

# Sistema de apoyo al proceso de toma de decisiones de inversión en tecnología según el modelo de Kepner y Tregoe *Sector de telecomunicaciones de Barranquilla*

Joe Luis Nassar Montenegro

*jnassarm@yahoo.com*

Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones, Instituto Tecnológico de Monterrey (México). Magíster en Administración de Empresas, Universidad del Norte. Barranquilla.

Alberto Muñoz Santiago

*amunoz@uninorte.edu.co*

Administrador de Empresas y Especialista en Finanzas, Universidad del Norte. Magíster en Economía Empresarial, Instituto Centroamericano de Administración de Empresas en Costa Rica.

Dirección: Universidad del Norte, Km 5 vía a Puerto Colombia, A.A. 1569, Barranquilla (Colombia).

## Resumen

Este trabajo de investigación está orientado al desarrollo de un modelo para la evaluación de proyectos de inversión tecnológica en las empresas del sector de telecomunicaciones. Aporta un cambio novedoso a los tradicionales métodos de evaluación de proyectos, ya que introduce un modelo integral para evaluación cuantitativa de criterios cualitativos de reconocida importancia, pero poco investigados, tales como: calidad, *know how*, diversificación, innovación y reposición. Así como la inclusión de análisis financieros que ofrecen una simulación de rentabilidad y riesgo.

Presenta numéricamente el peso o grado de importancia de cada uno de los criterios anteriormente mencionados en el sector, datos obtenidos mediante encuestas y entrevistas a directivos de las empresas de Telecomunicaciones más importantes, así como sistemas de cálculos internos para la evaluación de estos criterios en cada alternativa de inversión.

**Palabras claves:** Evaluación de proyectos, inversión tecnológica, análisis financiero, simulación de rentabilidad.



## Abstract

This research develops a model and a software to evaluate technological investments in the telecommunication companies. Offers a new change to the traditional methods to evaluate projects, because introduce an integral model to the quantitative evaluation of important qualitative critters, as quality, know how, diversification, innovation and replacements. Include finance analysis to offer a cash flows and risk simulation.

Present numerically the importance level of each one of the critters mentioned before in the sector, results of an applied instrument and interview to the directives of the most important companies, beside offers systems to calculate the evaluation of these critters in each investment alternative.

**Key words:** Project evaluation, technological investment, finance analysis, risk simulation.

## 1. INTRODUCCIÓN

El proceso de evaluación de proyectos en inversiones tecnológicas en las empresas de telecomunicaciones en Barranquilla se realiza fundamentalmente con base en la experiencia del decisor, y en un sencillo análisis de proyecciones de rentabilidad con criterios muy conocidos como TIR y VPN. Pero el análisis financiero no constituye un estudio completo de las bondades de la inversión que se va a realizar, ya que el servicio de telecomunicaciones tiene características propias muy esenciales que deben tenerse presentes al momento de sopesar las alternativas de inversión, como pueden ser criterios de cobertura, calidad, innovación, diversificación, etc., lo cual requiere un mayor nivel de conciencia y estudio para enfocarse a la mejor alternativa.

La experiencia del decisor constituye un factor esencial, pero incorpora un elevado nivel de subjetividad en la evaluación del proyecto. Un criterio de inversión puede tener niveles diferentes de importancia en dos decisores distintos del mismo sector, inclusive de la misma empresa, lo cual dificulta el proceso de decisión sobre las alternativas de inversión. Este estudio se enfoca en desarrollar un modelo que sirva de apoyo al proceso de evaluación, y reduzca el nivel de subjetividad al establecer parámetros propios y característicos del sector de las telecomunicaciones, los cuales surgen como resultado de la investigación en diferentes empresas.

El modelo que plantea esta investigación es útil para la formación de directivos en el sector, ya que establece con detalle los principales factores que deben ser analizados constantemente, así como un nivel de importancia para cada uno de ellos. De la misma manera, los ejecutivos nuevos en el sector encontrarán un gran apoyo en este modelo, ya que proporciona un sólido soporte en el proceso de toma de decisiones.

La actualización de los modelos tradicionales de decisiones en el sector de telecomunicaciones de la ciudad de Barranquilla se enfrenta a esta necesidad por la creciente incursión en el siglo XXI de mayores y mejores

tecnologías que conlleven a evaluar hasta qué punto es conveniente o no adquirirlas de acuerdo con criterios no solamente financieros.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

El modelo propuesto en este documento se fundamenta en el modelo teórico de Kepner y Tregoe (1969), el cual se resume a continuación.

*Este proceso de toma de decisiones es una forma sistemática de unir los hechos y la experiencia, a fin de lograr un mejor juicio de parte del directivo (Kepner y Tregoe, 1969, p. 211). Según Charles Kepner y Benjamin Tregoe, cualquier proceso de toma de decisión deberá desarrollarse sistemáticamente siguiendo los siete conceptos básicos siguientes:*

- **Establecer objetivos frente a los cuales elegir.** El objetivo tiene que determinarse claramente. Especificar en cifras exactas y concretas las metas propuestas, mediante las respuestas a los interrogantes ¿Cuánto? ¿Cuándo y dónde? El objetivo debe describir los puntos que se van a lograr en forma precisa y situarlo en el tiempo, lugar y número.
- **Clasificar los objetivos de acuerdo con su importancia.** Todos los objetivos deben indicarse en lista bajo dos encabezados: Obligatorios y Deseados. Los obligatorios establecen los límites que no pueden ser violados bajo ninguna alternativa, y ayudan al directivo a reconocer y descartar desde un principio las alternativas imposibles. Los deseados no establecen límites absolutos sino que expresan una conveniencia relativa. El directivo debe establecer un criterio con relación al grado de importancia relativa, determinando cuáles son más importantes o críticos. Se debe posicionar cada objetivo deseado con relación al siguiente, lo cual se logra asignándole un peso numérico con relación a su relevancia. La escala de valor que se use no es de suma importancia, pero debe tener la suficiente amplitud para lograr registrar la importancia de cada objetivo con relación a los demás.

- **Desarrollar alternativas entre las cuales escoger.** Una vez comparados los objetivos deseados y determinado las funciones que deben lograrse, se tiene al alcance los medios elementales para establecer las opciones. Para lograr esto es importante que el directivo tome elementos de su experiencia y conocimiento para encontrar los componentes que formen un universo lógico. Cada objetivo se examina por separado, notando qué elementos implica, el conocimiento que posee el directivo y los medios que han sido útiles para otros en condiciones parecidas, ordenando todas las opciones en una alternativa con factibilidad.
- **Evaluar las alternativas frente a los objetivos con el fin de hacer una elección.** Para valorar cada alternativa, se analiza de manera individual frente a cada uno de los objetivos obligatorios y deseados. Cada alternativa se evalúa en principio frente a los objetivos obligatorios, los cuales descartarán inmediatamente las que no corresponden, lo que disminuirá las alternativas posibles; luego pueden evaluarse frente a los objetivos deseados. Para evaluar el desarrollo de cada alternativa frente a los objetivos deseados, el directivo debe calificarlas por separado frente a cada uno de éstos. Se puede utilizar una escala de calificación numérica, siempre y cuando la mejor alternativa reciba la mayor calificación. El resto de alternativas se califican con relación a la calificación óptima. El directivo procede a multiplicar la calificación de cada una por el peso que haya asignado a cada objetivo, el promedio de esta calificación muestra el desempeño de esta alternativa. La suma de las calificaciones promediadas se suman para obtener el total para cada alternativa.
- **Elección de la mejor alternativa como decisión tentativa.** Se puede suponer que la alternativa que ha recibido la mayor calificación promedio es el mejor camino a seguir. Sin embargo, no será una elección perfecta, puede ser únicamente la menos mala de las alternativas consideradas, pero representará el equilibrio más favorable entre lo bueno y lo malo según se hayan definido estos conceptos en los objetivos anotados (Kepner y Tregoe, 1969, p. 222).

- **Evaluar las consecuencias adversas de la decisión tentativa.** Cada alternativa, considerada como una de las mejores opciones, debe ser evaluada como si estuviera en curso para hallar las dificultades. Estas últimas pueden ser de algunas de las siguientes áreas: Organizacional, Influencias externas, Instalaciones y equipos, Ideas y procesos, Material, Dinero o Producción.
- **Controlar los efectos de la decisión final mediante la prevención de las consecuencias y una adecuada vigilancia.** Una vez que la decisión tomada se encuentra en ejecución, cada consecuencia adversa, previamente considerada, se convierte en un problema en potencia. Se deben monitorear las oportunidades para evitar que se presenten estas consecuencias. Con el propósito de confirmar la ejecución del plan, se deben tener en cuenta los siguientes pasos: Establecer sistemas de control y procedimientos de información sobre el desarrollo del plan, vigilar el cumplimiento cabal de las ordenes dadas, determinar la responsabilidad para la ejecución de las órdenes, establecer fechas específicas para la recepción de informes y establecer un sistema de alarma que indique las dificultades que pueden presentarse en el desarrollo del plan. El análisis sistemático de los problemas en potencia constituye el mejor medio, no sólo para lograr que tengan éxito las decisiones pasadas, sino para hacer más fáciles y menos frecuentes las decisiones futuras (Kepner y Tregoe, 1969, p. 238).

### 3. MODELO PROPUESTO PARA TOMA DE DECISIONES

El modelo propuesto parte de un estudio lógico del enfoque del proyecto de inversión hacia la Misión Empresarial. Este análisis comprende dos posibles resultados internos, SI y NO, lo que conlleva a la opción de continuar con el estudio del proyecto o su completa nulidad. La toma de decisiones debe estar primordialmente enfocada a proyectos que ayuden a encaminar el rumbo de la empresa hacia la misión establecida por la gerencia, lo cual se puede establecer como el primer objetivo obligatorio de los proyectos de inversión. Los objetivos deseados se establecen con base en las siguientes

variables: Rentabilidad (VPN, TIR); Riesgo (No. VPN negativos/ No. VPN TOTALES); *Know how*; Tendencias de inversión; Poder de proveedores; Mejoras de calidad; Diversificación e innovación

Para realizar el proceso de manera correcta se debe asignar un peso o ponderación a cada variable, de acuerdo con su grado de influencia en la decisión final. La calificación de cada alternativa de decisión viene dada por la siguiente ecuación:

$$\text{Opción} = \text{RENT}_n \times \text{peso}_1 - \text{RIESGO}_n \times \text{peso}_3 + \text{KNOW HOW}_n \times \text{peso}_4 + \text{TEND INV}_n \times \text{peso}_5 + \text{CALIDAD}_n \times \text{peso}_6 + \text{P. PROV}_n \times \text{peso}_7 + \dots \quad \text{Ec. 1}$$

Donde  $n$  representa el número de cada alternativa de inversión y  $\text{Peso}_i$  representa la importancia asignada por el decisor a cada una de las variables definidas. La alternativa que obtenga la mayor calificación será la sugerida por el modelo.

