



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**MIGRACIÓN DE PLATAFORMA SATELITAL DVB-S A DVB-S2
PARA EL SERVICIO DTH**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
ELECTRICISTA**

JUAN PABLO VALENZUELA QUINTANILLA

**PROFESOR GUÍA:
FERNANDO PAVEZ SOTO**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
NÉSTOR BECERRA YOMA
MAURICIO VIDAL VÉJAR**

**SANTIAGO DE CHILE
ENERO DE 2010**

RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL ELECTRICISTA
POR: JUAN PABLO VALENZUELA QUINTANILLA
FECHA: 08/04/2010
PROF. GUIA: FERNANDO PAVEZ SOTO.

MIGRACIÓN DE PLATAFORMA SATELITAL DVB-S A DVB-S2 PARA EL SERVICIO DTH

La transmisión vía satélite ha evolucionado notablemente debido a la introducción de nuevos esquemas de modulación y de protección de errores más eficaces. El estándar *Digital Video Broadcasting- Satellite 2* (DVB-S2) perfecciona la generación anterior con una mayor eficiencia y mejores prestaciones en los servicios ofrecidos. Esto último es de vital importancia para generar modelos de negocios rentables debido a que en la actualidad el recurso de segmento satelital es escaso, por ende, el ancho de banda se transforma en un factor determinante para cualquier empresa que ofrece servicios satelitales.

El objetivo general del presente trabajo de título es determinar la conveniencia de efectuar una migración desde plataformas satelitales existentes DVB-S hacia DVB-S2 para un escenario de servicio *Direct to Home* (DTH). El estudio busca disponer de una evaluación técnico-económica de dichas tecnologías de manera de visualizar el beneficio asociado a la migración y proponer un plan de ingreso al estándar analizado, de manera tal que se obtenga la máxima rentabilidad y menor impacto para una empresa de televisión satelital, sujeto a una estrategia de cambio de los actuales *Set Top Boxes*.

El análisis de la norma DVB-S2 se realiza a través de las alternativas técnicas que establece el estándar para la transmisión de señales de televisión en calidad estándar (SDTV) y alta definición (HDTV), incorporando también la opción de la operación del servicio en modo compatible con la actual tecnología. La evaluación económica se efectúa mediante el estudio de tres escenarios que permiten generar nuevas propuestas de valor para el operador DTH.

Los resultados del trabajo ratifican los beneficios de esta nueva tecnología a través del uso eficiente de los recursos disponibles. La optimización del ancho de banda conlleva la integración de nuevas propuestas audiovisuales y servicios interactivos que aumenten la fidelización del cliente y atraigan a nuevos subscriptores.

Las conclusiones del análisis técnico-económico llevan a recomendar la implementación del estándar DVB-S2 a través del modo compatible con la tecnología actual, debido a la fuerte inversión asociada al recambio de receptores de los abonados. Adicionalmente, se propone una estrategia de intercambio gradual de los actuales *Set Top Boxes* y promociones que ayuden a efectuar este objetivo.

En relación al trabajo futuro se sugiere el desarrollo de un canal de retorno para la plataforma DTH que permita una mayor interacción entre usuario y sistema. Además de incorporar nuevos servicios interactivos aprovechando la optimización del ancho de banda debido a la incorporación de la tecnología DVB-S2. Conjuntamente, utilizar este estudio como base para la incorporación de IPTV vía satélite. Finalmente, el aprovechamiento con fines tanto docentes como privados del balance de enlace desarrollado para el nuevo estándar.

Agradecimientos

En esta etapa tan importante de mi vida quisiera agradecer en primer lugar a mi familia. A mi madre, quien con su apoyo, preocupación y esfuerzo ha sido un pilar fundamental en el desarrollo de mi vida. A mi padre y hermanas quienes son parte importante también para haber podido alcanzar este logro. A mi ahijada Martina, de quien espero ser un buen ejemplo. A mi mami, por su constante preocupación y espero que este con nosotros por mucho tiempo más. Además, a todos mis tíos, tías, primos y primas.

Igualmente, quisiera agradecer a una persona maravillosa, quien ha sido factor fundamental en este proceso, que me acompañó, ayudó y motivó en los buenos y malos momentos; siempre ha sido un gran soporte e inspiración para finalizar esta etapa de mi vida a través de su preocupación, amor, motivación y felicidad que me han hecho llegar a buen puerto. Me refiero a ti, María Eugenia. Te amo.

Esta meta no podría haber finalizado sin la participación esencial del Ingeniero Mauricio Vidal y el Profesor Fernando Pavez, quienes me permitieron desarrollar esta memoria a través de sus enriquecedores comentarios, consejos, disposición, confianza, voluntad. Por todo esto y muchas cosas más se los agradezco mucho.

No puedo olvidar de mencionar y agradecer a mi amigo Nicolás, quien ha estado a lo largo de mi vida universitario dando su apoyo, consejos y amistad. Conjuntamente, agradecer a todos aquellos quienes han participado de alguna u otra forma en mi proceso universitario con los cuales compartí horas de estudios, trabajos, informes, alegrías y penas : Rafa, Ariel O., Héctor (Breaker), Max, Carola, Manu, Murgas, Francisco (Guatón), Vannia, Germán, Paul, Daniel (Machine), Ariel Y.

Finalmente, no quisiera desconocer a las instituciones y funcionarios que han participado en mi educación y formación a lo largo de mi vida. Dentro de las instituciones están el Colegio Lorenzo Sazié, Liceo José Victorino Lastarria, DIE, FCFM y Universidad de Chile. Entre los funcionarios cabe mencionar Ana María Bueno, Violeta Mahan, Arquímedes, Guillermo Cifuentes, Néstor Becerra.

*Sin el Apoyo de Todos Uds., Nada de Esto Hubiese Sido Posible.
Gracias Totales*

Índice de Contenidos

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	8
1.1 MOTIVACIÓN	8
1.2 ALCANCE	9
1.3 OBJETIVO GENERAL	9
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
1.5 DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO	10
CAPÍTULO II EVOLUCIÓN DE LA RADIODIFUSIÓN VÍA SATÉLITE	12
2.1 SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN POR SATÉLITE	12
2.2. POSICIONES ORBITALES	12
2.3 EL SATÉLITE COMO SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	13
2.3.1 Enlace Ascendente	13
2.3.2 Enlace Descendente	13
2.3.3 Cobertura del satélite.....	14
2.3.4 Atenuaciones en el espacio	15
2.3.5 Características generales de las comunicaciones por satélite	16
2.3.6 La televisión analógica vía satélite	16
2.3.7 La televisión digital vía satélite	17
2.3.8 Servicio DTH (Direct to Home).....	17
2.4 PLATAFORMA DVB-S PARA TRANSMISIÓN VÍA SATÉLITE	18
2.5 PLATAFORMA DVB-S2	18
2.5.1 Descripción del Sistema de Transmisión DVB-S2.....	18
2.5.2 Definición del Sistema DVB-S2	19
2.5.3 Configuraciones del Sistema DVB-S2	20
2.5.4 Arquitectura del Sistema DVB-S2.....	21
2.5.5 Especificaciones de los Subsistemas DVB-S2.....	21
2.5.6 Codificación FEC (Forward Error Correction).....	22
2.5.7 Mapeo de Bits en la Constelación	25
2.5.8 Rendimiento de DVB-S2 ante errores.....	28
2.5.9 Parámetros de transmisión forward para la señal DVB-S2.....	30
2.5.10 Parámetros de Calidad del Enlace DVB-S2.....	32
2.5.11 Escenarios de aplicación para DVB-S2	37
CAPÍTULO III ESTUDIO TÉCNICO DE MIGRACIÓN.....	40
3.1 MARCO GENERAL	40
3.2 ANTECEDENTES DE EXPERIENCE TV	41
3.3 ANÁLISIS TÉCNICO.....	42
3.3.1 DVB-S	43
3.3.2 DVB-S2 en Modo Compatible con DVB-S.....	44
3.3.3 DVB-S2 Modo CCM.....	45
3.3.4 DVB-S2 Modo VCM para Diferentes Servicios.....	47
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES.....	50
4.1 DVB-S	50
4. 2 DVB-S2 EN MODO COMPATIBLE CON DVB-S.....	51
4. 3 DVB-S2 MODO CCM	52
4.4 DVB-S2 MODO VCM PARA DIFERENTES SERVICIOS.....	53

CAPÍTULO V EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	55
5.1 Escenario 1: <i>Mantenimiento de plataforma DVB-S</i>	55
5.2 Escenario 2: <i>Migración total a DVB-S2</i>	59
5.3 Escenario 3: <i>Transición a DVB-S2 Modo Compatible DVB-S</i>	63
CAPÍTULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	68
6.1. DISCUSIÓN TÉCNICA	68
6.2 <i>Discusión Económica</i>	69
CAPÍTULO VII CONCLUSIONES.....	75
7.1. CONCLUSIONES GENERALES.....	75
7.2. CONCLUSIONES SOBRE ESTRATEGIA DE MIGRACIÓN	76
7.3. CONCLUSIONES FINALES	77
7.4. TRABAJOS FUTUROS	77
BIBLIOGRAFÍA	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
APUNTES DE CLASE.....	81
ANEXOS.....	82
A. PLAN DE NEGOCIOS PARA EXPERIENCE TV (ESCENARIO 3)	82
A.1. ASPECTOS ESTRATÉGICOS	82
A.1.1. <i>Análisis estratégico del negocio</i>	82
<i>Capacidades o recursos distintivos</i>	83
A.1.2. <i>Análisis estratégico externo: Atractividad del mercado</i>	84
A.1.3. <i>Análisis estratégico interno: Competencias</i>	84
A.2. ASPECTOS COMERCIALES.....	86
A.2.1. <i>Análisis Comercial</i>	86
A.2.2. <i>Mix Comercial</i>	88
A.3. ANÁLISIS FODA	90
A.3.1. <i>Fortalezas</i>	90
A.3.2. <i>Oportunidades</i>	91
A.3.3. <i>Debilidades</i>	91
A.3.4. <i>Amenazas</i>	92
A.4. PROPUESTA COMERCIAL	92
A.4.1. <i>Servicios Interactivos</i>	92
A.4.2. <i>QuieroVerGratis: Canal Publicitario-Encuesta</i>	95
A.4.3. <i>Experience Club</i>	96
A.4.4. <i>Publicidad Interactiva</i>	97
B. COMENTARIOS SOBRE SERVICIOS INTERACTIVOS PARA TELEVISIÓN	98
C. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS UTILIZADOS PARA APLICACIONES DE BROADCASTING EN ESTE ESTUDIO	100
C.1. DEFINICIÓN ESTÁNDAR (SD) TV	100
C.2. DEFINICIÓN ESTÁNDAR (SD) TV: VoD Y CONTENIDO PREMIUM	100
C.3. ALTA DEFINICIÓN (HD) TV.....	100
D. ESTADÍSTICAS ASOCIADAS AL ESTUDIO	102

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1. CINTURÓN DE CLARK.	12
FIGURA 2.2. POSICIÓN ORBITAL DE SATÉLITES	13
FIGURA 2.3. HUELLA DE UN SATÉLITE	14
FIGURA 2.4. HACES DE UN SATÉLITE.....	15
FIGURA 2.5. ESQUEMA SIMPLIFICADO DE ARQUITECTURA DE UN SISTEMA DTH.	18
FIGURA 2.6. DIAGRAMA DE BLOQUES FUNCIONAL DEL SISTEMA DVB-S2.	21
FIGURA 2.7. FORMATO DE LOS DATOS ANTES DEL ENTRELAZADOR DE BIT. ($N_{LDPC} = 64800$ BITS PARA FECFRAME NORMAL, $N_{LDPC} = 16200$ BITS PARA FECFRAME CORTA).	22
FIGURA 2.8. MAPEO DE BITS EN LA CONSTELACIÓN QPSK.....	25
FIGURA 2.9. MAPEO DE BITS EN LA CONSTELACIÓN 8PSK.	26
FIGURA 2.10. CONSTELACIÓN PARA LA SEÑAL 16APSK.....	26
FIGURA 2.11. CONSTELACIÓN PARA LA SEÑAL 32APSK.....	27
FIGURA 2.12. EJEMPLOS DE TASAS DE BITS R_U VERSUS TASAS DE CÓDIGO LDPC, POR UNIDAD DE TASA DE SÍMBOLOS R_S	30
FIGURA 2.13. C/N REQUERIDO VERSUS EFICIENCIA ESPECTRAL. (C/N SE REFIERE A LA POTENCIA PROMEDIO).	34
FIGURA 2.14. C/N REQUERIDO VERSUS EFICIENCIA ESPECTRAL PARA UNA ANCHO DE BANDA CONSTANTE $AB = R_S \cdot (1+A)$ SOBRE UN CANAL AWGN (DEMODULACIÓN IDEAL).	35
FIGURA 2.15. C/N REQUERIDO PARA HP Y LP VERSUS EL ÁNGULO DE LA CONSTELACIÓN NO UNIFORME 8PSK SOBRE UN CANAL AWGN.	38
FIGURA 3.1. HUELLA DEL SATÉLITE AMAZONAS I.	41
FIGURA 3.2. VCM POR SERVICIOS SDTV Y HDTV	48
FIGURA 5.1. TASA DE RETORNO	55
FIGURA 5.2. ARQUITECTURA SIMPLIFICADA DEL ESCENARIO 1	56
FIGURA 5.3. ARQUITECTURA SIMPLIFICADA DEL ESCENARIO 2	60
FIGURA 5.4. ARQUITECTURA SIMPLIFICADA DEL ESCENARIO 3	64
FIGURA A.1. LOGO DE EXPERIENCE TV	87
FIGURA A.2. EPG	93
FIGURA A.3. TELETTEXTO	93
FIGURA A.4. NOTICIAS DE ÚLTIMA HORA	94
FIGURA A.5. INCORPORACIÓN DE ESTADÍSTICAS A PARTIDOS DE FÚTBOL.....	95
FIGURA A.6. INSERCIÓN DE ENCUESTAS EN CANAL DE PUBLICIDAD.....	95
FIGURA A.7. PUBLICIDAD QUE APARECEN DURANTE LA EMISIÓN DEL PROGRAMA	97
FIGURA B.1. SERVICIOS INTERACTIVOS	98
FIGURA C.1. MOS REFERENTE A MPEG-4 PARTE 10 (AVC).....	101

Índice de Gráficos

GRÁFICO 3.1. SUSCRIPTORES DE SERVICIOS LIMITADOS DE TELEVISIÓN	40
GRÁFICO 3.2. NÚMEROS DE PROGRAMAS SDTV Y HDTV CON QPSK-ROLL OFF 35%.....	44
GRÁFICO 3.3. NÚMEROS DE PROGRAMAS SDTV Y HDTV CON DVB-S2 BC.....	45
GRÁFICO 3.4. NÚMEROS DE PROGRAMAS SDTV Y HDTV CON QPSK-ROLL OFF 25%.....	46
GRÁFICO 3.5. NÚMEROS DE PROGRAMAS SDTV Y HDTV CON 8-PSK-ROLL OFF 35%	47
GRÁFICO 3.6. NÚMEROS DE PROGRAMAS SDTV CON VCM-ROLL OFF 35%.....	49
GRÁFICO 3.7. NÚMEROS DE PROGRAMAS HDTV CON VCM-ROLL OFF 35%.....	49
GRÁFICO 4.1. RESTRICCIONES DE MODULACIÓN JERÁRQUICA	51
GRÁFICO 6.1. EFICIENCIA ESPECTRAL DVB-S v/s DVB-S2	68
GRÁFICO 6.2. COMPARACIÓN ENTRE VAN Y TASA DE DESCUENTO	70
GRÁFICO 6.3. SENSIBILIDAD DEL VAN A LA TASA DE DESCUENTO UTILIZADA.....	72
GRÁFICO 6.4. SENSIBILIDAD DEL TIR FRENTE A VARIACIONES DEL DÓLAR	72
GRÁFICO 6.5. SENSIBILIDAD DEL VAN FRENTE A VARIACIONES DEL DÓLAR	73
GRÁFICO 6.6. RELACIÓN ENTRE EL AUMENTO DE CANALES SD EN EL SATÉLITE Y COSTO EFECTIVO DE TRANSPONDEDOR.....	73
GRÁFICO D.1. ENCUESTA CONSEJO NACIONAL DE TELEVISIÓN: RAZONES PARA NO TENER TV POR PAGO	102
GRÁFICO D.2. DESGLOSE DE ENCUESTA DE ACUERDO A ESTRATOS SOCIALES.....	102
GRÁFICO D.3. PENETRACIÓN POR BIENES Y SERVICIOS POR SEGMENTO, EN SANTIAGO (2007)	103

Índice de Tablas

TABLA 2.1. FRECUENCIAS DE SUBIDA	13
TABLA 2.2. FRECUENCIAS DE BAJADA	13
TABLA 2.3. CONFIGURACIONES DEL SISTEMA DVB-S2 Y ÁREAS DE APLICACIÓN.	20
TABLA 2.4. PARÁMETROS DE CODIFICACIÓN PARA FECFRAME NORMAL ($N_{LDPC} = 64800$).....	23
TABLA 2.5. PARÁMETROS DE CODIFICACIÓN PARA FECFRAME CORTA ($N_{LDPC} = 16200$).....	24
TABLA 2.6. ESTRUCTURA DEL ENTRELAZADOR DE BIT.....	25
TABLA 2.7. RELACIÓN DE RADIOS DE CONSTELACIÓN ÓPTIMOS Γ PARA 16APSK.	27
TABLA 2.8. RELACIÓN DE RADIOS DE CONSTELACIÓN ÓPTIMOS Γ_1 Y Γ_2 PARA 32APSK.	28
TABLA 2.9. EFICIENCIAS DE MODULACIÓN DEL SISTEMA DVB-S2.....	28
TABLA 2.10. RENDIMIENTO E_s/N_0 PARA UN PER = 10^{-7} , A UN NIVEL CASI LIBRE DE ERRORES (CANAL AWGN).	29
TABLA 2.11. TASA DE BITS [Mbps] PARA UNA TASA DE SÍMBOLOS DE 7,2 [MBAUDIOS].	31
TABLA 2.12. ESPACIAMIENTOS DE PORTADORA MÍNIMO B_s/R_s TÍPICOS.	33
TABLA 2.13. LECTURAS DE C/N Y DE TASA DE BITS OBTENIDOS DE LA FIGURA 2.14.	36
TABLA 3.1. PARÁMETROS DEL SATÉLITE AMAZONAS I.....	41
TABLA 3.2. PARÁMETROS DEL SERVICIO DTH DE EXPERIENCE TV.	42
TABLA 3.3. TASA DE COMPRESIÓN DE VIDEO.	42
TABLA 3.4. MARGEN DEL SISTEMA CON MODULACIÓN QPSK Y ROLL-OFF DE 35%.....	43
TABLA 3.5. RENDIMIENTO DEL SISTEMA CON MODULACIÓN JERÁRQUICA	45
TABLA 3.6. MARGEN DEL SISTEMA CON MODULACIÓN QPSK Y ROLL-OFF DE 25%.....	46
TABLA 3.7. MARGEN DEL SISTEMA CON MODULACIÓN 8-PSK Y ROLL-OFF DE 35%	47
TABLA 3.8. ASIGNACIÓN DE LOS RECURSOS PARA VCM	48
TABLA 3.9. MARGEN DEL SISTEMA CON VCM Y QPSK- ROLL OFF DE 35%	48
TABLA 3.10. MARGEN DEL SISTEMA CON VCM Y 8PSK-ROLL OFF DE 35%.....	48
TABLA 4.1. BALANCE DE ENLACE DEL SISTEMA.....	50
TABLA 4.2. ANTECEDENTES DE DTH CON DVB-S.....	50
TABLA 4.3. COMPARACIÓN ENTRE DVB-S Y DVB-S2 BC	52
TABLA 4.4. COMPARACIÓN ENTRE DVB-S Y DVB-S2 QPSK	52
TABLA 4.5. COMPARACIÓN ENTRE DVB-S Y DVB-S2 8PSK.....	53
TABLA 4.6. COMPARACIÓN ENTRE DVB-S Y DVB-S2 VCM	54
TABLA 5.1. INVERSIÓN INICIAL ESCENARIO 1	56
TABLA 5.2. FLUJO DE CAJA ESCENARIO 1	58
TABLA 5.3. OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO TRANSPONDEDOR.....	59
TABLA 5.4. INVERSIÓN INICIAL ESCENARIO 2	60
TABLA 5.5 FLUJO DE CAJA ESCENARIO 2.....	62
TABLA 5.6. OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO TRANSPONDEDOR.....	63
TABLA 5.7. INVERSIÓN INICIAL ESCENARIO 3	64
TABLA 5.8. FLUJO DE CAJA ESCENARIO 3	66
TABLA 5.9. RESULTADOS OBTENIDOS PARA STBs HD.....	67
TABLA 5.10. OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO TRANSPONDEDOR.....	67
TABLA 6.1. COMPARACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE ACUERDO A CRITERIOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA	69
TABLA A.1. COMPARACIÓN ENTRE COMPAÑÍAS DEL MERCADO	83
TABLA A.2. CINCO FUERZAS DE PORTER	84
TABLA A.3. ACTIVIDADES DE SOPORTE	85
TABLA A.4. ACTIVIDADES PRIMARIAS	86
TABLA A.5. TIPIFICACIÓN DE ACUMULACIÓN DE MEGUs.....	96
TABLA A.6. PUNTOS OTORGADOS POR PAGAR LA CUENTA	96
TABLA C.1. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS SDTV.....	100
TABLA C.2. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS SDTV VoD	100
TABLA C.3. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS HDTV	100

Capítulo I

Introducción

1.1 Motivación

El desarrollo del servicio DTH se debió a dos factores claves: el estándar de compresión y transporte MPEG-2 (*Motion Picture Expert Group-2*) y el estándar de transmisión DVB-S (*Digital Video Broadcasting- Satellite*). La combinación de las técnicas de compresión, la utilización de técnicas de comunicación digital y la transmisión del contenido a través de los satélites geoestacionarios, han hecho que la oferta televisiva de los sistemas DTH se haya incrementado explosivamente, el precio por programa transmitido se ha reducido significativamente y los conjuntos de recepción se caracterizan por el uso de antenas parabólicas de diámetro pequeño y bajo costo. Este hecho se ve ratificado por las actuales plataformas de DTH internacionales en base a estos dos factores, en particular algunas que ofrecen sus servicios en nuestro país.

La transmisión digital vía satélite ha evolucionado notablemente debido a la introducción de nuevos esquemas de modulación y de protección de errores más eficaces. Además, la tendencia a nivel mundial es tener un modelo estándar para televisión digital con excelentes características tal como lo permite la plataforma DVB-S2.

El estándar DVB-S2 recoge e implementa las técnicas más avanzadas de transmisión por satélite, mejorando la generación anterior. Esta tecnología, en combinación con los nuevos esquemas de compresión avanzados (MPEG-4 parte 10), permite una mayor eficiencia y mejores prestaciones en los servicios ofrecidos en comparación a DVB-S. Esto último es de vital importancia para generar un modelo de negocios rentable debido a que en la actualidad el recurso de segmento satelital es escaso y existe una alta demanda, por lo cual, el ancho de banda se transforma en un recurso extremadamente valioso para cualquier empresa que ofrece servicios vía satélite.

El consumo de televisión en Chile es elevado en comparación al resto de los medios de comunicación. El rol de las audiencias resulta determinante a la hora de la difusión de contenido publicitario a través de la televisión, así como la recepción de éste por parte de los públicos masivos. No obstante, la televisión por pago tiene una baja penetración en el país debido a diferentes factores, dentro de los cuales el más relevante de acuerdo a la encuesta realizada por el Consejo Nacional de Televisión (2005) resultó ser la percepción efectiva de que el producto es costoso. Este hecho resulta notoriamente explícito en la baja penetración de la televisión por pago en sectores C2C3.

Conjuntamente, un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística llamado Los Chilenos y la Cultura (Diciembre 2006) muestra que la cantidad promedio de televisores por hogar en Chile es de 2,3 con una media de consumo diario de televisión abierta y

pagada de 3 horas 4 minutos. Esto demuestra un hábito arraigado en las personas por ver televisión.

Además, la extensa geografía que posee Chile resulta conveniente la utilización de una plataforma satelital para ofrecer el servicio de televisión en zonas donde la televisión vía cable coaxial no es rentable y/o factible. Esto se ve complementado con la amplia cobertura que permite una transmisión vía satélite de acuerdo a las características del satélite utilizado.

De estas situaciones, nace la necesidad de comprobar el real beneficio que presentaría una migración hacia la nueva tecnología de transmisión satelital de acuerdo a una evaluación técnico-económica del sistema. Además, establecer un plan de negocios apropiado a este mercado y con ello aumentar la rentabilidad de este negocio.

1.2 Alcance

En el presente trabajo se define la arquitectura apropiada para establecer una adecuada migración a la tecnología DVB-S2. En consecuencia, se desarrolla un estudio a nivel técnico-económico de la incorporación del nuevo estándar a las plataformas DTH que en la actualidad se encuentren operando con la norma DVB-S.

En el contexto de esta memoria, se sugiere un plan de negocios que genera un real impacto en la rentabilidad de las soluciones establecidas. No obstante, el presente trabajo forma parte de un estudio técnico vinculado con una evaluación económica, por lo cual, no se consideran aspectos de evaluación comercial de los efectos que algunas propuestas podrían generar en la empresa como en el mercado de televisión por pago.

1.3 Objetivo General

El objetivo general de este trabajo de título es generar un documento que permita determinar la conveniencia de realizar una migración en la plataforma satelital desde la tecnología DVB-S hacia el nuevo estándar DVB-S2 para el servicio DTH. Por consiguiente, se busca disponer de una evaluación comparativa de dichas normas de manera de visualizar el beneficio asociado al cambio de tecnología y proponer un plan de ingreso al estándar analizado, de manera tal que se obtenga el máximo beneficio y menor impacto para una empresa. Conjuntamente, estipular una estrategia concerniente al cambio de Set Top Boxes de los actuales abonados.

1.4 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos de este trabajo son:

1. Realizar un estudio del estado del arte de la plataforma DVB-S2, con la finalidad de contextualizar el presente trabajo en el ámbito tecnológico al cual pertenece y dar a conocer

al lector el estado de las telecomunicaciones vía satélite en la actualidad.

2. Evaluar a nivel de prefactibilidad, la viabilidad técnico-económica de realizar una migración desde la tecnología DVB-S a DVB-S2.

3. Establecer la mejor combinación entre modulación y la tasa de corrección de errores para poder realizar un análisis comparativo que contemple posibles escenarios de migración desde DVB-S a DVB-S2.

1.5 Descripción del Documento

Este documento corresponde al trabajo de Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil Electricista. Está dividido en nueve capítulos, los cuales se describen a continuación:

1. Introducción: En este capítulo se plantean las motivaciones por las cuales este trabajo será llevado a cabo. Conjuntamente, se definen además el objetivo general de la memoria y se establecen los objetivos específicos.

2. Evolución de la Radiodifusión vía Satélite: En este capítulo se tratan temas que son necesario dominar para el correcto desarrollo del trabajo. Corresponde a una revisión bibliográfica en la que se describe el estado del arte en lo relativo a la radiodifusión vía satélite y sus tecnologías. Se abordan temas tales como el servicio DTH y las plataformas DVB-S y su nueva generación DVB-S2, entre otros.

3. Estudio Técnico de Migración: En este tercer capítulo, se realiza un análisis de las opciones técnicas que proporciona la tecnología DVB-S2 para el servicio DTH.

4. Análisis de las Soluciones: En este capítulo se realiza un análisis a los resultados obtenidos para las diferentes soluciones que proporciona la norma DVB-S2 en contraste a la plataforma satelital existente. Las comparaciones que se plantean en este documento se basan en los requisitos que presenta el servicio DTH.

5. Evaluación Económica: En este capítulo se desarrollan los escenarios a evaluar económicamente de acuerdo a criterios de evaluación de proyectos. Esta evaluación se enfoca en analizar los efectos económicos que implican la migración de la plataforma actual al nuevo estándar de transmisión satelital.

6. Discusión de Resultados: En este capítulo se plantean los comentarios y discusión relativos a los puntos tratados en el trabajo. Se entregan comentarios acerca de las metodologías utilizadas, las experiencias desarrolladas y los resultados obtenidos.

7. Conclusiones: En este capítulo se estipulan las conclusiones del trabajo en base a las actividades efectuadas, a los resultados obtenidos, al cumplimiento de los objetivos planteados y al conocimiento adquirido.

8. Bibliografía: Se mencionan en este capítulo las referencias bibliográficas utilizadas en el desarrollo de este trabajo.

9. Anexos: En este capítulo se entrega información adicional que es un complemento a la labor desarrollada y que puede resultar necesaria para una mejor comprensión de los temas tratados a lo largo del trabajo.

Capítulo II

Evolución de la Radiodifusión vía Satélite

2.1 Servicios de Radiodifusión de Televisión por Satélite

La primer idea que sugirió el establecimiento de comunicaciones mediante un satélite puede situarse en octubre de 1945, cuando el escritor Arthur C. Clarke publicó un artículo que abordaba la posibilidad de enviar y recibir señales de un lugar a otro del planeta situando una estación en el espacio a nivel del Ecuador terrestre, de forma que esa estación apareciera como si estuviera fija respecto de la Tierra. Esta órbita geostacionaria describe una trayectoria circular alrededor del planeta sobre la línea del Ecuador, y gira en el mismo sentido y a la misma velocidad angular que la Tierra con respecto a su movimiento de rotación. En esta órbita geostacionaria (GEO), también conocida como cinturón de Clark, es donde se sitúan todos los satélites geostacionarios de comunicaciones. [1]

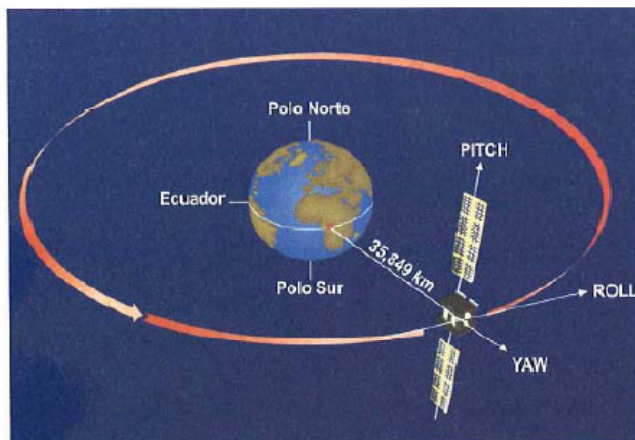


Figura 2.1. Cinturón de Clark.

2.2. Posiciones Orbitales

El satélite es estacionario con respecto a cualquier punto de la tierra, con lo cual se puede definir su posición orbital como el ángulo subtendido entre un punto de referencia en el Ecuador y el satélite. Este ángulo se mide como la diferencia de longitud entre el punto de referencia (meridiano Greenwich) y el punto donde la línea recta que une el centro de la Tierra y el punto donde el satélite corta al Ecuador.

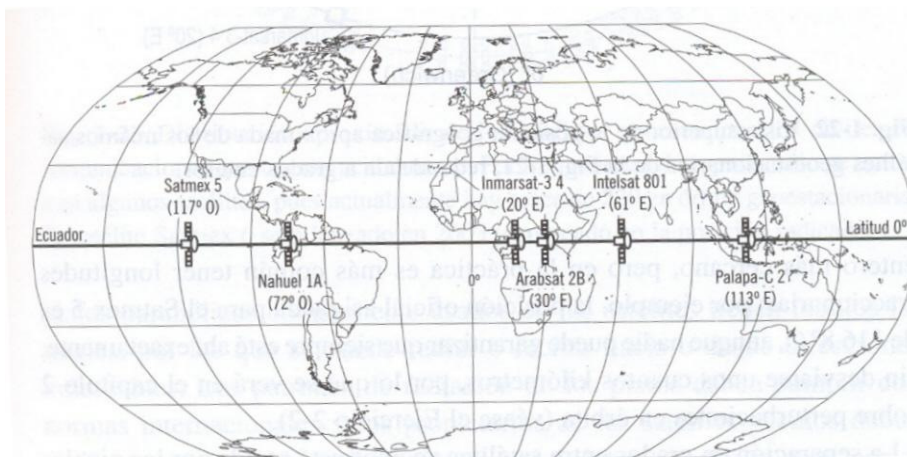


Figura 2.2. Posición orbital de satélites

2.3 El satélite como Sistema de Telecomunicaciones

El satélite de comunicaciones es un transmisor/receptor de ondas electromagnéticas, capta las transmisiones que se envían desde la Tierra, en el que se denomina enlace ascendente, y difunde la señal de servicio al usuario final, en el que se denomina enlace descendente.

