



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON
LA COLECTIVIDAD**

**MAESTRÍA EN GERENCIA DE REDES Y
TELECOMUNICACIONES**

II – A – PROMOCIÓN 2008-2010

**TESIS DE GRADO MAESTRÍA EN GERENCIA DE REDES Y
TELECOMUNICACIONES**

**TEMA: “DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS PARA
UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES”**

AUTOR: UTRERAS VENEGAS ESTEBAN PATRICIO

DIRECTOR: ING. DIEGO MARCILLO

SANGOLQUÍ, MAYO DEL 2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA
COLECTIVIDAD
CERTIFICADO

ING. DIEGO MARCILLO
Director

ING. DARWIN ALULEMA
Oponente

CERTIFICAMOS

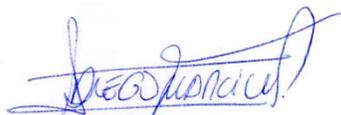
Que el trabajo titulado “DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS PARA UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES”, realizado por: Utreras Venegas Esteban Patricio, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el reglamento de estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Debido a que el presente trabajo permite dar a conocer una tecnología que en el país es prácticamente desconocida, y que mejorará la calidad de navegación de los usuarios de internet en un futuro, e incrementará la productividad de negocios ya existentes que basan sus actividades sobre la plataforma de internet, y nuevos negocios que se implementen bajo este mismo concepto, se recomienda su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (PDF).

Autorizamos a Utreras Venegas Esteban Patricio, entregar el mismo a la unidad de gestión de postgrados.

Sangolquí, Mayo del 2015



ING. DIEGO MARCILLO
DIRECTOR



ING. DARWIN ALULEMA
OPONENTE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA
COLECTIVIDAD**

MAESTRÍA EN GERENCIA DE REDES Y TELECOMUNICACIONES

II – A – PROMOCION 2008-2010

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Utreras Venegas Esteban Patricio

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS PARA UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES” ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, Mayo del 2015



Esteban Patricio Utreras Venegas

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA
COLECTIVIDAD**

MAESTRÍA EN GERENCIA DE REDES Y TELECOMUNICACIONES

II – A – PROMOCION 2008-2010

AUTORIZACIÓN

Yo, Esteban Patricio Utreras Venegas, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE la publicación en la Biblioteca Virtual de la institución, del trabajo “DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS PARA UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES”, cuyo contenido, ideas y criterios, son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, Mayo del 2015



Esteban Patricio Utreras Venegas

DEDICATORIA

A mi Dios, y a la Virgen María

A mis padres y hermanos

A mi amada esposa Eva María

A mi hijo Juan Esteban, la luz de mis días.

AGRADECIMIENTO

Es tanta la sabiduría que he recibido de quienes me rodean, que sé que estas cortas líneas no expresan todo el agradecimiento que quiero expresar.

Primeramente y como siempre lo he hecho, agradecer a Dios y a la Virgen María por guiarme cada día y por tantas bendiciones recibidas.

A mi hijo Juan Esteban, que con su sonrisa y su cariño me da la fortaleza necesaria y las ganas para seguir adelante.

A mi esposa Eva María, por su amor, sus palabras de cariño y su apoyo incondicional en cada camino que decido tomar.

A mis padres, Oscar y Myriam, porque su ejemplo ha permitido plasmar en mi vida la constancia, honestidad, sinceridad y bondad con la que ellos nos educaron a mí y a mis hermanos.

A mis hermanos, Santiago y Danilo, de quienes siempre tengo algo que aprender y son el soporte y la alegría que acompañan a mis padres. También a mi cuñada Gabriela y mi sobrina Valeria, por estar con nosotros en cada momento.

A mis suegros Luis y Zoila y a mis cuñadas Xiomara y Natalia, por su apoyo y ayuda incondicional.

A mis amigos Byron, Juan, Alejandro V, Carlos, Alejandro B, Chelo, Diego, Sonia, Marco, Luis, porque sus consejos siempre son una guía.

A mis amigos y compañeros de trabajo, por su alegría compartida día a día que hace más llevaderos los inconvenientes cotidianos.

A mis amigos de la maestría, por esa amistad que logramos forjar en las aulas y fuera de ellas.

Un agradecimiento especial al Ing. Diego Marcillo, al Ing. Fredy Lemus, y al Ing. Elio Espinoza, por su ayuda y guía en el desarrollo de este trabajo.

Y finalmente, agradezco a la Escuela Politécnica del Ejército, pues me llevo grandes satisfacciones, y gratos recuerdos de una etapa que da nuevos bríos a mi vida personal y profesional.

ÍNDICE

CERTIFICADO.....	II
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	III
AUTORIZACIÓN	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE CUADROS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT	XVII
CAPITULO I.....	1
CDN Y EL MERCADO ECUATORIANO.....	1
1.1. LA NECESIDAD DEL CLIENTE RESPECTO DEL ACCESO DE CONTENIDOS	1
1.1.1. ¿Qué necesita el usuario de internet?.....	4
1.1.1.1. Practicidad	7
1.1.1.2. Información	7
1.1.1.3. Entretenimiento.....	7
1.1.1.4. Recompensa	7
1.1.1.5. Reconocimiento.....	7
1.1.2. Tipos de búsquedas realizadas por los usuarios de internet	7
1.1.2.1. Búsqueda corporativa.....	8
1.1.2.2. Búsqueda informativa.....	8
1.1.2.3. Búsqueda comercial.....	8
1.1.3. Tipos de entidades de acuerdo a los contenidos que ofrecen.....	8
1.1.3.1. Entidades que generan contenido	9
1.1.3.2. Entidades que almacenan contenido generado por los usuarios	9
1.1.3.3. Entidades de comunicación entre usuarios	10
1.1.3.4. Entidades que usan transacciones.....	10
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	11
1.2.1. ¿Qué es una red de distribución de contenidos?.....	12
1.2.2. ¿Cómo se abastece hoy en día la necesidad de acceso de contenidos?.....	12
1.3. SOLUCIONES ALTERNAS A CDN	13
1.3.1. Tipos de soluciones alternativas	13
1.3.1.1. Internet de banda ancha.....	13
1.3.1.2. Servidor con balanceo de carga	14
1.3.1.3. Servidor con enlace de backup	15
1.3.1.4. Tecnologías de hardware y software	17
1.3.1.5. Housing	18

1.3.1.6.	Hosting.....	19
1.3.1.7.	Cloud computing.....	20
1.3.1.8.	Grid computing.....	21
1.3.1.9.	Bases de datos distribuidas.....	22
1.3.1.10.	Redes P2P.....	23
1.3.2.	<i>Análisis comparativo CDN vs. soluciones alternas</i>	23
1.3.3.	<i>Ventajas y desventajas del uso de CDN</i>	25
1.3.3.1.	Ventajas.....	25
1.3.3.2.	Desventajas.....	25
1.3.4.	<i>Matriz de comparación</i>	26
1.4.	ANÁLISIS DEL MERCADO EN EL ECUADOR	28
1.4.1.	<i>Análisis del consumidor</i>	28
1.4.1.1.	Comportamiento del internet a nivel de Latinoamérica.....	28
1.4.1.2.	Usos más comunes de internet en Latinoamérica.....	31
1.4.1.3.	Comportamientos de redes sociales.....	34
1.4.1.4.	Equipos de acceso usados en Latinoamérica.....	36
1.4.1.5.	Velocidad de acceso en Latinoamérica.....	40
1.4.1.6.	Estudio de mercado en Ecuador.....	44
1.4.1.6.1.	Páginas más visitadas en el Ecuador.....	44
1.4.1.6.2.	Premisas de análisis de mercado.....	50
1.4.1.6.3.	Análisis del consumidor.....	51
1.4.1.6.3.1.	MEDIOS DE COMUNICACIÓN.....	53
1.4.1.6.3.1.1.	Periódicos.....	53
1.4.1.6.3.1.1.1.	Análisis de valores de facturación.....	54
1.4.1.6.3.1.1.2.	Análisis FODA.....	58
1.4.1.6.3.1.2.	Revistas.....	58
1.4.1.6.3.1.2.1.	Análisis de valores de facturación.....	59
1.4.1.6.3.1.2.2.	Análisis FODA.....	61
1.4.1.6.3.1.3.	Televisión.....	62
1.4.1.6.3.1.3.1.	Análisis de valores de facturación.....	63
1.4.1.6.3.1.3.2.	Análisis FODA.....	65
1.4.1.6.3.1.4.	Radio.....	66
1.4.1.6.3.1.4.1.	Análisis de valores de facturación.....	68
1.4.1.6.3.1.4.2.	Análisis FODA.....	70
1.4.1.6.3.2.	UNIVERSIDADES.....	70
1.4.1.6.3.2.1.	Análisis de valores de facturación.....	73
1.4.1.6.3.2.2.	Análisis FODA.....	75
1.4.1.6.3.3.	INSTITUCIONES FINANCIERAS.....	76
1.4.1.6.3.3.1.	Análisis de valores de facturación.....	79
1.4.1.6.3.3.2.	Análisis FODA.....	81
1.4.1.6.3.4.	EMPRESAS DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES.....	82
1.4.1.6.3.4.1.	Análisis de los valores de facturación.....	83
1.4.1.6.3.4.2.	Análisis FODA.....	85
1.4.1.6.3.5.	EMPRESAS DE COMERCIO CON MERCADO NACIONAL E/O INTERNACIONAL.....	86
1.4.1.6.3.5.1.	Análisis de los valores de facturación.....	87
1.4.1.6.3.5.2.	Análisis FODA.....	89
1.4.2.	<i>Análisis de la competencia</i>	90
1.4.3.	<i>Estrategia</i>	91

1.5.	OBJETIVOS DE DISEÑO DE ACUERDO AL ANÁLISIS DE MERCADO.....	91
CAPÍTULO 2		92
MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....		92
2.1.	CONCEPTOS BÁSICOS.....	92
2.1.1.	<i>Funciones de CDN.....</i>	92
2.1.2.	<i>Composición de los contenidos</i>	93
2.1.3.	<i>Entes de interacción en una CDN</i>	95
2.1.4.	<i>Componentes de una CDN</i>	95
2.1.5.	<i>Características de una CDN.....</i>	97
2.1.6.	<i>CDN's existentes.....</i>	98
2.1.7.	<i>Taxonomía de CDN.....</i>	99
2.1.7.1.	Estructura de CDN.....	99
2.1.7.1.1.	Organización de CDN	100
2.1.7.1.2.	Servidores.....	100
2.1.7.1.3.	Relaciones.....	101
2.1.7.1.4.	Protocolos de interacción	105
2.1.7.1.5.	Tipos de contenido	108
2.1.7.2.	Manejo y distribución de contenidos	109
2.1.7.2.1.	Selección y entrega de contenidos	110
2.1.7.2.2.	Colocación de servidores réplica	114
2.1.7.2.3.	Externalización de contenidos.....	120
2.1.7.2.4.	Organización de caché.....	122
2.1.7.3.	Peticiones de ruteo.....	128
2.1.7.3.1.	Algoritmos de peticiones de ruteo	130
2.1.7.3.2.	Mecanismos de peticiones de ruteo.....	132
2.1.7.4.	Mediciones de rendimiento.....	141
2.1.7.4.1.	Mediciones internas	142
2.1.7.4.2.	Mediciones externas	142
2.1.7.4.3.	Adquisición de estadísticas de red para mediciones de rendimiento	142
2.1.7.4.4.	Medición de rendimiento por simulación	145
2.2.	TIPOS DE SERVICIO	146
2.3.	CONCEPTOS Y ANÁLISIS DE SEGURIDAD EN LA RED PARA EL USUARIO Y EL ADMINISTRADOR DE RED	147
2.3.1.	<i>Causas de vulnerabilidades</i>	148
2.3.2.	<i>Tipos de ataque.....</i>	150
2.3.3.	<i>Prevención general.....</i>	151
CAPITULO 3		154
METODOLOGÍA		154
3.1.	DETERMINACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA CDN	154
3.1.1.	<i>Consideraciones para plantear una metodología de diseño de CDN</i>	155
3.1.2.	<i>Propuesta de metodología.....</i>	165
CAPITULO 4		167
DISEÑO DE LA CDN		167

4.1.	SERVICIOS A SER PRESTADOS POR LA CDN	167
4.2.	CAPACIDAD DE ACCESO	167
4.3.	SEGURIDAD EN LA RED DISEÑADA	167
4.4.	EQUIPOS REQUERIDOS	168
4.1.1.	<i>Switches</i>	168
4.1.2.	<i>Firewall</i>	169
4.1.3.	<i>Servidores</i>	170
4.5.	ESTRUCTURA DE LA RED.....	170
CAPITULO 5		173
ANÁLISIS ECONÓMICO		173
5.1.	ANÁLISIS FODA.....	173
5.2.	DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE EQUIPOS	175
5.2.1.	<i>Determinación de otros valores</i>	176
5.2.1.1.	Inicio y planificación del proyecto	176
5.2.1.2.	Implementación.....	177
5.2.1.3.	Promoción.....	179
5.2.1.4.	Servicios de preventa.....	179
5.2.1.5.	Servicios de postventa	180
5.3.	ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE VENTA DE LOS SERVICIOS.....	180
5.4.	ANÁLISIS DE RENTABILIDAD (VAN – TIR)	181
5.4.1.	<i>Escenario 1</i>	181
5.4.1.1.	Cálculo de VAN (Valor actual neto) Escenario 1.....	184
5.4.1.2.	Cálculo de TIR Escenario 1	184
5.4.2.	<i>Escenario 2</i>	184
5.4.2.1.	Cálculo de VAN (Valor actual neto) Escenario 2.....	187
5.4.2.2.	Cálculo de TIR Escenario 2	188
5.4.3.	<i>Escenario 3</i>	188
5.4.3.1.	Cálculo de VAN (Valor actual neto) Escenario 3.....	190
5.4.3.2.	Cálculo de TIR Escenario 3	190
5.5.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	191
CAPITULO 6.		193
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		193
6.1.	CONCLUSIONES.....	193
6.2.	RECOMENDACIONES.....	196
BIBLIOGRAFÍA		198
ANEXOS		205

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. PROMEDIOS DE TIEMPOS DE CARGA DE PÁGINAS WEB.....	6
CUADRO 2. MATRIZ DE COMPARACIÓN CDN VS. OTRAS TECNOLOGÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS.....	27
CUADRO 3. PÁGINAS WEB MÁS VISITADAS EN EL ECUADOR.....	45
CUADRO 4. CATEGORÍAS MÚLTIPLES DE LAS PÁGINAS WEB MÁS VISITADAS.....	47
CUADRO 5. PÁGINAS WEB MÁS VISITADAS EN PAÍSES DE SURAMÉRICA.....	50
CUADRO 6. PRINCIPALES PERIÓDICOS DEL ECUADOR.....	53
CUADRO 7. ANÁLISIS FODA PARA OFERTAR A LOS PERIÓDICOS DEL ECUADOR EL SERVICIO DE CDN.....	58
CUADRO 8. PRINCIPALES REVISTAS DEL ECUADOR.....	59
CUADRO 9. ANÁLISIS FODA PARA OFERTAR A LAS REVISTAS DEL ECUADOR EL SERVICIO DE CDN.....	62
CUADRO 10. PRINCIPALES CANALES DE TELEVISIÓN DEL ECUADOR.....	63
CUADRO 11. ANÁLISIS FODA PARA OFERTAR A LOS CANALES DE TELEVISIÓN DEL ECUADOR EL SERVICIO DE CDN.....	66
CUADRO 12. PRINCIPALES RADIODIFUSORAS DEL ECUADOR.....	67
CUADRO 13. ANÁLISIS FODA PARA OFERTAR A LAS RADIODIFUSORAS DEL ECUADOR EL SERVICIO DE CDN.....	70
CUADRO 14. UNIVERSIDADES DEL ECUADOR.....	71
CUADRO 15. ANÁLISIS FODA PARA OFERTAR A LAS UNIVERSIDADES DEL ECUADOR EL SERVICIO DE CDN.....	76
CUADRO 16. INSTITUCIONES FINANCIERAS DEL ECUADOR.....	77
CUADRO 17. ANÁLISIS FODA PARA OFERTAR A LAS UNIVERSIDADES DEL ECUADOR EL SERVICIO DE CDN.....	82
CUADRO 18. EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES DE MAYOR FACTURACIÓN.....	83
CUADRO 19. ANÁLISIS FODA PARA OFERTAR A LAS EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES DEL ECUADOR EL SERVICIO DE CDN.....	86
CUADRO 20. EMPRESAS DE COMERCIO DE MAYOR FACTURACIÓN EN ECUADOR.....	87
CUADRO 21. ANÁLISIS FODA PARA OFERTAR A LAS EMPRESAS DE COMERCIO DE MAYOR FACTURACIÓN DEL ECUADOR EL SERVICIO DE CDN.....	90
CUADRO 22. USO DE INTERNET A NIVEL NACIONAL.....	158

CUADRO 23. PIPELINE DE CLIENTES, CON EL TRÁFICO QUE PODRÍAN GENERAR	161
CUADRO 24. ANÁLISIS FODA RESPECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE CDN EN EL ECUADOR.....	174
CUADRO 25. COSTO DE EQUIPOS DE LA RED CDN.....	175
CUADRO 26. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	178
CUADRO 27. OPEX.....	178
CUADRO 28. COSTOS DE PROMOCIÓN	179
CUADRO 29. SIMULACIÓN ESCENARIO 1 (VALORES EN DÓLARES).....	183
CUADRO 30. SIMULACIÓN ESCENARIO 2 (VALORES EN DÓLARES).....	186
CUADRO 31. SIMULACIÓN ESCENARIO 3 (VALORES EN DÓLARES).....	189

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. EVOLUCIÓN MUNDIAL DEL USO DEL INTERNET	2
FIGURA 2. INFORMACIÓN CREADA Y COMPARTIDA HASTA EL 2015, EXPRESADA EN ZETTABYTES	2
FIGURA 3. EVOLUCIÓN DEL TAMAÑO DE PÁGINAS WEB ENTRE 2010 Y 2013.....	3
FIGURA 4. REPRESENTACIÓN DE INSATISFACCIÓN RESPECTO DE UNA PÁGINA DE ACCESO LENTO	5
FIGURA 5. RESULTADOS CON DIFERENTES VELOCIDADES DE ENLACE	14
FIGURA 6. BALANCEO DE CARGA SOBRE EL SERVIDOR	15
FIGURA 7. ACCESO SINGLE HOMED.....	16
FIGURA 8. ACCESO SINGLE MULTIHOMED.....	16
FIGURA 9. ACCESO DUAL HOMED	16
FIGURA 10. ACCESO DUAL MULTIHOMED	17
FIGURA 11. ESTRUCTURA BÁSICA DE WAAS.....	18
FIGURA 12. SERVICIO DE HOUSING	19
FIGURA 13. SERVICIO DE HOSTING.....	20
FIGURA 14. CLOUD COMPUTING	21
FIGURA 15. GRID COMPUTING	22
FIGURA 16. CONTENT DELIVERY NETWORK.....	24
FIGURA 17. ESTADO DE INTERNET EN LATINOAMÉRICA 2011	29
FIGURA 18. COMPORTAMIENTO DE CRECIMIENTO HASTA EL AÑO 2012.....	30
FIGURA 19. PENETRACIÓN DE INTERNET LATINOAMÉRICA 2013.....	30
FIGURA 20. ESTADO DE INTERNET EN LATINOAMÉRICA 2011	32
FIGURA 21. USOS GENERALES DE INTERNET	33
FIGURA 22. VARIACIONES DE LOS USOS DE INTERNET DE 2011 A 2012.....	33
FIGURA 23. PLATAFORMAS EN LATINOAMÉRICA	35
FIGURA 24. REDES SOCIALES MÁS UTILIZADAS EN LATINOAMÉRICA.....	35
FIGURA 25. DISPOSITIVOS DE ACCESO USADOS EN LATINOAMÉRICA.....	37
FIGURA 26. PENETRACIÓN VS. CRECIMIENTO DE DISPOSITIVOS EN LATINOAMÉRICA.....	38
FIGURA 27. PREFERENCIAS PARA USO DE DISPOSITIVOS DEPENDIENDO DE LA ACTIVIDAD A REALIZARSE	38

FIGURA 28. COMPARACIÓN DE LOS USOS GENERALES VS. LOS USOS MÓVILES (2012).....	39
FIGURA 29. TIPOS DE PÁGINAS MÁS VISITADAS CON DISPOSITIVOS DE INTERNET MÓVIL.....	39
FIGURA 30. PORCENTAJE DE INDIVIDUOS QUE USAN INTERNET	42
FIGURA 31. COMPORTAMIENTO DE CRECIMIENTO HASTA EL AÑO 2012.....	42
FIGURA 32. SUSCRIPCIONES MÓVILES POR CADA 100 HABITANTES.....	43
FIGURA 33. SUSCRIPCIONES BANDA ANCHA FIJA POR CADA 100 HABITANTES	43
FIGURA 34. VELOCIDAD PROMEDIO Y PICO EN LATINOAMÉRICA, ECUADOR IGUALA AL PROMEDIO MUNDIAL DE CONEXIÓN	44
FIGURA 35. CATEGORÍAS DE PÁGINAS WEB MÁS VISITADAS EN EL ECUADOR	49
FIGURA 36. FACTURACIÓN APROXIMADA DE LOS PERIÓDICOS DE ECUADOR	56
FIGURA 37. POSIBLE RENTABILIDAD PARA LOS CLIENTES POTENCIALES CON EL USO DE CDN Y GANANCIA PARA LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES QUE OFERTA CDN, EN UN AÑO.....	57
FIGURA 38. FACTURACIÓN ANUAL APROXIMADA DE LAS REVISTAS DEL ECUADOR	60
FIGURA 39. POSIBLE RENTABILIDAD PARA LOS CLIENTES POTENCIALES CON EL USO DE CDN Y GANANCIA PARA LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES QUE OFERTA CDN, EN UN AÑO.....	61
FIGURA 40. FACTURACIÓN ANUAL APROXIMADA DE LOS CANALES DE TELEVISIÓN DEL ECUADOR.....	64
FIGURA 41. POSIBLE RENTABILIDAD PARA LOS CLIENTES POTENCIALES CON EL USO DE CDN Y GANANCIA PARA LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES QUE OFERTA CDN, EN UN AÑO.....	65
FIGURA 42. FACTURACIÓN ANUAL APROXIMADA DE LAS RADIODIFUSORAS DEL ECUADOR	68
FIGURA 43. POSIBLE RENTABILIDAD PARA LOS CLIENTES POTENCIALES CON EL USO DE CDN Y GANANCIA PARA LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES QUE OFERTA CDN, EN UN AÑO.....	69
FIGURA 44. INGRESOS APROXIMADOS DE LAS UNIVERSIDADES DEL ECUADOR.....	74
FIGURA 45. POSIBLE INCREMENTO DE INGRESOS DE LAS UNIVERSIDADES DEL ECUADOR, Y GANANCIA DE LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES	75
FIGURA 46. FACTURACIÓN ANUAL APROXIMADA DE LAS ENTIDADES FINANCIERAS EN EL ECUADOR	80
FIGURA 47. POSIBLE RENTABILIDAD PARA LOS CLIENTES POTENCIALES CON EL USO DE CDN Y GANANCIA PARA LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES QUE OFERTA CDN, EN UN AÑO.....	81

FIGURA 48. FACTURACIÓN ANUAL APROXIMADA DE LAS EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES EN EL ECUADOR	84
FIGURA 49. POSIBLE RENTABILIDAD PARA LOS CLIENTES POTENCIALES CON EL USO DE CDN Y GANANCIA PARA LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES QUE OFERTA CDN, EN UN AÑO.....	85
FIGURA 50. FACTURACIÓN ANUAL APROXIMADA DE LAS MAYORES EMPRESAS DE COMERCIO EN EL ECUADOR.....	88
FIGURA 51. POSIBLE RENTABILIDAD PARA LOS CLIENTES POTENCIALES CON EL USO DE CDN Y GANANCIA PARA LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES QUE OFERTA CDN, EN UN AÑO.....	89
FIGURA 52. CONTENIDOS OFRECIDOS SOBRE UNA CDN.....	94
FIGURA 53. COMPONENTES DE UNA CDN.....	96
FIGURA 54. ESTRUCTURA DE CDN	100
FIGURA 55. RELACIÓN CLIENTE – SERVIDOR RÉPLICA – SERVIDOR ORIGEN	102
FIGURA 56. RELACIÓN ELEMENTOS DE RED – CACHE PROXY.....	103
FIGURA 57. RELACIÓN INTERPROXY: ARREGLO DE PROXY	104
FIGURA 58. RELACIÓN INTERPROXY: MALLAS DE PROXY.....	104
FIGURA 59. PROTOCOLOS DE INTERACCIÓN	105
FIGURA 60. MANEJO Y DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS.....	110
FIGURA 61. SELECCIÓN Y ENTREGA DE CONTENIDOS.....	111
FIGURA 62. ESTRATEGIAS DE UBICACIÓN DE SERVIDORES RÉPLICA.....	115
FIGURA 63. TÉCNICAS DE ALMACENAMIENTO (CACHING)	123
FIGURA 64. TIPOS DE ACTUALIZACIÓN DE CACHÉ	126
FIGURA 65. PETICIONES DE RUTEO	129
FIGURA 66. TIPOS DE MECANISMOS DE PETICIONES DE RUTEO	133
FIGURA 67. TRÁFICO INTERNET DIARIO PROMEDIO	159
FIGURA 68. SALIDA INTERNACIONAL 1, PROVEEDOR DE INTERÉS	160
FIGURA 69. SALIDA INTERNACIONAL 2, PROVEEDOR DE INTERÉS	160
FIGURA 70. BOSQUEJO DEL DISEÑO DE LA RED CDN PARA ECUADOR.....	164
FIGURA 71. BOSQUEJO DEL DISEÑO DE LA RED CDN PARA ECUADOR, DIFERENCIANDO LA ZONA DE SEGURIDAD	165
FIGURA 72. DISEÑO DE RED CDN PARA ECUADOR	171
FIGURA 73. UBICACIÓN DE EQUIPOS DE CDN EN EL RACK.....	172
FIGURA 74. PUNTO DE EQUILIBRIO	187

RESUMEN

El presente trabajo ha sido desarrollado con el fin de ofrecer una idea de lo que es una red de distribución de contenido, su funcionamiento básico, el diseño de una red de este tipo para el Ecuador, su inversión, y principalmente se realiza un estudio de mercado que demuestra que existen potenciales cliente en el país que pueden iniciar el mercado de CDN. El tema de CDN es totalmente desconocido en el país, y ello da una pauta para incursionar en este mercado, y el establecimiento de una línea de negocio nueva y con mucho potencial, para una empresa de telecomunicaciones. Es de vital importancia conocer al respecto de CDN pues los mercados se desarrollarán a futuro de la mano de una estructura tecnológica basada en CDN, y cuya rentabilidad estará soportada del uso de CDN. Actualmente, son pocas las empresas que ofrecen CDN a nivel mundial y por ello es importante incursionar en este segmento que al momento es solamente aprovechado por empresas de países del primer mundo en su mayoría. El presente trabajo está compuesto de 6 secciones, que se resumen a continuación: CDN y el Mercado Ecuatoriano, donde se detalla el estudio de mercado; Marco teórico y conceptual, donde se analizan las generalidades de CDN; Metodología, donde se plantean las consideraciones que se deben tener antes del diseño; Diseño de la CDN, donde se plasma el diseño de la CDN para el Ecuador, con la metodología establecida; Análisis Económico, el cual indica los costos de inversión y rentabilidad del proyecto; y conclusiones y recomendaciones que se dan luego del estudio.

PALABRAS CLAVES:

CDN

RED DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS

CDN Y MERCADO ECUATORIANO

DISEÑO DE CDN

RELACIÓN VELOCIDAD DE APERTURA DE PÁGINAS VS. RENTABILIDAD

ABSTRACT

This work has been developed in order to provide an idea of what a content distribution network is, its basic operation, the design of a network of this type for Ecuador, how much we have to invest, and mainly it has a market study that shows there are potential customers in the country that can start the CDN market. The topic about CDN is totally unknown in the country, and this is a pattern to break into this market, and the establishment of a new line of business with great potential for a telecommunications company too. It is vital to know about CDN because markets will develop with a technological structure based on CDN, and also the profits will be linked to the use of CDN. Currently, there are few companies that offer CDN in the world, so it's important to enter to this segment that, in this moment, is used by companies in first world countries mostly. This work consists of 6 sections, which are summarized below: CDN and the Ecuadorian market, where market study is detailed; Theoretical and conceptual framework, where we find the main topics of CDN; Methodology, where we have the considerations that must be taken before the design will be conceived; CDN design, where we have the design of the CDN for Ecuador, with the established methodology; Economic Analysis, which indicates the investment costs and profitability of the project; and conclusions and recommendations that we obtain after to make this work.

KEYWORDS:

CDN

CONTENT DISTRIBUTION NETWORK

CDN AND ECUADORIAN MARKET

CDN DESIGN

RELATIONSHIP BETWEEN OPENING PAGE SPEED AND PROFITABILITY

CAPITULO I

CDN Y EL MERCADO ECUATORIANO

1.1. LA NECESIDAD DEL CLIENTE RESPECTO DEL ACCESO DE CONTENIDOS

El mundo actual presenta una constante evolución de tecnologías. Mientras más tecnología se tiene, internet se convierte en una estricta necesidad para avanzar o caminar a la velocidad que va el mundo. Actualmente el internet es el eje de la mayoría de las principales actividades comunicacionales, laborales, culturales, educativas, de socialización, aprendizaje, entretenimiento y ocio, entre otras, que hace dos décadas solamente se pensaría como una ficción.

Dichas actividades requieren cada vez de más y más grandes cantidades de información, y eso obliga a las empresas que ofrecen servicios de internet y datos, a ofrecer conexiones con mayores velocidades. Por ejemplo, en nuestro país, hasta hace no más de 10 años, tener una conexión de internet de 256 Kbps era hasta cierto punto un lujo, pero actualmente, un servicio básico de internet brindado por TV Cable por ejemplo, ofrece una velocidad de mínimo 2.6 Mbps (TV CABLE, 2014). Con ello se puede concluir que al menos en los últimos 10 años la velocidad de internet se ha multiplicado por 10. De igual manera, el número de usuarios ha aumentado. A nivel mundial se espera un aumento dramático para el 2015 (3 mil millones), lo que se puede observar en la figura 1:

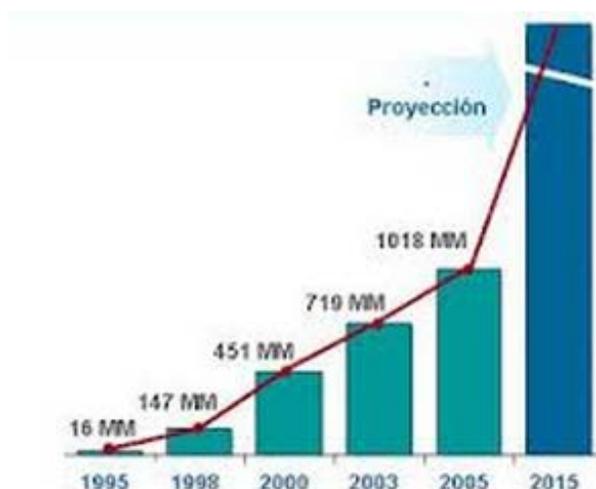


FIGURA 1. Evolución mundial del uso del internet

Fuente: (Pueyrredon, 2009)

Se puede ver que ha crecido el número de usuarios y las velocidades de internet, sin embargo es importante analizar cómo ha evolucionado la cantidad de información. Las figuras 2 y 3 mostradas a continuación son bastante explicativos al respecto:

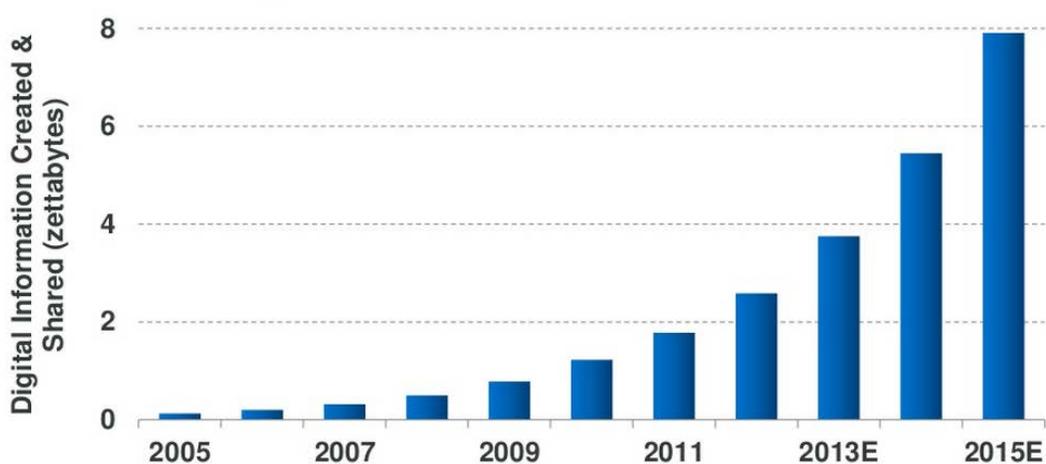


FIGURA 2. Información creada y compartida hasta el 2015, expresada en zettabytes

Fuente: (Byers, 2013)

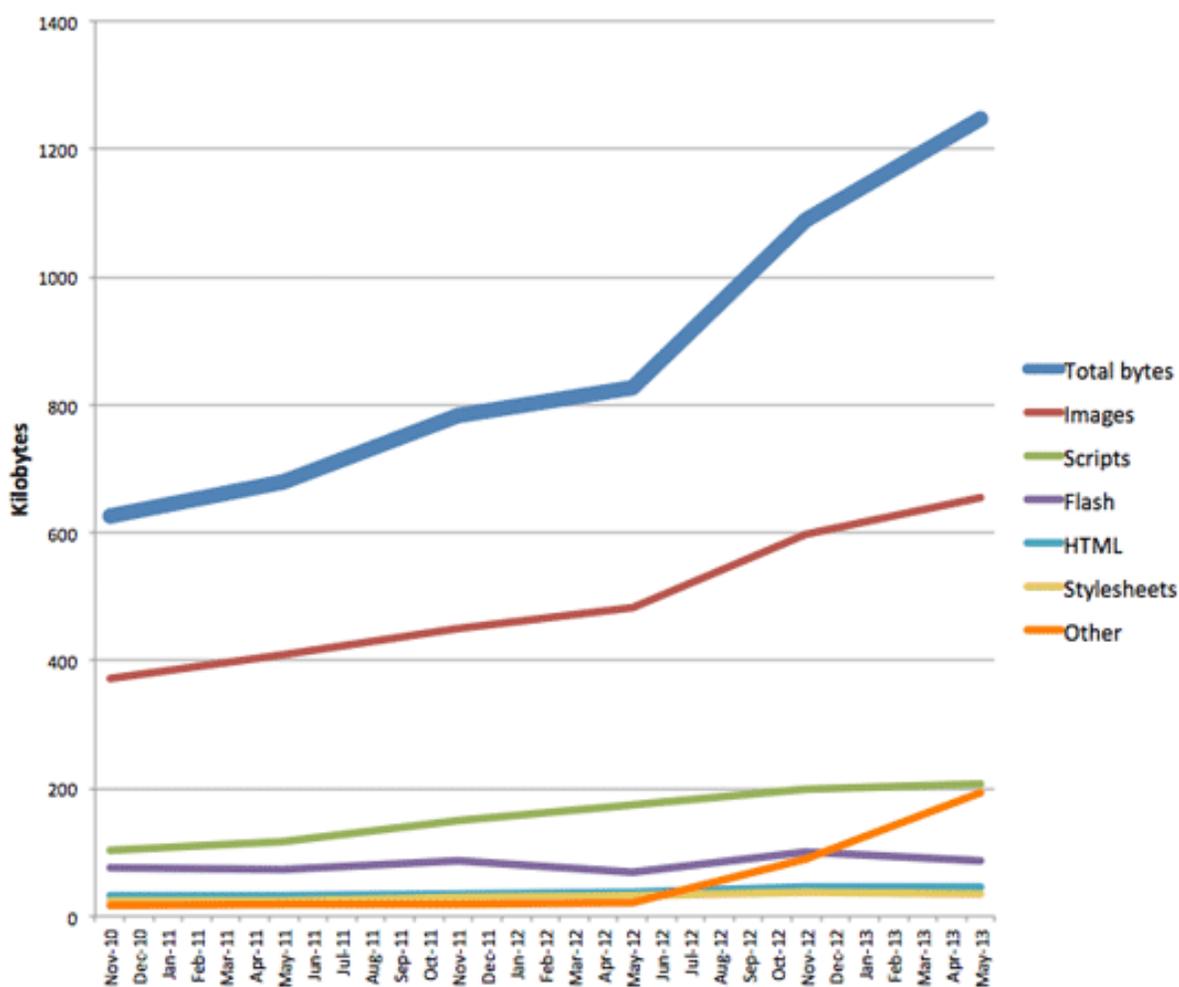


FIGURA 3. Evolución del tamaño de páginas web entre 2010 y 2013

Fuente: (Everts, 2013)

En ese crecimiento que se tiene de usuarios, velocidades de internet, e información, las empresas de telecomunicaciones deben analizar detalladamente cómo, cuánto, y en qué invertir, de tal suerte que se tengan una mayor rentabilidad respecto de la inversión que se planea realizar. Entonces es fundamental entender qué es lo que necesita el usuario, o

cómo lograr una mayor satisfacción en el usuario, para ejecutar una correcta inversión.

Se analizará entonces qué es lo que necesita el usuario para determinar en qué es lo que se debe invertir.

1.1.1. ¿Qué necesita el usuario de internet?

El usuario de internet tiene poca paciencia. Cuando una página web no funciona, seguramente el usuario la cierra y no volverá a la misma. Pero en caso de que funcione, la rapidez de carga es un parámetro que podría significar el éxito o fracaso para la mencionada página.

Antes de continuar, se debe entender el concepto de conversión, que no es más que la realización de una actividad en un sitio web, que es importante para el éxito del dueño de tal sitio web (Google Analytics, 2014).

Se ha demostrado en un estudio que se puede perder el 7% de conversiones, si una página web se demora en cargar más de 1 segundo. Ese segundo más de carga en una página, implica que 16 de cada 100 visitantes de dicha página no estarán satisfechos con la misma, y 11 de cada 100 visitantes no volverán a dicha página por considerarla lenta (TagMan Team, 2012) (Kissmetrics, 2014). En la figura 4 se tiene una representación de lo mencionado:



FIGURA 4. Representación de insatisfacción respecto de una página de acceso lento

Sobre datos más reales, se tienen ejemplos de empresas líderes en internet que han visto mejoras sobre su eje de negocio simplemente aumentando la velocidad de sus páginas web. Por ejemplo, Amazon® ha indicado que incrementa su rentabilidad en 1% por cada 100 ms que mejore la velocidad de carga de su página. Por otro lado, Yahoo!® ve incrementado el tráfico de su sitio web en un 9% si mejora en 400 ms el tiempo de carga de dicho sitio web. Cuando el navegador Mozilla® mejora en 2.2 segundos la apertura de páginas web, las descargas de dicho navegador aumentan en un 15.4%, lo que se traduce en 60 millones de descargas más por año (Bixby, 2010).

A continuación se puede ver el cuadro 1 que muestra los tiempos promedios de carga de páginas web a nivel mundial, indicando los lugares más representativos donde el tiempo promedio es menor:

CUADRO 1.

Promedios de tiempos de carga de páginas Web

CONTINENTE	PAIS	TIEMPO PROMEDIO DE CARGA DE PÁGINA – BANDA ANCHA	TIEMPO PROMEDIO DE CARGA DE PÁGINA – MÓVIL	PENALIDAD MÓVIL
Asia	China	4121 ms.	4141 ms.	1.0x
Asia	India	5887 ms.	8705 ms.	1.5x
Asia	Japón	1798 ms.	2992 ms.	1.7x
Asia	Malasia	4586 ms.	6391 ms.	1.4x
Europa	Italia	2850 ms.	3820 ms.	1.3x
Europa	Reino Unido	3481 ms.	5285 ms.	1.5x
Norteamérica	Estados Unidos	2794 ms.	4410 ms.	1.6x
Suramérica	Brasil	6086 ms.	12304 ms.	2.0x
Suramérica	Chile	4616 ms.	7121 ms.	1.5x

Fuente: (Akamai Technologies, 2013)

Por otro lado, existen otros tipos de necesidades de los usuarios de internet, que son importantes tener en cuenta. Por ejemplo, se debe tener en cuenta que la mayor cantidad de usuarios de internet tienen entre 18 y 35 años, y que es una generación que ha observado el vertiginoso cambio de la tecnología, y ha experimentado de buena o mala manera los aciertos y errores respecto de las páginas web, por ejemplo páginas muy cargadas de publicidad, páginas muy cargadas de información en cuyo caso es difícil navegar en las mismas, menús que no llevan a ningún lado, entre otros. Estos usuarios lo que buscan es lo siguiente (Salinas Huerta, 2013):

1.1.1.1. *Practicidad*

Un usuario de internet busca que la página sea sencilla y clara, sin procesos complicados.

1.1.1.2. *Información*

Si bien es cierto que los usuarios utilizan el internet como una de las principales fuentes de información, es importante que la información que se ofrezca sea verídica y concisa.

1.1.1.3. *Entretenimiento*

Con el fin de romper la rutina del trabajo o las actividades cotidianas, los usuarios suelen visitar YouTube ® (por ejemplo) entre 15 y 25 minutos diarios; con ello se confirma que el usuario busca también entretenimiento.

1.1.1.4. *Recompensa*

Un regalo para un usuario puede ser una sorpresa que lo fidelice hacia un sitio web. Es importante reconocer que los usuarios también buscan encontrar cosas gratis en internet. Un obsequio fideliza a un cliente y en este caso a un usuario de la red.

1.1.1.5. *Reconocimiento*

Un simple “gracias” puede hacer la diferencia. Los usuarios buscan también que se reconozca su atención hacia un sitio web.

1.1.2. Tipos de búsquedas realizadas por los usuarios de internet

Dependiendo del tipo de búsqueda que se realice, se pueden clasificar las búsquedas de la siguiente manera (Abad, 2013):

1.1.2.1. *Búsqueda corporativa*

Este tipo de búsqueda se produce cuando el usuario sabe lo que busca, y por lo general es una marca o equipo en particular. Este tipo de búsquedas constituye el 25% aproximadamente del total de búsquedas. Por ejemplo: “Apple” ®, “Samsung” ®, “iPhone” ®, etc.

1.1.2.2. *Búsqueda informativa*

Constituyen el 70% aproximadamente del universo de búsquedas y se realizan cuando se busca información de temas definidos. Por lo general esta búsqueda toma la forma de pregunta, y no se piensa en una página en particular. Por ejemplo: “qué es la fotosíntesis”, “como hacer un mueble con materiales reciclados”.

1.1.2.3. *Búsqueda comercial*

La búsqueda comercial tiene una seria intención de compra o adquisición de un bien o servicio, que incluye precios, modelos, características, lugares de venta, etc. Se tienen palabras clave que incluyen el producto en sí, descripciones del producto, o pensado para el usuario final, por ejemplo “guitarra eléctrica”, “guitarra eléctrica tipo stratocaster” o “guitarra eléctrica para niños”.

1.1.3. **Tipos de entidades de acuerdo a los contenidos que ofrecen**

Cualquier cosa que se encuentra en internet es contenido. Desde la imagen de un simple botón hasta la descarga de un archivo considerable, todo es contenido al que los usuarios pueden acceder, a fin de utilizar el Internet de acuerdo a las necesidades de cada persona. La discriminación

de saber que empresas generan en mayor o menor medida la descarga de los contenidos, e incluso la subida de contenidos, depende de la naturaleza de la entidad que se esté abordando:

1.1.3.1. *Entidades que generan contenido*

En esta categoría, se tienen entidades que por la naturaleza de su negocio, requieren grandes anchos de banda, con el fin de garantizar una visualización nítida de su contenido, en tiempo real. Entre estas entidades se tienen las siguientes:

- a) Medios de comunicación en tiempo real y archivos (televisión, radio, prensa)
- b) Servicios de video bajo demanda (Netflix ®, Hulu ®, Pandora ®)
- c) Servicios de tele educación (Centros de estudio, universidades, conferencias)
- d) Servicios de entretenimiento (videojuegos, servidores de videojuegos)
- e) Servicios de compra on-line multimedia (Google ® Android Marketplace™, Apple ® iTunes™, Windows ® Update™, etc.)

1.1.3.2. *Entidades que almacenan contenido generado por los usuarios*

El contenido que un usuario genera en la actualidad es muy importante para la existencia de las redes sociales. En esta categoría se encuentran:

- a) Empresas que albergan contenidos de usuarios: Permiten la interacción entre usuarios, intercambio de fotos, videos, estados, etc. En esta categoría se tienen las redes sociales como Facebook ®, Twitter ®, LinkedIn ®, Blogspot ®, YouTube ®, etc.

- b) Empresas que ofrecen almacenamiento masivo de datos de usuarios, tales como Mega ®, Dropbox ®, Putlocker ®, Ziddu ®, etc.
- c) Servicios de compra on-line de terceros: Como se conoce, empresas como Amazon ®, Ebay ®, Mercado Libre ®, etc., albergan gran cantidad de fotos con el fin de mostrar el producto que sus usuarios ofrecen.

1.1.3.3. *Entidades de comunicación entre usuarios*

Este tipo de entidades, logran la comunicación entre usuarios, y el tema de almacenamiento de información depende del medio que utilice cada usuario, sin embargo el tráfico que generan en internet es significativo. En estas empresas se tienen las siguientes mencionadas:

- a) Redes de comunicación: tales como Skype™, WhatsApp ®, FaceTime ®, etc.
- b) Redes de compartición de archivos: Son redes que utilizan modelos de distribución como peer-to-peer, por ejemplo Bittorrent ®, Emule ®, Ares ®, Newsgroups ®, etc.

1.1.3.4. *Entidades que usan transacciones*

En esta categoría se tienen a las entidades que si bien es cierto, su interacción con el usuario demanda el envío y recepción de datos sensibles, y dichos datos no requieren un gran ancho de banda, sin embargo es muy importante garantizar una conexión fiable para evitar la pérdida y corrupción de los mencionados datos. Adicional estas empresas manejan grandes bases de datos. En esta categoría se pueden encontrar:

- a) Bancos

- b) Servicios de compras on-line (Amazon ®, ebay ®, etc.)
- c) Entidades gubernamentales

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Se puede decir con seguridad, luego de analizar el punto 1.1, que el usuario de internet es un potencial consumidor de cualquier cosa que se ofrezca en internet, siempre y cuando tenga un servicio de acceso fiable por parte de los dueños de páginas web. Lo cual centra los esfuerzos de un proveedor de telecomunicaciones en ofrecer tanto a los dueños de páginas de internet, como a sus usuarios, un servicio que permita un acceso lo más rápido posible, y que se encuentre operativo la mayor cantidad de tiempo posible. De esta simple pero importante necesidad, nace la idea de crear un servicio orientado a la distribución de contenidos que alberga internet para que un usuario se sienta cómodo y confíe en la estructura que está detrás de una página web de un servicio. Es responsabilidad entonces, del proveedor de comunicaciones, enfocar todos sus esfuerzos en establecer una red que garantice que los contenidos ofrecidos por una entidad, sean recibidos lo más pronto posible a los usuarios de internet, cuando ellos naveguen en la página diseñada por la mencionada entidad. Este servicio es conocido como CDN: Content Delivery Network (red de distribución de contenidos).

Como se puede ver en lo explicado en 1.1, el crecimiento que se tiene de usuarios de internet, la cantidad de información que se cargan en la red, y que la velocidad de apertura y navegación para ver o usar estos contenidos influya tan drásticamente en la decisión de los usuarios, dan cabida a que un servicio de CDN sea atractivo para ofrecerse por parte de una empresa proveedora de servicios de telecomunicaciones. Evidentemente, está en manos de la empresa mencionada, el ofertar un

servicio de CDN para el dueño del sitio web que cumpla y sobrepase preferentemente, las expectativas de los usuarios de internet.

Para comprender la importancia del desarrollo de este trabajo, se explica que es una CDN y como se ha sobrellevado el acceso a contenidos sin una CDN

1.2.1. ¿Qué es una red de distribución de contenidos?

Una Content Delivery Network (CDN) o red de distribución de contenidos, básicamente es un conjunto de servidores sobre los que se albergan copias de un mismo contenido (imágenes, videos, archivos, etc.), distribuidos sobre varios puntos de una red con el fin de minimizar los tiempos de acceso a dichos contenidos para los usuarios que se encuentran cerca de los mencionados puntos.

1.2.2. ¿Cómo se abastece hoy en día la necesidad de acceso de contenidos?

Los modos de acceso a los contenidos publicados en la web se han visto modificados con el pasar de los años y muchos más con las necesidades que expresan los clientes día a día.

Como se vio en 1.1.1, los usuarios de internet no tienen paciencia, entonces se tienen varios tipos de soluciones respecto a un acceso a contenidos más rápido, entre las que se nombran:

- Internet de banda ancha
- Servidor con balanceo de carga
- Servidor con enlace de backup
- Tecnologías de software y hardware
- Housing y hosting

- Cloud Computing
- Grid Computing
- Bases de datos distribuidas
- Redes P2P

Dichas tecnologías se explican a detalle a continuación, en el numeral 1.3.

1.3. SOLUCIONES ALTERNAS A CDN

1.3.1. Tipos de soluciones alternas

Por el hecho de que es una tecnología nueva en Ecuador, por ende se tiene un mercado inmaduro al respecto, entonces es importante analizar cuáles serían las soluciones alternas a CDN que pudieran entenderse como soluciones más prácticas o intuitivas para los dueños de sitios web, comprendiendo que se tendría un rechazo al cambio de lo establecido hasta hoy en Ecuador y por otro lado sin conocer las bondades de una CDN. Cualquiera que sea el contenido que se quiere ofrecer, se presentan las soluciones alternas a CDN que al menos en Ecuador podrían ser una competencia para frenar el crecimiento de CDN, por la falta de conocimientos respecto a dicha tecnología:

1.3.1.1. Internet de banda ancha

Una solución a una carga más rápida de contenidos, intuitivamente nos indica que se necesita un enlace con gran velocidad, tanto del lado del usuario como del lado del proveedor. Adicional a esto, para mejorar la capacidad del acceso por banda ancha, se mejora el servidor por hardware, esto es, mejoras de procesador, RAM, arreglos en RAID, etc. Analizando un poco este tema, se puede concluir que se podría tener un inconveniente si fallare el acceso al servidor de contenidos. Además podría ser una solución alterna puesto que las velocidades

ofrecidas por los proveedores de servicios de internet cada vez son más altas. En la figura 5 se representa este tipo de enlace.