#### 4. PRIMERA PARTE DEL MODELO: MODELACIÓN DE LA RENTABILIDAD Y EL RIESGO

##### 4.1 Información de entrada para el modelo

Para iniciar la operación del modelo se requiere que el administrador suministre la siguiente información: inversión fija, inversión diferida, financiación, número de productos, número de unidades, costos, precio de venta.

##### 4.2 Definición de las variables aleatorias

Como se desea generar una gran cantidad de escenarios se seleccionó un tipo de distribución continua para modelar la aleatoriedad en aquellas actividades o eventos en los cuales los valores de las variables pueden estar dentro de un rango de valores reales. Las variables críticas para representación de ingresos y gastos que se establecen como aleatorias

para la modelación del sistema, y que son críticas para el desarrollo y resultados de los flujos de caja, se muestran a continuación:

#### 4.2.1 *Variables aleatorias para ingresos*

Estas variables son: número de unidades iniciales de cada producto ( $u$ ), incremento en número de unidades ( $\Delta u$ ), precio inicial de cada producto ( $P$ ), incremento en el precio inicial de cada producto ( $\Delta P$ ). Los ingresos de cada producto son calculados mediante la siguiente ecuación 2:

$$I = u_i * P_i * [(1 + \Delta u)(1 + \Delta P)]^{\wedge(y-1)} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

$i$  = Número de producto

$y$  = Número de año

Los ingresos totales de cada período están representados por:

$$IT = \sum_{i=1}^U I_i \quad \text{Ec. 3}$$

Donde  $U$  es el número total de productos del proyecto.

#### 2.2.2. *Variables aleatorias para los egresos*

Se definieron como variables aleatorias de egreso: costo de insumos iniciales ( $cv$ ), incremento en costos insumos ( $\Delta cv$ ), mano de obra inicial ( $o$ ), incremento en mano de obra ( $\Delta o$ ), costos indirectos del servicio ( $cis$ ) e incrementos en costos indirectos del servicio ( $\Delta cis$ ). Los costos de cada producto son calculados mediante la siguiente ecuación:

$$C = cv_i * (1 + \Delta cv)^{\wedge(y-1)} + o_i * (1 + \Delta o)^{\wedge(y-1)} + cis_i * (1 + \Delta cis)^{\wedge(y-1)} \quad \text{Ec. 4}$$



Donde:

i = Número de producto

y= Número de año

Los costos totales de cada período están representados por:

$$CT = \sum_{i=1}^U C_i \quad \text{Ec. 5}$$

Donde U es el número total de productos del proyecto

### 4.3 Distribución normal

El ingreso total de la empresa, así como el egreso total, viene dado por la convolución de las variables antes mencionadas. Las variaciones en el precio, número de unidades, insumos y mano de obra van a demarcar el rango de utilidades que arroja cada alternativa de inversión.

El teorema del límite central explica porqué muchas distribuciones se acercan a una distribución normal. El elemento clave es que la variable aleatoria observada sea la suma o la media de muchas variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas.

En vista de este teorema, se puede atribuir una generación de valores aleatorios distribuidos normalmente para cada variable, según la ecuación mencionada en el marco de referencia:

$$N_i = \left( \sum_{l=1}^{12} r_{il} - 6 \right) \sigma + \mu \quad \text{Ec. 6}$$

Donde  $\mu$  es la media de la variable que proporciona el decisor, y  $\sigma$  es la desviación de la media central que es definida por el decisor utilizando

para esto como referente su conocimiento sobre el producto, el servicio y el sector.

### 4.3.1 Ingresos

En la tabla 1 se muestra la forma cómo el *software* generado para este proyecto, calcula los valores aleatorios para cada producto o servicio.

**Tabla 1**  
Ingresos en el modelo

	INGRESOS			
	PAUTA	VTR	ESTUDIO	GRABACIÓN
Número de Unidades Iniciales	54,98434	52,4805214	54,931957	44,7126751
Media	50	60	50	50
Desv uds	5	6	7	9
Precio Inicial	104,3256	102,6847	101,358	104,369
Media	100	100	100	100
Desv Precio	10	9	8	5
Incremento Estimado en Precio	0,05704878			
Media	6%			
Desv P Incre	0,50%			
Incremento Estimado en Unidades	0,05770996			
Media	6%			
Desv uds incre	0,50%			

Fuente: Pantallazo Software de Apoyo.

El valor generado para “Número de Unidades Iniciales” va a estar dado según la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 \text{Unidades Iniciales} = & (\text{Media}) + (\text{Desvuds}) * (\text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() + \\
 & \text{ALEATORIO}() \\
 & + \text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() + \\
 & \text{ALEATORIO}() \\
 & + \text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() - 6)
 \end{aligned}$$

De la misma manera se calculan las variables “Precio Inicial”, “Incremento Estimado en Precio” e “Incremento Estimado en Unidades”.

Los ingresos totales de cada período van a estar calculados según las ecuaciones y aparecen en la tabla 2.

**Tabla 2**  
 Ingresos totales en el modelo

VENTAS PERIODOS	1	2	3	4	5	6	7
Pauta	\$ 5.498	\$ 6.148	\$ 6.873	\$ 7.685	\$ 8.592	\$ 9.606	\$ 10.740
Vtr	\$ 5.248	\$ 5.868	\$ 6.560	\$ 7.335	\$ 8.201	\$ 9.169	\$ 10.251
Estudio	\$ 5.493	\$ 6.142	\$ 6.867	\$ 7.677	\$ 8.584	\$ 9.597	\$ 10.730
Grabación	\$ 4.471	\$ 4.999	\$ 5.589	\$ 6.249	\$ 6.987	\$ 7.812	\$ 8.734
	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Ingresos totales	\$ 20.711	\$ 23.156	\$ 25.889	\$ 28.946	\$ 32.363	\$ 36.183	\$ 40.455

Fuente: Pantallazo *software* de apoyo.

### 4.3.2 Egresos

En la tabla 3 se muestra la forma cómo el *software* generado para este proyecto, calcula los valores aleatorios para cada producto o servicio.

**Tabla 3**  
Egresos en el modelo

COSTOS VARIABLES	EGRESOS			
	PAUTA	VTR	ESTUDIO	GRABACIÓN
Materia Prima Inicial	49,8758486	58,0487001	60,2428062	58,3308158
Media	50	50	50	50
Desv	5	6	7	8
Mano de Obra Inicial	39,0813582	49,6330575	53,8105147	47,1033763
Media	40	40	40	40
Desv	8	7	6	5
CIF Inicial	96,192169	93,5926588	94,3983433	112,941632
Media	100	100	100	100
Desv	7	8	9	10
Incremento Estimado en Materia Prima	0,05834816			
Media	6%			
Desv	0,50%			
Incremento Estimado en Mano de Obra	0,05000602			
Media	6%			
Desv	0,50%			
Incremento Estimado en CIF	0,06738875			
Media	6%			
Desv	0,50%			

Fuente: Pantallazo software de apoyo.

El valor generado para “Materia Prima Inicial” va a estar dado según la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Materia Prima Inicial} = & (\text{Media}) + (\text{Desv}) * (\text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() \\ & + \text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() + \\ & \text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() + \\ & \text{ALEATORIO}() + \text{ALEATORIO}() - 6) \end{aligned}$$

De la misma manera se realiza el proceso para las variables “Mano de Obra Inicial”, “CIF Inicial”, “Incremento Estimado en Materia Prima”, “Incremento Estimado en Mano de Obra, e “Incremento Estimado en CIF”.

Los egresos totales de cada período van a estar calculados según las ecuaciones 3 y 4 y se pueden apreciar en la tabla 4.

**Tabla 4**  
 Egresos totales en el modelo

COSTOS VARIABLES PERIODOS	1	2	3	4	5
Pauta	\$ 185	\$ 196	\$ 209	\$ 221	\$ 235
Vtr	\$ 201	\$ 213	\$ 226	\$ 240	\$ 255
Estudio	\$ 208	\$ 221	\$ 234	\$ 249	\$ 264
Grabación	\$ 218	\$ 232	\$ 246	\$ 261	\$ 277
	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 813</b>	<b>\$ 863</b>	<b>\$ 915</b>	<b>\$ 971</b>	<b>\$ 1.030</b>

Fuente: Pantallazo software de apoyo.

#### 4.4 Simulación del proyecto de inversión

##### 4.4.1 Descripción del flujo de caja

El flujo de caja se realiza con cada lectura de los valores aleatorios generados mediante el criterio de distribución normal, y los establecidos como fijos por su poco impacto o previsible variación. El número de ciclos de flujos de caja va a ser determinado por el criterio de simulación normal que se estudiará más adelante. En el desarrollo del modelo se utilizó el criterio de flujo de caja libre.

El rubro de Depreciación contiene todos los valores solicitados por el software al decisor en el detalle de la inversión total inicial e incluye: maquinarias, edificaciones, vehículos, equipos de cómputo y muebles y equipos de oficina; como estos valores son altamente previsibles no se introducen en el cálculo de variables aleatorias.

#### 4.4.2 *Análisis de Rentabilidad*

Según García (2003), una forma de mejorar el valor de la empresa consiste en realizar inversiones cuya rentabilidad marginal debido al crecimiento sea superior al costo de capital (CK) de la empresa. El CK es evaluado por la ponderación de los costos de cada fuente de financiación de la empresa, es decir, pasivos y patrimonio. En el caso del patrimonio, el costo implícito en el CK está representado por el Costo de Oportunidad del inversionista, mientras que en los pasivos está representado por las tasas de financiación de las deudas adquiridas por la empresa.