2.3.1 Enlace Ascendente

El enlace ascendente determina la transmisión de los servicios de telecomunicaciones, es decir, el enlace ascendente es la trayectoria de la señal desde una estación terrena a un satélite. En este apartado se definen los términos más usados y sus características más importantes.

Banda satélite	Frecuencia de Uplink
Banda C	5,925 - 6,425 [GHz]
Banda Ku	14 - 14,5 [GHz]
Banda Ka	27,5 - 31 [GHz]

Tabla 2.1. Frecuencias de Subida

2.3.2 Enlace Descendente

El enlace descendente determina la recepción de los servicios de telecomunicaciones, en otras palabras corresponde a la ruta de señal de un satélite hacia la Tierra.

Banda satélite	Frecuencia de Downlink
Banda C	3,7 - 4,2 [GHz]
Banda Ku	11,7 - 12,7 [GHz]
Banda Ka	18,3 - 20,2 [GHz]

Tabla 2.2. Frecuencias de Bajada

2.3.3 Cobertura del satélite

La zona de cobertura de un satélite se define como la superficie terrestre que es iluminada por el satélite, la cual está determinada por el sistema *array* de antenas transmisoras en el satélite.

Los mapas de cobertura de los satélites son imprescindibles para el diseño de un sistema de recepción, estos mapas son el resultado de dibujar líneas o contornos de densidad de potencia constante sobre mapas geográficos. Este mapa de líneas se denomina la huella del satélite.

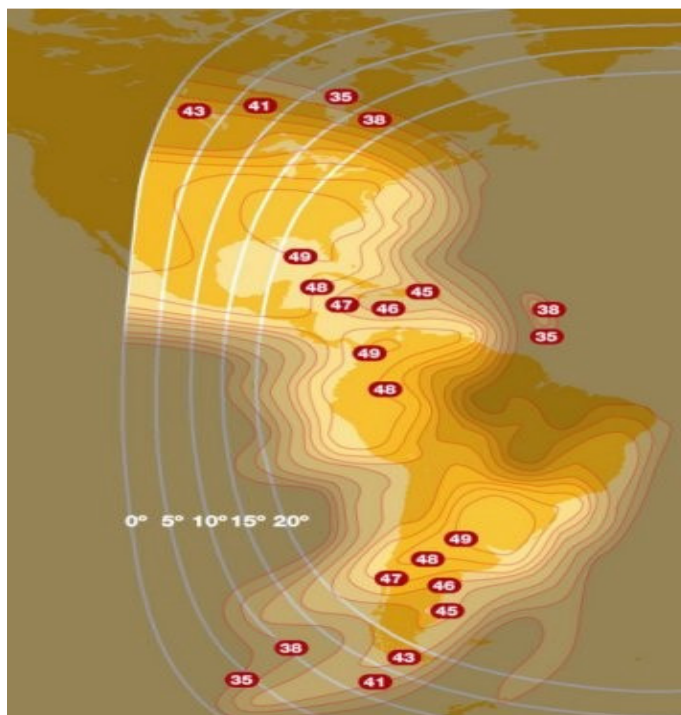


Figura 2.3. Huella de un satélite

Existen diferentes tipos de haz los cuales son:

- i. Haz global (Global Beam): Abarca la mayor parte de la superficie terrestre. Es la máxima área visible desde un satélite. Se utiliza para transmisiones transoceánicas de datos, telefonía, enlaces de contribución de televisión, entre otros.
- ii. Haz hemisférico (Hemi-global): Corresponde a la suma de haces de zona.
- iii. Haz zonal: Cubre una zona amplia de cobertura. Es el haz que corresponde con las plataformas de servicios de radio y televisión.
- iv. Haz puntal (Spot Beam): Es la cobertura de máxima potencia, el cual se centra en una parte relativamente pequeña de la superficie de tierras.

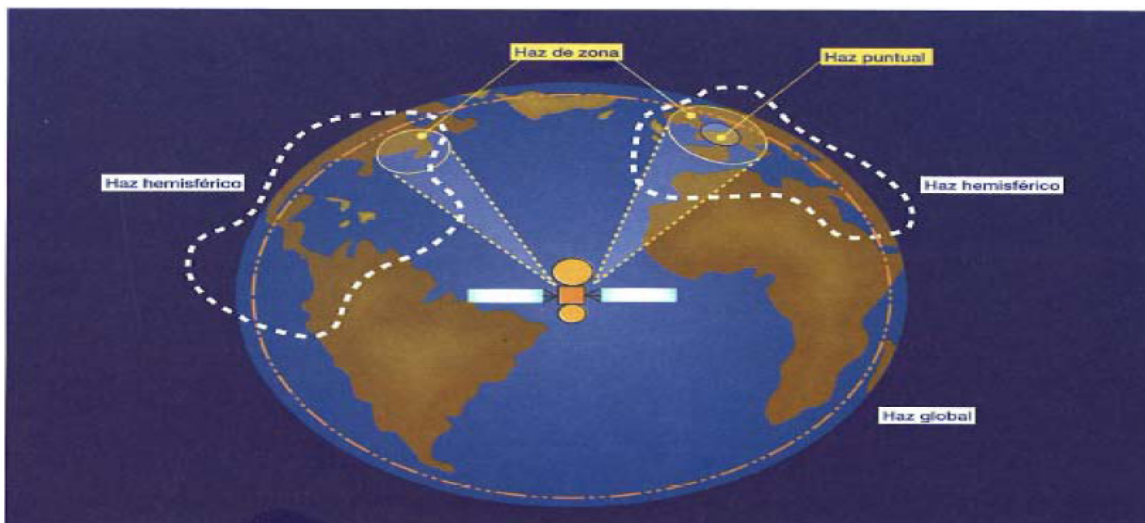


Figura 2.4. Haces de un satélite

2.3.4 Atenuaciones en el espacio

La atenuación de la señal por la antena del satélite depende fundamentalmente de la distancia y de la frecuencia, aunque los agentes atmosféricos pueden suponer pérdidas importantes.

La atenuación del espacio libre se puede calcular con la siguiente fórmula a [2]:

$$l_{e.l.} = \left(\frac{4 \cdot \pi \cdot D}{\lambda} \right)^2$$

Donde D es la distancia entre el satélite y el receptor, y λ es la longitud de onda. Por lo tanto, la atenuación es directamente proporcional al cuadrado de la distancia y para los satélites geoestacionarios esta atenuación es un factor importante. Entonces, a partir de los siguientes datos es posible obtener dicha atenuación.

$$f = 12 \text{ [GHz]} \quad \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ [m/s]}}{12 \cdot 10^9 \text{ [Hz]}} = \frac{3}{120} = 0,025 \text{ [m]} \quad D \approx 36.000 \text{ [Km]}$$

Sustituyendo, se obtiene:

$$l_{e.l.} = \left(\frac{4 \cdot \pi \cdot 36.000 \cdot 10^3}{0.025} \right)^2 = 3,27 \cdot 10^{20} \Rightarrow L_{e.l.} \text{ (dB)} = 10 \cdot \log(3,27 \cdot 10^{20}) = 205 \text{ [dB]}$$

Además, se debe considerar atenuaciones adicionales como las producidas por los agentes atmosféricos y por la intensidad de los mismos como por ejemplo lluvias, tormentas, entre otros. En estas condiciones se necesitan modulaciones en las que se pueda decodificar la señal con C/N muy bajas, por eso se utilizan modulaciones de FM y QPSK.

Al momento de considerar los agentes atmosféricos en el cálculo del factor de mérito del sistema de recepción y dependiendo de la tecnología que se utilice, analógica o digital, las atenuaciones adicionales a considerar tendrán diferente valor, siendo más restrictivas en la tecnología digital, ya que en este caso el umbral coincide con la imposibilidad de la recepción.

2.3.5 Características generales de las comunicaciones por satélite

Las comunicaciones a través de un satélite se caracterizan por un enlace del tipo punto-multipunto, indicando el modo de difusión del servicio. Además, la distancia a la que se encuentra el satélite condiciona las características de las antenas, por lo tanto, se debe utilizar antenas de gran directividad y ganancia para captar la señal, además de otras características más relacionadas con la banda de frecuencia de recepción y la instalación de las mismas.

Al momento de diseñar una estación receptora hay que tener en cuenta los agentes atmosféricos y además, que las frecuencias de los enlaces son muy altas. Actualmente, el diámetro de la antena parabólica se ha reducido ostensiblemente. Dentro de las razones que han conducido a ello se pueden mencionar las siguientes:

- a. Se transmite con mayor densidad de potencia.
- b. Los sistemas de recepción son más eficientes.
- c. Los *Low Noise Block Downconverter* (LNB) presentan figuras de ruidos muy bajas.
- d. Mejor iluminación del LNB a la antena.

2.3.6 La televisión analógica vía satélite

La codificación de la señal fuente de televisión que se utiliza en la transmisión vía satélite se corresponde con los estándares PAL, SECAM o NTSC. Para adecuar la señal al medio de transmisión hay que modular la señal fuente para superar las condiciones de difusión de tal forma que haga posible su recepción de modo sencillo y económico.

El sistema de modulación analógico por satélite utiliza la modulación en FM. Esta modulación necesita de un ancho de banda mucho mayor que el ancho de banda del mensaje, pero son muy robustas a interferencias y a la atenuación atmosférica, debido a que el mensaje se encuentra en las desviaciones de frecuencia y no en la amplitud. Para una correcta modulación se necesita un C/N relativamente pequeña.

2.3.7 La televisión digital vía satélite

Los sistemas de difusión digital definidos en el proyecto DVB (*Digital Video Broadcasting*) representan una familia de especificaciones que se ajustan a las características del medio de transmisión en el que se aplican. Hay bloques comunes en la codificación, y se comparte la señal fuente MPEG-2, sin embargo, los sistemas de modulación que se emplean son dependientes del medio de transmisión.

En la transmisión vía satélite se deben tener en cuenta aspectos diferenciales como la gran atenuación del medio, la limitación en potencia del transmisor (satélite de comunicaciones) y la atenuación atmosférica. Por ello, la modulación empleada no debe incorporar ningún tipo de información en la amplitud de la señal para soportar la linealidad y para evitar ser interferida por el ruido atmosférico. La condición de robustez frente a esas limitaciones es crítica, aunque lo sea a expensas de perder cierta eficiencia espectral, es decir, cantidad de símbolos transmitidos por Hertz. Por este motivo la modulación que se utiliza en las transmisiones de televisión vía satélite digital es la QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*), debido a que reúne las características antes mencionadas de robustez frente al ruido, enviando la información en las variaciones de fase de la señal.

La diferencia fundamental entre la transmisión por satélite analógica y la digital radica en que la señal moduladora, es decir, la señal en banda base, en el caso analógico es la señal de vídeo compuesta y en el caso digital es MPEG-2 TS, lo que aumenta considerablemente la eficiencia espectral, no por la modulación sino por la compresión de la señal en banda base MPEG-2. Más aún, si se utiliza la multiplexación estadística se puede aumentar considerablemente la eficiencia conseguida por la codificación MPEG [3].

2.3.8 Servicio DTH (*Direct to Home*)

El servicio de televisión satelital, él cual internacionalmente es conocido como *Direct to Home TV*, consiste en llevar un paquete de señales tanto de video como de audio a un satélite, desde el cual son bajadas directamente al hogar del abonado a través de los equipos y accesorios que son provistos por la empresa al usuario.

El contenido es encriptado para excluir a clientes no autorizados. Para un proveedor de servicio DTH, el conjunto de abonados es manejado con un *Subscriber Management System* (SMS), el cual interactúa con el sistema de encriptación vía un sistema de acceso condicional (CA). Posteriormente, el contenido es modulado y transmitido desde el *headend* del DTH al satélite para ser bajado a los clientes. Para ver el contenido, un cliente requiere una antena TVRO (*Television Receive Only*), un LNB, y un *Set Top Box* (STB). La salida del STB es el video en formato compatible para TVs y/o monitores [4].

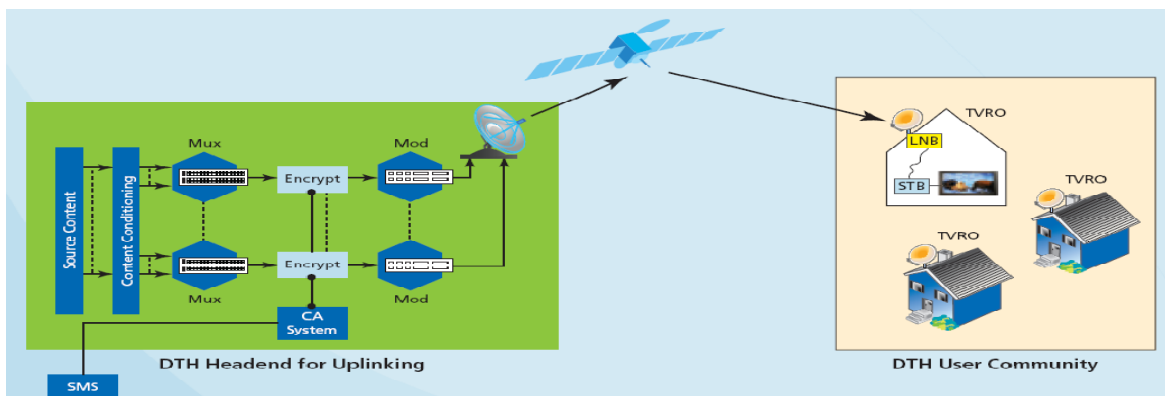


Figura 2.5. Esquema simplificado de arquitectura de un sistema DTH.

2.4 Plataforma DVB-S para transmisión vía satélite

El sistema de transmisión de señales vía satélite DBV-S fue introducido como estándar en 1994 y diseñado para difusión y distribución de servicios de televisión en satélites de comunicaciones utilizando las bandas de FSS y DBS (en la actualidad unificadas en una única FSS).

El sistema proporciona tanto posibilidad de recepción individual (sistemas DTH) como colectivo (SMATV, “*Satellite Master Antenna Televisión*”) con posibilidad de modulación, adecuando los servicios que originalmente ocupaban un ancho de banda mayor de 30 MHz en un ancho de banda de 7-8 MHz.

Se utiliza una modulación QPSK y *Forward Error Correction* (FEC) formado por una concatenación de códigos convolucionales (Viterbi) y códigos de bloque (*Reed-Solomon*) para la corrección y detección de errores, siendo idóneo para diferentes anchos de banda de canal. El factor de *Roll-off* del filtrado de Nyquist es del 35%. Esto quiere decir que si se aplica un filtrado ideal, una transmisión digital que ocupa un ancho de banda B_w [MHz], su ancho de banda con el filtrado sería un 35% más ancho, es decir, $1,35 \cdot B_w$ [MHz] [5].

2.5 Plataforma DVB-S2

2.5.1 Descripción del Sistema de Transmisión DVB-S2

Las siglas DVB-S2 corresponden a *Digital Video Broadcasting – Satellite 2*, el cual permite una transmisión digital mucho más eficiente que su antecesor debido a que incluye la combinación de esquemas de modulación de orden superior (8PSK & 16-QAM) y de códigos *Low Density Parity Check* (LDPC) junto con Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (BCH) para corrección de errores en el canal. Este nuevo estándar mejora notablemente la utilización del ancho de banda disponible en los satélites, incrementando la capacidad

programada, la huella del área de cobertura del satélite y satisfaciendo todos los requerimientos para la transmisión de televisión de alta definición (*HDTV*) [6].

Desde el punto de vista técnico cabe destacar que DVB-S2 proporciona [7]:

- a. Una eficiencia en términos de capacidad de canal (bitrate) un 30% superior con respecto al DVB-S para un mismo EIRP y ancho de banda.
- b. Soporte de 4 modos de modulación distintos: QPSK y 8PSK para aplicaciones de broadcasting a través de transpondedores no lineales llevados cerca de la saturación; y los modos 16APSK y 32APSK que requieren transpondedores semilineales, más enfocados a aplicaciones profesionales, en los que prima el throughput frente a la eficiencia en potencia. No obstante, esta situación no es relevante en el caso de DTH debido a que se transmite una sola portadora por transpondedor.
- c. La posibilidad de utilizar tres factores de roll-off diferentes (0,20, 0,25 y el tradicional 0,35 del DVB-S) al aplicar un filtrado de Nyquist.
- d. Un potente sistema de Corrección de Errores en Recepción (FEC). El sistema FEC es el que permite la recuperación de un flujo de bits virtualmente libre de errores incluso en presencia de señales débiles o interferidas. DVB-S2 usa un potente sistema FEC basado en la concatenación de una codificación externa BCH con una interna LDPC en lugar de la concatenación tradicional de Reed-Solomon y Viterbi usados en DVB-S. El resultado es impresionante, con prestaciones que distan tan sólo 0.7dB del límite de Shannon¹. Se admiten tasas de código desde 1/4 hasta 9/10 en función de los requerimientos del sistema [8].
- e. Una funcionalidad de Codificación y Modulación Adaptiva (ACM), la cual optimiza, trama por trama, la codificación del canal y la modulación con la que se transmite.
- f. Un adaptador de flujos de entrada muy flexible, adecuado para operar con flujos de entrada simples o múltiples de varios formatos (paquetizados o continuos).

2.5.2 Definición del Sistema DVB-S2

El sistema DVB-S2 se define como el bloque funcional de equipo que realiza la adaptación de las señales digitales en banda base, desde la salida de multiplexor(es) de Flujos de Transporte MPEG simples (o múltiples), o desde la salida de una(s) fuente(s) de datos genéricos simples (o múltiples), a las características del canal satelital. Dentro del sistema DVB-S2, los datos pueden ser transportados en formato de Flujos de Transporte, o en formato de Flujos Genéricos.

¹ El límite de la capacidad del canal de Shannon establece que existe un límite para la tasa de información libre de error con la que se puede transmitir, sobre un canal dado con ancho de banda específico.

Si la señal recibida está por debajo del umbral de C/N+I (relación Portadora a Ruido más Interferencia), la técnica de Corrección de Errores en recepción (*FEC: Forward Error Correction*), adoptada por el sistema DVB-S2, está diseñada para proveer el objetivo de calidad “Casi Libre de Errores” (QEF: *Quasi Error Free*).

La definición de QEF adoptada por DVB-S2 es “menos de un evento de error no corregido por hora de transmisión a una tasa de 5 Mb/s en un decodificador de servicios de TV simple”, lo que aproximadamente corresponde a una Relación de Paquetes Errados de Flujo de Transporte $PER < 10^{-7}$ antes del demultiplexor MPEG-2 [9].

2.5.3 Configuraciones del Sistema DVB-S2

La Tabla 2.3 asocia las configuraciones del Sistema DVB-S2 con las áreas de aplicación.

Configuraciones del sistema		Servicios de radiodifusión	Servicios Interactivos	DSGN	Servicios profesionales
QPSK	1/4, 1/3, 2/5	O	N	N	N
	1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10	N	N	N	N
8PSK	3/5, 2/3, 3/4, 5/6, 8/9, 9/10	N	N	N	N
16APSK	2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10	O	N	N	N
32APSK	3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10	O	N	N	N
CCM		N	N (ver nota 1)	N	N
VCM		O	O	O	O
ACM		NA	N (ver nota 2)	O	O
FECFRAME (normal)	64800 bits	N	N	N	N
FECFRAME (corta)	16200 bits	NA	N	O	N
Flujo de Transporte Simple		N	N (ver nota 1)	N	N
Flujos de Transporte Múltiple		O	O (ver nota 2)	O	O
Flujo Genérico Simple		NA	O (ver nota 2)	NA	O
Flujos Genéricos Múltiples		NA	O (ver nota 2)	NA	O
Roll-off 0,35, 0,25 y 0,20		N	N	N	N
Sincronizador de Flujos de Entrada		NA excepto (ver nota 3)	O (ver nota 3)	O (ver nota 3)	O (ver nota 3)
Borrado de Paquetes Nulos		NA	O (ver nota 3)	O (ver nota 3)	O (ver nota 3)
Inserción de Tramas Dummy		NA excepto (ver nota 3)	N	N	N

N = Normativo, O = Opcional, NA = No aplicable

NOTA 1: Receptores de sistemas interactivos deberán implementar CCM y Flujo de Transporte Simple.

NOTA 2: Receptores de sistemas interactivos deberán implementar ACM al menos en una de las dos opciones: Flujos de Transporte Múltiple o Flujos Genéricos (entrada simple/múltiple).

NOTA 3: Normativo para flujo(s) de entrada TS simple/múltiple combinado con ACM/VCM o para flujos de entrada TS múltiples combinados con CCM.

Tabla 2.3. Configuraciones del sistema DVB-S2 y áreas de aplicación.

De acuerdo a la Tabla 2.3, al menos los subsistemas “Normativos” y sus funcionalidades deben ser implementados en el equipo transmisor y receptor para cumplir con DVB-S2. Dentro del estándar DVB-S2, un número de configuraciones y mecanismos son definidos

como “Opcional”. Configuraciones y mecanismos explícitamente indicados como “Opcional”, para un área de aplicación dada, no necesitan ser implementados en el equipo. No obstante, cuando se implementa un modo o mecanismo “Opcional”, este deberá cumplir con las especificaciones que se describen en el estándar DVB-S2.

2.5.4 Arquitectura del Sistema DVB-S2

La Figura 2.6 presenta el diagrama de bloques funcional del Sistema DVB-S2 [10].

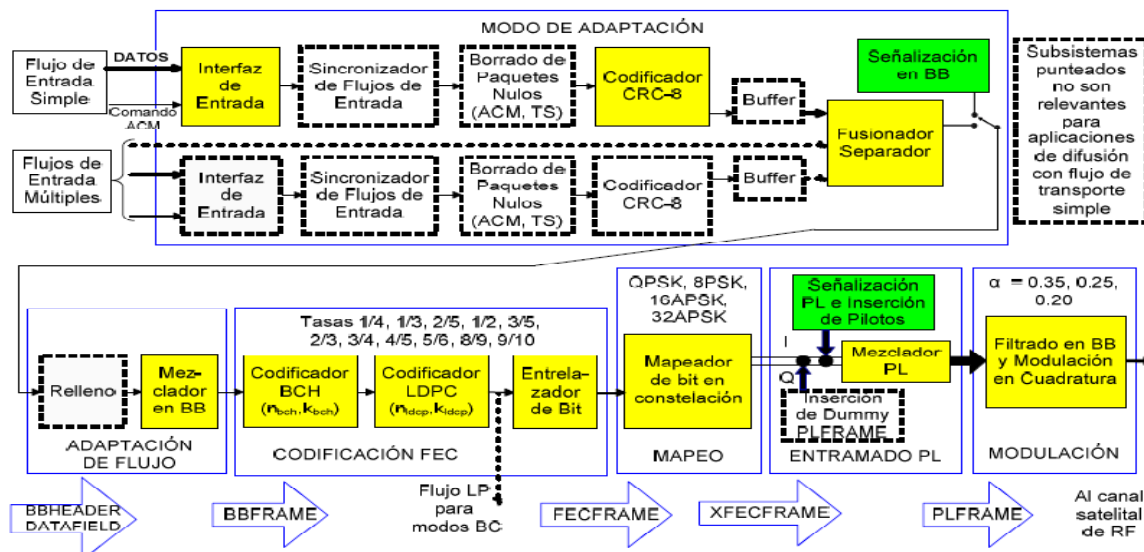


Figura 2.6. Diagrama de bloques funcional del sistema DVB-S2.

2.5.5 Especificaciones de los Subsistemas DVB-S2

La descripción de los subsistemas DVB-S2 está organizada de acuerdo al diagrama de bloques funcionales de la Figura 2.6.

DVB-S2 permite operar con varios formatos de flujos de entrada, incrementando así la flexibilidad del sistema para ajustarse a las necesidades del servicio a utilizar o del canal satelital. Las posibles secuencias de entradas al sistema DVB-S2 son:

- i. • *Flujos de Transporte (TS: Transport Streams)* simples o múltiples. Un Flujo de Transporte está caracterizado por Paquetes de Usuario² (UP: User Packets) de longitud constante $UPL = 188 \times 8$ bits (un paquete MPEG), dentro del cual, el primer byte es el byte *Sync* (47HEX).
- ii. • *Flujos Genéricos* simples o múltiples (paquetizados o continuos). Un Flujo Genérico está caracterizado por un flujo de bits continuo ($UPL = 0_D$), o un flujo de Paquetes de Usuario con una longitud constante de UPL bits.

² **PAQUETE DE USUARIO (UP):** Corresponden a paquetes de datos, tanto de flujos MPEG-TS, como Flujos Genéricos. Tienen una longitud de UPL bits.

2.5.6 Codificación FEC (*Forward Error Correction*)

2.5.6.1 Codificación FEC

La codificación *Forward Error Correction* (FEC) permite corregir en el lugar de destino una proporción determinada de errores sin necesidad de retransmisión. El Codificador FEC es el subsistema clave que permite lograr un excelente rendimiento para el satélite, en presencia de altos niveles de ruido e interferencia. Se basa en *códigos de bloque* y códigos de desarrollo continuo o *convolucionales*, que obligan a agregar bits a la información, antes de la modulación [11].

Los códigos de bloque son excelentes para detectar errores, aunque usualmente proporcionan bajas ganancias de codificación cuando se utilizan para corrección de errores, debido a la alta tasa de bits que ocupan para paridad. Los códigos convolucionales proporcionan altas ganancias de codificación, pero son inútiles para la detección de errores. Debido a las características de ambos tipos, también se usan los *códigos híbridos concatenados* o en cascada, en los cuales un mensaje se codifica usando un código de bloque, y el resultado se codifica usando un código convolucional.

La Codificación de Corrección de Errores en DVB-S2 se realiza mediante la concatenación de códigos externos BCH y códigos internos LDPC (tasas de 1/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10). Luego se aplica un entrelazado de bit a los bits codificados con FEC para modulaciones 8PSK, 16APSK y 32APSK. Dependiendo del área de aplicación, el bloque FEC codificado resultante tiene una longitud de $n_{ldpc} = 64800$ bits o 16200 bits.

Cada BBFRAME (K_{bch} bits) es procesada por el subsistema de Codificación FEC, para generar una FECFRAME (n_{ldpc} bits). Los bits de chequeo de paridad (BCHFEC) del código externo BCH sistemático se añaden después de la BBFRAME, y los bits de chequeo de paridad (LDPCFEC) del codificador LDPC interno son añadidos después del campo BCHFEC, como se muestra en la Figura 2.7.

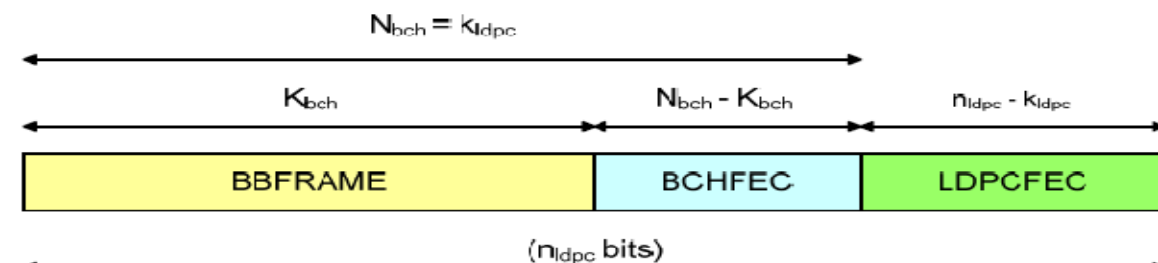


Figura 2.7. Formato de los datos antes del Entrelazador de bit. ($n_{ldpc} = 64800$ bits para FECFRAME normal, $n_{ldpc} = 16200$ bits para FECFRAME corta).

El flujo de entrada al subsistema Codificación FEC se compone de BBFRAMEs, y el flujo de salida son FECFRAMEs.

2.5.6.2 La codificación FEC en DVB-S2

El subsistema Codificador FEC aplica un código BCH (N_{bch} , K_{bch}) de corrección de hasta t bytes erróneos a cada BBFRAME (K_{bch} bits) para generar un paquete protegido contra errores. A continuación, el codificador LDPC (n_{ldpc} , k_{ldpc}) sistemáticamente codifica el bloque de información resultante de tamaño $N_{bch} = k_{ldpc}$ bits en una palabra código de tamaño n_{ldpc} bits [12].

En la Tabla 2.4 se especifican los parámetros de codificación FEC para la FECFRAME normal ($n_{ldpc} = 64800$ bits).

Código LDPC	Bloque no codificado BCH K_{bch}	Bloque codificado BCH N_{bch} Bloque no codificado LPDC k_{ldpc}	Corrección del t-error BCH	Bloque Codificado LPDC n_{ldpc}
1/4	16008	16200	12	64800
1/3	21408	21600	12	64800
2/5	25728	25920	12	64800
1/2	32208	32400	12	64800
3/5	38688	38880	12	64800
2/3	43040	43200	12	64800
3/4	48408	48600	12	64800
4/5	51648	51840	12	64800
5/6	53840	54000	10	64800
8/9	57472	57600	8	64800
9/10	58192	58320	8	64800

Tabla 2.4. Parámetros de codificación para FECFRAME normal ($n_{ldpc} = 64800$).

En la Tabla 2.5 se indican los parámetros de codificación para la FECFRAME corta ($n_{ldpc} = 16200$ bits).

Código LDPC	Bloque no codificado BCH K_{bch}	Bloque codificado BCH N_{bch} Bloque no codificado LPDC k_{ldpc}	Corrección del t-error BCH	Tasa LPDC efectiva $k_{ldpc}/16200$	Bloque Codificado LPDC n_{ldpc}
1/4	3072	3240	12	1/5	16200
1/3	5232	5400	12	1/3	16200
2/5	6312	6480	12	2/5	16200
1/2	7032	7200	12	4/9	16200
3/5	9552	9720	12	3/5	16200

2/3	10632	10800	12	2/3	16200
3/4	11712	11880	12	11/15	16200
4/5	12432	12600	12	7/9	16200
5/6	13152	13320	12	37/45	16200
8/9	14232	14400	12	8/9	16200
9/10	NA	NA	NA	NA	NA

Tabla 2.5. Parámetros de codificación para FECFRAME corta ($n_{ldpc} = 16200$).

2.5.6.3 Codificación externa BCH

A cada BBFRAME (K_{bch} bits) se aplica un código BCH (N_{bch} , K_{bch}) de corrección de hasta t bytes erróneos, para generar un paquete protegido contra errores. Los parámetros de codificación BCH para $n_{ldpc} = 64800$ están especificados en la Tabla 2.4, y para $n_{ldpc} = 16200$ en la Tabla 2.5.

2.5.6.4 Codificación interna LDPC

El codificador LDPC sistemáticamente codifica un bloque de información de tamaño k_{ldpc} , en una palabra código de tamaño n_{ldpc} . Los parámetros de codificación LDPC (n_{ldpc} , k_{ldpc}) están dados en la Tabla 2.4 y 2.5.

2.5.6.5 Cálculo de la Tasa de código FEC

Esta tasa corresponde a la relación que existe entre el número de bits que ingresan al subsistema “Codificación FEC” y el número de bits que salen ya codificados de este bloque.

Para el sistema DVB-S2, el número de bits que ingresan al codificador FEC para su tratamiento es K_{bch} bits. El número de bits que salen de este codificador corresponde a la longitud de la FECFRAME (ya sea de longitud normal o corta), esto es n_{ldpc} bits. Por lo tanto, la tasa de código FEC está dada por la ecuación:

$$Tasa\ FEC = \frac{K_{bch} [bits]}{n_{ldpc} [bits]}$$

2.5.6.4 Entrelazado de bit (sólo para 8PSK, 16APSK y 32APSK)

El entrelazado de bit se aplica para evitar ráfagas de errores consecutivos. Básicamente, consiste en organizar la información digital de forma no contigua. Para formatos de modulación 8PSK, 16APSK y 32APSK, los bits salida del codificador LDPC serán entrelazados utilizando un bloque *Entrelazador*. Los datos ingresan serialmente en el entrelazador en forma de columna, y son leídos serialmente en forma de fila.

La configuración del bloque entrelazador para cada formato de modulación está especificado en la Tabla 2.6.

Modulación	Filas (para $n_{ldpc}=64800$)	Filas (para $n_{ldpc}=16200$)	Columnas
8PSK	21600	5400	3
16APSK	16200	4050	4
32APSK	12960	3240	5

Tabla 2.6. Estructura del Entrelazador de bit.