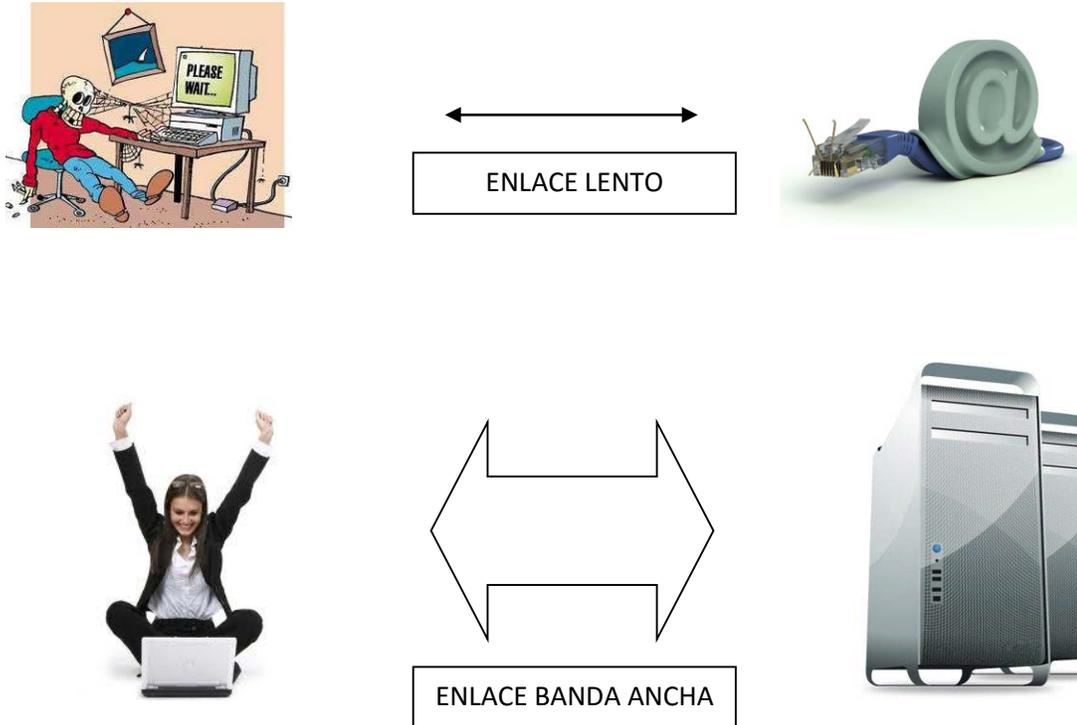


FIGURA 5. Resultados con diferentes velocidades de enlace

1.3.1.2. *Servidor con balanceo de carga*

Una solución a una carga más rápida de contenidos podría ser un servidor con enlaces de un solo proveedor o varios proveedores, que realicen balanceo de carga. Esta solución podría verse vulnerada rápidamente con un fallo del hardware del servidor de contenidos. En la figura 6 se tiene una idea de este tipo de enlace.

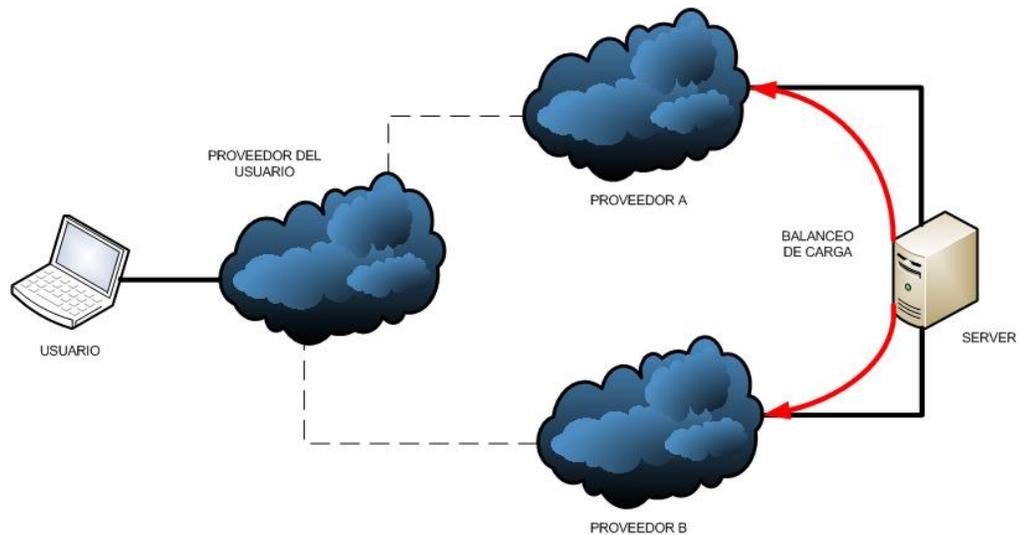


FIGURA 6. Balanceo de carga sobre el servidor

1.3.1.3. Servidor con enlace de backup

La misma idea que 1.3.1.2 pero considerando que los enlaces de uno solo o de varios proveedores funcionen como backup o como enlaces que se activen bajo demanda, en las configuraciones conocidas (dual homed, single multihomed o dual multihomed), y adicional, se tiene un servidor de backup. A continuación se detalla en las figuras 7, 8, 9 y 10 las diferencias de estas configuraciones:

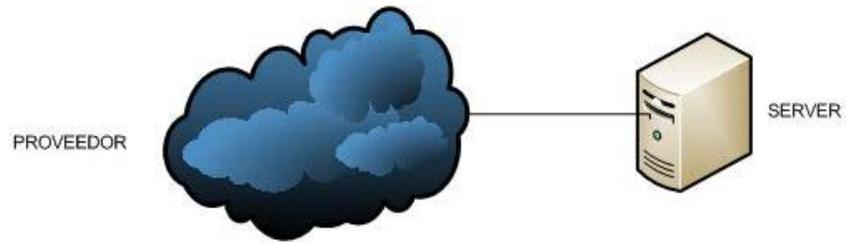


FIGURA 7. Acceso single homed

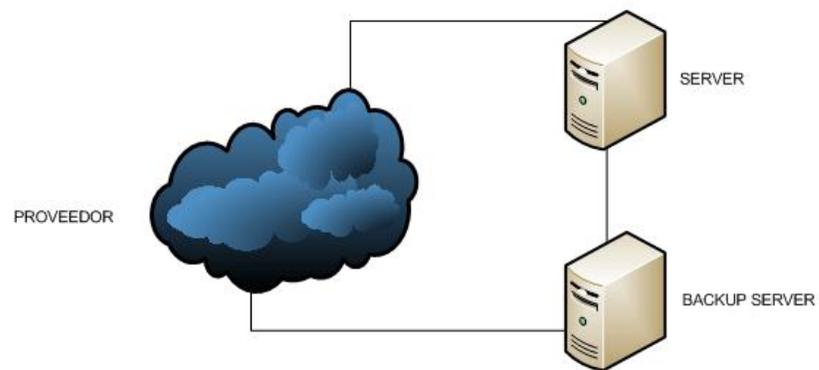


FIGURA 8. Acceso single multihomed

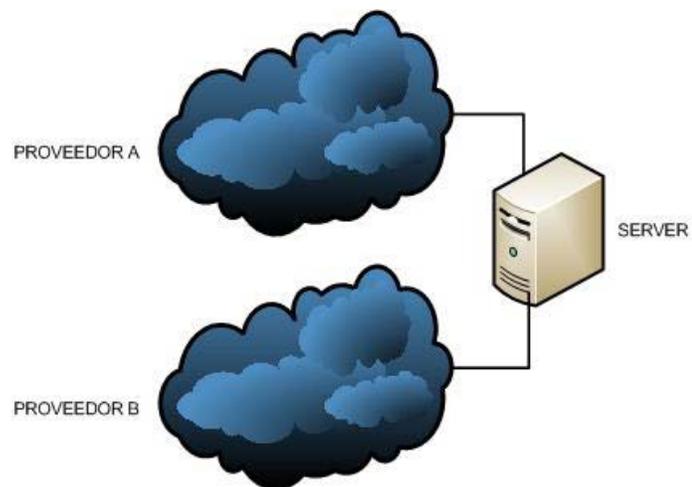


FIGURA 9. Acceso dual homed

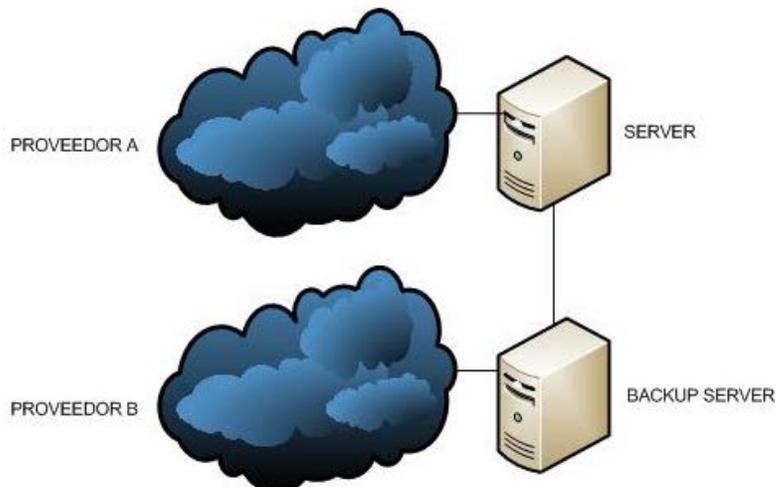


FIGURA 10. Acceso dual multihomed

1.3.1.4. Tecnologías de hardware y software

Las tecnologías de hardware y software existentes como WAAS (Wide Area Application Services) de Cisco por ejemplo, hace que un hardware guarde o cachee los elementos más comunes que se envían entre usuarios. Así, un correo que se responde cada vez que se envía, sigue almacenando todo el historial del mismo, ese historial se puede guardar en un caché y solo se enviaría la nueva información. En la figura 11 se observa la estructura básica de WAAS.

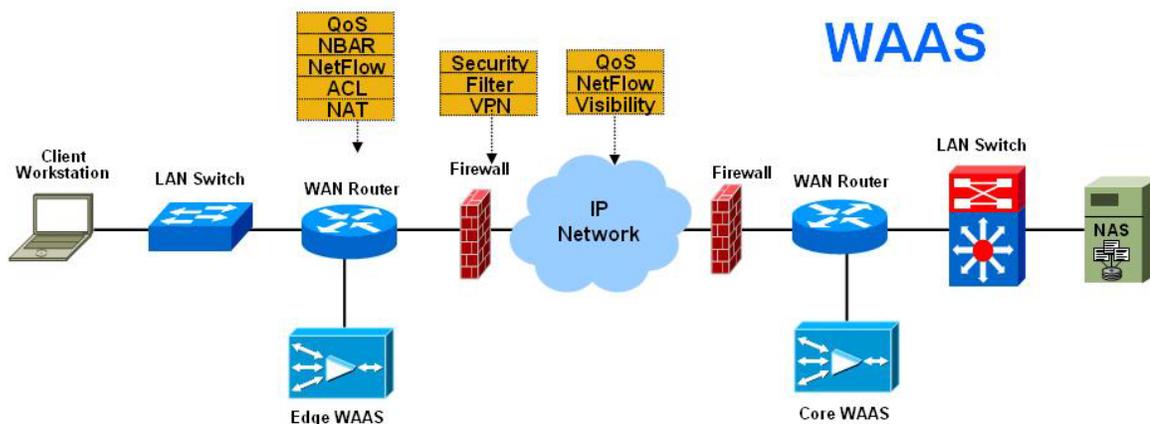


FIGURA 11. Estructura básica de WAAS

Fuente: (Cisqueros Inc., 2013)

Estos servidores de caché son ubicados en las cercanías de los usuarios finales, lo cual beneficia a los usuarios con velocidades de acceso bajas. Los servidores de caché pueden estar equipados con tecnologías que permitan detectar fallas del servidor central y con ello mejorar la eficiencia de navegación. Si esta configuración es correcta, la navegación puede darse solamente entre los usuarios finales y el servidor caché, sin la intervención del servidor principal. Los ISP's suelen ofrecer incluso un servicio denominado caché jerárquico, ofreciendo servidores de caché a nivel local, regional, nacional o internacional.

1.3.1.5. *Housing*

Se define como housing el hecho de albergar la tecnología propia de los dueños de páginas web (servidores, firewalls, switches, etc.), en un datacenter externo, el mismo que brindaría energía, refrigeración, espacio físico para colocación de equipos y acceso a internet. En este caso el proveedor del datacenter, ofrecerá varias capacidades para el acceso a la mencionada tecnología que albergará en dicho datacenter.

La evolución del housing es el establecimiento de las granjas de servidores, recordando que las granjas de servidores deben estar cerca del servidor central. Las mencionadas granjas de servidores, unidos a los servidores de cache, continúan ofreciendo soluciones para maximizar la disponibilidad de acceso a los contenidos del dueño de la página web. En la figura 12 se plasma la idea de lo que es en servicio de housing.

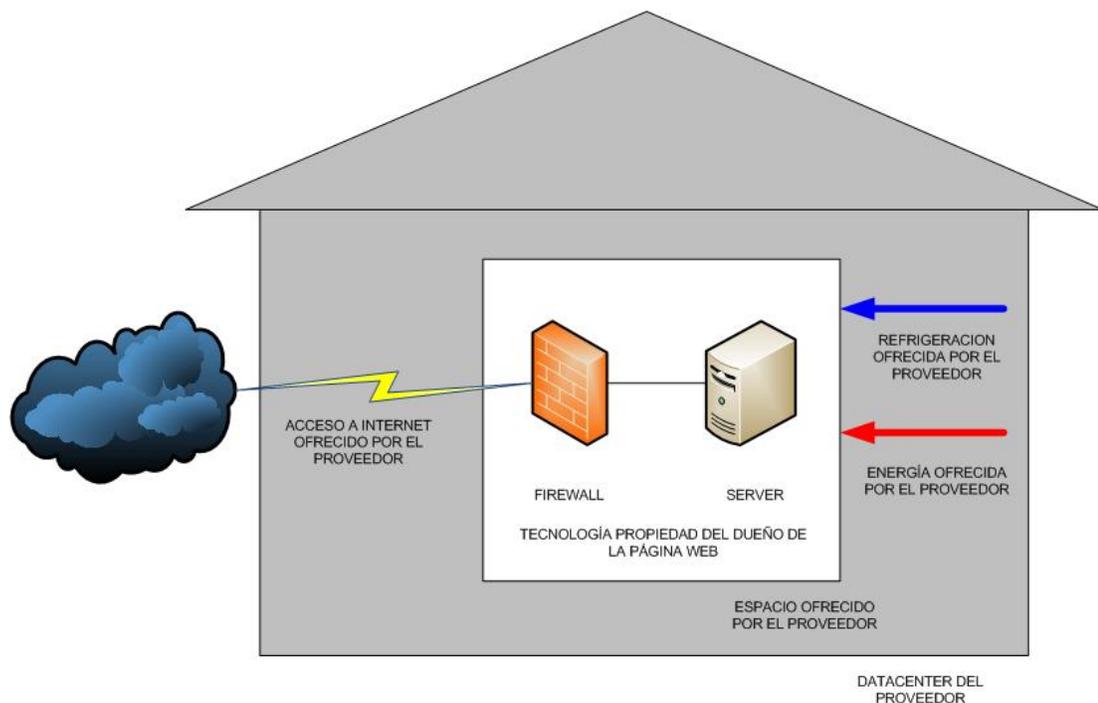


Figura 12. Servicio de housing

1.3.1.6. *Hosting*

Hosting es el servicio que se ofrece para albergar páginas web sobre la infraestructura de un proveedor. El proveedor de la infraestructura donde se aloja la página web y el proveedor del

datacenter donde está dicha infraestructura puede no ser el mismo. En este caso, quien contrata este tipo de servicio se despreocupa de velocidades de acceso, peticiones hacia la página web, etc. Estos servicios son utilizados ampliamente por empresas no tecnológicas. En la figura 13 se explica lo que es el hosting.

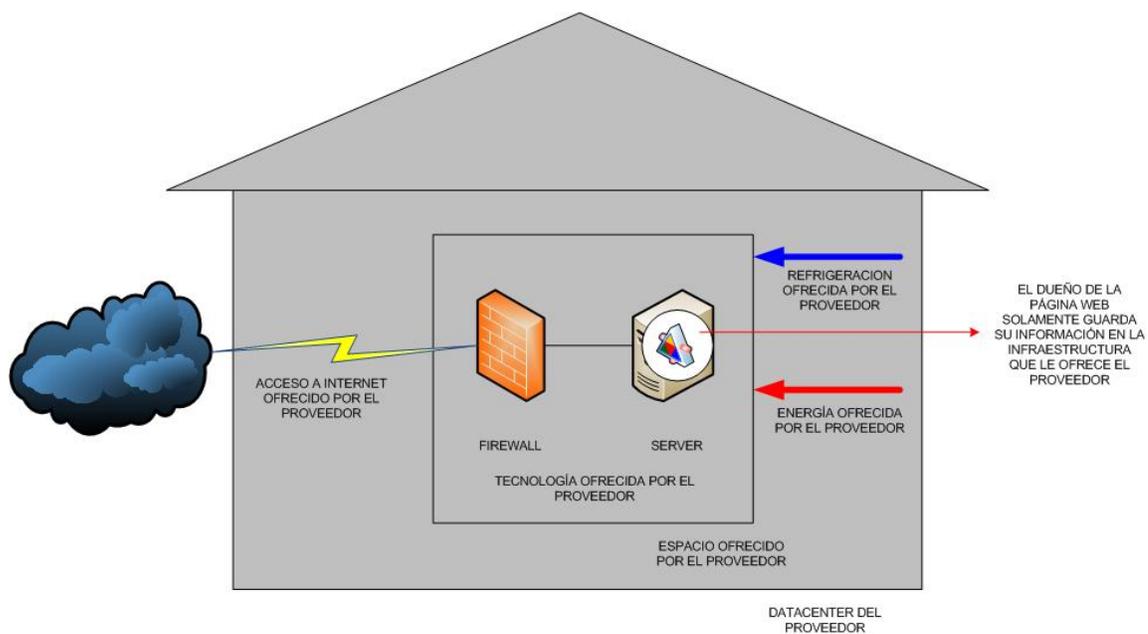


FIGURA 13. Servicio de hosting

1.3.1.7. *Cloud computing*

Básicamente, cloud computing se entiende como separar recursos informáticos de gran tamaño y procesamiento elevado, en pequeñas partes, que pueden ser accedidas remotamente por los usuarios (Stackoverflow, 2012). Por ejemplo (Humanes, 2013), actualmente las aplicaciones de ADOBE ® utilizan la nube para su funcionamiento y distribución. Anteriormente, el paquete de aplicaciones Adobe ® CS6 ™, venían en formato físico (DVD) y todos los recursos eran instalados

en la PC del usuario que adquiriría este software. Hoy en día para acceder al paquete de programas Adobe ® actualizado (que sería la versión CS7), se requiere ingresar y registrarse en la Creative Cloud (CC), y la instalación del software en la PC de un usuario es mínima; todos los recursos requeridos por las aplicaciones pueden ser accedidos y descargados desde la Creative Cloud, de acuerdo a las necesidades del usuario. En la figura 14 se demuestra este ejemplo de cloud computing.

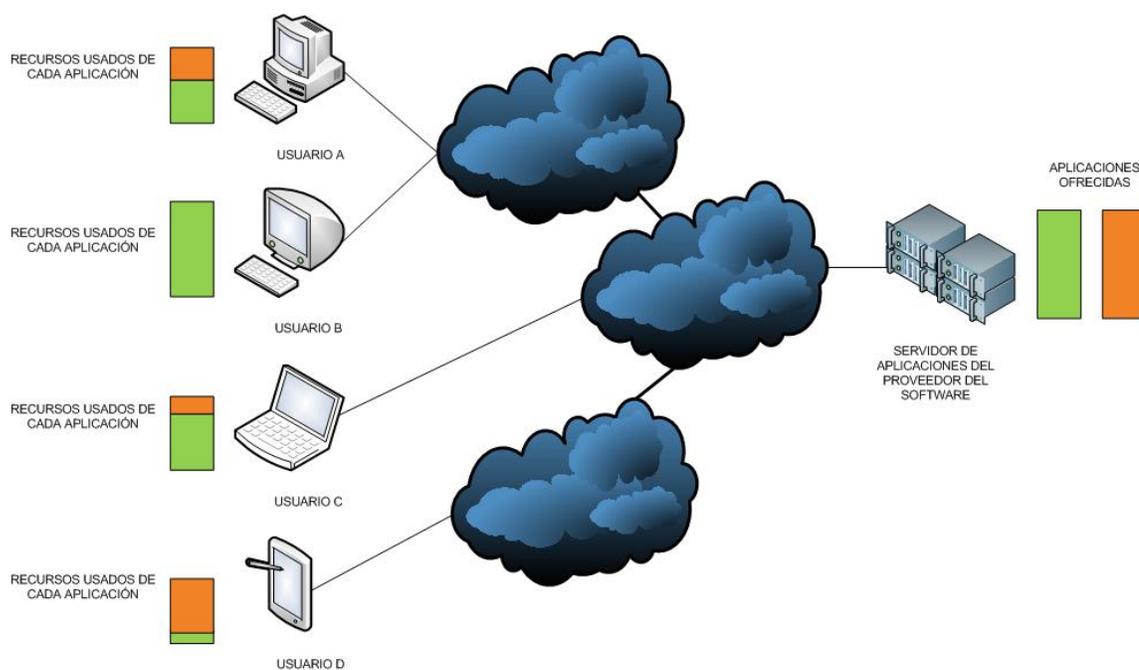


FIGURA 14. Cloud computing

1.3.1.8. Grid computing

Se entiende como Grid Computing a un sistema de computación distribuido que permite compartir recursos no centrados geográficamente, para resolver problemas de gran escala. El proyecto SETI@home (University of California, 2014) es un ejemplo de grid

computing. En este proyecto, miles de computadoras conectadas a internet “donan” sus ciclos de CPU no utilizados, para analizar señales en busca de patrones inteligentes extraterrestres. La figura 15 muestra este ejemplo.

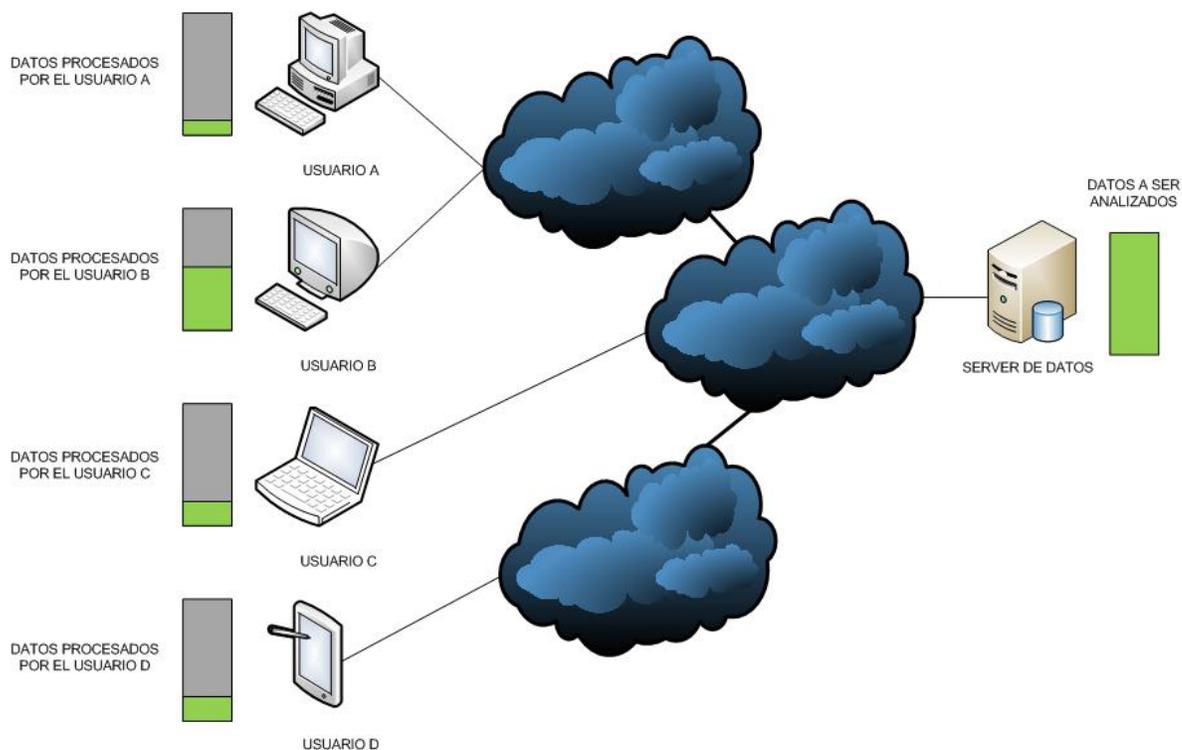


FIGURA 15. Grid computing

1.3.1.9. Bases de datos distribuidas

Una base de datos distribuida es un conjunto de datos organizados lógicamente y distribuido a través de múltiples sedes o recursos físicos. Pueden ser guardadas en las computadoras de una misma sede, en un mismo sitio, o puede estar dispersas a través de una red de computadoras interconectadas. Cada computadora en un sistema de base de datos distribuida es un nodo, el cual puede actuar como cliente o servidor o ambos, dependiendo de la situación. Cada nodo tiene un

grado de autonomía y puede ejecutar una búsqueda de datos local y participar en la ejecución de una búsqueda de datos global. Una base de datos distribuida puede estar formada de una base de datos simple o de una base de datos multidimensional. Por lo general una base de datos pertenece a una red LAN de una empresa o institución, y la misma puede ser accedida desde otras empresas o instituciones con fines de consulta, de acuerdo a su necesidad.

1.3.1.10. *Redes P2P*

Una red P2P es un conjunto de computadoras que comparten contenidos sin la necesidad de un servidor central. Están caracterizadas por formar redes ad-hoc (tipo malla) total o parcialmente descentralizadas. Cada ente en una red P2P confía en el contenido que tiene cada usuario, y entre ellos colaboran respecto de la información compartida y envío de solicitudes de información. Son muy tolerables a fallas, no tienen un punto neurálgico de falla, y los usuarios pueden entrar y salir de la red en cualquier momento. Manejan muy bien los picos de tráfico, que por lo general ocurren dentro de estas redes, cuando se buscan archivos nuevos o populares. Un ejemplo de este tipo de redes lo conforman los usuarios de Bittorrent® o Emule®.

1.3.2. **Análisis comparativo CDN vs. soluciones alternas**

Como se puede ver en los puntos analizados en 1.3.1, en todas las posibles soluciones que podrían plantearse en vez de una CDN, se observa un claro factor común en todas las mencionadas soluciones: ninguna garantiza un acceso rápido y fiable a los contenidos de una página web o aplicación. Adicional, se observa además que se pueden tener

backups o accesos redundantes a los servidores de datos, pero se continúa limitando la disponibilidad del acceso a la disponibilidad del servidor (+ backup).

Con una CDN, la disponibilidad de los contenidos (ya no se habla de servidores sino de contenidos) es muy alta, y los beneficios de apertura rápida de páginas, como se vio en 1.1.1, son muchos. En la figura 16 se verifica un esquema básico de una CDN.

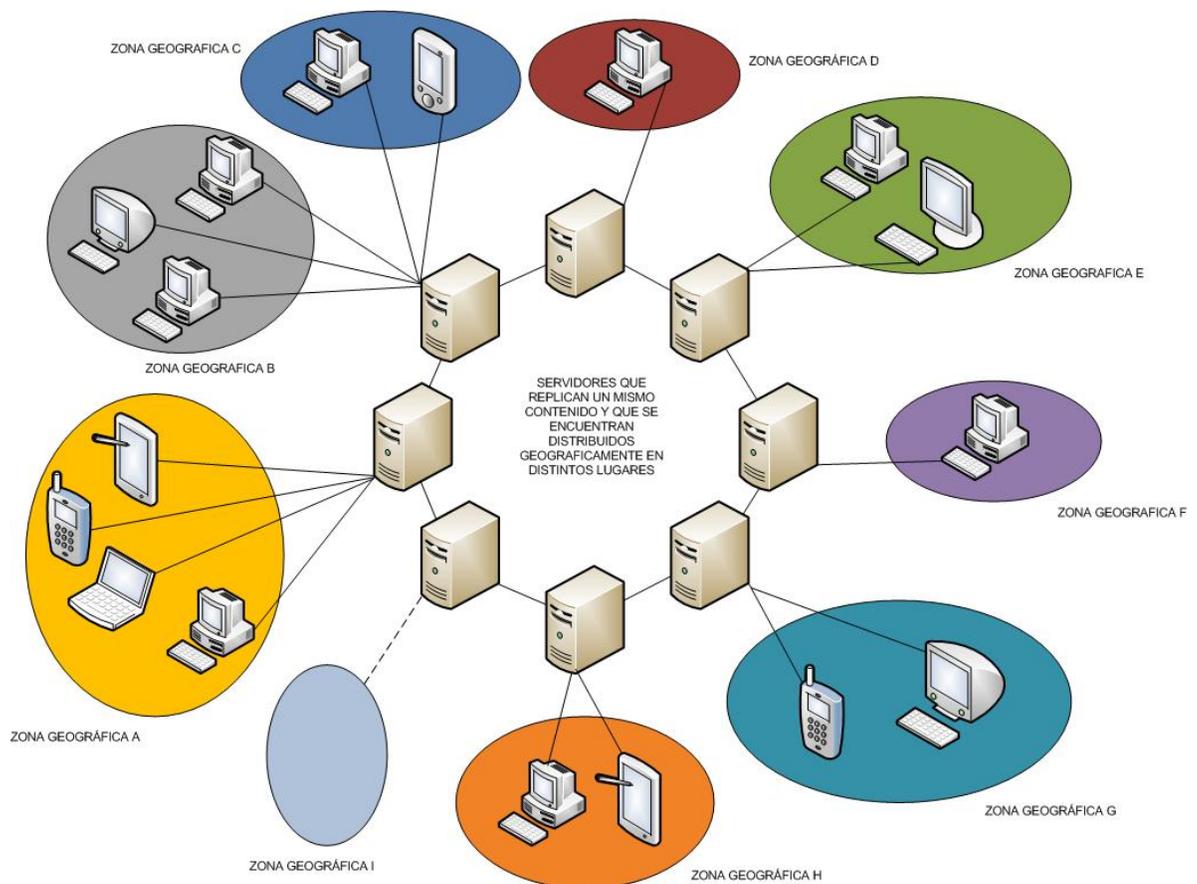


FIGURA 16. Content delivery network

1.3.3. Ventajas y desventajas del uso de CDN

Respecto del uso de CDN, es muy importante analizar las ventajas y desventajas que se pueden tener, para impulsar su uso.

1.3.3.1. Ventajas

- Incrementa la rentabilidad del cliente.
- Mayor satisfacción de los usuarios.
- Alta disponibilidad de contenidos.
- Incremento de conversiones en páginas web.
- Posibilidad de internacionalización de negocios del cliente.
- Es una alternativa interesante para el cliente, respecto a los actuales servicios de hosting.
- Cloud computing y grid computing pueden ser bastante beneficiadas con el uso de CDN.
- Se minimiza el consumo de ancho de banda en conexiones internacionales.
- Es una oportunidad de negocio para el proveedor de telecomunicaciones.

1.3.3.2. Desventajas

- Es una tecnología poco conocida (en Ecuador prácticamente es desconocida) y esto, puede hacer que el cliente opte por las soluciones alternas analizadas en 1.3.1.
- No todas las empresas pueden aprovechar las ventajas del uso de CDN, por la naturaleza de las mismas.
- Costo de inversión en servidores locales.

- Una empresa que quiera ofrecer el negocio de CDN debe competir con empresas que ya están algunos años dentro de este negocio (como Akamai ® por ejemplo)

Como se observa, se tiene más ventajas que desventajas respecto de CDN por lo que se concluye que es una excelente oportunidad de negocio para una empresa de telecomunicaciones.

1.3.4. Matriz de comparación

Finalmente, para confirmar las bondades de una CDN, se comparará brevemente las principales ventajas y desventajas de las tecnologías analizadas en 1.3.1, en el cuadro 2 que está a continuación:

CUADRO 2.

Matriz de comparación CDN Vs. otras tecnologías de distribución de contenidos

TECNOLOGÍAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CDN	El acceso a contenidos se independiza de la disponibilidad de un servidor.	Tecnología poco conocida
Internet de banda ancha	Implementación sencilla	A mayor velocidad, mayor costo. La capacidad del servidor tiene límites de crecimiento. El acceso depende de la disponibilidad del servidor
Servidor con balanceo de carga	Se aprovecha el consumo de accesos de backup	El acceso a contenidos depende de la disponibilidad del servidor
Servidor con enlace de backup	Aumenta ligeramente la disponibilidad del servidor	El acceso a contenidos depende de la disponibilidad del servidor
Tecnologías de hardware y software	Aumenta ligeramente la velocidad de acceso. Mas beneficio para clientes con ancho de banda bajo	El acceso a contenidos depende de la disponibilidad del servidor. Los servidores de caché deben estar lo más cerca posible a los usuarios.
Housing	Un proveedor de telecomunicaciones brinda las garantías de acceso a equipos del cliente. Se pueden establecer granjas de servidores.	El acceso a contenidos depende de la disponibilidad del servidor. La granja de servidores debe estar cerca del servidor central
Hosting	Un proveedor de telecomunicaciones brinda las garantías de acceso a servidores	El acceso a contenidos depende de la disponibilidad del servidor
Cloud computing	Ahorro de recursos por la centralización de procesos	El acceso de datos a ser accedidos depende de la disponibilidad del servidor
Grid Computing	Ahorro de recursos por distribución de procesos	El acceso de datos a ser procesados depende de la disponibilidad del servidor
Bases de datos distribuidas	Acceso rápido a información	Es privado, por lo general dentro de una red LAN
Redes P2P	Compartición de recursos de usuarios con intereses comunes	La integridad de la información depende de la "confianza" que se tenga entre los usuarios

Con este preámbulo, se procede a analizar el mercado en el Ecuador.

1.4. ANÁLISIS DEL MERCADO EN EL ECUADOR

Para analizar lo que está ocurriendo en el Ecuador, es importante analizar las tendencias que se observan a nivel de Latinoamérica. Como se observará, los indicadores que se muestran son de vital importancia para el entendimiento del estado actual de la tecnología en nuestra región. Si bien es cierto que son estadísticas de 2 y 3 años atrás, muestran una tendencia en nuestra región que puede intuir el comportamiento a futuro de los usuarios de internet.

1.4.1. Análisis del consumidor

1.4.1.1. Comportamiento del internet a nivel de Latinoamérica

El crecimiento de internet en Latinoamérica es notable y en aumento. De acuerdo a las proyecciones que se tienen (figura 17), al menos se tendrá el 45% de la población a nivel de Latinoamérica accederá a internet en el 2014. Se tienen otros indicadores en la región como penetración por país y comparación con otros mercados, donde se evidencia la tendencia de crecimiento en internet en la región. En Ecuador se tiene apenas el 23% de penetración de internet, y a nivel de Latinoamérica 37%.

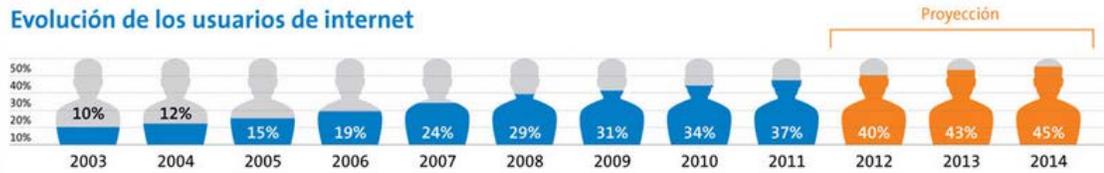
En la figura 18 se puede observar que el número de usuarios aumenta a nivel de Latinoamérica, y como se conoce, la tendencia de crecer a más usuarios día a día se da a nivel mundial. Sin embargo se aprecia que el índice de crecimiento decae, lo cual es lógico pues se está alcanzando de una manera paulatina al universo de usuarios.

En la figura 19 se observa la penetración de internet por país, donde se ve que Argentina, Uruguay, Chile, Colombia y Paraguay tienen un índice de penetración mayor.

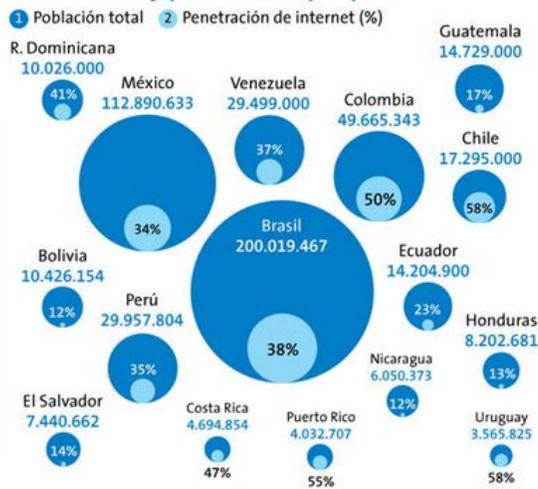
Estado de Internet en Latinoamérica

Latinoamérica sigue creciendo de la mano de los medios sociales y está cerca de convertirse en un medio mayoritario

Evolución de los usuarios de internet



Distribución y penetración por país



Comparación con otros mercados



Figura 17. Estado de internet en Latinoamérica 2011

Fuente: (XMundo Networks, 2011)



FIGURA 18. Comportamiento de crecimiento hasta el año 2012
Fuente: (Tendencias Digitales, 2012)

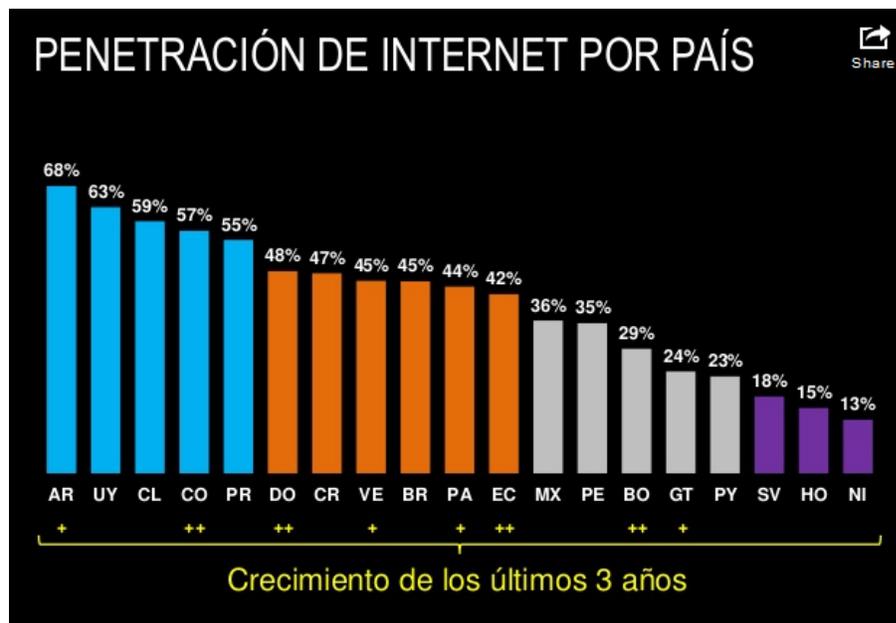


FIGURA 19. Penetración de internet Latinoamérica 2013
FUENTE: (Tendencias Digitales, 2013)

1.4.1.2. *Usos más comunes de internet en Latinoamérica*

Es muy notorio, que el uso de internet es muy marcado para 3 actividades principalmente: correos, redes sociales, y noticias. En la figura 20 se puede apreciar una gráfica que desglosa el comportamiento de América Latina y como ha ido evolucionando.

Desglosando un poco más la información de la figura 20, se ve que se tienen actividades prácticamente nuevas que en el 2010 eran actividades de poco uso sobre el internet, por ejemplo reservas de turismo, VoIP, foto clasificados, trámites gubernamentales y ventas crecen más del 100%, y otras actividades como el escuchar radio, cursos o estudios, ver la televisión, operaciones bancarias y compras por internet crecen más de un 50%. Esto es un dato muy importante a considerar pues son actividades que podrían verse beneficiadas con el uso de una CDN. También se puede apreciar que en Ecuador el ranking de usos mencionados cumple en un 62%. Otros datos importantes que se publican, son las tendencias de uso de internet que se tienen respecto a cada país. Se puede ver como dato interesante que Ecuador es el más próximo a utilizar la mayor variedad de aplicaciones ofrecidas por internet.

Se puede observar también, en la figura 20, que en crecimiento y penetración de usos se califica como “prometedores” a servicios como Foto clasificados, VoIP, Escuchar Radio, Cursos y estudios, y compras por internet. La figura 22 confirma estas variaciones.

En la figura 21 se puede observar que las actividades realizadas por los usuarios sobre internet en el 2011 se mantienen en el 2012 con ligeras variaciones, a excepción de lo que es las descargas de archivos por internet, y el chat por el recientemente desaparecido Messenger, que ha sido relevado por su aplicación de reemplazo, Skype, y otros chats integrados a otras aplicaciones como Facebook o WhatsApp.

Patrón de usos de Internet

Internet sigue socializándose: nuevos medios sociales, sitios web corporativos se socializan, +agregadores.

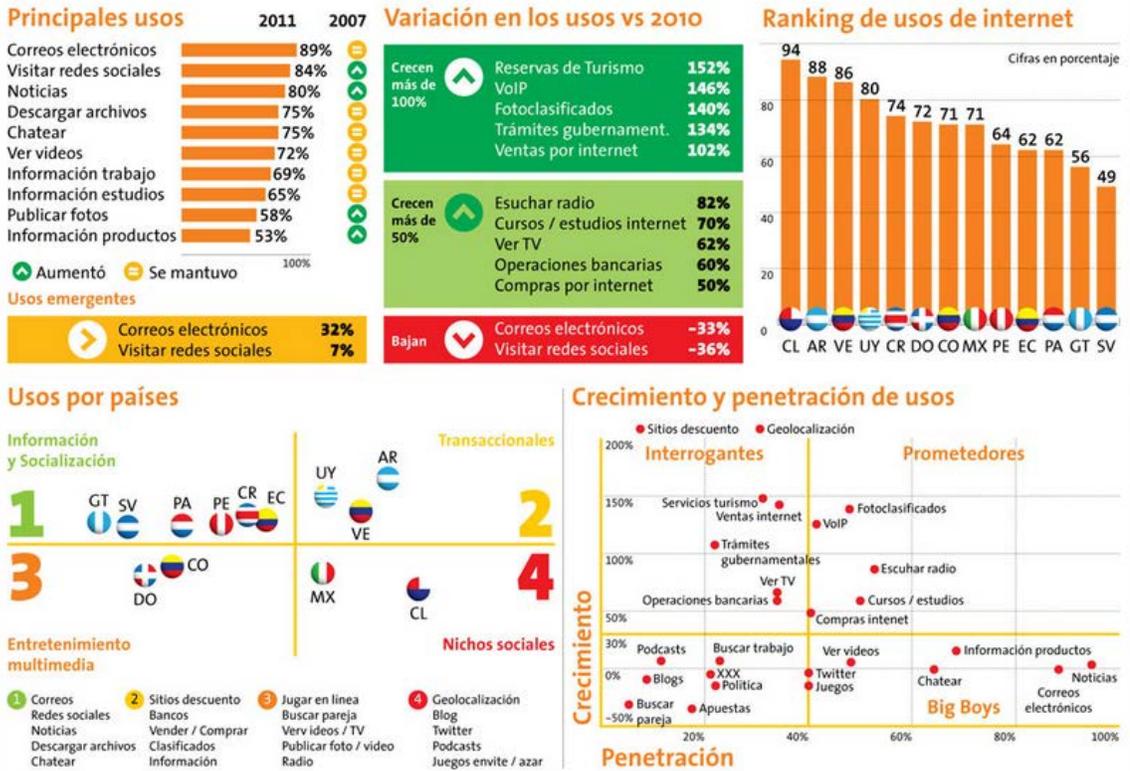


FIGURA 20. Estado de internet en Latinoamérica 2011

Fuente: (XMundo Networks, 2011)

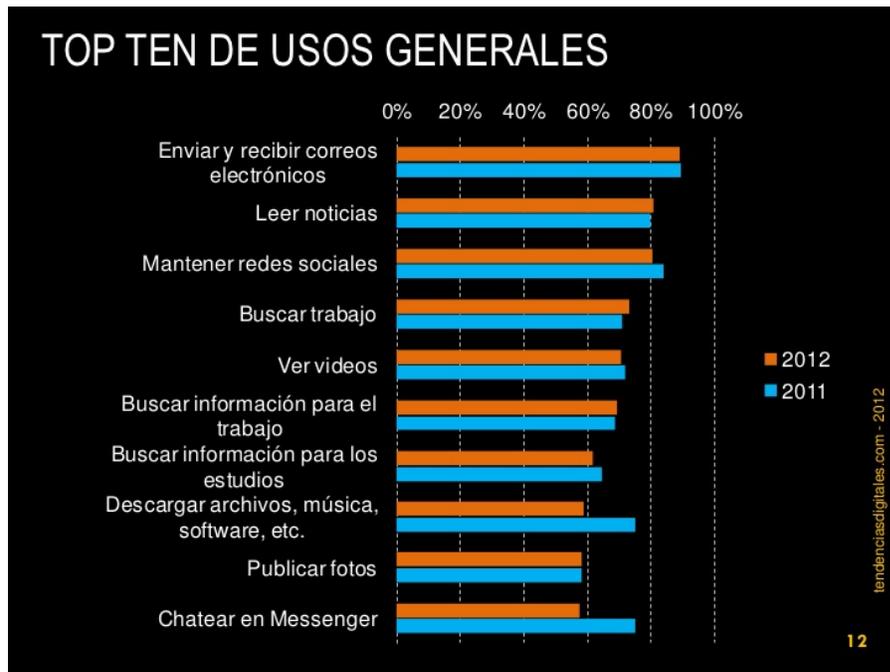


FIGURA 21. Usos generales de internet
Fuente: (Tendencias Digitales, 2012)



FIGURA 22. Variaciones de los usos de internet de 2011 a 2012
Fuente: (Tendencias Digitales, 2012)

1.4.1.3. *Comportamientos de redes sociales*

Se determina que YouTube ® y Facebook ® lideran la lista de mayores accesos a su red en Latinoamérica. Messenger (ahora Skype) continúa la lista. La figura 23 muestra el comportamiento de Latinoamérica en las redes sociales más conocidas. Sin embargo, dejando de lado a YouTube ®, y tomando en cuenta a Brasil, ausente en las estadísticas hasta el momento, se tienen otros datos respecto a los accesos de redes sociales en el 2012, que se muestra en la figura 24, en el que se puede observar la presencia de redes sociales propias de Brasil. Además, se tienen las siguientes estadísticas de acceso en abril 2012, de las redes sociales más visitadas en América Latina, confirmando que Facebook es la red social más visitada, y que 1 de cada 4 minutos on-line consumidos en América Latina pertenecen a Facebook (eMarketing Hoy, 2012):

- Facebook ®(114.496.000 visitas únicas y 460 minutos promedio por cada usuario)
- Twitter ® (27.371.000/22,5 minutos)
- Orkut ® (25.717.000/96,6 minutos)
- Slideshare.net (12.811.000/3,6 minutos)
- LinkedIn ® (10.467.000/8,8 minutos)
- Tumblr ® (7.239.000/39 minutos)
- Badoo ® (6.128.000/70,1 minutos)
- MySpace ® (5.441.000/ 3,6 minutos)
- Devianart ® (5.260.000/17 minutos)
- VK.com (4.910.000/14,9 minutos)

DESTINOS: Plataformas Predominantes

Usos transaccionales crecen, después de un relativo estancamiento en los últimos años.

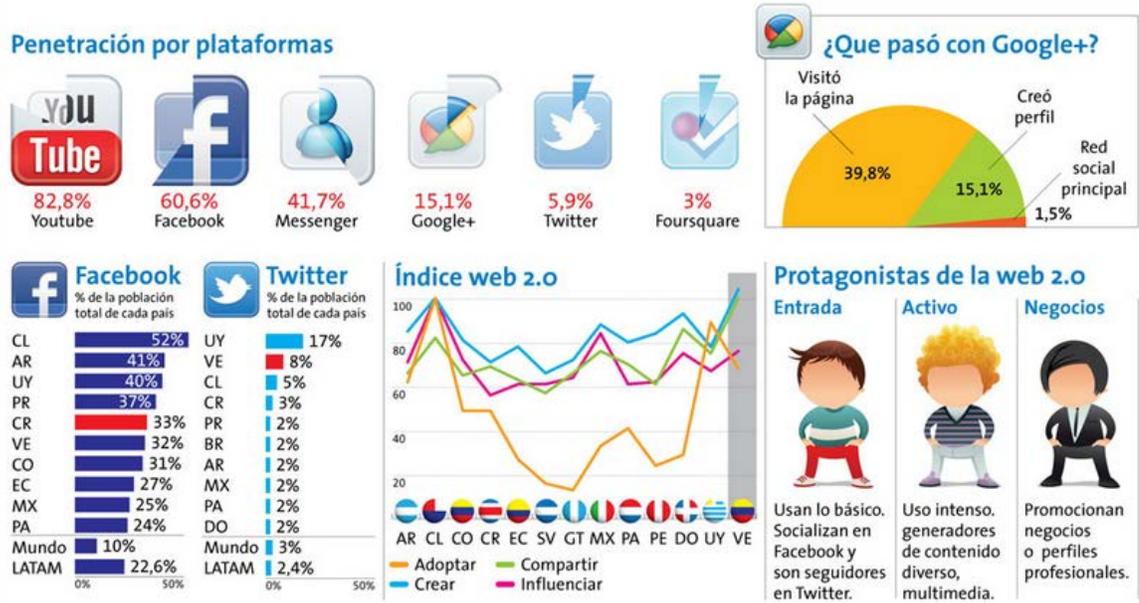


FIGURA 23. Plataformas en Latinoamérica
Fuente: (XMundo Networks, 2011)

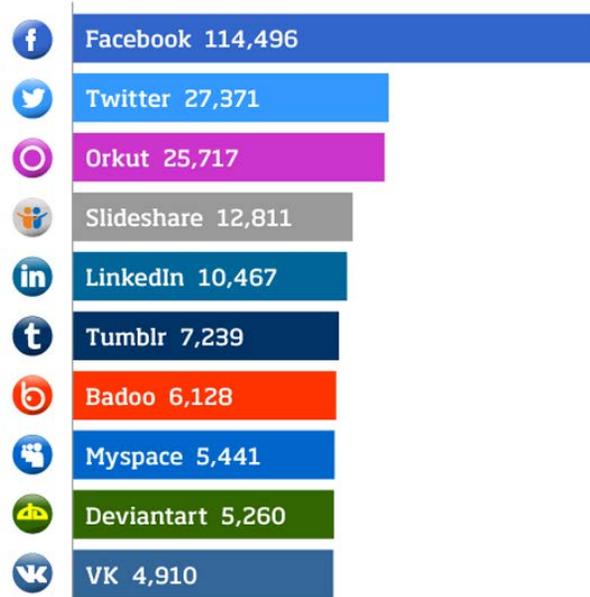


FIGURA 24. Redes sociales más utilizadas en Latinoamérica
Fuente: (eMarketing Hoy, 2012)

1.4.1.4. *Equipos de acceso usados en Latinoamérica*

Las tendencias de acuerdo a los gráficos estadísticos, indican claramente que la movilidad va en aumento. Las tabletas y las laptop lideran las preferencias de consumo en Latinoamérica. Si bien es cierto que los teléfonos inteligentes van más tiempo que las tabletas en el mercado, las tabletas han creado gran expectativa y su uso es más amplio y mejorado para internet. En la figura 25 se compara las tabletas con los celulares, sus principales características, sus usos, su penetración, y la agresividad con la que penetran el mercado abriéndose campo que antes era propio de las laptops o celulares.