La rentabilidad marginal se calcula dividiendo el incremento de UODI entre el incremento de los activos netos de operación, como se plantea en la siguiente ecuación:

$$\text{Rentabilidad Marginal} = \Delta \text{ UODI} / \Delta \text{ ANO}$$

Donde ANO = Activos Netos de Operación.

El criterio de Tasa Interna de Retorno (TIR) sigue siendo muy usado en las empresas como un criterio de rentabilidad, a pesar de los defectos comprobados que posee. Posiblemente una de las principales críticas que se plantea alrededor de este concepto es la presunción básica de que los flujos de caja de cada período del proyecto pueden ser reinvertidos a una tasa de retorno igual a la TIR del proyecto\*. Como la TIR es mayor al costo de capital, entonces se sugiere que esta presunción puede ser inválida en la mayoría de los casos, lo cual genera un valor de TIR sobre-optimista del proyecto. Otra crítica muy importante es la posibilidad latente de generar más de una solución al mismo flujo de caja proyectado, situación que se produce al contar con diferencias de signo en los valores de flujo durante el proyecto.

---

\* PROQUEST

Ambos defectos se solucionan mediante el concepto de *Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM)*, el cual plantea que los flujos netos de cada período deben ser proyectados hasta el último período de consideración de la inversión, al costo de capital de la empresa. Posteriormente, se calcula la TIR con dos únicos valores, la inversión inicial y la totalidad de flujos proyectados en el último período; todos los valores de flujos intermedios son tomados como nulos. Este procedimiento también elimina la posibilidad de contar con raíces o soluciones múltiples para el concepto de TIR.

Hasta aquí se podría enunciar que el criterio de rentabilidad se evalúa de la siguiente manera para cada alternativa de inversión:

$$\text{Rentabilidad} = TIRM - CK \quad \text{Ec. 6}$$

El inversionista puede incorporar el CK como una entrada al *software* que ejecuta el modelo planteado en este proyecto, o permitir que el sistema calcule el mínimo costo de patrimonio establecido en el sector de las telecomunicaciones para su empresa en particular.

Según Robert Hamada, el costo del patrimonio queda definido por:

$$Ke = KL + Rm * \beta_s * (1 + (1-t)D/P) + RP \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

- $KL$  = Rentabilidad libre del riesgo del mercado = 7.5%
- $Rm$  = Premio por riesgo del mercado = 6.07% (García, 2003)
- $\beta_s$  = Factor de riesgo que relaciona el sector con el mercado. Para el caso de las telecomunicaciones es un promedio de las diferentes industrias de comunicaciones:

TV Cable = 1.24%

Telecomunicaciones extranjeras = 1.59%

Servicios de telecomunicaciones = 1.59%

Redes inalámbricas = 2.5%

Promedio = 1.73% (García, 2003)

- D/P= Relación Deuda/Patrimonio en la inversión
- RP = Factor riesgo país. En el caso de Colombia es 5.84%

$Ke1 = 7.5\% + (6.07)(1.73)(1 + 0.615(D/P)) + 5.84\%$  Expresada en dólares corrientes

$$Ke2 \text{ (en dólares constantes)} = \frac{1 + Ke1}{1 + I \cdot Ext} - 1$$

Donde, I. Ext = Inflación Americana = 3.3% en 2005

$$Ke \text{ (pesos)} = (1 + Ke2)(1 + I. Int) - 1$$

Donde, I. Int = Inflación colombiana = 5.4 % en 2005

$$CK = \frac{Ke * (p) + Kd * (D)}{D + P}$$

Donde Kd = Tasa de Financiación de la deuda

La rentabilidad queda expresada como:

$$R = TIRM - CK$$

#### 4.5 Valor presente neto

Se calcula este indicador financiero a partir de los resultados de cada período del flujo de caja, con el fin de obtener valores discriminados como positivos o negativos que se enlacen con el diagnóstico de viabilidad del proyecto. Este cálculo no es utilizado como el principal criterio de rentabilidad del proyecto, ya que establece el resultado como un valor absoluto, no como una referencia o porcentaje de retorno de la inversión realizada. Pero es útil para establecer qué porcentaje de las muestras realizadas proporciona un concepto positivo de la inversión.



## 4.6 Simulaciones y réplicas

### 4.6.1 Simulación cuantitativa

Debido a la naturaleza probabilística de los sistemas donde se utiliza la simulación, se hace imprescindible crear modelos cuyos resultados sean estadísticamente iguales a los sistemas reales. Uno de los factores que afectan en forma directa esos resultados es el tamaño de la corrida de simulación o bien el número de corridas de simulación realizadas para encontrar resultados confiables. Al realizar una corrida de simulación, el resultado promedio de las variables del sistema tienen un período de inestabilidad y, conforme transcurre el tiempo, esas variables tienden a un estado estable y es entonces cuando los valores de las variables de respuesta son confiables. Mediante la aplicación de la ecuación planteada por Azarang (1999):

$$N = \frac{\sigma^2(Z\alpha/2)^2}{k^2} \quad \text{Ec. 7.7}$$

Donde:

Z = estadístico normal estándar para cierta  $\alpha$

K = desviación absoluta máxima permitida sobre la media de la distribución a simular.

$\sigma^2$  = varianza de la distribución a simular.

El valor de  $Z\alpha/2$  se obtiene de la tabla de distribución normal acumulada, donde se observa que para una confiabilidad del 95%, se establece una  $Z\alpha/2 = 1.96$ .

Si se plantea establecer un error máximo permisible de  $K = 5\%$

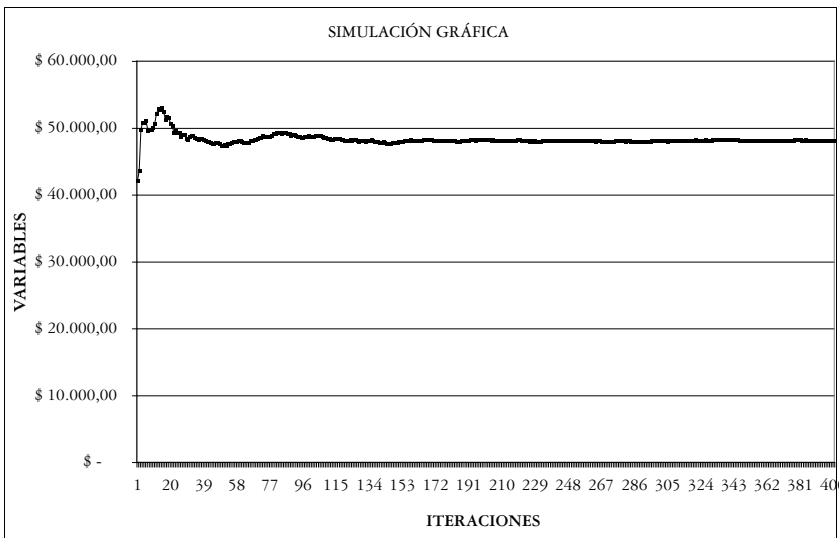
$$N = \frac{\sigma^2(1.96)^2}{(0.05)^2} = 1536 * \sigma^2 \text{ simulaciones}$$

Este cálculo del número de simulaciones óptimo no asegura del todo que se cumpla con las condiciones de estabilidad.

- *Simulación gráfica*

Una de las formas más comunes de determinar en qué momento se ha llegado al estado estable en función de los resultados obtenidos se consigue graficando el valor promedio de la variable de interés contra el tiempo de simulación y cuando se observe que ese promedio ya no cambia a través del tiempo, detener la corrida de simulación.

La forma típica del comportamiento descrito se puede observar en la gráfica 1.



Gráfica 1

#### 4.6.2 Réplicas

Para garantizar la independencia de los resultados se debe repetir la simulación de tamaño “ $1536 \cdot \sigma^2$ ” un número de veces “ $r$ ”, que según Azarang (1999) debe estar entre 3 y 10.

#### 4.7 Análisis de riesgo

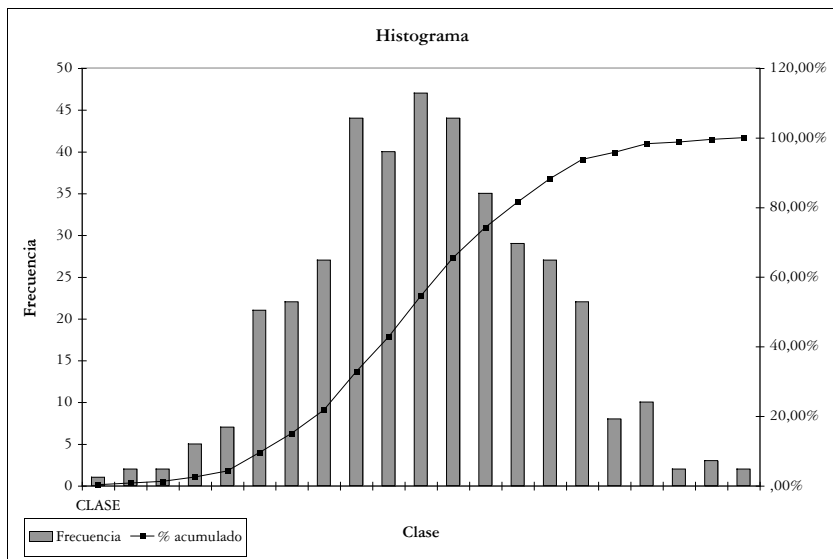
Se define el Riesgo como la probabilidad de encontrar VPN de valores negativos entre los calculados en cada iteración, es decir:

$$Riesgo = N_o VPN < 0 / N_o VPN$$

Se establecieron los siguientes procedimientos para el cálculo de Riesgo:

- Se fija una varianza y una media en las cifras de ventas y costos.
- Se establecen variaciones aleatorias en estos valores siguiendo una distribución normal.
- Se calculan los diferentes valores de VPN, para estas entradas aleatorias. Un número superior a  $1536 \cdot \sigma^2$ .
- Se grafican y calculan las distribuciones acumuladas de los diferentes valores de VPN.
- Se calcula el valor del riesgo mediante la ecuación mencionada.