2.5.7 Mapeo de Bits en la Constelación

El subsistema de Mapeo de DVB-S2, realiza un mapeo de los bits en las respectivas constelaciones. Para esto, cada FECFRAME es convertida de serie a paralelo. El nivel de paralelismo = η_{MOD} , es 2 para QPSK, 3 para 8PSK, 4 para 16APSK, 5 para 32APSK.

El MSB (*Most Significant Bit*) de la FECFRAME es mapeado como el MSB de la primera secuencia paralela. Cada secuencia paralela se mapea en la constelación, generando una secuencia (I,Q), cuya longitud depende de la eficiencia de modulación η_{MOD} seleccionada. El subsistema de Mapeo procesa una FECFRAME, para generar una XFECFRAME (*complex FECFRAME*).

2.5.7.1 Mapeo de bits en la constelación QPSK

Para QPSK, el sistema DVB-S2 emplea modulación QPSK con código de Gray convencional. El mapeo de bits dentro la constelación QPSK estará de acuerdo a la Figura 2.8. La energía promedio normalizada por símbolo será igual a $\rho^2 = 1$.

Dos bits de la FECFRAME son mapeados en un símbolo QPSK, es decir, los bits $2i$ y $2i+1$ determinan el i -ésimo símbolo QPSK, donde $i = 0, 1, 2, \dots, (N/2) - 1$, y N es el tamaño del bloque LDPC codificado [13].

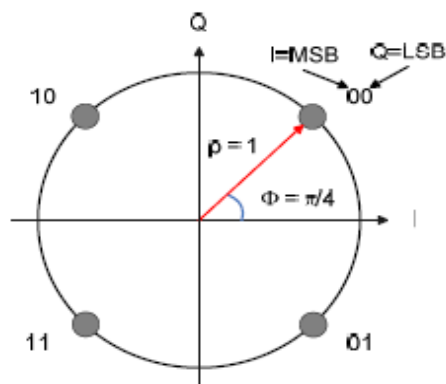


Figura 2.8. Mapeo de bits en la constelación QPSK.

2.5.7.2 Mapeo de bits en la constelación 8PSK

Para 8PSK, el sistema emplea modulación 8PSK con código de Gray convencional. El mapeo de bits dentro la constelación 8PSK se indica en la Figura 2.9. La energía promedio normalizada por símbolo será igual a $\rho^2 = 1$.

Para todas las tasas FEC (excluyendo 3/5), los bits $3i, 3i+1, 3i+2$ de la salida del entrelazador, determinan el i -ésimo símbolo 8PSK, donde $i = 0, 1, 2, \dots, (N/3) - 1$, y N es el tamaño del bloque LDPC codificado.

Para tasa FEC 3/5 los bits $3i+2, 3i+1, 3i$ de la salida del entrelazador determinan el i -ésimo símbolo 8PSK, donde $i = 0, 1, 2, \dots, (N/3) - 1$, y N es el tamaño del bloque LDPC codificado.

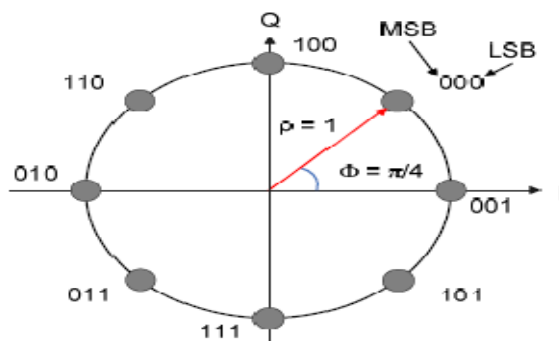


Figura 2.9. Mapeo de bits en la constelación 8PSK.

2.5.7.3 Mapeo de bits en la constelación 16APSK

La constelación para la modulación 16APSK, especificada en la Figura 2.10, se compone de dos anillos concéntricos uniformemente espaciados con 4 y 12 puntos PSK, respectivamente, en el anillo interno de radio R_1 y el anillo exterior de radio R_2 .

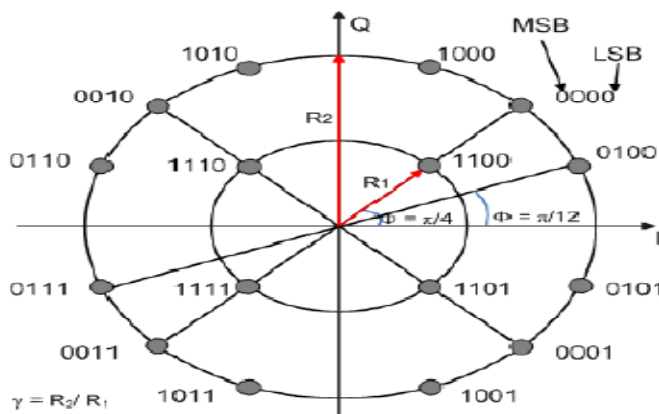


Figura 2.10. Constelación para la señal 16APSK.

Los bits $4i, 4i+1, 4i+2$ y $4i+3$ de la salida del entrelazador determinan el i -ésimo símbolo 16APSK, donde $i = 0, 1, 2, \dots, (N/4) - 1$, y N es el tamaño del bloque LDPC codificado.

La razón entre el radio del círculo exterior con el radio del círculo interior ($\gamma = R_2/R_1$) debe cumplir con la Tabla 2.7.

Tasa de Código	Eficiencia Espectral de Codificación	γ
2/3	2,66	3,15
3/4	2,99	2,85
4/5	3,19	2,75
5/6	3,32	2,70
8/9	3,55	2,60
9/10	3,59	2,57

Tabla 2.7. Relación de radios de constelación óptimos γ para 16APSK.

Si se cumple que: $4[R_1]^2 + 12[R_2]^2 = 16$, entonces la energía promedio de la señal será 1.

2.5.7.4 Mapeo de bits en 32APSK

La constelación para modulación 32APSK se indica en la Figura 2.11. Esta constelación se compone de tres círculos concéntricos uniformemente espaciados con 4, 12 y 16 puntos PSK, respectivamente, en el círculo interno de radio R_1 , el círculo intermedio de radio R_2 , y el círculo exterior de radio R_3 .

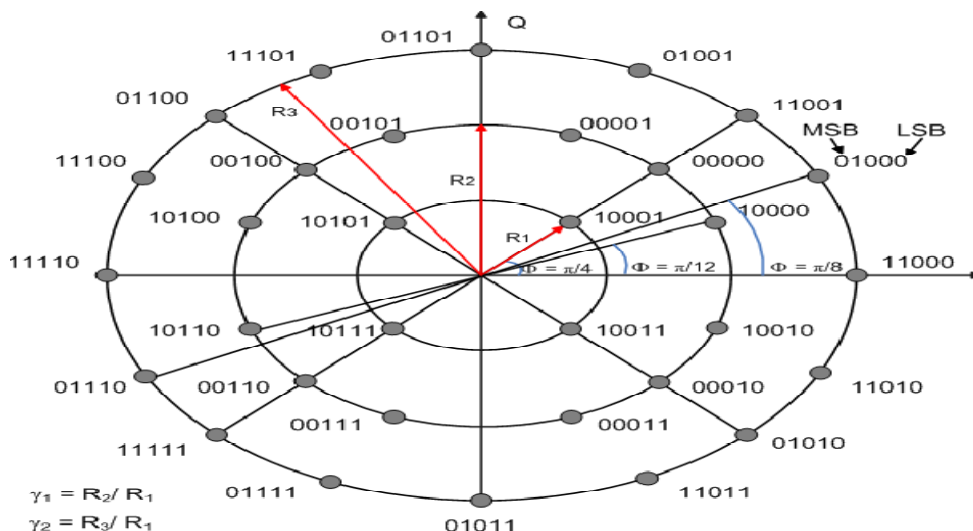


Figura 2.11. Constelación para la señal 32APSK.

Los bits $5i, 5i+1, 5i+2, 5i+3$ y $5i+4$ de la salida del entrelazador determinan el i -ésimo símbolo 32APSK, donde $i = 0, 1, 2, \dots, (N/5) - 1$.

La Tabla 2.8 define los valores de $\gamma_1 = R_2/ R_1$ y $\gamma_2 = R_3/ R_1$.

Tasa de Código	Eficiencia Espectral de Codificación	γ_1	γ_2
3/4	3,74	2,84	5,27
4/5	3,99	2,72	4,87
5/6	4,15	2,64	4,64
8/9	4,43	2,54	4,33
9/10	4,49	2,53	4,30

Tabla 2.8. Relación de radios de constelación óptimos γ_1 y γ_2 para 32APSK.

Si $4[R_1]^2 + 12[R_2]^2 + 16[R_3]^2 = 32$, entonces la energía promedio de la señal es igual a 1.

2.5.7.5 Eficiencia de modulación

DVB-S2 brinda la posibilidad de utilizar modulación QPSK, 8PSK, 16APSK y 32APSK. La razón para ocupar esquemas de modulación altos es porque estos pueden agrupar más de un bit en un símbolo. Es así que, modulaciones de alto orden incrementan drásticamente la eficiencia del sistema.

La eficiencia de modulación η_{MOD} , corresponde al número de bits transportados por un símbolo de la constelación.

La Tabla 2.9 presenta las eficiencias de modulación dentro del sistema DVB-S2 [14].

Esquema de modulación	Eficiencia de modulación η_{MOD} [bits/símbolo]
QPSK	2
8PSK	3
16APSK	4
32APSK	5

Tabla 2.9. Eficiencias de modulación del sistema DVB-S2.

2.5.8 Rendimiento de DVB-S2 ante errores

En la Tabla 2.10 se resumen los requerimientos de rendimiento a un nivel *Casi libre de errores* (QEF) sobre una canal AWGN³, en el que E_s representa la energía promedio por símbolo transmitido.

³ Un canal con ruido Gaussiano blanco aditivo (AWGN: *Additive White Gaussian Noise*) es un modelo en el que el único deterioro es la adición lineal de ruido blanco con una densidad espectral constante (expresada en W/Hz) y una amplitud con distribución Gaussiana.

El valor de E_s/N_0 [dB] ideal se ha logrado mediante simulaciones de computadora realizadas por el grupo DVB, utilizando recuperación de sincronización y de portadora perfecta, sin ruido de fase, en un canal AWGN.

Modo	Eficiencia espectral	E_s/N_0 [dB] ideal para FECFRAME de longitud = 64800
QPSK 1/4	0,490243	-2,35
QPSK 1/3	0,656448	-1,24
QPSK 2/5	0,789412	-0,30
QPSK 1/2	0,988858	1,00
QPSK 3/5	1,188304	2,23
QPSK 2/3	1,322253	3,10
QPSK 3/4	1,487473	4,03
QPSK 4/5	1,587196	4,68
QPSK 5/6	1,654663	5,18
QPSK 8/9	1,766451	6,20
QPSK 9/10	1,788612	6,42
8PSK 3/5	1,779991	5,50
8PSK 2/3	1,980636	6,62
8PSK 3/4	2,228124	7,91
8PSK 5/6	2,478562	9,35
8PSK 8/9	2,646012	10,69
8PSK 9/10	2,679207	10,98
16APSK 2/3	2,637201	8,97
16APSK 3/4	2,966728	10,21
16APSK 4/5	3,165623	11,03
16APSK 5/6	3,300184	11,61
16APSK 8/9	3,523143	12,89
16APSK 9/10	3,567342	13,13
32APSK 3/4	3,703295	12,73
32APSK 4/5	3,951571	13,64
32APSK 5/6	4,119540	14,28
32APSK 8/9	4,397854	15,69
32APSK 9/10	4,453027	16,05

Nota: Dada una eficiencia espectral del sistema η_{tot} , la relación entre la energía por bit de información y la densidad espectral de potencia de ruido es:

$$\frac{E_b}{N_0} \Big|_{dB} = \frac{E_s}{N_0} \Big|_{dB} - 10 \log(\eta_{TOT}) \text{ [dB]}$$

Tabla 2.10. Rendimiento E_s/N_0 para un $PER^4 = 10^{-7}$, a un nivel Casi Libre de Errores (canal AWGN).

⁴ PER (*Packet Error Rate*) : Corresponde a la relación entre paquetes de Flujo de Transporte útiles correctamente recibidos y aquellos afectados por error, después de la corrección de errores en recepción.

2.5.9 Parámetros de transmisión *forward* para la señal DVB-S2

Una vez que se ha conformado la señal DVB-S2, es necesario enviar esta señal hacia el satélite para que pueda ser aprovechada y brindar los servicios que se especifican dentro de la plataforma DVB-S2. Entonces, se debe describir las características que debe tener la señal para ser transmitida, tomando en cuenta todas las consideraciones que el estándar DVB-S2 brinda para determinar estos parámetros, con el propósito de lograr la máxima tasa de bits para un límite de error.

Dentro del sistema DVB-S2, el *transpondedor* satelital puede utilizarse en dos configuraciones:

- Configuración de “Una sola portadora por *transpondedor*”: En este modo, todo el ancho de banda del *transpondedor* es ocupado por una única portadora DVB-S2.
- Configuración de “Multi-portadoras por *transpondedor*” (FDMA): En esta configuración, múltiples portadoras DVB-S2 ocupan el mismo *transpondedor* satelital.

2.5.9.1 Tasa de bits de la señal DVB-S2

Constituye el número de bits que se transfieren por unidad de tiempo a través de un sistema de información digital o entre dispositivos digitales. En otras palabras, corresponde a la velocidad a la que se transfiere la información. La tasa de bits se mide en bits por segundo. Esta tasa de bits (*bit rate*) también se denomina como: velocidad de transmisión, tasa de información, entre otros.

La Figura 2.12 muestra ejemplos de la capacidad de tasa de bits R_U factible por el sistema DVB-S2 versus la tasa de código LDPC, asumiendo una tasa de símbolos R_S unitaria. Además, hace referencia a Modulación y Codificación Constante (CCM), longitud de trama FEC normal (64800 bits), sin campo de relleno.

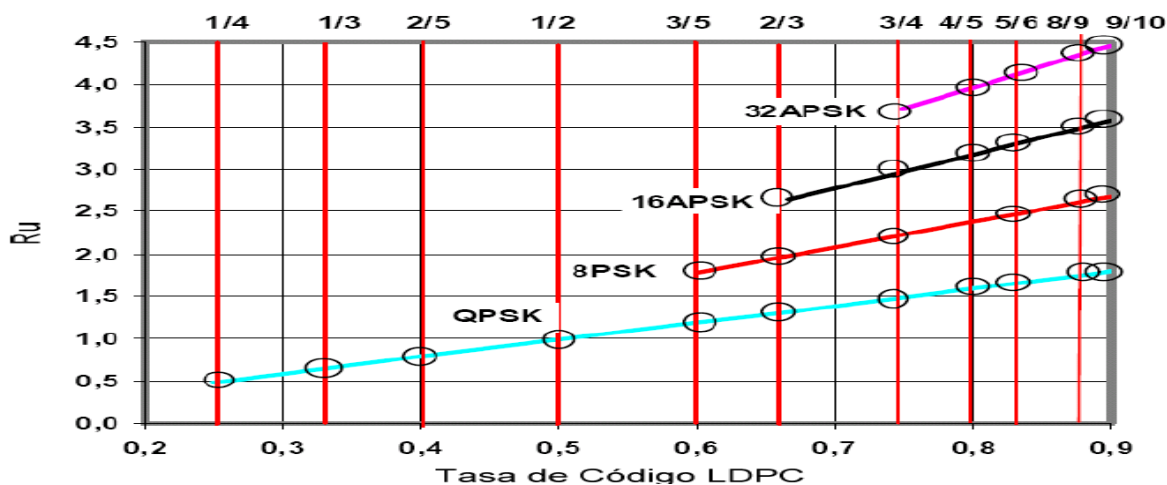


Figura 2.12. Ejemplos de Tasas de bits R_U versus tasas de código LDPC, por unidad de tasa de símbolos R_S .

En la Tabla 2.11 se resumen las tasas de bits más utilizadas para algunos modos de transmisión, considerando una tasa de 7,2 [Mbaudios].

QPSK					8PSK			16APSK		
1/2	2/3	3/4	5/6	8/9	2/3	3/4	5/6	3/4	4/5	5/6
7,12	9,52	10,71	11,91	12,72	14,26	16,04	17,85	21,36	22,79	23,76

Tabla 2.11. Tasa de bits [Mbps] para una tasa de símbolos de 7,2 [MBAudios].

Dentro de la norma DVB-S2, la eficiencia espectral η_{tot} se definió como la relación entre la Tasa de bits (R_U) y la Tasa de símbolos R_s de la señal. Por lo tanto, la Tasa de bits será:

$$R_U = \eta_{TOT} \cdot R_s [bits / s]$$

2.5.9.3 Tasa de símbolos de la señal DVB-S2

La tasa de símbolos corresponde a la velocidad con que se producen los cambios de estado, símbolos o nivel, en cada segundo, durante la transferencia de información. Se la expresa en símbolos por segundo o Baudios [Baudio].

La tasa de símbolos (*symbol rate*) también se conoce como: velocidad de señal, tasa de baudios (*baud rate*), velocidad de codificación (aplicable a señales codificadas por la aplicación de algún tipo código de línea), o velocidad de modulación (aplicable a señales moduladas).

El valor $AB = R_s \cdot (1 + \alpha)$ corresponde al ancho de banda total teórico de la señal después del modulador, donde α representa el factor de *roll-off* del filtro.

2.5.9.3 Ancho de banda del canal DVB-S2

Una de las características fundamentales del canal de transmisión es su Ancho de Banda. El ancho de banda del canal corresponde al rango de frecuencias que el canal de transmisión es capaz de transportar, garantizando el paso transparente de la señal. El ancho de banda se mide en Hertz [Hz].

De esta manera se establece una relación directa entre el ancho de banda del canal y su capacidad para transportar la información. En un sistema, el ancho de banda del canal debe permitir el paso de las componentes de frecuencia más significativas de la señal de información.

En la práctica, los canales de transmisión tienen un ancho de banda limitado y su costo depende del mismo. Dado un canal con un determinado ancho de banda, se deberá utilizar de la forma más eficiente, tratando de lograr la máxima velocidad para un límite de tasa de error.

La relación $R_s \cdot (1+\alpha)$ definida por el estándar DVB-S2, corresponde al ancho de banda de la señal total teórico después del modulador, donde α representa el factor de *roll-off*. El uso de factores de *roll-off* $\alpha = 0,25$ y $\alpha = 0,20$ en el filtro, pueden permitir un incremento en la capacidad de transmisión, pero también pueden producir grandes degradaciones no lineales en el satélite para la operación de una sola portadora [16].

2.5.10 Parámetros de Calidad del Enlace DVB-S2

Existen diversas irregularidades (ruido, interferencia, distorsión) que afectan a la calidad de la señal de información que se envía a través de un determinado canal de transmisión. El ruido electromagnético es la más frecuente de ellas, y puede degradar la operación de las redes satelitales. Es necesario estimar su valor para calcular la relación E_b/N_0 (o la relación C/N) de cada enlace de una red, para conocer los límites de operación de esta, debido a que para un nivel de potencia de ruido N constante, mientras mayor sea la tasa de bits a la que se transmita la información, más alta será la tasa de bits errados (BER) [11].

Dentro de la norma DVB-S2, la técnica FEC (*Forward Error Correction*) adoptada en el sistema está diseñada para proveer un nivel de calidad del enlace *Casi libre de errores* (QEF), cuando la señal recibida está por debajo del umbral de C/N+I (Relación Portadora a Ruido más Interferencia). La definición de QEF adoptada por DVB-S2 es “menos de un evento de error no corregido por hora de transmisión”, lo que aproximadamente corresponde a una Relación de Paquetes Errados de Flujo de Transporte PER $< 10^{-7}$ antes del demultiplexor. Sistemas de radiodifusión requieren un BER $< 10^{-11}$, donde los bloques de código grandes ofrecen mejor rendimiento C/N.

2.5.10.1 Factor de espaciamento entre portadoras DVB-S2

El *transpondedor* satelital puede operar en dos configuraciones: una o varias portadoras por *transpondedor*, dependiendo de cuántas señales ocupen este recurso. Cuando el *transpondedor* trabaja con varias portadoras, puede provocarse un efecto llamado Interferencia de Canal Adyacente, el cual se produce cuando dos o más señales contiguas se solapan o entrecruzan, debido a la imperfección de los filtros (transmisor y/o receptor), degradando la calidad del sistema. Este efecto depende del nivel relativo de las portadoras adyacentes. Por este motivo, debe asegurarse un factor de espaciamento mínimo entre las portadoras presentes en el *transpondedor*, para evitar esta alteración y cumplir con los objetivos de calidad descritos en el estándar.

Cuando los filtros de transmisión y recepción son ideales y la frecuencia de referencia del transmisor es muy exacta, hay cero interferencia del canal adyacente (ACI: *Adjacent Channel Interference*) para un $B_s/R_s > 1+\alpha$.

En la Tabla 2.12 se da una recomendación para el espacio entre portadoras.

Modo de portadora bajo prueba	Factor de roll-off	Nivel de portadora adyacente cada +4 dB	Nivel de portadora adyacente cada +8 dB
QPSK 3/4: Punto de falla asumido $C_o/(N_o+I_o) = 4 \text{ dB} + 2 \text{ dB}$	$\alpha = 0,20$	1,10 (ver nota 2)	1,11
	$\alpha = 0,25$	1,10 (ver nota 2)	1,14
	$\alpha = 0,35$	1,10 (ver nota 2)	1,22
8PSK 3/4: Punto de falla asumido $C_o/(N_o+I_o) = 8 \text{ dB} + 2 \text{ dB}$	$\alpha = 0,20$	1,11	1,17
	$\alpha = 0,25$	1,14	1,21
	$\alpha = 0,35$	1,22	1,30
16APSK 4/5: Punto de falla asumido $C_o/(N_o+I_o) = 11 \text{ dB} + 2 \text{ dB}$	$\alpha = 0,20$	1,15	1,20
	$\alpha = 0,25$	1,19	1,25
	$\alpha = 0,35$	1,27	1,35
NOTA 1: Use esta tabla con precaución si las asunciones listadas en el texto principal no se satisfacen.			
NOTA 2: Valores por debajo de 1,10 no fueron permitidos en la tabla			

Tabla 2.12. Espaciamientos de portadora mínimo B_s/R_s típicos.

El factor de espaciamiento entre portadoras normalizado, de acuerdo a las consideraciones presentadas por DVB-S2, está expresado por la relación:

$$\text{Factor de espaciamiento entre portadoras} \geq (1 + \alpha) = \frac{B_s}{R_s}$$

En donde B_s es el ancho de banda, ya sea del *slot* de frecuencia o de la señal modulada, y R_s es la tasa de símbolos.

2.5.10.2 Relación E_s/N_o

En esta relación, el parámetro E_s indica la energía promedio por símbolo transmitido. El término N_o se denomina densidad de potencia de ruido, y representa la cantidad de ruido presente en un ancho de banda de 1 Hertz. Se mide en [W/Hz]. Por lo tanto, el término E_s/N_o mide la relación entre la energía por símbolo transmitido y la densidad de potencia de ruido. Se la expresa en decibel [dB].

Además, el estándar DVB-S2 define que, dada una eficiencia espectral del sistema η_{tot} , la relación entre la energía por bit de información y la densidad espectral de potencia de ruido E_b/N_o es [15]:

$$\left. \frac{E_b}{N_o} \right|_{dB} = \left. \frac{E_s}{N_o} \right|_{dB} - 10 \log(\eta_{TOT}) \text{ [dB]}$$

Donde E_b/N_o constituye la relación entre la energía por bit de información transmitido respecto a la densidad de potencia de ruido. Esta relación se la expresa en decibeles [dB]. Además, η_{TOT} corresponde a la eficiencia espectral, la cual corresponde a la relación entre la tasa de bits (R_U) y la tasa de símbolos (R_s) de la señal.

$$\eta_{TOT} = \frac{R_U}{R_s} \text{ [(b/s)/Hz]}$$

2.5.10.3 Relación C/N

Para esta relación, C representa la potencia de la señal portadora, y su unidad de medida es el Watt [W]. N corresponde a la potencia de ruido presente en un ancho de banda AB, y se lo expresa en Watts [W]. Por lo tanto, C/N representa la potencia de la señal portadora en todo el ancho de banda utilizable. Se mide en decibel [dB].

Dependiendo de la tasa de código seleccionada y de la modulación, DVB-S2 puede operar en relaciones de portadora a ruido (C/N) desde -2.4 [dB] usando QPSK 1/4, hasta 16 [dB] usando 32 APSK 9/10 (asumiendo un canal AWGN y un demodulador ideal), tal como se aprecia en la Figura 2.13. En ella también se observa que la distancia desde el límite de Shannon varía en un rango desde 0,7 hasta 1,2 [dB].

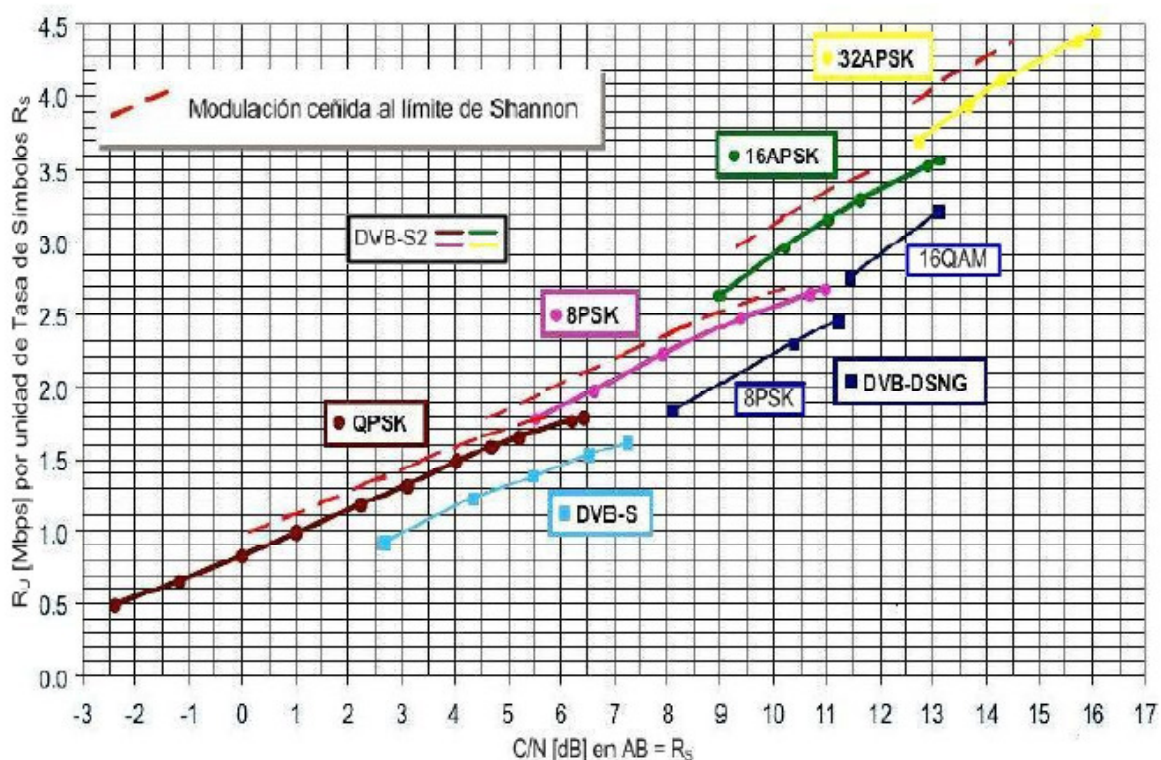


Figura 2.13. C/N requerido versus eficiencia espectral. (C/N se refiere a la potencia promedio).

La Figura 2.13 además indica valores de la capacidad de tasa de bits R_u que es factible alcanzar por el Sistema DVB-S2 para las diferentes configuraciones de codificación/modulación (MODCOD), asumiendo una tasa de símbolos unitaria R_s [16]. La Figura 2.14 muestra el rendimiento DVB-S2 para un ancho de banda constante $AB = R_s \cdot (1+\alpha)$ en el canal AWGN, asumiendo demodulación ideal.

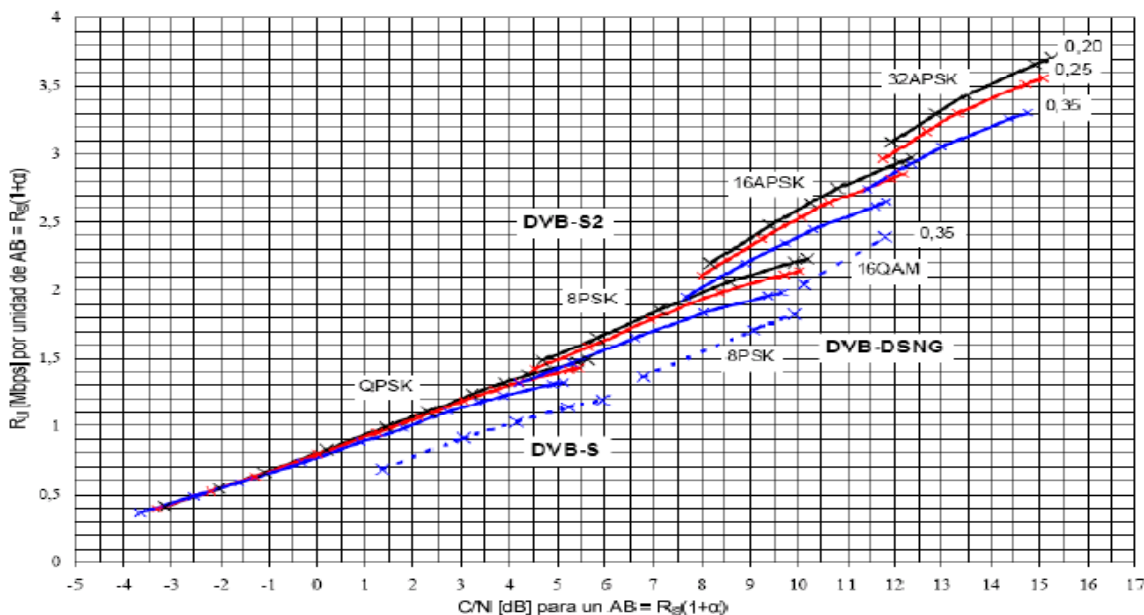


Figura 2.14. C/N requerido versus eficiencia espectral para una ancho de banda constante $AB = R_S \cdot (1 + \alpha)$ sobre un canal AWGN (demodulación ideal).

Además, C/N y E_b/N_0 se relacionan de la siguiente manera:

$$\frac{C}{N} = \frac{E_b}{N_0} \cdot \frac{R_U}{AB}$$

En decibel, se puede escribir la ecuación anterior como:

$$\left. \frac{C}{N} \right|_{dB} = \left. \frac{E_b}{N_0} \right|_{dB} + 10 \log(R_U) - 10 \log(AB)$$

La ecuación anterior es la que se utiliza para calcular la relación C/N sobre el enlace *forward* DVB-S2. Otra forma de obtener estos valores de C/N, es utilizando la Figura 2.14, que muestra el valor C/N requerido versus la eficiencia espectral para una ancho de banda constante $AB = R_S \cdot (1 + \alpha)$ sobre un canal AWGN.