En la figura 26 se muestra una relación entre la penetración de los dispositivos versus su crecimiento.

En la figura 27 se indica qué dispositivos se prefieren para qué tipo de actividades, donde se observa que si bien es cierto aún predominan las computadoras de escritorio y laptops, los dispositivos móviles van ganando terreno.

En la figura 28 se compara los usos generales del internet, versus los usos móviles, y se observa que la movilidad se prefiere para ciertas actividades, e incluso ya se tiene actividades exclusivas de los equipos móviles. En la figura 29 se observa en cambio los usos generales de los dispositivos móviles.



FIGURA 25. Dispositivos de acceso usados en Latinoamérica
 Fuente: (XMundo Networks, 2011)

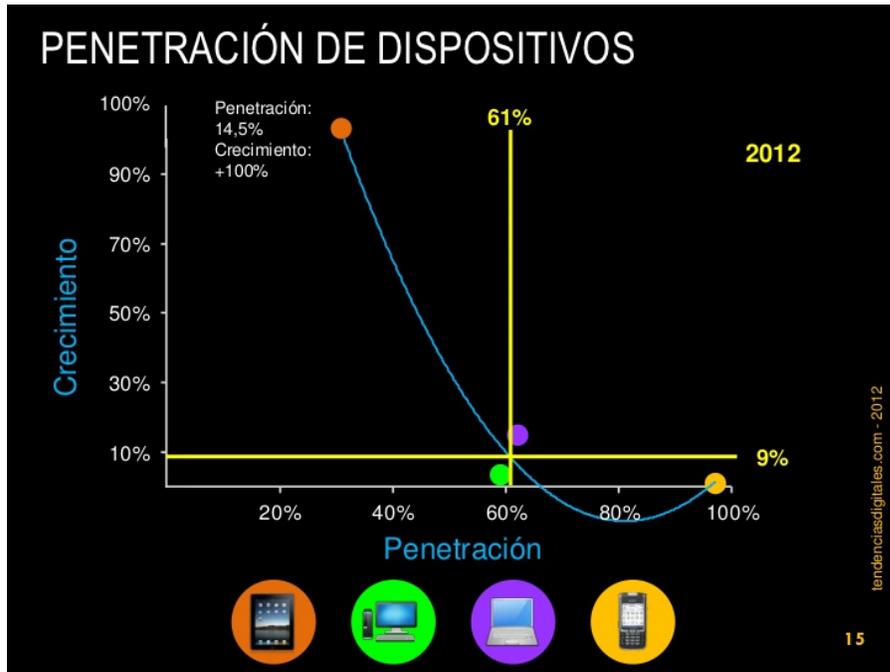


FIGURA 26. Penetración Vs. Crecimiento de dispositivos en Latinoamérica
 Fuente: (Tendencias Digitales, 2012)

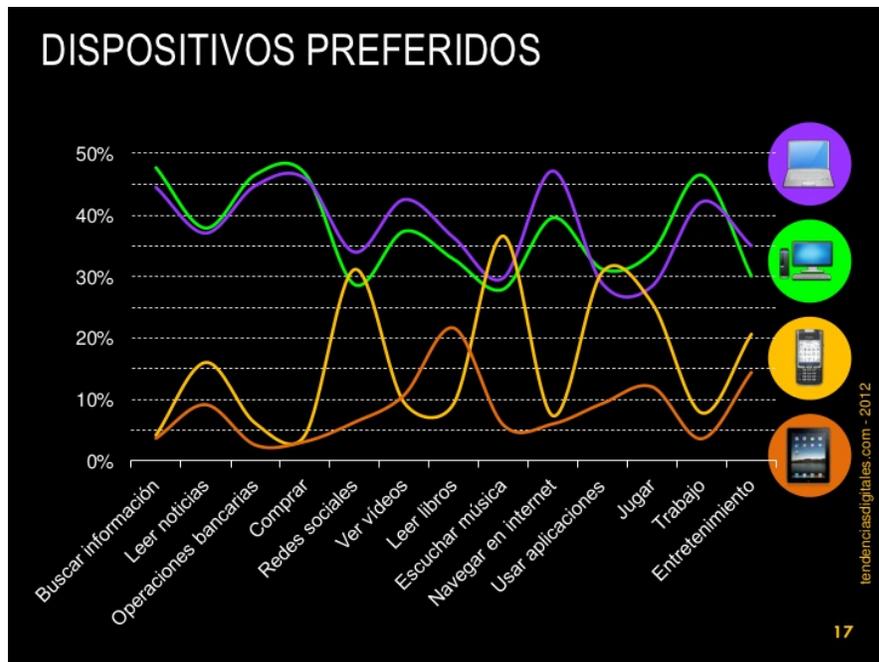


FIGURA 27. Preferencias para uso de dispositivos dependiendo de la actividad a realizarse
 Fuente: (Tendencias Digitales, 2012)

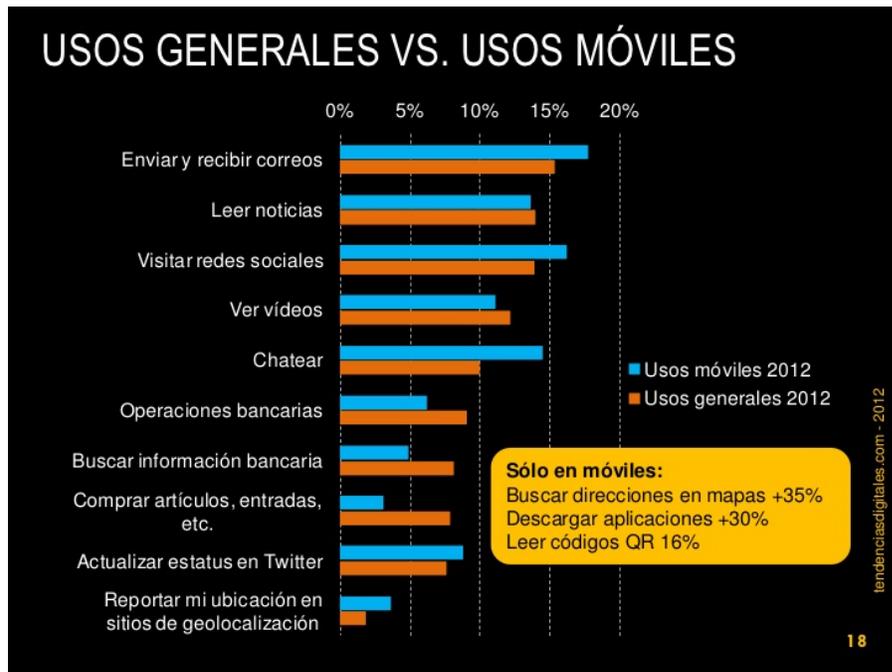


FIGURA 28. Comparación de los usos generales Vs. los usos móviles (2012)
 Fuente: (Tendencias Digitales, 2012)



FIGURA 29. Tipos de páginas más visitadas con dispositivos de internet móvil
 Fuente: (Tendencias Digitales, 2012)

1.4.1.5. *Velocidad de acceso en Latinoamérica*

Ampliando lo indicado en 1.1, actualmente los contenidos que circulan en Internet, cada vez son más grandes (figuras 2 y 3), lo que ha causado que los anchos de banda contratados por parte de empresas y conexiones del hogar hayan escalado en velocidad a niveles impensables, en comparación con la década de los 90's, cuando se produjo el boom del internet, y se brindaba desde conexiones dial-up a canales E1. Hoy por hoy, es inconcebible pensar en una conexión para el hogar que sea de menos de 512Kbps. Si se compara con los 56 Kbps que ofrecía una conexión dial-up en el Ecuador, se puede decir que la velocidad al menos se ha multiplicado en 10 veces en la actualidad. Esto se ha visto soportado también por las tecnologías de fibra óptica actuales que se brindan como última milla, dejando atrás las conexiones de cobre limitadas a velocidades de máximo 1 E1. No es una novedad que en Europa por ejemplo, las empresas brinden conexiones de 10, 20 y hasta 100 megas para el hogar; incluso en nuestro país, ya se está ofreciendo hasta velocidades de 90 megas para el hogar (NetLife, 2014). Por otro lado, los contenidos digitales de la actualidad (redes sociales, videos y fotos en alta definición, streaming de video y audio, redes p2p, juegos en red, teleeducación, etc.) demandan un ancho de banda significativo, con el fin de evitar lentitud y problemas de retardo que causan molestias en los usuarios finales, en quienes, como se vio en 1.1.1, la paciencia no es una opción.

El aumento de velocidades es una tendencia, por las tarifas cada vez más bajas que se cobra por este servicio, lo que la figura 31 nos ayuda a corroborar. Mientras más usuarios haya, y si la tecnología sigue llevando a todas las personas a utilizar el internet de una u otra manera, y los métodos de interconexión con otros países abaratan los

costos (salida con cable submarino por ejemplo), las tarifas de costos seguirán bajando.

Se puede ver que el índice de uso de internet que nos entrega la figura 30, indica que aún existe un mercado muy grande por explotar en América Latina, cuyo límite será alcanzar el 100% del universo de usuarios.

Otras cifras que se pueden considerar son las penetraciones de suscripciones celulares y suscripciones de banda ancha fija (Acceso al hogar). Se puede verificar que en Ecuador, 1 de cada 100 habitantes tiene al menos 2 teléfonos celulares (figura 32); en cambio, 6 de cada 100 personas (figura 33) tiene acceso a banda ancha.

Un dato bastante importante de tomarlo en cuenta es que de acuerdo a un estudio de AKAMA de diciembre del 2013, el Ecuador es el primer país de Suramérica que alcanza el promedio de velocidad de conexión mundial, que es de 3.6 Mbps, y está por encima del pico de velocidad de conexión, que es de 18.5 Mbps, por encima del promedio mundial que es de 17.9 Mbps. Esto se ve en la figura 34.

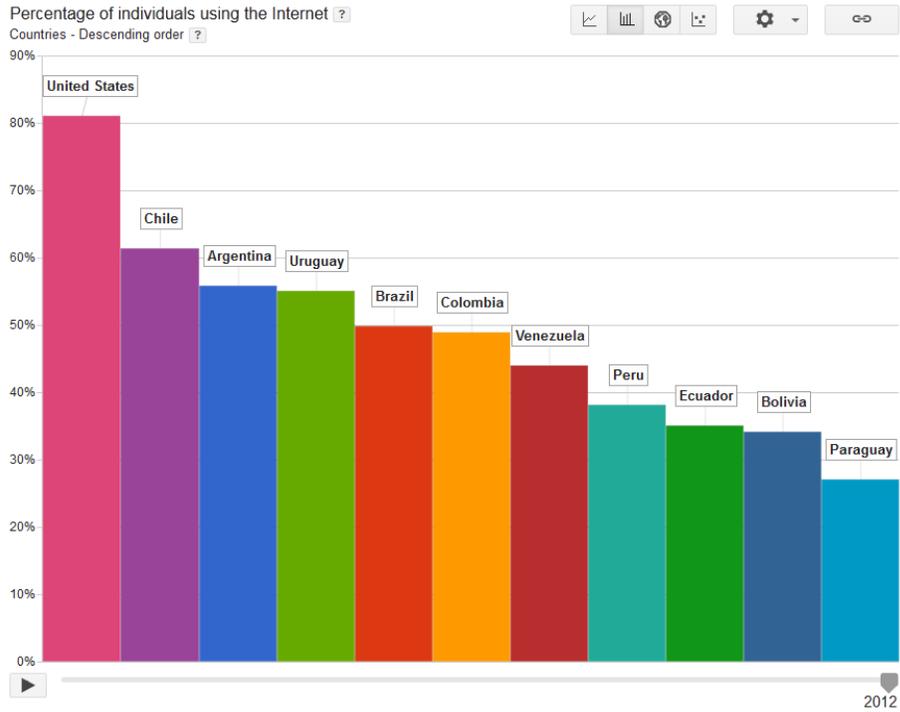


FIGURA 30. Porcentaje de individuos que usan internet
Fuente: (ITU, 2014)

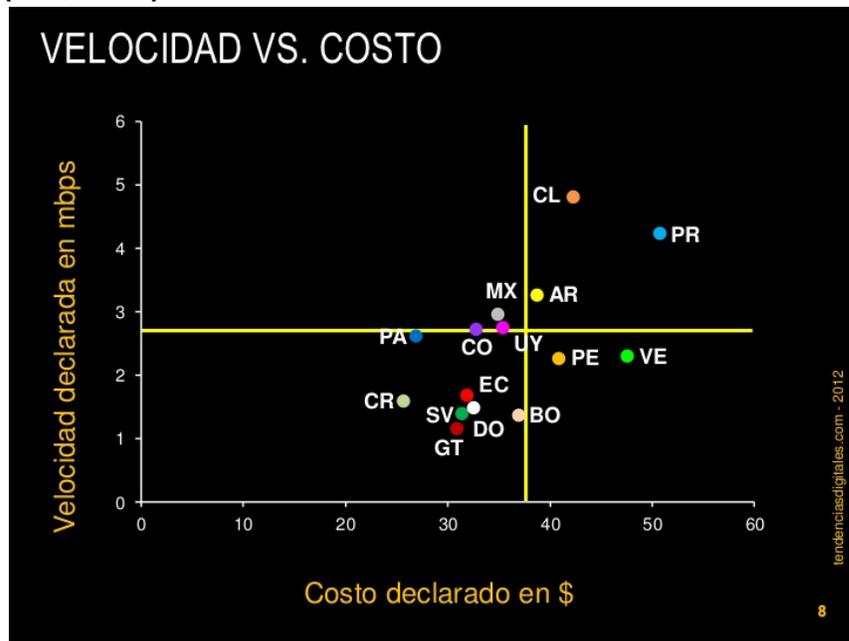


FIGURA 31. Comportamiento de crecimiento hasta el año 2012
Fuente: (Tendencias Digitales, 2012)

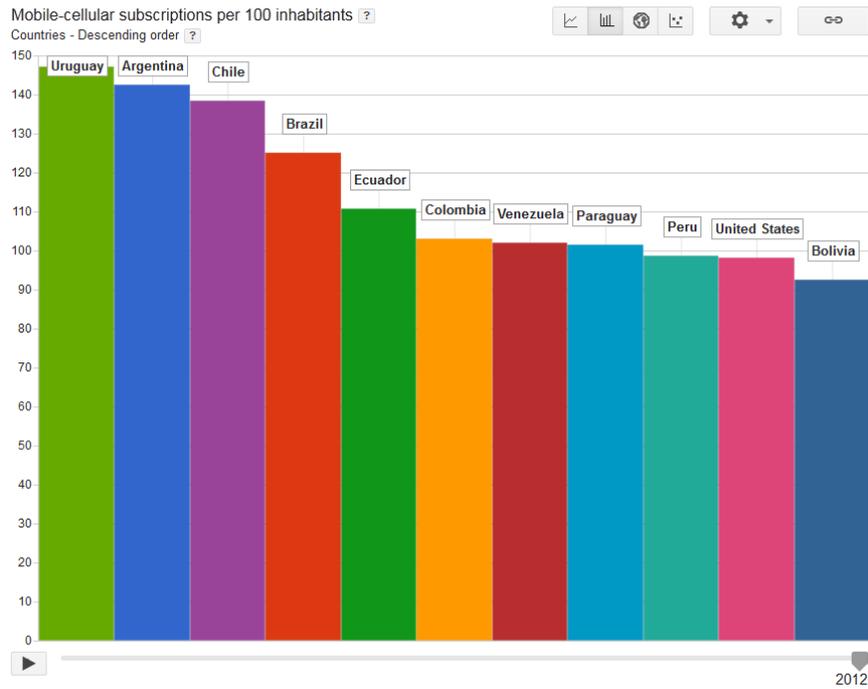


FIGURA 32. Suscripciones móviles por cada 100 habitantes
Fuente: (ITU, 2014)

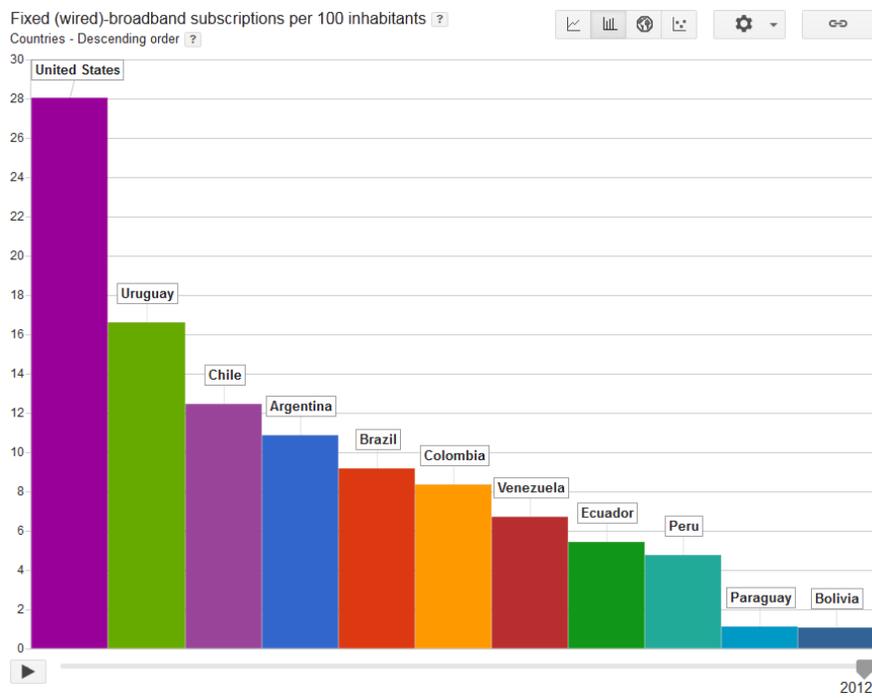


FIGURA 33. Suscripciones banda ancha fija por cada 100 habitantes
Fuente: (ITU, 2014)

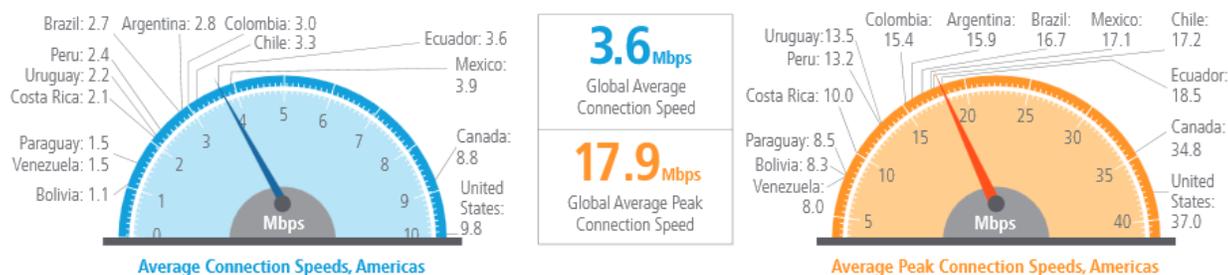


FIGURA 34. Velocidad promedio y pico en Latinoamérica, Ecuador iguala al promedio mundial de conexión

Fuente: (Akamai Technologies, 2014)

1.4.1.6. Estudio de mercado en Ecuador.

Habiendo visto ciertas estadísticas para la región latinoamericana, es posible comentar sin temor a equivocarse que internet tiene un desarrollo prometedor que puede ser aprovechado por las empresas de telecomunicaciones.

Luego de haber visto lo mencionado, se comenzará el estudio de mercado en el Ecuador, evaluando cuáles son las páginas web que más demanda tienen. Para ello, se han utilizado las estadísticas de la página web alexa.com, la cual ofrece el análisis de las páginas más visitadas.

1.4.1.6.1. Páginas más visitadas en el Ecuador

Al consultar la mencionada página alexa.com, se pudo encontrar que la tendencia de la navegación concuerda con lo que ocurre en América Latina, y que se vio en la figura 20. La consulta fue realizada del 2 al 5 de enero del 2014. Los 50 primeros resultados que arroja la citada página están en el cuadro 3 y son las siguientes, en el siguiente orden:

CUADRO 3.**Páginas Web más visitadas en el Ecuador**

	PÁGINA	CATEGORÍA (más representativa)
1	google.com.ec	Buscadores
2	facebook.com	Redes sociales
3	youtube.com	Videos
4	google.com	Buscadores
5	live.com	Buscadores
6	yahoo.com	Correos
7	blogspot.com	Redes sociales
8	wikipedia.org	Educación
9	twitter.com	Redes sociales
10	eluniverso.com	Noticias
11	mercadolibre.com.ec	Compras
12	amazon.com	Compras
13	msn.com	Noticias
14	pichincha.com	Bancos
15	ask.com	Buscadores
16	wordpress.com	Redes sociales
17	ecuagol.com	Noticias
18	ecuavisa.com	Noticias
19	elcomercio.com	Noticias
20	taringa.net	Redes sociales
21	google.es	Buscadores
22	linkedin.com	Redes Sociales
23	tumblr.com	Redes sociales
24	xvideos.com	Pornografía
25	teamazonas.com	Noticias
26	olx.com.ec	Compras
27	instagram.com	Fotografías
28	plusvalia.com	Compras
29	microsoft.com	Descargas
30	iminent.com	Descargas
31	sri.gob.ec	Gobierno
32	softonic.com	Descargas
33	conduit.com	Compras
34	vube.com	Videos
35	slideshare.net	Educación

CONTINUA →

36	neobus.com	Buscadores
37	googleusercontent.com	Buscadores
38	adcash.com	Publicidad
39	media.tumblr.com	Redes sociales
40	bing.com	Buscadores
41	flycell.ec	Descargas
42	ebay.com	Compras
43	iess.gob.ec	Gobierno
44	blogger.com	Redes sociales
45	edina.com.ec	Buscadores
46	multitabajos.com	Redes sociales
47	bp.blogspot.com	Descargas
48	akamaihd.net	Descargas
49	paypal.com	Compras
50	hootsuite.com	Educación

Fuente: (Alexa, 2014)

Tomando estos resultados, y analizándolos, se ha considerado que ciertas páginas pese a que su naturaleza nos haría clasificarla dentro de una categoría en especial, hace también las veces de otras categorías. Por ejemplo, si bien es cierto que Facebook es una red social por excelencia, es muy importante indicar que también cae en el segmento de correo electrónico.

Es importante mencionar que si bien es cierto que se puede ver páginas como por ejemplo ecuavisa.com, la cual es una red de televisión nacional, sin embargo su página web cae dentro de la categoría de noticias pues al acceder a la misma, se observa que su principal producto para el usuario son las noticias, y en un plano secundario se ofrece la TV por internet (streaming de video por internet). Por ello que la misma es considerada en las categorías que se muestran la figura 35 como noticias y TV. Las categorías asignadas a cada página web, se observan en el cuadro 4.

CUADRO 4.

Categorías múltiples de las páginas WEB más visitadas

PÁGINA	BUSCADO RES	REDES SOCIALES	CORREO (MENSAJES)	VIDE O FOT OS	NOTICI AS	DESCAR GAS	EDUCACI ON	COMP RAS	BANC OS	BLO GS	POR NO	T V	ESTA DO	PUBLICI DAD
google.com.ec	1													
facebook.com		1	1	1										
youtube.com		1	1	1										
google.com	1													
live.com	1													
yahoo.com		1	1		1									
blogspot.com		1	1			1				1				
wikipedia.org							1							
twitter.com		1	1		1									
eluniverso.com					1									
mercadolibre.com.ec								1						
amazon.com								1						
msn.com	1		1		1									
pichincha.com									1					
ask.com	1													
wordpress.com										1				
ecuagol.com					1									
ecuavisa.com					1							1		
elcomercio.com					1									
taringa.net		1	1			1				1				
google.es	1													
linkedin.com		1	1											
tumblr.com		1	1							1				
xvideos.com											1			
teleamazonas.com					1								1	
olx.com.ec								1						
instagram.com		1	1	1										
plusvalia.com					1			1						
microsoft.com			1		1			1						
iminent.com						1								
sri.gob.ec														1
softonic.com						1				1				
conduit.com								1						
vube.com		1		1										1

CONTINUA →

slideshare.net							1							
neobus.com	1													
googleusercontent.com	1													
adcash.com								1						1
media.tumblr.com		1		1										
bing.com	1													
flycell.ec							1							
ebay.com			1					1						
iess.gob.ec														1
blogger.com		1		1						1				
edina.com.ec	1													
multitabajos.com		1		1		1								
bp.blogspot.com								1						
akamaihd.net								1						
paypal.com									1	1				
hootsuite.com								1						1
TOTAL	10	13	14	4	11	7	3	9	2	6	1	2	2	3

Fuente: (Alexa, 2014), Adaptado por Esteban Utreras.

Del cuadro 4, se obtiene la figura 35 que demuestra el porcentaje de visitas que tienen las diferentes categorías de páginas web en el Ecuador (figura 1.35):

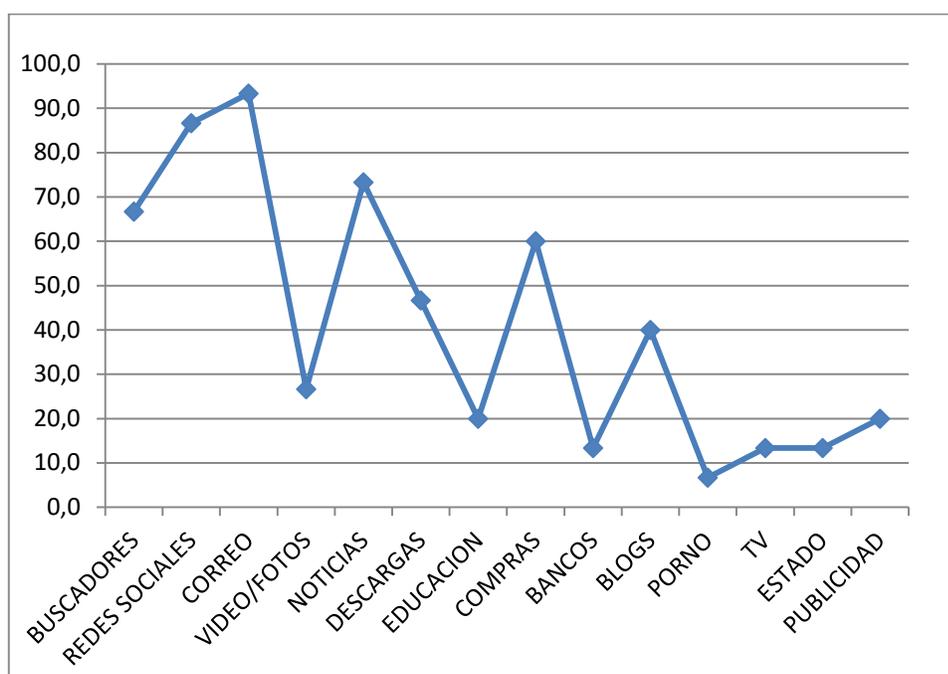


FIGURA 35. Categorías de páginas web más visitadas en el Ecuador

Los resultados de la figura 35 indican que las páginas más visitadas en nuestro país, tienen que ver con correos, redes sociales y noticias, lo que tiene concordancia con lo observado en la figura 20.

Analizando otros países en Suramérica con la ayuda de la web alexa.com, y comparándolos con Estados Unidos, se pueden ver comportamientos similares de acuerdo al uso que se le da en internet, con variantes en ciertos casos. Se puede concluir entonces que la tendencia de navegar por checar correos electrónicos, estar en las redes sociales y estar al tanto de las noticias, es una tendencia. El cuadro 5 muestra lo mencionado:

CUADRO 5.

Páginas web más visitadas en países de Suramérica Vs. USA

USA	COLOMBIA	VENEZUELA	BRASIL	ARGENTINA	PERÚ
google.com	google.com.co	google.com.ve	facebook.com	google.com.ar	google.com.pe
facebook.com	google.com	google.com	google.com.br	facebook.com	facebook.com
youtube.com	facebook.com	facebook.com	google.com	google.com	youtube.com
yahoo.com	youtube.com	youtube.com	youtube.com	youtube.com	google.com
amazon.com	live.com	mercadolibre.com.ve	uol.com.br	live.com	live.com
wikipedia.org	yahoo.com	live.com	globo.com	mercadolibre.com.ar	blogspot.com
ebay.com	blogspot.com	twitter.com	live.com	yahoo.com	yahoo.com
linkedin.com	wikipedia.org	lapatilla.com	yahoo.com	wikipedia.org	elcomercio.pe
twitter.com	twitter.com	blogspot.com	blogspot.com.br	clarín.com	wikipedia.org
bing.com	tumblr.com	noticias24.com	mercadolivre.com.br	twitter.com	rpp.com.pe

Fuente: (Alexa, 2014)

1.4.1.6.2. Premisas de análisis de mercado

Para analizar el mercado, se deben tener en cuenta ciertas premisas, que se mencionan a continuación.

- a) Se debe saber a quién va a estar orientado el servicio que se desea implementar, es decir se debe realizar un análisis del consumidor, esto es, clientes potenciales dependiendo del servicio que ofrecen a los usuarios de internet. Por lo tanto, con esto se concluye que los usuarios que demanden el servicio de CDN se encontrarán en un segmento corporativo, mas no en un segmento masivo.
- b) De los clientes del segmento corporativo, el target será los clientes de mayor facturación, por estrategia empresarial.
- c) Es necesario analizar la competencia que se tiene al momento.
- d) Es necesario definir la estrategia que se utilizará, dependiendo del análisis FODA realizado, esto es (Gaitán, 2012):
 - Estrategia ofensiva: fortalezas + oportunidades
 - Estrategia defensiva: fortalezas + amenazas
 - Estrategia de reorientación: debilidades + oportunidades

- Estrategia de supervivencia: debilidades + amenazas

De acuerdo al análisis realizado en 1.4.1.6.1, si bien es cierto que se ha concluido que las páginas más buscadas en internet en el Ecuador se generan en torno de las actividades vistas en la figura 35 (ver correos, estar en redes sociales, y ver noticias como las más representativas), se conoce que en Ecuador no se tienen las sedes principales de servidores de redes sociales (Facebook, Twitter), o servidores de correo electrónico masivo (yahoo.com, hotmail.com). Por ende, se debe orientar el estudio a los clientes que están aquí en Ecuador, y cuyo negocio se podría potenciar con la ayuda de CDN, e incluso revolucionar ciertos negocios y la manera de acceder a ellos. Por ejemplo, la cadena de tiendas SUPERMAXI se podría ver beneficiada del uso de CDN y revolucionar el mercado, implantando el servicio de compras por internet. En general, cualquier cadena de tiendas podría ver mejoradas sus ventas, al agregar este servicio, si ofreciesen el servicio de compras por internet.

Otros clientes que pueden beneficiarse son las universidades, al usar la CDN como medio principal para la tele educación. Con ello, incluso podrían expandir sus fronteras a nivel mundial, lo cual es bastante difícil al momento sin un servicio de CDN.

1.4.1.6.3. Análisis del consumidor

Tomando en cuenta las premisas que se tienen en 1.4.1.6.2, los posibles clientes que se pueden tener para el mercado de CDN. Para elegir las categorías de los posibles clientes, se toma en cuenta las siguientes características:

- a) De acuerdo a lo visto en 1.1.3, en Ecuador se tienen entidades generadoras de contenido, y entidades que usan transacciones.

- b) Las entidades que caen en las categorías mencionadas son el principal objetivo.
- c) Dependiendo del eje del negocio del cliente, es posible ofrecer el servicio de CDN.
- d) De acuerdo a posibles servicios futuros, el servicio de CDN es viable para ciertas entidades.
- e) Los servicio de CDN son prácticamente nuevos en Ecuador, por lo tanto, el universo de clientes son potenciales, sin embargo, se analizará las páginas web del cliente potencial en la página webpagetest.org, la cual arroja un indicador respecto a la efectividad del uso de CDN, lo que se traduce a la existencia de CDN o no, en la consulta realizada.
- f) Dependiendo de cada tipo de cliente, se realizará un análisis FODA en el cual se podrá visualizar ciertos parámetros que permitirán ver el potencial que representa cada cliente para el crecimiento del servicio de CDN.

Los clientes que pueden estar en el mercado de CDN y que están en Ecuador son los siguientes:

- Medios de comunicación (televisión, radio, prensa escrita)
- Universidades
- Instituciones financieras
- Empresas de servicios de telecomunicaciones
- Empresas de comercio con mercado nacional e/o internacional.

1.4.1.6.3.1. MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Para analizar los medios de comunicación, se los ha dividido en 4 categorías:

- a) Periódicos
- b) Revistas
- c) Televisión
- d) Radio

1.4.1.6.3.1.1. Periódicos

Los periódicos son un cliente potencial importante y un target al que se quiere llegar, pues, como se ve en la figura 35, las noticias son un pilar importante de la navegación en Internet en Ecuador. A continuación se muestra el cuadro 6 que indica los periódicos más populares en Ecuador:

CUADRO 6.

Principales periódicos del Ecuador

CLIENTE POTENCIAL	PÁGINA WEB	TIENE CDN (webpagetest.org)	FACTURACIÓN
LA HORA (QUITO)	www.lahora.com.ec	NO	\$ 5.000.000,00
EL COMERCIO (QUITO)	www.elcomercio.com	NO	\$ 53.960.000,00
HOY (QUITO)	www.hoy.com.ec	NO	\$ 5.000.000,00
ÚLTIMAS NOTICIAS (QUITO)	www.ultimasnoticias.com	NO	\$ -
METRO HOY (QUITO)	www.metroecuador.com.ec	NO	\$ 5.000.000,00
POPULAR (QUITO)	www.elpopular.com.ec	NO	\$ 5.000.000,00
EL MERCURIO (CUENCA)	www.elmercurio.com.ec	NO	\$ 5.000.000,00
EL TIEMPO (CUENCA)	www.eltiempo.com.ec	NO	\$ 5.000.000,00
LA TARDE (CUENCA)	www.latarde.com.ec	NO	\$ 5.000.000,00
PORTADA (AZOGUEZ)	www.diarioportada.com	NO	\$ 5.000.000,00
LA PRENSA (RIOBAMBA)	www.laprensa.com.ec	NO	\$ 5.000.000,00
LOS ANDES (RIOBAMBA)	www.diariolosandes.com.ec	NO	\$ 5.000.000,00
LA GACETA (LATACUNGA)	www.lagaceta.com.ec	NO	\$ 5.000.000,00

CONTINUA →

CORREO (MACHALA)	www.diariocorreo.com.ec	NO	\$	5.000.000,00
OPINIÓN (MACHALA)	www.diariopinion.com	NO	\$	5.000.000,00
EL UNIVERSO (GUAYAQUIL)	www.eluniverso.com	NO	\$	59.920.000,00
EXPRESO (GUAYAQUIL)	www.expreso.ec	NO	\$	26.540.000,00
EXTRA (GUAYAQUIL)	www.extra.ec	NO	\$	26.250.000,00
SÚPER (GUAYAQUIL)	www.super.com.ec	NO	\$	5.000.000,00
EL TELÉGRAFO (GUAYAQUIL)	www.telegrafo.com.ec	NO	\$	5.000.000,00
PP EL VERDADERO (GUAYAQUIL)	www.ppverdadero.com.ec	NO	\$	5.000.000,00
METROQUIL (GUAYAQUIL)	www.metroquil.ec	NO	\$	5.000.000,00
EL NORTE (IBARRA)	www.elnorte.ec	NO	\$	5.000.000,00
CRÓNICA (LOJA)	www.cronica.com.ec	NO	\$	5.000.000,00
CENTINELA (LOJA)	www.diariocentinel.com.ec	NO	\$	5.000.000,00
EL DIARIO (PORTOVIEJO)	www.eldiario.com.ec	NO	\$	5.000.000,00
EL MERCURIO (MANTA)	www.elmercurio-manta.com	NO	\$	5.000.000,00
LA MAREA (MANTA)	http://www.eldiario.com.ec/lamarea/	NO	\$	5.000.000,00
EL MANABA (MANTA)	www.diarioelmanaba.com.ec	NO	\$	5.000.000,00
EL PERIÓDICO COLORADO (SANTO DOMINGO)	http://periodico.corporacioncolorado.net	NO	\$	5.000.000,00
CENTRO (SANTO DOMINGO)	www.eldiario.com.ec/centro/	NO	\$	5.000.000,00
EL HERALDO (AMBATO)	www.elheraldo.com.ec	NO	\$	5.000.000,00

FUENTE: (Prensa Escrita, 2014), Adaptado por Esteban Utreras

Como se puede observar en el cuadro 6, son pocos los periódicos del Ecuador, lo ideal sería captar el universo de clientes, sin embargo, es posible elegir los periódicos de mayor circulación en el Ecuador, y con ello, comenzar a establecer parámetros que pueden servir para elegir una estrategia.

1.4.1.6.3.1.1.1. *Análisis de valores de facturación*

Se ha realizado el análisis de los valores de facturación de las empresas de periódicos del Ecuador, y se ha encontrado que principalmente, 4 diarios tienen la mayor facturación en Ecuador: El Comercio, El Universo, El Extra, y diario Expreso.

El resto de diarios no aparecen en la lista de 500 Mayores Empresas de revista Vistazo (Cortez & Auad, 2013) o en el Ranking de 1000 Empresas que ofrece la revista Ekos en un análisis anual que se realiza (Ekos, Equipo de Investigación; , 2013).

Como no se tiene una referencia clara, entonces se toma una premisa del proyecto de ley de comunicación (El Telégrafo, 2012), y se considera que los diarios que tengan un tiraje de menos de 35000 ejemplares (0.25% de la población), serán considerados diarios locales, y si tienen un tiraje mayor serán considerados diarios nacionales. Asumiendo que el tiraje de los diarios que no aparecen en la lista de las empresas mencionadas, sea de 34900 ejemplares diarios, a un valor promedio de USD 0.35, durante los 365 días del año, se tiene un valor de facturación de USD 4'458.475. Es decir, se podría considerar que los valores de facturación bordean los USD 5'000.000.

Con dicho análisis, y considerando el literal b de 1.4.1.6.2, se eligen los clientes de mayor facturación y se obtiene la siguiente figura:



FIGURA 36. Facturación aproximada de los periódicos de Ecuador

Considerando las estadísticas de 1.1.1 (tomando en cuenta el tema de rentabilidad de Amazon®), es posible considerar que por cada segundo de mejora de velocidad de apertura, se podría obtener el 10% más de rentabilidad. Para el caso de Ecuador se asumirá un aumento de 7% de rentabilidad. Considerando que tal valor se desprende de lograr un porcentaje mayor de conversiones cuando la velocidad de carga de una página aumenta, y que las ediciones virtuales están ganando espacio a las ediciones impresas (El Telégrafo, 2012), el giro de negocio de los tradicionales periódicos podría cambiar. Ese 7% puede verse reflejado en aumento de valores de publicidad, comisiones por compras directo de la página web, aumento de visitantes en la página web, etc. Si se ofrece al cliente mejorar su rentabilidad en 7%, esto es USD 178'336.900, se tiene un aumento de USD 11'666.900 anuales. Tomando el valor de ganancia de 3% para el proveedor de telecomunicaciones que ha logrado el aumento de rentabilidad con su servicio, es USD 350.007, entre 4

clientes, esto es USD 87.501,75 anuales, por cada cliente. Esto implica un valor mensual de USD 7291.80. Evidentemente se realizaría un ajuste por cliente pues de estos cuatro clientes, El Comercio y El Universo facturan el doble que El Extra y Diario Expreso, pero al menos ya se tiene un valor estimado promedio de cuánto podría ser el aporte mensual que la empresa puede pagar al proveedor de CDN.

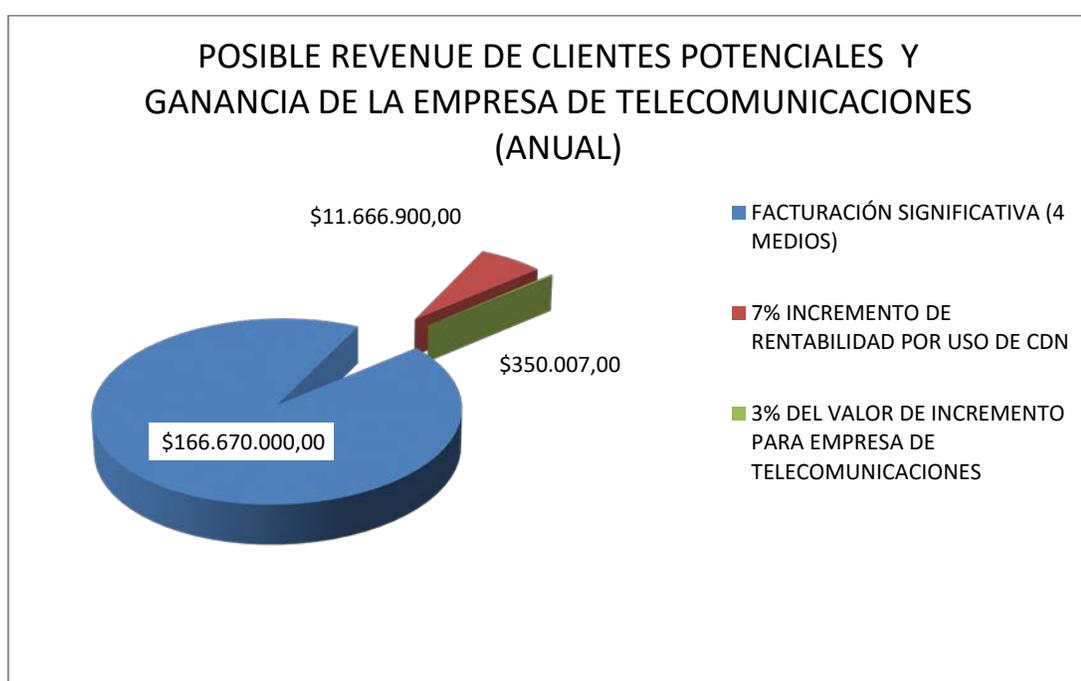


FIGURA 37. Posible rentabilidad para los clientes potenciales con el uso de CDN y ganancia para la empresa de telecomunicaciones que oferta CDN, en un año

1.4.1.6.3.1.1.2. Análisis FODA

CUADRO 7

Análisis FODA para ofertar a los periódicos del Ecuador el servicio de CDN

<i>FORTALEZAS</i>	<i>DEBILIDADES</i>
<p>El segmento de periódicos es una fuente de noticias por naturaleza.</p> <p>La tendencia de los usuarios en internet es estar al tanto de las noticias.</p> <p>Los periódicos son atractivos para la publicidad.</p> <p>Gran penetración y aceptación por parte de los usuarios.</p>	<p>La tecnología no es parte de su eje de negocio.</p> <p>El servicio a ofrecer es una tecnología nueva en un mercado inmaduro.</p> <p>Muy pocas empresas tienen ingresos significativos.</p>
<i>OPORTUNIDADES</i>	<i>AMENAZAS</i>
<p>Una mejor publicidad incrementará los réditos para el cliente.</p> <p>El uso de los periódicos en internet a nivel mundial por parte de los migrantes se fortalecerá.</p> <p>A mayor velocidad de apertura de la página web, mayor cantidad de conversiones que mejorará la reputación del cliente</p>	<p>Existen empresas a nivel mundial que pueden ofrecer el mismo servicio a más bajo costo (Akamai ®)</p> <p>El desconocimiento de la tecnología puede hacer optar al cliente por una solución alterna.</p>

1.4.1.6.3.1.2. Revistas

A continuación se presenta el cuadro 8 que demuestra las principales revistas que circulan en el país. No se consideran revistas como Líderes, Carburando, La Cometa, Familia, etc., por ser revistas que circulan junto a Diario el Comercio. Por otro lado, no se han considerado revistas internacionales que circulan en nuestro país como Cosmopolitan ® o Men's Health ® por ejemplo, por no ser impresas en Ecuador.

CUADRO 8.

Principales revistas del Ecuador

CLIENTE POTENCIAL	PÁGINA WEB	TIENE CDN (webpagetest.org)	FACTURACIÓN
Acelerando - Quito	www.acelerando.com.ec	NO	\$ 540.000,00
Bg Magazine - Cuenca	www.bgmagazine.com.ec	NO	\$ 540.000,00
Cosas - Ecuador	www.cosas.com.ec	NO	\$ 540.000,00
Dinediciones - Guayaquil - Quito	www.dinediciones.com	NO	\$ 540.000,00
Dolcevita - Quito - Guayaquil	www.dolcevita.com.ec	NO	\$ 540.000,00
El Contador - Quito	www.elcontador.com.ec	NO	\$ 540.000,00
Estadio - Guayaquil	www.revistaestadio.com	NO	\$ 1.440.000,00
Generación 21 - Guayaquil	www.generacion21.com	NO	\$ 1.015.200,00
Hogar - Guayaquil	www.revistahogar.com	NO	\$ 2.265.600,00
Caras - Quito	www.caras.com.ec	NO	\$ 540.000,00
La Onda - Guayaquil	www.laonda.com.ec	NO	\$ 540.000,00
Pcworld - Ecuador	www.pcworld.com.ec	NO	\$ 540.000,00
Revista Avance - Cuenca	www.revistavance.com	NO	\$ 540.000,00
Revista Ecuador Infinito - Quito	www.ecuadorinfinito.com	NO	\$ 540.000,00
Revista Gestión - Quito	www.revistagestion.ec	NO	\$ 540.000,00
Revista Soho - Quito, Guayaquil	www.revistasoho.com.ec	NO	\$ 540.000,00
Revista Vanguardia - Quito, Guayaquil	http://revistavanguardia.com/	NO	\$ 540.000,00
Trama - Quito	www.trama.com.ec	NO	\$ 540.000,00
Transport - Prensa Turística - Guayaquil	http://transport.ec/	NO	\$ 540.000,00
Vistazo - Guayaquil	www.vistazo.com	NO	\$ 3.168.000,00
Xona.ec - Quito	www.xona.ec	NO	\$ 540.000,00

FUENTE: (EnLinea.ec, 2014), Adaptado por Esteban Utreras.

1.4.1.6.3.1.2.1. Análisis de valores de facturación

Consultando en una tesis (Pantoja Paredes, 2006), se encuentra información relevante a las revistas de mayor circulación del país. Con la información encontrada, se establecen valores de referencia de la facturación de las revistas más vistas en Ecuador, que son las del grupo Alvarado Roca (Vistazo, Estadio, Hogar, Generación 21). Para las revistas de

menor circulación, se asume un tiraje mensual de 15000 ejemplares, a un valor promedio de USD 3.

Entonces, considerando el literal b de 1.4.1.6.2, se eligen los clientes de mayor facturación y se obtiene la figura 38:

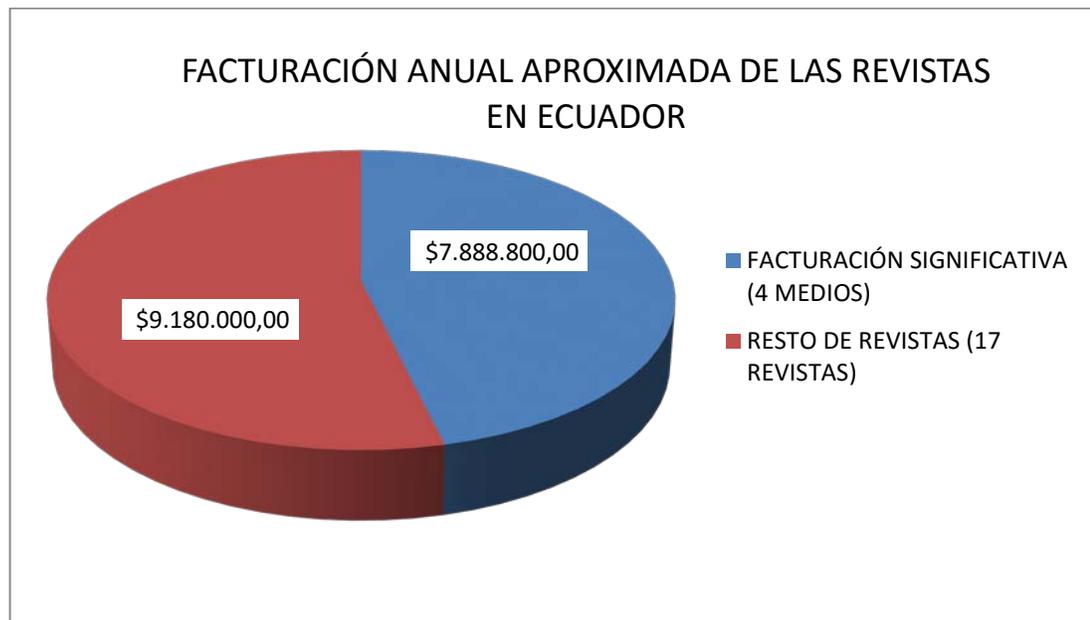


FIGURA 38. Facturación anual aproximada de las revistas del Ecuador

De igual manera que en el caso anterior, asumiendo un aumento en el 7% de rentabilidad de las revistas de mayor facturación, y asumiendo un 3% de esa ganancia para la empresa de telecomunicaciones, se obtiene la figura 39:

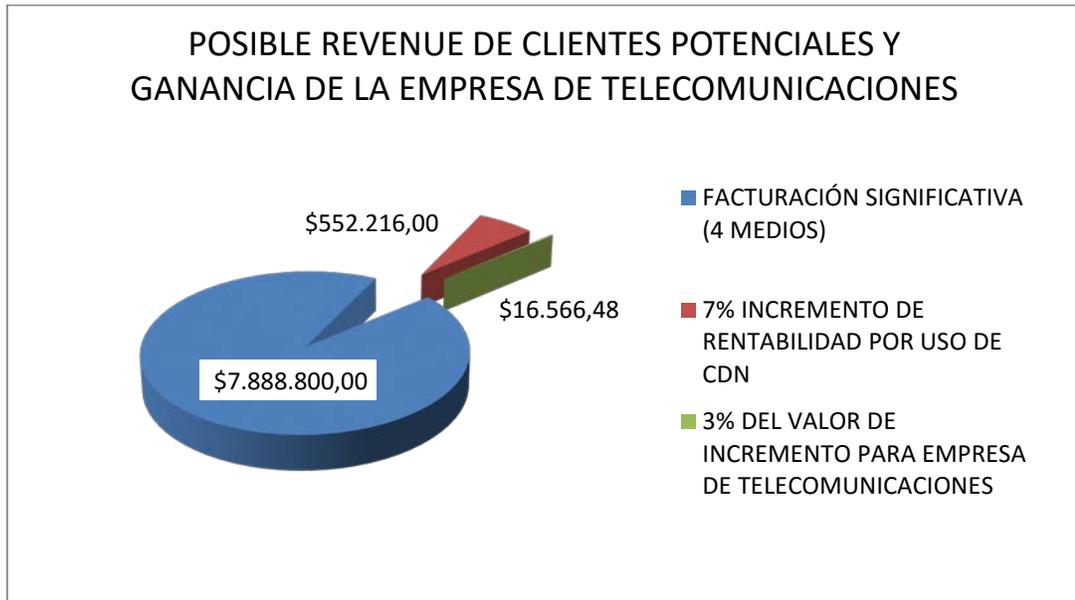


FIGURA 39. Posible rentabilidad para los clientes potenciales con el uso de CDN y ganancia para la empresa de telecomunicaciones que oferta CDN, en un año

Se puede considerar el precio que una revista podría pagar mensualmente, se obtiene de la siguiente operación: 16566.48 USD, dividiendo para 4 clientes y para 12 meses, esto es 345.14 USD aproximadamente.