En la gráfica 2 se muestra la distribución acumulada de los valores VPN para la población seleccionada, generando los valores aleatorios mediante una distribución normal.



Fuente: Software de apoyo.

Gráfica 2. Histograma

En la gráfica 2 se puede observar la distribución normal de los diferentes VPN asociados por números aleatorios centrados en un valor medio, para ventas, costos, unidades y precios.

## 5. EVALUACIÓN DE FACTORES CUALITATIVOS

La toma de decisiones de inversión tecnológica en empresas de telecomunicaciones es influenciada por una serie de factores cualitativos de suma importancia, los cuales no son calculables con sistemas matemáticos establecidos como en los análisis de rentabilidad y riesgo. Entre estos factores se encuentran: mejoras en la calidad, *know how* de la empresa, innovación, reposición de activos de producción, diversificación, desarrollo del sector, proveedores, regulaciones estatales y otros

Para poder evaluar la importancia de estos factores se aplicó un instrumento de consulta a las empresas de mayor importancia en el sector de las Telecomunicaciones en Barranquilla, y se les preguntó por su opinión acerca de cuáles de los factores mencionados se consideraban importantes para la toma de decisiones en inversión tecnológica, así como su grado o peso de importancia.

El instrumento se aplicó en las siguientes empresas: *Telecaribe* (Canal regional de televisión), *Caracol* (Segunda cadena radial del país), *Telecom* (empresa de telecomunicaciones internacionales estatal), *Colombia Móvil* (empresa de telefonía móvil), *Movistar* (empresa de telefonía móvil), *Pro-mitel* (empresa prestadora del servicios de fibra óptica), *Metrotel* (empresa de telefonía fija local), *Batelsa* (empresa de telefonía fija local) y Teledinámica (Empresa de televisión por suscripción).

Las empresas fueron seleccionadas por ser las más importantes en el sector de comunicaciones en Barranquilla, en cuanto a activos, ventas e impacto social. Es importante mencionar que algunas de estas empresas son nacionales y tienen su administración central en Bogotá, pero poseen sedes regionales en Barranquilla donde se toman decisiones de inversión

tecnológica de carácter regional. El instrumento fue diligenciado por el gerente financiero de cada empresa, o el funcionario más idóneo en las decisiones de inversión tecnológica.

Al observar el diligenciamiento de las encuestas se generaron cuatro subsectores, ya que presentan características homogéneas en algunos de los criterios establecidos:

- **Empresas de Comunicación Abierta:** Empresas cuya señal usa como medio de transmisión el aire. Entre éstas se encuentran: Telecaribe, Caracol, Movistar, Colombia Móvil.
- **Empresas de Comunicación Cerrada.** Empresas que usan como medio de transmisión un enlace punto a punto, o enlace punto a multipunto. Es decir, la señal se encuentra encerrada en un medio conductor como cobre o fibra óptica, o con una direccionalidad establecida como en un enlace de microondas. Entre éstas se encuentran: Telecom, Promitel, Metrotel, Teledinámica, Batelsa.
- **Empresas Públicas:** Aquellas de capital y responsabilidad estatal: Telecaribe, Batelsa, Telecom, Metrotel (capital mixto, es decir, parte pública y parte privada).
- **Empresas Privadas:** Aquellas de capital y responsabilidad privado: Caracol, Promitel, Movistar, Colombia Móvil, Metrotel (capital mixto), Teledinámica.

## 5.1 Información obtenida

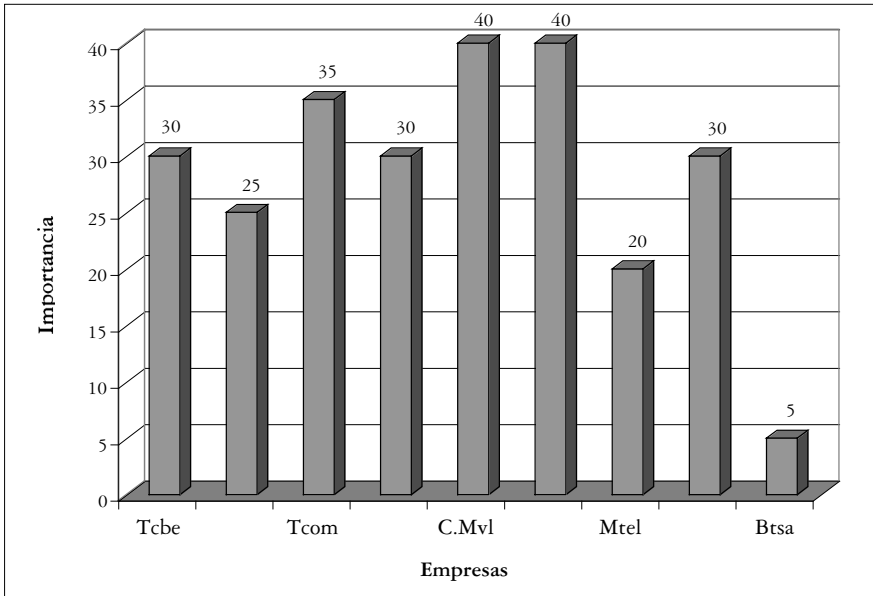
La información obtenida fue evaluada con base en las agrupaciones empresariales señaladas. A pesar de pertenecer todas al sector de telecomunicaciones se desempeñan en subsectores que han influenciado de manera diferente sus políticas en toma de decisiones. Debido a esto, los criterios que presentan características propias por subsector han sido analizados de

manera independiente, para evitar promedios de las empresas totales que arrojarían conclusiones erróneas.

### 5.2 Criterios cuantitativos

Respecto a los criterios cuantitativos que fueron analizados en el capítulo anterior, se incluyeron en el instrumento de análisis para conocer su grado o peso de importancia en la toma de decisiones.

- **Rentabilidad:** El grado de importancia que las empresas otorgaron a este factor se presenta en la gráfica 3.



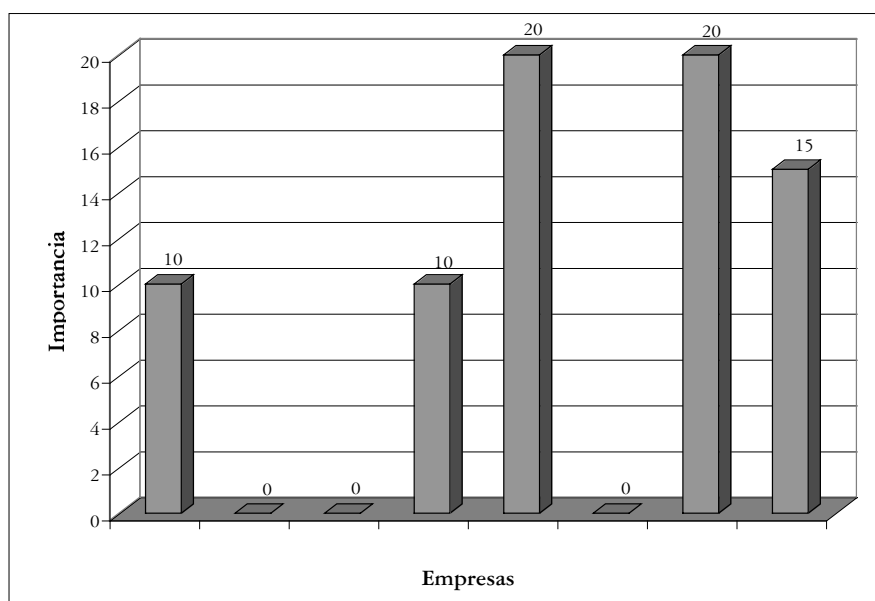
Fuente: Encuesta aplicada a empresas de Telecomunicaciones.

Gráfica 3. Valoración de rentabilidad

Es importante mencionar que en entrevista sostenida con la subgerente financiera de Batelsa, Amira Rey, manifiesta que el objetivo financiero de rentabilidad se obtiene al enfocarse en los otros factores mencionados en la encuesta.

Al ponderar los valores de importancia del factor rentabilidad en las otras empresas, se obtiene un valor promedio de 31.25%. Con una desviación estándar de 6.94%.

- **Análisis de Riesgo:** El factor de riesgo fue considerado importante por las empresas privadas o de capital mixto. En las del sector público o monopolísticas como Promitel, Telecaribe, Telecom, no se ha utilizado este factor como crítico (gráfica 4).



Fuente: Encuesta aplicada a empresas de Telecomunicaciones.

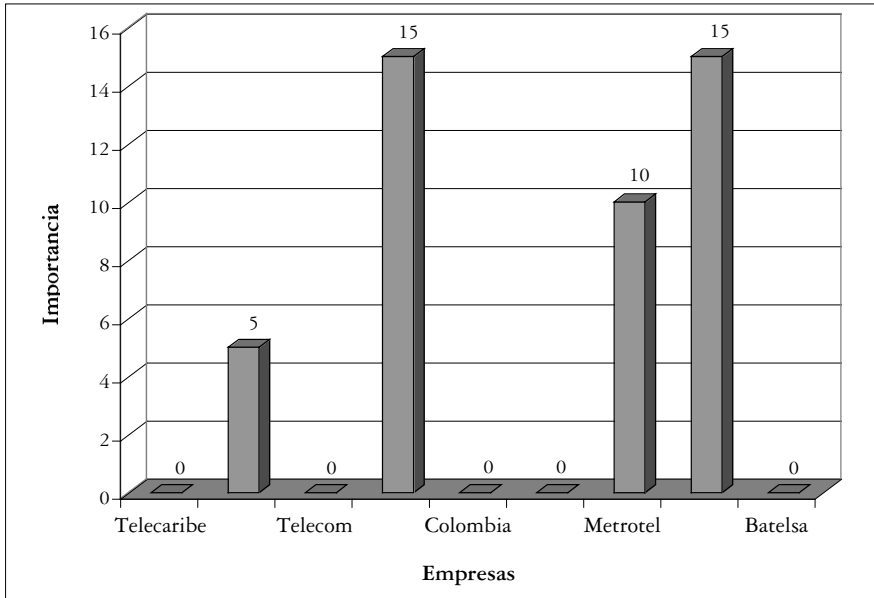
Gráfica 4. Valoración de Riesgo

Al ponderar los valores de importancia del factor riesgo en las empresas de capital privado, se obtiene un valor promedio de 15%. Con una desviación estándar de 5%. En las empresas del sector público (como Telecom, Telecaribe, etc.) los proyectos de inversión son financiados por entes gubernamentales que los rigen, no por recursos propios de las empresas.