Observando la Figura 2.14 se obtienen, de forma aproximada, los resultados que se resumen en la Tabla 2.13:

Modo	$\alpha = 0,20$		$\alpha = 0,25$		$\alpha = 0,35$	
	R_U [Mbps]	C/N [dB]	R_U [Mbps]	C/N [dB]	R_U [Mbps]	C/N [dB]
QPSK 1/4	0,40	-3,20	0,39	-3,40	0,38	-3,65
QPSK 1/3	0,53	-2,10	0,52	-2,20	0,50	-2,50
QPSK 2/5	0,67	-1,10	0,62	-1,25	0,59	-1,70
QPSK 1/2	0,82	0,20	0,79	0,03	0,74	-0,35

QPSK 3/5	0,99	1,45	0,95	1,25	0,88	0,98
QPSK 2/3	1,10	2,40	1,06	2,20	0,98	1,80
QPSK 3/4	1,23	3,30	1,19	3,10	1,10	2,65
QPSK 4/5	1,32	3,90	1,28	3,75	1,18	3,40
QPSK 5/6	1,39	4,40	1,31	4,25	1,22	3,80
QPSK 8/9	1,49	5,40	1,40	5,25	1,30	4,80
QPSK 9/10	1,50	5,60	1,41	5,49	1,31	5,20
8PSK 3/5	1,49	4,70	1,42	4,50	1,30	4,30
8PSK 2/3	1,65	5,80	1,59	5,70	1,46	5,30
8PSK 3/4	1,85	7,20	1,79	6,95	1,64	6,60
8PSK 5/6	2,15	8,56	1,98	8,40	1,82	8,10
8PSK 8/9	2,20	9,90	2,10	9,70	1,97	9,40
8PSK 9/10	2,22	10,20	2,12	10,00	1,99	9,70
16APSK 2/3	2,20	8,20	2,10	8,00	1,96	7,70
16APSK 3/4	2,40	9,40	2,38	9,30	2,20	8,80
16APSK 4/5	2,64	10,25	2,52	10,10	2,36	9,70
16APSK 5/6	2,75	10,80	2,62	10,70	2,46	10,40
16APSK 8/9	2,92	12,10	2,81	11,99	2,62	11,60
16APSK 9/10	2,98	12,40	2,85	12,20	2,66	11,85
32APSK 3/4	3,08	11,98	2,98	11,70	2,74	11,40
32APSK 4/5	3,30	12,90	3,18	12,70	2,94	12,35
32APSK 5/6	3,42	13,40	3,30	13,40	3,06	13,00
32APSK 8/9	3,68	14,90	3,60	14,70	3,28	14,40
32APSK 9/10	3,71	15,25	3,70	15,10	3,30	14,75

Tabla 2.13. Lecturas de C/N y de tasa de bits obtenidos de la Figura 2.14.

Además, se tiene la relación C/N_0 , la cual está relacionada con E_b/N_0 de la siguiente manera:

$$\frac{C}{N_0} = \frac{E_b}{N_0} \cdot R_U$$

La ecuación anterior, se puede escribir en decibel como:

$$\left. \frac{C}{N_0} \right|_{dB} = \left. \frac{E_b}{N_0} \right|_{dB} + 10 \log(R_U)$$

Como la información o los cálculos disponibles pueden corresponder en un caso a C/N y en otro a C/N_0 , la conversión que se requiera se realiza por medio de la ecuación:

$$\frac{C}{N_0} \Big|_{dB} = \frac{C}{N} \Big|_{dB} - 10 \log(AB)$$

2.5.11 Escenarios de aplicación para DVB-S2

El sistema DVB-S2 ha sido optimizado para las siguientes aplicaciones satelitales de banda ancha.

2.5.11.1 Servicios de Radiodifusión (BS): Televisión Digital Multi-Programa (TV)/Televisión de Alta Definición (HDTV)

Los servicios de radiodifusión deben ser utilizados para distribución primaria y secundaria en las bandas de Servicio Fijo por Satélite (FSS: *Fixed Satellite Service*) y en la banda de Servicio de Radiodifusión por Satélite (BSS: *Broadcast Satellite Service*).

Los servicios de radiodifusión (BS: *Broadcast Service*) son transportados en el formato de Flujo de Transporte MPEG. Cuando se trabaja con flujos de transporte múltiples, se puede aplicar VCM, para brindar un nivel diferenciado de protección contra errores a diferentes servicios (TV, HDTV, audio, multimedia).

Para servicios de radiodifusión, DVB-S2 dispone de dos modos:

- i. NBC-BS (Servicios de Radiodifusión No Retrocompatibles), en este modo, DVB-S2 no es compatible con el estándar DVB-S [EN 300 421].
- ii. BC-BS (Servicios de Radiodifusión Retrocompatibles), compatible con el estándar anterior DVB-S [EN 300 421].

De hecho, con un gran número de receptores DVB-S ya instalados, se puede requerir compatibilidad con DVB-S por un período de tiempo, en el que los receptores viejos continúen captando la misma capacidad de radiodifusión de antes, mientras que los nuevos receptores DVB-S2 puedan recibir capacidad adicional de radiodifusión. Cuando la población completa haya migrado sus receptores a DVB-S2, la señal transmitida puede ser modificada al modo no retrocompatible, aprovechando así el potencial completo de DVB-S2. Para facilitar la recepción de servicios DVB-S con receptores DVB-S2, es muy recomendable la implementación de chips DVB-S en los equipos DVB-S2.

El modo compatible ha sido definido para efectuar transmisiones sobre un canal del satélite con dos *Transport Streams*; el primero High Priority (HP) compatible con los receptores DVB-S (EN 300 421), como también con los Set Top Boxes DVB-S2; el segundo *Low Priority* (LP) compatible únicamente por receptores DVB-S2. En este sentido existe la posibilidad de implementar la compatibilidad a través de la modulación jerárquica, donde HP y LP son combinados sincronizadamente a una modulación de símbolo sobre una constelación no uniforme 8PSK. Con esto se logra una señal con una cuasi-constante

envolvente, la cual puede ser transmitida sobre un transpondedor operado cerca de la saturación.

El LP DVB-S2 utiliza códigos BCH y LDPC, con tasas de códigos LDPC 1/4, 1/3, 1/2 o 3/5. Con esto se mapea la constelación no uniforme 8PSK; además, los dos bits HP DVB-S definen un punto de la constelación QPSK mientras que el bit del encoder DVB-S2 LDPC se ajusta con una rotación adicional $\pm\theta$.

A continuación se muestra el C/N requerido para LP y HP versus el ángulo de la constelación no uniforme 8PSK sobre un canal AWGN, para diferentes tasas de códigos del DVB-S sobre el HP Stream y DVB-S2 sobre el LP Stream.

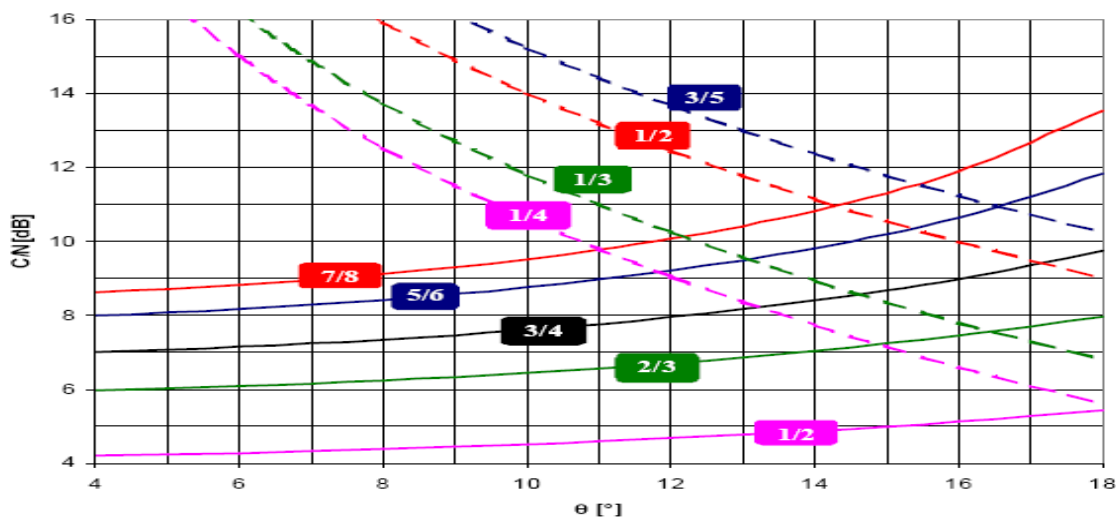


Figura 2.15. C/N requerido para HP y LP versus el ángulo de la constelación no uniforme 8PSK sobre un canal AWGN.

2.5.11.2 Servicios Interactivos (IS): Servicios Interactivos de Datos Incluyendo Acceso a Internet

DVB-S2 permite proveer servicios interactivos a consumidores con Receptor Decodificador Integrado (IRD: *Integrated Receiver Decoder*), y a computadores personales, donde el trayecto de envío de DVB-S2 reemplaza al actual estándar DVB-S.

Por tratarse de servicios interactivos, debe existir un canal de retorno. El trayecto de retorno puede implementarse usando varios sistemas interactivos DVB, como DVB-RCS [EN 301 790], DVB-RCP [ETS 300 801], DVB-RCG [EN 301 195], DVB-RCC [ES 200 800]. Los datos son transportados (de forma simple o múltiple) en formato de Flujo de Transporte, o en formato de Flujos Genéricos (simples o múltiples). DVB-S2 puede proveer Modulación y Codificación Constante, o Modulación y Codificación Adaptiva, donde cada estación receptora satelital individual controla el modo de protección del tráfico direccionado a estas.

2.5.11.3 Contribución de TV Digital y Cadenas de Noticias por Satélite (DTVC/DSNG)

Las aplicaciones de contribución de televisión digital por satélite consisten en transmisiones punto a punto o punto-multipunto, conectando estaciones *uplink* (fijas o transportables) y estaciones receptoras. No están hechas para que el público en general pueda recibirlas.

De acuerdo a la Recomendación de la UIT-R SNG.770-1, SGN (*Satellite News Gathering*) se define como “Transmisiones temporales y ocasionales con noticias de televisión cortas y audio para propósitos de radiodifusión, usando estaciones terrenas de *uplink* muy portátiles y transportable”.

Para estos servicios, los datos se transportan de forma simple (o múltiple) en el formato de Flujo de Transporte MPEG. DVB-S2 puede proveer Modulación y Codificación Constante, o Modulación y Codificación Adaptiva.

2.5.11.4 Distribución de Contenidos de Datos/Troncales y otras Aplicaciones Profesionales (PS)

Estos servicios son principalmente punto a punto o punto-multipunto, incluyendo servicios interactivos a usuarios terminales profesionales, en el que los servicios son re-distribuidos sobre otros medios.

Los datos pueden transportarse (de forma simple o múltiple) en formato de Flujos Genéricos. El sistema DVB-S2 puede proveer Modulación y Codificación Constante, Modulación y Codificación Variable o Modulación y Codificación Adaptiva.

Capítulo III

Estudio Técnico de Migración

3.1 Marco General

El mercado chileno de Servicios Limitados de Televisión se compone de empresas que ofrecen el servicio a través de acceso alámbrico y vía acceso satelital. Además, presenta una mayor expansión en los últimos años de la cantidad de suscriptores a través de la modalidad de acceso satelital que los abonados con acceso alámbrico como se observa a continuación [17].

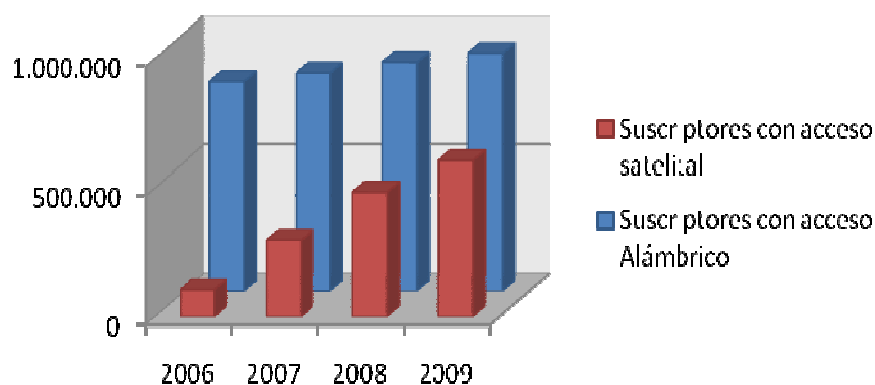


Gráfico 3.1. Suscriptores de Servicios Limitados de Televisión

En Chile, el mercado de la TV paga ha crecido en los últimos dos años primero con Telefónica, cuya participación de mercado se ha estancado en los últimos tiempos; Telmex, que apunta a un público con poco poder adquisitivo; y más recientemente el ingreso al mercado de Tu Ves HD cuya estrategia comercial tiene por objeto captar público masivo, donde la penetración de TV de pago es más baja, con un producto que se comercializa en las modalidades de pre y post pago. La participación de DirecTV se ha mantenido estable. VTR, por su parte, se ha dedicado a ofrecer servicios adicionales a sus clientes existentes (Internet, telefonía y próximamente telefonía móvil) que a captar nuevos suscriptores.

Los servicios de Broadcasting se cubren actualmente mediante DVB-S con un esquema de modulación y codificación constantes, sin embargo, DVB-S2 aporta la flexibilidad adicional del modo VCM (*Variable Coding and Modulation*) que permite implementar diferentes niveles de protección. El estándar define asimismo servicios BC-BS (*Backwards Compatible Broadcast Services*) que añaden interoperabilidad con los decodificadores DVB-S, es decir, permiten que los receptores DVB-S puedan decodificar parte de la señal DVB-S2 mediante el uso de modulaciones jerárquicas.

Con el propósito de establecer la conveniencia de efectuar una migración hacia DVB-S2 se realiza un estudio tanto a nivel técnico como económico del nuevo estándar. El análisis se efectúa utilizando una empresa genérica, la cual ofrece el servicio de televisión satelital a través de la norma DVB-S y que para efectos de este estudio la empresa se denominará *Experience Tv*.

3.2 Antecedentes de Experience Tv

Los contenidos son distribuidos vía satélite, por lo cual, la compañía cuenta con transpondedores de 36 MHz del satélite Amazonas I. En dicho satélite se incorporan diferentes plataformas de DTH para América tales como por ejemplo: RTVE, Telefónica y Telmex.



Figura 3.1. Huella del Satélite Amazonas I.

Algunas de las características del satélite Amazonas I que se utilizan en este estudio son las siguientes:

Parámetros	Valor
Longitud	61 °O
Tipo de Transpondedor	TWTA
G/T	5,53 [dB/K]
Densidad Flujo de Saturación	-89,18 [dBW/m ²]
BW del Transpondedor	36 [MHz]

Tabla 3.1. Parámetros del Satélite Amazonas I.

En cuanto a la plataforma del DTH de Experience Tv se resumen a continuación los aspectos más relevantes para el estudio.

Parámetros	Antecedentes
Cantidad de Transpondedores	4
Plataforma	DVB-S
MODCOD	QPSK 2/3
Encoder	MPEG-2
Tipo de Canales	SDTV - Radio
Cantidad de Canales Disponibles en el Servicio	46
Cantidad de Abonados	84.900
Servicios Adicionales	PPV EPG Control Parental

Tabla 3.2. Parámetros del Servicio DTH de Experience Tv.

3.3 Análisis Técnico

La norma DVB-S2 establece dos modos para efectuar la migración hacia el nuevo estándar, es decir, establece un modo compatible con la tecnología DVB-S y otro en cual no es compatible con dicha norma. Además, aporta la flexibilidad adicional del modo VCM que permite implementar diferentes niveles de protección.

Las técnicas avanzadas de compresión para reducir el consumo de ancho de banda en la transmisión utilizadas en este estudio corresponden al tradicional MPEG-2 y MPEG-4 Parte 10 (AVC) tanto para calidad Standard como *High Definition*. Las tasas de compresión ocupadas en este estudio se especifican a continuación y con mayor profundidad en el Anexo C.

Standard	Formato	Bit Rate
MPEG 2	SDTV	2,5 Mbit/s
	HDTV	15 Mbit/s
AVC	SDTV	1,8 Mbit/s
	HDTV	8 Mbit/s

Tabla 3.3. Tasa de Compresión de Video.

En cuanto al balance de enlace se utiliza una área de cobertura de 44,5 [dBW] y operando un transpondedor típico banda Ku de 36 MHz con uplink y downlink sobre Sudamérica. Las siguientes características del enlace han sido adoptadas:

- i. Uplink: Zona climática E de acuerdo a ITU [27]; frecuencia: 14,034 [GHz]; porcentaje del tiempo con intensidad de la lluvia excedida: 0,01 %.

- ii. Satélite: G/T: 5,53 [dB/K]; densidad de flujo de saturación: -89,18 [dBW/m²].
- iii. Downlink: Zona climática D de acuerdo a ITU [27]; frecuencia: 11,74 [GHz]; eficiencia de antena: 65%; temperatura de LNB: 45 [K]; porcentaje del tiempo con intensidad de la lluvia excedida: 0,01 %.

En esta sección se establece una relación entre la Tasa de Bit disponible y la cantidad de señales que se pueden incorporar al servicio de acuerdo a la compresión utilizada a partir de una planilla de cálculo desarrollada para tales fines. Se obvia en este caso la multiplexación estadística que se puede implementar para los requerimientos de cada señal. Además, se calcula el margen del sistema que se obtiene de acuerdo al Eb/No estipulado en la norma DVB-S2 en comparación al Eb/No logrado a partir del cálculo del balance de enlace.

3.3.1 DVB-S

El estándar DVB-S opera con portadoras, las cuales son moduladas utilizando QPSK y una misma tasa de codificación, conformada por una concatenación de códigos convolucionales y códigos de bloque. El factor de *Roll-off* utilizado es de un 35%, con lo cual al utilizar un transpondedor de 36 [MHz] se dispone de una tasa de símbolos igual a 26,67 [MBaud].

El margen obtenido para el sistema operando con una modulación QPSK y un EIRP del satélite de 44,5 [dBW] se muestra a continuación.

Parámetros	FEC CODE				
	Rate 7/8	Rate 5/6	Rate 3/4	Rate 2/3	Rate 1/2
Tasa de Bit [Mb/s]	43,007	40,959	36,863	32,767	24,575
Eb/No Ideal [dB]	6,4	6	5,5	5	4,5
Eb/No Obtenido [dB]	6,325	6,537	6,994	7,506	8,755
Margen [dB]	-0,075	0,537	1,494	2,506	4,255

Tabla 3.4. Margen del Sistema con Modulación QPSK y Roll-Off de 35%

A partir de estos resultados es posible determinar la cantidad de canales tanto SDTV como HDTV para cada tipo de encoder utilizado que soportan las codificaciones establecidas en la norma DVB-S.

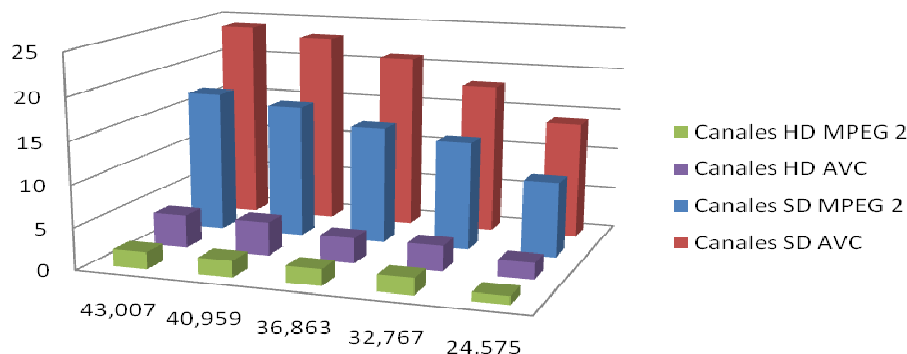


Gráfico 3.2. Números de programas SDTV y HDTV con QPSK-Roll Off 35%

3.3.2 DVB-S2 en Modo Compatible con DVB-S

Un gran número de receptores DVB-S se encuentran instalados, por lo cual, se requiere compatibilidad con DVB-S por un período de tiempo, en donde los receptores continúen captando la misma capacidad de radiodifusión de antes, mientras que los nuevos receptores DVB-S2 puedan recibir capacidad adicional de radiodifusión. Cuando la población completa haya migrado sus receptores a DVB-S2, la señal transmitida puede ser modificada al modo no retrocompatible, aprovechando así el potencial completo de DVB-S2.

Este modo utiliza dos *Transport Stream*, el primer (*High Priority*, HP) siendo compatible tanto con receptores DVB-S como DVB-S2 y el segundo (*Low Priority*, LP) siendo compatible con receptores DVB-S2 solamente. En consecuencia, el beneficio logrado para el sistema con una modulación jerárquica; un factor de Roll Off de 35%, con lo cual al utilizar un transpondedor de 36 [MHz] se dispone de una tasa de símbolos igual a 26,67 [MBaud]; un EIRP del satélite de 44,5 [dBW] se muestra a continuación.

Modo HP	Modo LP	Eficiencia espectral [bits/s/Hz]	Tasa de Bit [Mb/s]	Eb/No Obtenido [dB]
QPSK 1/2	QPSK 1/4	1,167	31,112	7,731
	QPSK 1/3	1,250	33,328	7,432
	QPSK 1/2	1,416	37,760	6,890
	QPSK 3/5	1,516	40,419	6,594
QPSK 2/3	QPSK 1/4	1,474	39,303	6,716
	QPSK 1/3	1,557	41,520	6,477
	QPSK 1/2	1,723	45,952	6,037
	QPSK 3/5	1,823	48,611	5,793
QPSK 3/4	QPSK 1/4	1,627	43,399	6,285
	QPSK 1/3	1,711	45,615	6,069
	QPSK 1/2	1,877	50,048	5,666

	QPSK 3/5	1,977	52,707	5,441
QPSK 5/6	QPSK 1/4	1,781	47,495	5,894
	QPSK 1/3	1,864	49,711	5,695
	QPSK 1/2	2,030	54,143	5,325
	QPSK 3/5	2,130	56,803	5,116
QPSK 7/8	QPSK 1/4	1,858	49,543	5,710
	QPSK 1/3	1,941	51,759	5,520
	QPSK 1/2	2,107	56,191	5,163
	QPSK 3/5	2,207	58,851	4,962

Tabla 3.5. Rendimiento del Sistema con Modulación Jerárquica

De acuerdo a la restricción asociada al ángulo θ para este modo de operación de la norma DVB-S2 y la relación obtenida de C/N en torno a 7 [dB] se debe utilizar como HP una modulación QPSK 2/3 y para LP un FEC igual a 1/4.

Como consecuencia de esto es posible determinar la cantidad de canales tanto SDTV como HDTV que soportan las codificaciones establecidas en la norma DVB-S2 BC-BS para HP QPSK 2/3 y sus distintas tasas de compresión para LP para cada tipo de encoder utilizado.

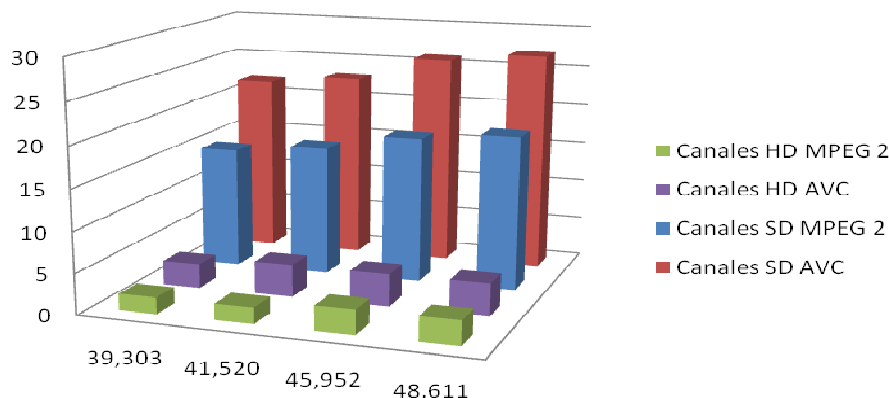


Gráfico 3.3. Números de programas SDTV y HDTV con DVB-S2 BC

3.3.3 DVB-S2 Modo CCM

En DVB-S o DVB-S2 CCM, el MODCOD es seleccionado para satisfacer la zona con el peor caso (EIRP mínimo) cercano al *link budget* del sistema con un apropiado margen para lograr el QEF. Como consecuencia, la zona más débil de EIRP limita la eficiencia global de la configuración común de la portadora.

Las modulaciones QPSK y 8PSK son típicamente utilizadas para aplicaciones de broadcasting como SDTV y HDTV en la norma DVB-S2, debido a que se necesitan

modulaciones con envolvente virtualmente constante y la posibilidad de operar el transpondedor no lineal del satélite cercano a la saturación.

El margen logrado para el sistema con una modulación QPSK; un factor de Roll Off de 25% , con lo cual al utilizar un transpondedor de 36 [MHz] se dispone de una tasa de símbolos igual a 28,8 [MBaud] ;un EIRP del satélite de 44,5 [dBW] se muestra a continuación.

Parámetros	FEC CODE										
	Rate 1/4	Rate 1/3	Rate 2/5	Rate 1/2	Rate 3/5	Rate 2/3	Rate 3/4	Rate 4/5	Rate 5/6	Rate 8/9	Rate 9/10
Tasa de Bit [Mb/s]	14,227	19,027	22,879	28,627	34,387	38,246	43,027	45,896	47,856	51,098	51,736
Eb/No Ideal [dB]	0,746	0,588	0,727	1,049	1,481	1,887	2,306	2,674	2,993	3,729	3,895
Eb/No Obtenido [dB]	11,129	9,866	9,066	8,092	7,296	6,834	6,323	6,042	5,861	5,576	5,522
Margen [dB]	10,383	9,278	8,339	7,044	5,815	4,947	4,017	3,369	2,868	1,847	1,627

Tabla 3.6. Margen del Sistema con Modulación QPSK y Roll-Off de 25%

Con estos resultados es posible determinar la cantidad de canales tanto SDTV como HDTV que soportan las codificaciones establecidas en la norma DVB-S2 para las distintas tasas de compresión.

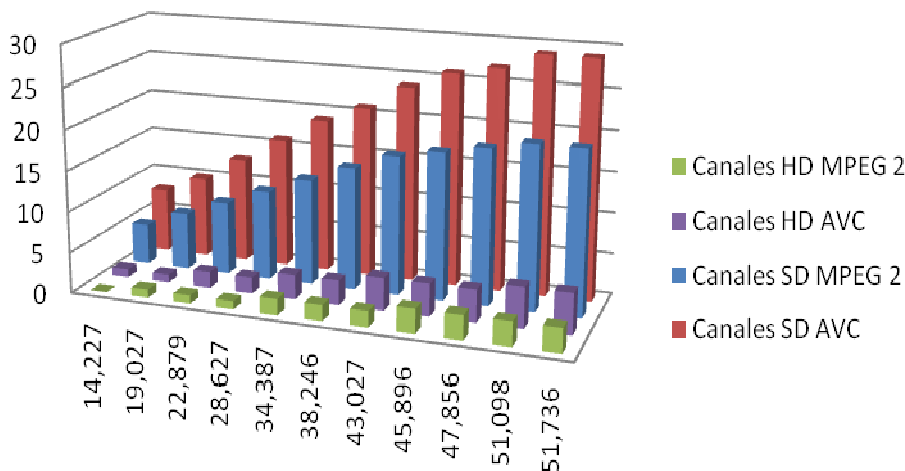


Gráfico 3.4. Números de programas SDTV y HDTV con QPSK-Roll Off 25%

El resultado obtenido para el sistema con una modulación 8-PSK; un factor de Roll Off de 35%, con lo cual al utilizar un transpondedor de 36 [MHz] se dispone de una tasa de símbolos igual a 26,67 [MBaud]; un EIRP del satélite de 44,5 [dBW] se muestra a continuación.

Parámetros	FEC CODE					
	Rate 3/5	Rate 2/3	Rate 3/4	Rate 5/6	Rate 8/9	Rate 9/10
Tasa de Bit [Mb/s]	47,76	53,12	59,76	66,467	70,969	71,856
Eb/No Ideal [dB]	2,996	3,652	4,431	5,408	6,464	6,700
Eb/No Obtenido [dB]	5,869	5,407	4,896	4,434	4,149	4,095
Margen [dB]	2,874	1,755	0,465	-0,974	-2,315	-2,605

Tabla 3.7. Margen del Sistema con Modulación 8-PSK y Roll-Off de 35%

Como consecuencia es posible determinar la cantidad de canales tanto SDTV como HDTV que soportan las codificaciones establecidas en la norma DVB-S2 para las distintas tasas de compresión.

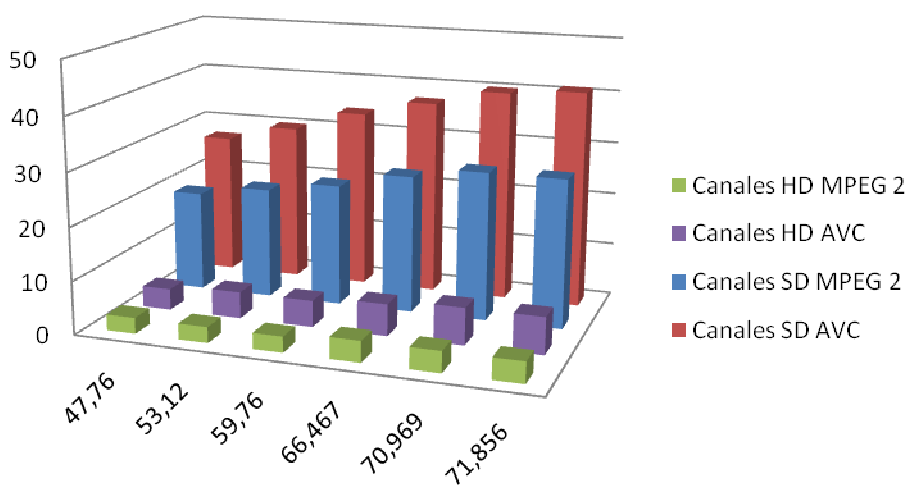


Gráfico 3.5. Números de programas SDTV y HDTV con 8-PSK-Roll Off 35%

3.3.4 DVB-S2 Modo VCM para Diferentes Servicios

Una característica única del estándar DVB-S2 es la posibilidad de transmitir diferentes servicios sobre la misma portadora, cada uno usando su propio esquema de modulación y tasa de codificación. Esta clase de multiplexación en la capa física es conocida como VCM, la cual es en particular poderosa cuando los diferentes servicios no requieren el mismo nivel de protección.

En este caso DVB-S2 puede transmitir servicios de broadcasting sobre múltiples *Transport Streams*, con lo cual se puede utilizar diferentes niveles de protección frente al error. Una aplicación en broadcasting es designar SDTV con mucha protección y una menor protección para HDTV [16]. Con esto es posible transmitir a través de una misma portadora tanto canales en formato de Alta Definición como Estándar como se muestra a continuación.



Figura 3.2. VCM por Servicios SDTV y HDTV

En esta posibilidad se utiliza para el análisis una modulación QPSK para SDTV y una modulación 8-PSK para HDTV como se indica a continuación.

Formato	Modulación	Porcentaje de Utilización del Transpondedor/Servicio
SDTV	QPSK	70%
HDTV	8-PSK	30%

Tabla 3.8. Asignación de los recursos para VCM

El rendimiento del sistema utilizando un nivel de protección alto para canales SDTV, es decir, utilizando modulación QPSK y un factor de Roll Off de 35% se describe a continuación.

Parámetros	FEC CODE										
	Rate 1/4	Rate 1/3	Rate 2/5	Rate 1/2	Rate 3/5	Rate 2/3	Rate 3/4	Rate 4/5	Rate 5/6	Rate 8/9	Rate 9/10
Tasa de Bit [Mb/s]	13,173	17,618	21,184	26,507	31,84	35,413	39,84	42,496	44,311	47,313	47,904
Eb/No Ideal [dB]	0,746	0,588	0,727	1,049	1,481	1,887	2,306	2,674	2,993	3,729	3,895
Eb/No Obtenido [dB]	11,463	10,200	9,400	8,426	7,630	7,168	6,657	6,377	6,195	5,910	5,856
Margen [dB]	10,717	9,612	8,673	7,378	6,150	5,282	4,351	3,703	3,202	2,181	1,961

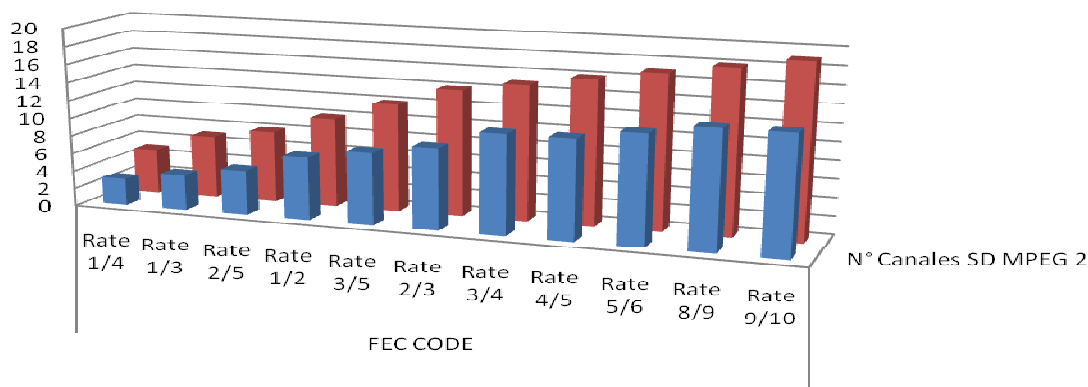
Tabla 3.9. Margen del Sistema con VCM y QPSK- Roll Off de 35%

En cambio, para una modulación 8-PSK junto con un Roll Off de 35% para canales HDTV se tiene el siguiente aprovechamiento de los recursos del sistema.

