

# SISTEMAS INFORMÁTICOS DE INNOVACIÓN EMPRESARIAL



**Dr. Fernando Ojeda  
Villagómez**



**M. C. Pedro Fernando  
Solares Soto**

MODELO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES PARA  
MEDIR EL VALOR DE LAS EMPRESAS CLIENTES

## **Dr. Fernando Ojeda Villagómez**

Doctor en TI (*Universidad Anáhuac*), catedrático en instituciones como: ITESM - CCM, UIA, UNITEC, UNAM - Facultad de Contaduría y Administración. Gerente de Sistemas en TELMEX, Consultor independiente en las áreas de Sistemas y de Negocios. Conferencista de Mercados Digitales, Negocios Electrónicos por instituciones como UIA, ISSNP, UM.

## **M. C. Pedro Fernando Solares Soto**

Maestro en Sistemas Planeación e Informática (Universidad Iberoamericana). Coordinador de las Maestrías en: Ingeniería de Sistemas Empresariales y Administración del Servicio de Tecnología de Información (Universidad Iberoamericana). Evaluador Nacional de los Comités Interinstitucionales de la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) del comité de Ingeniería y Tecnología. Director de los capítulos Universitarios de la Asociación latinoamericana en Seguridad informática (ALAPSI) Capítulo México.

**Fecha de Envió:** 03 de Noviembre 2009.

**Fecha de Aceptación:** 28 de Abril de 2010.

# CONTENIDO

- ❖ Introducción.
- ❖ Hipótesis
- ❖ Objetivo
- ❖ Objetivo General
- ❖ Objetivo Específico
- ❖ Planteamiento de la Solución
- Modelación Mediante Ecuaciones Estructurales.
  - Primer paso: Desarrollo de un Modelo Basado en la Teoría
  - Segundo Paso: Construcción de un Diagrama de Secuencias de Relaciones Causales
  - Tercer Paso: Especificación del Modelo en Términos más Formales.
  - Cuarto Paso: Selección del Tipo de Matriz de Entrada y Estimación del Modelo Propuesto
  - Quinto Paso: Valoración de la Identificación del Modelo Estructural
  - Sexto Paso: Evaluación de los Criterios de Calidad de Ajuste
  - Séptimo Paso: Interpretación y Modificación del Modelo
- Conclusiones.

# MODELO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES PARA MEDIR EL VALOR DE LAS EMPRESAS-CLIENTES

Dr. Fernando Ojeda Villagómez

Mtro. Fernando Solares Soto<sup>41</sup>

## Resumen.

Este trabajo tiene, como objetivo básico, aportar una solución factible al problema de cómo modelar de manera precisa y confiable el valor que tiene cada cliente, para una determinada empresa, a efecto de incorporar la causalidad de las variables que inciden para generar dicho valor. Se postula la hipótesis de que, mediante un modelo econométrico se puede medir el valor del cliente, en términos de la rentabilidad, del peso específico y del comportamiento. El constructo teórico: valor del cliente, fue medido con la información de 80 compañías pertenecientes al segmento de la Banca Mexicana y que son clientes de una Empresa Nacional, la cual les proporciona el servicio de telecomunicaciones.

**Palabras Clave:** SEM, Modelo de Medición, Modelo de Estructura, Valor.

## Abstrac.

This work has, like basic objective, to contribute a feasible solution to the problem of how modeling of precise and reliable way the value that has each client, for a certain company, to effect to incorporate the causality of the variables that affect to generate this value. The hypothesis that is postulated, by means of a econometric model can be measured the value of the client, in terms of the yield, the specific weight and the behavior. Construct theoretical: value of the client, was measured with the information of 80 companies pertaining to the segment of the Mexican Bank and that is clients of a National Company, which provides the service to them of telecommunications.

**Keywords:** SEM, Model of Measurement, Model of Structure, Value.

**Classification JEL:** L96, M13.

---

<sup>41</sup> Correo Electrónico: pedro.solares@uia.mx

## Introducción

En este trabajo de investigación se encuadra el concepto de *cliente* a una empresa que adquiere bienes o servicios de otra. No se descarta el hecho de que una persona también sea cliente de una empresa; no obstante, la investigación se enfoca a las empresas que juegan el rol de *clientes* de una empresa proveedora. A partir de este punto, cuando se escriba la palabra *cliente*, la misma se estará refiriendo a una empresa.

