}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] / 2 + \text{Cuota_de_Mercado}[\text{OTECEL}] / 100) * \text{CNT EP} * \text{Minutos_usados_anualmente_offnet_por_usuario}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] * \text{Cargos_de_Interconexion}[\text{OTECEL}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Inversion_en_propaganda_y_mercadeo}[\text{CONECEL}] = \\ & \text{Recursos_Economicos_o_utilidad}[\text{CONECEL}] * \text{Fraccion_de_Inversion_en_propaganda_y_mercadeo}[\text{CONECEL}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Inversion_en_propaganda_y_mercadeo}[\text{OTECEL}] = \\ & \text{Recursos_Economicos_o_utilidad}[\text{OTECEL}] * \text{Fraccion_de_Inversion_en_propaganda_y_mercadeo}[\text{OTECEL}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Inversion_en_propaganda_y_mercadeo}[\text{CNT EP}] = \text{Recursos_Economicos_o_utilidad}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] * \text{Fraccion_de_Inversion_en_propaganda_y_mercadeo}[\text{CNT EP}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Inversión_en_nuevas_celdas_de_servicio}[\text{CONECEL}] = \\ & \text{Recursos_Economicos_o_utilidad}[\text{CONECEL}] * \text{Fraccion_de_Inversión_para_nuevas_celdas_de_servicio}[\text{CONEC} \\ & \text{EL}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Inversión_en_nuevas_celdas_de_servicio}[\text{OTECEL}] = \\ & \text{Recursos_Economicos_o_utilidad}[\text{OTECEL}] * \text{Fraccion_de_Inversión_para_nuevas_celdas_de_servicio}[\text{OTECEL}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Inversión_en_nuevas_celdas_de_servicio}[\text{CNT EP}] = \text{Recursos_Economicos_o_utilidad}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] * \text{Fraccion_de_Inversión_para_nuevas_celdas_de_servicio}[\text{CNT EP}] \end{aligned}$$

$$\text{Precio_de_Activacion} = 1$$

$$\text{Total_Estaciones}[\text{Operadores}] = \text{Estaciones_Implementadas}$$

$$\begin{aligned} & \text{Ventas_anuales_del_operador}[\text{CONECEL}] = \\ & \text{Ingreso_Telefónico_Onnet}[\text{CONECEL}] + \text{Ingreso_Telefónico_de_Interconexion}[\text{CONECEL}] + \text{Ingresos_por_carg} \\ & \text{os_de_interconexion}[\text{CONECEL}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Ventas_anuales_del_operador}[\text{OTECEL}] = \\ & \text{Ingreso_Telefónico_Onnet}[\text{OTECEL}] + \text{Ingreso_Telefónico_de_Interconexion}[\text{OTECEL}] + \text{Ingresos_por_cargos_} \\ & \text{de_interconexion}[\text{OTECEL}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Ventas_anuales_del_operador}[\text{CNT EP}] = \text{Ingreso_Telefónico_Onnet}[\text{CNT} \\ & \text{EP}] + \text{Ingreso_Telefónico_de_Interconexion}[\text{CNT EP}] + \text{Ingresos_por_cargos_de_interconexion}[\text{CNT EP}] \end{aligned}$$

APÉNDICE C

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
CONECEL												
Ingresos	233283719	372732191	609323010	708528774	862935197	1054287208	1140768726	1235753614	1305796073	1389510544	1539765972	1568867869
Egresos	243735197	317780301	547666362	600200272	797031872	876156201	939214733	963093231	923178268	999633083	1198703040	1263363597
Utilidad	-10451478	54951890	61656648	108328502	65903325	178131007	201553993	272660383	382617805	389877461	341062932	305504272
OTECEL												
Ingresos	298730000	308109000	349956000	364199000	396232000	472653000	479928000	524412000	580319000	642190000	681053000	688828000
Egresos	271950000	282693000	346572000	349073000	365695000	441835000	429916000	478325000	511579000	550999000	567186000	604177000
Utilidad	26780000	25416000	3384000	15126000	30537000	30818000	50012000	46087000	68740000	91191000	113867000	84651000
CNT EP												
Ingresos	436365	21989980	38384000	52005000	40004000	75616759	112902540,6	134974290,6	157046040,6	180477900	199247700	224621400
Egresos	2503179	60690747	92574000	95806000	61606000	78936542	79277362,5	99439762,5	119602162,5	137951700	155336400	178276500
Utilidad	-2066814	-38700767	-54190000	-43801000	-21602000	-3319783	33625178,1	35534528,1	37443878,1	42526200	43911300	46344900