1.4.1.6.3.1.2.2. Análisis FODA

CUADRO 9.**Análisis FODA para ofertar a las revistas del Ecuador el servicio de CDN**

<i>FORTALEZAS</i>	<i>DEBILIDADES</i>
<p>El segmento de revistas es una fuente de noticias y entretenimiento.</p> <p>La tendencia de los usuarios en internet es estar al tanto de las noticias.</p> <p>Las revistas no interrumpen ningún proceso, y ofrecen creatividad, riqueza gráfica y detalle, lo que las hace más atractivas para la publicidad.</p> <p>Publicidad preferida sobre la TV</p> <p>Una revista tiene mayor permanencia que un periódico</p>	<p>La tecnología no es parte de su eje de negocio.</p> <p>El servicio a ofrecer es una tecnología nueva en un mercado inmaduro.</p> <p>Los ingresos no son significativos en este sector.</p> <p>No tiene mucha penetración en relación a los periódicos.</p> <p>Precio más elevado que los periódicos</p>
<i>OPORTUNIDADES</i>	<i>AMENAZAS</i>
<p>Una mejor publicidad incrementará los réditos para el cliente.</p> <p>Las revistas online no han despegado tanto como los periódicos.</p> <p>A mayor velocidad de apertura de la página web, mayor cantidad de conversiones que mejorará la reputación del cliente</p>	<p>Existen empresas a nivel mundial que pueden ofrecer el mismo servicio a más bajo costo (Akamai[®])</p> <p>El desconocimiento de la tecnología puede hacer optar al cliente por una solución alterna.</p>

1.4.1.6.3.1.3. Televisión

En Ecuador se tienen pocos canales de televisión, por lo cual el servicio trataría de alcanzar al universo de empresas de televisión en Ecuador. Se debe recordar que las empresas a las que se ofrecerá el servicio son empresas que ofrecen señales de televisión abierta, y televisión paga generada en Ecuador. A continuación se observa el cuadro 10 que indica los canales de televisión que se ofrecen en Ecuador:

CUADRO 10.

Principales canales de televisión del Ecuador

CLIENTE POTENCIAL	PÁGINA WEB	TIENE CDN (webpagetest.org)	FACTURACIÓN
ECUAVISA (HD) (Internacional)	www.ecuavisa.com	SI	\$ 68.880.000,00
TELEAMAZONAS (HD) (Internacional)	www.teleamazonas.com	NO	\$ 38.820.000,00
RTS (HD) (Internacional)	www.rts.com.ec	NO	\$ 30.770.000,00
TELERAMA	www.telerama.ec	NO	\$ 15.000.000,00
TC Televisión (HD) (Internacional)	www.tctelevisión.com	NO	\$ 51.790.000,00
GAMA TV	www.gamatv.com.ec	NO	\$ 30.770.000,00
CANAL UNO (Internacional)	www.canal1tv.com	NO	\$ 15.000.000,00
Ecuador TV (HD) (Internacional)	www.ecuadortv.ec	NO	\$ 30.450.000,00
RTU Televisión	www.rtunoticias.com	NO	\$ 5.000.000,00
UCSG Televisión	www.ucsgrtv.com	NO	\$ 5.000.000,00
Latele	www.latele.com.ec	NO	\$ 5.000.000,00
Canela TV	www.canelatv.com	NO	\$ 5.000.000,00
Oromar Televisión (HD)	www.oromartv.com	NO	\$ 5.000.000,00
CN Plus	www.cnplus.com.ec	NO	\$ 2.000.000,00
Cable Deportes	www.cabledeportes.com	NO	\$ 2.000.000,00
Íntimas	-	NO	\$ 2.000.000,00

FUENTE: (Wikipedia, 2014), Adaptado por Esteban Utreras.

1.4.1.6.3.1.3.1. Análisis de valores de facturación

Como se puede ver en el cuadro 10, se tienen señales de TV paga que pertenecen al grupo SURATEL; se asume que tienen una ganancia de USD 6 millones por los 3 canales (CN Plus, Cabledeportes, e Íntimas). Para los canales que no se tienen datos, se asumen valores de facturación de USD 5 millones para canales relativamente nuevos o no comunes, y de 15 millones para canales relativamente conocidos.

Aunque se observa que ECUAVISA ya tiene CDN, es posible ofrecer el servicio al cliente ya que seguramente lo tiene

contratado con un proveedor internacional, y se puede mejorar la oferta con un servicio mucho más personalizado y atractivo económicamente, pues tendrá contacto directo con personal en Ecuador.

Con ello, considerando el literal b de 1.4.1.6.2, se eligen los clientes de mayor facturación y se obtiene la figura 40:

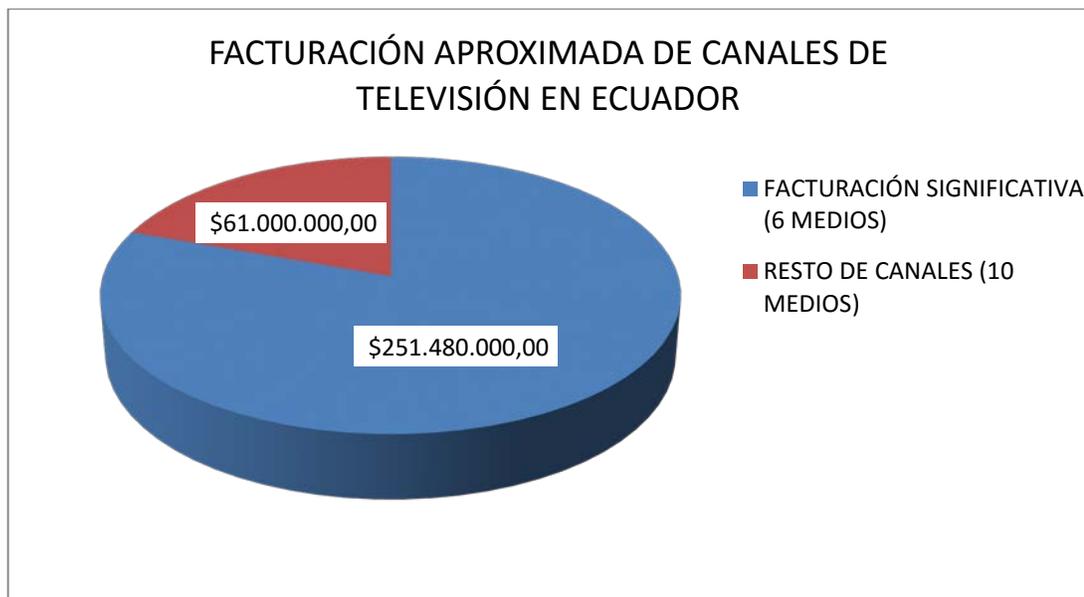


FIGURA 40. Facturación anual aproximada de los canales de Televisión del Ecuador

Nuevamente, como en los casos anteriores, asumiendo un aumento en el 7% de rentabilidad de los canales con mayor sintonía, y asumiendo un 3% de esa ganancia para la empresa de telecomunicaciones, se obtiene la figura 41:

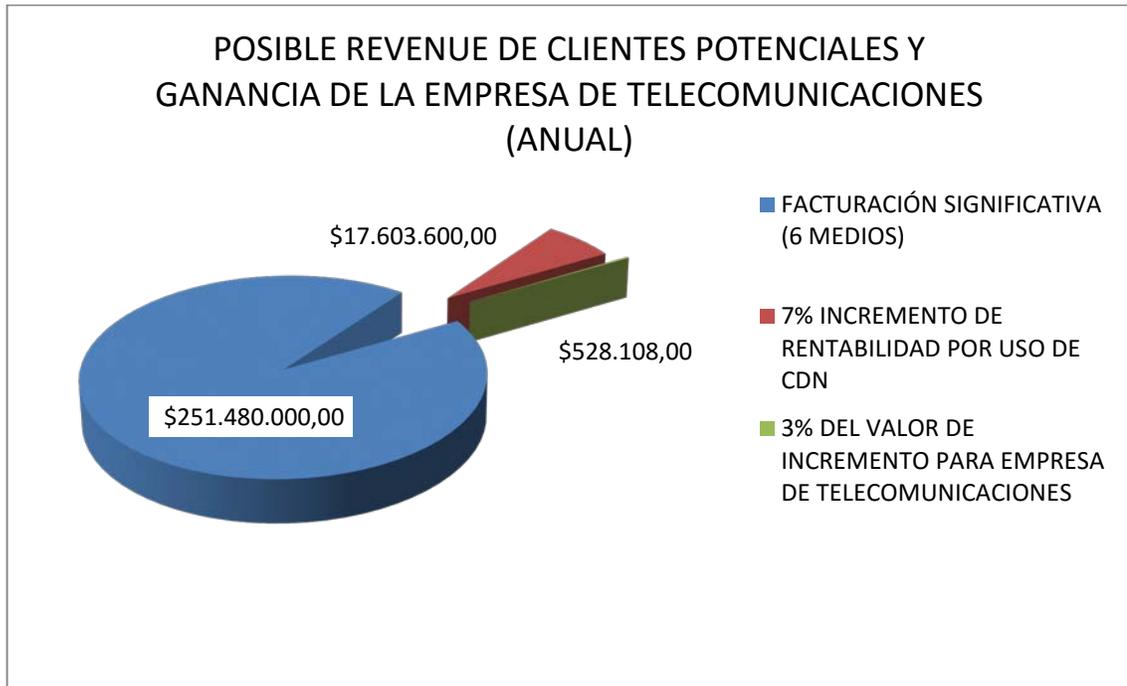


FIGURA 41. Posible rentabilidad para los clientes potenciales con el uso de CDN y ganancia para la empresa de telecomunicaciones que oferta CDN, en un año.

Se puede considerar el precio que un canal de televisión podría pagar mensualmente, se obtiene de la siguiente operación: 528108 USD, dividiendo para 6 clientes y para 12 meses, esto es 7334.83 USD aproximadamente.

1.4.1.6.3.1.3.2. Análisis FODA

CUADRO 11.**Análisis FODA para ofertar a los canales de televisión del Ecuador el servicio de CDN**

<i>FORTALEZAS</i>	<i>DEBILIDADES</i>
<p>El segmento de televisión es una fuente de noticias y entretenimiento.</p> <p>La tendencia de los usuarios en internet es estar al tanto de las noticias.</p> <p>La televisión es un medio escogido por grandes empresas para publicidad masiva.</p> <p>La televisión tiene gran penetración en el mercado ecuatoriano.</p> <p>El segmento de televisión es altamente tecnológico</p> <p>Ingresos significativos</p>	<p>El servicio a ofrecer es una tecnología nueva en un mercado inmaduro.</p> <p>La publicidad es considerada como interrupción.</p> <p>Precios elevados de publicidad</p>
<i>OPORTUNIDADES</i>	<i>AMENAZAS</i>
<p>Una mejor publicidad incrementará los réditos para el cliente.</p> <p>La tecnología de IPTV está creciendo; por ello, la televisión bajo demanda puede ser un parámetro que cambie el giro de negocio para los tradicionales canales de TV.</p> <p>Los grandes eventos son televisados (mundial de fútbol, deportes)</p>	<p>Existen empresas a nivel mundial que pueden ofrecer el mismo servicio a más bajo costo (Akamai[®])</p> <p>El desconocimiento de la tecnología puede hacer optar al cliente por una solución alterna.</p> <p>Streaming de video bajo demanda (Netflix[®])</p>

1.4.1.6.3.1.4. Radio

La radio es un medio ampliamente difundido en Quito. Se tiene una gran cantidad de frecuencias tanto en AM como en FM. Las radios pueden ser un cliente potencial, pues los servicios de internet han llevado a otros países la señal y son muy escuchadas por los migrantes ecuatorianos. Sin embargo, no se han encontrado los datos de facturación. Se intentó llamar a 3 radios para averiguar por la facturación anual, pero indicaron que esos datos no los pueden divulgar. Adicional, los datos de audiencia serían importantes, pero tampoco se ha encontrado información al respecto.

Para determinar las radios que pueden ser cliente potenciales, se ha aplicado un concepto conocido como “top of mind” (gerente.com, 2011), lo cual consiste en seleccionar las primeras radios que una persona recuerda (Se consultó a 20 personas). Las radios que posiblemente sean las más escuchadas son (en verde las radios “top of mind”), se observa entonces el cuadro 12:

CUADRO 12.

Principales radiodifusoras del Ecuador (“top of mind”, encuesta 20 personas)

CLIENTE POTENCIAL	PÁGINA WEB	TIENE CDN (webpagetest.org)	FACTURACIÓN
Alfa Super Stereo	www.alfa.com.ec	NO	\$ 1.000.000,00
CRE Satelital - Guayaquil	www.cre.com.ec	NO	\$ 1.000.000,00
HCJB La Voz de los Andes - Quito	www.vozandes.org	NO	\$ 3.000.000,00
Hot 106 Radio Fuego - Quito	www.hot106fuego.com	NO	\$ 3.000.000,00
Jc Radio La Bruja - Quito	www.jcradio.com.ec	NO	\$ 3.000.000,00
Los 40 Principales - Quito	www.los40.com.ec	NO	\$ 1.000.000,00
Radio América Estereo - Quito	www.americaestereo.com	NO	\$ 3.000.000,00
Radio Canela - Ecuador	www.canelaradio.com	NO	\$ 3.000.000,00
Radio Caravana - Guayaquil	www.radiocaravana.com	NO	\$ 1.000.000,00
Radio Centro - Quito	www.radiocentroquito.com	NO	\$ 1.000.000,00
Radio Centro 97.7 FM - Guayaquil	www.radiocentro.com.ec	NO	\$ 1.000.000,00
Radio Colón - Quito	www.radiocolon.ec	NO	\$ 3.000.000,00
Radio Disney - Quito - Guayaquil ...	www.radiodisney.com.ec	NO	\$ 3.000.000,00
Radio Fm Mundo 98.1 - Quito	www.fmmundo.com	NO	\$ 3.000.000,00
Radio Galaxia - Guayaquil	www.galaxia.com.ec	NO	\$ 1.000.000,00
Radio La Luna - Quito	www.radiolaluna.com	NO	\$ 1.000.000,00
Radio Majestad - Quito	www.radiomajestad.com	NO	\$ 1.000.000,00
Radio Onda Cero - Guayaquil	http://ondacerofm.com/	NO	\$ 3.000.000,00
Radio Sucre - Guayaquil	www.radiosucrer.com.ec	NO	\$ 1.000.000,00
Radio Tarquí - Quito	www.radiotarqui.com.ec	NO	\$ 1.000.000,00
Radio Visión - Quito	www.radiovision.com.ec	NO	\$ 1.000.000,00
Radiosucesos - Quito	www.radiosucesos.net	NO	\$ 1.000.000,00

CONTINUA →

Sonorama - Quito	www.sonorama.com.ec	NO	\$	1.000.000,00
Super K 800 - Guayaquil	www.superk800.com	NO	\$	1.000.000,00
Tropicálida - Guayaquil	www.tropicalida.com.ec	NO	\$	1.000.000,00
Zaracay - Santo Domingo	www.zaracay.ec	NO	\$	3.000.000,00

1.4.1.6.3.1.4.1. Análisis de valores de facturación

Se asumirá una facturación de 3'000.000 anuales para las 10 radios que son más escuchadas en Quito y Guayaquil. Para el resto de radios, se asume 1'000.000 de facturación anual.

Con ello, considerando el literal b de 1.4.1.6.2, se eligen los clientes de mayor facturación y se obtiene la figura 42:

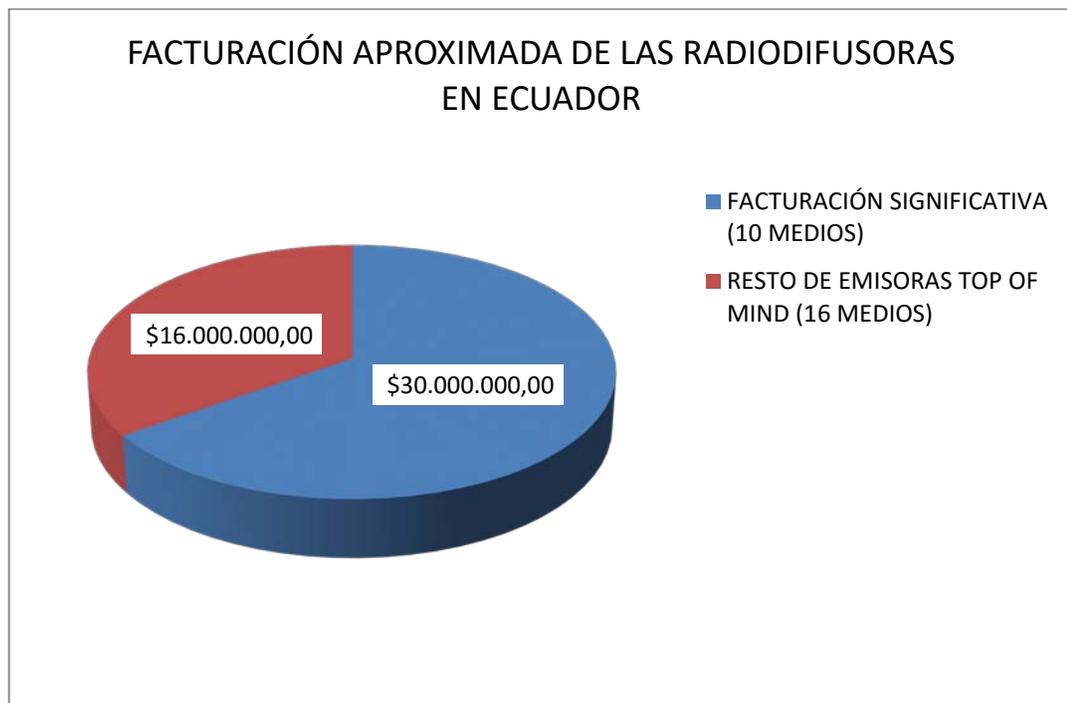


FIGURA 42. Facturación anual aproximada de las Radiodifusoras del Ecuador

Repitiendo lo mencionado en 1.4.2.3.1.1.1, si con el servicio de CDN se puede ofrecer al cliente un aumento de su rentabilidad en 7%, y de ese aumento la empresa de telecomunicaciones puede tomar un 3%, se obtiene la figura 43:

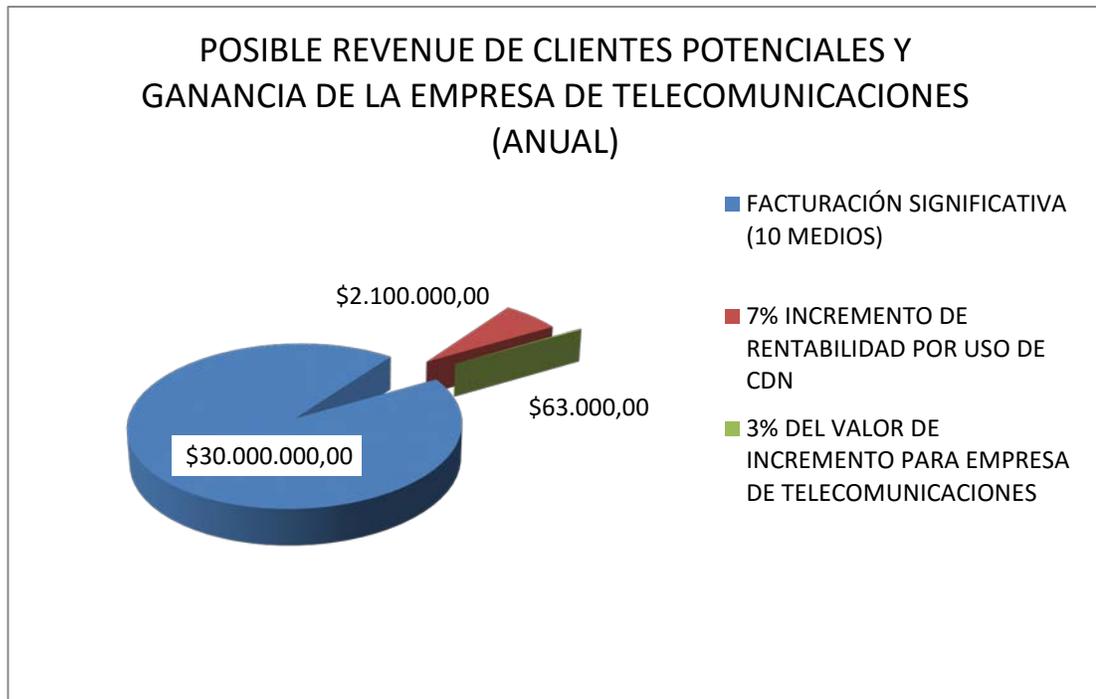


FIGURA 43. Posible rentabilidad para los clientes potenciales con el uso de CDN y ganancia para la empresa de telecomunicaciones que oferta CDN, en un año

Se puede considerar el precio que una radiodifusora podría pagar mensualmente, se obtiene de la siguiente operación: 63000 USD, dividiendo para 10 clientes y para 12 meses, esto es 525 USD aproximadamente.

1.4.1.6.3.1.4.2. Análisis FODA

CUADRO 13.

Análisis FODA para ofertar a las radiodifusoras del Ecuador el servicio de CDN

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>El segmento de radio es una fuente de noticias y entretenimiento.</p> <p>La tendencia de los usuarios en internet es estar al tanto de las noticias.</p> <p>La radio es una opción económica para la publicidad masiva.</p> <p>La radio tiene gran penetración en el mercado ecuatoriano.</p>	<p>El servicio a ofrecer es una tecnología nueva en un mercado inmaduro.</p> <p>La publicidad es considerada como interrupción.</p> <p>Poca facturación.</p> <p>Medianamente tecnológicos.</p>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<p>Una mejor publicidad incrementará los réditos para el cliente.</p> <p>Difusión masiva de la radio por internet.</p> <p>Abarca más mercados.</p>	<p>Existen empresas a nivel mundial que pueden ofrecer el mismo servicio a más bajo costo (Akamai®)</p> <p>El desconocimiento de la tecnología puede hacer optar al cliente por una solución alterna.</p> <p>Software de streaming de audio mucho más barato.</p>

1.4.1.6.3.2. UNIVERSIDADES

El segmento de universidades es uno de los que más podría aprovechar la tecnología de CDN, y por ende debe ser el target principal para ofrecer este servicio. Esto debido a que la teleeducación puede expandirse como una opción válida y mucho más aceptada de lo que es en la actualidad. Los grandes flujos de información que se producen en la teleeducación hacen que las universidades estén entre los principales potenciales usuarios de

CDN. A continuación se presenta el cuadro 14 que indica los principales centros universitarios en el país:

CUADRO 14.

Universidades del Ecuador

CLIENTE POTENCIAL	PÁGINA WEB	TIENE CDN? (WebPageTest.org)	POBLACION ESTUDIANTIL APROXIMADA (2010-2013)	INGRESOS POR POBLACION ESTUDIANTIL
Escuela Politécnica Nacional	www.epn.edu.ec	NO	10000	\$ 21.607.700,00
Escuela Superior Politécnica del Litoral	www.espol.edu.ec	NO	10000	\$ 21.607.700,00
Universidad San Francisco de Quito	www.usfq.edu.ec	NO	6000	\$ 12.964.620,00
Escuela Politécnica del Ejército	www.espe.edu.ec	NO	28706	\$ 62.027.063,62
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	www.esepoch.edu.ec	NO	18000	\$ 38.893.860,00
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	www.puce.edu.ec	NO	14400	\$ 31.115.088,00
Universidad Casa Grande	www.casagrande.edu.ec	NO	3000	\$ 6.482.310,00
Universidad Católica Santiago de Guayaquil	www2.ucsg.edu.ec	NO	15229	\$ 32.906.366,33
Universidad Central del Ecuador	www.uce.edu.ec	NO	50000	\$ 108.038.500,00
Universidad de Cuenca	www.ucuenca.edu.ec	NO	30000	\$ 64.823.100,00
Universidad del Azuay	www.uazuay.edu.ec	NO	6105	\$ 13.191.500,85
Universidad Estatal de Milagro	www.unemi.edu.ec	NO	6782	\$ 14.654.342,14
Universidad Nacional de Loja	www.unl.edu.ec	NO	19400	\$ 41.918.938,00
Universidad Particular Internacional SEK	www.uisek.edu.ec	NO	5000	\$ 10.803.850,00
Universidad Politécnica Salesiana	www.ups.edu.ec	NO	19000	\$ 41.054.630,00
Universidad Técnica de Ambato	www.uta.edu.ec	NO	16600	\$ 35.868.782,00
Universidad Técnica del Norte	www.utn.edu.ec	NO	7100	\$ 15.341.467,00
Universidad Técnica Estatal de Quevedo	www.uteg.edu.ec	NO	12500	\$ 27.009.625,00
Universidad Técnica Particular de Loja	www.utpl.edu.ec	NO	31200	\$ 67.416.024,00
Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil	www.uteg.edu.ec	NO	3000	\$ 6.482.310,00
Universidad Tecnológica Equinoccial	www.ute.edu.ec	NO	23300	\$ 50.345.941,00
Universidad Tecnológica Indoamérica	www.uti.edu.ec	NO	3000	\$ 6.482.310,00

CONTINUA →

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí	www.espam.edu.ec	NO	5000	\$ 10.803.850,00
Universidad de Especialidades Turísticas	www.uct.edu.ec	NO	5000	\$ 10.803.850,00
Universidad de las Américas	www.udla.edu.ec	NO	5000	\$ 10.803.850,00
Universidad del Pacífico Escuela de Negocios	www.upacifico.edu.ec	NO	2000	\$ 4.321.540,00
Universidad Estatal de Bolívar	www.ueb.edu.ec	NO	7615	\$ 16.454.263,55
Universidad Internacional del Ecuador	www.uide.edu.ec	NO	1500	\$ 3.241.155,00
Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	www.ulvr.edu.ec	NO	6500	\$ 14.045.005,00
Universidad Metropolitana	www.umet.edu.ec	NO	2000	\$ 4.321.540,00
Universidad Nacional del Chimborazo	www.unach.edu.ec	NO	1000	\$ 2.160.770,00
Universidad Particular de Especialidades Espíritu Santo	www.uees.edu.ec	NO	2000	\$ 4.321.540,00
Universidad Regional Autónoma de los Andes	www.uniandesonline.edu.ec	NO	8600	\$ 18.582.622,00
Universidad Técnica de Babahoyo	www.utb.edu.ec	NO	10980	\$ 23.725.254,60
Universidad Técnica de Cotopaxi	www.utc.edu.ec	NO	8000	\$ 17.286.160,00
Universidad Tecnológica Israel	www.uisrael.edu.ec	NO	2000	\$ 4.321.540,00
Universidad Agraria del Ecuador	www.uagraria.edu.ec	NO	3748	\$ 8.098.565,96
Universidad de Guayaquil	www.ug.edu.ec	NO	80000	\$ 172.861.600,00
Universidad Estatal del Sur de Manabí	www.unesum.edu.ec	NO	2500	\$ 5.401.925,00
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	www.uleam.edu.ec	NO	15000	\$ 32.411.550,00
Universidad Técnica de Machala	www.utmachala.edu.ec	NO	13376	\$ 28.902.459,52
Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas	www.utelvt.edu.ec	NO	12525	\$ 27.063.644,25
Universidad de los Hemisferios	www.uhemisferios.edu.ec	NO	1000	\$ 2.160.770,00
Universidad Estatal Amazónica	www.uea.edu.ec	NO	1000	\$ 2.160.770,00
Universidad Politécnica del Carchi	www.upec.edu.ec	NO	1000	\$ 2.160.770,00
Universidad Iberoamericana	www.unibe.edu.ec	NO	1000	\$ 2.160.770,00
Universidad Estatal Península de Santa Elena	www.upse.edu.ec	NO	4122	\$ 8.906.693,94
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	www.sangregorio.edu.ec	NO	4000	\$ 8.643.080,00

CONTINUA →

Universidad Técnica de Manabí	www.utm.edu.ec	NO	18000	\$ 38.893.860,00
Universidad Tecnológica ECOTEC	www.universidadecotec.edu.ec	NO	2700	\$ 5.834.079,00
Universidad Católica de Cuenca	www.ucacue.edu.ec	NO	12152	\$ 26.257.677,04
Universidad de Otavalo	www.uotavalo.edu.ec	NO	1000	\$ 2.160.770,00
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales	www.flacso.org.ec	NO	1000	\$ 2.160.770,00
Universidad Andina Simón Bolívar	www.uasb.edu.ec	NO	1000	\$ 2.160.770,00
Instituto de Altos Estudios Nacionales	www.iaen.edu.ec	NO	300	\$ 648.231,00

Fuente: Varias páginas web de universidades; (Dirección de Planeamiento Universitario, Universidad Central del Ecuador, 2012). Adaptado por Esteban Utreras

1.4.1.6.3.2.1. Análisis de valores de facturación

Los valores de facturación de las universidades son datos bastante difíciles de encontrar, sin embargo, se ha planteado un método bastante sencillo para encontrar un valor referencial de valores de facturación. De acuerdo al estudio realizado por el CONEA, considerando el mandato No 14 del Presidente Rafael Correa (Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior del Ecuador, 2009) se ha obtenido el valor de inversión del Estado Ecuatoriano por cada estudiante, sea que está en una universidad pública o privada. El promedio de este valor se toma del cuadro 5.4, pág. 150 del mencionado estudio, que es de 2160.77 USD. El número de estudiantes de cada universidad se encuentra en las diversas páginas web de cada universidad consultada, y de las que no se encontraron datos, se tomó el valor referencial que está en la revista CIFRAS 2011 (Dirección de Planeamiento Universitario, Universidad Central del Ecuador, 2012). Con ello se obtienen los valores promedios de ingresos que obtienen cada universidad.

Para el tema de universidades, no se puede considerar que las que supuestamente más ingresos tiene, es la más apta para considerarla como potencial cliente. Para este segmento, se deben considerar otros aspectos, como categoría de la universidad, tipos de captaciones de ingresos (privadas o públicas) como los más representativos. Con dicho análisis, se obtiene la figura 44:

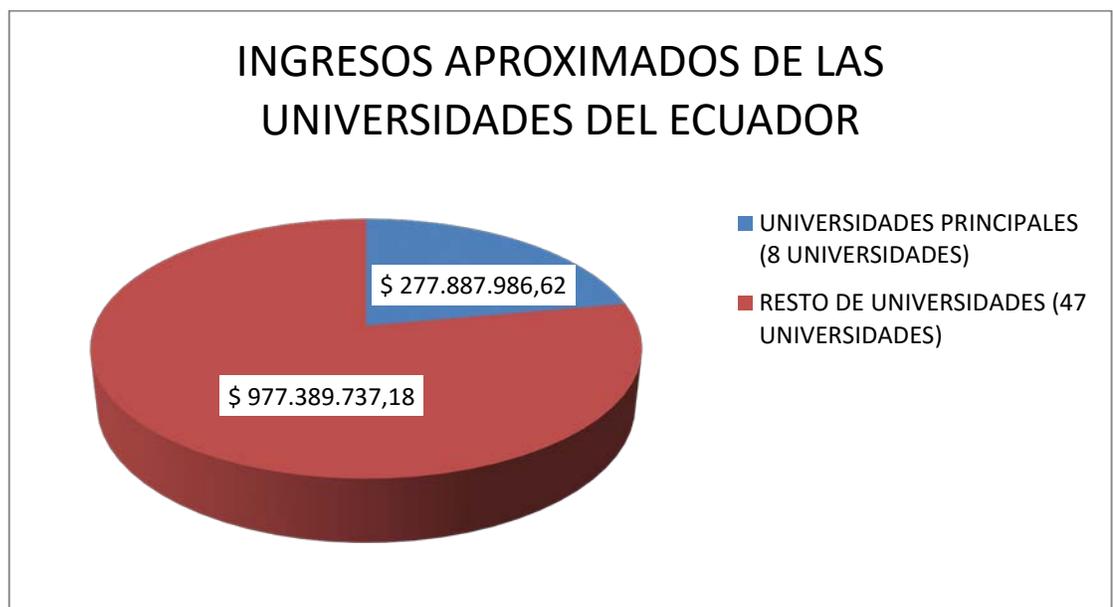


FIGURA 44. Ingresos aproximados de las Universidades del Ecuador

Nuevamente, repitiendo lo mencionado en 1.4.2.3.1.1.1, si con el servicio de CDN se puede ofrecer al cliente un aumento de sus ingresos en 7%, y de ese aumento la empresa de telecomunicaciones puede tomar un 3%, se obtiene la figura 45:

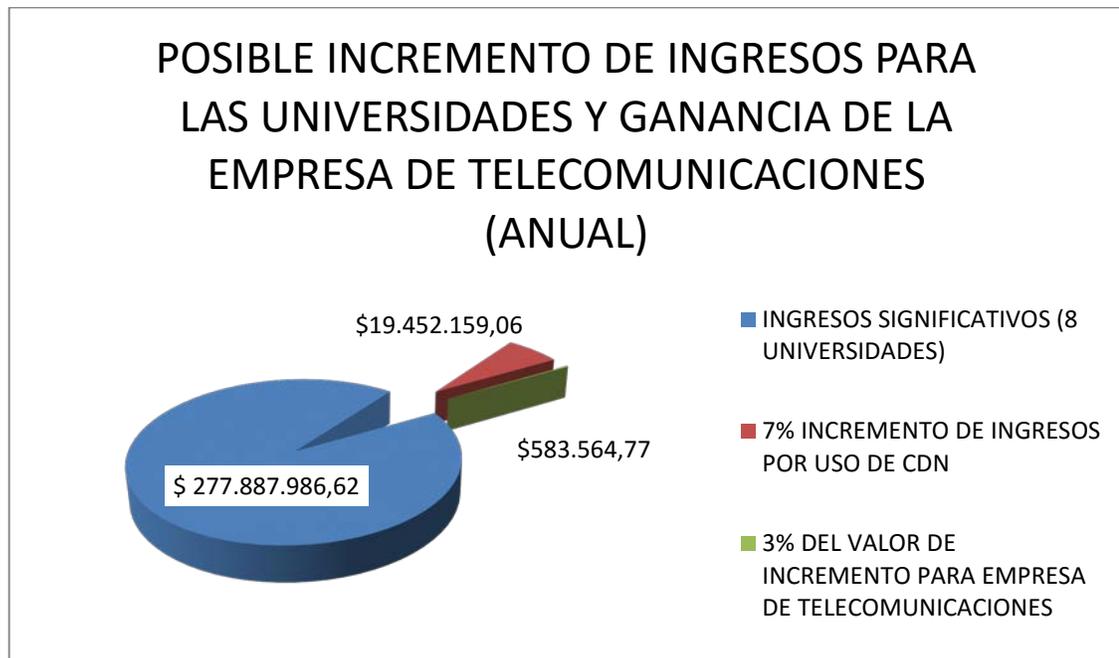


FIGURA 45. Posible incremento de ingresos de las Universidades del Ecuador, y ganancia de la empresa de telecomunicaciones

Se puede considerar el precio que una Universidad podría pagar mensualmente, se obtiene de la siguiente operación: 583564.77 USD, dividiendo para 8 clientes y para 12 meses, esto es 6078.80 USD aproximadamente.

1.4.1.6.3.2.2. Análisis FODA

CUADRO 15.**Análisis FODA para ofertar a las universidades del Ecuador el servicio de CDN**

<i>FORTALEZAS</i>	<i>DEBILIDADES</i>
La tele educación es un segmento que puede aprovechar mucho el uso de CDN. Las universidades tienen la capacidad de levantar proyectos altamente tecnológicos.	El servicio a ofrecer es una tecnología nueva en un mercado inmaduro. Los ingresos de las universidades públicas dependen de lo que les entregue el estado.
<i>OPORTUNIDADES</i>	<i>AMENAZAS</i>
Las plataformas para teleeducación pueden ser levantadas como proyectos asignados a estudiantes para grado o postgrado. Una CDN puede generar un ingreso inesperado para las universidades. Una CDN para una universidad puede ser un proyecto sustentable	Existen empresas a nivel mundial que pueden ofrecer el mismo servicio a más bajo costo (Akamai®) El desconocimiento de la tecnología puede hacer optar al cliente por una solución alterna. Cualquier universidad podría ofrecer el servicio de CDN, si lo implementan como un proyecto de titulación.

1.4.1.6.3.3. INSTITUCIONES FINANCIERAS

El segmento de instituciones financieras podría ser uno de los segmentos que se beneficien con el tema de CDN. Una CDN podría fácilmente generar respaldos de bases de datos de clientes, transacciones, mayor seguridad, entre otras.

Como se puede ver en el cuadro 16 a continuación, se observa que el cliente BANCO INTERNACIONAL ya tiene un servicio de CDN lo que nos indica que posiblemente la competencia internacional haya ofrecido este servicio al banco.

Al consultar la base de datos de bancos en la página de la superintendencia de bancos, se obtienen los siguientes clientes potenciales:

CUADRO 16

Instituciones Financieras del Ecuador

CLIENTE POTENCIAL	PAGINA WEB	TIENE CDN? (WebPageTest.org)	INGRESOS (USD)
BP AMAZONAS	www.bancoamazonas.com	NO	\$ 20.993.147,31
BP AUSTRIO	www.bancodelaustro.com	NO	\$ 126.033.772,70
BP BOLIVARIANO	www.bolivariano.com	NO	\$ 188.432.494,15
BP CAPITAL	www.bancocapital.com	NO	\$ 17.919.004,52
BP COFIEC	www.cofiec.fin.ec	NO	\$ 4.726.394,47
BP COMERCIAL DE MANABÍ	www.bcmanabi.com	NO	\$ 4.895.334,44
BP COOPNACIONAL	www.coopnacional.com	NO	\$ 12.750.686,77
BP D-MIRO S.A.	www.d-miro.com	NO	\$ 14.881.303,59
BP DELBANK	www.delbank.fin.ec	NO	\$ 4.166.006,11
BP FINCA	www.bancofinca.com	NO	\$ 12.773.249,78
BP GENERAL RUMIÑAHUI	www.bgr.com.ec	NO	\$ 65.109.712,15
BP GUAYAQUIL	www.bancoguayaquil.com	NO	\$ 378.776.811,05
BP INTERNACIONAL	www.bancointernacional.com.ec	SI	\$ 197.968.858,77
BP LITORAL	www.bancodellitoral.com	NO	\$ 3.077.608,95
BP LOJA	www.bancodeloja.fin.ec	NO	\$ 40.652.742,22
BP MACHALA	www.bancomachala.com	NO	\$ 56.036.596,18
BP PACÍFICO	www.bancodelpacifico.com	NO	\$ 288.734.297,56
BP PICHINCHA	www.pichincha.com	NO	\$ 1.006.429.089,06
BP PROCREDIT	www.bancoprocredit.com.ec	NO	\$ 66.726.862,94
BP PRODUBANCO	www.produbanco.com	NO	\$ 226.992.674,71
BP PROMÉRICA	www.promerica.ec	NO	\$ 66.613.993,55
BP SOLIDARIO	www.banco-solidario.com	NO	\$ 154.477.233,46
BP SUDAMERICANO	www.sudamericano.fin.ec	NO	\$ 1.333.235,36
BP UNIBANCO	(BANCO SOLIDARIO LO ABSORBE)	NO	\$ -
BP CITIBANK	www.citibank.com/ecuador/	NO	\$ 45.394.947,00
COOP 11 DE JUNIO	www.oncedejunio.fin.ec	NO	\$ 4.933.792,90
COOP 15 DE ABRIL	www.coop15abril.fin.ec	NO	\$ 10.918.792,33
COOP 23 DE JULIO	www.coop23dejulio.fin.ec	NO	\$ 15.520.115,98
COOP 29 DE OCTUBRE	www.29deoctubre.fin.ec	NO	\$ 42.448.454,77
COOP 9 DE OCTUBRE	www.9octubre.fin.ec	NO	\$ 1.516.230,83
COOP ALIANZA DEL VALLE	www.alianzadelvalle.fin.ec	NO	\$ 15.786.821,68
COOP ANDALUCIA	www.andalucia.fin.ec	NO	\$ 17.885.729,98
COOP ATUNTAQUI	www.atuntaqui.fin.ec	NO	\$ 16.004.650,90
COOP CACPE BIBLIAN	www.cacpebiblian.fin.ec	NO	\$ 10.815.833,28
COOP CACPE LOJA	www.cacpejoja.fin.ec	NO	\$ 5.685.601,21

CONTINUA →

COOP CACPE PASTAZA	www.cacpepas.fin.ec	NO	\$	8.542.236,13
COOP CACPECO	www.cacpeco.com	NO	\$	18.989.573,79
COOP CALCETA	www.coopcalcetaltda.fin.ec	NO	\$	2.715.394,21
COOP CAMARA DE COMERCIO DE AMBATO	www.ccca.fin.ec	NO	\$	12.207.649,98
COOP CARCHI	NO TIENE PAGINA WEB	NO	\$	-
COOP CHONE	www.coopchone.fin.ec	NO	\$	5.799.521,37
COOP CODESARROLLO	www.codesarrollo.fin.ec	NO	\$	-
COOP COMERCIO	www.coopcomer.fin.ec	NO	\$	4.695.962,42
COOP COOPAD	www.coopad.fin.ec	NO	\$	2.040.861,90
COOP COOPCCP	www.coopccp.com	NO	\$	6.999.949,56
COOP COOPROGRESO	www.coopprogreso.fin.ec	NO	\$	38.552.827,34
COOP COTOCOLLAO	www.coturpa.com	NO	\$	3.293.683,38
COOP SAGRARIO	www.elsagrario.com	NO	\$	16.572.319,77
COOP FINANCOOP	www.financoop.net	NO	\$	4.368.719,16
COOP GUARANDA	www.guarandaltda.fin.ec	NO	\$	3.884.971,22
COOP JARDIN AZUAYO	www.jardinazuayo.fin.ec	NO	\$	44.656.988,45
COOP JUVENTUD ECUATORIANA PROGRESISTA	www.coopjep.fin.ec	NO	\$	78.150.118,34
COOP LA DOLOROSA	www.ladolorosa.fin.ec	NO	\$	1.500.093,17
COOP MEGO	www.coopmego.com	NO	\$	22.404.833,72
COOP MUSHUC RUNA LTDA	www.mushucruna.com	NO	\$	21.794.508,50
COOP OSCUS	www.oscus.coop	NO	\$	27.105.438,87
COOP PABLO MUÑOZ VEGA	www.cpmv.fin.ec	NO	\$	11.976.021,72
COOP PADRE JULIAN LORENTE	www.lorente.fin.ec	NO	\$	4.470.690,34
COOP RIOBAMBA	www.cooprio.fin.ec	NO	\$	26.082.813,73
COOP SAN FRANCISCO	www.coac-sanfra.com	NO	\$	27.066.831,13
COOP SAN FRANCISCO DE ASIS	www.coopsanfranciscodeasis.com	NO	\$	-
COOP SAN JOSE	www.coopsanjose.fin.ec	NO	\$	9.507.985,43
COOP SAN PEDRO DE TABOADA	NO TIENE PAGINA WEB	NO	\$	-
COOP SANTA ANA	www.coopsantana.fin.ec	NO	\$	1.405.804,01
COOP SANTA ROSA	www.coopacs.fin.ec	NO	\$	11.420.386,34
COOP TULCAN	www.cooptulcan.com	NO	\$	11.673.186,97
BANCO DEL ESTADO	www.bancoestado.com	NO	\$	101.091.319,59
BCE	www.bce.fin.ec	NO	\$	-
BEV	www.bev.fin.ec	NO	\$	52.595.287,68
BIESS	www.biess.fin.ec	NO	\$	-
BNF	www.bnf.fin.ec	NO	\$	-
CFN	www.cfn.fin.ec	NO	\$	216.061.341,03
FODEPI	www.fodepi.gob.ec	NO	\$	-

CONTINUA →

IECE	www.institutobecas.gob.ec	NO	\$	-
MUT AMBATO	www.mutualistaambato.com.ec	NO	\$	1.517.866,62
MUT AZUAY	www.mutazuay.com	NO	\$	10.732.393,79
MUT IBARRA	www.mutualistaimbabura.com	NO	\$	3.917.113,05
MUT PICHINCHA	www.mutualistapichincha.com	NO	\$	65.162.181,20

Fuente: (Superintendencia de Bancos y Seguros, 2014). Adaptado por Esteban Utreras.

1.4.1.6.3.3.1. Análisis de valores de facturación

Los datos de los ingresos que perciben las entidades financieras, se los obtiene directamente de la página de la superintendencia de bancos (Superintendencia de Bancos y Seguros, 2014). De igual manera que en 1.4.2.3.1.3.1 se observa la condición del posible cliente Ecuavisa, se observa que Banco Internacional es un cliente que ya posee CDN, pero se puede ofertar el servicio con mejores condiciones.

Con estos datos, se toman las entidades que facturan por sobre los 40 millones de USD como los potenciales clientes. Entonces, se obtiene la figura 46:



FIGURA 46. Facturación anual aproximada de las entidades financieras en el Ecuador

Una vez más, repitiendo lo mencionado en 1.4.2.3.1.1.1, si con el servicio de CDN se puede ofrecer al cliente un aumento de sus ingresos en 7%, y de ese aumento la empresa de telecomunicaciones puede tomar un 3%, se obtiene la figura 47:

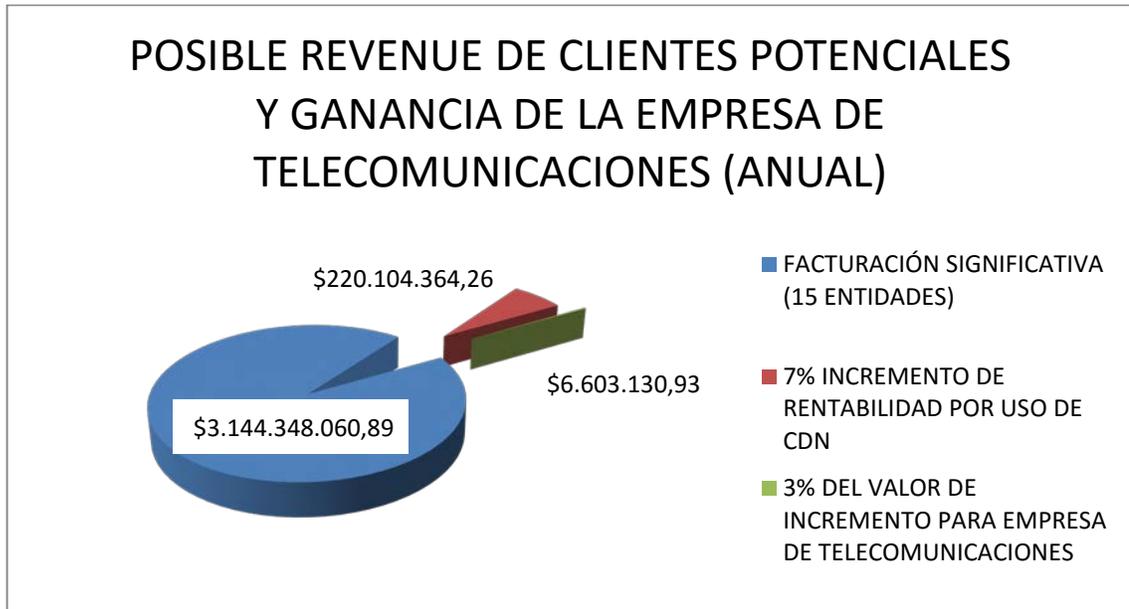


FIGURA 47. Posible rentabilidad para los clientes potenciales con el uso de CDN y ganancia para la empresa de telecomunicaciones que oferta CDN, en un año

Se puede considerar el precio que una institución financiera podría pagar mensualmente, se obtiene de la siguiente operación: 6603130.93 USD, dividiendo para 15 clientes y para 12 meses, esto es 36684.06 USD aproximadamente.

1.4.1.6.3.3.2. Análisis FODA

CUADRO 17.**Análisis FODA para ofertar a las universidades del Ecuador el servicio de CDN**

<i>FORTALEZAS</i>	<i>DEBILIDADES</i>
Entidades altamente tecnológicas Manejan grandes volúmenes de información.	El servicio a ofrecer es una tecnología nueva en un mercado inmaduro. Son clientes que cuidan mucho su margen de ganancia, por lo que pagan poco.
<i>OPORTUNIDADES</i>	<i>AMENAZAS</i>
El cliente tiene una opción de crecimiento con CDN. Es una oportunidad para internacionalizarse.	Existen empresas a nivel mundial que pueden ofrecer el mismo servicio a más bajo costo (Akamai®) El desconocimiento de la tecnología puede hacer optar al cliente por una solución alterna.

1.4.1.6.3.4. EMPRESAS DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

De acuerdo a lo expuesto en 1.1.3, las empresas que ofrecen servicios de comunicaciones caerían en el segmento de entidades de comunicación entre usuarios, y son las empresas que dan la salida a Internet principalmente.

Evidentemente, el servicio de CDN sería muy aprovechado por las empresas de telecomunicaciones que no poseen el mencionado servicio. Debido a que en Ecuador el servicio es prácticamente nuevo, las empresas de telecomunicaciones de igual manera serían clientes altamente potenciales. Sin embargo, se puede observar que los clientes IBM y Tata tienen CDN (de acuerdo a la página www.webpagetest.org). Muy seguramente la competencia internacional ya ha ofrecido e instalado el servicio para el mismo cliente en el país de residencia de la sede principal (por ejemplo, IBM en los Estados Unidos).

De acuerdo al informe de 500 Mayores Empresas del Ecuador, de la revista vistazo, las empresas de mayor facturación en servicios de telecomunicaciones son:

CUADRO 18.