Hasta hace unos años, muchos empresarios pensaban que no importaba perder un cliente porque no le resultaría difícil a la empresa sustituirlo por dos nuevos. La realidad actual muestra que resulta muy costoso conseguir nuevos clientes y todavía más quitárselos a la competencia.

El ejemplo clásico es cuando la empresa, a menudo, trata a todos sus clientes de una forma estandarizada, como si todos fuesen iguales. Este es un error importante, porque existen los clientes "*preferenciales*" y los "*no preferenciales*". Los clientes "*preferenciales*", son aquellos que generan altos márgenes de utilidades con costos relativamente bajos, debidos a grandes consumos. Existen también los clientes "*no preferenciales*" que compran poco, generan diversos problemas y negocian hasta el último peso.

Lo habitual es que, aunque la empresa tenga clientes "*no preferenciales*" con los que se pierda dinero, los clientes "*preferenciales*" serán quienes compensen las pérdidas a fin de que los resultados financieros sean positivos. Sin embargo, ¿qué pasaría si todos los clientes "*no preferenciales*" se convirtieran en "*preferenciales*"? ¿Cuál sería el impacto en las utilidades? Aunque, naturalmente, la contestación a esta pregunta depende de cada empresa en particular, el impacto positivo sería importante si se consiguen puntos de mejora en la cuenta de resultados sólo replanteando la estrategia de conversión de clientes de la compañía.

Número de clientes	% sobre facturación total	% Contribución de beneficios
2	19,04%	49,42%
10	20,31%	37,12%
80	41,38%	17,2%
83	11,29%	5,83%
301	7,85%	-9,2%

Tabla 3.- Ejemplo de clasificación de clientes por porcentaje de facturación y de beneficios.

En la Tabla 1, se observa cómo la mayor contribución a los beneficios de la compañía nacional de telecomunicaciones (y en gran parte, de la facturación) viene dada por 12 clientes (aproximadamente un 3,5% del número total de clientes), mientras que 301 clientes de menor facturación provocan que se pierda rentabilidad (un 9,2%).

¿Parece lógico que se dediquen los mismos recursos a los 12 clientes que representan casi un 40% de la facturación total, que a los 384 que representan un 19% de la facturación? Si se piensa en la estructura organizacional de una empresa, existen diversos procesos y subprocesos diseñados de manera independiente al tamaño del pedido o cliente, por lo que tales procesos serán muy rentables para grandes pedidos/clientes, pero muy poco, en caso contrario. Ejemplos de los costos que tienen estos subprocesos son, desde una visita comercial, los de logística interna o los de administración de ventas.

### Hipótesis

- Existe un efecto causal positivo entre la rentabilidad de la empresa y los ingresos que obtiene por cliente.
- Existe un efecto causal positivo entre la rentabilidad de la empresa y los beneficios que obtiene por cliente.
- Existe un efecto causal positivo entre el peso<sup>42</sup> específico del cliente y el beneficio que obtiene la empresa por cliente-por segmento.

<sup>42</sup> Se define como peso específico a la razón que existe entre los ingresos que el cliente le genera a la empresa y los que generan todos los clientes que se encuentran en el mismo segmento.

- Existe un efecto causal positivo entre el peso específico del cliente y los ingresos que obtiene la empresa por cliente-por segmento.
- Existe un efecto causal positivo entre el peso específico del cliente y la segmentación del cliente por ingresos.
- Existe un efecto causal positivo entre el peso específico del cliente y la segmentación del cliente por beneficios.
- Existe un efecto causal positivo entre el comportamiento del cliente y los ingresos que obtiene la empresa por cliente.
- Existe un efecto causal positivo entre el comportamiento del cliente y la antigüedad como cliente de la empresa.
- Existe un efecto causal positivo entre el comportamiento del cliente y la cantidad de pedidos de productos y/o servicios realizados a la empresa.

## Objetivo

### Objetivo general:

Se pretende mostrar la importancia de aplicar el modelo de ecuaciones estructurales en la medición del cliente para evaluar estratégicamente el caso de estudio.

### Objetivo específico

Validar el funcionamiento del modelo de ecuaciones estructurales utilizando los datos de 80 empresas pertenecientes a la Banca Mexicana que tienen contratados los servicios de telecomunicaciones con una empresa nacional.