Debido a que las empresas públicas no aportan los recursos financieros para inversión tecnológica, el factor de Análisis de Riesgo para estas empresas pasa a un segundo plano.

### 5.3 Criterios cualitativos

- **Know how:** El factor de *Know how* fue considerado importante para las empresas de comunicación cerradas y privadas. Las empresas de comunicación abierta y públicas actualmente asignan poco o nulo valor a este factor. (gráfica 5).



Fuente: Encuesta aplicada a empresas de Telecomunicaciones.

Gráfica 5. Valoración de *Know how*

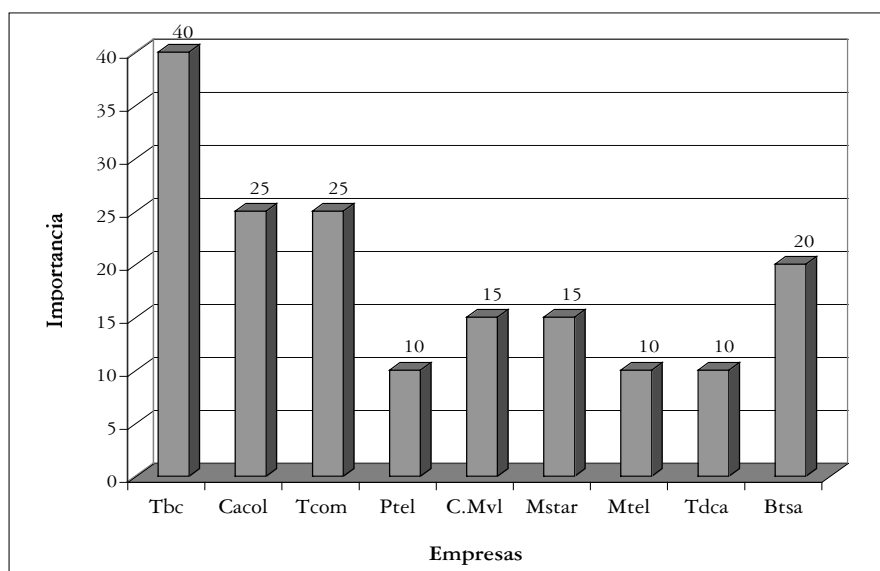
Al promediar los valores de importancia del factor *Know how* en las empresas de comunicación cerrada y privada (Promitel, Metrotel y Tele-dinámica), se obtiene un valor promedio de 13.33%. Con una desviación estándar de 2.88%. En las empresas de comunicación abierta y pública se le asignó un porcentaje muy bajo o nulo a este factor, ya que sus contratos



de inversión tecnológica incluyen la totalidad del proyecto, es decir, diseño, compra, instalación y mantenimiento.

- **Mejoras en la Calidad:** Los valores obtenidos para el factor de calidad se presentan en la gráfica 6.

En las empresas de comunicación cerradas y privadas (Promitel, Metrotel y Teledinámica) se obtuvo un valor promedio de 10%. Mientras que en las empresas de comunicación abierta y/o pública se obtuvo un promedio de 23.33%, con una desviación estándar de 9.3%. Esto se debe a que las empresas públicas vienen de un período de deterioro acumulado de equipos por falta de recursos para mantenimiento o reposición. Mientras que las empresas privadas y abiertas están en proceso de consolidación tecnológica.

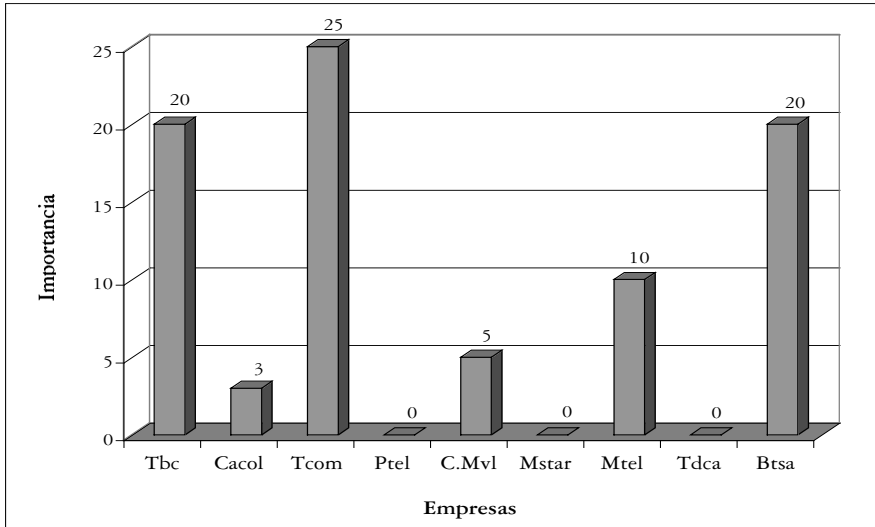


Fuente: Encuesta aplicada a empresas de Telecomunicaciones.

Gráfica 6. Valoración de Mejoras en Calidad

- **Reposición de equipos:** El factor reposición fue considerado de importancia en las empresas de capital público y mixto, ya que el deterioro

acumulado de años anteriores ha generado inconvenientes técnicos de gran importancia. Esto se aprecia en la gráfica 7.



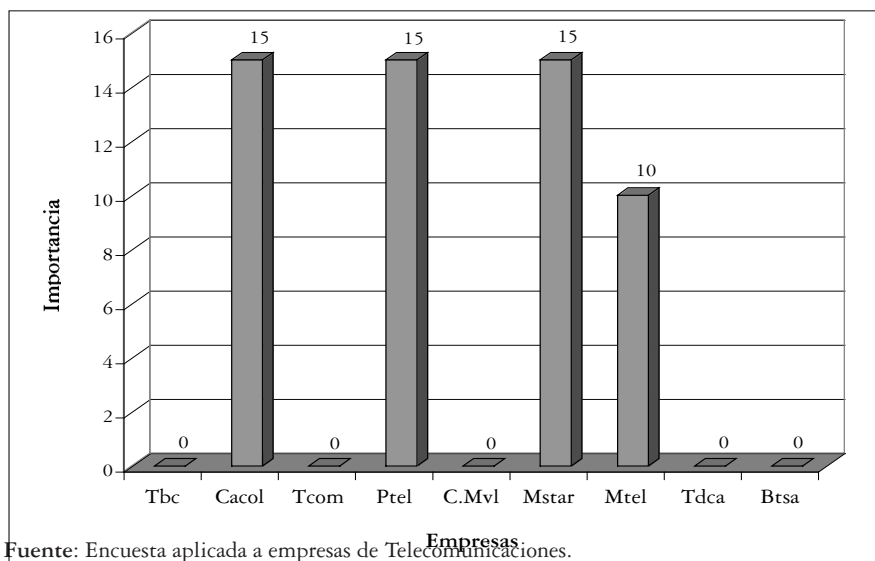
Fuente: Encuesta aplicada a empresas de Telecomunicaciones.

### Gráfica 7. Valoración de Reposición de Equipos

En Telecaribe, gran parte de los equipos de transmisión y producción fueron donados por la CNTV (Comisión Nacional de Televisión) hace varios años; algunos venían con deficiencias técnicas, mientras que otros se han venido a menos por la obsolescencia de los repuestos. Estas deficiencias acumuladas generaron una señal televisiva inestable que ha sido resuelta con la instalación del proyecto Telepuerto. La misma situación ocurre con Telecom y la antigua Inravisión ahora llamada RTVC, Radio y Televisión de Colombia, la cual se encuentra en proceso de actualización de sus sistemas de transmisión de microondas, pues tienen más de 20 años de antigüedad. Por situaciones similares a éstas el factor de reposición tecnológica toma gran importancia en las empresas públicas.

Entre las empresas públicas o mixtas, Telecaribe, Telecom, Metrotel y Batelsa, el promedio del factor reposición de equipos es 18.75%, con una desviación estándar de 6.29%.

- **Innovación:** Las empresas que mostraron principal interés en el factor de innovación y, adicionalmente, lo lideran se caracterizan por pertenecer al sector privado o mixto, como se puede observar en la gráfica 8.

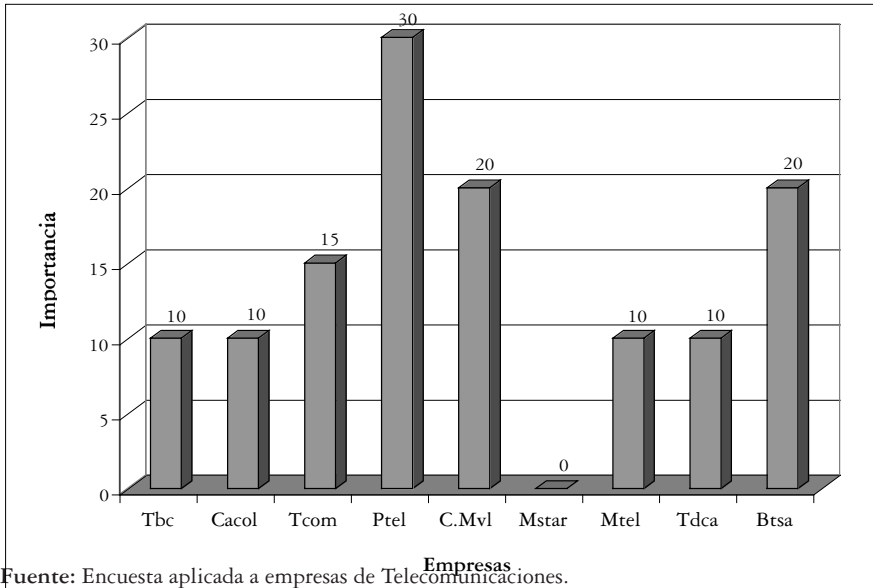


Fuente: Encuesta aplicada a empresas de Telecomunicaciones.