Empresas de telecomunicaciones de mayor facturación

CLIENTE POTENCIAL	PÁGINA WEB	TIENE CDN? (WebPageTest.org)	FACTURACIÓN
Conecel (Claro)	www.claro.com.ec	NO	\$ 1.494.090.000,00
CNT EP	www.cnt.gob.ec	NO	\$ 650.360.000,00
Otecel (Movistar)	www.movistar.com.ec	NO	\$ 643.100.000,00
Directv Ecuador	www.directv.com.ec	NO	\$ 86.000.000,00
Telconet	www.telconet.net	NO	\$ 85.850.000,00
Businesswise	www.b-wise.com.ec	NO	\$ 76.580.000,00
IBM del Ecuador	http://www.ibm.com/ec/es/	SI	\$ 72.340.000,00
Tatasolution Center	http://www.tcs.com/worldwide/es/es/ecuador/Pages/default.aspx	SI	\$ 63.170.000,00
Broadnet	http://broadnetla.net/index.html	NO	\$ 59.130.000,00
TV Cable - Suratel	www.grupotvcable.com.ec	NO	\$ 110.650.000,00

Fuente: (Cortez & Auad, 2013), Adaptado por Esteban Utreras

1.4.1.6.3.4.1. Análisis de los valores de facturación

Para este caso, se debe considerar que existen empresas, tales como Movistar, que tienen una CDN a nivel internacional, razón por la cual no serían un cliente potencial, sino más bien serían una posible competencia futura si ofreciesen el servicio en Ecuador. Por lo tanto, los posibles potenciales clientes serían CNT, DIRECTV Ecuador, Businesswise y Broadnet. Con ello, se obtiene la figura 48:



FIGURA 48. Facturación anual aproximada de las empresas de telecomunicaciones en el Ecuador

Una vez más, repitiendo lo mencionado en 1.4.2.3.1.1.1, si con el servicio de CDN se puede ofrecer al cliente un aumento de sus ingresos en 7%, y de ese aumento la empresa de telecomunicaciones puede tomar un 3%, se obtiene la figura 49:

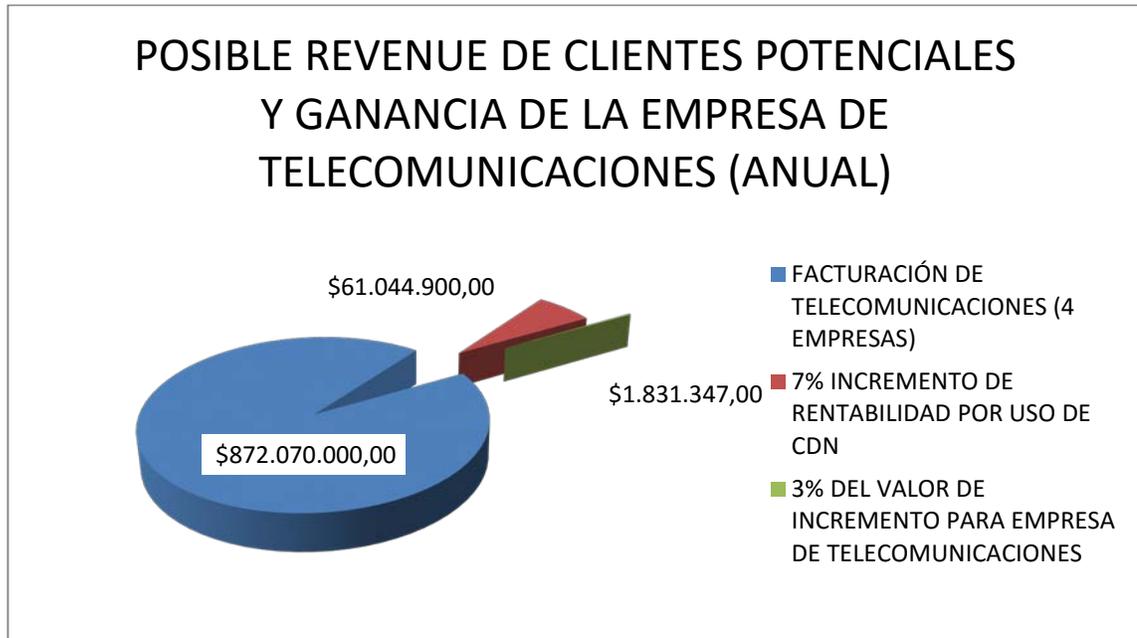


FIGURA 49. Posible rentabilidad para los clientes potenciales con el uso de CDN y ganancia para la empresa de telecomunicaciones que oferta CDN, en un año.

Se puede considerar el precio que una empresa de telecomunicaciones podría pagar mensualmente, se obtiene de la siguiente operación: 1831347 USD, dividiendo para 4 clientes y para 12 meses, esto es 38153.06 USD aproximadamente.

1.4.1.6.3.4.2. Análisis FODA

CUADRO 19.**Análisis FODA para ofertar a las empresas de telecomunicaciones del Ecuador el servicio de CDN**

<i>FORTALEZAS</i>	<i>DEBILIDADES</i>
Entidades altamente tecnológicas Manejan grandes volúmenes de información.	El servicio a ofrecer es una tecnología nueva en un mercado inmaduro. Las empresas no conocen las bondades de CDN por lo que aún no lo han explotado.
<i>OPORTUNIDADES</i>	<i>AMENAZAS</i>
El cliente tiene una opción de crecimiento con CDN. Es una oportunidad para internacionalizarse.	Existen empresas a nivel mundial que pueden ofrecer el mismo servicio a más bajo costo (Akamai®) El desconocimiento de la tecnología puede hacer optar al cliente por una solución alterna. El mismo cliente podría implantar la CDN y ofrecer el servicio.

1.4.1.6.3.5. EMPRESAS DE COMERCIO CON MERCADO NACIONAL E/O INTERNACIONAL

El servicio a ofrecerse de CDN podría expandir el mercado para ciertas empresas que son netamente de consumo masivo, hasta niveles impensables, lo cual podría generar márgenes de ganancia inesperados. Sin embargo, sería necesario ampliar la empresa con nuevas líneas de negocio para tal fin.

Por ejemplo una cadena de supermercados cualquiera, podría expandirse muchísimo, si ofrece un servicio de ventas por internet. Por el volumen de información, el servicio se vería mejorado con el uso de una CDN.

Se ha considerado entonces, los clientes de mayor facturación, de acuerdo a la revista Vistazo, y que están en el cuadro 20:

CUADRO 20.

Empresas de comercio de mayor facturación en Ecuador

CLIENTE POTENCIAL	PAGINA WEB	TIENE CDN? (WebPageTest.org)	FACTURACION
Corporación Favorita	http://www.corporacionfavorita.com/portal/es/web/favorita/inicio	NO	\$ 1.606.140.000,00
Corporación El Rosado	https://www.elrosado.com/	NO	\$ 983.930.000,00
Tiendas Industriales Asociadas TÍA	http://www.tia.com.ec/	NO	\$ 440.360.000,00
Proesa	http://www.pmi.com/marketpages/Pages/market_es_ec.aspx	SI	\$ 332.980.000,00
Quifatex	http://www.quicorp.com/quifatex	NO	\$ 310.000.000,00
Mega Santa María	NO TIENE PÁGINA WEB	NO	\$ 298.560.000,00
Distribuidora Importadora Dipor	http://www.dipor.com/	NO	\$ 289.440.000,00
Gerardo Ortiz e Hijos	http://www.gerardoortiz.com/	NO	\$ 171.460.000,00
Almacenes De Prati	http://www.deprati.com.ec/	NO	\$ 161.570.000,00
Almacenes Juan Eljuri	http://servicios.eljuri.com/	NO	\$ 133.730.000,00

Fuente: (Cortez & Auad, 2013). Adaptado por Esteban Utreras.

1.4.1.6.3.5.1. Análisis de los valores de facturación

Para este caso, se considerarán los 3 clientes de mayor facturación serían los potenciales clientes que primero se tratarían de captar. A continuación se trataría de captar el resto de potenciales clientes, a fin de lograr el universo de mayores empresas de comercio en el Ecuador. Con lo mencionado, se obtiene la figura 50:



FIGURA 50. Facturación anual aproximada de las mayores empresas de comercio en el Ecuador

Repitiendo lo mencionado en 1.4.2.3.1.1.1, si con el servicio de CDN se puede ofrecer al cliente un aumento de sus ingresos en 7%, y de ese aumento la empresa de telecomunicaciones puede tomar un 3%, se obtiene la figura 51:

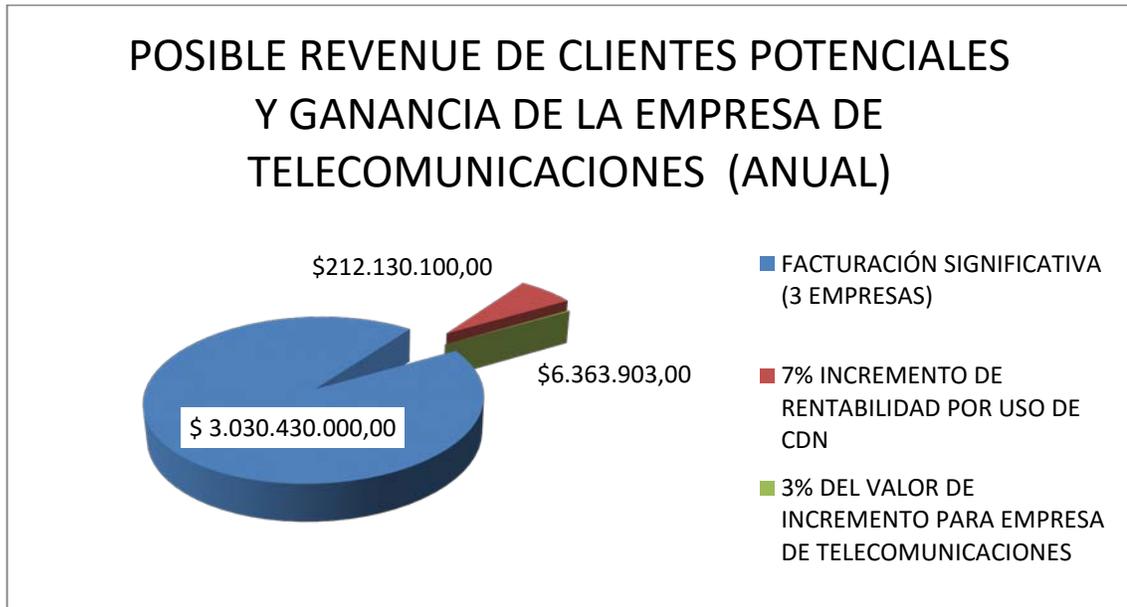


FIGURA 51. Posible rentabilidad para los clientes potenciales con el uso de CDN y ganancia para la empresa de telecomunicaciones que oferta CDN, en un año

Se puede considerar el precio que una de las empresas de este apartado podría pagar mensualmente, se obtiene de la siguiente operación: 6363903 USD, dividiendo para 3 clientes y para 12 meses, esto es 176775.08 USD aproximadamente.

1.4.1.6.3.5.2. Análisis FODA

CUADRO 21.**Análisis FODA para ofertar a las empresas de comercio de mayor facturación del Ecuador el servicio de CDN**

<i>FORTALEZAS</i>	<i>DEBILIDADES</i>
Ingresos considerables Empresas líderes en el mercado	Empresas poco tecnológicas El servicio a ofrecer es una tecnología nueva en un mercado inmaduro. Se ofrece un servicio de CDN para líneas de negocio posibles (aun no creadas)
<i>OPORTUNIDADES</i>	<i>AMENAZAS</i>
El cliente tiene una opción de crecimiento con CDN. Es una oportunidad para internacionalizarse.	Existen empresas a nivel mundial que pueden ofrecer el mismo servicio a más bajo costo (Akamai®) El desconocimiento de la tecnología puede hacer optar al cliente por una solución alterna.

1.4.2. Análisis de la competencia

De acuerdo a lo que se pudo ver en el análisis del consumidor, pocas empresas multinacionales en Ecuador (y 1 televisora nacional, Ecuavisa) ya cuentan con servicio de CDN, y casi la totalidad de empresas que pueden ser consideradas como el target principal de CDN, no disponen del mencionado servicio. De tales observaciones se obtienen 2 conclusiones importantes:

- a) El mercado de CDN es prácticamente virgen en el Ecuador, por lo que se concluye que ninguna empresa nacional de telecomunicaciones ha ofrecido este servicio; por ende, no se tiene competencia a nivel nacional.
- b) Es importante implementar el servicio lo más pronto posible e inducir a los potenciales clientes respecto de las bondades de una red de

distribución de contenidos, con el fin de captar el universo de clientes estudiados.

1.4.3. Estrategia

De acuerdo a lo verificado en los clientes potenciales, y lo visto en 1.4.2, y el literal d de 1.4.1.6.2, la estrategia escogida es una estrategia OFENSIVA, pues no se tiene competencia en el territorio ecuatoriano.

1.5. OBJETIVOS DE DISEÑO DE ACUERDO AL ANÁLISIS DE MERCADO

De acuerdo al estudio de mercado realizado, los objetivos planteados son los siguientes:

- a) Diseñar una red de distribución de contenidos para satisfacer las necesidades de los clientes potenciales analizados en el estudio de mercado.
- b) La red diseñada debe reducir los tiempos de apertura de páginas web de las páginas que frecuentan los usuarios de Ecuador.
- c) La red diseñada debe ofrecer escalabilidad, seguridad y estabilidad.
- d) La red diseñada debe optimizar en lo posible el uso de ancho de banda.
- e) La red diseñada debe considerar un mínimo de costos, a fin de que se recupere el capital invertido en el menor tiempo posible.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. CONCEPTOS BÁSICOS

En 1.2.1 se vio un concepto de lo que es una Content Delivery Network (CDN); en otras palabras, y ampliando un poco ese concepto, se puede decir que una CDN es una colección colaborativa de elementos de red dispersos sobre internet, sobre los cuales se replica el contenido de internet sobre varios servidores “espejos” con el fin de mejorar la entrega transparente y efectiva de contenidos a los usuarios finales (Vakali & Pallis, 2003) (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008) (Chen S. , 2009). La colaboración entre los componentes distribuidos de la CDN puede ocurrir sobre los nodos tanto en ambientes homogéneos o heterogéneos, por ejemplo entre dos proveedores de Internet.

Las CDN han evolucionado para cubrir las inherentes limitaciones del internet en términos de calidad de servicio percibida por el usuario, cuando se accede a contenido web. Proveen servicios que mejoran el desempeño de la red maximizando el ancho de banda, mejorando la accesibilidad, manteniendo una correcta replicación de contenido, incluso en casos de picos de tráfico inusuales (eventos fortuitos como el 11/9 por ejemplo).

2.1.1. Funciones de CDN

Las funciones de CDN incluyen:

- a) Servicios de redirección de peticiones y entrega de contenidos: Para redirigir una petición al servidor de cache CDN más cercano, usando mecanismos para evitar congestiones de tráfico
- b) Servicios de réplica y distribución de contenidos: esta función implica el guardar o replicar el contenido del servidor original a los varios servidores distribuidos
- c) Servicios de negociación de contenidos: para cumplir con necesidades específicas de cada usuario o grupo de usuarios, en estas funciones se incluye la administración de caché y servicios de backup y disaster recovery
- d) Servicios de administración: administración de componentes de red para manejo de facturación, monitoreo y reportes de uso de contenido.

Para la facturación del servicio de CDN se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- Ancho de banda utilizado por usuarios finales
- Variación de la distribución de tráfico, dependiendo de la congestión y picos de tráfico.
- Tamaño del contenido replicado sobre los servidores de borde.
- Número de servidores de borde con mayor tráfico.
- Seguridad, confiabilidad y estabilidad del sistema.

2.1.2. Composición de los contenidos

Los contenidos están compuestos principalmente por dos partes (Plagemann, y otros, 2006):

- a) El contenido codificado (encoded media), puede ser estático, dinámico o streaming. Por ejemplo el contenido estático puede ser una página WEB, imágenes, documentos, patches de software. El contenido dinámico se refiere a un contenido variable en el tiempo o por

acontecimientos, por ejemplo la página web de un periódico, puede tener contenidos que varían dependiendo se den actualizaciones de una noticia. Otro ejemplo de contenido dinámico pueden ser los servicios de e-commerce, los videos subidos por los usuarios, etc. El contenido en streaming se refiere a los contenidos de audio y video que pueden ser accedidos en tiempo real. En la figura 52 se observa los contenidos que se ofrecen sobre una CDN

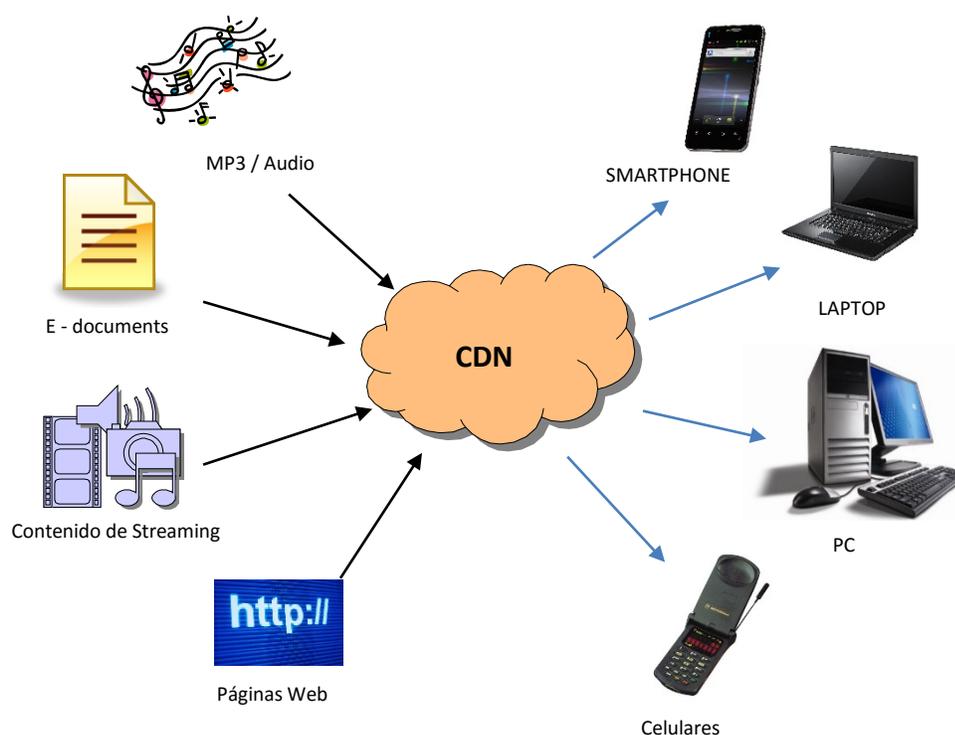


FIGURA 52. Contenidos ofrecidos sobre una CDN

- b) Los metadatos (metadata), que es la descripción del contenido codificado para acceder al mismo a través de la red.

2.1.3. Entes de interacción en una CDN

Los tres principales entes que interactúan en una CDN son los siguientes (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008):

- a) Proveedor de contenido, es el autor de los objetos contenidos en la URL (localizador de recursos uniforme) o página web, y alojados en el servidor de origen, los cuales van a ser distribuidos para los usuarios finales.
- b) Proveedor de CDN, es la organización o empresa que provee la infraestructura para entregar el contenido ofrecido por los proveedores de contenido a los usuarios finales, de una manera rápida y confiable.
- c) Usuario final, es el ente que accede a los contenidos de la página web del proveedor de contenido

2.1.4. Componentes de una CDN

Los proveedores de CDN usan servidores de caché o réplica ubicados en distintas zonas geográficas, para replicar el contenido. Dichos servidores también son conocidos como servidores de borde (edge servers), o alternos (surrogates). Los servidores de borde de una CDN también son conocidos como clusters de red. Las CDN's distribuyen los contenidos a los servidores de borde de tal manera que todos ofrecen el mismo contenido. Las peticiones del usuario final son redirigidas al servidor más cercano, para que el mismo entregue los contenidos solicitados por el usuario, logrando que el mencionado proceso sea transparente para el usuario final. Adicional, los servidores de borde

envían reportes de contenido entregado a los sistemas de administración de CDN, con el fin de disponer de reportes de tráfico y facturación para el cliente que contrata el servicio de CDN.

La siguiente figura muestra cuales son los componentes básicos de una CDN:

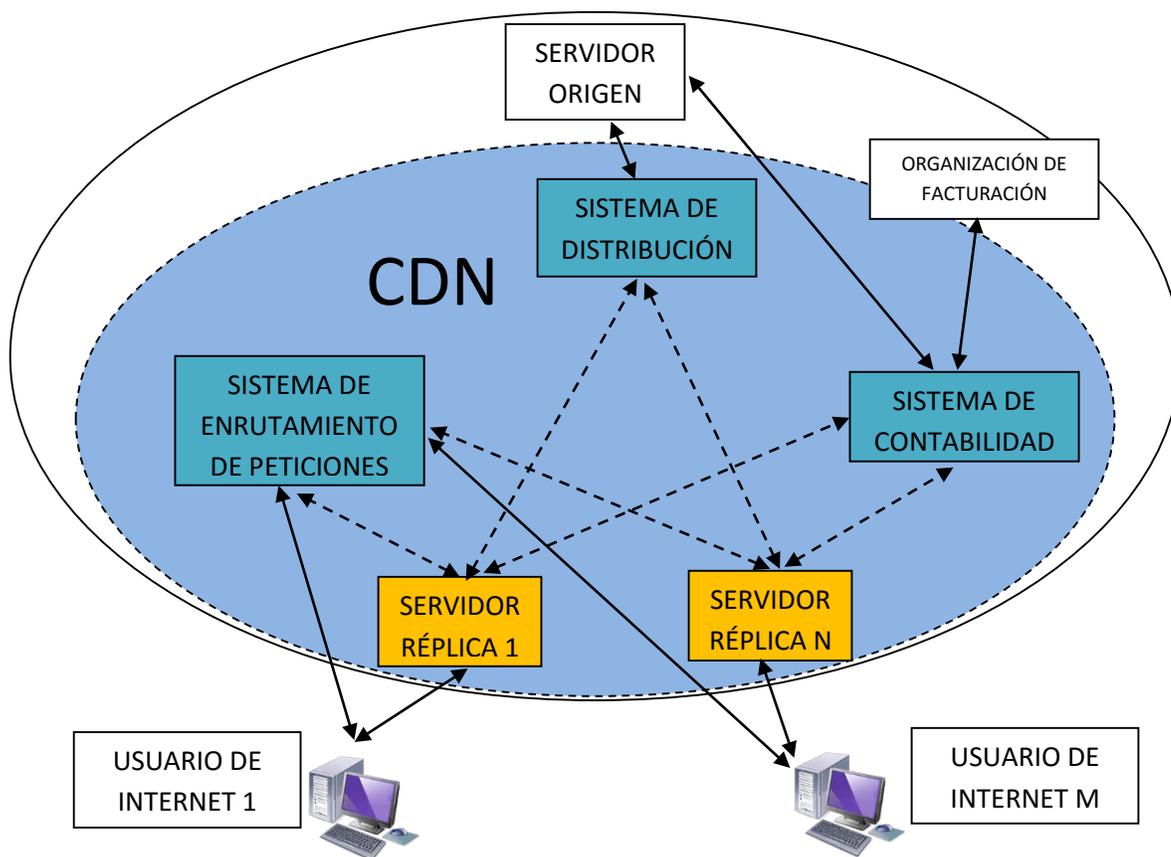


FIGURA 53. Componentes de una CDN
Fuente: (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008)

En la figura 53 se muestran los componentes básicos que conforman una CDN (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008):

- a) Los componentes de entrega de contenido, formados por el servidor origen y los servidores réplica, que entregan copias del contenido original a los usuarios finales.
- b) El componente de enrutamiento de peticiones, el cual se encarga de redirigir las peticiones de los usuarios hacia el servidor de borde más apropiado. Además interactúa con el componente de distribución, el cual mantiene actualizada la información almacenada en los cachés de CDN.
- c) El componente de distribución, el cual es encargado de trasladar los contenidos del servidor origen a los servidores de borde garantizando la consistencia de contenidos a almacenarse en los cachés.
- d) El componente de contabilidad, el cual mantiene registro de los accesos de usuarios, y de los usos de los servidores de CDN. Esta información también se usa para generar reportes de tráfico y temas de facturación, ya sea del proveedor del contenido, del proveedor de la CDN o terceros que pueden realizar el trabajo de facturación.

2.1.5. Características de una CDN

Todo lo visto hasta el momento indica que una CDN esta direccionada a proveedores de contenido o clientes que necesitan garantizar calidad de servicio a sus usuarios finales cuando los mismos acceden a su página web. Entendiendo esto, las metas de negocio que debe cumplir una CDN son las siguientes (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008) (Molina Moreno, 2013):

- a) **ESCALABILIDAD:** Se refiere a la habilidad del sistema de expandirse para manejar nuevas y grandes cantidades de datos, usuarios y transacciones, sin afectar el rendimiento del mencionado sistema.

- b) **SEGURIDAD:** Una de las mayores preocupaciones de un proveedor de CDN es ofrecer soluciones de seguridad para contenidos confidenciales y de gran valor. La seguridad es la protección de contenido contra accesos y modificaciones no autorizadas, con el fin de evitar ataques de denegación de servicio (Distributed Denial-of-Service DDoS), cyber fraude, virus, entre otros que pueden afectar seriamente los negocios web.
- c) **CONFIABILIDAD:** Se refiere a la disponibilidad del servicio en caso de fallas. Esta disponibilidad puede aumentar mucho si los servidores del cliente disponen de mecanismos de backup y balanceo de carga.
- d) **REACCION A FALLAS:** En caso de posibles fallas, esta característica se refiere al tiempo de reacción para solventar el problema, hasta que los niveles de operación sean normales y óptimos.
- e) **DESEMPEÑO:** El desempeño de una CDN generalmente es medido por el tiempo de acceso a los contenidos, percibidos por los usuarios finales.

2.1.6. CDN's existentes

Al momento existen 2 tipos principales de CDN (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008) (Molina Moreno, 2013):

- a) **CDN's COMERCIALES:** Todas la CDN operativas son creadas por empresas las cuales suelen consolidarse con el tiempo debido a adquisiciones y/o fusiones. Las CDN comerciales ofrecen sus servicios a un determinado precio, para personas o empresas que ofrecen contenidos vía WEB. Dichos contenidos son estáticos, dinámicos o de streaming. Ejemplos de ellas son Akamai ®, EdgeStream ®, LimeLight Networks ®, MirrorImage ®, Level 3 ®, etc.

- b) CDN's ACADÉMICAS: Las CDN's académicas basan su funcionamiento en tecnologías P2P, y las mismas se usan con fines experimentales. Por lo general los contenidos que circulan en este tipo de CDN's son estáticos. Pueden ser de código abierto. Ejemplos de estas redes son: CoDeeN, Coral, Globule, entre otras.

2.1.7. Taxonomía de CDN

Se realizará la taxonomía basada en 4 parámetros claves:

- Estructura de CDN
- Manejo y distribución de contenidos
- Peticiones de ruteo
- Mediciones de rendimiento

2.1.7.1. Estructura de CDN

Tiene que ver con los atributos estructurales de CDN, los cuales tiene una relación muy estrecha entre ellos. La estructura de una CDN varía dependiendo de los contenidos o servicios que entrega a sus usuarios. A continuación se muestra la figura 54, que indica la mencionada clasificación (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008):

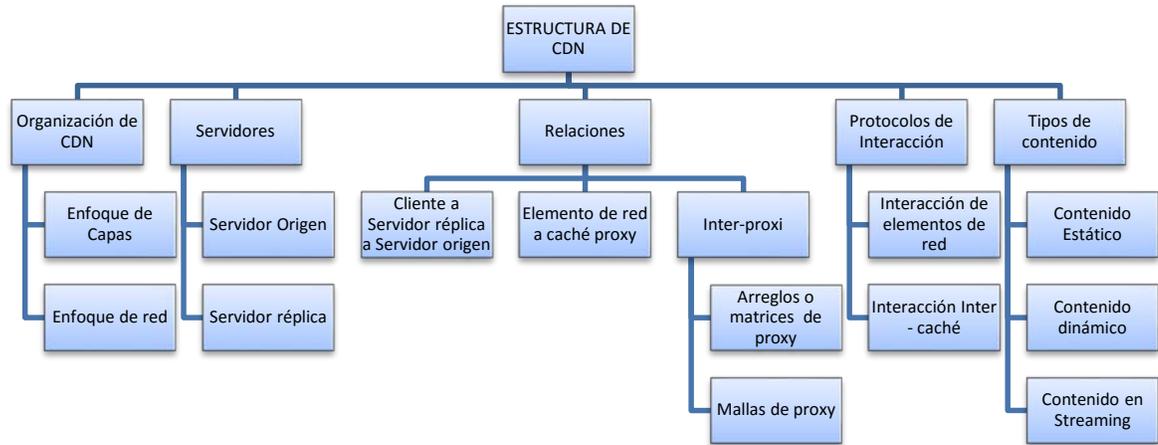


FIGURA 54. Estructura de CDN
Fuente: (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008)

2.1.7.1.1. Organización de CDN

Como se puede ver en la figura 54, se tienen 2 tipos de enfoques, dependiendo de la organización de CDN (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008):

- a) ENFOQUE DE CAPAS: Para este tipo de organización, los servidores de aplicaciones específicas y ciertos caches, manejan la distribución de contenidos específicos.
- b) ENFOQUE DE RED: En este tipo de organización, los componentes de red, incluyendo routers y switches, tienen configurados códigos para identificar aplicaciones específicas y para enrutar requerimientos en base a políticas preestablecidas.

2.1.7.1.2. Servidores

Analizando la figura 54, se tienen 2 tipos de servidores dentro de una CDN (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008):

- a) **SERVIDOR ORIGEN:** Es el servidor donde se encuentran los contenidos originales, el mismo que es actualizado por el proveedor de contenido.
- b) **SERVIDOR RÉPLICA:** Guarda una copia de los contenidos almacenados en el servidor origen, sin embargo un usuario final que se conecta al mismo, ve a este servidor como si fuera el servidor origen. El servidor origen se comunica con los servidores replica para actualizar los contenidos originales. Un servidor réplica puede funcionar como un servidor de medios, servidor web o servidor caché.

2.1.7.1.3. Relaciones

Se tienen varios tipos de relaciones entre los diferentes entes que componen una CDN, y analizando la figura 54, se tienen las siguientes relaciones (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008):

- a) **CLIENTE – SERVIDOR RÉPLICA – SERVIDOR ORIGEN:** Es la relación básica de una CDN. El usuario final puede comunicarse con los servidores réplica, por peticiones dirigidas a uno o más servidores origen. La comunicación con el servidor réplica es transparente para el usuario final. Si el servidor réplica carece de algún contenido solicitado, el usuario final se comunica directamente con el servidor origen. La figura 55 explica esta relación:

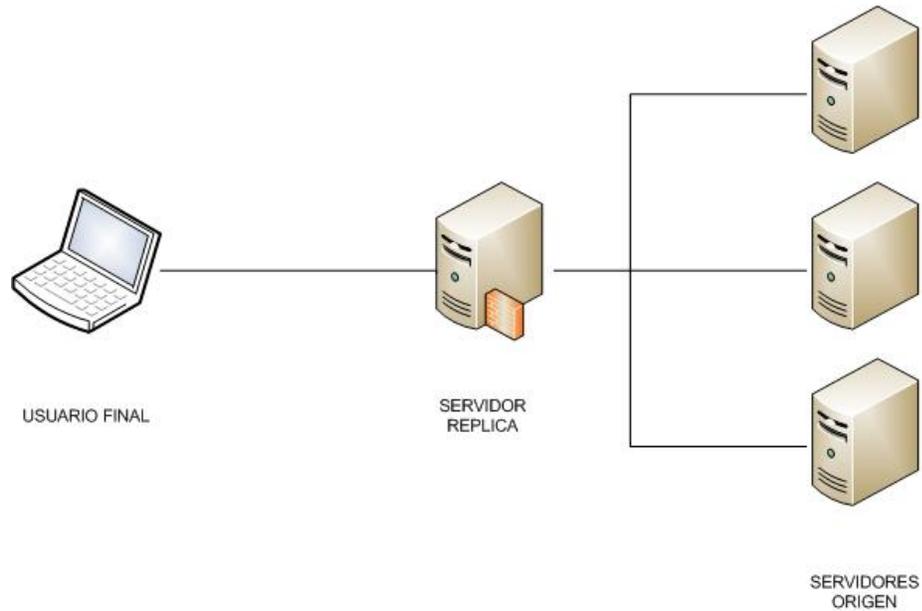


Figura 55. Relación cliente – servidor réplica – servidor origen

- b) ELEMENTO DE RED – PROXY: Es la relación que se establece, cuando se tiene una organización por enfoque de red. Los elementos de red, tales como routers o switches, envían el tráfico hacia los servidores caché o proxy's. En la figura 56 se observa lo mencionado:

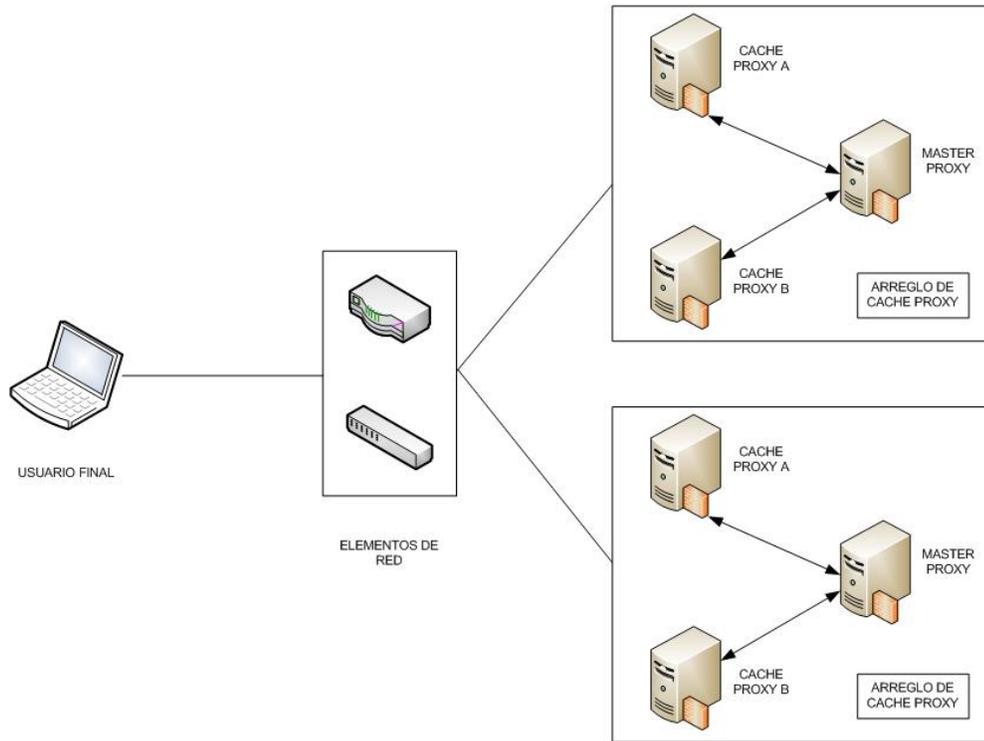


FIGURA 56. Relación elementos de red – cache proxy

- c) INTERPROXY: Se tienen 2 tipos de relaciones interproxy:
- ARREGLOS O MATRICES DE PROXY: Son estructuras de proxy con un acoplamiento estrecho, en las cuales existe un proxy maestro que se comunica con varios proxy's esclavos. Si se observa la figura 57, se puede observar el arreglo de proxy's

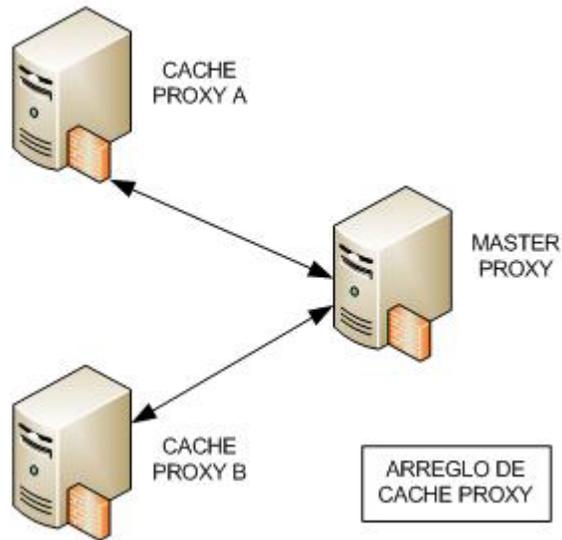


FIGURA 57. Relación interproxy: Arreglo de proxy

- **MALLAS DE PROXY:** Son estructuras de proxy con un acoplamiento débil. Por lo general es una gran estructura formada por grupos de proxy que se conectan entre ellos, lo que se puede ver en la figura 58.

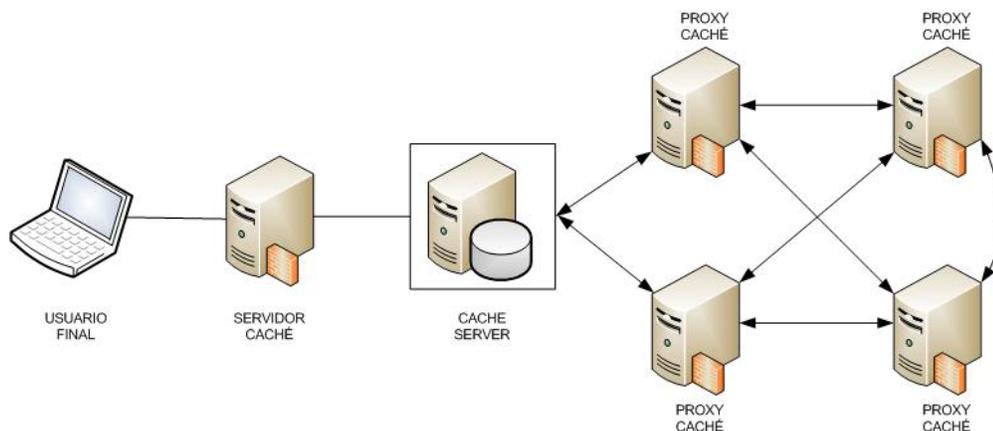


FIGURA 58. Relación interproxy: Mallas de proxy

2.1.7.1.4. Protocolos de interacción

De acuerdo a las relaciones de comunicación descritas en 2.1.7.1.3, se tienen diferentes tipos de protocolos de interacción entre los dispositivos de una CDN. Se los puede agrupar en 2 grupos: interacción entre elementos de red e interacción entre cachés o inter-caché (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008). En la figura 59 se tiene organigrama que detalla los tipos de protocolos mencionados:

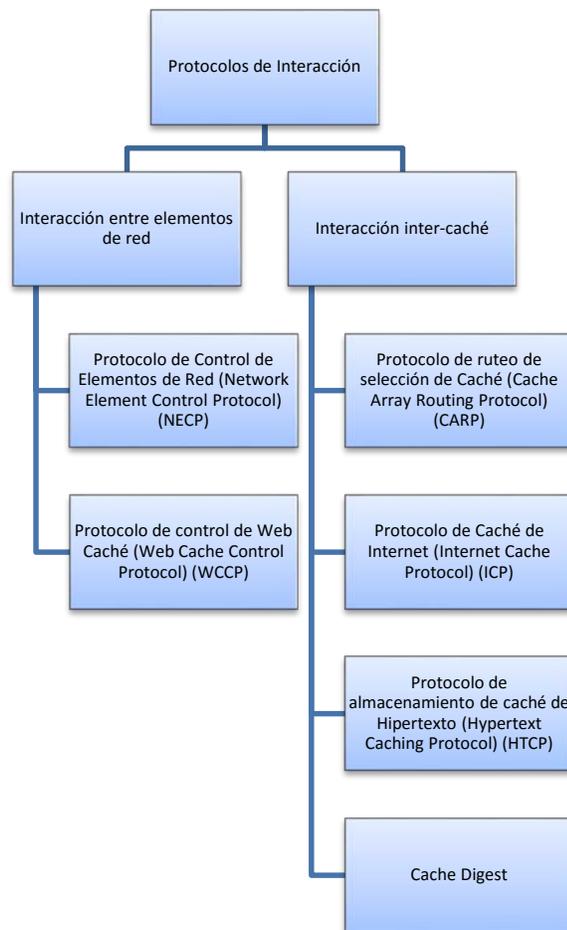


Figura 59. Protocolos de interacción

Fuente: (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008)

Se dará una breve explicación de cada protocolo.

a) PROTOCOLOS DE INTERACCION ENTRE ELEMENTOS DE RED

- *Protocolo de control de elementos de red (Network element control protocol, NECP)* (Cieslak & Foster, 2000): Protocolo que se usa para la señalización de tráfico de envío entre servidores y elementos de red. Este protocolo indica los métodos mediante los cuales los elementos de red aprenden respecto de las capacidades del servidor, disponibilidad e indicios de qué tráfico puede ser enviado al mismo. Con ello, los elementos de red reúnen la información necesaria para tomar decisiones respecto del balanceo de carga, evitando así usar protocolos propietarios e incompatibles para tal fin. Usa TCP (Transfer Control Protocol)

- *Protocolo de control de Web Caché (Web Cache Control Protocol, WCCP)* (Cieslak & Foster, 2000) : Protocolo de interacción entre router (o routers) y web caché (o web cachés). El propósito de esta interacción es establecer y mantener la redirección transparente de un flujo de tráfico específico a través de un grupo de routers. Con este protocolo, un proxy (proxy designado) puede dar las pautas al router de cómo distribuir el tráfico redirigido, hacia los proxy's pertenecientes a la CDN.

b) PROTOCOLOS DE INTERACCION INTER – CACHÉ

- *Protocolo de ruteo de selección de Caché (Cache Array Routing Protocol, CARP)* (Valloppillil & Ross, 1998) : Es un protocolo de almacenamiento de caché distribuido, basado

en una lista conocida de servidores proxy con acoplamiento débil, y una función de hash para división del espacio URL entre los mencionados proxy's. Un cliente HTTP que incluye CARP en su implementación puede rutear requerimientos a cualquier proxy del arreglo de proxy's. La tabla de miembros del arreglo de proxy's se define como un archivo de texto plano ASCII recuperado de una matriz de configuración de una URL. La función de hash y el algoritmo de ruteo de CARP toman un proxy miembro definido de la tabla de miembros y toma una decisión "sobre la marcha" si el miembro del arreglo de proxy's tomado será el espacio más idóneo donde se aloja un recurso copia, apuntado por una URL. Como las peticiones son procesadas en los proxy's, la duplicación de contenido de cache es eliminada y las tasas de acceso al cache global son mejoradas.

- *Protocolo de caché de internet (Internet Cache Protocol, ICP) (Wessels D., 1997):* Protocolo muy desplegado. Es un mensaje liviano usado para comunicación intercaché. Los cachés intercambian consultas y respuesta ICP para reunir información con el fin de ubicar la locación más idónea de la cual recuperar un objeto. También los mensajes ICP pueden usarse para localización de cachés. Es implementado usualmente sobre UDP (user datagram protocol) logrando con esto ofrecer características importantes para aplicaciones de almacenamiento de caché web.

- *Protocolo de almacenamiento de caché de hipertexto (Hyper Text Caching Protocol, HTCP)* (Vixie & Wessels, 2000) : Protocolo usado para descubrimiento de cachés, datos almacenados en cachés, conjuntos de cachés HTTP gestionables y actividades de monitoreo de caché. Expande la gestionabilidad de cachés, adicionando el monitoreo remoto de cachés, su adición o eliminación, solicitudes de borrado inmediato, envía también las claves para encontrar objetos de terceros permisibles o no de almacenar, y también la indisponibilidad o imposibilidad de almacenar objetos web.
- *Cache Digest* (Hamilton & Rousskov, 1998): es un protocolo de intercambio y un formato de datos. Provee la solución a problemas de tiempos de respuesta y congestión asociados con otros protocolos de comunicación intercaché como ICP y HTCP. Soporta el peering entre servidores cache sin intercambio de mensajes (peticiones o respuestas). Cuando se usa cache digest, es posible determinar si un servidor en particular posee una determinada URL.

2.1.7.1.5. Tipos de contenido

Los proveedores de CDN albergan gran cantidad de contenido de terceros para una entrega rápida de cualquier contenido digital, incluyendo contenidos estáticos, dinámicos o de streaming (audio o video). Las fuentes de contenido son grandes empresas, proveedores de contenido, empresas de medios o difusoras de noticias:

- a) **CONTENIDO ESTÁTICO:** Contenidos cuya frecuencia de cambio es baja. Puede incluir, paginas HTML estáticas, imágenes incrustadas, ejecutables, archivos PDF, patches de software, archivos de audio o video. Todos los proveedores de CDN soportan entregas de contenido de este tipo, el cual es fácil de almacenar, y su integridad puede ser mantenida usando las tecnologías de almacenamiento tradicional.
- b) **CONTENIDO DINÁMICO:** Contenido que es personalizado por el usuario o creado bajo demanda por la ejecución de algún proceso de una aplicación. Es un contenido que cambia frecuentemente dependiendo de los requerimientos del usuario. Incluye animaciones, scripts y DHTML. Debido a su naturaleza, este contenido es considerado no almacenable.
- c) **CONTENIDO DE STREAMING:** Puede ser contenido en vivo o bajo demanda. La entrega de contenido en vivo se realiza instantáneamente, la información va de un encoder al servidor de medios y de ahí al cliente; incluye deportes, conciertos y noticias. El contenido bajo demanda es codificado y luego almacenado como archivos de streaming en los servidores de medios, cuyo contenido es accedido dependiendo de las peticiones del cliente. Incluye archivos de audio, video, películas y música. Los servidores de streaming tienen configurados protocolos especializados para la entrega de contenidos a través de la red IP.

2.1.7.2. Manejo y distribución de contenidos

El manejo y distribución de contenidos es de vital importancia para el correcto desempeño de una CDN. La figura 60 muestra los tópicos a analizarse dentro de lo referente a manejo y distribución de contenidos:

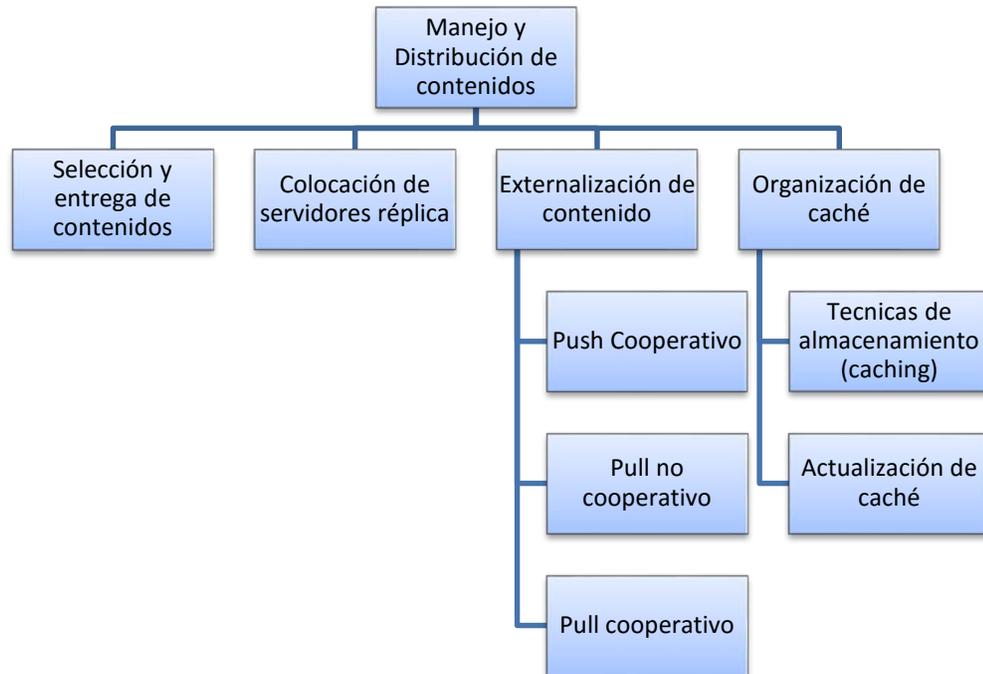


FIGURA 60. Manejo y distribución de contenidos

Fuente: (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008)

2.1.7.2.1. Selección y entrega de contenidos

La eficiencia de la entrega de contenidos radica en la correcta selección del contenido a entregarse a los usuarios finales. La entrega de contenidos apropiados puede ayudar a reducir los tiempos de descarga del cliente y los tiempos de carga del servidor. En la figura 61 se indica cómo se subdividen los tipos de selección y entrega de contenidos:

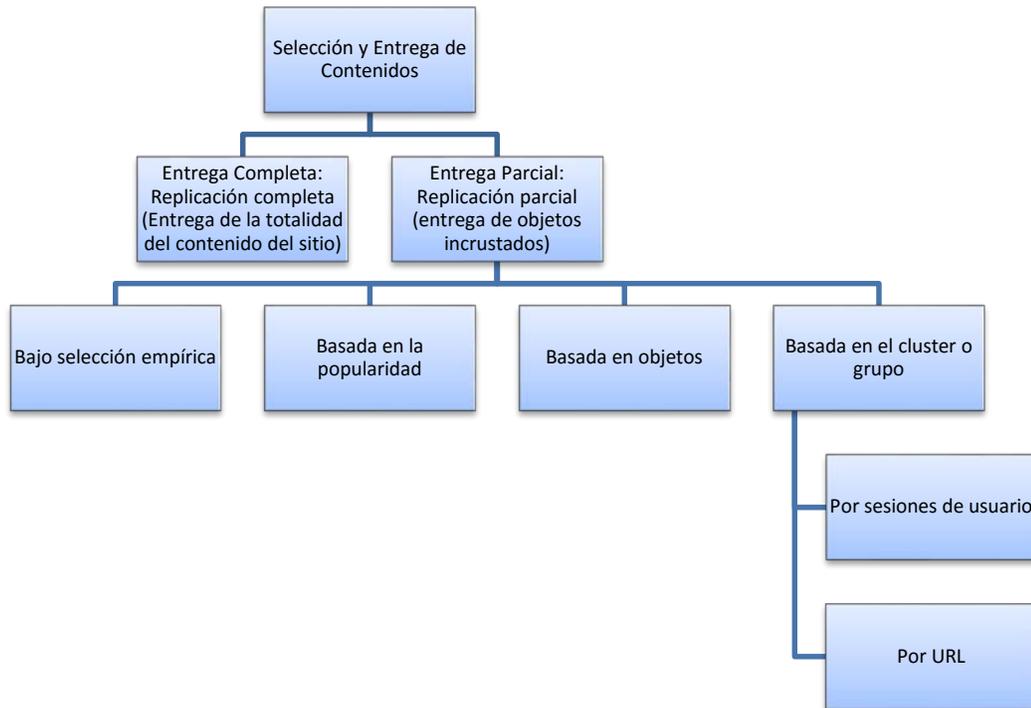


FIGURA 61. Selección y entrega de contenidos

Fuente: (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008)

Como se puede ver, la selección y entrega de contenidos se divide en 2 grandes grupos (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008) (Molina Moreno, 2013):

- a) **ENTREGA COMPLETA:** Como su nombre lo indica, el servidor réplica copia la totalidad de los contenidos de una página web para entregarlos completamente al usuario final. Con ello, un proveedor configura su DNS de tal manera que todas las peticiones de los usuarios finales son resueltas por el servidor CDN. La ventaja de este tipo de entrega es su simplicidad. Sin embargo no es una opción viable por los contenidos cada vez más grandes de una página web. Pese a que las capacidades de almacenamiento han reducido su costo, una gran capacidad no garantiza que se pueda

abarcarse con las crecientes cantidades de contenido que se ofrecen hoy en día, además de que no es práctico el manejo de grandes cantidades de objetos web que no son estáticos en su mayoría.