Se puede definir al *Valor del cliente* como *el resultado utilitario que obtiene una organización cuando determina la importancia que tiene cada adquirente o comprador de los bienes o servicios que dicha organización comercializa.*

## Planteamiento de la solución

### **Ecuaciones para medir el valor del cliente**

Como se estableció anteriormente, el valor del cliente está directamente relacionado con la rentabilidad del cliente, con el comportamiento del cliente y con el peso del cliente, a saber:

**Rentabilidad del cliente.**- Se deriva del beneficio generado por los clientes menos las pérdidas generadas por los clientes más los ingresos generados por los clientes:

Importancia de beneficio del cliente = Importancia de ingresos del cliente – (gastos de ventas + gastos de marketing)

Importancia de Ingreso del cliente = Importancia del pago realizado por el cliente por el bien recibido

**Peso del cliente.**- Se deriva del nivel de ingresos por segmento y del nivel de beneficio por segmento más la segmentación de clientes por ingresos y de la segmentación de clientes por beneficios:

Importancia de ingresos por segmento = Importancia de ingresos del cliente respecto al total de ingresos de los clientes del mismo segmento.

Importancia de beneficios por segmento = Importancia de beneficios del cliente respecto al total de beneficios de los clientes del mismo segmento.

Nivel de segmentación por ingresos = Nivel de la clasificación del segmento de acuerdo al volumen de ingresos de los clientes.

Nivel de segmentación por beneficios = Nivel de la clasificación del segmento de acuerdo al volumen de beneficios de los clientes.

**Comportamiento del cliente.**- Se deriva de la antigüedad del cliente y del nivel de ingresos del cliente más el volumen de pedidos del cliente ambos en un periodo dado:

Antigüedad del cliente = Duración de la relación venta / compra entre la empresa y el cliente respectivamente en un periodo dado

Importancia de Ingreso del cliente = Importancia del pago realizado por el cliente por el bien recibido

El siguiente modelo de medición es una primera aproximación que permite revelar la relación causal entre variables y a través de la aplicación de un modelo de ecuaciones estructurales es posible realizar la estimación de los factores de carga en las variables dependientes: rentabilidad del cliente, peso del cliente y comportamiento del cliente con los que se puede determinar la presencia y el grado en que dichos factores son correspondientes a las variables independientes.

A partir de los mismos, se puede identificar a las variables independientes que tienen mayor peso de las variables propuestas de rentabilidad, peso y comportamiento del cliente, y por ende qué variables se necesitan reforzar. Los constructos anteriores y sus relaciones causales se ilustran en la siguiente figura.