**Gráfica 8.** Valoración de Innovación

Entre las empresas privadas líderes, es decir, Caracol, Promitel, Movistar y Metrotel, el promedio fue 13.75%, con una desviación estándar de 2.5%. Las otras empresas están enfocadas en realizar inversiones que aseguren sostenibilidad en el mercado, y enfocan pocos recursos presupuestales a programas de investigación y desarrollo. La fortaleza de mayores recursos financieros que permitan programas de innovación, con miras a un liderazgo en el mercado, se están buscando con fusiones estratégicas interesantes. Así lo demuestran la fusión Movistar- Bellsouth, o la cercana fusión Telecom-Telmex.

- **Diversificación:** La evaluación del factor diversificación se presenta en la gráfica 9.



Gráfica 9. Valoración de Diversificación

La empresa Movistar evaluó con cero este factor pues lo incluye dentro de sus parámetros internos de Mejoras en la Calidad. El promedio de los valores que muestra la gráfica, excluyendo el valor nulo de Movistar por las razones expuestas, es 15.62% con una desviación estándar de 7.28%.

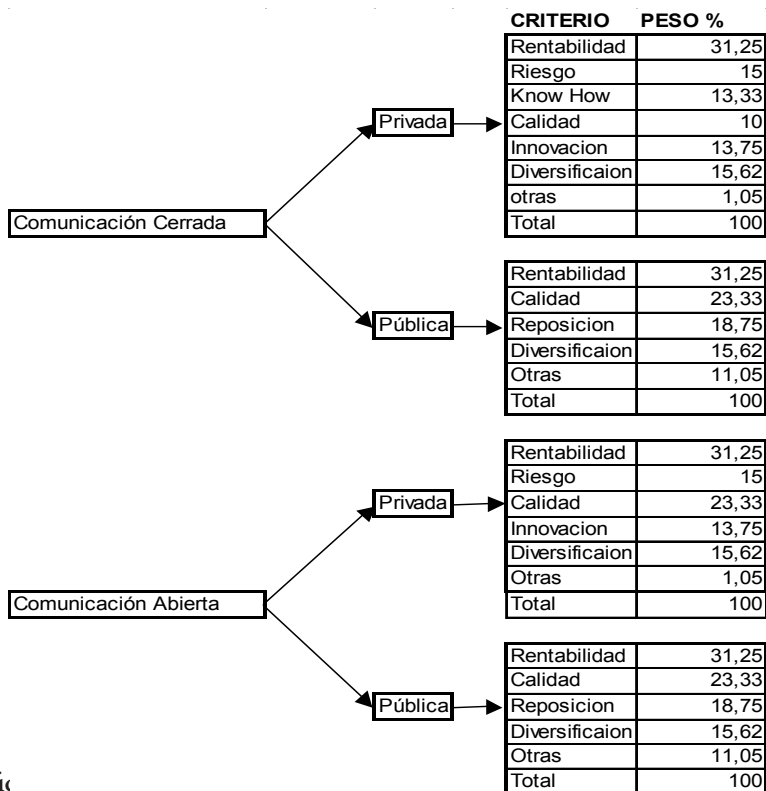
- **Otros factores:** El desarrollo tecnológico del sector, los proveedores y las regulaciones estatales fueron considerados de poco peso en la toma de decisiones.

#### 5.4 Modelo cuantitativo de criterios para la toma de decisiones

De los resultados obtenidos en el instrumento aplicado a las diferentes empresas del sector de telecomunicaciones se observa claramente que cada subsector plantea sus propias prioridades al definir sus proyectos de inversión. Podemos concluir en la gráfica 10 un modelo que representa la forma actual de evaluación cuantitativa de decisiones en las empresas

del sector:

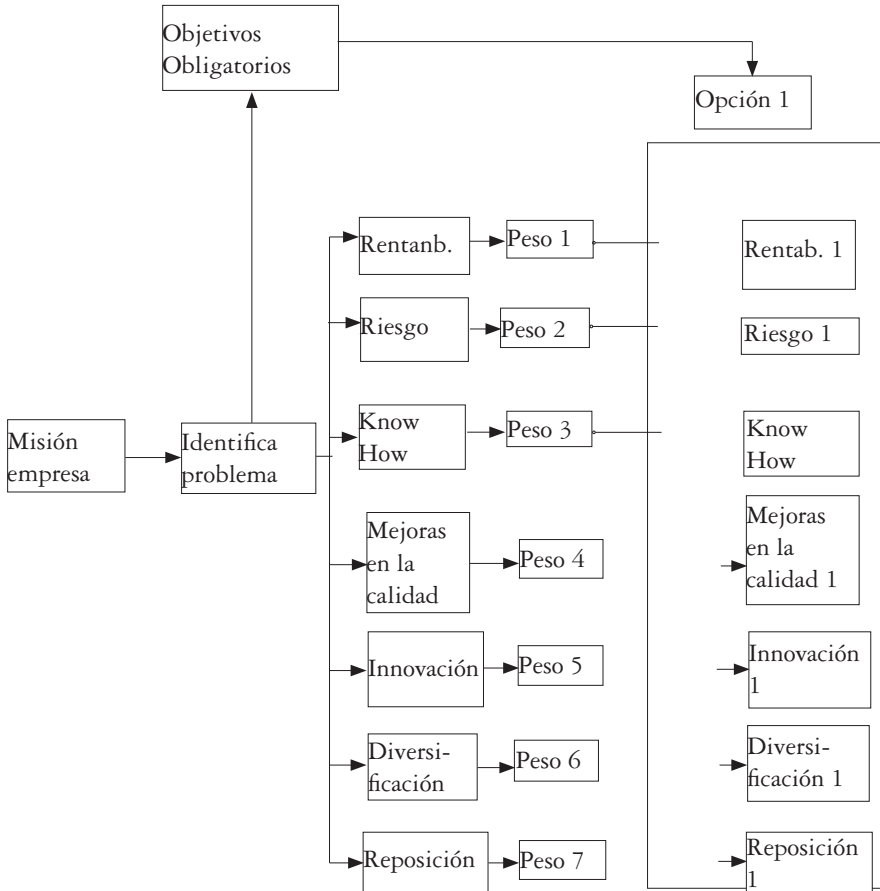
### Empresas de Telecomunicaciones



Gráfico

## 6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Hasta este punto se ha establecido un modelo que considera las evaluaciones de importancia de cada uno de los criterios claves para la toma de decisiones en las empresas de telecomunicaciones, lo cual proporciona un esquema cuantitativo válido en las decisiones de inversión en las empresas del sector. De acuerdo con el modelo propuesto cada alternativa de decisión viene evaluada de la siguiente manera:



La calificación de cada alternativa de decisión viene dada por la ecuación:

$$Opción1 = RENTAB. \times peso1 - RIESGO \times peso2 + KNOW HOW \times peso3 + CALIDAD \times peso4 + INNOVAC \times peso5 + DIVERSIF \times peso6 + REPOSIC \times peso7.$$

En los criterios de Rentabilidad y Análisis de Riesgo se obtuvo un valor cuantitativo calculado mediante métodos analíticos. Estos valores serán multiplicados por los pesos de importancia obtenidos en el punto anterior, según el subsector en que la empresa se encuentre ubicada.

En los otros criterios que complementan el análisis de la decisión no

existe un método analítico determinado que proporcione un valor para ser multiplicado por los pesos de importancia de cada criterio. Por esta razón se realizó una entrevista a profundidad con directivos expertos en el sector de las comunicaciones y análisis de expertos en gestión tecnológica, de donde se extrajeron las siguientes conclusiones:

## 6.1 Rentabilidad

Se pudo observar que el factor de riesgo más alto que asumen por las empresas de Telecomunicaciones es  $\beta = 2.5$ , por parte de las empresas de Redes Inalámbricas. Esto plantea como alternativa de Rentabilidad máxima esperada para este sector:

$$Rent\ Max = \beta * CK$$

Esto nos puede llevar al siguiente método de calificación para esta alternativa:

$$Calif = \frac{8 * \beta * (TIRM - CK)}{TIRM} = \frac{20 * (TIRM - CK)}{TIRM} \quad Ec. 8$$

Esto otorga un total de 10 Puntos a la alternativa que presente una TIRM mayor o igual a dos veces el CK.

## 6.2 Riesgo

El riesgo que se corre por una alternativa de inversión está planteado por la ecuación:

$$Riesgo = Rm * \beta + RP$$

Donde  $Rm$  = Riesgo de mercado

$RP$  = Riesgo País

Para las empresas de Telecomunicaciones en Colombia, el riesgo más

alto queda evaluado como:

$$\text{Riesgo M\u00e1ximo Permitido} = (6.07) * (2.5) + 5.84 = 21.01\%$$

La calificaci\u00f3n de riesgo queda expresada como:

$$\text{Calif} = \frac{10 * \text{Riesgo}}{21.01} + \text{Riesgo Pa\u00eds}$$

### 6.3 Mejoras en la calidad

Seg\u00fan Jos\u00e9 Mantilla, gerente regional norte de Colombia M\u00f3vil, en un proyecto de inversi\u00f3n que busca la mejora en la calidad en el servicio de telecomunicaciones se deben tener presentes tres par\u00e1metros de igual importancia:

- **Cobertura del servicio.** Se entiende como el \u00e1rea poblacional sobre la cual la empresa puede impactar con sus unidades de negocio. Las inversiones que se realizan en el sector de las telecomunicaciones deben propender por fortalecer o ampliar el servicio en el \u00e1rea de influencia de la empresa.
- **Capacidad.** Se entiende como el volumen o cantidad de informaci\u00f3n que se lleva al \u00e1rea de cobertura sobre la cual se ejerce la inversi\u00f3n. La inversi\u00f3n debe fomentar un aumento del tr\u00e1fico de datos o se\u00f1al a la zona de influencia de la empresa.
- **Funcionalidad o Diversificaci\u00f3n.** Se entiende como la generaci\u00f3n de nuevos servicios o unidades de negocio como resultado de la inversi\u00f3n. El portafolio de productos que ofrece la empresa debe verse fortalecido como resultado de la inversi\u00f3n.