Parámetros	FEC CODE					
	Rate 3/5	Rate 2/3	Rate 3/4	Rate 5/6	Rate 8/9	Rate 9/10
Tasa de Bit [Mb/s]	47,76	53,12	59,76	66,467	70,969	71,856
Eb/No Ideal [dB]	2,996	3,652	4,431	5,408	6,464	6,700
Eb/No Obtenido [dB]	5,869	5,407	4,896	4,434	4,149	4,095
Margen [dB]	2,874	1,755	0,465	-0,974	-2,315	-2,605

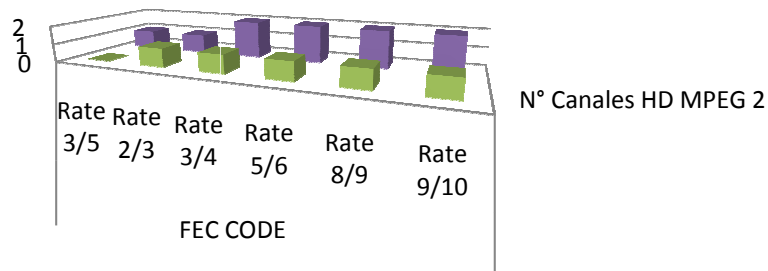
Tabla 3.10. Margen del Sistema con VCM y 8PSK-Roll Off de 35%

En consecuencia, a continuación se muestra la cantidad de canales utilizando MPEG-2 y AVC para las diferentes opciones establecidas en este estudio.



	FEC CODE										
	Rate 1/4	Rate 1/3	Rate 2/5	Rate 1/2	Rate 3/5	Rate 2/3	Rate 3/4	Rate 4/5	Rate 5/6	Rate 8/9	Rate 9/10
■ N° Canales SD MPEG 2	3	4	5	7	8	9	11	11	12	13	13
■ N° Canales SD AVC	5	7	8	10	12	14	15	16	17	18	19

Gráfico 3.6. Números de programas SDTV con VCM-Roll Off 35%



	FEC CODE					
	Rate 3/5	Rate 2/3	Rate 3/4	Rate 5/6	Rate 8/9	Rate 9/10
■ N° Canales HD MPEG 2	0	1	1	1	1	1
■ N° Canales HD AVC	1	1	2	2	2	2

Gráfico 3.7. Números de programas HDTV con VCM-Roll Off 35%

Capítulo IV

Análisis de las Soluciones

En este capítulo se realiza un análisis a los resultados obtenidos para las diferentes soluciones que proporciona la norma DVB-S2 en contraste a la plataforma satelital existente. Las comparaciones que se plantean en este documento se basan en los requisitos que presenta el servicio DTH. En este sentido se busca establecer una adecuada relación entre el margen del Eb/No logrado a partir de lo estipulado en la norma DVB-S2 junto con la capacidad de transmisión que se debe poseer para brindar una adecuada calidad de experiencia para el abonado.

En cuanto al balance de enlace implementado para realizar el estudio se obtuvieron los siguientes resultados.

EIRP Satelital	Parámetro	Valor
44,5 [dBW]	C/No [dB-Hz]	82,69
	C/N [dB]	7,12

Tabla 4.1. Balance de Enlace del Sistema

En la tabla anterior se observa una adecuada relación C/N para un EIRP satelital igual a 44,5 [dBW] que permita dimensionar el servicio de acuerdo a esta restricción para poder tener la mayor cobertura posible del servicio dentro del territorio nacional y/o internacional.

4.1 DVB-S

El estándar DVB-S opera con modulación QPSK y una misma tasa de codificación, por consiguiente, en este caso se realiza una contextualización en el aspecto técnico sobre el cual el servicio DTH opera en la actualidad.

EIRP del Satélite [dBW]	44,5
Standard	DVB-S
MODCOD	QPSK 2/3
Roll Off	35%
Tasa de Símbolo [MBaud]	26,667
Tasa de Bit [Mb/s]	32,767
Número de Canales SDTV	13 MPEG 2 o 18 AVC
Número de Canales HDTV	2 MPEG 2 o 4 AVC

Tabla 4.2. Antecedentes de DTH con DVB-S

En la anterior tabla se observa para una Tasa de Bit igual a 32,767 [Mb/s] diferentes capacidades asociadas a la cantidad de señales de televisión que se pueden transmitir. Esto implica que si se transmiten canales SDTV se pueden transportar 13 utilizando MPEG-2 o 18 con AVC. El mismo procedimiento se establece para señales HDTV.

La implementación de encoders MPEG-4 Parte 10 implica un aumento en la cantidad de señales que se pueden implementar para exactamente las mismas condiciones de operación, por consiguiente, sin cambiar ningún aspecto técnico se logra un aumento de 5 señales sólo con el cambio del equipamiento encargado del procesamiento de la señal.

4.2 DVB-S2 en Modo Compatible con DVB-S

La incorporación de la tecnología DVB-S2 compatible con DVB-S está limitada a ciertos requisitos. Dentro de las restricciones se encuentra el nivel de C/N como también el ángulo con que se efectúa la modulación jerárquica. Este aspecto se aprecia en la siguiente figura, en donde los puntos de intersección en la curva corresponden al balance entre la performance de HP y LP.

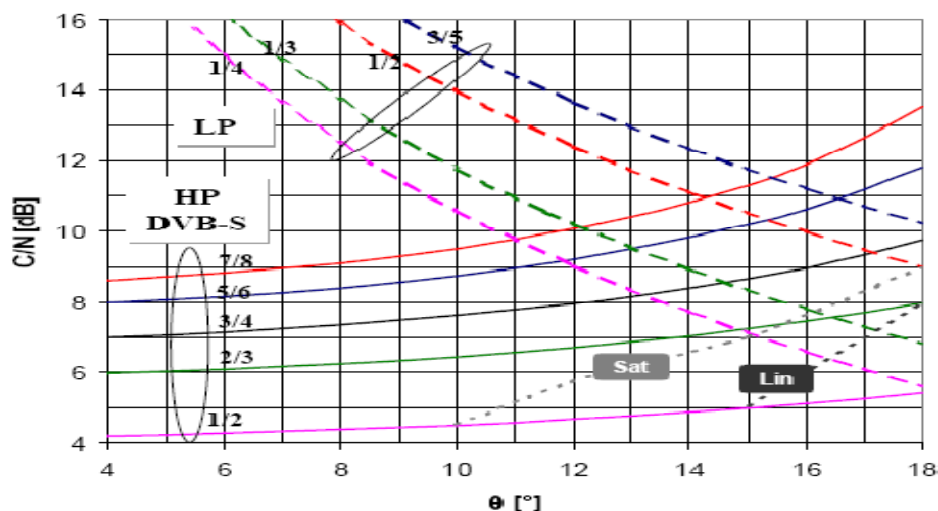


Gráfico 4.1. Restricciones de modulación jerárquica

Con estas restricciones se establece para este estudio la mejor relación entre HP y LP se tiene en un ángulo de 15° junto con una relación de C/N de 7 [dB]. Con lo cual, la plataforma DTH utilizando la tecnología DVB-S2 tiene que operar con la modulación jerárquica utilizando en HP un FEC igual a 2/3 y para LP un FEC igual a 1/4.

EIRP del Satélite [dBW]	44,5	
Standard	DVB-S	DVB-S2
MODCOD	QPSK 2/3	HP:2/3 ;LP:1/4
Roll Off	35%	35%
Tasa de Símbolo [MBaud]	26,667	26,667

Tasa de Bit [Mb/s]	32,767	39,303
Número de Canales SDTV	13 MPEG 2 o 18 AVC	15 MPEG 2 o 22 AVC
Número de Canales HDTV	2 MPEG 2 o 4 AVC	2 MPEG 2 o 4 AVC

Tabla 4.3. Comparación entre DVB-S y DVB-S2 BC

En la tabla anterior se observa para DVB-S QPSK 2/3 con una Tasa de Bit igual a 32,767 [Mb/s] diferentes capacidades asociadas a la cantidad de señales de televisión que se pueden transmitir. Esto implica que si se transmiten canales SDTV se pueden transportar 13 utilizando MPEG-2 o 18 con AVC. En cambio para DVB-S2 con modulación jerárquica y una Tasa de Bit de 39,303 [Mb/s] se tiene una capacidad para señales SDTV igual a 15 para MPEG-2 o 22 utilizando AVC. El mismo procedimiento se establece para señales HDTV.

En concordancia a lo anterior, se observa un aumento en la cantidad de canales de televisión en formato SD en comparación a la tecnología DVB-S. No obstante, dado que se opera en modalidad compatible con DVB-S no se logra aprovechar al máximo los beneficios que incorpora la nueva generación de este estándar, sin perjuicio de lo anterior resulta provechoso la utilización de esta modalidad en comparación a la posibilidad de mantener la estructura basada en DVB-S debido a que este modo permite a los nuevos abonados trabajar en DVB-S2 y los antiguos continúen recibiendo la señal en DVB-S.

4.3 DVB-S2 Modo CCM

La introducción de la tecnología DVB-S2 conlleva un aumento en las posibilidades de transmisión tanto en modulación como en la tasa de codificación a utilizar. Para comprobar los beneficios que incorpora usar esta norma se analiza esta situación a través de dos casos.

Los resultados obtenidos se ejemplifican para modulación QPSK como para modulación 8PSK ya que son típicamente utilizadas para aplicaciones de broadcasting. En el caso de usar modulación QPSK se dispone una tasa de codificación igual a 4/5 para satisfacer los requerimientos asociados a este MODCOD y mantener un adecuado margen. Con esto se busca establecer un enlace robusto y disminuir las posibilidades de degradación de la señal.

EIRP del Satélite [dBW]	44,5	
Standard	DVB-S	DVB-S2
MODCOD	QPSK 2/3	QPSK 4/5
Roll Off	35%	25%
Tasa de Símbolo [MBaud]	26,667	28,8
Tasa de Bit [Mb/s]	32,767	45,896
Número de Canales SDTV	13 MPEG 2 o 18 AVC	18 MPEG 2 o 26 AVC
Número de Canales HDTV	2 MPEG 2 o 4 AVC	3 MPEG 2 o 5 AVC

Tabla 4.4. Comparación entre DVB-S y DVB-S2 QPSK

En la tabla anterior, se observa un aumento en la cantidad de canales SDTV desde 18 señales que permite la norma DVB-S a 26 canales de televisión que admite la tecnología DVB-S para un MODCOD igual a QPSK 4/5.

En relación a la modulación 8PSK se establece utilizar un roll off igual a 35% debido a que puede introducir degradaciones no lineales cuando se opera un satélite con una portadora. Esto se sugiere para evitar situaciones adversas que pudiesen provocar pérdida de información al utilizar una modulación de orden mayor como es 8PSK en comparación a QPSK, sin obviar el incremento en la capacidad de transmisión al utilizar roll off iguales a 25% o 20%.

Asimismo, en el caso de utilizar modulación 8PSK se obtiene también un aumento en la capacidad de incorporar una mayor cantidad de canales SD en comparación al estándar DVB-S, en particular 9 señales SD es posible implementar adicionalmente.

EIRP del Satélite [dBW]	44,5	
Standard	DVB-S	DVB-S2
MODCOD	QPSK 2/3	8PSK 3/5
Roll Off	35%	35%
Tasa de Símbolo [MBaud]	26,667	26,667
Tasa de Bit [Mb/s]	32,767	47,76
Número de Canales SDTV	13 MPEG 2 o 18 AVC	19 MPEG 2 o 27 AVC
Número de Canales HDTV	2 MPEG 2 o 4 AVC	3 MPEG 2 o 5 AVC

Tabla 4.5. Comparación entre DVB-S y DVB-S2 8PSK

En consecuencia, se dispone de una mayor tasa de bit con respecto a la tecnología DVB-S, por consiguiente, un aumento en la cantidad de señales posibles de incorporar en el servicio DTH satisfaciendo los requerimientos técnicos establecidos en la norma DVB-S2.

Por otra parte, el margen que genera operar con un MODCOD de 8PSK 3/5 en este caso es de 2,8 [dB] similar al margen que se obtiene para DVB-S, lo cual permite un enlace robusto ante cualquier interferencia, por consiguiente, se tiene una mayor cantidad de señales SDTV disponibles en la opción de utilizar 8PSK 3/5 en comparación al uso de QPSK 4/5, dado que se disponen de 4 transpondedores.

4.4 DVB-S2 Modo VCM para Diferentes Servicios

La norma DVB-S2 posee la funcionalidad especial de transmitir diferentes servicios sobre la misma portadora, cada uno usando su propio esquema de modulación y tasa de codificación.

En este caso se procedió a analizar la opción de usar tanto señales SDTV como HDTV con diferentes niveles de protección, por lo cual para los canales SD se utilizó un MODCOD

igual a QPSK 5/6 y para HDTV se optó por 8-PSK 3/5. Ambas opciones se tomaron en consideración a los requerimientos de la norma DVB-S2 para estas modulaciones y tasas de codificación; además de obtener un adecuado margen para evitar degradaciones en la señal cuando se proceda a transmitir en condiciones desfavorable para tales fines.

Los resultados obtenidos muestran una similitud en la cantidad de señales SDTV que se pueden transmitir a través de un transpondedor de 36 [MHz], en especial si se utilizan encoders AVC para el procesamiento de la señal de televisión.

EIRP del Satélite [dBW]	44,5	
Standard	DVB-S	DVB-S2
MODCOD	QPSK 2/3	QPSK 5/6 - 8PSK 3/5
Roll Off	35%	35%
Tasa de Símbolo [MBaud]	26,667	26,667
Número de Canales con MPEG-2	13(SDTV) o 2 (HDTV)	12 (SDTV) + 0 (HDTV)
Número de Canales con AVC	18 (SDTV) o 4 (HDTV)	17 (SDTV) + 1 (HDTV)

Tabla 4.6. Comparación entre DVB-S y DVB-S2 VCM

No obstante, esta modalidad tiene como valor agregado la posibilidad de transmitir además señales HDTV, en este caso un canal HDTV en contraste con la norma DVB-S en la cual sólo se puede implementar un tipo de servicio.

La opción de VCM por servicio implica una factibilidad técnica de transmitir por el mismo medio señales tanto SDTV como HDTV. En este caso posibilita transmitir 17 señales en formato SD y 1 señal HDTV a la vez, lo cual incorpora un mayor beneficio si se compara con la tecnología DVB-S en la cual exclusivamente se pueden transmitir 18 señales SDTV o 4 señales HDTV. Esto tiene una implicancia a nivel comercial ya que se pueden plantear nuevos modelos de negocios de acuerdo a esta característica del VCM DVB-S2 ya que por ejemplo si se dispone de 4 transpondedores se podrían transmitir 68 canales en formato SD y 4 canales en HDTV aumentando eventualmente la satisfacción del cliente.

Capítulo V

Evaluación Económica

En la siguiente evaluación se consideran 3 escenarios de migración, los cuales permitirán visualizar el beneficio asociado a realizar una importante inversión en esta nueva tecnología tanto para la empresa como para sus clientes.

El análisis económico considera el tamaño de la inversión, así como también los ingresos asociados a la posibilidad de implementar un servicio con mayor valor agregado. Como indicadores de conveniencia del proyecto se utilizan el VAN (valor actual neto), la TIR (tasa interna de retorno) y ROI (*return of investment*). El horizonte de evaluación del proyecto es de 10 años, se utiliza una tasa de cambio de \$504 en moneda nacional del dólar estadounidense y la tasa de descuento utilizada para el cálculo del VAN es de 15,58%, tasa correspondiente al costo de oportunidad del dinero para la ejecución de proyectos tecnológicos en una empresa de telecomunicaciones.



Figura 5.1. Tasa de retorno

A continuación, se detallan los escenarios considerados para posteriormente poder realizar un análisis económico de la rentabilidad de estos proyectos. Cabe mencionar que se utiliza un factor igual a 2 en relación a la cantidad de Set Top Boxes que cada abonado tiene en su hogar de acuerdo a información obtenida de uno de los incumbentes del mercado de televisión satelital. Conjuntamente, se ocupa un crecimiento de un 10% anual de los suscriptores con acceso satelital para establecer la participación de mercado de la empresa. Al mismo tiempo se aprovecha la holgura disponible para aumentar la cantidad de canales en la parrilla programática.

5.1 Escenario 1: Mantenimiento de plataforma DVB-S

El escenario 1 corresponde a la opción de mantener DVB-S como plataforma para el DTH, es decir, se considera como estrategia válida establecer la continuidad de la actual norma como base para el despliegue del servicio de televisión satelital para los próximos años. No obstante, se estipula una incorporación de encoders MPEG-4 parte 10 (AVC) aprovechando la holgura disponible debido a que se cuenta con 46 señales y existe la posibilidad de agregar 8 señales adicionales operando con AVC. Por consiguiente, los nuevos abonados al servicio podrán aprovechar estos nuevos canales en el servicio y los clientes actuales podrán mantener la parrilla programática en MPEG-2.

A continuación se muestra un esquema simplificado del servicio DTH para la tecnología DVB-S.

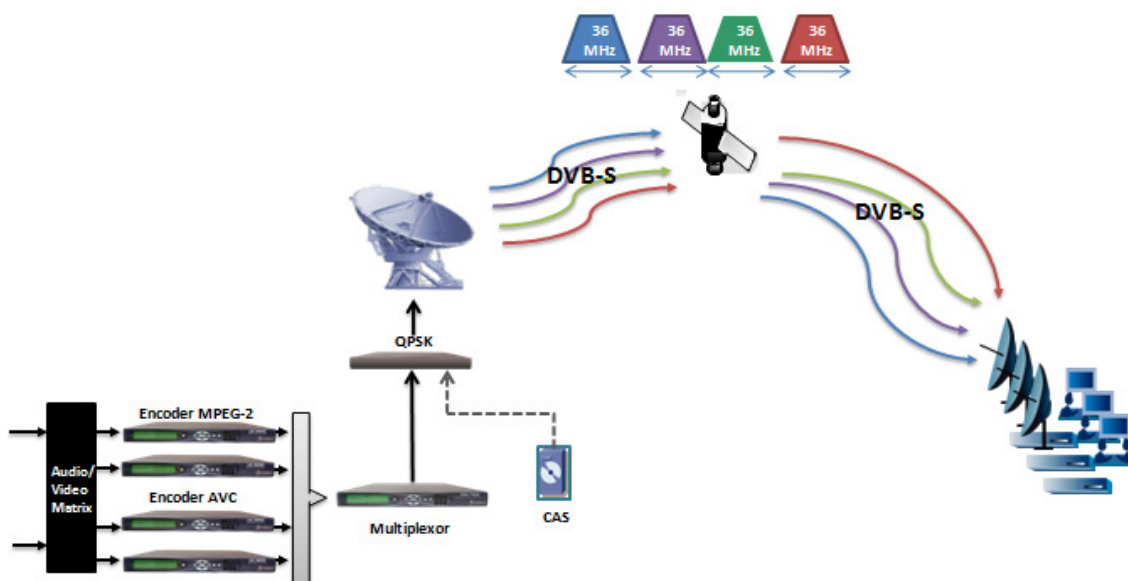


Figura 5.2. Arquitectura simplificada del Escenario 1

En consecuencia, esta opción se limita a proyectar la rentabilidad asociada a continuar con la actual plataforma, variando exclusivamente el tipo de encoder y así poder contrastar el beneficio real que conlleva realizar la migración total a la tecnología DVB-S2 o establecer la conveniencia de mantener el servicio en base a la norma existente en las instalaciones de la empresa y de sus clientes.

La inversión inicial necesaria para realizar la migración a AVC junto con los recursos necesarios para un adecuado desempeño del personal a cargo del proyecto y el marketing necesario para potenciar la imagen de la empresa tanto en sus abonados como futuros suscriptores se describen a continuación.

Ítem	Valor
Marketing	\$ 805.040.000
Notebooks	\$ 4.800.000
Muebles	\$ 7.000.000
Transpondedores	\$ 812.851.200
Equipamiento	\$ 69.657.600
Inversión inicial total	\$ 1.699.348.800

Tabla 5.1. Inversión Inicial Escenario 1

Cabe mencionar que la inversión asociada al equipamiento está vinculada con la incorporación de encoders necesarios para utilizar MPEG-4 parte 10. En este caso corresponde a los 8 encoders AVC requeridos de acuerdo a la holgura disponible y a la

capacidad obtenida para el sistema utilizando la plataforma DTH con DVB-S, modulación QPSK, FEC 2/3 y un factor de Roll Off de 35%.

En relación a los ingresos efectivos asociados al proyecto se estiman los siguientes aspectos:

- i. La cantidad de suscriptores aumenta de acuerdo a un crecimiento en la participación de mercado de un 0,05 % por año con respecto a la base con que se evalúa el proyecto, la cual corresponde a un 14%. Este leve crecimiento se proyecta debido al ingreso de opciones más competitivas al mercado con respecto a este modelo de negocios ofrecido al cliente.
- ii. Ingresos asociados a los 3 planes de suscripción que cuenta la empresa llamados Experience Full, Experience Mid y Experience Light cuyos costos para el abonado corresponden a \$21.000, \$16.000 y \$14.000 respectivamente. La repartición entre los suscriptores se espera que sea de un 25% de ellos para el plan E. Full, un 35% de los abonados para el plan E. Mid y el resto de los clientes para el plan E. Light.
- iii. Ingreso vinculado a los clientes prepago cuya recarga tiene un valor de \$12.000.

En cuanto a los costos variables se tienen los siguientes factores que implican algún efecto en este aspecto:

- i. Puntos de Ventas (POS) asociado a los clientes prepago.
- ii. Costo de venta referido a clientes con contrato.
- iii. Costo de equipamiento en el lado del abonado.
- iv. Costo de instalación en el lado del abonado.

Los costos fijos están relacionados a los siguientes ítems:

- i. Costo de los 4 transpondedores de 36 [MHz].
- ii. Sueldos del personal a cargo del proyecto.
- iii. Publicidad del servicio ofrecido por la empresa.
- iv. Arriendo de oficinas y gastos comunes.
- v. Contratos extras de canales de Tv.
- vi. Mantenimiento del Head-End.

Con todos los antecedentes mencionados, se tiene la información completa para realizar el flujo de caja del proyecto.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos	\$15.965.307.519	\$17.386.274.304	\$18.929.917.388	\$20.606.478.869	\$22.426.794.929	\$24.402.495.863	\$26.546.433.039	\$28.872.173.379	\$31.394.239.307	\$34.128.426.938	
Costos variables	-\$1.321.488.093	-\$1.534.315.798	-\$1.777.187.346	-\$2.053.960.566	-\$2.368.887.459	-\$2.727.183.935	-\$3.134.247.303	-\$3.596.468.236	-\$4.120.712.260	-\$4.715.169.965	
Costos fijos	-\$13.926.953.591	-\$13.926.953.591	-\$13.926.953.591	-\$13.926.953.591	-\$13.926.953.591	-\$13.926.953.591	-\$13.926.953.591	-\$13.926.953.591	-\$13.926.953.591	-\$13.926.953.591	-\$13.926.953.591
Depreciación	-\$10.036.800	-\$10.036.800	-\$10.036.800	-\$10.036.800	-\$10.036.800	-\$10.036.800	-\$10.036.800	-\$9.236.800	\$0	\$0	\$0
Perdidas del ejercicio anterior											
Utilidad antes de impuesto	\$706.829.036	\$1.914.968.115	\$3.215.739.651	\$4.615.527.912	\$6.120.857.079	\$7.738.321.537	\$9.475.995.345	\$11.348.751.552	\$13.346.573.456	\$15.486.303.382	
Impuesto 19%	-\$134.297.517	-\$363.843.942	-\$610.990.534	-\$876.950.303	-\$1.162.962.845	-\$1.470.281.092	-\$1.800.439.116	-\$2.156.262.795	-\$2.535.848.957	-\$2.942.397.642	
Utilidad después de impuesto	\$572.531.519	\$1.551.124.173	\$2.604.749.118	\$3.738.577.609	\$4.957.894.234	\$6.268.040.445	\$7.675.556.229	\$9.192.488.757	\$10.810.724.499	\$12.543.905.739	
Depreciación	\$10.036.800	\$10.036.800	\$10.036.800	\$10.036.800	\$10.036.800	\$10.036.800	\$10.036.800	\$9.236.800	\$0	\$0	\$0
Perdidas del ejercicio anterior											
Flujo caja operacional	\$ 582.568.319	\$ 1.561.160.973	\$ 2.614.785.918	\$ 3.748.614.409	\$ 4.967.931.034	\$ 6.278.077.245	\$ 7.684.793.029	\$ 9.192.488.757	\$ 10.810.724.499	\$ 12.543.905.739	
Capital de Trabajo											
Recuperación Capital de Trabajo											\$ 105.400.000
Inversión											
Flujo de caja privado	-\$ 1.894.748.800	\$ 582.568.319	\$ 1.561.160.973	\$ 2.614.785.918	\$ 3.748.614.409	\$ 4.967.931.034	\$ 6.278.077.245	\$ 7.684.793.029	\$ 9.192.488.757	\$ 10.810.724.499	\$ 12.649.305.739

VAN al 15,38%	\$ 20.289.981.430	USD 40.257.900
TIR	93,9%	
Payback	2 años	

Tabla 5.2. Flujo de Caja Escenario 1

En cuanto a la eficiencia en el uso del recurso de segmento espacial, es decir, la maximización de la utilización de los 36 [MHz] disponibles por transpondedor a través del uso de encoders AVC en reemplazo de encoders MPEG-2 se muestra a continuación.

Ítem	Valor
Costo de 4 Transpondedor 36 [MHz]	\$ 203.212.800
Cantidad Original de Encoders MPEG-2	52
Costo de Canal con MPEG-2 por MHz utilizado	\$ 3.907.938
Cantidad de Encoders AVC	72
Costo de Canal con AVC por MHz utilizado	\$ 2.822.400

Tabla 5.3. Optimización del recurso transpondedor

En la tabla 5.3 se observa que al utilizar AVC se obtiene una mejor forma de utilizar el recurso de los 4 transpondedores debido a que se disponen de una mayor cantidad de canales SDTV, con lo cual el costo asociado a colocar una señal de televisión en el satélite se reduce un 27,77% sin considerar los costos asociados a pagos que se deben efectuar a los propietarios de estas señales.

5.2 Escenario 2: Migración total a DVB-S2

En este segundo escenario se establece la opción de realizar una migración total tanto en la norma utilizada, es decir, desde DVB-S a DVB-S2 como en el tipo de encoder usado (desde MPEG-2 a AVC), incluyendo toda la infraestructura necesaria para la correcta transmisión del servicio DTH en esta nueva plataforma.

La migración a DVB-S2 conlleva una considerable cantidad de modificaciones tanto en la estación transmisora de la empresa como también en el lado de los abonados. La gran base instalada de Set Top Box DVB-S está asociada a una fuerte inversión en el cambio de estos STBs por unos compatibles con ambas normas y a AVC. Además, se debe invertir en una mayor cantidad de encoders asociada a un aumento en la cantidad de canales debido a la mayor capacidad de Bit Rate disponible al utilizar la norma DVB-S2 como también la utilización de modulador 8-PSK en detrimento del QPSK.

A continuación se muestra un esquema simplificado del servicio DTH para el caso de migración desde DVB-S a DVB-S2 en conjunto con el cambio de MPEG-2 a MPEG-4 parte 10 (AVC).

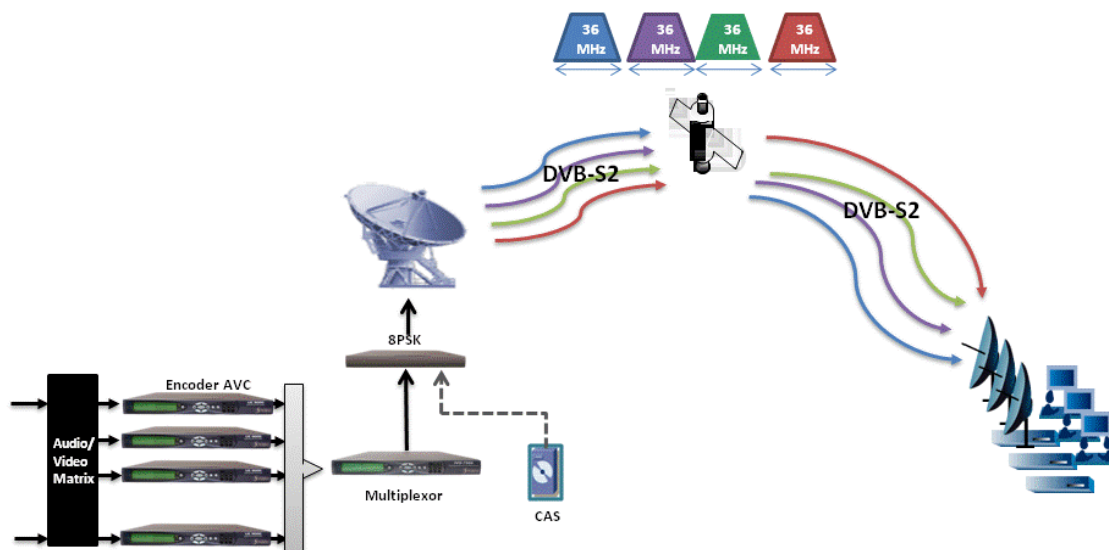


Figura 5.3. Arquitectura simplificada del Escenario 2

En esta evaluación, se considera como inversión inicial la compra en el periodo inicial del equipamiento necesario para implementar 90 canales, 4 moduladores DVB-S2 8-PSK, entre otros. Además, la publicidad necesaria para obtener una adecuada captación de nuevos cliente.

La inversión inicial necesaria para realizar la migración a DVB-S2 y a AVC junto con los recursos necesarios para un adecuado desempeño del personal a cargo del proyecto se describen a continuación. Además, se incorpora la inversión vinculada con el cambio de Set Top Box DVB-S instalados por receptores compatibles con la norma DVB-S2.

Ítem	Valor
Marketing	\$ 1.088.000.000
Notebooks	\$ 5.200.000
Muebles	\$ 7.000.000
Cambio Set Top Box	\$ 5.562.779.040
Transpondedores	\$ 812.851.200
Equipamiento	\$ 452.592.000
Inversión inicial total	\$ 7.928.422.240

Tabla 5.4. Inversión Inicial Escenario 2

La inversión asociada al equipamiento está vinculada con el cambio de encoders necesarios para la migración. En este caso corresponde a los 90 encoders AVC requeridos de acuerdo a la capacidad obtenida para el sistema utilizando la plataforma DTH con DVB-S2, modulación 8-PSK, FEC 3/5 y un factor de Roll Off de 35%. La restante capacidad se

incorpora en el siguiente año, con lo cual se agregan 18 canales más a disposición del cliente de acuerdo a estrategias comerciales establecidas por la empresa.

Con respecto a la inversión asociada al cambio de Set Top Boxes capaces de recibir la señal DVB-S2 se utiliza un factor igual a 2 para la cantidad de receptores que se encuentran en el hogar del abonado, por consiguiente, es necesario efectuar esta modificación teniendo en cuenta este aspecto ya que conlleva un gran impacto en la evaluación del proyecto. Cabe mencionar que se utiliza un Set Top Box DVB-S2 Dual básico para examinar dicho efecto, es decir, sin opciones tales como PVR o HD.

En cuanto a los ingresos efectivos vinculados al proyecto se estiman los siguientes aspectos:

- i. La cantidad de suscriptores aumenta de acuerdo a un crecimiento en la participación de mercado de un 0,4 % por año con respecto a la base con que se evalúa el proyecto, la cual corresponde a un 14%. Este incremento se proyecta debido a la posibilidad de incorporar una mayor cantidad de señales al servicio provocando una disminución en la tasa de cambio de los abonados a la empresa y un aumento en la captación de nuevos clientes.
- ii. Ingresos referidos a los 3 planes de suscripción que cuenta la empresa llamados Experience Full, Experience Mid y Experience Light cuyos costos para el abonado corresponden a \$21.000, \$16.000 y \$14.000 respectivamente. La repartición entre los suscriptores se espera que sea de un 25% de ellos para el plan E. Full, un 35% de los abonados para el plan E. Mid y el resto de los clientes para el plan E. Light.
- iii. Ingreso asociado a los clientes prepago cuya recarga tiene un valor de \$12.000.