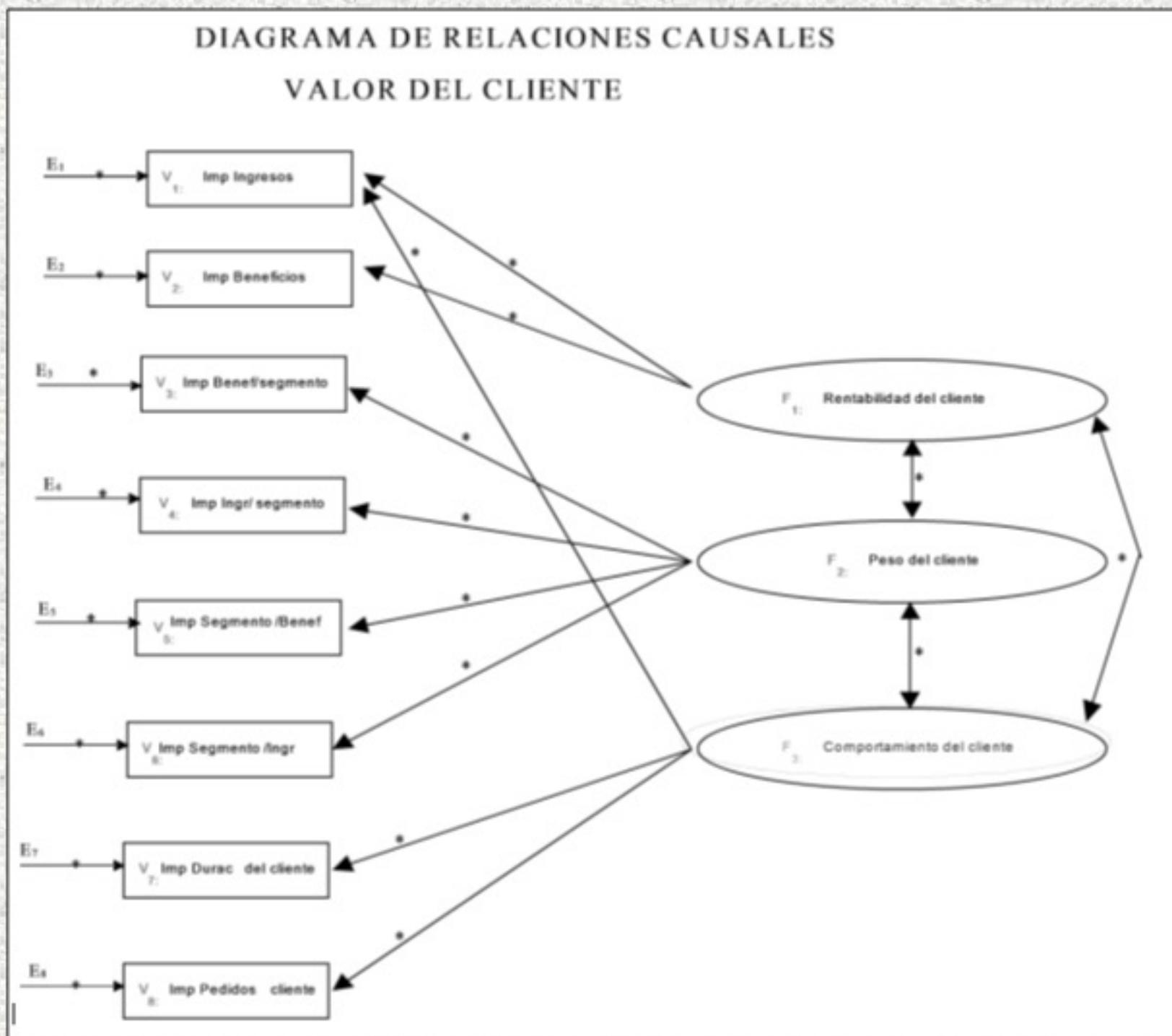


Figura 1.- Diagrama de relaciones causa-efecto preliminar.

La base de datos empleada consiste de 80 observaciones que contienen 11 variables, las cuales conformaron los 11 atributos medibles de empresa Commex<sup>43</sup>. Se utilizan tres tipos de datos. El primero, se refiere al valor del cliente respecto a su rentabilidad; el segundo, se refiere al valor del cliente respecto a su peso; y el último, se refiere al valor del cliente respecto a su comportamiento.

<sup>43</sup> El nombre de la empresa COMMEX es ficticio para conservar el anonimato de la empresa mexicana de telecomunicaciones de la que se han tomado los datos de sus empresas clientes.

Se asume a priori que los datos examinados de Commex deberían dar una comprensión tanto de las características del valor de sus clientes como de las relaciones entre su comportamiento hacia Commex. En el Cuadro 2, se proporciona una breve descripción de las variables de la base de datos, que aparecen clasificadas como dependientes e independientes, y métricas y no métricas.

Descripción de la variable	tipo de la variable
Rentabilidad del cliente	
V <sub>1</sub> , importancia de ingresos	métrica
V <sub>2</sub> , importancia margen de beneficios	métrica
Peso del cliente (cartera)	
V <sub>3</sub> , importancia ingresos por segmento	métrica
V <sub>4</sub> , importancia segmentación de ingresos	métrica
V <sub>5</sub> , importancia beneficios por segmento	métrica
V <sub>6</sub> , importancia segmentación de beneficios	métrica
Comportamiento del cliente	
V <sub>7</sub> , importancia número de designaciones	métrica
V <sub>8</sub> , importancia velocidad de entrega	métrica
V <sub>9</sub> , importancia posición mercado (económico)	métrica
V <sub>10</sub> , importancia volumen de compra	métrica

Cuadro 1.- Variables dependientes e independientes (todas son métricas)

Se obtuvieron tres medidas específicas que reflejan los resultados de la medición del valor del cliente:

**F1 rentabilidad del cliente**

**F2 peso del cliente**

**F3 comportamiento del cliente**

## 1.1. Modelación mediante Ecuaciones Estructurales

Para modelar el *valor del cliente* para el caso particular de Commex, se procederá a desarrollar los siete pasos de la modelización de ecuaciones estructurales, expuestos en el capítulo anterior.

### 1.1.1. Primer paso: Desarrollo de un modelo basado en la teoría

Las variables derivadas de nuestro modelo son:

**$V_1$  = Importancia Ingresos del cliente**, es la valoración (escala: 1= muy bajo, 2= bajo, 3= normal, 4= alto y 5 = muy alto) a los pagos que el cliente realiza por el bien que recibe.