Estos tres par\u00e1metros fueron analizados y comprobados sobre los



proyectos de inversión realizados por otras empresas de telecomunicaciones como Colombia Telecomunicaciones (Telecom) y Telecaribe, empresas que tomaron en cuenta los mismos parámetros para realizar las inversiones más importantes de los últimos años en telecomunicaciones.

Según la siguiente información obtenida en el Informe de Gestión de Telecom en el 2004, podemos observar la influencia de los parámetros mencionados anteriormente. Las palabras que muestran la influencia del factor se sobresaltan en letra cursiva para su mejor observación.

*“...En los negocios de valor agregado, Colombia Telecomunicaciones S.A. ESP lanzó su estrategia integral de soluciones de conectividad en Internet. En este sentido, presentó el servicio nacional de acceso conmutado a Internet con la oferta más competitiva. Éste está disponible en 930 poblaciones del país, consolidando a Colombia Telecomunicaciones S.A. ESP como el proveedor de Internet de mayor Cobertura en Colombia. En tan sólo cuatro meses la empresa conectó cerca de 20.000 nuevos clientes en servicios por contrato y 29.229 más se conectaron en la modalidad de Internet por demanda. Igualmente, Telecom puso en marcha el proyecto de servicio de banda ancha a través de tecnología DSL (Digital Subscriber Line) en 37 ciudades del país. Esto convirtió a Telecom en el proveedor de acceso a Internet con mayor cobertura de Colombia. Todos estos servicios cuentan con soporte durante las 24 horas del día, alcanzando así un estándar de calidad en todo el territorio nacional..El desarrollo del servicio de Internet de banda ancha, que sin duda será el punto de partida para la masificación de esta tecnología en el país, llegará para complementar el portafolio de servicios de acceso a Internet de Telecom y será la plataforma de lanzamiento de novedades sobre la red, ya que el negocio se enfoca hacia la oferta de opciones de alta velocidad y de capacidad de transferencia de datos”.*

Por esta razón, la medición cuantitativa de la mejora en la calidad queda sujeta a la respuesta cuantitativa de las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el porcentaje de incremento de la cobertura de la zona con la implantación de este proyecto?  $\text{Calif} = \frac{\Delta \text{Cobertura}}{100\%}$
- ¿Cuál es el porcentaje de incremento en la capacidad de transporte de

información mediante este proyecto?  $\text{Calif} = 5 \times \frac{(\Delta \text{Capacidad})}{100\%}$

- ¿Cuál es el porcentaje de incremento en el portafolio de productos mediante este proyecto?  $\text{Calif} = 10 \times \frac{(\Delta \text{Portafolio})}{100\%}$

La calificación del porcentaje de incremento en el portafolio de servicios corresponde de manera independiente al factor de Diversificación.

La ponderación equitativa del porcentaje de respuesta representará la calificación de este factor.

#### 6.4 Innovación

Según Mario Waissbluth (2005), consultor del Centro Interuniversitario de Desarrollo CINDA (Chile), la innovación tecnológica se define como “*un proceso que consiste en conjugar oportunidades técnicas con necesidades, integrando un paquete tecnológico que tiene por objetivo introducir o modificar productos o procesos en el sector productivo, con su consecuente comercialización*”.

La innovación tecnológica se inicia con la búsqueda de las necesidades tecnológicas del sector, para llegar a su comercialización y culminar con la apertura de un nuevo proceso de investigación de necesidades. La realización de este proceso implica satisfacer la demanda del sector productivo, a través de cambios técnicos que una vez instalados en el mercado generan consecuencias económicas y sociales.

Según estudios realizados por Waissbluth, la decisión de innovación la toman las direcciones con base en motivaciones como:

- Buscar la supervivencia de sus productos y la organización
- Buscar un incremento en la productividad y las ganancias
- Crecer y diversificarse

- Apropiarse del mercado mediante nuevas normas, estándares y marcas registradas
- Remediar la escasez de insumos

En las empresas del sector informático se presenta un gran temor para realizar inversiones cuantiosas en tecnologías innovadoras emergentes, ya que es un sector altamente impactado por el obsolescencia tecnológica, es decir, la evolución de nuevas tecnologías en muy corto tiempo, inclusive menos de un año. Según José Mantilla, gerente regional de Colombia Móvil, en las empresas del sector de telecomunicaciones en Colombia se ha calculado un período de cambio tecnológico de cinco años mínimo, tiempo en el cual las empresas deben recuperar la totalidad de su inversión. Pero aún de esta manera, el gobierno exige que cada cambio tecnológico no elimine el funcionamiento de tecnologías anteriores.

En la industria de la televisión, existe un enorme auge de la televisión digital a nivel internacional, HDTV (*High Definition Television*), pero se ha demorado su implantación en Colombia debido al requerimiento tecnológico de cambio de receptores de televisión en cada uno de los hogares colombianos. El gobierno les plantea la misma exigencia anterior.

De aquí podemos inducir las siguientes preguntas cerradas para la evaluación del factor innovación:

- ¿Los productos o servicios innovadores generados por el proyecto representan una necesidad actual o futura para los clientes? Responda Si o No. Si = 4 puntos, No = 0 puntos
- ¿El producto o servicio innovador tiene el potencial de establecer normas o estándares de operación en el sector de las telecomunicaciones? Responda Si o No. Si = 2 Puntos No = 0 Puntos
- ¿Existe un 100% de compatibilidad entre la tecnología adquirida y la tecnología de los clientes? Responda Si o No. Si = 4 puntos, No = 0

puntos

## 6.5 *Know how*

La asimilación de tecnología definida como “*un proceso de aprovechamiento racional y sistemático del conocimiento, relacionado con una tecnología en uso*” (Giral, 1987) se realiza con tres actividades:

- **Documentación.** Es el medio más importante para preservar la información relacionada con el sistema tecnológico en uso. Esta documentación consiste en planos, especificaciones, memorias de cálculo, manuales, procedimientos, métodos, etc. El sistema deberá ordenar, clasificar y almacenar la información y su actual o potencial utilización.
- **Capacitación.** Debe ser una actividad constante de total cobertura entre los miembros partícipes del proyecto, es decir, operadores, supervisores, ingenieros y directores. Para algunos significará adiestramiento, cuyo objetivo es operar más eficientemente el sistema tecnológico. Para otros significará participar en cursos formativos o de especialización.
- **Actualización.** De aquí depende la competitividad y supervivencia de la empresa. Se logra a través de la participación del personal en actividades (cursos de actualización), seminarios o simposios y eventos como ferias y muestras tecnológicas. De esta manera la empresa se mantiene informada del desarrollo del sector.

Las empresas del sector de telecomunicaciones en Barraquilla, en sus procesos licitatorios para compra de tecnología, establecen un punto muy enfático respecto a capacitación y por ello contratan como servicio adicional la capacitación intensiva del personal a cargo del sistema adquirido. Pero se descuida en gran medida el factor de actualización, lo cual limita el acceso del personal operativo a un conocimiento permanente de nuevas tecnologías.

El concepto de capital intelectual rápidamente se está convirtiendo en una medida más del desempeño empresarial. Al solicitar un crédito bancario, es común que se solicite a la empresa información sobre la preparación académica del equipo empresarial. De la misma manera, el sector de telecomunicaciones cuenta con tecnología propia y particular que brinda un valor agregado al conocimiento de los empleados y directivos de las empresas. El capital intelectual es un concepto que dice tanto de la capacidad para obtener ingresos económicos futuros, como lo que pueden decir los indicadores de desempeño tradicionales de la empresa.

A continuación se generan las siguientes preguntas para evaluación cuantitativa de este factor:

- ¿El conocimiento adquirido con este proyecto brinda la posibilidad de ofrecer nuevos servicios a los clientes? Responda Si o No. Si = 2.5 puntos, No = 0 puntos
- ¿El conocimiento adquirido con este proyecto implica mejoras en procesos actuales? Responda Si o No. Si = 2.5 puntos, No = 0 Puntos
- ¿El conocimiento adquirido se traduce en un ahorro importante en gastos de contrataciones de personal externo a la empresa? Responda Si o No.  
Si= 2.5 puntos, No =0 puntos
- ¿El conocimiento adquirido es útil para desarrollo de proyectos futuros? Responda Si o No. Si = 2.5 puntos, No = 0 puntos

## 6.6 Reposición

Como se había mencionado, la nueva RTVC, o antigua Inravisión, se encuentra actualizando una serie de sistemas obsoletos de microondas para transmisión de señal cerrada y abierta. Estos sistemas están formados

por una serie de transmisores y receptores de microondas cuyos repuestos no existen en el mercado nacional o internacional. Cuando se presentan problemas técnicos por repuestos, estos son tomados de los antiguos sistemas de redundancia, lo cual anula el equipo de reserva. A mediados del 2004 se tomó la decisión de no realizar más inversiones en tecnologías de microondas y cambiarse completamente a tecnología satelital, lo cual constituyó la decisión más inteligente. Debido a esto se están realizando grandes procesos de reposición de activos operativos en las empresas antes mencionadas.

Con base en la información obtenida se pueden formular los siguientes interrogantes para la evaluación cuantitativa del factor Reposición:

- ¿Existen repuestos en el mercado actual de los sistemas a reemplazar? Respuesta Si o No. Si = 0 puntos, No = 3.33 puntos
- ¿El Factor Operaciones de Mantenimiento Correctivo de los sistemas a Operaciones de Mantenimiento Preventivo reemplazar es mayor a 1? Respuesta Si o No. Si= 3.33 puntos, No =0 puntos
- ¿Existen sistemas de redundancia de los sistemas a reemplazar en la empresa? Respuesta Si o No. Si=0 puntos , No = 3.33 puntos

## 7. EVALUACIÓN DE CADA ALTERNATIVA

La evaluación de cada alternativa de inversión corresponderá a la ponderación de los valores de cada factor de decisión con su peso o grado de importancia, según una ecuación. La alternativa que obtenga la mayor calificación global será la sugerida por el estudio.