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Población	12606413	12837519	13072862	13312519	13556570	13805095	14005449	14483499	14765927	15520973	15774749	16027466	16363660
Maximo líneas	13867054	14121271	14380148	14643771	14912227	15185605	15405994	15931849	16242520	17849119	18140961	18431586	18818209
Líneas activas	1533015	2317061	4088350	5636395	6907911	8156359	9291268	10470502	11057316	11757906	11996375	11739628	9619625
Líneas activas	861342	1119757	1931630	2490002	2582436	3211922	3806432	4314599	4513874	5019686	5091702	5002512	4548860
Líneas activas	3804	107356	226352	358653	449630	323967	356900	333730	303368	309271	342326	770202	1221039
TOTAL	2398161	3544174	6246332	8485050	9939977	11692248	13454600	15118831	15874558	17086863	17430403	17512342	15389524
Suscriptores													
Potenciales	11468893	10577097	8133816	6158721	4972250	3493357	1951394	813018	367962	762256	710558	919244	3428685

Cuota de Mercado	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CONECEL	63,92%	65,38%	65,45%	66,43%	69,50%	69,76%	69,06%	69,25%	69,65%	68,81%	68,82%	67,04%	62,51%
OTECCEL	35,92%	31,59%	30,92%	29,35%	25,98%	27,47%	28,29%	28,54%	28,43%	29,38%	29,21%	28,57%	29,56%
CNT EP	0,16%	3,03%	3,62%	4,23%	4,52%	2,77%	2,65%	2,21%	1,91%	1,81%	1,96%	4,40%	7,93%

Radiobases instaladas	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Conecel	400	627	1009	1219	1697	2285	2711	3288	3886	4388	4793	5216
Otecel	435	441	685	863	1252	1272	1602	2072	2746	2920	3090	3543
CNT EP	40	179	204	215	222	228	228	228	229	504	1044	1261

PORTABILIDAD	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Donado Conecel							14147	27900	24672	60976	258900	186463	87739
Donado Otecel							8979	35338	40236	78842	291859	191620	166766
Donado CNT EP							1827	6395	4210	5051	5985	9045	24269
Recibido Conecel							8898	37285	41569	75241	288033	159958	125175
Recibido Otecel							14397	29513	24789	59004	251003	161859	43916
Recibido CNT EP							1658	2835	2760	6624	17708	65311	109683
Diferencia Conecel							-5249	9385	16897	14265	29133	-26505	37436
Diferencia Otecel							5418	-5825	-15447	-19838	-40856	-29761	-122850
Diferencia CNT EP							-169	-3560	-1450	1573	11723	56266	85414
Recibidos acumulados Conecel							-5249	4136	21033	35298	64431	37926	75362
Recibidos acumulados Movistar							5418	-407	-15854	-35692	-76548	-106309	-229159
Recibidos acumulados CNT EP							-169	-3729	-5179	-3606	8117	64383	149797

Tarifas Prepago promedio	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Conecel onnet min	0,5	0,5	0,5	0,38	0,18	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Otecel onnet min	0,5	0,5	0,5	0,38	0,18	0,15	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10	0,08	0,18
CNT EP onnet min	0,5	0,5	0,5	0,29	0,13	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,10
Conecel offnet min	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,2	0,15	0,15	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Otecel offnet min	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,18
CNT EP offnet min	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,08	0,10

Cargos de Interconexión	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CONECCEL	0,23	0,23	0,23	0,1131	0,0847	0,0847	0,04997	0,04997	0,04997	0,04997	0,04997	0,04997	0,04997
OTECCEL	0,23	0,23	0,23	0,1131	0,0887	0,0887	0,0639	0,0639	0,0639	0,0639	0,0639	0,0639	0,0639
CNT EP	0,23	0,23	0,23	0,1241	0,0915	0,0915	0,0915	0,0915	0,0915	0,0915	0,0915	0,0915	0,0915

Tráfico onnet en minutos estimado por línea al año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Conecel	1215	1308	1244	1329	1320	1395	1466	1716	1716	1578	1428	1341	1250
Otecel	682	632	588	587	494	549	594	685	682	646	584	571	591
CNT EP	3	61	69	85	86	55	56	53	46	40	39	88	159