**$V_2$  = Importancia margen de beneficios del cliente**, es la valoración (escala: 1= muy bajo, 2= bajo, 3= normal, 4= alto y 5 = muy alto) a los pagos que el cliente realiza por el bien que recibe menos los gastos que se generan en el mismo cliente.

**$V_3$  = Importancia de ingresos del cliente por segmento**, es la valoración (escala: 1= muy bajo, 2= bajo, 3= normal, 4= alto y 5 = muy alto) a la razón de ingresos de un cliente respecto al total de ingresos del segmento en el que esta ese mismo cliente.

**$V_4$  = Importancia segmentación del cliente por ingresos**, es la valoración (escala: 1= muy bajo, 2= bajo, 3= normal, 4= alto y 5 = muy alto) a la ponderación del segmento del cliente en base a sus ingresos con respecto a los demás segmentos en base al ingreso de sus clientes subyacentes.

**$V_5$  = Importancia margen de beneficios del cliente por segmento**, es la valoración (escala: 1= muy bajo, 2= bajo, 3= normal, 4= alto y 5 = muy alto) a la razón de beneficios de un cliente respecto al total de beneficios del segmento en el que esta ese mismo cliente.

**V<sub>6</sub> = Importancia segmentación del cliente por beneficios**, es la valoración (escala: 1= muy bajo, 2= bajo, 3= normal, 4= alto y 5 = muy alto) a la ponderación del segmento del cliente en base a sus beneficios con respecto a los demás segmentos en base al beneficio de sus clientes subyacentes.

**V<sub>7</sub>: Importancia de designaciones**, es la valoración (escala: 1= muy bajo, 2= bajo, 3= normal, 4= alto y 5 = muy alto) a la cantidad de veces que se asigna una persona (ejecutivo de cuenta) para la atención al cliente.

**V<sub>8</sub>: Importancia de velocidad de entrega**, es la valoración (escala: 1= muy bajo, 2= bajo, 3= normal, 4= alto y 5 = muy alto) al tiempo de respuesta desde la petición formal del servicio hasta la entrega del mismo al cliente.

**V<sub>9</sub>: Importancia posición**, es la valoración (escala: 1= muy bajo, 2= bajo, 3= normal, 4= alto y 5 = muy alto) a la posición económica del cliente.

**V<sub>10</sub>: Importancia volumen de compra**, es la valoración (escala: 1= muy bajo, 2= bajo, 3= normal, 4= alto y 5 = muy alto) a la cantidad de servicios comprados por el cliente.

**V<sub>11</sub>: Importancia frecuencia de compra**, es la valoración (escala: 1= muy bajo, 2= bajo, 3= normal, 4= alto y 5 = muy alto) al número de periodos durante 5 periodos semestrales.

### 1.1.2. Segundo paso: Construcción de un diagrama de secuencias de relaciones causales

Queremos saber los efectos de  $V_1$  sobre  $F_1$ , los efectos de  $V_2$  sobre  $F_1$  y simultáneamente los efectos de  $V_1$ , sobre  $F_3$ . Si no las estimamos de forma consistente, no estaríamos seguros de representar sus efectos "verdaderos y aislados". Por ejemplo, se necesita esa técnica para mostrar los efectos de  $V_2$  tanto sobre  $F_1$  como sobre  $F_3$ , etc. A continuación se presenta el diagrama de trayectorias (relaciones causales) incluyendo las nomenclaturas referentes a los factores de carga a investigar, así como las hipótesis de trabajo a desarrollar:

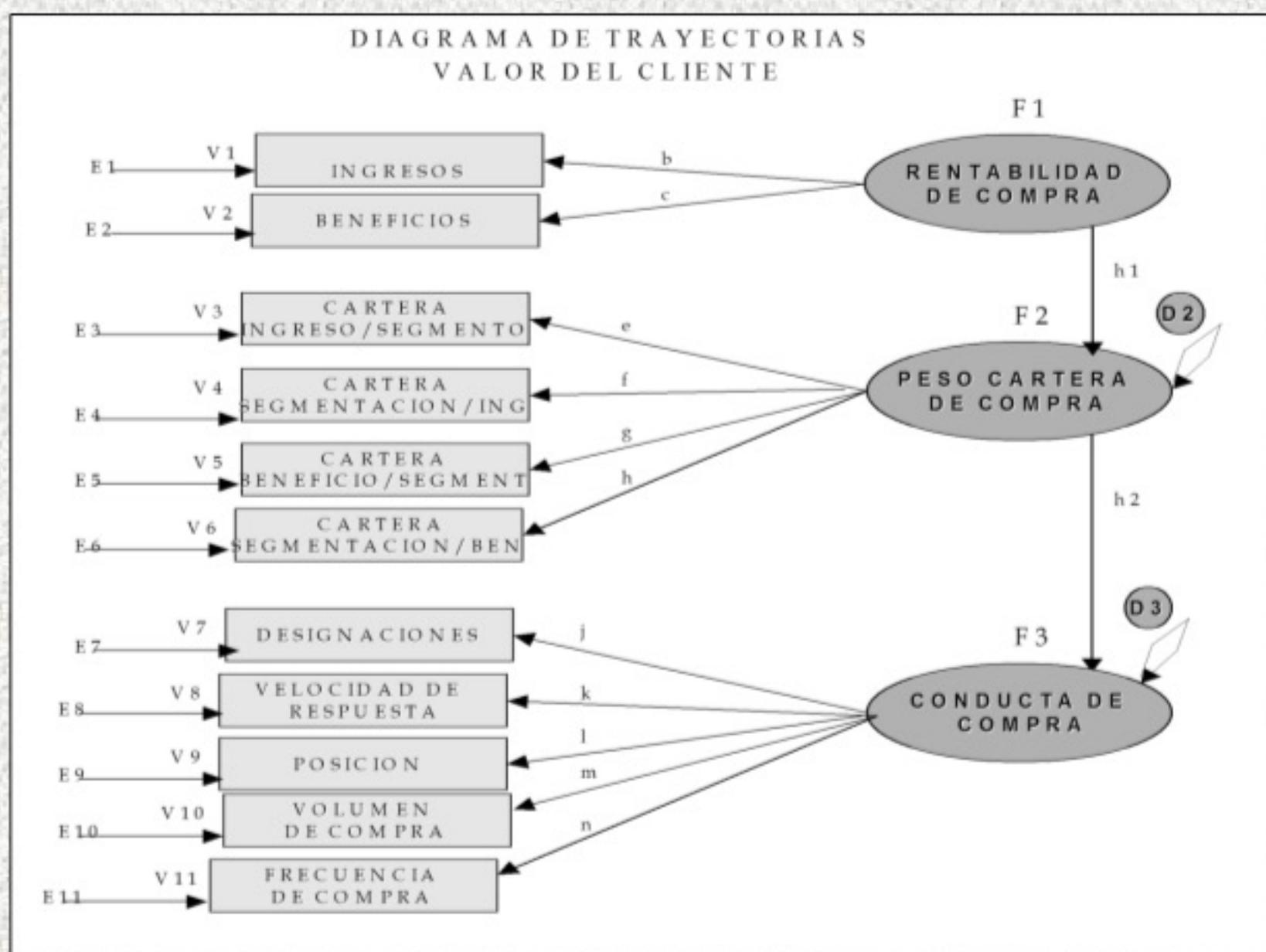


Figura 2.- Diagrama de relaciones causales de medición del cliente

### 1.1.3. Tercer paso: Especificación del modelo en términos más formales.

Después de desarrollar el modelo teórico y de representarlo en un diagrama de secuencias, se deberá especificar el modelo en términos más formales, esto se hace a través de una serie de ecuaciones que definen (1) las ecuaciones estructurales que vinculan los constructos, (2) el modelo de medida que especifica qué variables miden qué constructos y (3) una serie de matrices que indican cualquier correlación supuesta entre constructos o variables. El objetivo es vincular definiciones operacionales de los constructos con la teoría para llegar al contraste empírico apropiado.

#### Modelo estructural

Trasladar un diagrama de secuencias a una serie de ecuaciones estructurales es un procedimiento directo. En primer lugar, cada constructo endógeno es la variable independiente.

Cada variable endógena ( $F_j$ ) puede ser prevista tanto por variable(s) exógena(s) ( $V_j$ ) como por otras variables(s) endógenas(s). Para cada efecto supuesto, estimamos un coeficiente estructural ( $b_{jm}$ ). Dado que sabemos que tendremos errores de predicción, al igual que en la regresión múltiple, incluimos un término de error ( $E_i$ ) para cada ecuación. El error representa la suma de los efectos debidos a un error de especificación y error aleatorio de medida. En el siguiente Cuadro 3, se proporciona una descripción de las ecuaciones estructurales.