- **Empresa de Comunicación Cerrada y Privada**

$$\text{Opción} = \text{RENTAB.} \times 31.25\% - \text{RIESGO} \times 15\% + \text{KNOW HOW} \times 13.33\% + \text{CALIDAD} \times 10\% + \text{INNOVAC} \times 13.75\% + \text{DIVERSIF} \times 15.62 + \text{Otras} \times 1.05\%$$

- **Empresa de Comunicación Cerrada y Pública**

Las empresas públicas no consideran los factores Riesgo, Innovación y *Know how* por las razones ya comentadas. Pero en cambio sobrevalúan el factor Reposición por la situación que atraviesan, y la Rentabilidad a pesar de que deben estar sujetas a desarrollos sociales. El factor Reposición debe ir perdiendo importancia en la medida en que se presente una administración responsable, que proporcione operaciones de mantenimiento y control adecuadas. Así como el factor Riesgo debe ir aumentando en importancia para un manejo adecuado de los recursos asignados.

Por las consideraciones explicadas, el factor Rentabilidad se debe dividir de la siguiente forma: Rentabilidad = 20% y Riesgo = 11.25%. = 31.25%.

Mientras que el Factor Otras (11.05%) debe enfocarse en parte a *Know How* concretamente. Entonces Otras = 1.05% y *Know How* = 10% = 11.05%

$Opción = RENTAB. \times 20\% - RIESGO \times 11.25\% + KNOW\ HOW \times 10\%$   
 $+ CALIDAD \times 23.33\% + +DIVERSIF \times 15.62 + REPOSICIÓN \times 18.75$   
 $+Otras \times 1.05\%$

- **Empresa de Comunicación Abierta y Privada**

Poseen un análisis financiero exhaustivo, Rentabilidad = 31.25% y Riesgo = 15%, para un total de análisis financiero de 46,25%, lo cual es entendible pero a largo plazo costoso por la falta de preparación de su personal en cuanto al *Know how* de la empresa. Debe proporcionarse un 5% del análisis financiero al factor *Know how* para lograr beneficios financieros a largo plazo:

$Opción = RENTAB. \times 31.25\% - RIESGO \times 10\% + KNOW\ HOW \times 5\%$   
 $+ CALIDAD \times 23.33\% + INNOVAC \times 13.75\% +DIVERSIF \times 15.62$   
 $+ Otras \times 1.05\%$

- **Empresa de Comunicación Abierta y Pública.**

Se realiza el mismo análisis de empresa Cerrada y Pública.

$$\begin{aligned} \text{Opción} = & \text{RENTAB.} \times 20\% - \text{RIESGO} \times 11.25\% + \text{KNOW HOW} \times 10\% \\ & + \text{CALIDAD} \times 23.33\% + \text{DIVERSIF} \times 15.62 + \text{REPOSICIÓN} \times 18.75 \\ & + \text{Otras} \times 1.05\% \end{aligned}$$

Este modelo pretende colaborar en el proceso de toma de decisiones y eliminar, en el mayor grado posible, el factor de subjetividad para un desarrollo del sector acorde a las necesidades de Barranquilla.

## 7. CONCLUSIONES

La toma de decisiones en proyectos de inversión en el sector de las telecomunicaciones debe contar con la experiencia del decisor y con una valoración de los principales criterios que deben ser tenidos en cuenta, como son:

- Análisis de rentabilidad
- Análisis de riesgo
- *Know how*
- Mejoras en la calidad
- Diversificación
- Innovación
- Reposición de equipos

En cuanto a la valoración de los factores cuantitativos como Rentabilidad y Riesgo, se debe disponer de la información que permita realizar objetivamente las proyecciones financieras que arrojen una aproximación de las utilidades de la inversión, así como de su variación con el tiempo.

Para el caso de este modelo, y la elaboración de la simulación del proyecto de inversión, se tendrán en cuenta los ingresos por ventas, los costos fijos y variables así como los gastos, el costo de capital, la inversión en activos y su forma de financiación, todos estos como elementos de entrada para el cálculo de ítems, tales como el Flujo de Caja Libre, la Rentabilidad Marginal y la Rentabilidad, la TIR Modificada y el VPN.



Para la valoración de los factores cualitativos se debe tener a disposición la información que permita estimar los parámetros de Mejora en la Calidad y Diversificación, como son:

- Incremento de cobertura
- Incremento de capacidad de transporte de información
- Incremento en el portafolio de servicios

El crecimiento del capital intelectual como un activo de la empresa debe incorporar nuevas exigencias de valor al proyecto de inversión. Por esta razón se debe poseer conocimiento de la adición de valor al *Know how* de la empresa en cuanto a:

- Generación de servicios
- Mejora en procesos internos y externos

El conocimiento de las tendencias y comportamiento del mercado hace parte de un criterio importante como es Innovación, para lo cual se plantearon los siguientes puntos de análisis y valoración:

- Necesidad actual y futura del mercado
- Imposición de estándares
- Compatibilidad de servicios

La información que complementa el análisis corresponde a la situación actual de los sistemas de operación de la empresa, lo cual corresponde al factor Reposición, mediante las siguientes observaciones:

- Sistemas redundantes
- Indicadores operativos de mantenimiento
- Obsolescencia de los sistemas

La información requerida para la toma de decisión de inversión en las empresas de telecomunicaciones debe incluir un estudio meticuloso de

cada uno de los puntos anteriores.

Mediante la aplicación de un instrumento de consulta a los directivos de cada una de las empresas de mayor importancia en el sector se pudo obtener la relación de peso o importancia que existe entre cada uno de los criterios, lo cual responde a otro de los objetivos iniciales de esta investigación. Para mayor profundidad en el estudio se procedió a la siguiente división que agrupaba características similares:

- Empresa Cerrada y Pública
- Empresa Cerrada y Privada
- Empresa Abierta y Pública
- Empresa Abierta y Privada

Cada una de estas divisiones incorpora valoraciones de importancia o peso de cada uno de los criterios anteriormente mencionados.

Al establecer el nivel de importancia del *Know how* de la empresa en la evaluación de proyectos en inversión tecnológica se concluye que las empresas de comunicación abierta y públicas actualmente asignan poco o nulo valor a este factor. Mientras que en las de comunicación cerrada y privadas fue considerado un factor importante.

Al determinar el grado de importancia de la calidad del servicio en la evaluación de proyectos se concluye que las empresas abiertas y públicas le dieron una mayor ponderación a este factor porque vienen de un período de deterioro acumulado de equipos por falta de recursos para mantenimiento y reposición.

Al conocer el nivel de importancia de la innovación tecnológica en la evaluación de proyectos se concluye que las empresas privadas líderes le dan una ponderación alta a ésta; con base en la fortaleza de recursos financieros, crean programas de innovación en busca de un liderazgo en el mercado y con fusiones estratégicas interesantes

Las empresas del sector de telecomunicaciones en la ciudad de Barranquilla cuya muestra fue objeto de estudio por sus activos, ventas e impacto social fueron: Telecaribe, Caracol, Telecom, Colombia Móvil, Movistar, Promitel, Metrotel, Batelsa y Teledinámica. Estas empresas podrían aplicar el modelo objeto de esta investigación teniendo en cuenta que tendrían que identificar claramente a qué subsector pertenecen.

Otros factores, como desarrollo tecnológico del sector, proveedores y regulaciones estatales, fueron considerados de poco peso en la toma de decisiones.

El modelo resultado de esta investigación está orientado hacia la toma de decisiones de las empresas del sector de las telecomunicaciones en la ciudad de Barranquilla, con el fin de proporcionar un enfoque científico-gerencial.

## REFERENCIAS

- Aktouf, O. (1998). *La administración: entre tradición y renovación*. Cali: Universidad del Valle. Tomado de tesis de Marcela Navia.
- Azarang, M. (1999) *Simulación y análisis de modelos estocásticos*. México: McGraw-Hill.
- Baca Urbina, G. (1995) *Evaluación de proyectos*. México: McGraw-Hill.
- Bernstein, P.L. (1997) *Against the Gods: The remarkable story of risk*. Somerset, N.J: John Wiley & Sons.
- Bierman, H., Bonini, C.P., Hausman, W.H. (1996) *Análisis cuantitativo para la toma de decisiones*, 8ª Ed. Illinois: Editorial Irwin.
- Cuevas, C.F. (2001) *Contabilidad de costos*. Bogotá: Prentice Hall.
- Daft, R.L. (1998) *Teoría y diseño organizacional*. 6ª Ed. México: Thomson Ed.
- García, O. (2003). *Valoración de empresas, gerencia del valor y EVA*, Medellín: Express Ltda.
- Giral, J.B. (1987) *Guías tecnológicas. Series Estudios 7*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México
- Hellriegel y Slocum. (2004) *Organizational behavior*. 10ª Ed. Canadá: Business Higher Education.
- Informe Anual de Gestión 2005. Telecom.
- Kaffury, M. (1997) *Presupuestos y gerencia financiera*. 3ª Ed. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

- Kaplan, R y Norton, D (2001). *The strategy focused organization*. Boston: Harvard Business School Press.
- Kepner, Ch. y Tregoe, B (1969). *El directivo racional*. México: McGraw-Hill.
- Lawrence T. Pinfield. A field evaluation of perspective on organiatonal decision making, *Administrative Science Quaterly* 31, p. 365-388
- Cohen, M., March, J. y Olsen J. A garbage can model organizational choice *Administrative Science Quaterly* 17, p. 1-25
- Michael, R. (1998) *Strategy pure & simple II*. México: McGraw-Hill
- Ortiz Anaya, Héctor. (1999) *Flujo de caja y proyecciones financieras*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Schoemaker, P.J.H and Russo, J.E. (1993) A pyramid of decision approaches. *California Management Review*, Fall. 9-31
- Simon, H., Smishburg, D., Thompson, V. (1950, 1968) Administración pública. Letras, México. Citado por Ibarra y Montaña en *Mito y poder de las organizaciones*.
- Simon, H. (1972) *El comportamiento administrativo, estudio de los procesos decisorios en la organización administrativa*. Madrid: Aguilar.
- Vélez Pareja, I. (1998). *Decisiones de inversión*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.