En relación a los costos variables se tienen los siguientes factores que implican algún efecto en este aspecto:

- i. Puntos de Ventas (POS) asociado a los clientes prepago.
- ii. Costo de venta referido a clientes con contrato.
- iii. Costo de equipamiento en el lado del abonado.
- iv. Costo de instalación en el lado del abonado.

Los siguientes ítems están vinculados a los costos fijos:

- i. Costo de los 4 transpondedores de 36 [MHz].
- ii. Sueldos del personal a cargo del proyecto.
- iii. Publicidad asociada a promocionar el servicio de televisión satelital de Experience Tv.
- iv. Arriendo de oficinas y gastos comunes.
- v. Contratos adicionales por la incorporación de nuevos canales Tv.
- vi. Mantenimiento del Head-End.

De acuerdo a todos los antecedentes mencionados, se tiene la información completa para calcular el flujo de caja del proyecto.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos	\$ 16.354.815,625	\$ 18.378.739,875	\$ 20.636.777,818	\$ 23.134.797,138	\$ 25.961.486,777	\$ 29.088.648,461	\$ 32.571.166,238	\$ 36.447.833,911	\$ 40.761.583,265	\$ 45.559.760,758	
Costos variables	-\$ 2.012.856,339	-\$ 2.310.957,623	-\$ 2.651.444,645	-\$ 3.039.790,276	-\$ 3.482.824,015	-\$ 3.987.677,821	-\$ 4.562.466,708	-\$ 5.217.009,424	-\$ 5.961.562,481	-\$ 6.808.272,326	
Costos fijos	-\$ 16.130.421,245	-\$ 16.130.421,245	-\$ 16.130.421,245	-\$ 16.130.421,245	-\$ 16.130.421,245	-\$ 16.130.421,245	-\$ 16.130.421,245	-\$ 16.130.421,245	-\$ 16.130.421,245	-\$ 16.130.421,245	
Depreciación	-\$ 20.118,667	-\$ 30.068,000	-\$ 30.068,000	-\$ 30.068,000	-\$ 30.068,000	-\$ 30.068,000	-\$ 30.068,000	-\$ 24.868,000	-\$ 5.616,000	\$ 0	\$ 0
Perdidas del ejercicio anterior		-\$ 1.788.461,960	-\$ 62.638,993								
Utilidad antes de impuesto	-\$ 1.808.580,626	-\$ 1.881.168,953	\$ 1.762.204,934	\$ 3.954.517,637	\$ 6.318.173,517	\$ 8.940.481,396	\$ 11.853.410,285	\$ 15.094.787,242	\$ 18.669.599,539	\$ 22.621.067,187	
Impuesto 19%	\$ 0	\$ 0	-\$ 334.818,938	-\$ 751.358,351	-\$ 1.200.452,968	-\$ 1.698.691,465	-\$ 2.252.147,954	-\$ 2.866.009,576	-\$ 3.547.233,912	-\$ 4.298.002,765	
Utilidad después de impuesto	-\$ 1.808.580,626	-\$ 1.881.168,953	\$ 1.427.385,997	\$ 3.203.159,286	\$ 5.117.720,549	\$ 7.241.789,930	\$ 9.601.262,331	\$ 12.228.777,666	\$ 15.122.375,627	\$ 18.323.064,421	
Depreciación	\$ 20.118,667	\$ 30.068,000	\$ 30.068,000	\$ 30.068,000	\$ 30.068,000	\$ 30.068,000	\$ 24.868,000	\$ 5.616,000	\$ 0	\$ 0	
Perdidas del ejercicio anterior		\$ 1.788.461,960	\$ 62.638,993								
Flujo caja operacional	\$ 1.788.461,960	-\$ 62.638,993	\$ 1.520.092,990	\$ 3.233.227,286	\$ 5.147.788,549	\$ 7.271.857,930	\$ 9.626.130,331	\$ 12.232.393,666	\$ 15.122.375,627	\$ 18.323.064,421	
Capital de Trabajo		-\$ 113.400,000									\$ 113.400,000
Recuperación Capital de Trabajo											
Inversión		-\$ 7.928.422,240									
Flujo de caja privado	-\$ 8.041.822,240	-\$ 1.788.461,960	-\$ 62.638,993	\$ 1.520.092,990	\$ 3.233.227,286	\$ 5.147.788,549	\$ 7.271.857,930	\$ 9.626.130,331	\$ 12.232.393,666	\$ 15.122.375,627	\$ 18.436.464,421

Tabla 5.5. Flujo de Caja Escenario 2

VAN al 15,58%	\$ 14.483.030,509	USD 78.736,172
TIR	32,1%	
Payback	4 años	

En relación a la eficiencia en el aprovechamiento del recurso de segmento espacial, es decir, la maximización de la utilización de los 36 [MHz] disponibles por transpondedor a través del uso de encoders AVC en reemplazo de encoders MPEG-2 se muestra a continuación.

Ítem	Valor
Costo de 4 Transpondedor 36 [MHz]	\$ 203.212.800
Cantidad Original de Encoders MPEG-2	52
Costo de Canal con MPEG-2 por MHz utilizado	\$ 3.907.938
Cantidad de Encoders AVC	108
Costo de Canal con AVC por MHz utilizado	\$ 1.881.600

Tabla 5.6. Optimización del recurso transpondedor

En la tabla 5.6 se observa una ostensible diferencia entre el costo por canal SDTV utilizando encoder MPEG-2 y el costo por señal de televisión usando encoder AVC ya que existe una reducción de un 51,85% del costo de operación del transpondedor, lo cual significa un aprovechamiento efectivo del escaso recurso disponible. Esta aseveración no considera los costos asociados a los pagos que se deben efectuar a los propietarios de las señales de Tv.

5.3 Escenario 3: Transición a DVB-S2 Modo Compatible DVB-S

En el anterior escenario se aprecia la principal complejidad económica de la migración total, la cual radica en la alta inversión inicial a realizar debido al cambio de Set Top Box que se debe efectuar para aprovechar al máximo los beneficios de la norma DVB-S2 y el formato AVC, por lo cual, se pretende reducir esta inversión introduciendo la tecnología DVB-S2 incluyendo toda la infraestructura necesaria para el correcto funcionamiento del modo compatible con la norma DVB-S.

En este tercer escenario, se realizan algunos cambios con respecto al escenario 2. En primer lugar se busca implementar una transmisión con interoperabilidad con los Set Top Box DVB-S, es decir, permitir que los STB puedan decodificar parte de la señal DVB-S2 mediante el uso de modulaciones jerárquicas. Además, la incorporación de encoders AVC de acuerdo a la holgura disponible del servicio junto con el aumento en la tasa de bit que permite la operación del sistema con la tecnología DVB-S2 BC. Esta última aseveración implica un aumento de 11 señales debido a DVB-S2BC y 8 señales por la holgura del sistema.

A continuación se muestra un esquema simplificado del servicio DTH para el caso de transmisión DVB-S2 en modo compatible con DVB-S en conjunto con la incorporación de encoders MPEG-4 parte 10 (AVC). Además se incorpora un canal de retorno a través de mensajes de texto desde el teléfono móvil del abonado.

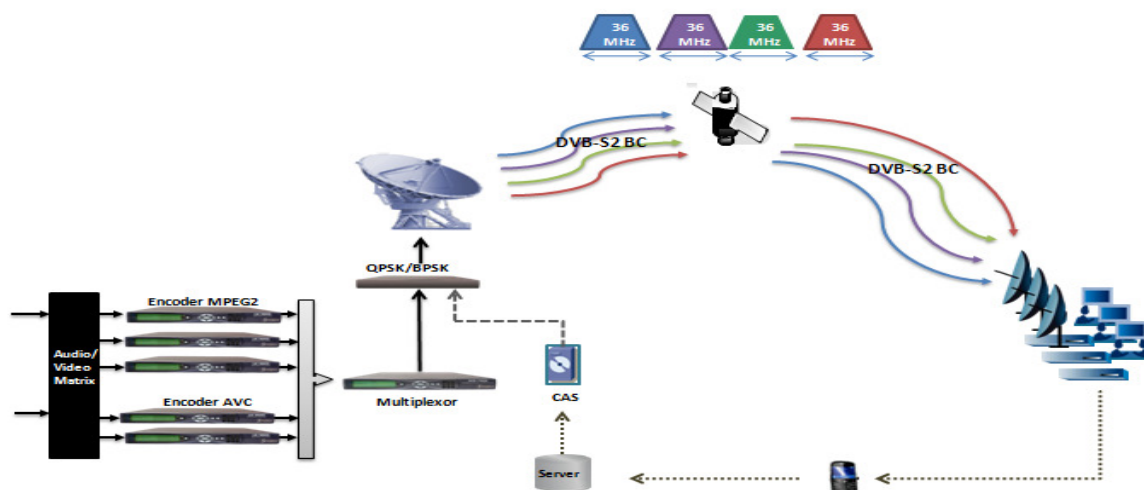


Figura 5.4. Arquitectura simplificada del Escenario 3

En este estudio, se considera como inversión inicial la compra en el periodo inicial del equipamiento obligatorio para implementar 11 canales SDTV adicionales, 4 moduladores QPSK. Además, el marketing necesario para obtener una adecuada captación de nuevos cliente.

La inversión inicial necesaria para realizar la migración a un modo compatible entre DVB-S2 y DVB-S como también los encoders AVC y el capital requerido se describe a continuación.

Ítem	Valor
Marketing	\$ 1.088.000.000
Notebooks	\$ 5.200.000
Muebles	\$ 7.000.000
Transpondedores	\$ 812.851.200
Equipamiento	\$ 93.748.800
Inversión inicial total	\$ 2.006.800.000

Tabla 5.7. Inversión Inicial Escenario 3

La inversión asociada al equipamiento está vinculada con el cambio de encoders necesarios para la migración. En este caso corresponde a los 11 encoders AVC requeridos de acuerdo a la capacidad obtenida para el sistema utilizando la norma DVB-S2 compatible con DVB-S, modulación jerárquica $HP = 2/3$, $LP = 1/4$ y un factor de Roll Off de 35%. La capacidad no utilizada se incorpora en el segundo año, con lo cual se disponen de 8 canales SDTV para ser implementados de acuerdo a la estrategia comercial de la empresa.

En cuanto al gran número Set Top Box DVB-S ya instalados, se establece un periodo en el cual estos receptores continúan funcionando. El típico tiempo de vida de los Set Top Box de un DTH está en torno a 5 años, no obstante algunos pueden funcionar correctamente por 7 años o más. Esto hace estimar que el proceso de conversión a Set Top Box DVB-S2

debiese finalizarse en 10 años como línea de base, por consiguiente, se estima un 10% como tasa de conversión por año de los receptores DVB-S existentes. Cuando la población completa haya migrado sus receptores a DVB-S2, la señal transmitida puede ser modificada al modo no retrocompatible, aprovechando así el potencial completo de DVB-S2.

En relación a los ingresos efectivos referidos al proyecto se estiman los siguientes aspectos:

- i. La cantidad de suscriptores aumenta de acuerdo a un crecimiento en la participación de mercado de un 0,4 % por año con respecto a la base con que se evalúa el proyecto, la cual corresponde a un 14%. Este aumento se vincula al plan de negocios desarrollado en el anexo A, en especial a la posibilidad de generar atractivas promociones a los clientes como también a un club de fidelidad.
- ii. Ingresos asociados a los 3 planes de suscripción que cuenta la empresa llamados Experience Full, Experience Mid y Experience Light cuyos costos para el abonado corresponden a \$21.000, \$16.000 y \$14.000 respectivamente. La repartición entre los suscriptores se espera que sea de un 25% de ellos para el plan E. Full, un 35% de los abonados para el plan E. Mid y el resto de los clientes para el plan E. Light.
- iii. Ingreso vinculado a los clientes prepago cuya recarga tiene un valor de \$12.000.
- iv. Publicidad a través de la inserción de ella en las señales.
- v. Canal de publicidad.
- vi. Mensajes de texto.

En cuanto a los costos variables se tienen los siguientes factores que implican algún efecto en este aspecto:

- i. Puntos de Ventas (POS) asociado a los clientes prepago.
- ii. Costo de venta referido a clientes con contrato.
- iii. Costo de instalación en el lado del abonado.
- iv. Costo de equipamiento en el lado del abonado.
- v. Incorporación de un nuevo canal de Tv publicitario.

Los costos fijos están relacionados a los siguientes ítems:

- i. Costo de los 4 transpondedores de 36 [MHz].
- ii. Sueldos del personal a cargo del proyecto.
- iii. Publicidad referida a la promoción de las nuevas opciones que brinda el servicio ofrecido por Experience Tv.
- iv. Arriendo de oficinas y gastos comunes.
- v. Mantenimiento del Head-End.
- vi. Promoción de Set Top Boxes DVB-S2 PVR USB.
- vii. Cambio de receptores DVB-S por Set Top Boxes compatibles con ambos estándares y AVC.
- viii. Nuevos contratos asociados a la incorporación de nuevos canales de Tv.

Con todos estos antecedentes, se tiene la información completa para efectuar el flujo de caja del proyecto.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos	\$17.105.197.112	\$19.204.141.287	\$21.543.495.253	\$24.149.432.965	\$27.051.110.038	\$30.280.645.534	\$33.873.234.787	\$37.868.133.862	\$42.308.501.674	\$47.242.014.313	
Costos variables	-\$2.375.213.437	-\$2.684.921.588	-\$3.073.716.440	-\$3.516.210.942	-\$4.019.944.319	-\$4.592.789.024	-\$5.243.682.337	-\$5.983.424.215	-\$6.823.280.377	-\$7.957.411.402	
Costos fijos	-\$15.984.345.025	-\$15.984.345.025	-\$15.984.345.025	-\$15.984.345.025	-\$15.984.345.025	-\$15.984.345.025	-\$15.984.345.025	-\$15.984.345.025	-\$15.984.345.025	-\$15.984.345.025	
Depreciación	-\$19.089.067	-\$24.705.067	-\$24.705.067	-\$24.705.067	-\$24.705.067	-\$24.705.067	-\$24.705.067	-\$23.838.400	-\$5.616.000	\$0	\$0
Perdidas del ejercicio anterior			-\$1.254.361.350								
Utilidad antes de impuesto	-\$1.273.450.417	-\$744.191.743	\$2.460.728.721	\$4.624.171.931	\$7.022.115.627	\$9.678.806.419	\$12.621.369.025	\$15.894.748.622	\$19.500.876.272	\$23.300.257.886	
Impuesto 19%	\$0	\$0	-\$467.538.457	-\$878.592.667	-\$1.334.201.969	-\$1.838.973.220	-\$2.398.060.115	-\$3.020.002.238	-\$3.705.166.492	-\$4.427.048.998	
Utilidad despues de impuesto	-\$1.273.450.417	-\$744.191.743	\$1.993.190.264	\$3.745.579.264	\$5.687.913.658	\$7.839.833.199	\$10.223.308.910	\$12.874.746.384	\$15.795.709.781	\$18.873.208.887	
Depreciación	\$19.089.067	\$24.705.067	\$24.705.067	\$24.705.067	\$24.705.067	\$24.705.067	\$24.705.067	\$23.838.400	\$5.616.000	\$0	\$0
Perdidas del ejercicio anterior			\$1.254.361.350								
Flujo caja operacional	-\$1.254.361.350	\$534.874.674	\$2.017.895.330	\$3.770.284.330	\$5.712.618.725	\$7.864.538.266	\$10.247.147.310	\$12.880.362.384	\$15.795.709.781	\$18.873.208.887	
Capital de Trabajo	-\$113.400.000										
Recuperación del Capital de Trabajo											\$113.400.000
Inversión	-\$2.006.800.000										
Flujo de caja privado	-\$2.126.200.000	-\$1.254.361.350	\$2.017.895.330	\$3.770.284.330	\$5.712.618.725	\$7.864.538.266	\$10.247.147.310	\$12.880.362.384	\$15.795.709.781	\$18.906.608.887	

VAN al 15,58%	\$ 23.200.952.648	USD 46.033.636
TIR	64,7%	
Payback	3 años,3 meses	

Tabla 5.8.Flujoo de Caja Escenario 3

Cabe mencionar que además para este escenario el flujo de caja con Set Top Boxes HD bajo las mismas condiciones que el anterior flujo de caja con STBs SD se tiene el siguiente resultado.

Criterio Evaluación Económica	Valor
VAN al 15,58%	\$ 19.321.131.383
TIR	53,5%
ROI	4 años

Tabla 5.9. Resultados obtenidos para STBs HD

La eficiencia en el explotación del recurso de segmento espacial, es decir, la maximización de la utilización de los 36 [MHz] disponibles por transpondedor a través del uso de encoders AVC en reemplazo de encoders MPEG-2 se muestra a continuación.

Ítem	Valor
Costo de 4 Transpondedor 36 [MHz]	\$ 203.212.800
Cantidad Original de Encoders MPEG-2	52
Costo de Canal con MPEG-2 por MHz utilizado	\$ 3.907.938
Cantidad de Encoders AVC	88
Costo de Canal con AVC por MHz utilizado	\$ 2.309.236

Tabla 5.10. Optimización del recurso transpondedor

En la tabla 5.10 se observa una reducción de un 40,9% al utilizar encoders AVC para así operar con una mayor eficiencia el recurso de segmento satelital disponible para la empresa y con ello tener la capacidad de incorporar una mayor variedad de canales de acuerdo a la selección de canales realizada para una adecuada satisfacción del cliente. En este marco no se considera los pagos relacionados con los derechos a transmitir las señales a los propietarios de los canales de Tv.

Capítulo VI

Discusión de Resultados

6.1. Discusión Técnica

La norma DVB-S define un solo formato de modulación (QPSK) junto con 5 tasas de codificación, sin embargo, DVB-S2 soporta 4 tipos de modulaciones como también una mayor cantidad de tasas de codificaciones. La eficiencia espectral tanto para DVB-S como para DVB-S2 se muestra a continuación para el caso de las modulaciones QPSK y 8-PSK.

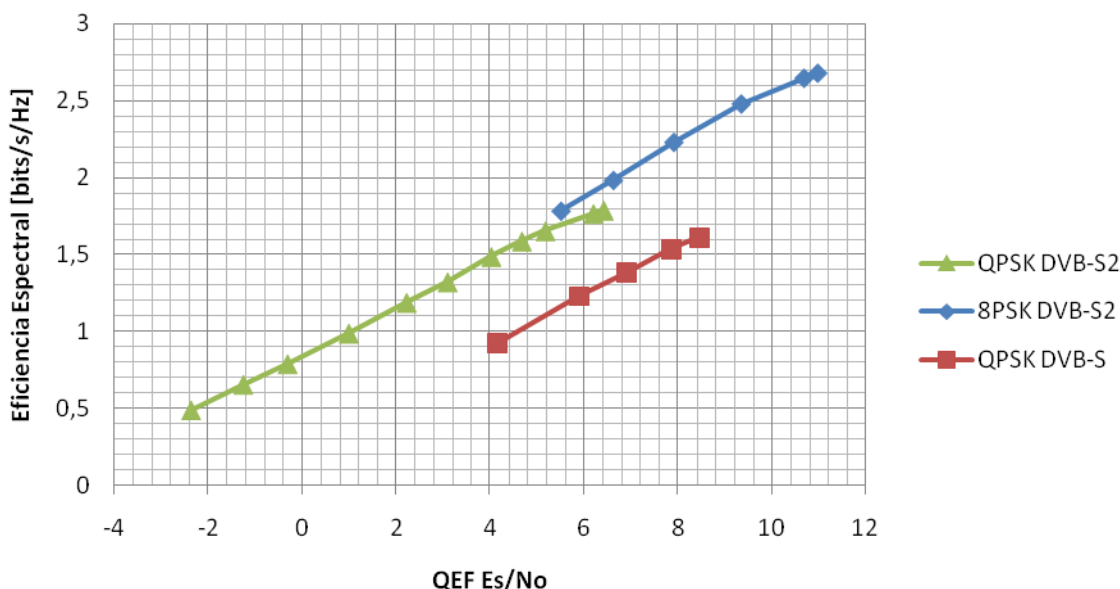


Gráfico 6.1. Eficiencia Espectral DVB-S v/s DVB-S2

Observando la eficiencia espectral a 1 [bit/s/Hz] se puede notar que existe un considerable incremento cuando se compara DVB-S con QPSK DVB-S2. Desde un punto de vista conceptual, la eficiencia en el ancho de banda disponible provocado por la migración desde DVB-S a DVB-S2 proveerá una eficiencia mayor debido al mejoramiento en la codificación frente al error para similares Es/No; por ejemplo para el caso de Es/No en torno a 4 [dB], se tiene una mejor eficiencia espectral para el caso QPSK DVB-S2 con respecto al QPSK DVB-S.

En concordancia a lo anterior, se dispone de una mayor tasa de bit con respecto a la tecnología DVB-S, por consiguiente, un aumento en la cantidad de señales posibles de incorporar al servicio DTH satisfaciendo los requerimientos técnicos señalados en la norma DVB-S2. Además, la combinación entre DVB-S2 y AVC genera la oportunidad de migrar a HDTV de forma eficaz.

La norma DVB-S2 introduce la modalidad de VCM, la cual es una versión estática del *Adaptive Coding and Modulation* (ACM). Al introducir VCM, la portadora puede ser configurada con FEC más potentes en las zonas donde la cobertura del satélite sea mínima, mientras que en las zonas con la máxima cobertura pueden ser codificados con una menor tasa de codificación operando simultáneamente en la misma portadora.

El modo VCM para diferentes zonas fue implementado en la planilla de cálculo desarrollada para tener una visión global de la tecnología DVB-S2 y con fines docentes. No obstante, dado que este VCM permite recibir una portadora que opere sobre el umbral de decodificación implica que para el servicio DTH resulta ineficiente y discriminatorio debido a que en las zonas con peor huella satelital se dispondría de una menor cantidad de canales de televisión en comparación con la zona con mejor cobertura. En consecuencia, para un servicio de radiodifusión no tiene real utilidad y por consiguiente, fue descartada esta opción para este estudio, pero si la tendría por ejemplo para aplicaciones V-SAT.

6.2. Discusión Económica

Los escenarios establecidos en este estudio conforman un conjunto de proyectos mutuamente excluyentes, con lo cual el problema se convierte en escoger sólo un proyecto, el mejor en el sentido económico.

Los resultados obtenidos en la evaluación económica muestran en los escenarios 2 y 3 un flujo de caja negativo al inicio de cada proyecto y valores positivos para los restantes periodos. Sin embargo, los escenarios generan diferentes resultados para los indicadores de evaluación de proyectos utilizados, los cuales se aprecian en la siguiente tabla.

Escenario	I.I.	VAN	TIR	ROI
Escenario 1	\$ 1.699.348.800	\$ 20.289.981.430	93,9%	2 años
Escenario 2	\$ 7.928.422.240	\$ 14.483.030.509	32,1%	4 años
Escenario 3	\$ 2.006.800.000	\$ 23.200.952.648	64,7%	3 años, 3 meses

Tabla 6.1. Comparación de los Escenarios de acuerdo a criterios de evaluación económica

En cuanto a la inversión inicial asociada a cada opción se observa en el escenario 2 un fuerte requerimiento de recursos, lo cual está referida al recambio necesario de todos los STBs ubicados en los hogares de los clientes. En cuanto a la inversión inicial del escenario 3 se debe en parte al equipamiento necesario para la transmisión de DVB-S2 compatible con la norma DVB-S y encoders AVC. En el escenario 1 se tiene la menor inversión debido a la mantención de la plataforma DTH con la tecnología DVB-S y una incorporación de encoders MPEG-4 parte 10.

En relación a la inversión vinculada al cambio de Set Top Boxes es relevante tomar en cuenta el punto asociado a que las empresas con servicio de televisión satelital aprovechan

la cobertura satelital para ofrecer este medio de entretenimiento e información a otros países de la región, por consiguiente, el real impacto de una migración total hacia DVB-S2 desde el inicio del proyecto conlleva no sólo el desembolso de la inversión calculada para el caso nacional si no que habría que amplificar el efecto por la cantidad total de abonados que cuenta la empresa a nivel global como también el factor relacionado con el número de receptores que cuenta cada suscriptor en su hogar. Esto muestra que en la decisión de efectuar alguna modificación en la plataforma no se puede tener una visión centralista del problema si no que se debe evaluar la consecuencia total que provoca una migración.

El efecto descrito anteriormente muestra claramente que la opción a tomar para futuras empresas que entren en el mercado de televisión satelital es la implementación del servicio con el estándar de transmisión vía satélite DVB-S2 junto con la incorporación de encoders MPEG-4 parte 10. Con ello se evitan dificultades en el aspecto económico y se obtiene una ventaja comparativa con las empresas que utilizan actualmente DVB-S que requieran una migración hacia la nueva tecnología.

Por otra parte, el menor periodo de retorno de la inversión se obtuvo para el escenario 1, lo cual es un resultado esperable debido al menor requerimiento de recursos. No obstante, para el caso 3 se obtuvo un periodo de 3 años y 3 meses. En cambio para el escenario 2 se obtiene un periodo de 4 años, este mayor tiempo se debe en gran medida a la inversión vinculada al recambio total de los STBs desde la etapa inicial; por lo cual, este criterio dependerá si este periodo resulta menor que el máximo periodo definido por la empresa para establecer la selección de alguno de los proyectos.

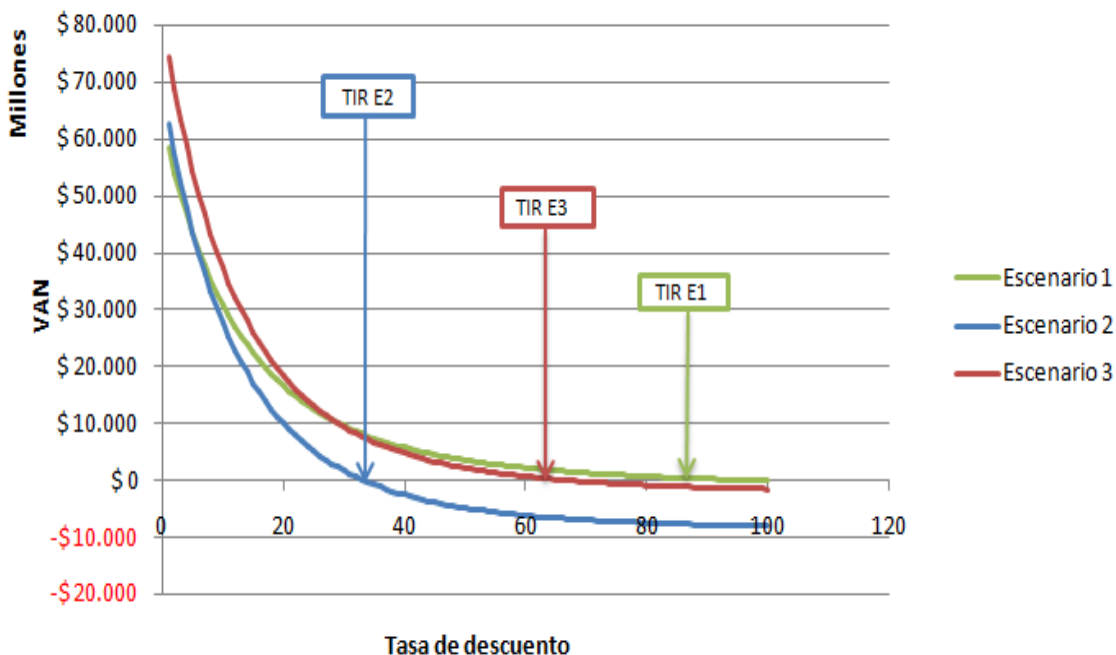


Gráfico 6.2. Comparación entre VAN y Tasa de Descuento

Habitualmente, se utiliza $TIR > Tasa\ de\ Descuento\ (r)$ como regla de decisión para llevar a cabo un proyecto. Este criterio conduce a la misma recomendación para el caso de utilizar el VAN ya que cuando $TIR > r$ también se obtiene $VAN > 0$. Sin embargo, como se puede observar en el gráfico anterior, el escenario 3 tiene un VAN superior con respecto a los otros escenarios, pero una menor Tasa Interna de Retorno en comparación al escenario 1.

Los escenarios planteados muestran una peculiaridad con respecto a las pautas de selección de los proyectos debido a que si se utiliza el criterio del VAN debiese escogerse el escenario 3, no obstante, la regla de la TIR establece que la mejor opción es el escenario 1, generándose una contradicción entre el VAN y la TIR. Esta contradicción se debe a circunstancias tales como por ejemplo: diferente inversión inicial y distribución de los flujos de caja.

Cuando se presenta esta aparente incongruencia entre ambos criterios en proyectos mutuamente excluyentes, el método correcto es utilizar el Valor Actual Neto. En este caso, resulta como opción seleccionada el escenario 3, el cual presenta una inversión inicial de \$2.006.800.000, un VAN de \$ 23.200.952.648 y una tasa interna de retorno del 64,7% mayor que la tasa de 15,58% asociada al costo de oportunidad de la empresa. Además, el periodo de retorno de la inversión corresponde a 3 años y 3 meses. Estos resultados son productos además de la estrategia propuesta para este escenario y que se profundiza en los anexos de este documento. Conjuntamente con lo anterior, estos resultados corresponden a la estructura de costos e ingresos establecida en cada escenario. Además, en el escenario 3 se incorpora al final del período de evaluación el costo asociado a la migración total de los encoders MPEG-2 a encoders MPEG-4 parte 10 para así aprovechar al máximo el potencial tanto de DVB-S2 como AVC.

Cabe mencionar que en el estudio del escenario 3 se consideró además la utilización de Set Top Boxes HD bajo las mismas condiciones, lo cual implica un aumento del 60% del valor de un STB SD y que utilizando los criterios de evaluación económica no resulta atractivo este nuevo escenario en comparación a los otros. No obstante, la empresa podría desarrollar proyectos complementarios para generar nuevos nichos de negocios relacionados con HDTV que permitan apalancar este proyecto y con ello, poder competir en el mercado con las actuales ofertas de televisión de alta definición. Conjuntamente, la decisión de transformarse en una empresa con señales HD no imposibilita implementar la estrategia de negocios desarrollada para el escenario 3.

Un análisis de sensibilidad permite tener una primera aproximación a la introducción del riesgo aunque en escenarios estáticos. Esto motiva que en todo análisis del proyecto, para cada variable se adoptó un único valor y se hicieron algunos supuestos simplificadores. En el estudio de la sensibilidad se pueden generar tantas opciones como combinaciones de variables se puedan lograr y se puede levantar los supuestos propuestos con el objetivo de analizar cuál es la influencia que tienen en los flujos de caja y en los indicadores de rentabilidad en otras situaciones que no sean la adoptada como base para este investigación. Esto se debe a que no se tiene el conocimiento del futuro de forma exacta, por consiguiente, el análisis bajo condiciones de seguridad deben dar paso a la incertidumbre en relación al futuro.

En cuanto a la sensibilidad que presentan los resultados obtenidos para la tasa de descuento utilizada en este trabajo se muestra a continuación que los efectos en este aspecto no modifican en ningún caso la opción anteriormente recomendada en el rango que habitualmente se utiliza la tasa de descuento para proyectos de telecomunicaciones.