V1	=1F1+E1;
V2	=1*F1+E2;
V3	=1F2+E3;
V4	=1*F2+E4;
V5	=1*F2+E5;
V6	=1*F2+E6;
V7	=1F3+E7;
V8	=1*F3+E8;
V9	=1*F3+E9;
V10	=1*F3+E10;

Cuadro 2.- Ecuaciones estructurales de medición del cliente.

### Análisis factorial.

Para especificar el modelo de medida, hacemos la transición desde el análisis factorial, en el que el investigador no tiene control sobre qué variables describen cada factor, a un modo confirmatorio, en el que el investigador especifica qué variables definen cada constructo (factor). Las variables observadas que obtenemos de los encuestados se denominan indicadores en el modelo de medida, porque los utilizamos para medir o <<indicar>>, los constructos latentes.

VARIABLES	RENTABILIDAD	PESO	COMPORTAMIENTO
V <sub>1</sub> , importancia de ingresos		1F <sub>1</sub>	
V <sub>2</sub> , importancia margen de beneficios		1*F <sub>1</sub>	
V <sub>3</sub> , importancia ingresos por segmento		1F <sub>2</sub>	
V <sub>4</sub> , importancia segmentación de ingresos		1*F <sub>2</sub>	
V <sub>5</sub> , importancia beneficios por segmento		1*F <sub>2</sub>	
V <sub>6</sub> , importancia segmentación de beneficios		1*F <sub>2</sub>	
V <sub>7</sub> , importancia número de designaciones		1F <sub>3</sub>	
V <sub>8</sub> , importancia velocidad de entrega		1*F <sub>3</sub>	
V <sub>9</sub> , importancia posición mercado (económico)		1*F <sub>3</sub>	
V <sub>10</sub> , importancia volumen de compra		1*F <sub>3</sub>	
V <sub>11</sub> , importancia frecuencia de compra		1*F <sub>3</sub>	

Cuadro 3.- Modelo de medida de tres constructos.

El investigador especifica un modelo de medida tanto para los constructos exógenos como para los constructos endógenos. Ver Cuadro 4.

### 1.1.4. Cuarto paso: Selección del tipo de matriz de entrada y estimación del modelo propuesto

#### Introducción de datos.

El modelo de ecuaciones estructurales (MEE), utiliza sólo la matriz de varianza-covarianza o de correlación como sus datos de entrada. La entrada del programa es una matriz de correlación o varianza-covarianza de todos los indicadores utilizados en el modelo. El modelo de medida especifica entonces qué indicadores corresponden a cada constructo y las puntuaciones del constructo latente son las empleadas en el modelo estructural.

#### Entrada de datos

Con el modelo de ecuaciones estructurales, se obtendrá tanto la matriz de covarianza como la de correlación. A efectos de análisis factorial confirmatorio, se puede emplear cualquiera de las matrices de entrada. Sin embargo, dado que el objetivo es una exploración de la pauta de interrelaciones y por cuestiones de facilidad de validación, se empleará la matriz de correlación.

imprf03	impbf03	imprsf03	impsrf03	impbsf03	impsbf03	impnd	impvr	impmf03	impcf03	impff
1.000										
0.941	1.000									
0.530	0.397	1.000								
0.856	0.738	0.532	1.000							
0.555	0.473	0.933	0.495	1.000						
0.939	0.851	0.593	0.861	0.556	1.000					
0.030	-0.066	0.118	0.047	0.031	0.064	1.000				
0.553	0.415	0.319	0.673	0.270	0.599	-0.022	1.000			
0.908	0.942	0.294	0.676	0.368	0.780	-0.044	0.422	1.000		
0.861	0.818	0.378	0.778	0.387	0.813	-0.012	0.496	0.793	1.000	
0.518	0.471	0.323	0.566	0.289	0.544	0.194	0.399	0.452	0.635	1.000

Cuadro 4.- Matriz de correlación de las once variables.

	imprf03	impbf03	imprsf03	impserf03	impbsf03	impsbf03	impnd	impvr	impmf03	impcf03	impff
1.813											
1.561	1.518										
0.762	0.521	1.139									
1.842	1.453	0.907	2.553								
0.700	0.546	0.933	0.741	0.878							
2.091	1.735	1.047	2.275	0.861	2.737						
0.029	-0.058	0.091	0.055	0.021	0.077	0.518					
0.841	0.577	0.385	1.215	0.286	1.119	-0.018	1.276				

Cuadro 5.- Matriz de covarianzas de las once variables.