- b) **ENTREGA PARCIAL:** En una entrega parcial, los servidores réplica copian ciertos objetos seleccionados, para hacer la entrega de objetos incrustados (imágenes por ejemplo) por parte de la CDN. Es decir, la página HTML base se obtiene del servidor principal, mientras los objetos incrustados se obtienen de los servidores caché de CDN. Una entrega parcial es mejor que una entrega total, ya que se tiene una carga menor sobre el servidor origen y sobre la infraestructura de generación de contenido del sitio. Además, debido a la poca variación de contenidos incrustados, una entrega parcial ofrece un mejor desempeño.

La selección de contenido depende de una adecuada estrategia de manejo usada para replicar el contenido Web. Si se quiere conseguir una mejor replicación en base a la elección de elementos incrustados, la entrega parcial puede dividirse en los siguientes tipos:

- *BAJO SELECCIÓN EMPÍRICA:* El administrador del sitio web selecciona empíricamente el contenido a ser replicado a los servidores de borde (Chen & Qiu, Efficient and adaptive Web replication using content clustering, 2003) . Se usa la heurística como base de una decisión empírica. El problema radica en la incertidumbre de haber elegido la heurística correcta

- *BASADA EN LA POPULARIDAD:* Los objetos más populares son replicados a los servidores de borde. Este tipo de entrega demora mucho tiempo y las estadísticas de popularidad de

un objeto (si se tienen las estadísticas) no garantizan que siempre tenga el mismo número de peticiones. Además, los objetos nuevos no poseen estadísticas de popularidad.

- *BASADA EN OBJETOS* (Chen & Qiu, Efficient and adaptive Web replication using content clustering, 2003) (Wu & Kshemkalyani, 2006): Cada objeto es almacenado como una unidad independiente. Pese a que esta forma de réplica es muy efectiva, depende de un espacio de almacenamiento limitado en el servidor, y tiene alta complejidad para implementarse en la realidad.

- *BASADA EN EL CLUSTER O GRUPO*: El contenido web se agrupa en base a correlaciones o frecuencia de acceso y es replicado en unidades de grupos de contenido. El proceso de agrupamiento se realiza o fijando el número de grupos o fijando el tamaño máximo de grupo pues tales parámetros son desconocidos. La agrupación de contenidos puede ser de 2 tipos:
 - i. Por sesiones de usuario*: los archivos de registro Web se utilizan para agrupar un conjunto de sesiones de navegación de los usuarios, que tienen características similares. Este enfoque es beneficioso porque ayuda a determinar grupos de usuarios con similares patrones de navegación y grupos de páginas que tienen contenido relacionado.

 - ii. Por URL*: la agrupación de contenidos se basa en la topología del sitio Web. Se identifican los objetos más

populares de un sitio web se replican en unidades de grupos donde la distancia de correlación entre cada par de direcciones URL se basa en una cierta métrica de correlación. Los resultados experimentales muestran que la replicación de contenido basado en esos criterios de agrupamiento reducen el tiempo de descarga en el cliente y la carga en los servidores. Sin embargo, es un esquema muy complejo de implementar.

2.1.7.2.2. Colocación de servidores réplica

Una correcta ubicación de los servidores réplica es muy importante, pues de esta característica depende el proceso de entrega de contenidos. La meta de colocar correctamente un servidor réplica es que la latencia percibida por el usuario sea la mínima, y con ello se minimice el consumo de ancho de banda de la red usado en la descarga de contenidos de los servidores a los clientes. Por lo tanto, mientras mejor sea la ubicación de los servidores réplica, una CDN ofrecerá servicios de mayor calidad y a un costo menor (Sivasubramanian & Pierre, Analysis of caching and replication strategies for Web applications, 2007). En la figura 62 se observan las estrategias de ubicación de servidores réplica.



FIGURA 62. Estrategias de ubicación de servidores réplica

Fuente: (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008)

- a) **PROBLEMA DE UBICACIÓN DEL CENTRO:** Las estrategias teóricas, como el problema del centro k mínimo (minimum k -center problem) o la teoría de los k árboles separados jerárquicamente k -HST (k -Hierarchically well-Separated Trees) modelan el problema de la ubicación de servidores como el problema de ubicación del centro (center placement problem) que se define de la siguiente manera: para la ubicación de un número dado de centros, se minimiza la máxima distancia entre un nodo y el centro más cercano.
- **ALGORITMO k -HTS** (Bartal, 1996) (Jamin & Jin, On the placement of Internet Instrumentation, 2000) : El algoritmo k -HST resuelve el problema empleando teoría de grafos. En este método, la red se representa como un grafo $G(V,E)$ donde V es un conjunto de nodos y $E \subseteq V \times V$ es el conjunto de enlaces. El algoritmo tiene dos fases:
 - i. En la primera fase, se selecciona arbitrariamente un nodo del grafo completo (partición padre) y todos los nodos que están dentro de un radio aleatorio desde ese nodo arbitrario forman una nueva partición (partición hija). El radio de la partición hija es k veces

más pequeño que el diámetro de la partición padre. Este proceso continúa hasta que cada uno de los nodos se encuentre en una partición propia. De esta forma, el grafo se divide de forma recursiva y se obtiene un árbol de particiones siendo el nodo raíz la red entera, mientras que los nodos hoja serían los nodos individuales dentro de la red.

- ii. En la segunda fase, se asigna un nodo virtual a cada una de las particiones en todos los niveles del árbol. Cada nodo virtual en una partición padre desempeña la función de 'padre' de los nodos virtuales en las particiones hija; de esta forma, los nodos virtuales también forman un árbol. A continuación, se aplica una estrategia de tipo "voraz" (greedy) para encontrar el número de centros servidores necesarios para el árbol k-HST obtenido cuando la distancia máxima entre un centro y un nodo está acotada por un valor D .

- *PROBLEMA DEL CENTRO k MÍNIMO*: Por otro lado, la segunda estrategia teórica, asociada al problema del centro k mínimo se plantea como un problema basado en grafos bidimensionales, que se detalla a continuación (Jamin & Jin, On the placement of Internet Instrumentation, 2000):

- i. Dado un grafo $G(V,E)$ con todas sus aristas arregladas en orden no decreciente de costo de arista $c: c(e_1) \leq c(e_2) \leq \dots \leq c(e_m)$, se construye un conjunto de grafos bidimensionales $G^2_1, G^2_2, \dots, G^2_m$. Cada

grafo bidimensional de G , indicado como G^2 , es el grafo que contiene los nodos V y las aristas (u,v) en donde siempre hay un camino entre u y v contenido en G .

- ii. Calcular el conjunto máximo independiente M_i para cada G^2_i . Un conjunto independiente de G^2 es un conjunto de los nodos en G que tienen al menos tres saltos de separación en G y un conjunto máximo independiente M está definido como un conjunto independiente V' de tal manera que todos los nodos de $V - V'$ está a lo mucho a un salto de distancia de los nodos en V' .
- iii. Encontrar el i -ésimo elemento de tal manera que $M_i \leq K$, el cual es definido como el j -ésimo elemento.
- iv. Finalmente, M_j es un conjunto con centro K .

Debido a la complejidad computacional que los algoritmos del problema de ubicación del centro generan, se tienen como opción los algoritmos heurísticos como el método greedy y el método de acuerdo a la topología que se analizan a continuación. Los mismos son algoritmos menos óptimos pero manejan la información de la CDN como patrones de carga y topología de la red, proporcionando soluciones adecuadas con una carga computacional baja.

- b) MÉTODO VORAZ (GREEDY) (Krishnan & Raz, 2000) : El método voraz (greedy) elige M servidores entre N ubicaciones posibles. En la primera iteración, se calcula el costo asociado a cada ubicación, considerando que el acceso desde todos los clientes se da a la ubicación analizada; entonces, se elige la ubicación de menor costo. En la segunda iteración, se toma la ubicación que le sigue en costo a la primera elegida. La iteración continua hasta que se hayan elegido M servidores. El método greedy incluso es efectivo con datos imprecisos, pero requiere conocer las ubicaciones de los clientes en la red y todas las distancias entre nodos.
- c) UBICACIÓN DE ACUERDO A LA TOPOLOGÍA (Jamin & Jin, Constrained mirror placement on the Internet, 2001) : Es este método, los servidores se clasifican en host candidatos en orden descendiente de grado, el cual se determina por el número de enlaces que conectan un nodo con otro. Se asume que a mayor grado, se puede alcanzar otros nodos con menor latencia. Entonces se usan topologías de sistemas autónomos (AS) donde cada nodo representa un sistema autónomo y un enlace representa una conexión de un peering BGP.

Una mejora de este método se da cuando se implementa una topología a nivel de router de internet, en vez de una topología a nivel de AS. Con esta mejora, cada LAN asociada a un router es un sitio potencial donde ubicar un servidor.

- d) HOT SPOT (Qiu & Padmanabhan, 2001) : Con el algoritmo de HOT SPOT, los servidores réplica se ubican cerca de los usuarios que generan mayor carga. Básicamente, se eligen N posibles ubicaciones con mayor generación de tráfico, se analiza las

ubicaciones y se colocan M servidores en las que se consideran las ubicaciones con los mayores tráficos.

- e) UBICACIÓN TIPO ÁRBOL (Li & Golin, 1999): El algoritmo de este método asume que la topología fundamental es un árbol, y modela el problema de ubicación de servidores réplica como un problema de programación dinámico. Este método contempla un árbol T que se divide en árboles más pequeños T_i , y la ubicación de t proxy's se logra colocando t'_i proxy's de la mejor manera, en cada árbol pequeño T_i , donde $t = \sum_i t'_i$

- f) UBICACIÓN ESCALABLE: En cuanto a este método, se tiene el denominado SCAN (Scalable Content Access Network) (Chen & Katz, Dynamic replica placement for scalable content delivery., 2002) que es un marco de gestión de servidores réplica escalable, que genera réplicas bajo demanda y las organiza dentro de un árbol multicast de nivel de aplicación. Este método minimiza el número de servidores réplica y en paralelo, se cumplen los requisitos de latencia de los clientes y los requisitos de capacidad de los servidores.

- g) MONO ISP (Vakali & Pallis, 2003): El proveedor de CDN distribuye al menos 40 servidores réplica en los bordes de la red con el fin de que la misma soporte la distribución de contenidos (Douglis & Kaashoek, 2001). La política de este método contempla poner 1 o 2 servidores réplica en cada metrópoli donde tenga cobertura el ISP. El ISP equipa los servidores réplica con grandes cachés. Un ISP con redes globales puede tener una cobertura geográfica extensa, sin depender de otros ISP's. La desventaja de este método es que el servidor réplica puede estar colocado en un lugar

distante de los clientes que pudieran contratar CDN. Se ha verificado que el método de mono ISP es efectivo para tráficos bajos o medios.

- h) MULTI ISP (Vakali & Pallis, 2003): Con este método, el proveedor debe instalar tantos servidores réplica como puntos de presencia en otros ISP's tenga. Con tal premisa, los servidores réplica se encontrarán más cerca de los potenciales clientes. Incluso, el mismo ISP puede ser un cliente potencial. Más allá del costo o complejidad de configuración, el mayor inconveniente con este método es que ciertos servidores réplica podrían recibir pocas peticiones, o incluso ninguna, subutilizando la infraestructura de CDN, y afectando la valoración del rendimiento en conjunto. El método multi ISP es mejor para tráficos de sitios web elevados.

2.1.7.2.3. Externalización de contenidos

La externalización de contenidos tiene que ver con la distribución de los contenidos desde el servidor origen hacia los servidores réplica. Una correcta externalización de contenidos es muy importante para lograr un desempeño correcto de una CDN. Se tienen los siguientes métodos de externalización de contenidos:

- a) PUSH COOPERATIVO: Este tipo de método, primero el contenido es enviado desde el servidor origen hacia los servidores réplica; luego de ello se tiene una colaboración entre los servidores réplica para reducir los costos de replicación y actualización. En este esquema, la CDN mantiene un mapeo entre el contenido y los servidores réplica, y cada petición de los usuarios finales es dirigida al servidor réplica más cercano, o en última instancia, al servidor origen. De acuerdo a lo visto, sería adecuado un algoritmo

tipo greedy para tomar las decisiones de replicación entre servidores réplica cooperativos (Kangasharju & Roberts, 2002). Sin embargo, este método es solamente teórico pues ninguna CDN comercial lo utiliza (Chen & Qiu, Efficient and adaptive Web replication using content clustering, 2003) (Fujita & Ishikawa, 2004).

- b) PULL NO COOPERATIVO: Para este método, las peticiones de los usuarios finales son dirigidas a los servidores réplica más cercanos. En caso de producirse un fallo de caché, los servidores réplica obtienen el contenido del servidor origen. Este método es el más utilizado por las CDN's comerciales. El principal inconveniente es que no siempre se escoge un servidor réplica óptimo (Johnson & Carr, 2000). De todas maneras, se ha considerado como el método más acertado mientras el esquema push cooperativo se encuentra en etapa experimental (Pallis & Vakali, 2006).

- c) PULL COOPERATIVO: Se diferencia del esquema anterior en que en caso de un fallo del caché, los servidores réplica cooperan entre ellos para obtener el contenido. Mediante el empleo de un índice distribuido los servidores réplica son capaces de localizar contenido en servidores réplica cercanos, y almacenarlos en caché. Es un método reactivo, considerando que un objeto es almacenado solo cuando un usuario final lo solicita. La CDN académica Coral utiliza este método.

2.1.7.2.4. Organización de caché

Un manejo de contenido es esencial para el desempeño de la CDN, el cual depende principalmente del esquema de organización de caché usado por la CDN, el cual abarca tanto las técnicas de almacenamiento en caché (caching) como la frecuencia de las actualizaciones, para garantizar la consistencia, disponibilidad y confiabilidad de los contenidos. Aparte de estos dos parámetros, la organización de caché también puede implicar el uso integrado de caching y replicación, en la infraestructura de una CDN. Esta integración puede ser útil para una gestión de contenido de CDN efectivo. También es posible una mejora potencial de rendimiento, en términos de latencia percibida y velocidades de acceso a contenidos, si la replicación y el caching se utilizan juntos en la CDN. Por otra parte, la combinación de caching y replicación fortalecen a la CDN contra picos de tráfico.

- a) **TÉCNICAS DE CACHING:** El caching en CDN puede ser de 2 tipos: intra-cluster e inter-cluster. En la figura 63 se indican los diferentes tipos de caching.

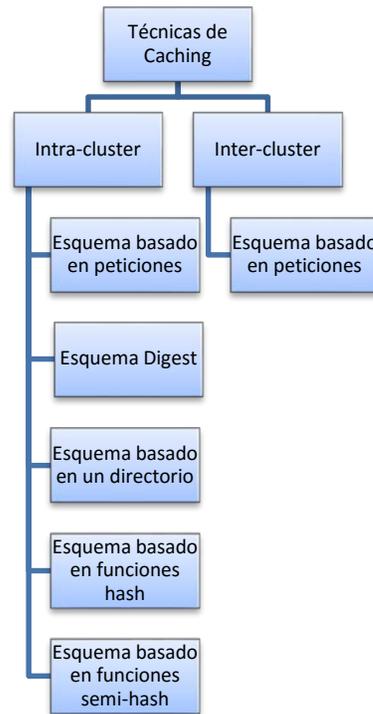


FIGURA 63. Técnicas de almacenamiento (CACHING)

Fuente: (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008)

- **TÉCNICAS DE CACHING INTRA-CLUSTER:** De acuerdo a lo visto en la figura 63, se tienen varios esquemas de caching intra-cluster que se analizan brevemente a continuación:
 - i. **ESQUEMA BASADO EN PETICIONES (Query):** En este esquema, cuando se produce un fallo de caché, el servidor réplica realiza un broadcast de una petición a otros servidores réplica cooperativos. El inconveniente que este esquema genera es un significativo tráfico de peticiones y el retardo debido a que el servidor réplica debe esperar la respuesta del último fallo de todos los servidores réplica

cooperativos antes de concluir que ninguno de sus pares tiene alguna petición del contenido solicitado.

- ii. ESQUEMA DIGEST:* En este esquema, cada uno de los servidores réplica poseen un resumen (denominado digest) con la información disponible en el resto de servidores réplica cooperativos, que se actualiza periódicamente. Consultando el mencionado resumen, un servidor réplica sabe a qué otro servidor réplica cooperativo debe solicitar el contenido. El principal inconveniente de este esquema se da por la sobrecarga de tráfico en las actualizaciones para garantizar que los servidores réplica cooperativos poseen la información correcta.
- iii. ESQUEMA BASADO EN UN DIRECTORIO:* Este tipo de esquema (Gadde & Rabinovich, 1997) , es una versión centralizada del esquema digest, en el cual un servidor centralizado mantiene la información de la ubicación de contenido de todos los servidores réplica cooperativos. Dichos servidores réplica notifican al servidor de directorio cuando se producen actualizaciones locales, y lo consultan siempre que se produce un fallo local. Este esquema presenta un potencial cuello de botella, y un punto único de falla.
- iv. ESQUEMA BASADO EN FUNCIONES HASH:* En este tipo de esquema, los servidores réplica almacenan cierto contenido en base a la URL del contenido, las direcciones IP de los servidores réplica,

y la función hash. Este tipo de esquema es más eficiente al tener menor sobrecarga de implementación, sin embargo las peticiones locales y contenido multimedia no son encaminados correctamente pues son procesadas en un servidor réplica lejano. Para evitar este inconveniente se puede usar el esquema que se observa a continuación.

v. *ESQUEMA BASADO EN FUNCIONES SEMI-HASH:*

Para este tipo de esquema, un servidor réplica divide el espacio de almacenamiento en 2 zonas: una zona donde se aloja el contenido más popular de los usuarios locales, y una segunda zona donde se aloja el contenido en un esquema basado en funciones hash.

- **TÉCNICAS DE CACHING INTER-CLUSTER:** Para este tipo de técnica, solo se dispone de un sistema basado en peticiones (query). Un sistema basado en funciones hash no sería apto para el caching cooperativo inter-cluster pues los servidores réplica están instalados en lugares geográficos distantes, lo que incrementaría la latencia considerablemente. Los esquemas basado en un directorio y digest, tampoco son apropiados porque el tamaño de la información puede ser considerable entre tantos servidores réplica dispersos en diferentes clusters. Por ello, el sistema basado en peticiones es el más adecuado, pues, en caso de que un clúster no sea adecuado para servir cierto contenido, se realiza una petición a un clúster cercano, si este último tampoco puede atender el requerimiento, se consultará a

otro clúster vecino. Los servidores réplica dentro del clúster suelen usar un esquema basado en funciones hash, y el servidor representativo de ese clúster, solamente contactará al servidor designado por la función hash.

- b) **ACTUALIZACIÓN DE CACHÉ:** Se tienen 4 tipos de actualización de caché, que se muestran a continuación en la figura 64:

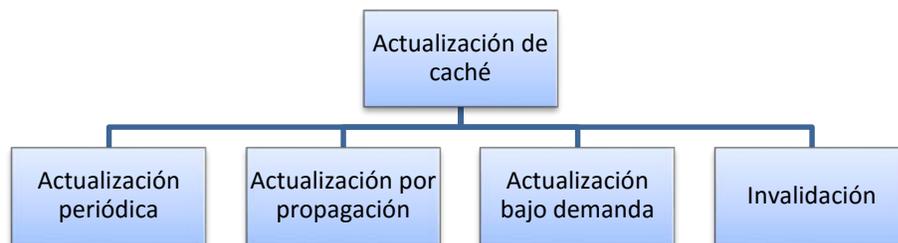


FIGURA 64. Tipos de actualización de caché

Fuente: (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008)

Se analizará a continuación los tipos de actualización vistos (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008), (Molina Moreno, 2013):

- **ACTUALIZACIÓN PERIÓDICA:** Es el método más común para actualizar los cachés. Para garantizar la consistencia del contenido, el proveedor de contenido configura su servidor origen, proporcionando instrucciones a las cachés acerca de que contenido es almacenable, durante cuánto tiempo se considera válido un contenido, cuándo se debe interrogar al servidor origen por contenido actualizado, etc. (Gayek & Nesbitt, 2004). De esta manera, las cachés se actualizan de forma periódica. Sin embargo, este mecanismo

tiene el defecto de generar grandes cantidades de tráfico innecesario provenientes de las actualizaciones que se realizan a intervalos.

- *ACTUALIZACIÓN POR PROPAGACIÓN:* Este tipo de actualización se produce solo cuando hay cambio de contenido, y es enviado por el servidor origen. Si se tienen cambios frecuentes de contenido en el servidor origen, se generan grandes cantidades de tráfico de actualización, lo que se convierte en un inconveniente para este tipo de actualización.
- *ACTUALIZACIÓN BAJO DEMANDA:* Este tipo de actualización contempla que la misma se producirá sólo cuando el servidor réplica solicite la información de actualización al servidor origen. El inconveniente es que se puede generar tráfico elevado entre el servidor origen y el servidor réplica, con el fin de comprobar si el contenido requerido por el servidor réplica es el actualizado.
- *INVALIDACIÓN:* Con este tipo de actualización, el servidor origen envía un mensaje de invalidación de un contenido que debe actualizarse a los servidores réplica, y estos últimos bloquean el contenido indicado en el mensaje enviado hasta que se lo obtenga del servidor origen.

Por lo general, los proveedores de CDN ofrecen a los proveedores de contenido el control sobre la consistencia y actualización de contenido, con el fin de mantener contenidos confiables sobre toda la CDN. Por otro lado, el proveedor de contenido puede crear sus propias

políticas de actualización de tal manera que sean enviadas al proveedor de la CDN, y que este último distribuya las mismas a los servidores réplica.

2.1.7.3. *Peticiones de ruteo*

Un sistema de peticiones de ruteo es responsable de redirigir las peticiones de los clientes al servidor réplica más cercano el cual entrega el contenido. Se debe tener en cuenta que el servidor más cercano, posiblemente no sea el servidor más adecuado para atender la petición del cliente (Chen & Ling, 2005) . Por ello, un sistema de peticiones de ruteo utiliza métricas tales como proximidad de red, latencia percibida por el cliente, distancia y carga del servidor réplica con el fin de redirigir la petición del usuario al servidor réplica idóneo para servir la petición. Las técnicas de selección y entrega de contenido (vistas en 2.1.7.2.1) usadas por la CDN influyen determinadamente en el diseño del sistema de peticiones de ruteo.

En la figura 65 se observa el esquema detallado de cómo funciona un sistema de peticiones de ruteo, el que consta de los siguientes pasos:

PASO 1: El cliente solicita el contenido del proveedor de contenidos digitando la URL en el buscador web. Dicha solicitud va directamente al servidor origen.

PASO 2: El servidor origen entrega los contenidos básicos desde el mismo servidor origen

PASO 3: La petición de los contenidos que demanden gran ancho de banda, como objetos incrustados, imágenes, información actualizada, etc., es redirigida al proveedor de CDN.

PASO 4: Con la ayuda de un algoritmo de selección propietario, el proveedor de CDN selecciona el servidor réplica más apropiado (“cercano”) para que atienda a la petición de elementos mencionados en el paso 3.

PASO 5: El servidor réplica elegido toma los elementos incrustados del servidor origen, sirve a la petición del cliente recibida, y almacena los objetos para sí mismo, en caso de una nueva petición de los mismos objetos.

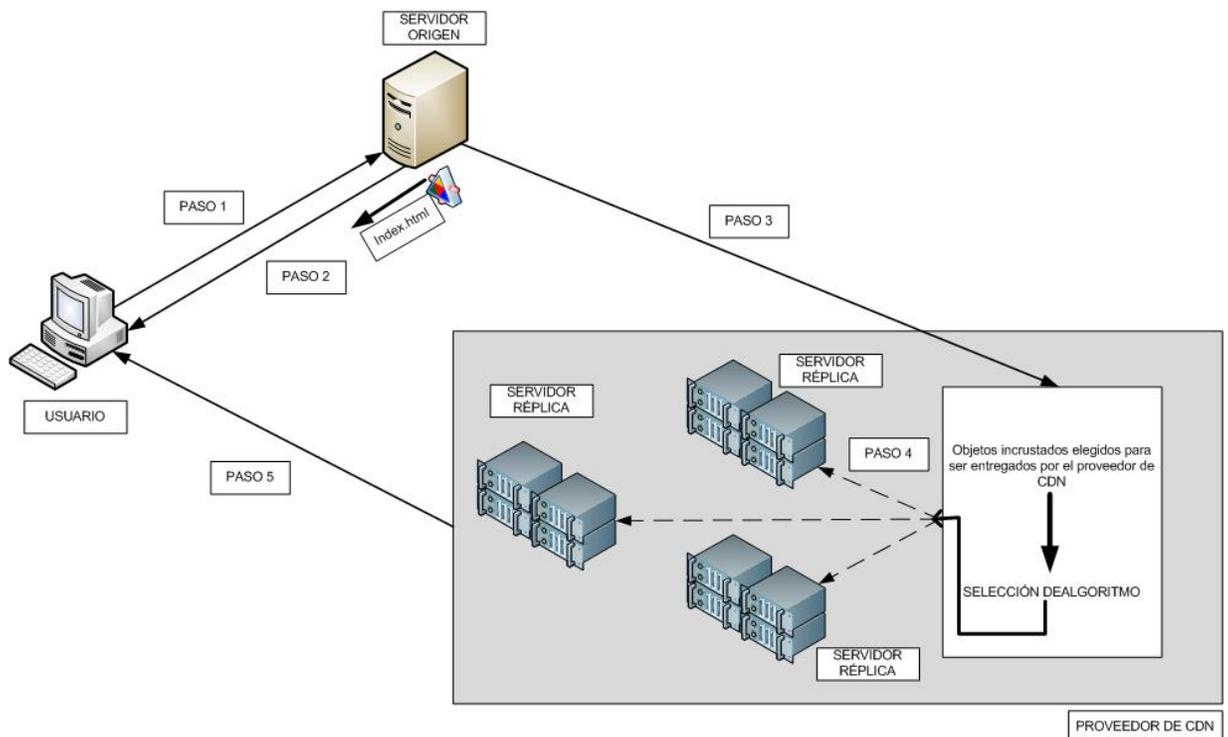


FIGURA 65. Peticiones de ruteo

Fuente: (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008)

Un sistema de peticiones de ruteo consta de 2 partes (Sivasubramanian & Szymaniak, Replication of Web hosting, 2004):

- a) ALGORITMO DE PETICIONES DE RUTEO: Cuando se recibe una petición del cliente, un algoritmo es invocado. Éste especifica cómo seleccionar un servidor réplica de acuerdo a la petición del cliente recibida.
- b) MECANISMO DE PETICIONES DE RUTEO: Es la manera de informar al cliente acerca de la selección del servidor réplica. Entonces, el mecanismo primero invoca al algoritmo y luego informa al cliente acerca de los resultados de la selección del servidor.

A continuación se analizará a detalle los algoritmos y los mecanismos de petición de ruteo.

2.1.7.3.1. Algoritmos de peticiones de ruteo

Los algoritmos invocados por el mecanismo de peticiones de ruteo pueden ser de 2 tipos: adaptativos y no adaptativos:

- a) ADAPTATIVOS: Consideran las condiciones actuales del sistema para elegir un servidor réplica, valiéndose de parámetros tales como carga sobre los servidores réplica o la congestión existente sobre los enlaces. Son difíciles de implementar, por tener que adaptarse a las condiciones cambiantes de la red. Esta mencionada adaptación a condiciones cambiantes de la red los hace robustos e idóneos en eventos que generan tráfico pico.

Globule por ejemplo usa un algoritmo adaptativo que elige al servidor más cercano en términos de longitud del trayecto al destino, que se actualiza continuamente. Esta estimación es pasiva, lo que hace que no se cargue tráfico adicional a la red.

Existen algoritmos adaptativos que basan su funcionamiento en la distancia cliente servidor, midiendo parámetros en los logs de acceso de clientes, o en medidas pasivas de latencia en los servidores. Entonces, se envían las peticiones a los servidores de menor latencia. La desventaja es que la escalabilidad del sistema es limitada pues se debe mantener una base de datos central de medidas.

La red AKAMAI usa este tipo de algoritmo, considerando métricas tales como cargas de los servidores réplica, anchos de banda disponibles, fiabilidad entre cargas del cliente y del servidor réplica, entre otras. Los detalles técnicos de este algoritmo no se encuentran disponibles.

- b) NO ADAPTATIVOS: Este tipo de algoritmo utiliza heurística para elegir un servidor réplica. No toma en cuenta las condiciones del sistema. Son sencillos de implementar y son efectivos si las suposiciones hechas por la heurística coinciden con la realidad.

Un ejemplo de este tipo de algoritmo es el round-robin, que distribuye todas las peticiones a los servidores réplica balanceando la carga entre ellos, asumiendo la misma capacidad para todos los servidores (Szymaniak & Pierre, 2003). Es un algoritmo que puede funcionar cuando se tienen los servidores réplica en locaciones cercanas. Sin embargo, para una red WAN cuyos servidores se encuentren ubicados en locaciones bastante alejadas, puede generar un problema haciendo que una petición de un cliente sea enviada a un servidor lejano, con la consecuente latencia para el cliente final que podría ser mejorada si se envía la petición a un servidor más cercano. Además, las peticiones

pueden ser muy diferentes entre ellas, lo que implica diferentes cargas operacionales en los servidores réplica, con lo cual el balanceo de carga no estaría cumpliendo su finalidad.

2.1.7.3.2. Mecanismos de peticiones de ruteo

Como se había visto, los mecanismos de peticiones de ruteo informan al cliente acerca de la selección del servidor réplica para la distribución de contenidos. Tal selección fue realizada por el algoritmo de peticiones de ruteo.

Estos mecanismos pueden clasificarse de acuerdo a varios criterios. En este trabajo, se los clasificará de acuerdo al procesamiento de la petición. En la figura 66 se observa esta clasificación:

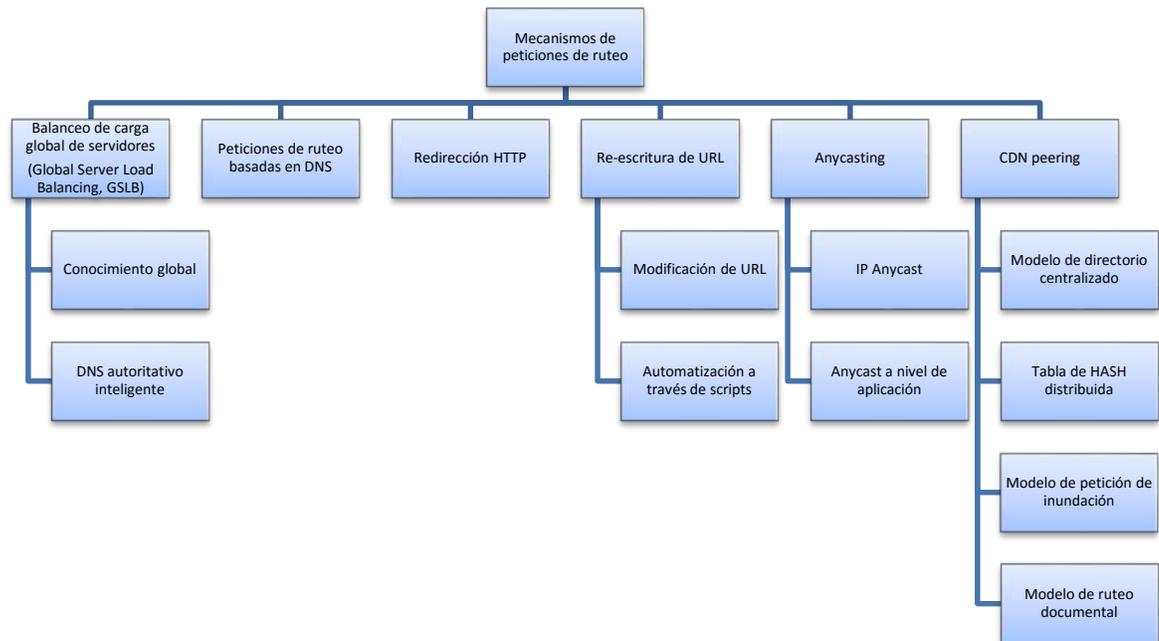


FIGURA 66. Tipos de mecanismos de peticiones de ruteo

Fuente: (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008)

A continuación, se va a revisar rápidamente cada mecanismo:

- a) **BALANCEO DE CARGA GLOBAL DE SERVIDORES (GSLB):** En este mecanismo se dispone de un nodo de servicio (que entrega contenido a los usuarios), el cual contiene un switch global y un conjunto de servidores réplica; los nodos se encuentran ubicados en diferentes locaciones.

Estos nodos de servicio tienen 2 nuevas prestaciones que permiten soportar el balanceo de carga global de servidores: el conocimiento global y el DNS autoritativo inteligente (Hofmann & Beaumont, 2005).

- **CONOCIMIENTO GLOBAL:** cada nodo de servicio tiene conocimiento de la información respecto del desempeño y

robustez de los servidores conectados a dicho nodo. Además, existe un nodo de servicio que tiene conocimiento de la información en los otros nodos, e incluye sus IP's virtuales en su lista de servidores conocidos. Por tanto, los switches web que componen cada nodo de servicio tienen conocimiento global, y cada uno conoce las direcciones de los otros nodos de servicio. La información de desempeño también se intercambia entre los mencionados switches.

- DNS AUTORITATIVO INTELIGENTE: Para hacer uso del conocimiento global, los switches web actúan a modo de DNS's autoritativos inteligentes para ciertos dominios.

La gran ventaja del GSLB, es que cada nodo tiene conocimiento global del resto de nodos, por lo que se puede elegir al servidor réplica más adecuado para una petición presentada. Otra ventaja es la escalabilidad, pues se puede aumentar capacidades GSLB sin introducir dispositivos adicionales en la red. El inconveniente mayor es que cada switch requiere una configuración manual.

- b) PETICIONES DE RUTEO BASADAS EN DNS: En este mecanismo, los servicios de distribución de contenido se basan en servidores DNS modificados para mejorar el mapeo entre el nombre simbólico de un servidor réplica y su dirección IP. Es usado para replicaciones completas de páginas (2.1.7.2.1, literal a).

En este mecanismo, un nombre de dominio tiene asociadas al mismo varias direcciones IP. Cuando arriba una petición de contenido de un usuario final, el servidor DNS de la CDN regresa la dirección IP de los servidores que alojan la réplica del objeto

solicitado. El DNS del cliente elige a uno de los servidores; para tomar la decisión de cual escoger, puede enviar mensajes de prueba a los servidores y elegir el que tenga el menor tiempo de respuesta. También puede recolectar información histórica de los usuarios finales, basado en los accesos previos a los servidores. Los proveedores de CDN que usan tanto como entregas de contenido los mecanismos de replicaciones parciales como las completas, usan redirección de DNS.

Este mecanismo tiene un excelente desempeño y efectividad. Una ventaja principal es la transparencia de los servicios, ya que se basan en el nombre de un dominio y no en la dirección IP. Es un mecanismo muy popular por su simplicidad, ubicuidad e independencia, pues es un servicio que se basa en la resolución de nombres, y por ello, puede ser implementado por cualquier aplicación de internet (Sivasubramanian & Szymaniak, Replication of Web hosting, 2004) .

La gran desventaja de este mecanismo es que se incrementa la latencia de la red pues es necesario un tiempo adicional para procesar las resoluciones de nombres. Sin embargo, este problema es resuelto por los administradores de CDN dividiendo el servicio en dos niveles, alto y bajo nivel, para la distribución de carga. Otra limitación de este mecanismo es que en la resolución se dispone de la dirección IP del servidor DNS local, y no de la dirección IP del cliente, por lo que se puede producir una mala resolución si el cliente y el servidor local DNS no están próximos. Otra desventaja es que no se pueden controlar todas las peticiones debido al sistema de almacenamiento de datos (caching) interno, tanto en el ISP como en el cliente: en ocasiones,

incluso el control puede reducirse hasta al 5% de las peticiones, y resulta conveniente evitar el caching en el cliente ya que en caso de error, el sistema podría no responder.

- c) REDIRECCIÓN HTTP: Este tipo de mecanismo propaga la información referente a los servidores réplica en las cabeceras HTTP. El protocolo HTTP permite a un servidor web responder a una petición de un usuario final con un mensaje especial en el cual se solicita reenviar la mencionada petición a otro servidor. Se usa tanto en casos de réplica parcial como completa. Se puede utilizar este mecanismo, construyendo un servidor web especial, el cual reciba las peticiones de los usuarios, elija el servidor réplica adecuado y reenvíe la petición a dicho servidor. La gran ventaja de este mecanismo es su flexibilidad y simplicidad, además de poder gestionar la redirección a detalle (Peng, 2003). Pese a ello, la redirección HTTP ofrece poca transparencia, al tener que introducir cambios en cada página web; adicionalmente, la sobrecarga en el servidor al gestionar las redirecciones es elevada.

- d) REESCRITURA DE URL (Molina Moreno, 2013): Conocido también como navegación “hyperlink”, este mecanismo es usado comúnmente con replicación parcial donde los objetos incrustados se envían con una URL modificada. En este esquema, el servidor origen redirige a los clientes a diferentes servidores réplica al modificar de manera dinámica la URL de los enlaces de los objetos incrustados (la página principal la sirve el propio servidor origen). Para automatizar el proceso, las CDN's actuales proporcionan scripts especiales que analizan de forma transparente el contenido web y modifican las direcciones URL incrustadas (Krishnamurthy

& Willis, 2001). El mecanismo de modificación de URL puede ser proactivo o reactivo. En la modalidad proactiva, se crean las URL's de los objetos incrustados de la página principal antes de cargar el contenido en el servidor origen. En la modalidad reactiva, las URL's se modifican cuando la petición del cliente llega al servidor origen. Una ventaja notable de la modificación de URL's es que los clientes no están asociados a un servidor réplica únicamente, ya que las URL's contienen nombres DNS que apuntan a un grupo de servidores réplica. Además, se puede conseguir un elevado nivel de detalle, ya que cada objeto embebido se puede gestionar de forma independiente. Sin embargo, una desventaja de este mecanismo es el retardo adicional debido al análisis de URL's, así como el posible cuello de botella que puede experimentar alguno de estos elementos incrustados, debido a las rutas que debería cursar.

- e) ANYCASTING: Puede ser dividido en 2 tipos: IP anycast y anycast a nivel de aplicación.
 - IP ANYCAST (Partridge & Mendez, 1993): se asume que la misma IP se asigna a un conjunto de servidores y cada router almacena una ruta en su tabla de enrutamiento al host más cercano a dicho router. De esta forma, routers diferentes tienen rutas distintas a la misma dirección IP. La desventaja de este método es que se debe asignar algún rango de direcciones anycast dentro del espacio de direcciones IP, lo cual no se llevó a cabo en IPv4 e implicaría modificar los routers.

- ANYCAST A NIVEL DE APLICACIÓN (Fei & Bhattacharjee, 1998) : Este mecanismo consiste en tener un grupo de solucionadores anycast, que realizan el mapeo de nombres de dominio anycast con direcciones IP. Los clientes interactúan con un solucionador anycast, generando una petición anycast. Tal solucionador procesa la petición y genera una respuesta. Una base de datos de métricas, asociadas con los solucionadores anycast contiene información de rendimiento sobre cada servidor réplica. Este rendimiento se estima en base a la carga y la capacidad de proceso de cada servidor réplica. Una ventaja del mecanismo anycast a nivel de aplicación es su gran flexibilidad, puesto que es altamente configurable y no implica modificación alguna en los routers de la red. Pese a ello, una desventaja notable de este mecanismo es que implica cambios tanto en los clientes como en los servidores, lo que se refleja en un mayor costo unitario, si el número de clientes y servidores es elevado.

- f) CDN PEERING: Las redes de contenido peer-to-peer están formadas por conexiones simétricas entre host's; entregan contenidos en nombre de sus integrantes (peers). En estos casos, una CDN puede alcanzar a un mayor número de usuarios si emplea servidores de otra CDN con la que tiene acuerdos de interconexión. En cierto sentido, la idea es similar a los peerings entre ISP's. Típicamente un proveedor de contenido establece un contrato con un único proveedor de CDN, y este proveedor es el que establece convenios con otras CDN's en nombre del proveedor de contenido. Este tipo de CDN's son más tolerantes a fallos, dado que la red de obtención de información necesaria se

puede desarrollar en los propios peers en lugar de emplear una infraestructura dedicada. Para localizar el contenido en una CDN de tipo peering, se puede emplear un modelo de directorio centralizado, una tabla de HASH distribuida, un modelo de petición de inundación o un modelo de ruteo documental (Molina Moreno, 2013), (Hofmann & Beaumont, 2005) (Milojicic & Kalogeraki, 2002).

- **MODELO DE DIRECTORIO CENTRALIZADO:** En este modelo, los peers contactan un directorio centralizado donde todos los peers publican el contenido que quiere compartir con el resto de peers. Cuando se solicita una petición, se responde con el peer que dispone de dicho contenido. Si hay más de un peer, se selecciona aquel peer con mejores métricas basadas en proximidad de red, mayor ancho de banda, menor congestión o mayor capacidad de almacenamiento. Al obtener la respuesta, el peer cliente contacta al peer seleccionado para obtener el contenido. El mayor problema de este mecanismo es que un directorio centralizado representa un único punto de falla. Adicionalmente, la escalabilidad de un sistema basado en un directorio centralizado está limitada a la capacidad de dicho directorio.
- **TABLA DE HASH DISTRIBUÍDA:** los peers se indexan con claves hash dentro de un sistema distribuido. De esta forma, un peer que albergue el contenido deseado puede ser localizado empleando funciones de descubrimiento. La ventaja de este mecanismo es que permite realizar balanceo

de carga al descargar servidores excesivamente cargados hacia peers menos cargados.

- **MODELO DE PETICIÓN DE INUNDACIÓN:** la petición de un peer se difunde a todos los peers conectados con este, quienes a su vez difunden los mensajes a los peers directamente conectados. Este proceso continúa hasta que se recibe una respuesta o se alcanza un límite broadcast establecido. Evidentemente, el inconveniente de este mecanismo es que genera tráfico de red innecesario y requiere un excesivo ancho de banda. Es por ello que en este caso se presentan problemas de escalabilidad y además se limita el tamaño de la red. Un ejemplo de este mecanismo lo constituye el protocolo Gnutella.
- **MODELO DE RUTEO DOCUMENTAL:** se emplea un peer autoritativo para obtener el contenido. Cada peer resulta útil en el modelo, ya que todos contienen, al menos parcialmente, información de referencia. En este esquema, cada peer es responsable de un rango de identificadores de ficheros. Cuando un peer desea obtener un fichero, envía una petición insertando el identificador de fichero. La petición se reenvía al peer cuyo identificador es más similar al identificador de fichero. Una vez se localiza el fichero, se transfiere al peer solicitante. La gran ventaja de este mecanismo es que puede realizar una búsqueda dentro de un número acotado de pasos $O(\log n)$, además de mostrar un buen rendimiento y escalabilidad en grandes redes.

2.1.7.4. Mediciones de rendimiento

Las mediciones de rendimiento se realizan para medir la capacidad de una CDN para servir a los clientes de la CDN con el contenido y/o servicio deseado. Principalmente, se tienen 5 indicadores clave usados por los proveedores de contenido para evaluar el desempeño de una CDN (Douglis & Kaashoek, 2001) (Krishnamurthy & Willis, 2001). Estos indicadores son:

- PROPORCIÓN DE ACIERTOS DE LA CACHÉ (cache hit ratio): Se define como el cociente entre el número de documentos almacenados en caché frente al total de documentos solicitados. Si se tiene una alta tasa de éxito, quiere decir que la CDN está utilizando una técnica de caché eficaz para gestionar sus cachés.
- ANCHO DE BANDA RESERVADO: Es la medida del ancho de banda utilizado por el servidor de origen. Se mide en bytes en el servidor de origen.
- LATENCIA: Se refiere al tiempo de respuesta percibida por el usuario. Una latencia reducida indica que el servidor origen usa una menor cantidad de ancho de banda.
- USO DE SERVIDOR RÉPLICA: Se refiere a la fracción de tiempo durante la cual los servidores réplica se mantienen ocupados. Esta métrica es utilizada por los administradores para calcular la carga de la CPU, el número de peticiones servidas y el uso del almacenamiento (I/O).
- CONFIABILIDAD: Para determinar la confiabilidad de una CDN, se utilizan las mediciones de pérdida de paquetes. Una alta confiabilidad indica que una CDN incurre en una menor pérdida de paquetes y su disponibilidad es alta.

Las medidas de rendimiento son de 2 tipos: internas y externas

2.1.7.4.1. Mediciones internas

Los servidores CDN pueden estar equipados con la capacidad de recopilar estadísticas, con el fin de obtener una medición de su rendimiento de extremo a extremo. Además, se puede desplegar sondas (hardware y/o software) por toda la red y la correlacionar la información recogida por las sondas con los logs de los servidores.

2.1.7.4.2. Mediciones externas

Adicionalmente a las medidas internas, las medidas externas llevadas a cabo por terceros permiten verificar el rendimiento de una CDN, con mayor fiabilidad para los clientes. Este proceso es eficiente y confiable puesto que estos terceros soportan el benchmarking de redes dispersas, ya que ellos también disponen de servidores de prueba distribuidos por toda la red de Internet. Estos servidores miden el rendimiento desde la perspectiva del cliente, considerando varias métricas (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008) (Vakali & Pallis, 2003).

2.1.7.4.3. Adquisición de estadísticas de red para mediciones de rendimiento

Para las mediciones de rendimiento internas y externas, se tienen ciertas técnicas de adquisición de estadísticas de red, basadas en varios parámetros. Dichas técnicas son sondeo de red, monitoreo de tráfico, y realimentación de los servidores réplica. Los parámetros típicos usados en el proceso de adquisición de estadísticas de red incluyen: proximidad geográfica, proximidad de red, latencia, carga del servidor, y rendimiento del servidor en general. A continuación se analizarán las técnicas mencionadas:

- a) **SONDEO DE RED:** es una técnica de medición en la cual los posibles usuarios finales se prueban para determinar una o más métricas de cada servidor réplica o grupo de servidores réplica. Esta técnica se puede utilizar para CDN's basadas en P2P cooperativo, en la cual los servidores réplica no están controlados por un único proveedor de CDN. Un ejemplo de esta técnica de sondeo es un mensaje ICMP ECHO que se envía periódicamente de un servidor réplica o conjunto de servidores réplica a un potencial usuario final. Las técnicas de sondeo activas no son siempre adecuadas y se las limita por varias razones, tales como la adición de una latencia de red que puede ser significativa en comparación a pequeñas peticiones web. Por otro lado, la ejecución de varios sondeos a posibles usuarios finales, por lo general dispara las alarmas de detección de intrusión, lo que podría incurrir en denuncias de acceso no autorizado para el proveedor. También, se pueden obtener resultados inexactos si se toma como métrica el tráfico ICMP, ya que el mismo puede ser ignorado o re-priorizado a causa de ataques de denegación de servicio (DDoS).
- b) **MONITOREO DE TRÁFICO:** Ésta es una técnica de medición en la cual se supervisa el tráfico entre el usuario final y el servidor réplica, con el fin de conocer los indicadores de rendimiento real. Una vez que el usuario final se conecta, se mide el desempeño real de la transferencia. Estos datos se realimentan al sistema de peticiones de ruteo. Un ejemplo de este monitoreo de tráfico puede ser verificar la pérdida de paquetes de un usuario final a un servidor réplica o la latencia en el tiempo de respuesta que el usuario percibe al observar el comportamiento TCP. La latencia es la métrica más simple y mayormente utilizada, y se puede

determinar mediante la observación del número de paquetes que viajan entre el cliente y el servidor réplica.

- c) **REALIMENTACIÓN DE LOS SERVIDORES RÉPLICA:** Este tipo de técnica funciona realizando un sondeo periódico a un servidor réplica, por medio de una solicitud de aplicación específica (por ejemplo, HTTP) y tomando medidas relacionadas. La información de realimentación también se puede obtener de los agentes que se implementan en los servidores réplica. Estos agentes pueden informar de una gran variedad de métricas que se tienen en sus respectivos nodos. Los métodos para obtener información de realimentación pueden ser de dos tipos:
- **REALIMENTACIÓN ESTÁTICA:** para este método, se selecciona una ruta para reducir al mínimo el número de saltos o para optimizar otros parámetros estáticos.
 - **REALIMENTACIÓN DINÁMICA:** permite calcular el round-trip time o los parámetros de calidad de servicio, en “tiempo real” (Francis & Jamin, 2001)

Las CDN's utilizan varias métricas para medir el desempeño de los sistemas y de la red (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008):

- a) **PROXIMIDAD GEOGRÁFICA:** es una medida de la identificación de la ubicación del usuario final dentro de una región determinada. A menudo se utiliza para redirigir a todos los usuarios dentro de una región al mismo punto de presencia (POP). La medición de tal proximidad de red se deriva típicamente del sondeo de tablas de enrutamiento BGP.

- b) LATENCIA PERCIBIDA POR EL USUARIO FINAL: es una métrica útil para seleccionar el servidor réplica adecuado para el mencionado usuario final.
- c) INFORMACIÓN DE PÉRDIDA DE PAQUETES: la pérdida de paquetes a través de una ruta de red es una métrica de medición que se utiliza para seleccionar la ruta con el menor porcentaje de error.
- d) ANCHO DE BANDA PROMEDIO, TIEMPO DE ARRANQUE Y TASA DE TRAMAS: son las métricas utilizadas para seleccionar el mejor camino para la transmisión de la entrega de contenidos multimedia.
- e) ESTADO DE CARGA DEL SERVIDOR: se puede calcular basado en métricas tales como carga del CPU, carga de la interfaz de red, conexión activa, y carga de entrada y salida de almacenamiento. Esta métrica se utiliza para seleccionar el servidor réplica con la menor carga.