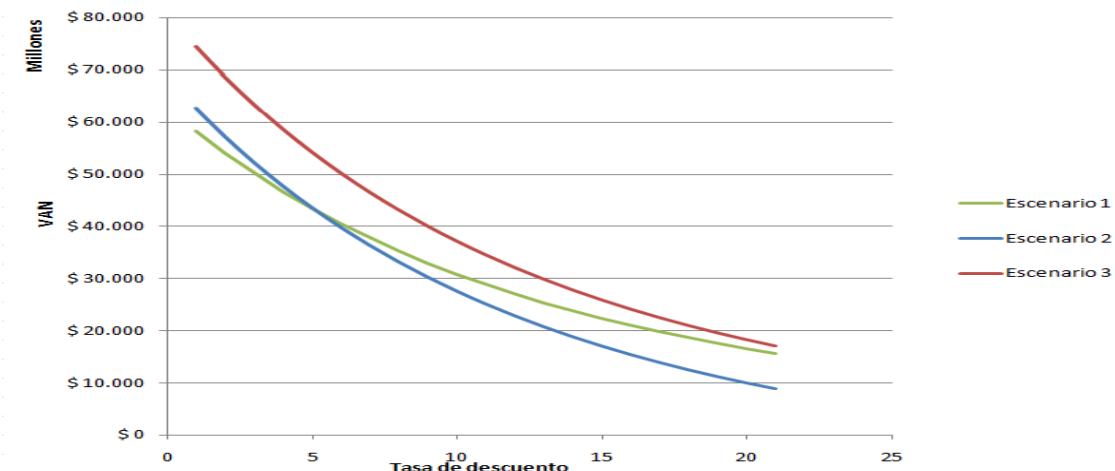


Gráfico 6.3. Sensibilidad del VAN a la tasa de descuento utilizada

En relación a la sensibilidad del proyecto ante fluctuaciones en el valor del dólar se presentan 2 situaciones a analizar. La variación del dólar se efectúa en el conjunto {Aumento 40%; Aumento 30%; Aumento 20%; Aumento 10%; Precio Base; Descenso 10%; Descenso 20%}

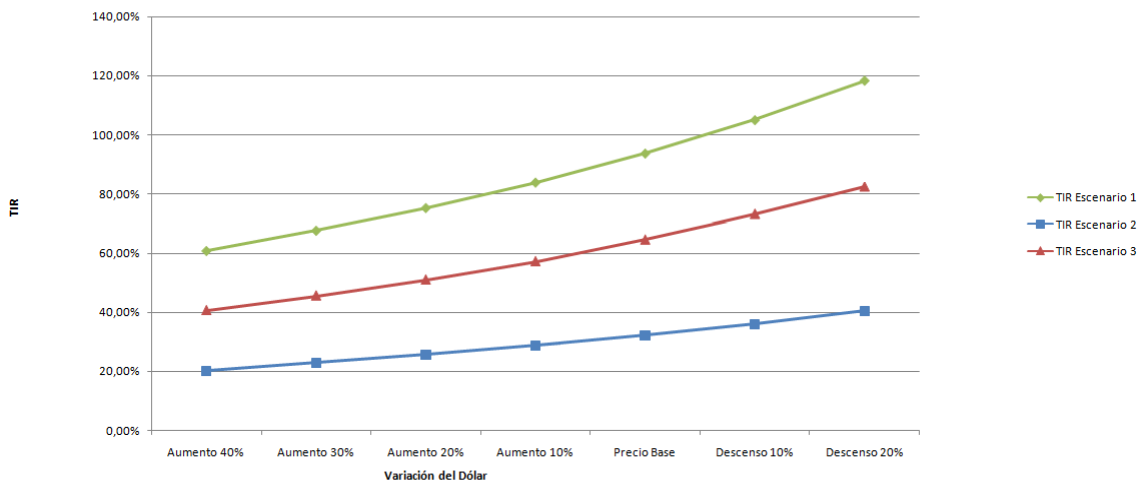


Gráfico 6.4. Sensibilidad del TIR frente a variaciones del dólar

Se observa en el gráfico anterior que no existe ningún problema con respecto al criterio de evaluación TIR ante fluctuaciones del dólar en torno al conjunto establecido ya que un aumento de un 40% en el precio del dólar utilizado no implica una reducción en la Tasa Interna de Retorno menor a la tasa de descuento ocupada en este estudio.

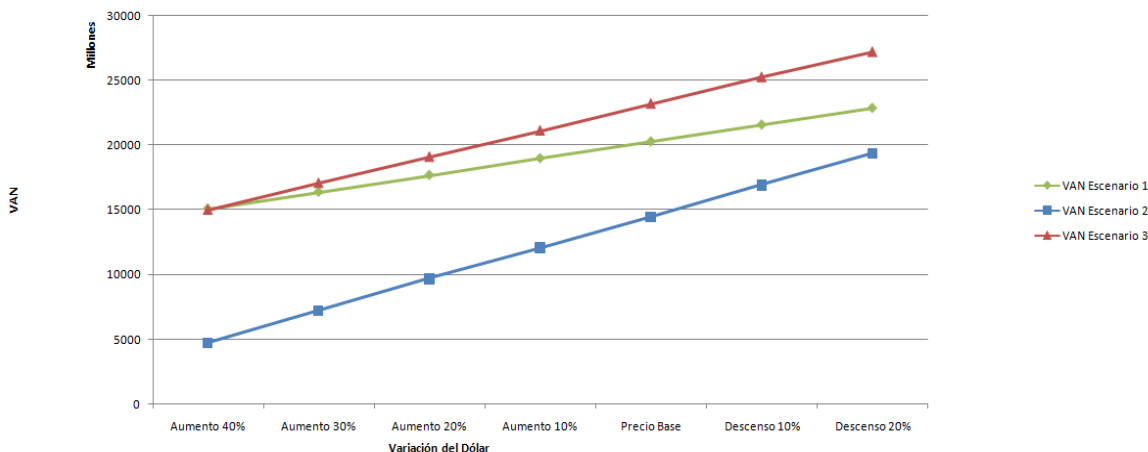


Gráfico 6.5. Sensibilidad del VAN frente a variaciones del dólar

En el caso de utilizar el criterio del VAN se obtiene que un incremento superior al 40% de la base del dólar utilizada produce un cambio en el escenario que se debiese seleccionar de acuerdo a este indicador. En este caso debiesen tomarse medidas para contrarrestar estos efectos. En consecuencia, se observa que el estudio realizado tiene como restricción que la moneda estadounidense no supere la barrera de los \$705. Conjuntamente, se observa un mayor efecto en el escenario 2 como era de esperar ante un aumento en el precio del dólar debido a la fuerte inversión asociada a los Set Top Boxes que se deben importar. Cabe mencionar que por efectos de simplicidad no se efectuaron análisis de sensibilidad a variables que son función del IPC o de los ingresos, como por ejemplo ajustar los salarios del personal a cargo del proyecto.

Con respecto, a la reducción en costo de operación del transpondedor referido a la cantidad de señales de televisión que se pueden incorporar en el satélite es apropiado observar una mayor eficiencia en el uso del recurso disponible en el caso del escenario 2 debido a la posibilidad de concentrar una mayor cantidad de canales SDTV en un mismo segmento satelital. Esta última aseveración está referida netamente al costo que implica colocar una señal en el satélite sin considerar los costos referidos a los pagos que se deben efectuar por los derechos a transmitir estos canales de Tv.

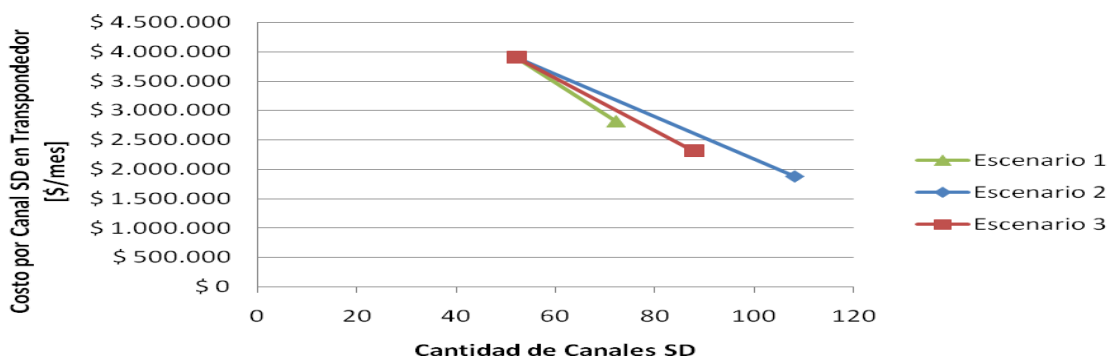


Gráfico 6.6. Relación entre el aumento de canales SD en el satélite y costo efectivo de transpondedor

Además, posibilita mantener la cantidad de señales SDTV que se transmiten en la actualidad con una menor cantidad de transpondedores, lo cual permite un ahorro en los costos de operación del servicio. Esta situación dependerá de la estrategia adoptada por la empresa, sin embargo, se recomienda a la mantención de la cantidad de transpondedores disponibles como la eventual el aumento de estos, con la posibilidad de implementar nuevos modelos de negocios como el propuesto en este trabajo. Cabe mencionar que la anterior afirmación no considera el estado contractual entre Experience Tv y la empresa operadora del satélite debido a que en general no se pueden terminar los compromisos sin un pago de por medio para el término del contrato antes de tiempo. Esto podría generar una eventual mantención de la cantidad de transpondedores contratados y efectuar una evaluación al término del periodo estipulado.

Capítulo VII

Conclusiones

En este capítulo se realizan las conclusiones finales del presente trabajo de Memoria de Título. Las conclusiones que se plantean en este documento se basan en el grado de cumplimiento de los objetivos trazados, a los resultados obtenidos del estudio técnico-económico efectuado, estrategia de migración y a las proyecciones futuras del trabajo.

7.1. Conclusiones generales

La calidad de un enlace unidireccional entre dos estaciones terrenas depende a grandes rasgos de las características de tres factores: el enlace ascendente, el transpondedor del satélite y el enlace descendente. En este sentido un cálculo del balance de enlace total conlleva un análisis de la calidad de una comunicación por satélite, en donde se realiza un balance entre las ganancias y pérdidas de la señal transmitida. En el caso de comunicaciones digitales, la calidad viene dada por la tasa de bits erróneos (BER) de la señal. En consecuencia, el diseño correcto de un enlace satelital asegura la recepción de una señal de buena calidad, evitando desaprovechar recursos técnicos y económicos, con lo cual se optimiza la capacidad del satélite y estaciones terrenas.

Una de las principales ventajas de la televisión satelital frente a otros sistemas es la cobertura total desde el instante en que se implementa el servicio, para el área de cobertura del satélite. En otros sistemas de distribución se necesita más tiempo e inversión para alcanzar grandes zonas de cobertura, sin embargo, es improbable lograr una cobertura como el satélite. Esta ventaja resulta muy apropiada en relación a la potencialidad que tiene el servicio DTH para zonas geográficas como las que cuenta el país.

El costo efectivo de la transmisión de un alto volumen de contenido y servicios interactivos corresponde a un desafío que se enfrentan en la actualidad las compañías de telecomunicaciones, en particular las empresas de televisión satelital. Utilizando estándares tradicionales, los requerimientos de ancho de banda para la transmisión de señales HDTV son elevados, lo cual genera un aumento en los costos de operación. Asimismo, servicios personalizados o interactivos requieren de un gran flujo de datos, los cuales no pueden ser soportados bajo la norma DVB-S. La eficiencia del ancho de banda que introduce DVB-S2 ayuda a contrarrestar esta situación.

La potencialidad del servicio DTH está vinculada con entregar propuestas audiovisuales innovadoras y la integración de nuevos servicios interactivos. Los sistemas de radiodifusión ofrecen servicios dirigidos al público en general que cumplen una función social tanto de entretenimiento como también información y cultura. No obstante, a través de tecnologías que maximizan el ancho de banda es posible ofrecer nuevas experiencias al cliente a través

de una segmentación más acorde a las tendencias actuales junto con el diseño e implementación de estrategias comunicacionales para cada segmento.

La propuesta de este trabajo está enfocada en captar el público masivo, donde la penetración de televisión por pago es muy baja y en especial, contrarrestar las percepciones de este sector con respecto al principal motivo para no contratar el servicio por razones económicas, es decir, encuentran a la televisión por pago muy costosa. En este sentido establecer una adecuada estrategia de migración hacia DVB-S2 cobra especial importancia para la compañía, por consiguiente, a continuación se describen las conclusiones alusivas a este tema.

7.2. Conclusiones sobre estrategia de migración

La tecnología DVB-S2 a través de su alta eficiencia espectral genera una reducción en la cantidad de espectro necesario para transmitir contenido, con ello se reducen los costos asociados a la transmisión.

No obstante, la implementación de DVB-S2 requiere de nuevos equipamientos de modulación y transmisión, sin embargo, el mayor requerimiento está asociado al recambio de los receptores ya instalados en el hogar del abonado por Set Top Boxes compatibles con el nuevo estándar. Esta modificación tiene un fuerte impacto a nivel económico debido a la gran base de STBs instalados, por lo cual, se debe realizar una fuerte inversión con el objetivo de aprovechar al máximo la potencialidad que ofrece esta nueva tecnología.

En gran medida la restricción asociada al recambio total de los receptores DVB-S por unos compatibles con el nuevo estándar hace imperativo formular una estrategia en la cual no se requiera una modificación total de estos desde el primer momento debido a la fuerte inversión requerida. En este sentido resulta evidente establecer una estrategia vinculada con una transición desde plataformas satelitales existentes DVB-S hacia la nueva tecnología DVB-S2.

La estrategia propuesta en este documento corresponde a realizar la migración a través del modo compatible con DVB-S que cuenta esta nueva tecnología. En este escenario se tiene la flexibilidad de operar por un periodo en el cual los Set Top Boxes antiguos continúen captando la señal transmitida. De acuerdo a los requerimientos de esta modalidad y al balance de enlace del sistema se debe utilizar modulación jerárquica, con un MODCOD igual a 2/3 para HP y un MODCOD igual a 1/4 para LP. Además, se propone incorporar encoders MPEG-4 parte 10 (AVC) adicionales para obtener una mayor cantidad de canales disponibles para el servicio DTH. Con ello se incorpora la posibilidad de generar nuevos modelos de negocios asociados a la mayor cantidad de canales posibles de transmitir, con lo cual aumentaría la rentabilidad del servicio DTH. En este sentido se propone un plan de negocios asociado a la estrategia de migración sugerida que es ampliamente abordado en los anexos del documento.

Finalmente, cuando la población completa haya migrado sus Set Top Boxes a DVB-S2 compatibles además con AVC, la señal transmitida puede ser modificada al modo no retrocompatible, aprovechando así el potencial completo de DVB-S2 junto con MPEG4-parte 10, lo cual implica además un cambio total en los encoders desde MPEG2 a AVC. En relación a este objetivo se establece realizar un recambio de un 10% de los receptores antiguos cada año durante 10 años. Además, a través de promociones y premios se estipula entregar a 300 abonados por mes del 10% mencionado previamente STBs PVR USB compatibles con la tecnología DVB-S2. Esta medida conjuntamente ayuda a crear una fidelización de los clientes actuales y captar a los potenciales clientes futuros debido a que la misma promoción se compromete a ser implementada para fomentar el ingreso de nuevos clientes con este atractivo beneficio.

7.3. Conclusiones finales

El presente trabajo expuso los beneficios asociados a la incorporación de la nueva tecnología desarrollada para la transmisión de señales vía satélite, la optimización de la utilización del recurso segmento satelital, aumento en la cantidad de canales de televisión posibles de transmitir, reducción de los costos de operación de transpondedores, entre otros. Además, el hecho que se haya obtenido una adecuada rentabilidad esperada para el modelo de negocios desarrollado de acuerdo a las posibilidades que brinda esta nueva tecnología reafirman que la opción a establecer es migrar hacia DVB-S2 y las empresas que no transformen su plataforma a este nuevo estándar hacen prever un estancamiento y declive en la cantidad de abonados que registren a futuro.

En consecuencia, el DTH con oferta de suscripciones de bajo costo será la principal herramienta de competencia de los operadores de telecomunicaciones que participan en el mercado de televisión por paga. Conjuntamente con la incorporación de HDTV.

7.4. Trabajos Futuros

En relación a los trabajos futuros se sugiere la realización de estudios concernientes a la incorporación y desarrollo de un canal de retorno para la plataforma DTH que permita una mayor interacción entre el usuario y el sistema, el cual sea relativamente accesible para los sectores de bajos ingresos.

Establecer un programa de investigación y desarrollo de aplicaciones innovadoras para servicios interactivos aprovechando la optimización del ancho de banda debido a la incorporación de la tecnología DVB-S2 en el servicio DTH.

Conjuntamente, desarrollar nuevas soluciones en el ámbito de contenidos audiovisuales que permitan integrar las nuevas tecnologías emergentes. En este sentido, investigar la viabilidad técnico-económica de efectuar transmisiones con tecnología 3D.

Además, se cree que el estudio realizado puede servir para efectuar un estudio sobre la posibilidad de incorporar IPTV vía satélite para el mercado chileno desde un punto de vista técnico-económico, con lo cual se podría generar nuevos modelos de negocios enfocados en la personalización del servicio de televisión.

Por otra parte, se estima que la planilla de cálculos generada para establecer un balance de enlace del sistema como la implementación del estándar DVB-S2 tanto para QPSK como 8PSK servirá para futuros desarrollos de servicios asociados a este tipo de transmisiones vía satélite.

Eventualmente, podría servir para la comprensión a nivel docente de las comunicaciones vía satélite, con lo cual, se podría apreciar los efectos que generan un desbalance en el balance de enlace o en la adecuada recepción de la señal si se utiliza cierto MODCOD con respecto a otros.

Bibliografía

Referencias Bibliográficas

- [1] **Diego Martín Maya, Marcelo Javier Repecka.** USO EFICIENTE DE LA ÓRBITA DE LOS SATÉLITES GEOESTACIONARIOS. 2008.
- [2] **Roddy, Dennis.** Satellite Communications. Thrid Edition. s.l. : McGraw-Hill, 2001.
- [3] **Calero González, Guillermo.** TICs para un edificio de viviendas de alta calidad. 2006.
- [4] **Intelsat.** Direct-to-Home (DTH) Services.
- [5] **ETSI.** Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services. ETSI EN 300 421.
- [6] **VÍCTOR J. TABORDA F.** ESTÁNDAR DE TRANSMISIÓN DE VIDEO DIGITAL – SATÉLITE 2 “DVB-S2”.
- [7] **Raúl Muñoz Martínez, Miriam Catalán de Domingo, José Antonio Guerra Expósito.** Integración del estándar DVB-S2 en aplicaciones residenciales.
- [8] **Vicente, Daniel.** La segunda generación en la radiodifusión por satélite: DVB-S2 y el camino hacia la HDTV.2005.
- [9] **ETSI.** Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications (DVB-S2). 2009. ETSI EN 302 307 V1.2.1.
- [10] **ETSI.** User guidelines for the second generation system for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications (DVB-S2). 2005. ETSI TR 102 376 V1.1.1.
- [11] **Rosado, Carlos.** Comunicación por satélite. Principios, tecnologías y sistemas. 1998.
- [12] **CONSULTATIVE COMMITTEE FOR SPACE DATA SYSTEMS.** DVB-S2 CODING & MODULATION STANDARD USE FOR HIGH DATA RATE TM LINKS. CCSDS 131.3-O-1, 2007.
- [13] **ALBERTO MORELLO AND VITTORIA MIGNONE.** DVB-S2: The Second Generation Standard for Satellite Broad-band Services. 2006.

-
- [14] **Goran Gvozden, Miran Gosta, Sonja GrgiC.** DVB-S2 Coding Modes for Broadcasting and Unicasting. 2005.
- [15] **Langton, Charan.** Intuitive Guide to Principles of Communications. 2002.
- [16] **Alberto Morello and Vittoria Mignone.** DVB-S2 : Ready for lift off. 2004.
- [17] **SUBTEL.** Estadísticas e Indicadores: Series suscriptores televisión de pago. 2009.
- [18] **Architecture & Transport Working Group.** Triple-play Services Quality of Experience (QoE) Requirements. 2006.
- [19] **Dirk Breynaert, Maximilien d'Oreye de Lantremange, Newtec.** Analysis of the bandwidth efficiency of DVB-S2 in a typical data distribution network. 2005.
- [20] **A. Bertella, V. Mignone, B. Sacco, M. Tabone.** Laboratory evaluation of DVB-S2: State of the art equipment. 2007.
- [21] **Mostovoy, Yan.** Maximizing Satellite Transmission Efficiency with DVB-S2.
- [22] **Dirk Breynaert, Maximilien d'Oreye de Lantremange, Newtec.** Analysis of the bandwidth efficiency of DVB-S2 in a typical data distribution network.
- [23] **Comtech EF Data Corporation.** Migration from DVB-S to DVB-S2 and Related Efficiencies. 2009.
- [24] **Sony Profesional de México.** MPEG-2 4:2:2 PARA APLICACIONES DE TRANSMISION Y PRODUCCION DE TELEVISION DIGITAL.
- [25] **UIT.** VAPOR DE AGUA: DENSIDAD EN LA SUPERFICIE Y CONTENIDO DE COLUMNA TOTAL. Rec. UIT-R P.836-1.
- [26] **UIT.** Datos de propagación y métodos de predicción necesarios para el diseño de sistemas de telecomunicación Tierra-espacio. Rec. UIT-R P.618-8.
- [27] **UIT.** CARACTERÍSTICAS DE LA PRECIPITACIÓN PARA ESTABLECER MODELOS DE PROPAGACIÓN. 1994. Rec. UIT-R PN.837-1.
- [28] **UIT.** Modelo de la atenuación específica debida a la lluvia para los métodos de predicción. 2005. Rec. UIT-R P.838-3.
- [29] **Milan Lalovic, Michael Fitch, Mihael Mohorcic, David Grace, Masayuki Oodo.** Strategy Document: Delivering Broadband for All including Commercial and Technical Risk Assessment. 2005.

Apuntes de clase

[30] **Torres Toral, José Miguel.** Apuntes de Clases. EL65J- Gestión de Empresas de Telecomunicaciones. FCFM.Universidad de Chile, 2008.

[31] **Pavez S, Fernando.** Apuntes de Clases. EL623-Sistemas de Comunicaciones Vía Satelite. FCFM. Universidad de Chile, 2009.

[32] **Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones.** Sistema interactivo de distribución de servicios audiovisuales combinando servidores de información, sistema de navegación interactivo, red de transporte de fibra óptica, red interactiva de acceso por satélite. Universidad Politécnica de Madrid, 2000.

[33] **Ramón Martínez Rodríguez-Osorio y Miguel Calvo Ramón.** Apuntes de Clases: Comunicaciones por Satélite. Universidad Politécnica de Madrid, 2008-2009.

Anexos

A. Plan de Negocios para Experience Tv (Escenario 3)

Un modelo de negocio es un delicado proceso de ajuste, basado en la construcción de recursos estratégicos que permiten generar más ofertas e ingreso. Más concretamente, el concepto de modelo de negocio debería comprenderse desde la perspectiva de las interacciones permanentes entre los componentes de un modelo de negocio y de las repercusiones de un cambio en los otros componentes. Por ejemplo, elegir quién paga un producto o servicio significa definir los participantes de la empresa y su poder relativo para negociar. En el sector de la prensa escrita, los participantes no serán los mismos, según si los clientes pagan por la información, si son las empresas las que pagan la publicidad, o si el diario se distribuye de forma gratuita a los lectores. Elegir cómo se paga un producto o un servicio también influye en el flujo de efectivo, además la imagen y la reputación de la empresa.

A continuación se describe la propuesta de plan de negocios para Experience Tv en base a la estrategia de migración establecida en este estudio.

A.1. Aspectos estratégicos

A.1.1. Análisis estratégico del negocio

Definición del negocio

Ofrecer servicios de televisión por pago vía satélite a un público de bajo poder adquisitivo, los cuales tienen la posibilidad de contratar televisión con una oferta de canales a la medida, acotada a sus intereses y al presupuesto de cada uno de los hogares, con lo cual, el cliente sólo paga por los canales que desea ver.

Producto

El costo del plan de entrada para el servicio de televisión requiere que sea accesible y atractivo para el estrato social C2C3, el cual es el principal objetivo para el desarrollo de este producto debido a la cantidad de personas que integran este grupo socioeconómico; es por este motivo que se integra la posibilidad de canales gratis.

El producto dispone de dos modalidades de pago: por contrato y prepago. Los usuarios por contrato tendrán planes de canales Premium para escoger. Para fidelizar a los clientes se ofrecerá además clubes de lealtad y premios por uso de los servicios.

Mercado

Para considerar el mercado relevante se debe realizar una distinción entre la televisión de libre recepción y la televisión por suscripción. Si bien son mercados relacionados, las barreras de entrada son diferentes y usualmente no se establecen fuerzas competitivas entre ellas. Asimismo, la televisión pagada expresa directamente las preferencias de consumo de los usuarios. Esto muestra que si bien la televisión abierta puede ejercer presiones competitivas sobre la televisión pagada, éstas no se encuentran en “el mismo mercado.” En consecuencia, el mercado relevante es la televisión pagada, el cual se compone de empresas que ofrecen el servicio a través de acceso satelital y acceso alámbrico.

En el mercado de TV Satelital, la rivalidad de la competencia queda en evidencia al buscar mejores posiciones estratégicas, compitiendo en precio, manteniendo importantes campañas publicitarias, incrementando garantías y servicios y haciendo nuevas presentaciones de productos.

Característica	Movistar	Telmex	Directv	TuVes HD	VTR
Canal del Fútbol	Adicionarlo como Canal Premium	En Plan Sport	Adicionarlo como Canal Premium	Adicionarlo como Canal extra	En Plan Deporte Plus
Mensualidad Plan Básico	\$9.900	\$15.000	\$13.990	\$13.980	\$19.450
Nº de Señales Plan Básico	34 Canales + 10 Canales de audio	45 Canales + 10 Canales de audio	38	37	70 Canales + 40 canales de audio
Segmentación del cliente	C2,C3	C2,C3	ABC1	C2,C3	ABC1-C2
Triple pack	Si tiene	Si tiene	No tiene	No tiene	Si tiene
Canales para Adulto	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Prepago	No	Sí	Sí	Sí	No

Tabla A.1. Comparación entre compañías del mercado

Capacidades o recursos distintivos

En base al mercado relevante se deberá tener dos objetivos. Por parte de los operadores de red, la principal capacidad que se debe poseer es mantener los precios bajos del servicio de televisión por pago en base a la infraestructura administrativa y de servicios que Experience Tv posee. Además es necesario establecer estrategias asociadas a promociones y club de fidelización, los cuales deben ser muy atractivos.

A.1.2. Análisis estratégico externo: Atractividad del mercado

El primer aspecto fundamental de la utilidad de una empresa está relacionado con la atractividad del sector industrial, por lo que comprender la estructura de éste permite a la firma adoptar una adecuada estrategia competitiva.

PORTER en su libro llamado *Ventaja Competitiva: Creación y Sostenimiento de un Desempeño Superior* (2ª ed, México D. F.: CECSA, 1987.) identificó estas normas de competencia y las englobó en cinco fuerzas competitivas: el ingreso de nuevos competidores, la amenaza de sustitutos, el poder de negociación de los compradores, el poder de negociación de los proveedores y la rivalidad entre los competidores existentes. Estas fuerzas están presentes en cualquier sector industrial y las firmas a través de sus estrategias pueden influir en las cinco fuerzas competitivas.

Fuerzas	Antecedentes
Rivalidad Interna	Alto. La mayor participación de mercado corresponde a VTR, con más del 57%; seguido por Telefónica Multimedia y Telmex; en una menor medida DIRECTV Chile, entre otros.
Potenciales Entrantes	Medio. Con las nuevas tecnologías existen posibilidades de ingresos de nuevos competidores como es el caso en la actualidad de la empresa de televisión satelital Tu Ves.
Sustitutos	Bajo. No existe en el corto plazo un producto sustituto, en alguna medida IPTV puede tener algún nivel de sustitución. Además, existe la posibilidad a largo plazo de la televisión digital norma japonesa ISDB-T, pero esto dependerá del modelo de negocios que establezcan las empresas.
Proveedores	Medio. Los proveedores más relevantes son los de Set Top Box y los proveedores de las señales de televisión.
Clientes	Bajo. Alta atomización de clientes genera poco poder de negociación.

Tabla A.2. Cinco Fuerzas de Porter

A.1.3. Análisis estratégico interno: Competencias

La posición relativa de una firma dentro de una industria es un antecedente central en la estrategia competitiva debido a que su ubicación determina si la utilidad de una firma está por arriba o por abajo del promedio del sector.

La base fundamental del desempeño sobre el promedio a largo plazo es una ventaja competitiva sostenida. Hay dos tipos básicos de ventajas competitivas que pueden poseer una firma, costos bajos o diferenciación. Estas surgen de la estructura del sector industrial y son el resultado de la capacidad de una firma de lidiar con las cinco fuerzas mejor que sus rivales.

Modelo de la cadena del valor de Porter

Las actividades de soporte están ligadas al largo plazo de la firma y suelen tener una importancia clave en la determinación de la estrategia.

Actividades de Soporte	
Infraestructura de la empresa	La empresa puede utilizar la misma planilla ejecutiva. Esto es claramente una ventaja competitiva ya que la estructura de la empresa no es un costo adicional.
Administración de RRHH	Para la administración de RRHH se puede utilizar el mismo sistema para toda la empresa. Generar programas de incentivos y fomentar relaciones entre empleador y empleado. Aquí no se observan ventajas competitivas claras.
Investigación y Desarrollo	En este aspecto la empresa tendrá un factor relevante para aumentar la rentabilidad, con lo cual se deben generar incentivos para la inversión en desarrollo. Elaborar nuevos servicios interactivos e investigar nuevas aplicaciones.
Abastecimiento	La negociación tanto por los Set Top Box como por las antenas será un asunto importante para el desarrollo del negocio. Como el poder de los proveedores no es alto, se puede suponer que no será un problema.

Tabla A.3. Actividades de Soporte

Las actividades primarias de la cadena del valor son la columna vertebral del negocio y determinan su existencia en el corto plazo.

Actividades Primarias	
Logística y recepción	La empresa cuenta con bodegas, la logística de recepción y bodegaje es una ventaja competitiva.
Operaciones	Transformación de la programación televisiva en un producto a la medida de los clientes.
Logística y despacho	Aspecto desarrollado por una empresa externa (outsourcing).
Marketing y ventas	Captar clientes integrando promociones y propaganda enfocada a expresar que con Experience Tv los clientes tendrán una nueva e innovadora forma de disfrutar la televisión. Establecer una adecuada selección de canales asociada a la idiosincrasia chilena a través de la misma opinión de los abonados. En este sentido la empresa también posee una ventaja competitiva.
Servicio	A través del servicio de televisión pagada se ofrecen tanto canales de televisión como de música. Además, se incorporan servicios tales como EPG; control parental; PVR; entre otros.

	<p>Conjuntamente, se asocian promociones y servicios asociados a la publicidad e interacción vía mensaje de texto que se pueden ofrecer a los clientes. Además, la incorporación de sorteos a los clientes que tengan al día su suscripción.</p> <p>Fidelización del cliente a través de la acumulación de puntos que tendrán asociado canales adicionales gratis.</p> <p>Se estima un gran potencial a ser explotado.</p>
--	--

Tabla A.4. Actividades Primarias

Estrategia competitiva

Dado los argumentos hasta ahora vistos, la estrategia competitiva debe ser por liderazgo en costos. Esto significa que no habrá grandes distinciones entre los mismos servicios de televisión por pago, salvo en la oferta de la temática de los canales como del valor agregado del servicio. Los precios ofrecidos deben ser percibidos como los más convenientes del mercado.

Con el objetivo de diferenciarse de las otras plataformas DTH, se debe posicionar la marca como una ventaja para quienes la usan integrada con todos servicios agregados que cuenta Experience Tv. La calidad del servicio debe ser muy alta con el objeto de asociar ese concepto a la marca junto con un bajo. Todo esto sumado a que se requiere masificar el servicio para aumentar las ganancias, hace necesaria una campaña publicitaria fuerte que recalque los beneficios de las promociones y oportunidades que se puedan ofrecer.

La estrategia comercial tiene por objeto captar público masivo, donde la penetración de TV de pago es más baja, con un producto que se comercializará en las modalidades de pre y post pago.

A.2. Aspectos Comerciales

A.2.1. Análisis Comercial

Posicionamiento

Experience Tv se presentará como la alternativa más conveniente en televisión por pago. Se hará énfasis en la facilidad de pago, conveniencia al ofrecer promociones y descuentos personalizados para cada cliente, enfocados en lo que a cada uno le interesa consumir, es decir, posicionarse en la mente de las personas con que Experience Tv en sus hogares dispondrán de la posibilidad de experimentar una nueva e innovadora forma de entretenerse con la televisión. Todo lo anterior sin pagar demás y asociado a un servicio de calidad respaldado por toda la experiencia, infraestructura y alcance de la empresa en el país.

Además, tanto con el nombre como con el logo se pretende transmitir la idea de que Experience Tv es una marca cercana, simpática, dinámica, vanguardista, deseable, receptiva, accesible. Estos conceptos no sólo son traspasados a través de su identidad corporativa si no que también vía campañas publicitarias, buen contacto con los clientes, entre otras. En consecuencia son los valores que se deben impregnar a la filosofía de Experience Tv.