Tráfico offnet en minutos estimado por línea al año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Conecel	685	692	656	671	580	605	657	762	747	715	647	659	750
Otecel	1218	1368	1312	1413	1406	1451	1506	1715	1718	1554	1416	1429	1409
CNT EP	1897	1939	1831	1915	1814	1945	2044	2347	2354	2160	1961	1912	1841

Índice de HERFINDAHL - HIRSCHMAN (IHH)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	5376	5281	5253	5292	5525	5629	5576	5615	5664	5601	5594	5329	4844

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Hoernig, S., «On-net and Off-net Pricing on Asymmetric Telecommunications Networks,» Universidade Nova de Lisboa, Lisbon, 2005
- [2] Valletti, T., «Obligations that can be imposed on operators with significant market power under the new regulatory framework for electronic communications,» [En línea]. Available: http://edz.bib.uni-mannheim.de/daten/edz-bo/gdi/03/mobile%2520_valletti_final.pdf, 2015
- [3] Shapiro, C., y Varian, H., Information rules: a strategic guide to the network economy, Boston: Library of Congress, 1999
- [4] ARCT, «Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones,» 2 11 2015. [En línea]. Available: <http://www.arcotel.gob.ec/biblioteca/>, 2015
- [5] Loaiza, A., «"Impacto de las políticas de interconexión de la "Ley Orgánica de Telecomunicaciones" en la competencia en el Ecuador",» Guayaquil, 2015
- [6] The United State Department of Justice, «HERFINDAHL-HIRSCHMAN INDEX,» 29 Julio 2015. [En línea]. Available: <http://www.justice.gov/atr/herfindahl-hirschman-index>, 2015
- [7] Mora, E., Análisis de la Regulación de Telecomunicaciones en el Ecuador y las Nuevas Tendencias del Sector, Cuenca, Azuay: Universidad Politécnica Salesiana, 2010
- [8] «Ley Orgánica de Telecomunicaciones,» Presidencia de la República del Ecuador, 18 2 2015. [En línea]. Available:

<http://www.asambleanacional.gob.ec/contenido/comision-inicia-conocimiento-proyecto-de-ley-organica-de>, 2016

- [9] «Reglamento de Interconexión,» CONATEL, 14 03 2007. [En línea]. Available: <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/Reglamento-de-Interconexion.pdf>, 2014
- [10] «Comisión Interamericana de Telecomunicaciones,» Organización de los Estados Americanos, 09 2006]. [En línea]. Available: http://www.oas.org/en/citel/infocitel/2006/septiembre/inter-ecuador_e.asp, 2014
- [11] Calzada y Trillas, Los precios de interconexión en las telecomunicaciones: de la teoría a la práctica, España: Hacienda Pública Española / Revista de Economía Pública, 2005
- [12] «System Dynamics Society,» [En línea]. Available: <http://www.systemdynamics.org/what-is-s/>, 2014
- [13] Warren, K., Strategic Management Dynamics, Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2008
- [14] Saeed, K., «Defining a problem or constructing a reference mode,» Worcester Polytechnic Institute, Worcester, 1998
- [15] Keloharju, R., Dynamic or 'Dynamic' Hypothesis?, Helsinki: Helsinki School Of Economics, 1981
- [16] Ranganath, B., y Rodrigues, L., System Dynamics: Theory and Case Studies, Boston: I. K. International Publishing House, 2008
- [17] Czajkowski, M., y Sobolewski, M., «www.econstor.eu,» 23 10 2013. [En línea]. Available: www.econstor.eu, 2015
- [18] Elliot, D., «Frontier Economics,» 2004. [En línea]. Available: <http://www.frontier-economics.com/es/publicaciones/on-net-off-net-differentials/>, 2015

- [19] Brock, G., «<http://www.repository.law.indiana.edu/fclj>,» The George Washington University, 1 6 2006. [En línea]. Available: <http://www.repository.law.indiana.edu/fclj/vol58/iss3/6>, 2015
- [20] Warrem, K., Competitive Strategy Dynamics, England: John Wiley & Sons Ltd, 2002
- [21] «Arcotel Resolución 164-04-CONATEL-2008,» 03 2008. [En línea]. Available: <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/2008-CONATEL-GEN-04-162.pdf>, 2016
- [22] «Superintendencia de Compañías,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.supercias.gob.ec/portal/>, 2016
- [23] Meadows, D., The Unavoidable A Priori, Hanover NH: System Dynamics Group, 1980