2.1.7.4.4. Medición de rendimiento por simulación

Aparte de las mediciones de rendimiento internas y externas, los investigadores utilizan herramientas de simulación para medir el rendimiento de un CDN (Kangasharju & Roberts, 2002). Algunos investigadores también experimentan con una CDN en plataformas reales. Un simulador de CDN implementado en software (LBNL's Network Research Group , 2014) es una herramienta valiosa para los investigadores, con el fin de desarrollar, probar y diagnosticar el rendimiento de un CDN, ya que el acceso a los registros reales de una CDN es muy limitado debido a la naturaleza propietaria de las CDN's comerciales. Este proceso de simulación es económico debido a que no se necesita hardware dedicado para ejecutar experimentos.

Además la flexibilidad que se ofrece es muy importante, pues se puede simular un enlace con ancho de banda cualquiera, retardo de propagación a elección, un router con cualquier tamaño de cola, cualquier técnica de gestión de colas, etc. Un entorno de red simulado está libre de cualquier factor incontrolable como el tráfico externo no deseado, el cual los investigadores pueden tenerlo durante la ejecución de experimentos en una red real. Por lo tanto, los resultados de simulación son reproducibles y fáciles de analizar. Sin embargo, los resultados obtenidos a partir de una simulación pueden no ser confiables pues no se tienen en cuenta varios factores críticos, tales como cuellos de botella, número de nodos que se atraviesa, etc., teniendo en cuenta la infraestructura de red TCP/IP.

2.2. TIPOS DE SERVICIO

Dependiendo del tipo de servicio, podrían variar las aplicaciones, arquitecturas y tecnologías de CDN. Los servicios que puede ofrecer una CDN son los siguientes (Molina Moreno, 2013) (Buyya, Pathan, & Vakali, 2008):

- a) **CANAL DE DISTRIBUCIÓN DE SERVICIOS:** Una CDN puede ofrecer sus recursos de red para ser usados como un canal de distribución de servicios, y por tanto permite a los proveedores de servicios de valor agregado ejecutar su aplicación como un servicio de infraestructura de internet. Cuando los servidores de borde alojan el software de servicios de valor agregado para la entrega de contenido, pueden comportarse como servidores proxy de transcodificación, servidores de llamada remotos o servidores sustitutos o réplica. Estos servidores

también demuestran capacidad para procesamiento y hosting especial de servicios de infraestructura de internet de valor agregado. Dentro de esta categoría se tienen los servicios de streaming.

- b) **SERVICIOS DE DIRECTORIO:** provistos por una CDN para acceso a bases de datos. Las búsquedas de los usuarios en una base de datos van directamente a los servidores que albergan las mismas, y las búsquedas comunes son almacenadas en los servidores réplica.
- c) **WEB CACHING (ALMACENAMIENTO WEB):** Una CDN ofrece el almacenamiento de contenidos en los servidores réplica. Se usa la misma técnica de almacenamiento para contenido estático.
- d) **TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS:** Este tipo de servicio facilita la distribución mundial de software, actualizaciones de antivirus, películas bajo demanda e imágenes médicas con detalles muy elevados. Este tipo de contenidos son estáticos por naturaleza.
- e) **E-COMMERCE:** o comercio electrónico, es muy popular para transacciones de negocios por medio del Internet. Los “carritos” de compras para los servicios de e-commerce pueden ser guardados en los servidores de borde de CDN, y las transacciones online (por ejemplo las transacciones con tarjeta de crédito) pueden ser ejecutadas en los servidores de borde de CDN. Para dinamizar este servicio, los servidores de edge deben habilitar el almacenamiento de contenido dinámico para sitios que ofrecen comercio electrónico.

2.3. CONCEPTOS Y ANÁLISIS DE SEGURIDAD EN LA RED PARA EL USUARIO Y EL ADMINISTRADOR DE RED

Generalmente, tanto los usuarios finales, como los administradores de la red y proveedores de servicio, tienen que lidiar todos los días, a cada instante, contra los ataques que se producen en la red. Tales ataques

causan problemas de lentitud de acceso a la red, daño de software, robo o pérdida de datos, etc.

Por ello, es importante analizar las causas que generan tales inconvenientes, y cuáles son las soluciones con el fin de mitigar los mismos, evitando que se generen pérdidas irreparables tanto para usuarios finales como para administradores de redes y proveedores de servicios (Hull, 2002) .

2.3.1. Causas de vulnerabilidades

Las causas que hacen vulnerables los sistemas tanto del lado del usuario final, como los de administradores y proveedores, son los siguientes (Hull, 2002):

- a) **ERRORES DE SOFTWARE (BUGS):** Los errores de software o bugs se encuentran inherentemente en todos los sistemas operativos y programas, pues su desarrollo, pese a que incluya miles o millones de líneas de código, puede incluir alguna circunstancia o condición improbable en el límite de su funcionamiento, la cual puede hacer que un sistema deje de funcionar, o garantizar el acceso de un hacker. A pesar de que los desarrolladores de software constantemente ofrecen soluciones como parches y correcciones a sus programas o sistemas, no todas las personas tienen el conocimiento para aplicar tales soluciones a las vulnerabilidades que se encuentran a diario.
- b) **ESTANDARIZACIÓN:** Los entornos de desarrollo de los hackers son altamente estandarizados. Pocos protocolos de enlace, con pocas variedades de sistemas operativos ejecutando pocos programas de software de servidores web, hacen que la estandarización sea una vulnerabilidad frecuente. Es más evidente el tema si se analizan las

infraestructuras de back-end, tales como bases de datos y servidores de aplicaciones, los cuales están sometidos a una estandarización similar. Entonces, cuando una debilidad es descubierta en un sistema en particular, se la puede encontrar en otros sistemas y explotarla para acceder al mismo.

- c) ANONIMATO: Es un tema bastante difícil encontrar a un hacker, pues por lo general sus accesos son cubiertos. Cuando se logra localizar el acceso de un hacker, posiblemente el mismo ya se haya desconectado de la red y seguramente nunca se conectó desde la IP en la que se encontró. Eso en el caso de que se descubra su dirección IP origen. Por lo general los hackers cubren sus accesos no autorizados, a equipos y sistemas, utilizando técnicas como el spoofing, con la cual no se envía la dirección origen del ataque sobre los paquetes que van sobre la red.
- d) DEBILIDADES SUBYACENTES: Son vulnerabilidades que son aprovechadas por la misma naturaleza del funcionamiento de un protocolo. Por ejemplo, al tratar de acceder a una página por una conexión TCP, el handshaking de TCP puede esperar hasta 4 minutos. Durante esos 4 minutos, se pueden realizar muchas llamadas TCP al mismo servidor, con la misma petición, desde un mismo origen, logrando una saturación de conexiones. (ataque TCP SYN)
- e) INGENIERÍA SOCIAL: En ingeniería social, un hacker puede obtener acceso a un determinado sistema solicitando información a un usuario legítimo del mencionado sistema. Esto lo puede lograr mediante correos falsos en los que maneja a la víctima de tal manera que la misma accede a informar de datos confidenciales. Por ejemplo existen correos (SPAM) que ofrecen premios de loterías, solicitan claves de cuentas bancarias o se hacen pasar por personal de tecnología de la empresa, y solicitan las claves de acceso a los

sistemas. Esta técnica de suplantación de identidad también se conoce como Phishing. También, un hacker puede obtener acceso a un sistema si deja “olvidados” discos o pen drives con programas maliciosos, y el usuario legítimo del sistema los encuentra y los introduce en las computadoras pertenecientes al sistema.

2.3.2. Tipos de ataque

Los ataques pueden ocurrir tanto en usuarios finales como administradores de red y proveedores de servicio. En un ataque, los servicios que brinda un sistema se ven imposibilitados de acceder por los usuarios legítimos. Esto se conoce como ataques de denegación de servicio (DoS, Denial of Service). Existe también el ataque DDoS en cuyo caso la primera sigla proviene del inglés distributed (distribuido), el cual se lleva a cabo generando un gran flujo de información desde varios puntos de conexión. Los principales tipos de ataque DoS, o DDoS, se mencionan a continuación (Hull, 2002):

- a) **ATAQUES DE ENVENENAMIENTO:** Este tipo de ataque envía paquetes con código malicioso, el cual puede ser no entendido por el sistema, o también puede ser más grande que lo que los buffers del sistema atacado puede recibir. En este último caso, mientras se recibe el paquete se puede ejecutar inadvertidamente el código malicioso mencionado.
- b) **ATAQUES DE RECURSOS DE ESTADO:** Un ataque de estado consume recursos en el servidor destino, forzando al mismo a consumir mucho más recursos que el receptor en el procesamiento y seguimiento de información de estado. El ataque TCP SYN (literal d, 2.3.1) es el mejor ejemplo de este tipo de ataque, aunque otros

ataques incluyen inundar un servidor con solicitudes de sesión SSL que obligan a realizar cálculo criptográfico pesado. Estos ataques también son conocidos como ataques de replay.

- c) **ATAQUES DE RECURSOS DE CAPACIDAD:** Incluso si un sitio está relativamente bien protegido contra ataques de envenenamiento y de recursos de estado, un hacker podría desbordar el ancho de banda en el mencionado sitio. Un ataque de recursos de capacidad simplemente consume más capacidad de la que la víctima posee.
- d) **ATAQUE CON INTERMEDIARIO (MAN IN THE MIDDLE, MitM):** es un ataque en el que el hacker adquiere la capacidad de leer, insertar y modificar a voluntad, los mensajes entre dos partes, sin que ninguna de ellas conozca que el enlace entre ellos ha sido violado. El atacante debe ser capaz de observar e interceptar mensajes entre las dos víctimas.
- e) **ATAQUES DE FUERZA BRUTA:** El sistema de ataque por fuerza bruta, trata de recuperar una clave probando todas las combinaciones posibles hasta encontrar aquella que se busca, y que permite el acceso al sistema, programa o archivo en estudio.

2.3.3. Prevención general

Para mitigar los ataques mencionados se requiere de acciones en ambos extremos de la red. Los proveedores de servicios y administradores del sistema pueden tomar medidas para garantizar que los dispositivos bajo su responsabilidad no participen en un ataque. Esto comienza con una buena política de seguridad, pero puede también incluir medidas para paralizar a los posibles ataques de equipos infectados (Hull, 2002):

- a) **PREVENIR LA INFECCIÓN DE USUARIOS:** Si una máquina no está infectada, no puede participar en un ataque. Las buenas prácticas de seguridad y servidores limpios son una medida preventiva esencial, pero en los entornos de servidores complejos de hoy en día, un código malicioso puede hacerse pasar por software legítimo y ocultarse desapercibido en subdirectorios innumerables. Las herramientas de exploración pueden detectar y eliminar algún código malicioso, sin embargo los vendedores de software para este tipo de detecciones, están en una carrera constante contra los piratas informáticos.
- b) **BLOQUEO DE ÓRDENES EN MARCHA:** Incluso si un sistema es infectado, todavía tiene que recibir instrucciones para saber qué sistema atacará. Estas "órdenes en marcha" son sigilosas, a menudo codificadas en tráfico aparentemente inofensivo, como los mensajes ICMP. Algunos servidores de seguridad pueden bloquear una parte de este tráfico, pero los sistemas de ataque son sorprendentemente robustos y difíciles de detectar.
- c) **FILTROS DE INGRESO:** los filtros de ingreso pueden ser de hardware o software. Éstos, pueden detener muchos de los ataques enviados por hackers. Su efectividad depende de su correcta configuración. Dentro de esta sección, se encuentran los denominados firewalls, IDS's e IPS's.
- f) **FIREWALL (hardware o software):** Dispositivo diseñado para bloquear accesos no autorizados a un sistema, y permitir los accesos autorizados.
- g) **IDS (Intrusion Detection System) (Software):** Programa diseñado para la detección de accesos no autorizados a una red o sistema. Un IDS suele tener sensores virtuales (sniffer de red).
- h) **IPS: (Intrusion Prevention System) (Software):** Programa diseñado para la prevención o protección de accesos no autorizados a una red

o sistema. A diferencia de los IDS's, los IPS no solo informan de una intrusión, sino que actúan sobre la misma.

Por su robustez y versatilidad, en una CDN sería importante contar con firewalls en su diseño para evitar ataques, virus y otros, sobre la red del proveedor y por ende, sobre los proveedores de contenido y usuarios.

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

3.1. DETERMINACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA CDN

En este capítulo se analizará cuáles son las premisas a tener en cuenta para plantear un diseño de una red CDN de acuerdo a la realidad del mercado ecuatoriano, y con una proyección a futuro.

Se debe tener en cuenta que las consideraciones son principalmente cualitativas, antes que cuantitativas, esto debido a que el diseño de la red en Ecuador contempla una realidad diferente a otros países con tráficos de internet mucho más significativos.

Es importante en este punto, recordar el alcance del proyecto, con el fin de realizar un diseño acorde a lo que se había planteado originalmente. Básicamente, el alcance de ese proyecto contempla el diseño de una plataforma de CDN sobre la red de la empresa de telecomunicaciones, para quien se desarrolla el diseño, haciendo referencia a un análisis de mercado a realizarse y a una metodología establecida. Dicha plataforma soportará cualquier tipo de contenido, orientado a cualquier tipo de usuario, a nivel nacional, siempre y cuando dicho usuario tenga al menos un acceso a internet, ya sea acceso móvil o fijo. Además, se realizará el análisis económico que muestre la inversión necesaria para la realización de este proyecto.

3.1.1. Consideraciones para plantear una metodología de diseño de CDN

Tomando como premisa lo indicado en 3.1, se tienen las siguientes consideraciones para el diseño de la red CDN en Ecuador:

a) CONSIDERACIONES GENERALES:

- i. **UNA CDN ES UN SERVICIO NUEVO EN EL ECUADOR:** Como se había visto en 1.4.3, el hecho de que el mercado en Ecuador sea virgen para este servicio, permite presentar un diseño que, si bien es cierto no compite con otras empresas en el Ecuador, debe ser eficiente, escalable, seguro, y económicamente rentable, con el fin de que en un futuro cercano, si entran otros competidores, la red CDN diseñada presente la robustez necesaria para evitar una actualización que podría plantear un rediseño total de la red en Ecuador.
- ii. **TRÁFICO PREDOMINANTE EN ECUADOR:** De acuerdo al análisis realizado en 1.4.1.6.1, el tráfico predominante en Ecuador sigue la tendencia de América latina, que es ver correos electrónicos, visitar redes sociales y estar al tanto de noticias. Esto implica que el principal servicio a brindarse por la CDN sería WEB CACHING, de acuerdo a lo visto en 2.2.
- iii. **CLIENTES POTENCIALES DE ECUADOR:** Como se había visto en el desarrollo de 1.4.1.6.3, los clientes potenciales de Ecuador tienen grandes flujos de información, y posibilidad de streaming de audio y video como una de sus principales fuente de información (medios de comunicación y universidades). Esto es un indicio para decidir que otro servicio a ser brindado por la CDN es el de CANAL DE DISTRIBUCIÓN DE SERVICIOS,

como se había visto en 2.2. Otro punto a considerar, es que de los clientes potenciales, como los proveedores de telecomunicaciones, seguramente requieran contratar la variedad de servicios descritos en 2.2 como e-commerce, transferencia de archivos y servicios de directorio, por lo cual se debería diseñar la CDN para ofrecer toda la variedad de servicios. Más allá de lo mencionado, si se ha visto que la tendencia mundial es cada vez acceder a navegaciones por internet más veloces, entonces diseñando una CDN para cubrir todos los servicios posibles, se garantizará un diseño robusto que no necesite cambios significativos a futuro.

- iv. **PROVEEDORES CDN A NIVEL MUNDIAL:** La CDN en Ecuador a diseñarse, necesariamente tendrá que enlazarse o empatarse con una CDN internacional que ofrezca versatilidad, escalabilidad, seguridad, robustez, y seguramente tendrá más servicios que los que la CDN de Ecuador ofrece a sus usuarios. Con esta premisa, la CDN nacional, se convertiría en un nodo CDN internacional, el cual puede brindar servicio no solo a Ecuador, sino a otros países incluso. La red CDN a la cual se enlazará la red CDN nacional es LEVEL 3®.

➔ **CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE LEVEL 3®**

1. Con un backbone de más de 12 billones USD, con presencia en más de 45 países, la red de LEVEL 3® es una red robusta, confiable, escalable, y en constante expansión.
2. Al ser un TIER 1 con la red IP MPLS más avanzada a nivel mundial, con IPV6 nativo, tiene la capacidad de

soportar nuevas tecnologías y nuevos servicios, sin impactar los servicios ya existentes.

3. Tiene presencia en el Ecuador.
4. La ubicación de Ecuador en Suramérica, hace que sea un punto estratégico para la instalación de una CDN en el país.
5. Otro punto atractivo es que la economía es dolarizada en Ecuador, por lo cual, la inversión reduce sus puntos de riesgo respecto a otras economías.

Con esta premisa, de vital importancia para el diseño, existen características o parámetros que deben ser cumplidos, tales como mecanismos de peticiones de ruteo, técnicas de caching, métodos de distribución de contenidos, software de control y administración, entre otros; sin embargo, al ser parámetros adoptados por la empresa, y por tanta competencia a nivel internacional, los mismos no pueden ser detallados. Sin embargo, de acuerdo a lo visto en el apartado teórico, el software a implementarse, básicamente, debería incluir las siguientes características:

- Técnicas de Caching: De acuerdo a lo visto en 2.1.7.2.4, debe ser un sistema basado en peticiones, con actualización periódica
- Algoritmo de peticiones de ruteo adaptativo (2.1.7.3.1, literal a)
- Peticiones de ruteo basadas en DNS (2.1.7.3.2, literal b)

b) CONSIDERACIONES DE TRAFICO Y VELOCIDAD DE ACCESO:

- i. **ZONAS CON MAYOR ACCESO A INTERNET:** La provincia con mayor número de accesos a internet a nivel nacional es

Pichincha, seguida de Azuay y Guayas respectivamente, de acuerdo a los datos del INEC que se muestran en el cuadro 22. Entonces, la ubicación del servidor réplica se lo haría de acuerdo a la técnica de HOT SPOT (2.1.7.2.2, literal d), y el lugar más idóneo para la ubicación del servidor réplica es Quito.

CUADRO 22.

Uso de Internet a nivel nacional

USO DE INTERNET: NACIONAL					
	2008	2009	2010	2011	2012
Pichincha	41.6%	42.8%	46.9%	44.5%	46.9%
Azuay	36%	31.6%	37.5%	36.9%	44.4%
Guayas	26.5%	28.9%	29.7%	34.8%	38.9%
Tungurahua	25.9%	27.1%	29.2%	34.1%	37.7%
El Oro	22.8%	22.7%	30.3%	31.2%	35.2%
Santo Domingo	-	-	25.5%	28.7%	32.9%
Imbabura	23.8%	24.0%	29.1%	29.9%	31.6%
Chimborazo	21.9%	21.5%	23.5%	26.7%	30.8%
Loja	24.3%	23.1%	25.3%	31.6%	29.5%
Cañar	21.3%	17.4%	21.2%	25.9%	29.4%
Los Ríos	13.0%	11.5%	17.2%	20.1%	28.8%
Cotopaxi	17.9%	16.7%	19.6%	22.8%	28.1%
Amazonía	16.9%	15.6%	20.3%	21.3%	28.0%
Carchi	18.3%	19.7%	22.9%	24.9%	26.5%
Santa Elena	-	-	15.6%	18.8%	25.5%
Manabí	12.3%	13.1%	18.1%	20.3%	23.7%
Esmeraldas	14.2%	16.6%	18.5%	23.9%	22.3%
Bolívar	13.0%	19.0%	19.0%	20.2%	22.2%
TOTAL NACIONAL	25.7%	24.6%	29.0%	31.4%	35.1%

Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2012) (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2013). Adaptado por Esteban Utreras.

- ii. TRÁFICO LOCAL GENERADO EN ECUADOR: El tráfico local generado es una premisa para considerar el consumo que podría generar una CDN a nivel nacional. La figura 67 indica que el tráfico interno de Ecuador de todas las conexiones que llegan hasta Quito puede alcanzar hasta 10 Gbps y el tráfico de las conexiones que llegan a Guayaquil puede alcanzar poco más de 0.5 Gbps. Vale aclarar que el tráfico mostrado es el tráfico de todos los proveedores asociados a AEPROVI (Asociación de Empresas Proveedoras de Servicios de Internet), que es una empresa sin fines de lucro que administra los servidores de peering para la interconexión entre proveedores de internet en Ecuador. Dicha empresa tiene dos puntos de interconexión: uno en Quito y otro en Guayaquil. A continuación se muestra la figura 67 indicada:

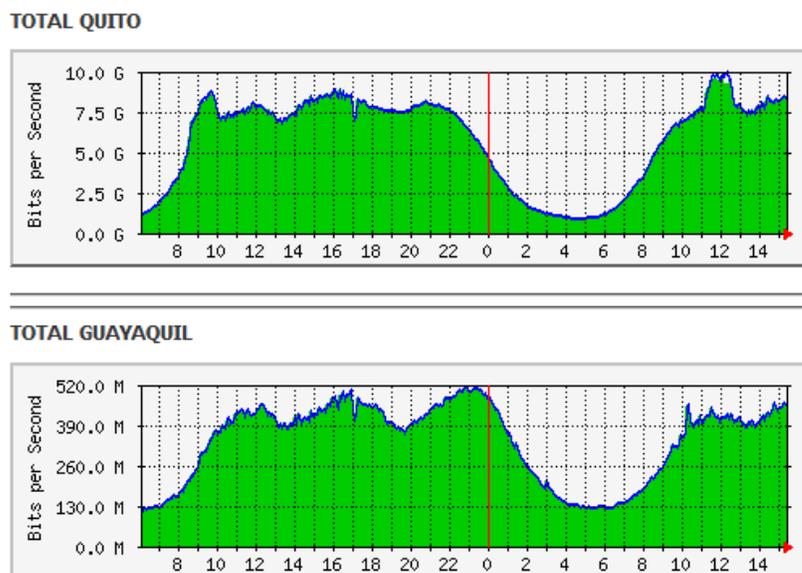


FIGURA 67. Tráfico internet diario promedio

Fuente: (AEPROVI, 2014)

- iii. TRÁFICO INTERNACIONAL: Se ha tenido acceso al tráfico internacional del proveedor de interés para este trabajo, el cual se ubica en los 3 Gbps aproximadamente, en promedio total. Se puede apreciar lo mencionado en las figuras 68 y 69 a continuación:

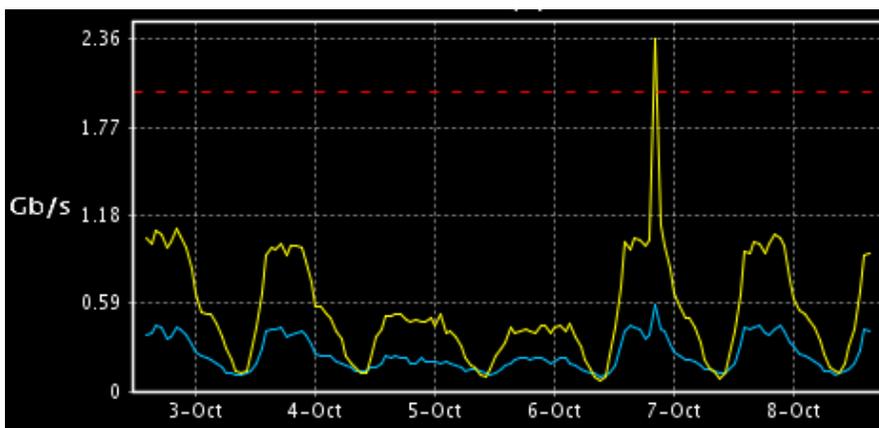


FIGURA 68. Salida Internacional 1, proveedor de interés

Fuente: (LEVEL 3, 2014)

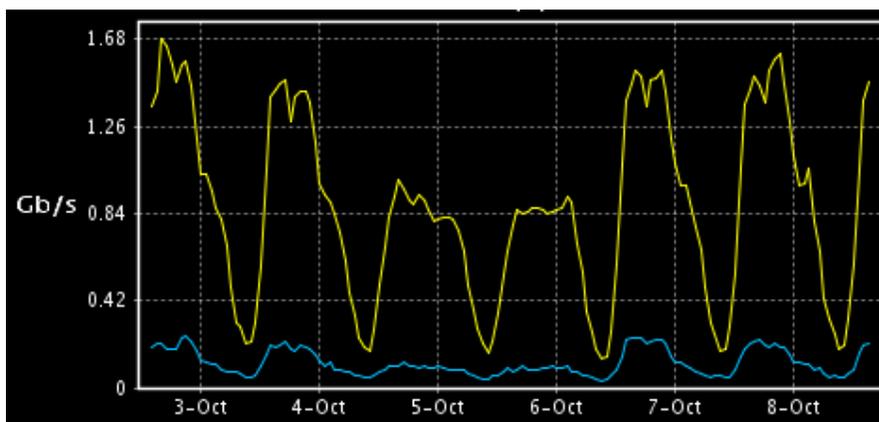


FIGURA 69. Salida Internacional 2, proveedor de interés

Fuente: (LEVEL 3, 2014)

- iv. TRAFICO DE INICIO (PIPELINE DE CLIENTES): El pipeline hace referencia al flujo de clientes prospecto que una empresa está desarrollando. En otras palabras, es un concepto que determina, de los potenciales clientes, cuantos se convertirían en clientes reales.

Del proveedor, se obtienen los datos del tráfico de los potenciales clientes que podrían usar el servicio de CDN:

CUADRO 23.

Pipeline de clientes, con el tráfico que podrían generar

CLIENTE	SEGMENTO	TIPO DE USO	CAPACIDAD TRAFICO (Gbps)
UTPL	UNIVERSIDADES	Alojamiento de cursos on-line	0,04
SRI	INSTITUCIÓN FINANCIERA (GOBIERNO)	CDN Local de Servicio de formularios de declaraciones	0,18
TV CABLE	MEDIOS DE COMUNICACIÓN	Live Streaming programación internacional	0,96
ECUAVISA	MEDIOS DE COMUNICACIÓN	Live Streaming programación internacional	0,96
EL COMERCIO	MEDIOS DE COMUNICACIÓN	Alojamiento de contenidos diarios	0,17
EL UNIVERSO	MEDIOS DE COMUNICACIÓN	Alojamiento de contenidos diarios	0,04

Fuente: (LEVEL 3, 2014)

Del cuadro 23, se desprende un dato importante para el diseño: sumando todas las capacidades de tráfico en el cuadro indicado, se tiene un tráfico de 2.35 Gbps.

Como diseño de ingeniería, y en el peor de los casos, asumiendo que no se tengan más clientes y que solo los clientes mencionados contratarían el servicio, y que los mismos clientes máximo dupliquen su capacidad en 3 años, entonces se tiene que en 3 años, se tendría un tráfico de 4.7 Gbps.

En el caso de que más clientes contraten el servicio, considerando un 100% más de clientes similares, en 3 años, entonces la capacidad se duplicaría, llegando a 9.4 Gbps.

De esto entonces, se concluye que el acceso de la CDN estaría definido en 10 Gbps, lo que cubre la posible demanda del pipeline, y en caso de un incremento de clientes, hasta 3 años aproximadamente.

Ahora con un escenario más real, considerando el tráfico inicial, de 2.35 Gbps, y considerando un crecimiento del 50% de tráfico para los 3 primeros años, entonces el valor al que se crecería máximo sería de 3.5 Gbps.

En el caso de que se tuviera un incremento de más del 100% en el primer año, o en los 3 primeros años, la escalabilidad del diseño permitiría aumentar la capacidad de la CDN.

c) CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD:

- i. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD: Está por demás indicar que la red a diseñarse necesita la inclusión de un dispositivo de seguridad que evite que se cree un incidente de seguridad sobre la red del proveedor de telecomunicaciones. Incluso se puede mitigar un ataque o acceso no autorizado a los usuarios finales.

Por lo tanto, necesariamente se utilizará un firewall, cuyas especificaciones cumplan con su función de acuerdo a las necesidades actuales.

d) CONSIDERACIONES PARA EQUIPOS REQUERIDOS Y ESTRUCTURA DE LA RED:

- i. Para determinar los equipos requeridos, existe una condición fundamental, la cual es elegir el mecanismo de peticiones de ruteo, de acuerdo a lo visto en 2.1.7.3.2.

De acuerdo a lo explicado en el literal a) del numeral mencionado (2.1.7.3.2), un mecanismo recursivo el cual permitiría conocer lógicamente la CDN a nivel mundial, es el método GSLB (Global Server Load Balancing, Balanceo de carga global de servidores). Por la elección de este método, es necesario colocar un switch. De acuerdo a lo analizado en el literal b) de 3.1.1, y para aumentar la seguridad respecto del firewall, se requerirán de 2 switches.

- ii. De acuerdo al numeral i del literal c de 3.1.1, es necesario colocar un firewall.
- iii. Respecto de los servidores, se debe considerar el punto iv, literal b de 3.1.1, donde se determina que el tráfico de inicio del proyecto podría estar máximo hasta los 3.5 Gbps. Es un dato de vital importancia pues con el mismo, se determinará el número de servidores.

De acuerdo a lo revisado en los proveedores de servidores, se ha encontrado que los servidores se diseñan para soportar

una capacidad de tráfico máxima. Si se relaciona el tráfico con la capacidad del servidor, se encontrará el número de servidores. Adicional, se debe verificar que el servidor ofrezca soporte a aplicaciones de CDN.

- iv. Para la estructura de red, se considerará la figura 53 como punto de partida, y de acuerdo a ello se establecerá el diseño de la CDN. Considerando entonces la mencionada figura 53, se tiene un bosquejo de cómo sería el diseño de la red, que se indica en la figura 70.

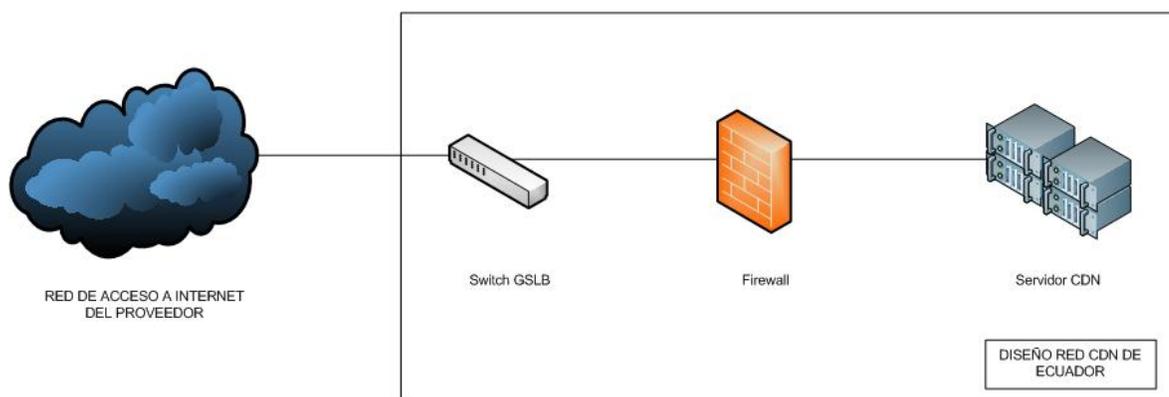


FIGURA 70. Bosquejo del diseño de la red CDN para Ecuador

- v. Considerando la figura 70, y con el fin de tener un mejor control de la seguridad de la CDN, y de los servidores CDN, se hace necesario un acceso que cumpla con tal propósito, por lo cual se propone el siguiente bosquejo de diseño de red, que se muestra en la figura 71:

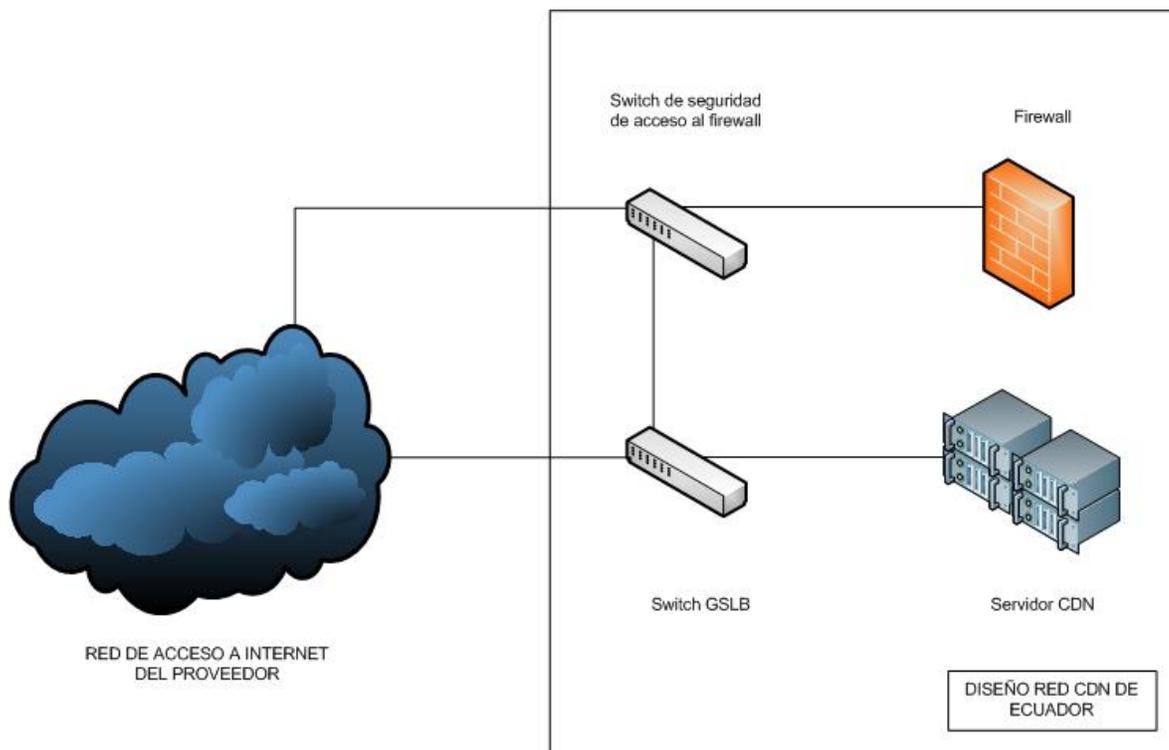


FIGURA 71. Bosquejo del diseño de la red CDN para Ecuador, diferenciando la zona de seguridad

3.1.2. Propuesta de metodología

Después de tomar en cuenta las consideraciones mencionadas en 3.1.1, se propone una metodología de diseño para una red CDN que suplirá las necesidades de un mercado naciente en primera instancia, y con la idea de que a futuro no requeriría de un rediseño, sino más bien que la escalabilidad que ofrezca incrementa su capacidad.

La metodología presentada es una de las contribuciones que ofrece el presente trabajo, pues si bien es cierto que existen libros que presentan el diseño de una forma teórica, este trabajo reduce a una forma muy práctica

y sencilla el mencionado diseño, sin encontrar el mismo en ninguna de las fuentes consultadas.

Para diseñar la CDN que abastecerá las necesidades del mercado naciente en el Ecuador, se proponen los siguientes criterios básicos de diseño:

- a) **SERVICIOS A SER PRESTADOS POR LA CDN:** Es un paso crítico del diseño, pues dependiendo de la elección de qué tipos de servicio se brindarán, el diseño propuesto puede variar sustancialmente.
- b) **CAPACIDAD DE ACCESO:** En este apartado se verificará qué velocidades de acceso se requieren, para un correcto funcionamiento de la CDN planteada, y para reserva de crecimiento a futuro.
- c) **SEGURIDAD DE LA RED DISEÑADA:** Evidentemente, es muy importante contar con un apartado que detalle qué tipo de seguridad se debe implementar en la CDN planteada a fin de evitar inconvenientes de seguridad.
- d) **EQUIPOS REQUERIDOS:** Dependiendo de los 3 apartados anteriores, se elegirán los equipos que se tienen disponibles en el mercado que cumplen con las especificaciones de criterios de diseño tomadas.
- e) **ESTRUCTURA DE LA RED:** En este apartado, se debe plantear el diagrama de conexión de los equipos y su adaptación a la red del proveedor de telecomunicaciones.

CAPITULO 4

DISEÑO DE LA CDN

De acuerdo a la metodología planteada en 3.1.2, y los análisis de 3.1.1, se propone el siguiente diseño de una CDN para el Ecuador:

4.1. SERVICIOS A SER PRESTADOS POR LA CDN

De acuerdo a lo visto en el numeral iii, literal a de 3.1.1, la CDN a ser diseñada debe incluir todos los servicios provistos actualmente por una CDN, entonces los servicios que ofrecería la CDN en Ecuador serán:

- a) Web caching
- b) Canal de distribución de servicios
- c) Servicios de directorio
- d) E-commerce
- e) Transferencia de archivos

4.2. CAPACIDAD DE ACCESO

De acuerdo a lo analizado en el literal b de 3.1.1, se determinó que de acuerdo al tráfico reciente, y con proyección a futuro, se debe disponer de un acceso de 10 Gbps.

4.3. SEGURIDAD EN LA RED DISEÑADA

Como se vio en el literal c de 3.1.1, es necesario un firewall que soporte la seguridad de la CDN que se está diseñando. Como se había

mencionado en el literal indicado, Actualmente, y con incrementos de ataques y creación de virus a diario, sobran las razones por las que se requiere un firewall para protección de la red diseñada.

4.4. EQUIPOS REQUERIDOS

De acuerdo a lo visto en 4.1, 4.2 y 4.3, los equipos necesarios se detallan a continuación:

4.1.1. Switches

De acuerdo a lo visto en el numeral iv y v del literal d de 3.1.1, se requiere de 2 switches, los cuales se describen a continuación:

- a) SWITCH GSLB: este switch será el que permita la característica de ruteo GSLB, y que sería prácticamente el corazón de la CDN. Por lo tanto, se requiere que al menos su capacidad de escalabilidad cubra el crecimiento de CDN en el país. De acuerdo a lo mencionado, se han considerado las siguientes características como las principales para dotar a la CDN de escalabilidad, confiabilidad y robustez:
- 48 puertos
 - Soporte para módulos de 10 GbE
 - Soporte para escalabilidad en cascada
 - Soporte para Módulo SFP
 - Fuente redundante

Se ha verificado que se tienen varios equipos en el mercado que pueden cumplir con estas especificaciones. En el anexo A se puede encontrar las especificaciones de 2 de estos equipos. De ellos se ha elegido el equipo Force 10 DELL S50N. El equipo es mucho más

barato que otros de su misma categoría, además que posee robustez y escalabilidad.

b) SWITCH DE SEGURIDAD DE ACCESO AL FIREWALL: Este equipo se encuentra en la frontera de la zona de seguridad, además de tener conexión con el switch GSLB. Este equipo tendrá las siguientes características

- 24 puertos
- Soporte para módulos de 1 GbE
- Soporte para Módulo SPF

En el anexo B se encontrarán con más detalle las especificaciones de 2 de estos equipos. El equipo elegido será el equipo Juniper EX3200. Como en el caso anterior, priman las características de precio, adaptabilidad y compatibilidad.

4.1.2. Firewall

El firewall requerido debe cumplir con las siguientes especificaciones

- Posea certificación de seguridad IEC 60950-1
- Módulo SPF
- Soporte para módulos 1 GbE
- Soporte de BGP, QoS, dot1Q.

Nuevamente, se tienen 2 equipos que cumplen con estas características, en el anexo C. El equipo que se elige es el Checkpoint UTM-1 Edge N. Adicionalmente, su precio es muy atractivo.

4.1.3. Servidores

Para el caso de los servidores, y de acuerdo al numeral iii, literal d, de 3.1.1, se elegirán los mismos de acuerdo a la capacidad que soporten.

Se han considerado entonces dos propuestas: los servidores de Super Micro ®, modelo SC826TQ710 y los servidores de DELL ®, de la serie PowerEdge™ C8000. Los servidores de Super Micro ® soportan 0.6 Gbps y los de DELL ® soportan 2 Gbps. Aquí entra un criterio importante de diseño, el cual indica que por modularidad, y por control sobre la capacidad, se elegirán los servidores de Super Micro ®. Con este criterio entonces, dividiendo la capacidad máxima de inicio del proyecto más proyección de 50% a 3 años que sería de 3.5 Gbps (iv, b), 3.1.1), entonces se determina que se requieren $(3.5 \text{ Gbps}) / (0.6 \text{ Gbps/servidor}) = 5.83$ servidores, esto es 6 servidores. En el anexo D se encuentran las especificaciones con mayor detalle.

4.5. ESTRUCTURA DE LA RED

Para la estructura de red, considerando la figura 71, y de acuerdo a los equipos requeridos, analizados en 4.4, se tiene el siguiente esquema de red en la figura 72:

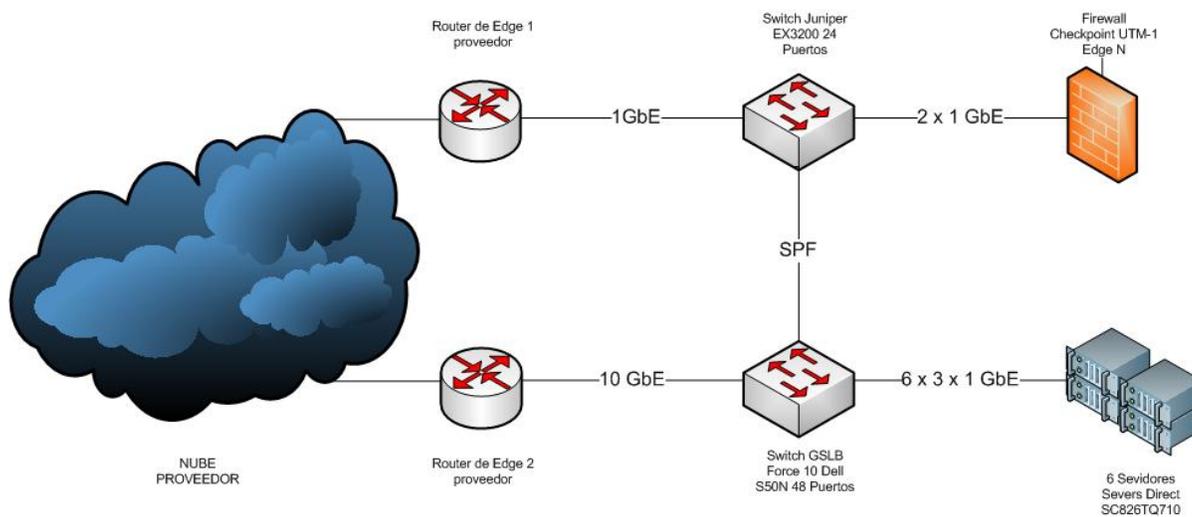


FIGURA 72. Diseño de red CDN para Ecuador

La disposición de los equipos en el rack, se muestran a continuación, en la figura 73:

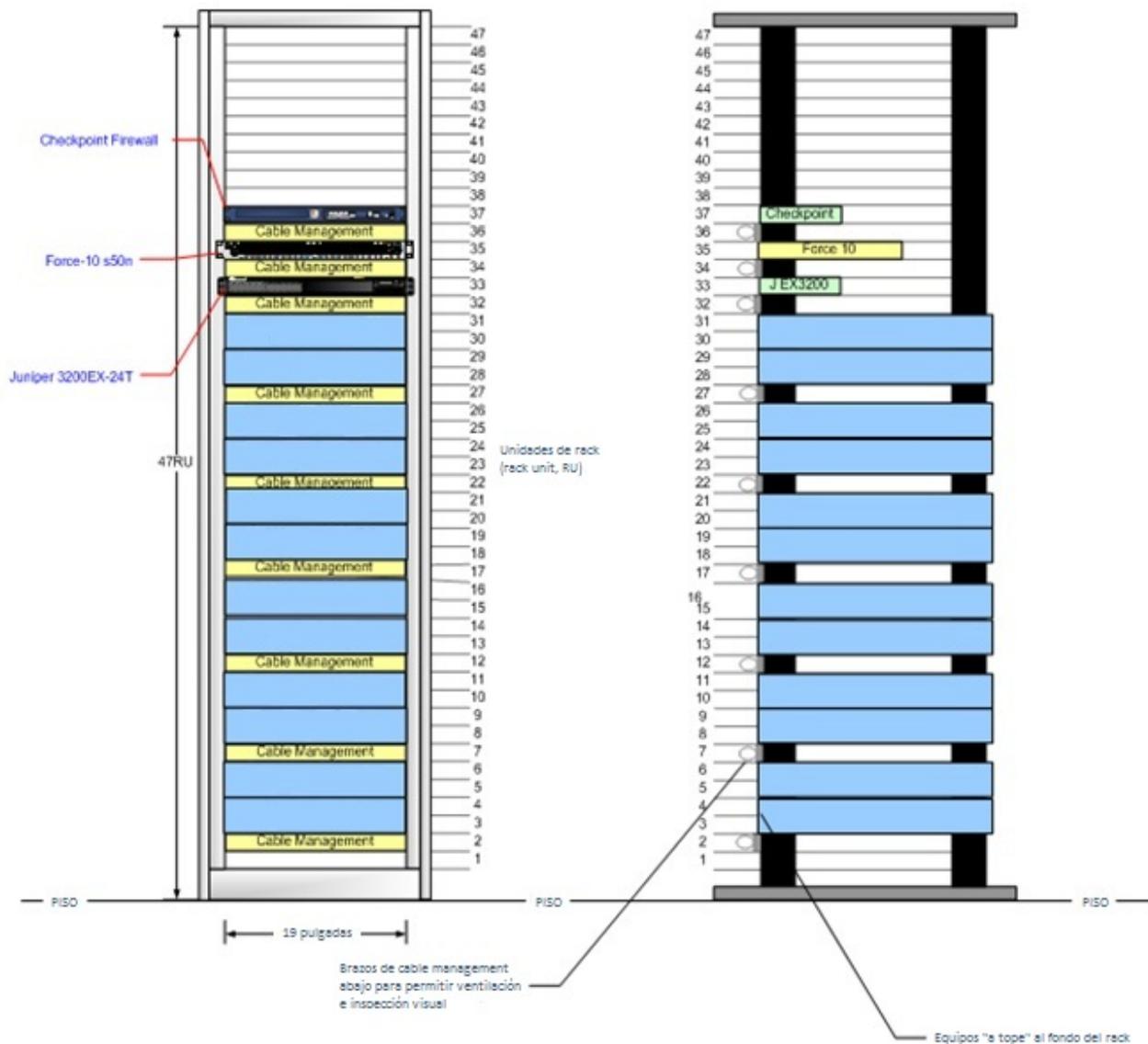


FIGURA 73. Ubicación de equipos de CDN en el rack

Fuente: (LEVEL 3, 2014). Adaptado por Esteban Utreras.

Los servidores van ubicados en los espacios en color celeste. Las IP's de los servidores y el software son datos confidenciales de la empresa, por lo que no se muestran en el proyecto. Se podría mencionar que la asignación de IP's es normal. Respecto del software, no se tiene acceso al mismo.

CAPITULO 5

ANÁLISIS ECONÓMICO

Este capítulo es de vital importancia pues se realizará el análisis económico del estudio y diseño realizado, que arrojará detalles importantes respecto al costo de la inversión a realizarse, el costo de los equipos requeridos y las consideraciones para el costo de la venta de los servicios de la CDN diseñada.

Adicional, se considerará los costos hasta ahora no mencionados que influyen de sobremanera en el proyecto y son determinantes para hacer viable o no el mencionado proyecto. Tales costos tienen que ver con las etapas de inicio y planificación del proyecto, implementación, preventa y postventa. También es importante analizar el gráfico de la curva de equilibrio, que demuestra el tiempo en el cual se recupera la inversión, y el proyecto comienza a ser rentable.

Se debe tener en cuenta los términos financieros como:

CAPEX (capital expenditures): que tiene que ver con la inversión de capital con el fin de crear beneficios.

OPEX (operating expense): son los gastos de operación permanente para el funcionamiento del producto

5.1. ANÁLISIS FODA

Para el análisis FODA se considerará las matrices FODA que se consideraron durante el desarrollo del punto 1.4.1.6, en las cuales se tienen varios puntos en común para la consideración global de este trabajo. Entonces, el cuadro 24 incluye esta matriz y se muestra a continuación:

CUADRO 24.**Análisis FODA respecto de la implementación de CDN en el Ecuador**

<i>FORTALEZAS</i>	<i>DEBILIDADES</i>
<p>El mercado en Ecuador es prácticamente virgen respecto al uso de CDN.</p> <p>Ecuador posee cliente potenciales que requieren el servicio de CDN.</p> <p>Una tendencia principal de los usuarios en internet es estar al tanto de las noticias.</p> <p>Existen empresas de servicios de telecomunicaciones en Ecuador que aún no disponen del servicio de CDN.</p>	<p>El servicio a ofrecer es una tecnología nueva en un mercado inmaduro.</p> <p>Se puede intuir de acuerdo al desarrollo de los puntos 1.4.1.6, que el servicio puede resultar un valor oneroso para los posibles clientes.</p> <p>Una empresa poco tecnológica puede ser posible cliente pero es necesario mejorar este parámetro.</p>
<i>OPORTUNIDADES</i>	<i>AMENAZAS</i>
<p>Las universidades en Ecuador pueden ampliar su cobertura con la virtualización de servicios, además de que buscan subir de categoría.</p> <p>Las entidades bancarias se interesan en incrementar su seguridad de respaldo de datos.</p> <p>Los medios de comunicación masivos tienen alta penetración en el mercado ecuatoriano, por lo que son atractivos para la publicidad.</p> <p>Ser pioneros en CDN en el mercado ecuatoriano para un proveedor de telecomunicaciones, da una ventaja muy grande en un servicio que continúa esparciéndose en el mundo como una necesidad que es poco comprendida en el país.</p> <p>El servicio de CDN puede ofrecer una oportunidad de crecimiento muy importante para varios tipos de empresas.</p>	<p>Existen empresas a nivel mundial que pueden ofrecer el mismo servicio a más bajo costo (Akamai® por ejemplo)</p> <p>El desconocimiento de la tecnología puede hacer optar al cliente por una solución alterna.</p>

De esta matriz, se concluye que la estrategia a elegir es una estrategia OFENSIVA (fortalezas + oportunidades a favor)

5.2. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE EQUIPOS

De acuerdo a los equipos elegidos en 4.4, se ha realizado la consulta de los precios de los mencionados equipos. Se debe considerar que, de los equipos requeridos, se han puesto en esta lista 2 ítems de cada equipo, y en otros casos hasta 3, con el fin de disponer de backups en caso de que se tenga algún inconveniente a futuro. Estos valores serían considerados como CAPEX.

Tales valores se encuentran en el cuadro 25:

CUADRO 25.