Figura A.1. Logo de Experience Tv

Segmentación

La segmentación se realiza a través de dos aspectos. Uno de ellos es la modalidad contractual en que se encuentra el cliente, es decir, si es un abonado con contrato o es un cliente prepago. Por otro lado se establece la segmentación de acuerdo a aspectos sociales tales como demográficos como su comportamiento.

a. Demográficos

El producto DTH, se dirige a toda persona, indistintamente su edad, sexo y profesión que posea un nivel de ingresos mínimo que le permita acceder al costo del equipamiento y la mensualidad.

b. Comportamiento

Para los proyectos de Televisión el segmento de interés fundamentalmente se focaliza en clientes que requieran salir de su aislamiento, ávidos de información y entretenimiento, para ellos o su personal a cargo. En el caso del producto DTH, sumado a lo anterior, se potencia el cliente aficionado al fútbol, dado que la principal característica es que entrega el Canal del Fútbol (CDF) como parte de su programación básica. Clientes que confían en la expertiz de la empresa para seleccionar la marca de óptima calidad, y a un precio competitivo. En el caso del producto DTH, ofrecer bajos precios en comparación con la competencia.

Producto

La televisión satelital ofrecida por la empresa corresponde a un servicio de alta calidad, a precios competitivos, dividido en dos segmentos principales: planes de suscripción y prepago.

El servicio consta de 3 planes de suscripción llamados Experience Full, Experience Mid y Experience Light cuyos costos para el abonado corresponden a \$21.000, \$16.000 y \$14.000 respectivamente. La repartición entre los suscriptores se espera que sea de un 25% de ellos para el plan E. Full, un 35% de los abonados para el plan E. Mid y el resto de los clientes para el plan E. Light. En relación a los clientes prepago se ofrecerá la posibilidad de recarga automática a través de un plan cuyo costo corresponde a los \$12.000.

Además, a través del sistema de taquilla, Experience Tv puede ofrecer películas de cine general como para adultos. Estos grupos son comercializados en Experience Club Cine y Experience Club Privado respectivamente.

A.2.2. Mix Comercial

Marketing es la utilización de un conjunto de herramientas encaminadas a la satisfacción del cliente mediante las cuales se pretende diseñar el producto, establecer precios, elegir los canales de distribución y las técnicas de comunicación más adecuadas para presentar un producto que realmente satisfaga las necesidades de los clientes.

Estas herramientas son conocidas también como las 4P del profesor Jerry McCarthy o Mix Comercial. Las 4P corresponden a: producto, precio, distribución (por el vocablo «*place*» en inglés) y comunicación (por el vocablo «*promotion*», en inglés) que incluye la publicidad, las relaciones públicas y la promoción.

Estrategia de producto

Las decisiones respecto a este punto incluyen la formulación y presentación del producto, el desarrollo específico de marca, entre otras. El producto que se ofrece corresponde a la televisión por pago vía satélite y corresponde a un servicio que no tiene limitación geográfica, se puede vender e instalar en todo Chile, está especialmente orientado a los domicilios donde no llegan sistemas de cable o llegan con una señal deficiente, o simplemente se requiere de un servicio de una excelente calidad de imagen y también de audio, por lo cual, es posible establecer la siguiente estrategia de producto:

Experience Tv ofrece un mix de productos de acuerdo al tipo de cliente que utilice el producto, es decir, si es un cliente de prepago o de plan. Asimismo, cada tipo de cliente tendrá un mínimo de servicios disponibles. Dentro de cada línea de producto tanto para prepago como plan es posible establecer lo siguiente:

Producto base: El sistema consta de un Kit Básico de instalación y habilitación. Este incluye: Una antena parabólica externa, un decodificador que permite conectar solo un aparato de televisión, 15 metros de cable necesarios para la instalación, control remoto (cambio y bloqueo de canales, programación de películas) y capacitación básica en el manejo del servicio por parte del instalador autorizado. Conjuntamente, se incorpora canales de televisión como radios debido a que son las actividades que con mayor frecuencia realizan los chilenos de acuerdo a estadísticas del INE. Además de una tarificación de acuerdo al tipo de cliente.

Producto ampliado: Acceso a portales personalizados, descuentos por mensajes de textos enviados en relación a la publicidad mostrada en los canales de televisión como también encuestas contestadas, garantías extendidas, servicios postventa.

Además, a través del uso de TICs y la base de datos que cuenta Experience Tv de sus clientes, se realizará un ofrecimiento de nuevos canales temáticos. Conjuntamente, se realizará una estrategia de Trading Up consistente en ofrecer un servicio básico y posteriormente a través del uso inteligente de la base de datos del cliente, fomentar que los clientes de prepago pasen a plan, y los usuarios de plan vayan contratando los planes con mayor cantidad de canales como servicios agregados por el mismo Set Top Box.

Estrategia de Precio

El precio corresponde al monto de intercambio asociado a la transacción. El precio no se fija por los costes de fabricación o producción del bien, sino que debe tener su origen en la cuantificación de los beneficios que el producto significa para el mercado y lo que éste esté dispuesto a pagar por esos beneficios. Sin perjuicio de lo anterior, para la fijación del precio también se consideran: los precios de la competencia, el posicionamiento deseado y los requerimientos de la empresa. Dado lo anterior, es posible establecer una estrategia de precio para este producto, que se presenta a continuación:

La estrategia de precio que es recomendable implementar consiste en versionar el servicio, a través de la cotización con un mínimo de tres productos o servicios diferentes (importancia de precios de referencia) y ofrecer un costo por plan asociado a las temáticas y cantidad de canales de televisión, es decir, ofrecer una línea de producto y dejar que el usuario elija la versión del producto y servicio que le resulte más apropiado, para ajustar el precio y la calidad; analizando la rentabilidad de vender a grupos teniendo presente:

- a. Sensibilidad al precio con ello dar un enfoque local a la información para diferenciarla y así poder diferenciar el precio.
- b. Adecuada segmentación del mercado
- c. Captación de nuevos clientes debido a que una vez adquirido el producto es costoso cambiarse por otro, lo que incrementa la probabilidad de ganar la lealtad del cliente.

Se recomienda además la incorporación de descuentos y promociones; con ajustes de acuerdo a la competencia y a los canales de distribución.

Estrategia de distribución

La estrategia de distribución define dónde comercializar el producto que se ofrece. Considera el manejo efectivo de los canales logísticos y de venta, para lograr que el producto llegue al lugar adecuado, en el momento adecuado y en las condiciones adecuadas. Los canales de distribución hacen llegar el producto hasta el comprador potencial. Con lo cual, es posible establecer la siguiente estrategia de distribución.

La estrategia consiste en establecer con una empresa con experiencia en este tipo de servicios y que cuente con personal adecuadamente capacitado para realizar estas labores tanto a nivel de clientes con contrato como prepago.

Estrategia de promoción

Incluye todas las funciones realizadas para que el mercado conozca la existencia del producto/marca. La P de «promotion» está constituida por:

- a. Publicidad, los anuncios publicitarios.
- b. Relaciones públicas.
- c. Promociones tanto a nivel de ventas como para los clientes ya suscritos.
- d. Venta directa y ayudas a la venta, como gestión de los vendedores, oferta del producto por teléfono, Internet, entre otros.

Con esto, es posible establecer una estrategia de comunicación apropiada e inteligente de acuerdo a las ventajas que posee Experience Tv en comparación a su competencia.

La comunicación se realiza a través de diferentes medios como son la Televisión, en los principales canales nacionales y en diferentes horarios para obtener el mayor alcance posible, una frecuencia adecuada en que una persona o familia promedio está expuesta al mensaje y un mayor impacto, para así lograr un nivel de concientización de la audiencia y pertenecer al Top of Mind de los usuarios de televisión por pago.

A.3. Análisis FODA

A.3.1. Fortalezas

- a. El satélite recibe y retransmite la señal de manera digital a la antena parabólica instalada en casa del cliente.
- b. Elevada protección frente a interferencias.
- c. Seguridad en el enlace satelital.
- d. Excelente calidad de la imagen y sonido debido a la transmisión directa al hogar.
- e. Posibilidad de adaptación de la programación según las diferentes zonas horarias.
- f. Amplia gama de canales de televisión y estaciones de radio.

- g. Posibilidad de acceder a una mayor selección de canales, que aún puede ser ampliada si la infraestructura es adecuada. De esta forma, el servicio DTH permite una programación focalizada y flexibilidad; con mejoras tanto en video como en audio y con la posibilidad de mandar datos.
- h. Diversificación y fragmentación de las audiencias.
- i. Gran penetración de Tv, Hábito de ver la televisión muy arraigado.
- j. Según el programa de Tv se puede optimizar la velocidad de transmisión.
- k. DTH ofrece servicios no solo de televisión, también aplicaciones de transacción como ventas o verificación de tarjetas de crédito, aplicaciones interactivas como guías de programación, acceso telefónico y a internet, redes corporativas, entre otras.
- l. Rápido despliegue en cualquier punto del país.
- m. Posibilidad de distribuir películas debido a la práctica de *Windowing* realizada por la industria de películas que trata de rentabilizar su negocio (distribución del producto vía: cine, pay per view, renta de videos, venta de videos, televisión abierta).

A.3.2. Oportunidades

- a. Mercado publicitario muy amplio que provoca una mayor competencia por acceder a los beneficios económicos generados por ingresos debido a la publicidad e impulsa nuevos modelos de negocio.
- b. Factibilidad de acceder a zonas con una orografía abrupta.
- c. Incorporar el servicio prepago.
- d. Incorporar servicios complementarios como VOD o PVR.
- e. Incorporación de formato *High Definition*.
- f. Posibilidad de integrar socios con redes de comercialización del producto.
- g. Crear canales propios asociados a los perfiles de sus usuarios.
- h. Posibilidad de seguir creciendo y captar nuevos públicos.
- i. Los servicios interactivos pueden aportar fidelización y diferenciación, Los servicios interactivos pueden transformarse en una nueva vía de negocio: nueva fuente de ingresos.

A.3.3. Debilidades

- a. DTH es un servicio con alto costo de adquisición para los clientes.
- b. Baja penetración de la televisión de pago, en especial sectores de menos recursos económicos.

A.3.4. Amenazas

- a. Incorporación de Televisión Digital norma ISDB-T para los servicios de televisión de libre recepción.
- b. Posibilidad de presentar una interrupción momentánea del servicio causada por fenómenos atmosféricos, un fenómeno conocido como "rain-fade" que interrumpe la transmisión en línea recta de la señal entre el satélite y la antena. Además, la existencia de una interferencia solar que afecta al sistema en los periodos próximos a los equinoccios.
- c. Ingreso de un nuevo operador llamado Tu Ves HD con servicio prepago.
- d. Unificación de los servicios de Telefónica Chile con Movistar.
- e. Copa Mundial de Fútbol 2010, con lo cual DirecTv ha generado una atractiva oferta con una cobertura total de los partidos.

A.4. Propuesta Comercial

La fórmula de Experience Tv para el posicionamiento comercial del DTH consiste en el ofrecimiento de una parrilla de programación básica a la que se le puede adicionar la contratación de diferentes paquetes con canales temáticos.

Dentro de la propuesta comercial es necesario un adecuado diseño de la programación audiovisual. Los diferentes programas son adquiridos de los productores de contenidos tales como HBO, Cinemax, ESPN, Fox Sports, CNN, entre otros. La atractividad de los contenidos de la programación será en gran medida el éxito comercial que tendrá la empresa.

El éxito no sólo está vinculado con los canales que proporciona el servicio, si no que además requiere de un valor agregado que permita diferenciarse de la competencia. En este caso para Experience Tv se estipula diferenciarse a través de los servicios interactivos, un canal publicitario, publicidad interactiva y su Experience Club.

A.4.1. Servicios Interactivos

La televisión digital es hoy una oportunidad para acercar a los suscriptores las bondades de los avances tecnológicos. Esto conlleva integrar servicios interactivos con contenidos y una oferta para todos los miembros del hogar.

La inserción de servicios interactivos ya sean los relativos con la oferta audiovisual como otros servicios que se integren a la oferta participativa vía el televisor. Entre los principales servicios interactivos relacionados con los contenidos audiovisuales se pueden mencionar *Electronic Programming Guide* (EPG), los programas Pay Per View (PPV) y los contenidos Video on Demand (VoD). A continuación se describen los servicios que incorporará la plataforma DTH de Experience Tv.

i. Guía de programación o EPG

La Guía Electrónica de Programación permite conocer la programación de cada uno de los canales de Experience TV. La EPG reside de forma temporal en el equipo de recepción del usuario y permite un grado de interactividad local, sin canal de retorno.



Figura A.2. EPG

En la figura anterior se observa que al momento de entrar en la aplicación no se abandona el programa que se está viendo, si no que este aparece reducido.

ii. Teletexto

Esta aplicación permite integrar información asociada a deportes, noticias nacionales e internacionales. Además, permite la consulta de los últimos resultados para los principales sorteos, resultados de los partidos de la Primera División del Fútbol Chileno y de las principales ligas en donde juegan chilenos.



Figura A.3. Teletexto

iii. Noticias al Instante

El servicio Noticias al Instante permite continuar viendo el canal sintonizado, mientras se informa de las noticias de actualidad.



Figura A.4. Noticias de última hora

iv. Pay Per View

Los programas PPV son aquellos que están incluidos en la oferta principal aunque el usuario tiene que efectuar un pago adicional para su consumo. Aquí el grado de interactividad entre el usuario y el proveedor del servicio es del tipo “cliente-servidor” por lo que resulta necesario disponer de un canal de retorno, en este caso vía mensaje de texto (sms).

Experience Tv ofertará una determinada cantidad de señales PPV a través de las cuales el abonado podrá ver películas tanto de cine general como para adultos.

A este servicio se podrá acceder a través de un mensaje de texto, cuyo costo aparecerá en la próxima facturación o se pueden canjear a través de puntos Megu que se consiguen a través de la propia factura o envíos de msn relativos al canal de publicidad. Una vez realizada esta transacción y transcurridos algunos minutos el usuario puede comenzar a ver la película.

v. Estadísticas de Fútbol

Servicio que permite a los abonados que tengan un decodificador con MHP acceder a las estadísticas del partido de fútbol de los partidos importantes. Las estadísticas recogen diferentes datos como la cantidad de goles, posesión de la pelota, alineación, tiros al arco, corners, entre otros.



Figura A.5. Incorporación de Estadísticas a partidos de fútbol

A.4.2. QuieroVerGratis: Canal Publicitario-Encuesta

Aprovechando la optimización del ancho de banda disponible, con lo cual se obtiene un mayor número de canales a disposición de los suscriptores se establece para Experience Tv implementar un canal de televisión a través del cual se dispondrá tanto de avisos publicitarios como de encuestas relacionadas con: la plataforma DTH, otros productos de la empresa o de otras compañías.

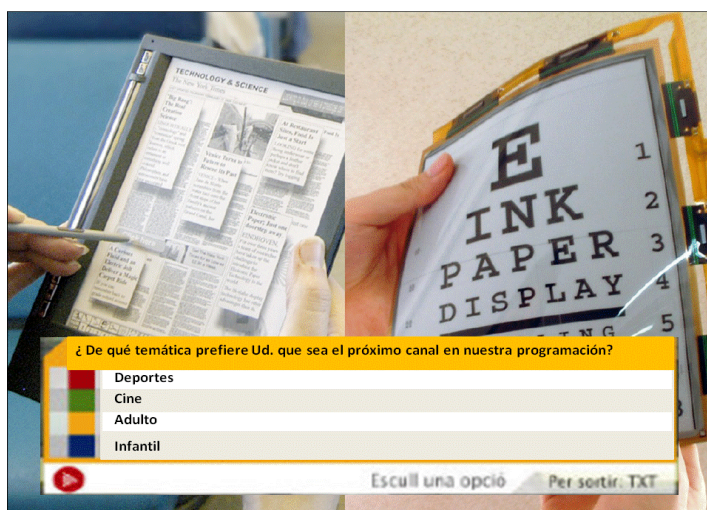


Figura A.6. Inserción de encuestas en canal de publicidad

En el canal de publicidad QuieroVerGratis se dispone que el telespectador/usuario tenga que contestar las preguntas relacionadas con el aviso publicitario. Si acierta puede resultar ganador de un Set Top Box PVR USB. Conjuntamente, se incorporan encuestas vinculadas

con la calidad del servicio y preferencias de los abonados, las cuales participan del mismo premio.

A.4.3. Experience Club

Dentro de la propuesta comercial, se establece para Experience Tv la creación de una base de datos con los abonados del sistema a través de un club de lealtad. Experience Club tendrá la particularidad de sortear al mes 300 Set Top Boxes PVR USB para los abonados actuales que cuenten con receptores DVB-S y 300 STBs para los suscriptores que se incorporen. Esto está enfocado en reducir la percepción de que el servicio de televisión por pago es demasiado costoso.

Conjuntamente, se establece una tabla de obtención de puntos MEGUs canjeables por contenidos de PPV, con la flexibilidad de cambiar esta opción por algún canal temático completamente gratis dentro de la programación a la cual no se encuentra suscrito.

Nivel de Consumo [Mensual]	Antigüedad			
	Menos de 8 meses	Entre 8 meses y 1,6 años	Entre 1,7 años y 3 años	+3 años
Menos de 2 sms	1 MEGUs	1 MEGUs	1 MEGUs	1 MEGUs
Entre 3 y 5 sms	2 MEGUs	3 MEGUs	4 MEGUs	5 MEGUs
Entre 6 y 8 sms	4 MEGUs	5 MEGUs	6 MEGUs	7 MEGUs
Más de 9 sms	8 MEGUs	9 MEGUs	10 MEGUs	11 MEGUs

Tabla A.5. Tipificación de acumulación de MEGUs

Conjuntamente con lo anterior, por cada factura pagada se obtiene una acumulación de puntos de acuerdo al plan suscrito.

Tipo de Plan	Puntos Otorgados
Plan E. Full	3 MEGUs
Plan E. Mid	2 MEGUs
Plan E. Light	1 MEGUs

Tabla A.6. Puntos otorgados por pagar la cuenta

Además, a partir de las preferencias de los abonados en cuanto a la temática de los canales a agregar gracias a la mayor cantidad de canales disponibles utilizando DVB-S2, se establece la incorporación de dichos canales a la parrilla de Experience Tv. Entonces, de acuerdo a la acumulación de puntos MEGUs, se estipula que una señal será incorporada a los planes suscritos por los abonados según los perfiles de usuario.

A.4.4. Publicidad Interactiva

La interactividad genera la introducción de nuevos formatos o fórmulas que permiten llegar los mensajes a los consumidores de una manera más eficaz.



Figura A.7. Publicidad que aparecen durante la emisión del programa

A través de las preferencias de los abonados obtenidas por las encuestas es posible establecer una segmentación más específica de los usuarios, con lo cual se establecen diferentes perfiles de los suscriptores. Entonces la marca o el producto a publicitar aparecen en función de estos determinados perfiles de usuario.

Esto no elimina la publicidad tradicional, en la cual se venden espacios desde 30 segundos y hasta 45 segundos exclusivamente, en diferentes canales. La empresa pone los comerciales nacionales por sobre la tanda comercial que viene del extranjero y con la limitación de solo de algunos segundos para usar en comerciales nacionales.

B. Comentarios sobre Servicios Interactivos para Televisión

Las ventajas que aportan los servicios interactivos a los radiodifusores son resumidas por Abertis Telecom en ocho ítems: captación de audiencia; fidelización de la audiencia; inserción de nuevos formatos publicitarios y nuevos lugares; t-commerce; información; dar servicio; reducción de la brecha digital. Estas posibilidades pueden ser resumidas en dos ventajas para el radiodifusor: Los servicios interactivos permiten la fidelización de la audiencia y le ayudan a la creación de la marca: el hecho de poseer servicios interactivos que no impliquen canal de retorno, es decir, servicios gratuitos, ayuda a consolidar la imagen de marca tanto del canal en el que se emiten como de la cadena a la que pertenecen y a diferenciarse de los competidores. Por lo tanto, los servicios interactivos suponen una nueva forma de expresar la identidad corporativa como medio de diferenciación ante la audiencia. Ante la llegada de la digitalización, las nuevas cadenas necesitan posicionarse con el objetivo de obtener una audiencia fidelizada y para ello necesitan crear marca televisiva. Esta marca vendrá determinada tanto por los productos que la empresa comercializa: contenidos audiovisuales y nuevos servicios interactivos como por su comunicación publicitaria.

Por otro lado, las ventajas de la introducción de la interactividad para el usuario radican en que le permiten: acceder a servicios interactivos, encontrar la información deseada, comunicarse con otros usuarios, escoger entre diferentes ofertas, descubrir nuevos usos, interesarse por nuevas formas de consumo, entretenerse de forma activa, informarse con mayor facilidad, programarse y participar. En definitiva, le otorgan una nueva forma de ocio en la que la manera de ver la televisión no es tan pasiva.



Figura B.1. Servicios Interactivos

El telespectador activamente va en busca de la información y contenido interactivo. Así, si se tiene un canal de retorno a través del cual el telespectador puede ser individualizado, la publicidad puede dar lugar a una acción de compra. Por ejemplo, durante una franja

publicitaria en televisión, el telespectador podrá acceder a contenido de avisaje interactivo de la siguiente forma:

- a. Si está interesado en un producto, el telespectador puede acceder a información específica relativa a este, la cual se superimprime en la pantalla del televisor.
- b. El telespectador puede “marcar” el aviso para poder revisar información detallada en otro momento.
- c. El telespectador puede solicitar folletos o una llamada de un agente de ventas.
- d. Se puede incentivar al telespectador que vea o interactúe con un aviso de publicidad a través del envío posterior de cupones de descuento, ofertas o sorteos.
- e. Concursos interactivos sobre información de programas avisados (tipo quiz)
- f. Permitir al telespectador comprar un producto inmediatamente después de ver un aviso.

C. Requerimientos mínimos utilizados para aplicaciones de broadcasting en este estudio

C.1. Definición Estándar (SD) TV

La siguiente tabla describe las recomendaciones mínimas para aplicaciones de video para señales SDTV [18]:

Estándar Codec de Video	Tasa de Bit Mínima
MPEG-2 - Main profile at Main level (MP@ML)	2,5 Mb/s CBR
MPEG-4 AVC (Main profile at Level 3.0)	1,75 Mb/s CBR
SMPTE VC-1	1,75 Mb/s CBR

Tabla C.1. Requerimientos mínimos SDTV

C.2. Definición Estándar (SD) TV: VoD y Contenido Premium

La siguiente tabla describe las recomendaciones mínimas para aplicaciones de video para señales SDTV para VoD y contenido Premium:

Estándar Codec de Video	Tasa de Bit Mínima
MPEG-2 - Main profile at Main level (MP@ML)	3,18Mb/s CBR
MPEG-4 AVC (Main profile at Level 3.0)	2,1 Mb/s CBR
SMPTE VC-1	2,1 Mb/s CBR

Tabla C.2. Requerimientos mínimos SDTV VoD

C.3. Alta Definición (HD) TV

La siguiente tabla describe las recomendaciones mínimas para aplicaciones de video para señales HDTV:

Estándar Codec de Video	Tasa de Bit Mínima
MPEG-2 - Main profile at Main level (MP@ML)	15 Mb/s CBR
MPEG-4 AVC (Main profile at Level 3.0)	10 Mb/s CBR
SMPTE VC-1	10 Mb/s CBR

Tabla C.3. Requerimientos mínimos HDTV

No obstante, de acuerdo a nuevos estudios realizados por la ITU en relación a los requerimientos de MPEG-4 parte 10 (AVC) para obtener una adecuada percepción por el usuario se requieren para un canal HDTV tan sólo 8 Mb/s.

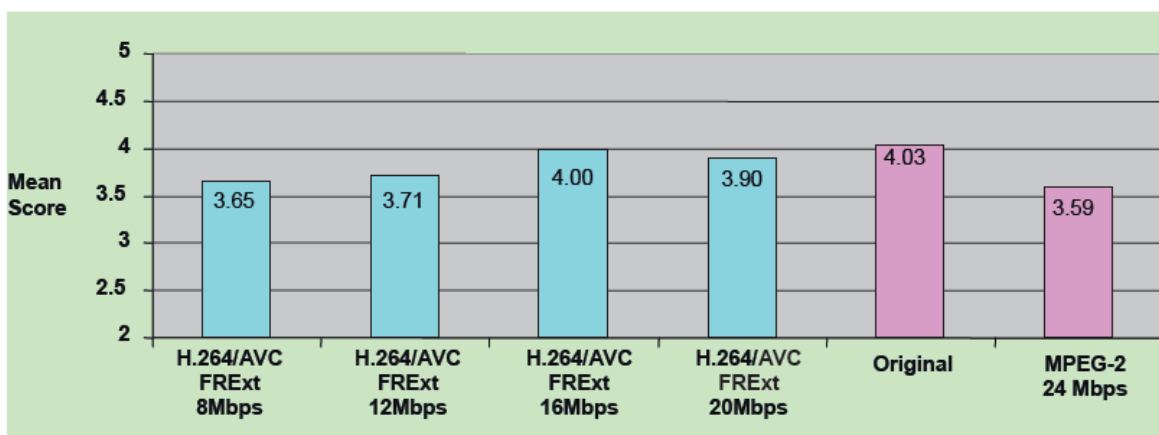


Figura C.1. MOS referente a MPEG-4 parte 10 (AVC)

D. Estadísticas asociadas al Estudio

En este tópico se describen las principales fuentes de información asociados a estudios de opinión pública y encuestas, las cuales están enfocadas tanto a aspectos sociales sobre el contenido de la televisión como a hábitos de las personas en cuanto a actividades preferidas en sus ratos libres.

El consumo de televisión en Chile es elevado comparado con el resto de los medios de comunicación. El rol de las audiencias pasa a ser determinante a la hora de la difusión de contenido publicitario a través de la televisión, así como la recepción de éste por parte de los públicos masivos. No obstante, la televisión por pago tiene una baja penetración en el país debido a diferentes factores, los cuales fueron desglosados por la encuesta realizada por el Consejo Nacional de Televisión (2005), en donde se muestran las razones para no contratar Tv pagada.

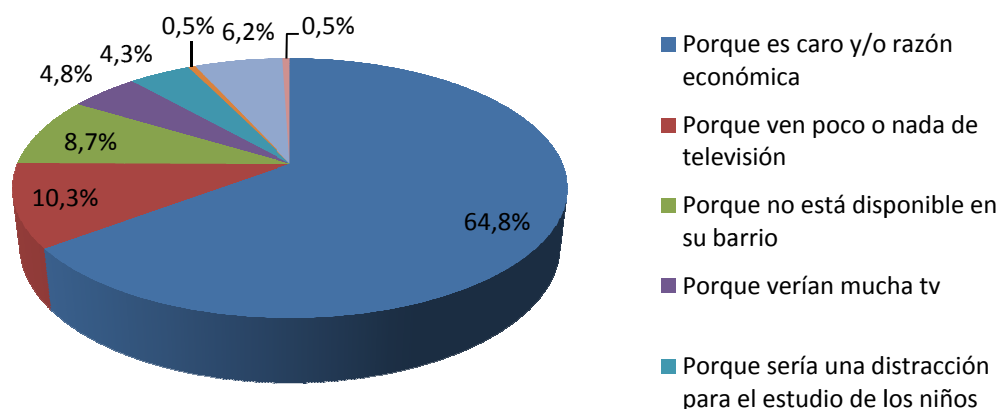


Gráfico D.1. Encuesta Consejo Nacional de Televisión: Razones para no tener Tv por pago

El mismo estudio muestra un desglose de acuerdo a los estratos sociales.

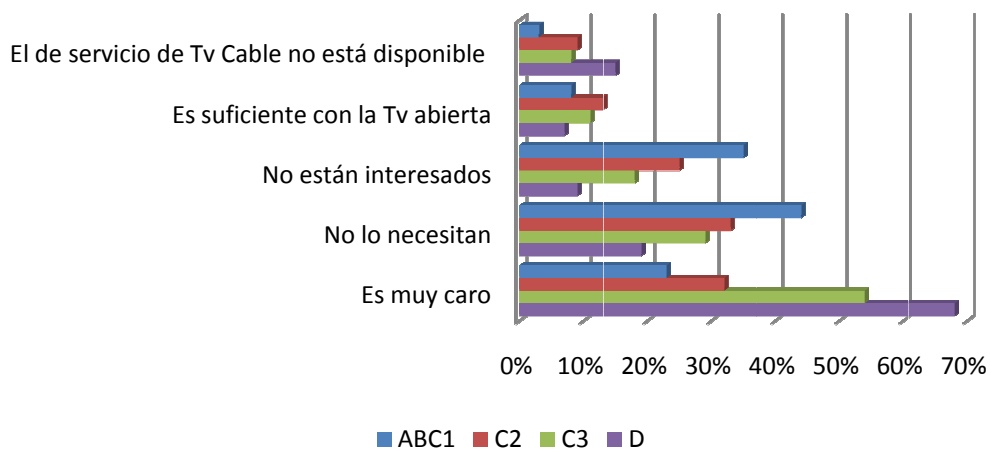


Gráfico D.2. Desglose de encuesta de acuerdo a estratos sociales

Conjuntamente, de acuerdo a un estudio efectuado por el Instituto Nacional de Estadística llamado Los Chilenos y la Cultura (Diciembre 2006) muestra que la cantidad promedio de televisores por hogar en Chile es de 2,3 con una media de consumo diario de televisión abierta y pagada de 3 horas 4 minutos. La mayor cantidad de televidentes en la Tv pagada (54,9%) se concentra en el horario de 22 a 24 horas de lunes a viernes y en este mismo horario el fin de semana, con un 54,4%.

Además, el INE realizó una encuesta Exploratoria de Uso del Tiempo en el gran Santiago (Mayo 2009), en la cual se observa que la televisión es la actividad preferida por los chilenos: el 64% de la población realiza la actividad por lo menos media hora durante el día. Asimismo, como actividades secundarias (aquellas que se realizan al mismo tiempo de otra de mayor importancia), 34,7% de la población ve televisión mientras desempeña otras actividades, pero la radio, la actividad que presenta mayor tasa de participación como secundaria, es por excelencia una acción que acompaña el desempeño de otras.

Por otra parte, según el estudio GSE 2008 de la IAM, Análisis IGT muestra que los segmentos C3 y D representan el 58% de la población, y es un sector que espera acceder a servicios de telecomunicaciones.

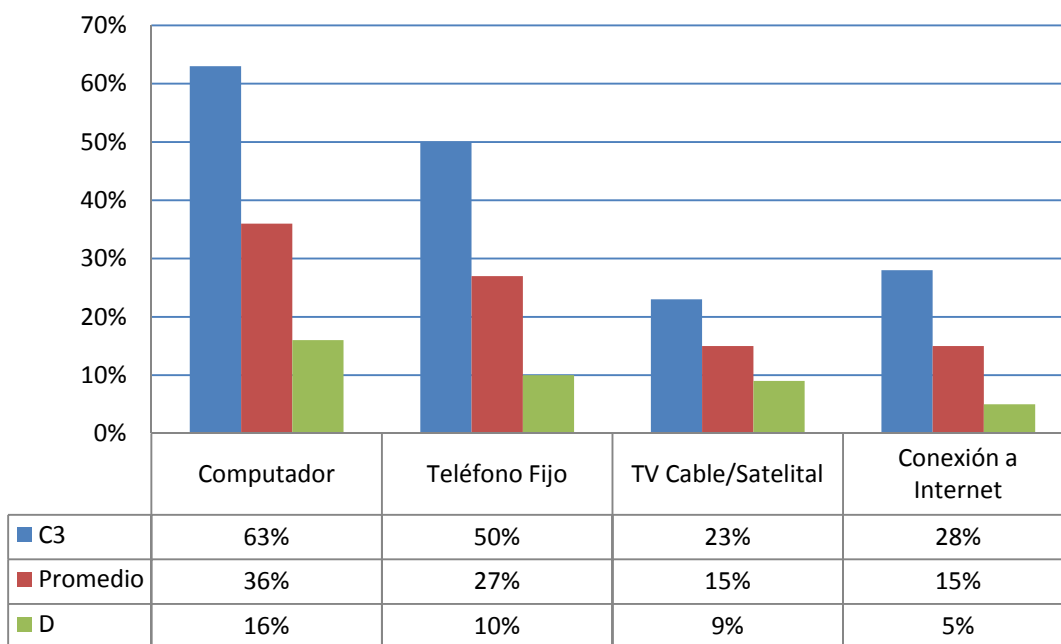


Gráfico D.3. Penetración por bienes y servicios por segmento, en Santiago (2007)

Se observa una oportunidad de negocio para obtener beneficios, reduciendo la brecha tecnológica existente.