Costo de equipos de la red CDN

Descripción de elemento	Proveedor	Cantidad	Costo Unitario	Total
SWITCH S50N - FTOS - 48 puertos 10/100/1000 BaseT con 4 puertos SFP, 2 slots modulares, y 2 fuentes DC	Force 10/DELL	2	\$2.448,00	\$4.896,00
S50V- modulo con 2 puertos 10 GbE XFP para S50-01-GE-48T-V-XFP	Force 10/DELL	2	\$1.008,00	\$2.016,00
Módulo óptico 10GbE XFP LR	Force 10/DELL	3	\$908,00	\$2.724,00
SWITCH EX3200, 24 puertos 10/100/1000BaseT + Fuente DC 190W	Juniper	2	\$1.290,00	\$2.580,00
Juniper Care CorePlus Support for EX 3200-24T	Juniper	2	\$67,50	\$135,00
Módulo, 4 puertos GBE SFP UPLINK	Juniper	2	\$150,00	\$ 300,00
Módulo SFP 1000BASE-LX, LC	Juniper	2	\$300,00	\$ 600,00
SERVIDOR SERVER DC, CDN APPLIANCE - SC826TQ710DCE562020T48GDT3	Servers Direct	6	\$4.851,00	\$29.106,00
FIREWALL CHECKPOINT, CABINET/RACK, 19"X6-15/16" RELAY RACK DC	Checkpoint	2	\$525,00	\$1.050,00
Checkpoint Mounting Shelf	Checkpoint	2	\$75,00	\$150,00
TOTAL				\$43.557,00

FUENTE: (Juniper Networks, 2014), (Super Micro, Inc., 2014), (Force 10 Networks, 2014). Adaptado por Esteban Utreras.

5.2.1. Determinación de otros valores

Existen otros valores que no se han mencionado anteriormente, como los valores que tienen que ver con el inicio y planificación del proyecto, implementación, promoción, preventa y postventa (mantenimiento) (OBS, Online Business School, 2015), los cuales necesariamente influirán en el tiempo de recuperación de la inversión. Adicional se debe considerar que si bien es cierto que el tema de software de CDN no se ha tomado en cuenta en el sentido de desarrollo del mismo, pues es distribuido por el proveedor al cual se empata la red CDN diseñada, se considerarán valores de capacitación de personal para el mantenimiento. A continuación se explican estos valores:

5.2.1.1. *Inicio y planificación del proyecto*

En esta etapa se consideran todos los gastos en los que se incurre al momento de que el proyecto se concibe y está en su etapa inicial; por ejemplo, en esta etapa se debe considerar: anteproyecto, capacitación teórica y estudio de mercado, entre los más representativos. El tiempo que esto puede durar es aproximadamente 6 meses si lo hace una sola persona. Esta persona sería del área de la empresa donde se desarrollen nuevos productos y se la contrataría indefinidamente mientras dure el producto, pues es quien estaría al tanto de las innovaciones en el mismo. Considerando el salario de esta persona durante el tiempo mencionado, y como una nueva contratación, el valor puede ser de 1800 USD mensuales. También en esta etapa se realiza la búsqueda de prospectos o clientes potenciales, de acuerdo al estudio de mercado, por lo que un agente de ventas será considerado, cuyo salario sea de 2000 USD. Para esta etapa, el valor es de 22800 USD.

5.2.1.2. *Implementación*

Como su nombre lo indica, los costos de implementación se refieren a los costos que tiene la instalación de equipos. En el cuadro 25 se puede encontrar el valor total de los equipos que se requiere para implementar la red CDN en Ecuador, pero no se han considerado los valores tales como los valores de montaje de equipos, uso de espacio, interconexiones, capacitación de personal para mantenimiento e instalación de software, salarios de las personas encargadas del nuevo producto (CDN), entre otros. En el cuadro a continuación se indican los costos de implementación. Tales valores se han considerado de la experiencia de personal de DATACENTER de LEVEL 3®. También se ha considerado el precio de interconexión con AEPROVI, pues necesariamente el tráfico de interconexión se incrementará. Se tiene el valor referencial de interconexión de 1000 USD por cada Gbps que se consume, y si se multiplica por el tráfico inicial (cuadro 23, 2.35 Gbps), esto es 2350 USD mensual. Se considera además valores referenciales de salarios de personal de ventas, producto y soporte, suponiendo que con ellos se llevará a cabo el inicio y mantenimiento del proyecto. Los valores mencionados de implementación, se verifican en el cuadro 26, en cambio en el cuadro 27, se observan los valores de OPEX. Tales cuadros se encuentran a continuación:

CUADRO 26.**Costos de implementación**

RUBRO	COSTO (USD)
Montaje de rack y cableado	200
Montaje de equipos (servidores, switch, firewall)	800
Capacitación de personal para manejo, instalación y mantenimiento de CDN	5000
TOTAL	18000

CUADRO 27.**OPEX**

RUBRO	COSTO (USD)
Interconexión mensual (2350 USD * 12 meses)	28200
1 Contratación Ing. Soporte (1300 USD * 12 meses)	15600
1 Contratación Ing. Producto (1800 USD * 12 meses)	21600
1 Contratación para Ventas (2000 USD * 12 meses)	24000
Costo uso de rack mensual (energía, UPS, ventilación, housing) (1000 USD * 12 meses)	12000
TOTAL (total mensual 8450 USD)	101400

5.2.1.3. Promoción

La etapa de promoción está relacionada con la etapa de información que se brinda al cliente para el conocimiento del nuevo producto y por ende de la tecnología. Esta etapa puede ser desarrollada a la par con los servicios de implementación. Para la promoción se debe considerar principalmente eventos de promoción y lanzamiento (con todos los clientes potenciales), reuniones personalizadas (con cada cliente potencial, puede ser un desayuno de negocios), y merchandising (brochures, folletos, esferos, carpetas, elementos que recuerden y posicionen el producto). Los demos de servicio podrían estar incluidos en esta etapa, sin embargo al ser una promoción con 0 costo, no se la considera.

CUADRO 28.

Costos de promoción

RUBRO	COSTO (USD)
Evento de promoción y lanzamiento	30000
Reuniones con cada cliente potencial (30 clientes * 100 USD/reunión)	3000
Merchandising	5000
TOTAL	38000

5.2.1.4. Servicios de preventa

Este tipo de servicios tiene que ver con la etapa en la cual el cliente ya conoce la tecnología y sabe que su facturación puede crecer con el servicio de CDN; en esta etapa se realiza el cierre del negocio,

acuerdos de SLA (Service Level Agreement), la puesta en marcha, pruebas y entrega del servicio para uso del cliente. Para ello se considera un trabajo netamente del personal de ventas, por lo que su salario estaría contemplado en el cuadro 27.

5.2.1.5. *Servicios de postventa*

Los servicios de postventa tienen que ver con el mantenimiento del servicio que se da al cliente, la atención y resolución de problemas, la venta de nuevos servicios o ampliaciones de capacidad. Para este tema, se considera que con el salario del Ingeniero de soporte del cuadro 27 está cubriendo el tema de servicios postventa. Además, el tema de venta de nuevos servicios, ampliaciones, customer care, deben ser desarrollados por el personal de ventas.

Para la inversión inicial, se considera entonces, el valor de 5.2.1.1, más los valores totales de los cuadros 26, 27 (total mensual) y 28. A todo ello se suma el costo de los equipos, y finalmente se tiene el valor de inversión inicial que es de 130800 USD

5.3. **ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE VENTA DE LOS SERVICIOS**

Respecto de los costos que podría tener el servicio, en el análisis de mercado visto en el capítulo 1 se había analizado los costos que podría pagar una empresa dependiendo de su facturación. Sin embargo se debe realizar una tabla de costos donde se puede determinar los costos dependiendo del tipo de empresa a la que se ofrece el servicio. Además, es importante entender que el concepto de que el precio debe ser rentable para el proveedor de telecomunicaciones, y a su vez debe ser atractivo para el cliente, por los beneficios que trae el mismo.

Ahora, como en el país no existe el servicio de CDN, no se tienen referentes de un rango de precios el cual se puede ofrecer. Entonces, se debe tomar como referencia los precios que se tienen en otros países. Por ejemplo, puede ser un referente para el país el precio que se paga en USA por el servicio. El precio que se paga por Megabit de tráfico es de 5 USD. Tomando en cuenta esta premisa, y considerando que los servicios en Estados Unidos son más baratos respecto de otros lugares en América al menos, se puede considerar que el servicio en Ecuador puede ofrecerse a un 26% más, esto es 6,30 USD por cada Megabit de tráfico. Evidentemente, el valor podría variar dependiendo de la negociación que se realiza con el cliente.

5.4. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD (VAN – TIR)

Del cuadro 23, se desprende el dato de que un tráfico inicial de la CDN podría ser de 2.35 Gbps, y considerando que 1 Gbps = 1024 Mbps, si el Mbps es a 6.30 USD, esto implica que mensualmente se podría recaudar 15160.32 USD (+IVA = 16979.56 USD mensual → 203754.72 USD anual).

Para el análisis de rentabilidad, se deben considerar al menos 3 escenarios, en los cuales se tengan ciertas consideraciones para la verificación de la viabilidad del proyecto en sentido económico. Se plantea a continuación dichos escenarios:

5.4.1. Escenario 1

Este escenario sería considerado como el peor de los casos, donde se toman en cuenta las siguientes premisas:

- a) Si se considera un índice inflacionario promedio de 4.15% anual, de acuerdo a los datos del último año (Banco Central del Ecuador, 2015), y que aproximadamente ha crecido entre 0.5 y 1 puntos los

últimos años, para un escenario difícil se puede imaginar un índice inflacionario de 2 puntos porcentuales creciente a partir del año 2, esto es, 6.15%, 8.15%, 10.15% y 12.15%.

- b) Se considera que la facturación no crecerá, y que las altas y bajas que se den mantengan la facturación.
- c) En caso de que el cliente decida prescindir de los servicios, se ejecutarían barreras que hagan que el cliente decline su idea como por ejemplo cláusulas del contrato, que deben considerar una fuerte suma de dinero. También considerar contratos de al menos 2 años.
- d) Se considera que podría ejecutarse un hipotético impuesto a los servicios de telecomunicaciones de un 10% a la facturación desde el inicio del proyecto (10% de $(15160.32 \times 12) = 18192.38$ USD).

De este escenario caótico, se obtienen los siguientes cuadros, que representan la simulación del flujo de caja durante los 5 primeros años del proyecto:

CUADRO 29.**Simulación Escenario 1 (valores en dólares)**

Año	0	1	2	3	4	5
INVERSION INICIAL	-130800	0	0	0	0	0
INGRESOS						
Ventas	0	203754,70	203754,70	203754,70	203754,70	203754,70
EGRESOS						
Impuesto 10% (Hipotético)	0	-18192,38	-18192,38	-18192,38	-18192,38	-18192,38
IVA	0	-21830,86	-21830,86	-21830,86	-21830,86	-21830,86
Salarios (-9.45%)		-55416,60	-58824,72	-63618,94	-70076,26	-78590,52
IESS (20.6%)		-12607,20	-13382,54	-14473,22	-15942,25	-17879,24
Renta de rack (incluye servicios básicos)	0	-12000,00	-12738,00	-13776,15	-15174,43	-17018,12
Interconexión	0	-28200,00	-29934,30	-32373,95	-35659,90	-39992,58
UTILIDAD DE OPERACIÓN	0	55507,66	48851,89	39489,21	-16678,38	10251,00
-DEPRECIACIÓN EQUIPOS (a 3 años)	0	-14519,00	-15411,92	-16667,99	-18359,79	-20590,51
Utilidad antes de ISR/PTU	0	40988,66	33439,97	22821,22	-35038,17	-10339,51
ISR/PTU (-25%)	0	-10247,16	-8359,99	-5705,30	-8759,54	-2584,88
Utilidad después de ISR/PTU	0	30741,49	25079,98	17115,91	-43797,71	-12924,38
+DEPRECIACIÓN EQUIPOS (a 3 años)	0	14519,00	15411,92	16667,99	18359,79	20590,51
FLUJO DE CAJA	-130800	45260,49	40491,90	33783,90	29008,33	7666,12

De acuerdo a lo visto en el cuadro 29, se observa que se tiene un saldo positivo en el flujo de caja a partir del cuarto año. Se puede intuir en el mismo cuadro que si la inflación continúa al valor de 2%, algún momento el OPEX igualará a la facturación y el proyecto ya no será rentable. Sin embargo se debe recordar que es el peor de los escenarios el que se plantea.

5.4.1.1. Cálculo de VAN (Valor actual neto) Escenario 1

Para el cálculo de VAN, se considerarán los siguientes parámetros: I es la inversión a realizarse (130800 USD), n=5 años, r es el interés máximo que se da por inversiones (6%), y con el valor Q_n (flujo de caja) (El Mundo, 2015) de cada año, se tienen las siguientes fórmulas:

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n} \quad [1]$$

$$VAN = -130800 + \frac{45260.49}{(1+r)^1} + \frac{40491.90}{(1+r)^2} + \frac{33783.90}{(1+r)^3} + \frac{29008.33}{(1+r)^4} + \frac{7666.12}{(1+r)^5} \quad [2]$$

$$VAN = -130800 + \frac{45260.49}{1.06} + \frac{40491.90}{1.1236} + \frac{33783.90}{1.191016} + \frac{29008.33}{1.262477} + \frac{7666.12}{1.338225} \quad [3]$$

$$VAN = -130800 + 42698.58 + 36037.65 + 28365.61 + 22977.31 + 5728.57 \quad [4]$$

$$VAN = 5007.72 \text{ USD} \quad [5]$$

5.4.1.2. Cálculo de TIR Escenario 1

El TIR es el valor de interés para el cual el VAN es cero, entonces, reemplazando el valor mencionado en [2], se tiene (Wolfram Alpha, 2015):

$$0 = 130800 + \frac{45260.49}{(1+r)^1} + \frac{40491.90}{(1+r)^2} + \frac{33783.90}{(1+r)^3} + \frac{29008.33}{(1+r)^4} + \frac{7666.12}{(1+r)^5} \quad [6]$$

$$130800(1+r)^5 - 45260.49(1+r)^4 - 40491.90(1+r)^3 - 33783.90(1+r)^2 - 29008.33(1+r) - 7666.12 = 0 \quad [7]$$

$$(1+r) = 1.0771 \text{ (Se descartan las 4 soluciones imaginarias)} \quad [8]$$

$$r = 7.71 \% \quad [9]$$

5.4.2. Escenario 2

Este escenario sería considerado como un escenario más real, donde se toman en cuenta las siguientes premisas:

- a) Se considera un índice inflacionario promedio de 4.15% anual, de acuerdo a los datos del último año (Banco Central del Ecuador, 2015), lo que afectaría a los costos operacionales. Se considerará

que la inflación sube 2 puntos porcentuales por año a partir del segundo año, esto es 6.15%, 8.15%, 10.15%, 12.15%.

- b) Aumento del 1% en la facturación mensual, cada nuevo año, por ampliaciones o captación de nuevos clientes.
- c) Los costos de mantenimientos, atención al cliente y gastos por nuevas negociaciones, estarían incluidos en los salarios del personal vistos en el cuadro 27.
- d) Debido a que el cliente generará una mayor facturación con el proyecto, es poco probable que se pida una baja del servicio.
- e) El escenario político del país afecta en un 7% anual a la facturación.

Para este caso, se debe analizar todos los valores vistos en 5.2, con el valor de los ingresos mensuales, y las consideraciones del escenario 2, para determinar el grafico de equilibrio y verificar en cuanto tiempo se equipara la inversión con los gastos. Entonces se realiza la simulación de 5 años, la cual se observa en el siguiente cuadro:

CUADRO 30.**Simulación Escenario 2 (valores en dólares)**

Año	0	1	2	3	4	5
INVERSION INICIAL	-130800	0	0	0	0	0
INGRESOS						
Ventas	0	203754,70	205792,25	207850,17	209928,67	212027,96
EGRESOS						
Costo escenario						
Político (3%)		-14262,83	-14405,46	-14549,51	-14695,01	-14841,96
IVA	0	-21830,86	-22049,17	-22269,66	-22492,36	-22717,28
Salarios (-9.45%)		-55416,60	-58824,72	-63618,94	-70076,26	-78590,52
IESS (20.6%)		-12607,20	-13382,54	-14473,22	-15942,25	-17879,24
Renta de rack (incluye servicios básicos)	0	-12000,00	-12738,00	-13776,15	-15174,43	-17018,12
Interconexión	0	-28200,00	-29934,30	-32373,95	-35659,90	-39992,58
UTILIDAD DE OPERACIÓN	0	59437,21	54458,06	46788,75	35888,47	20988,26
-DEPRECIACIÓN EQUIPOS (a 3 años)	0	-14519,00	-15411,92	-16667,99	-18359,79	-20590,51
Utilidad antes de ISR/PTU	0	44918,21	39046,14	30120,76	17528,68	397,76
ISR/PTU (-25%)	0	-11229,55	-9761,53	-7530,19	-4382,17	-99,44
Utilidad después de ISR/PTU	0	33688,66	29284,60	22590,57	13146,51	298,32
+DEPRECIACIÓN EQUIPOS (a 3 años)	0	14519,00	15411,92	16667,99	18359,79	20590,51
FLUJO DE CAJA	-130800	48207,66	44696,52	39258,56	31506,30	20888,82

Del cuadro 30, se determina que entre los 2 y 3 años, se logra igualar los costos con la inversión. Con los valores obtenidos del cuadro mencionado, también se obtiene el gráfico de punto de equilibrio, que se muestra a continuación en la figura 74:

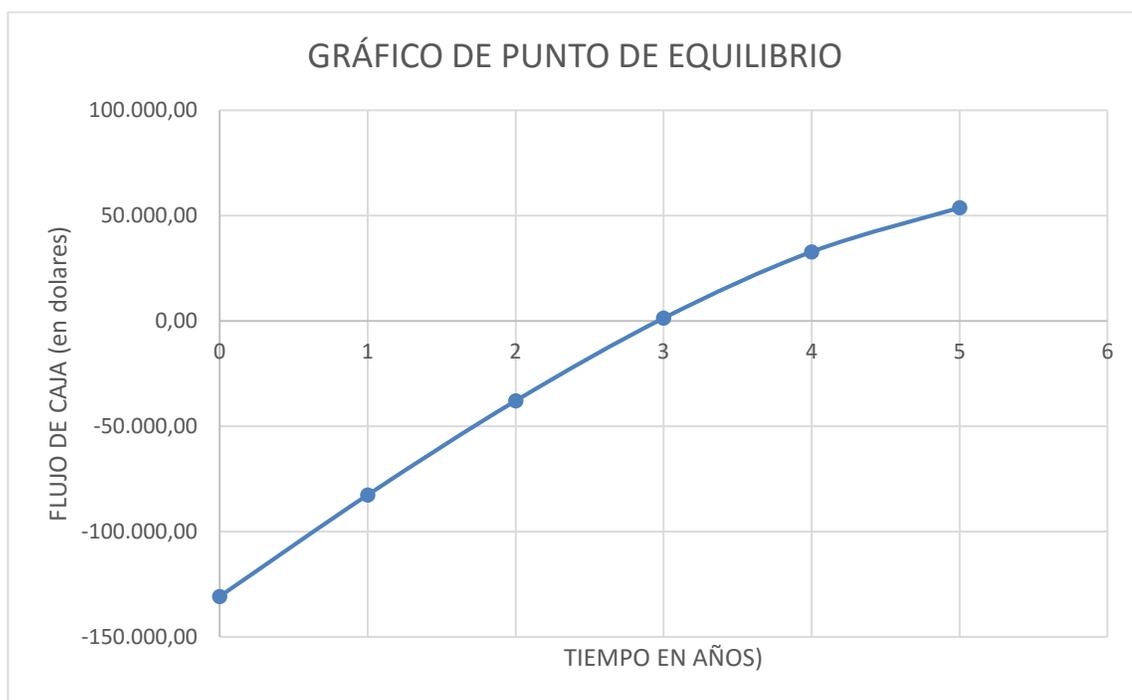


FIGURA 74. Punto de equilibrio

Como se puede observar en el gráfico, luego de casi 3 años, se ha recuperado la inversión y se comienza a generar ganancia.

5.4.2.1. Cálculo de VAN (Valor actual neto) Escenario 2

Para el cálculo de VAN, se considerarán los siguientes parámetros: I es la inversión a realizarse (130800 USD), n=5 años, r es el interés máximo que se da por inversiones (6%), y con el valor Q_n (flujo de caja) (El Mundo, 2015) de cada año visto en el cuadro 30, reemplazando en [1], entonces:

$$VAN = -130800 + \frac{48207.66}{(1+r)^1} + \frac{44696.52}{(1+r)^2} + \frac{39258.56}{(1+r)^3} + \frac{31506.30}{(1+r)^4} + \frac{20888.82}{(1+r)^5} \quad [10]$$

$$VAN = -130800 + \frac{48207.66}{1.06} + \frac{44696.52}{1.1236} + \frac{39258.56}{1.191016} + \frac{31506.30}{1.262477} + \frac{20888.82}{1.338225} \quad [11]$$

$$VAN = -130800 + 45478.92 + 39779.75 + 32962.24 + 24955.94 + 15609.35 \quad [12]$$

$$VAN = 27986.2 \text{ USD} \quad [13]$$

5.4.2.2. Cálculo de TIR Escenario 2

El TIR es el valor de interés para el cual el VAN es cero, entonces, reemplazando el valor mencionado en [10], se tiene (Wolfram Alpha, 2015):

$$0 = -130800 + \frac{48207.66}{(1+r)^1} + \frac{44696.52}{(1+r)^2} + \frac{39258.56}{(1+r)^3} + \frac{31506.30}{(1+r)^4} + \frac{20888.82}{(1+r)^5} \quad [14]$$

$$130800(1+r)^5 - 48207.66(1+r)^4 - 44696.52(1+r)^3 - 39258.56(1+r)^2 - 31506.30(1+r) - 20888.82 = 0 \quad [15]$$

$$(1+r) = 1.1468 \text{ (Se descartan las 4 soluciones imaginarias)} \quad [16]$$

$$r = 14.68 \% \quad [17]$$

5.4.3. Escenario 3

Este escenario sería considerado como el caso más optimista, donde se toman en cuenta las siguientes premisas:

- a) Se mantiene el índice inflacionario de los casos anteriores.
- b) Se considera incremento de facturación de 2% anual.
- c) Se considera que no se tendrá daño en los equipos.
- d) Los costos de mantenimientos, atención al cliente y gastos por nuevas negociaciones, estarían incluidos en los salarios del personal vistos en el cuadro 27.
- e) Costo del escenario político del país: 3%.

Entonces, con todos los valores vistos en 5.2, y con las premisas del escenario 3, se tiene el flujo de caja que se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO 31.

Simulación Escenario 3 (valores en dólares)

Año	0	1	2	3	4	5
INVERSION INICIAL	-130800	0	0	0	0	0
INGRESOS						
Ventas	0	203754,70	207829,79	211986,39	216226,12	220550,64
EGRESOS						
Costo escenario						
Político (3%)		-6112,64	-6234,89	-6359,59	-6486,78	-6616,52
IVA	0	-21830,86	-22267,48	-22712,83	-23167,08	-23630,43
Salarios (-9.45%)		-55416,60	-58824,72	-63618,94	-70076,26	-78590,52
IESS (20.6%)		-12607,20	-13382,54	-14473,22	-15942,25	-17879,24
Renta de rack (incluye servicios básicos)	0	-12000,00	-12738,00	-13776,15	-15174,43	-17018,12
Interconexión	0	-28200,00	-29934,30	-32373,95	-35659,90	-39992,58
UTILIDAD DE OPERACIÓN	0	67587,40	64447,86	58671,72	49719,41	36823,24
-DEPRECIACIÓN EQUIPOS (a 3 años)	0	-14519,00	-15411,92	-16667,99	-18359,79	-20590,51
Utilidad antes de ISR/PTU	0	53068,40	49035,94	42003,73	31359,62	16232,73
ISR/PTU (-25%)	0	-13267,10	-12258,99	-10500,93	-7839,91	-4058,18
Utilidad después de ISR/PTU	0	39801,30	36776,96	31502,80	23519,72	12174,55
+DEPRECIACIÓN EQUIPOS (a 3 años)	0	14519,00	15411,92	16667,99	18359,79	20590,51
FLUJO DE CAJA	-130800	54320,30	52188,87	48170,79	41879,51	32765,06

5.4.3.1. Cálculo de VAN (Valor actual neto) Escenario 3

Para el cálculo de VAN, se considerarán los siguientes parámetros: I es la inversión a realizarse (130800 USD), n=5 años, r es el interés máximo que se da por inversiones (6%), y con el valor Q_n (flujo de caja) (El Mundo, 2015) de cada año visto en el cuadro 33, y reemplazando en [1], entonces:

$$VAN = -130800 + \frac{54320.30}{(1+r)^1} + \frac{52188.87}{(1+r)^2} + \frac{48170.79}{(1+r)^3} + \frac{41879.51}{(1+r)^4} + \frac{32765.06}{(1+r)^5} \quad [18]$$

$$VAN = -130800 + \frac{54320.30}{1.06} + \frac{52188.87}{1.1236} + \frac{48170.79}{1.191016} + \frac{41879.51}{1.262477} + \frac{32765.06}{1.338225} \quad [19]$$

$$VAN = -130800 + 51245.56 + 46447.91 + 40445.12 + 33172.49 + 24483.96 \quad [20]$$

$$VAN = 64995.04 \text{ USD} \quad [21]$$

5.4.3.2. Cálculo de TIR Escenario 3

El TIR es el valor de interés para el cual el VAN es cero, entonces, reemplazando el valor mencionado en [18], se tiene (Wolfram Alpha, 2015):

$$0 = -130800 + \frac{54320.30}{(1+r)^1} + \frac{52188.87}{(1+r)^2} + \frac{48170.79}{(1+r)^3} + \frac{41879.51}{(1+r)^4} + \frac{32765.06}{(1+r)^5} \quad [22]$$

$$130800(1+r)^5 - 54320.30(1+r)^4 - 52188.87(1+r)^3 - 48170.79(1+r)^2 - 41879.51(1+r) - 32765.06 = 0 \quad [23]$$

$$(1+r) = 1.2444 \text{ (Se descartan las 4 soluciones imaginarias)} \quad [24]$$

$$r = 24.44 \% \quad [25]$$

5.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVERSIÓN

Como se puede ver, el proyecto presentado tiene una rentabilidad bastante buena, en condiciones normales o muy optimistas, y una rentabilidad aceptable en el peor de los casos; por lo tanto, estaría justificada la inversión a realizarse. Otro justificativo para la inversión puede ser el valor de ROI (return on investment) (Álvarez, 2009), cuya fórmula es la siguiente:

$$ROI = \frac{BENEFICIO\ OBTENIDO - INVERSION}{INVERSION} \quad [26]$$

$$ROI\ 1 = \frac{[45260.49+40491.90+33783.90+29008.33+7666.12] - 130800}{130800} \quad [27]$$

$$ROI\ ESCENARIO\ 1 = 19.43\ \% \quad [28]$$

$$ROI\ 2 = \frac{[48207.66+44696.52+39258.56+31506.30+20888.82] - 130800}{130800} \quad [29]$$

$$ROI\ ESCENARIO\ 2 = 41.1\ \% \quad [30]$$

$$ROI\ 3 = \frac{[54320.30+52188.87+48170.79+41879.51+32765.06] - 130800}{130800} \quad [31]$$

$$ROI\ ESCENARIO\ 3 = 75.32\ \% \quad [32]$$

El cálculo de ROI es otro valor que justifica la inversión a realizarse, si bien es cierto que no es un valor tan preciso como el valor de TIR, da una idea bastante certera respecto de la rentabilidad de un proyecto. Un valor de ROI positivo indica que existe una ganancia de una inversión realizada. Un valor de cero o negativo de ROI indica que se tiene pérdida de la inversión realizada. Como se tiene un valor positivo de ROI en todos los casos, entonces se concluye que la inversión a realizarse es muy beneficiosa.

Adicionalmente, se puede calcular el tiempo de recuperación de la inversión. Considerando que los flujos de caja que se tienen son iguales todos los años, se usa la siguiente fórmula (Finance Formulas, 2015):

$$\text{Tiempo de recuperacion} = \frac{\ln \frac{1}{1 - \frac{\text{Inversion inicial} \times \text{tasa}}{\text{Flujo de caja}}}}{\ln(1 + \text{tasa})} \quad [33]$$

Sin embargo, con flujos de caja distintos, es más sencillo calcular el tiempo de recuperación o payback con la siguiente fórmula (Gestiopolis, 2015):

$$\text{Tiempo de recuperacion} = (\text{Periodo último con flujo negativo}) + \left(\frac{|\text{ultimo flujo acumulado negativo}|}{\text{Flujo de caja siguiente periodo}} \right) \quad [34]$$

Y de acuerdo a los valores de flujos de caja en los cuadros de cada caso, se tiene:

$$\text{Tiempo de recuperacion Escenario 1} = (3) + \left(\frac{|-11323.71|}{29008.33} \right) \quad [35]$$

$$\text{Tiempo de recuperacion Escenario 1} = 3.3903 \rightarrow 3 \text{ años } 4 \text{ meses } 20 \text{ días} \quad [36]$$

$$\text{Tiempo de recuperacion Escenario 2} = (2) + \left(\frac{|-37895.82|}{39258.56} \right) \quad [37]$$

$$\text{Tiempo de recuperacion Escenario 2} = 2.9652 \rightarrow 2 \text{ años } 11 \text{ meses } 17 \text{ días} \quad [38]$$

$$\text{Tiempo de recuperacion Escenario 3} = (2) + \left(\frac{|-24290.83|}{48170.79} \right) \quad [39]$$

$$\text{Tiempo de recuperacion Escenario 3} = 2.5042 \rightarrow 2 \text{ años } 6 \text{ meses } 1 \text{ día} \quad [40]$$

CAPITULO 6.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Se ha diseñado una red de distribución de contenidos para una empresa de telecomunicaciones, de acuerdo a los resultados obtenidos del estudio de mercado realizado en el capítulo 1; tales resultados indican que si existe el mercado necesario para emprender el proyecto, y que el mismo puede producir valores de rentabilidad aceptables. Además, dicho estudio ha permitido determinar el estado del mercado para una CDN en el Ecuador y el diseño más óptimo para dicha red.
- Se concluye del trabajo realizado, que de acuerdo a las variables de TIR (14.68%) y VAN (27986,20 USD) analizadas (para el caso más real), y de acuerdo al estudio de mercado realizado en el capítulo 1 en el que se considera el tipo de tráfico de internet predominante en Ecuador y los clientes potenciales existentes, es un proyecto muy viable para su ejecución, y de proyecciones con rentabilidad significativa, lo cual seguramente hará que la tecnología se conozca en el país, e impulse su desarrollo en otras empresas de telecomunicaciones.
- Se concluye también, de acuerdo al valor de ROI calculado (para el caso más real), que es de 41.10% (0.41 USD de ganancia por cada 1 USD invertido), que la inversión a realizarse es beneficiosa, tendrá utilidades y

representa una oportunidad de negocio para la empresa de telecomunicaciones.

- Se concluye que, al ser una tecnología nueva en países en vías de desarrollo como el Ecuador, el tema de red de distribución de contenidos es una fuente de campos de investigación muy amplia para generar otros temas de titulación, entre los que se encuentran por ejemplo, el desarrollo del software de manejo de CDN, el cual es celosamente guardado por empresas que al momento brindan este servicio. Además, las fuentes de información disponibles al momento carecen de una traducción al español, lo que da una idea de la novedad de la tecnología. Por lo cual este trabajo es un excelente referente para quienes quieran tener una idea de lo que es una CDN y cómo funciona.
- Se concluye que un servicio de CDN puede cambiar la estrategia de una empresa, al ver los valores de incremento de facturación que se pueden obtener en caso de que se tenga el servicio (hasta 7% más de facturación), lo que en el país puede ser muy atractivo para muchas empresas.
- Se ha definido la inversión económica que se debería efectuar para la implementación de la CDN, es de 130800 USD, pero dicho valor se recupera totalmente luego de 20 meses (en un escenario real) y a partir de ese periodo, se comienza a generar un saldo positivo.
- De acuerdo a lo analizado, se ha determinado que el mercado de Latinoamérica coincide con 3 actividades principalmente respecto del uso de internet: estas actividades son las siguientes: Uso de redes sociales, chequeo de correo electrónico y lectura de noticias.

- En Ecuador, al no ser un país donde se tienen empresas proveedoras de servicios de correo electrónico masivo global y peor aún, redes sociales masivas, la actividad de lectura de noticias es la que genera una alta tasa de tráfico respecto de la navegación en el país.
- El ofrecimiento del servicio de CDN en el país puede potenciar algunos servicios ya existentes, como por ejemplo servicios de videos bajo demanda, periódicos digitales, tele educación, entre otros, e impulsar servicios que al momento no se disponen, (ventas online por ejemplo), logrando una mayor facturación para las empresas que contrataren el servicio, elevando su productividad y sus utilidades.
- Al ser una tecnología prácticamente desconocida en el país, y poco conocida a nivel mundial, es una gran oportunidad para una empresa el incursionar y ofrecer este servicio, con el fin de posicionarse en el mercado. Esto se pudo ver al analizar los posibles clientes, en el estudio de mercado, donde se comprobó que ninguno de los proveedores de telecomunicaciones en el país poseen una CDN.
- Este trabajo revela nuevos campos de investigación que pueden ser desarrollados con el fin de incursionar en el mundo de CDN para dar a conocer la tecnología en el país y su importancia a futuro. Estos campos, tienen que ver con hardware, software y manejo de los mismos. Principalmente el software puede ser un tema a desarrollarse pues es un tema que las empresas proveedoras de este servicio guardan celosamente.

6.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener en cuenta el tema de CDN para el desarrollo de temas de estudio, pues es una tecnología que estará presente en un futuro cercano.
- Se recomienda impulsar los proyectos de CDN pues definitivamente Latinoamérica está muy atrasada en la mencionada tecnología.
- Se recomienda solicitar a estudiantes de pregrado de carreras financieras hacer proyectos o investigaciones de estudios de mercado en Ecuador, que tengan que ver con tecnología, navegación en internet, facturación de empresas, uso de prensa escrita y digital, medios de comunicación, entre otras, pues los datos existentes son escasos o nulos, y son investigaciones que podrían esclarecer muchos panoramas en diversas ramas, a nivel estudiantil y profesional.
- Se recomienda sugerir los siguientes temas de investigación:
 - a) Balanceo de carga y replicación de contenidos bajo un dominio cooperativo.
 - b) CDN móvil dinámica.
 - c) Desarrollo de mecanismos de Marketing para llegar al cliente final y al proveedor
 - d) Mejoramiento de CDN actual orientada a streaming de medios.
 - e) Desarrollo de estudios de mercado para tecnologías innovadoras de transmisión de datos en Ecuador (CDN, 5G, por ejemplo).
 - f) Software para control de CDN.

- Se recomienda dotar la biblioteca central con libros actualizados referentes a CDN.

Bibliografía

- Abad, M. (7 de Agosto de 2013). *Solo Marketing*. Obtenido de Solo Marketing Web site: <http://www.solomarketing.es/como-buscan-los-usuarios-en-internet/>
- AEPROVI. (7 de Octubre de 2014). *AEPROVI*. Obtenido de AEPROVI Web site: http://www.aeprovi.org.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=472&Itemid=168
- Akamai Technologies. (Diciembre de 2013). *Akamai Technologies*. Obtenido de Akamai Technologies Web site: <http://spanish.akamai.com/enes/stateoftheinternet/>
- Akamai Technologies. (2014). *Akamai Technologies*. Obtenido de Akamai Technologies Web site: <http://www.akamai.com/dl/akamai/akamai-soti-q313-infographic.pdf>
- Alexa. (Enero de 2014). *Alexa*. Obtenido de Alexa Web site: <http://www.alexa.com/>
- Álvarez, M. Á. (9 de Marzo de 2009). *desarrolloweb.com*. Obtenido de <http://www.desarrolloweb.com/articulos/que-es-roi.html>
- Banco Central del Ecuador. (28 de Abril de 2015). *www.bce.fin.ec*. Obtenido de www.bce.fin.ec: <http://contenido.bce.fin.ec/indicador.php?tbl=inflacion>
- Bartal, Y. (1996). Probabilistic approximation of metric space and its algorithmic applications. *In Proc. of 37th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science*.
- Bixby, J. (15 de Junio de 2010). *Web Performance Today*. Obtenido de Web Performance Today Web site: <http://www.webperformancetoday.com/2010/06/15/everything-you-wanted-to-know-about-web-performance/>
- Buyya, R., Pathan, M., & Vakali, A. (2008). *Content Delivery Networks*. Berlin: Springer.
- Byers, K. P. (29 de Mayo de 2013). *Slide Share*. Obtenido de Slide Share Web site: <http://www.slideshare.net/kleinerperkins/kpcb-internet-trends-2013>
- Chen, C., & Ling, Y. (2005). Scalable request routing with next-neighbor load sharing in multi-server environments. *19th International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, 441-446.
- Chen, S. (2009). *University of California, Davis*. Obtenido de University of California, Davis Web site: <http://mae.engr.ucdavis.edu/dsouza/Classes/MAE298-S09/sc421.pdf>
- Chen, Y., & Katz, R. H. (2002). Dynamic replica placement for scalable content delivery. *In Proc. of International Workshop on Peer-to-Peer Systems* (págs. 306-318). Springer-Verlag.

- Chen, Y., & Qiu, L. (2003). Efficient and adaptive Web replication using content clustering. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 21(6), 979-994.
- Cieslak, M., & Foster, D. (2000). *Web cache coordination protocol versión 2*. Obtenido de Web cache coordination protocol versión 2 Web site: <http://docstore.mik.ua/univercd/cc/td/doc/product/webscale/webcache/ce23/swconfig/chap4.htm>
- Cisqueros Inc. (16 de Enero de 2013). *Cisqueros*. Obtenido de Cisqueros Web site: <http://cisqueros.blogspot.com/2013/01/cisco-waas-wan-link-optimization-part-i.html>
- Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior del Ecuador. (4 de Noviembre de 2009). *Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de Escuela Politécnica Nacional Web site: http://cei.epn.edu.ec/Documentos/CONEA/INFORME_FINAL_UNIVERSIDADES_M14.pdf
- Cortez, M., & Auad, I. (27 de Septiembre de 2013). 500 Mayores Empresas. *Vistazo*, 139-310.
- Dirección de Planeamiento Universitario, Universidad Central del Ecuador. (Marzo de 2012). ECUADOR: NÚMERO DE ESTUDIANTES DE UNIVERSIDADES Y ESCUELAS POLITÉCNICAS PÚBLICAS PRIVADAS Y COFINANCIADAS. *Cifras 2011*, 17.
- Douglis, F., & Kaashoek, M. F. (2001). Scalable Internet services. *IEEE Internet Computing*, 5(4), 36-37.
- Ekos, Equipo de Investigación; . (2013). TOP 1000 Ranking Empresarial Ecuador 2013. *Ekos*, 48-154.
- El Mundo. (15 de Marzo de 2015). *El Mundo - Economía y negocios*. Obtenido de <http://www.elmundo.com.ve/diccionario/fianza.aspx>
- El Telégrafo. (7 de Febrero de 2012). La cifra de circulación de los periódicos es un enigma. *El Telégrafo*, págs. <http://www.ppelverdadero.com.ec/pp-policial/item/tiraje-real-de-medios-impresos-debera-ser-de-conocimiento-publico.html>.
- eMarketing Hoy. (15 de Junio de 2012). *eMarketing Hoy*. Obtenido de eMarketing Hoy Web site: <http://www.emarketinghoy.com/las-10-redes-sociales-mas-usadas-en-america-latina/>
- EnLinea.ec. (2014). *En Linea*. Obtenido de En Linea Web Site: <http://www.enlinea.ec/resultados.asp?tema=revistas&nivel=2>

- Everts, T. (5 de Junio de 2013). *Web Performance Today*. Obtenido de Web Performance Today Web site: <http://www.webperformancetoday.com/2013/06/05/web-page-growth-2010-2013/>
- Fei, Z. M., & Bhattacharjee, S. (1998). A novel server selection technique for improving the response time of a replicated service. *Proceedings. IEEE Seventeenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies*, (págs. 783-791).
- Finance Formulas. (2 de Mayo de 2015). *www.financeformulas.net*. Obtenido de [www.financeformulas.net: http://www.financeformulas.net/Discounted-Payback-Period.html](http://www.financeformulas.net/Discounted-Payback-Period.html)
- Force 10 Networks. (Octubre de 2014). *Force 10 Networks*. Obtenido de Force 10 Networks Web site: http://www.force10networks.com/CSPortal20/KnowledgeBase/DOCUMENTATION/InstallGuidesQuickrefs/S-Series/S50_QSG_09-30-2011.pdf
- Francis, P., & Jamin, S. (2001). IDMaps: a global Internet host distance estimation service. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 9(5), 525-540. Obtenido de <http://www.mpi-sws.org/~francis/ton01.pdf>
- Fujita, N., & Ishikawa, Y. (2004). Coarse-grain replica management strategies for dynamic replication of Web contents. *Computer Networks: The International Journal of Computer and Telecom. Networking*, 45(1), 19-34.
- Gadde, S., & Rabinovich, M. (1997). Reduce, reuse, recycle: an approach to building large Internet caches. *In Proc. of 6th Workshop on Hot Topics in Operating Systems*, 93-98.
- Gaitán, M. (26 de Febrero de 2012). *Slide Share*. Obtenido de Slide Share Web site: <http://es.slideshare.net/florygaitan/foda-y-estrategia>
- Gayek, P., & Nesbitt, R. (2004). A Web content serving utility. *IBM Systems Journal*, 43-63.
- gerente.com. (30 de Agosto de 2011). *gerente.com*. Obtenido de gerente.com Web site: <http://www.gerente.com/detarticulo.php?CodArticl=275>
- Gestiopolis. (2 de Mayo de 2015). *www.gestiopolis.com*. Obtenido de [www.gestiopolis.com: http://www.gestiopolis.com/calculo-del-periodo-de-recuperacion-de-la-inversion-o-payback/](http://www.gestiopolis.com/calculo-del-periodo-de-recuperacion-de-la-inversion-o-payback/)
- Google Analytics. (2014). *Google Analytics*. Obtenido de Google Analytics Web site: <https://support.google.com/analytics/answer/1006230?hl=en>

- Hamilton, M., & Rousskov, A. (Diciembre de 1998). *Squid Cache*. Obtenido de Squid Cache Web site: <http://www.squid-cache.org/CacheDigest/cache-digest-v5.txt>
- Hofmann, M., & Beaumont, L. R. (2005). *Content Networking: Architecture, Protocols, and Practice*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Hull, S. (2002). *Content Delivery Networks: Web Switching for Security, Availability and Speed*. New York: McGraw-Hill/Osborne.
- Humanes, E. (8 de Mayo de 2013). *709 Mediaroom*. Obtenido de 709 Mediaroom Web site: <http://www.709mediaroom.com/adobe-despide-a-cs7-y-da-la-bienvenida-a-creative-cloud/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2012). *INEC*. Obtenido de INEC Web site: http://www.inec.gob.ec/sitio_tics/presentacion.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2013). *INEC*. Obtenido de INEC Web site: http://www.inec.gob.ec/sitio_tics2012/presentacion.pdf
- ITU. (2014). *International Telecommunication Union*. Obtenido de International Telecommunication Union Web site: <http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/explorer/index.html>
- Jamin, S., & Jin, C. (2000). On the placement of Internet Instrumentation. In *Proc. of IEEE INFOCOM*, (págs. 295-304). Tel-Aviv.
- Jamin, S., & Jin, C. (2001). Constrained mirror placement on the Internet. *INFOCOM 2001. 20th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Comm. Societies. Proceedings.*, 31-40.
- Johnson, K. L., & Carr, J. F. (2000). The measured performance of Content Distribution Networks. In *5th International Workshop on Web Caching and Content Distribution*.
- Juniper Networks. (Octubre de 2014). *Juniper Networks*. Obtenido de Juniper Networks Web site: <http://www.juniper.net/us/en/products-services/switching/>
- Kangasharju, J., & Roberts, J. (2002). Object replication strategies in content distribution networks. *Computer Communications*, 25(4), 367-383.
- Kissmetrics. (2014). *Kissmetrics*. Obtenido de Kissmetrics Web site: <http://blog.kissmetrics.com/wp-content/uploads/2011/04/loading-time-sml.jpg>
- Krishnamurthy, B., & Willis, C. (2001). On the use and performance of content distribution networks. *Proceedings of 1st International Internet Measurement Workshop* (págs. 169-182). ACM PRESS.

- Krishnan, P., & Raz, D. (2000). The cache location problem. *IEEE/ACM Transaction on Networking*.
- LBNL's Network Research Group . (2014). *LBNL's Network Research Group*. Obtenido de LBNL's Network Research Group Web site: <http://ee.lbl.gov/kfall/netsims.html>
- LEVEL 3. (7 de Octubre de 2014). Monitoreos de tráfico. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Li, B., & Golin, M. J. (1999). On the optimal placement of Web proxies in the Internet. *In Proc. of IEEE INFOCOM*, (págs. 1282-1290). New York.
- Milojicic, D. S., & Kalogeraki, V. (2002). *Peer-to-peer computing. Technical Report*. Palo Alto, CA: HP Laboratories.
- Molina Moreno, B. (2013). TESIS DOCTORAL UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. *ESTUDIO, ANÁLISIS Y DESARROLLO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDO Y SU ALGORITMO DE REDIRECCIÓN DE USUARIOS PARA SERVICIOS WEB Y STREAMING*. Valencia, España.
- NetLife. (2014). *NetLife*. Obtenido de NetLife Web site: <http://www.netlife.ec/planes/hogares/internet-de-alta-velocidad/nuestros-planes/>
- OBS, Online Business School. (12 de Marzo de 2015). *Online Business School*. Obtenido de <http://www.obs-edu.com/>
- Pallis, G., & Vakali, A. (2006). Insight and perspectives for content delivery networks. *Communications of the ACM*, 49(1), 101-106.
- Pantoja Paredes, V. C. (2006). TESIS UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL. *PLAN ESTRATÉGICO PARA EL DEPARTAMENTO DE CRÉDITO Y COBRANZAS DEL GRUPO VITAZO*. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/6332/1/27209_1.pdf
- Partridge, C., & Mendez, T. (1993). *Host anycasting service*. Internet Engineering Task Force, RFC 1546.
- Peng, G. (2003). *CDN: Content distribution network*. State University of New York, Experimental Computer Systems Lab, Department of Computer Science. New York: StonyBrook University.
- Plagemann, T., Goebel, V., Mauthe, A., Mathy, L., Turletti, T., & Urvoy-Keller, G. (2006). From content distribution to content networks – issues and challenges. *Computer Communications*, 29(5), 551-562. Obtenido de http://www.msit2005.mut.ac.th/msit_media/1_2552/ITEC0950/Materials/20090917130955Er.pdf

- Prensa Escrita. (2014). *Prensa Escrita*. Obtenido de Prensa Escrita Web site: <http://www.prensaescrita.com/america/ecuador.php>
- Pueyrredon, M. (2 de Junio de 2009). *Emprende El Mundo*. Obtenido de Emprende Mundo Web site: <http://emprende-el-mundo.blogspot.com/2009/06/comercio-electronico-entrevista-con.html>
- Qiu, L., & Padmanabhan, V. N. (2001). On the placement of Web server replicas. *In Proc. of IEEE INFOCOM*, (págs. 1587-1596). Anchorage, Alaska.
- Salinas Huerta, S. (2013). *Scooma Design*. Obtenido de Scooma Design Web site: <http://www.scoomadesign.com/index.php/labs/item/4-las-5-necesidades-de-los-usuarios-que-su-marca-puede-atender>
- Sivasubramanian, S., & Pierre, G. (2007). Analysis of caching and replication strategies for Web applications. *IEEE Internet Computing*, 60-66.
- Sivasubramanian, S., & Szymaniak, M. (2004). *Replication of Web hosting*. New York: ACM Press.
- Stackoverflow. (13 de Agosto de 2012). *Stackoverflow*. Obtenido de Stackoverflow Web site: <http://stackoverflow.com/questions/11928903/is-cdn-and-cloud-are-same>
- Super Micro, Inc. (Octubre de 2014). *Super Micro, Inc.* Obtenido de Super Micro, Inc. Web site: <http://www.supermicro.com/products/system/>
- Superintendencia de Bancos y Seguros. (Febrero de 2014). *Superintendencia de Bancos y Seguros*. Obtenido de Superintendencia de Bancos y Seguros Web Site: http://www.sbs.gob.ec/practg/sbs_index?vp_art_id=&vp_tip=6&vp_buscr=/practg/pk_cons_bdd.p_bal_entdd_finnc
- Szymaniak, M., & Pierre, G. (2003). *Netairt: a DNS-based redirection system for apache*. Portugal: Algrave.
- TagMan Team. (14 de Marzo de 2012). *TagMan Team*. Obtenido de TagMan Team Web site: <http://www.tagman.com/mdp-blog/2012/03/just-one-second-delay-in-page-load-can-cause-7-loss-in-customer-conversions/>
- Tendencias Digitales. (25 de Septiembre de 2012). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare Web site: http://www.slideshare.net/Tendencias_Digitales/evento-tendencias-digitales-2012?related=4
- Tendencias Digitales. (18 de Octubre de 2013). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare Web site: http://www.slideshare.net/Tendencias_Digitales/presentacin-evento-2013?related=3

- TV CABLE. (10 de Febrero de 2014). *Grupo TV Cable*. Obtenido de Grupo TV Cable Web site:
<http://www.grupotvcable.com/grupo/internet>
- University of California. (2014). *SETI@Home*. Obtenido de SETI@Home Web Site:
<http://setiathome.ssl.berkeley.edu/>
- Vakali, A., & Pallis, G. (Noviembre / Diciembre de 2003). Content delivery networks: status and trends. *IEEE Internet Computing*, 7(6), 68-74.
- Valloppillil, V., & Ross, K. W. (26 de Febrero de 1998). *IETF*. Obtenido de IETF Web site:
<http://tools.ietf.org/html/draft-vinod-carp-v1-03>
- Vixie, P., & Wessels, D. (Enero de 2000). *IETF*. Obtenido de IETF Web site:
<https://tools.ietf.org/html/rfc2756>
- Wessels D., C. K. (Septiembre de 1997). *IETF*. Obtenido de IETF Web site:
<https://www.ietf.org/rfc/rfc2186.txt>
- Wikipedia. (24 de Julio de 2014). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia Web site:
http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Canales_de_televisi%C3%B3n_de_Ecuador
- Wolfram Alpha. (25 de Abril de 2015). *www.wolframalpha.com*. Obtenido de www.wolframalpha.com:
<http://www.wolframalpha.com/input/?i=solve+130800x%5E5-45260.49x%5E4-40491.90x%5E3-33783.90x%5E2-29008.33x-7666.12%3D0>
- Wolfram Alpha. (27 de Abril de 2015). *www.wolframalpha.com*. Obtenido de www.wolframalpha.com:
<http://www.wolframalpha.com/input/?i=solve+130800x%5E5-54320.30x%5E4-52188.87x%5E3-48170.79x%5E2-41879.51x-32765.06%3D0>
- Wu, B., & Kshemkalyani, A. D. (2006). Objective-optimal algorithms for long-term Web Prefetching. *IEEE Transactions on Computers*, 2-17.
- XMundo Networks. (29 de Diciembre de 2011). *XMundo*. Obtenido de XMundo Web site:
<http://blog.xmundo.net/usos-tendencias-de-internet-en-america-latina/>

ANEXOS