### Procedimiento de estimación.

El tamaño de nuestra muestra es de 80 observaciones, se utiliza el método de máxima verosimilitud, el cual ha recibido recientemente atención particular debido a su insensibilidad a la no normalidad de los datos.

Para la estimación del modelo de medida y las correlaciones del constructo se utiliza el sistema de ecuaciones estructurales EQS. Consideremos la estimación del modelo de medida para los constructos con más de una variable: debido al procedimiento de estimación, el constructo debe hacerse "invariante a la escala", lo que significa que los indicadores de los constructos deben de ser "estandarizados" de forma que se hagan los constructos comparables.

Existen dos enfoques comunes para este procedimiento. En primer lugar, una de las ponderaciones de cada constructo puede anclarse al valor fijo 1,0. El segundo enfoque es estimar la varianza del constructo directamente. Con cada enfoque se obtienen las mismas estimaciones, pero a efectos de contraste de la teoría, se recomienda el segundo enfoque (la estimación de la varianza del constructo será igual a 1 para nuestro estudio, es decir,  $F_1, F_2, F_3$  tendrán varianza igual a 1)

### 1.1.5. Quinto paso: Valoración de la identificación del modelo estructural

De la información contenida en el siguiente Cuadro 7, se ve claramente que el modelo que tenemos está sobre identificado; sin embargo, recordemos que esta es una condición necesaria pero no suficiente para la correcta identificación del modelo.

BENTLER-WEEKS STRUCTURAL REPRESENTATION:										
NUMBER OF DEPENDENT VARIABLES = 13										
DEPENDENT V'S :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DEPENDENT V'S :	11									
DEPENDENT F'S :	2	3								
NUMBER OF INDEPENDENT VARIABLES = 14										
INDEPENDENT F'S :	1									
INDEPENDENT E'S :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INDEPENDENT E'S :	11									
INDEPENDENT D'S :	2	3								

Cuadro 6.- Análisis de EQS de las variables endógenas y exógenas.

También se puede apreciar del Cuadro 7, que el determinante es positivo, lo cual es otra condición necesaria para la no singularidad de la matriz.

### 1.1.6. Sexto paso: Evaluación de los criterios de calidad de ajuste

El primer paso de la evaluación de los resultados es una inspección inicial de las estimaciones infractoras.

**Estimaciones infractoras,-** Se examinan los resultados buscando estimaciones infractoras. Se trata de coeficientes estimados tanto en los modelos de medida como los estructurales que exceden los límites aceptables. Los ejemplos más normales de estimaciones infractoras son:

1. Varianzas de error negativas o varianzas de error no significativas para cualquier constructo.
2. Coeficientes estandarizados que sobrepasan o están muy cerca de 1, 0
3. Errores estándar muy elevados asociados con cualquier coeficiente estimado. Si se encuentran estimaciones infractoras, el investigador debería resolver en primer lugar cada caso antes de evaluar cualquier resultado específico del modelo.

EQS/EM386 Licensee: Fernando Ojeda Villagómez

MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

PARAMETER ESTIMATES APPEAR IN ORDER,

NO SPECIAL PROBLEMS WERE ENCOUNTERED DURING OPTIMIZATION.

RESIDUAL COVARIANCE MATRIX (S-SIGMA) :

		IMPRF03	IMPBF03	IMPRSF03	IMPBSF03	IMPSBF03
		V 1	V 2	V 3	V 4	V 5
IMPRF03	V 1	-0.010				
IMPBF03	V 2	0.000	0.010			
IMPRSF03	V 3	-0.101	-0.227	0.121		
IMPBSF03	V 4	0.105	-0.005	-0.085	-0.095	
IMPSBF03	V 5	-0.066	-0.141	0.423	-0.112	0.137
IMPBSF03	V 6	0.140	0.061	-0.063	0.080	-0.090
IMPND	V 7	-0.344	-0.436	-0.190	-0.319	-0.272
IMPVR	V 8	0.108	-0.026	-0.047	0.237	-0.090
IMPMF03	V 9	0.342	0.382	-0.172	0.122	-0.090
IMPCF03	V 10	0.251	0.215	-0.123	0.182	-0.106
IMPPF	V 11	0.020	-0.022	-0.087	0.079	-0.114
		IMPBSF03	IMPND	IMPVR	IMPMF03	IMPCF03
		V 6	V 7	V 8	V 9	V 10
IMPBSF03	V 6	-0.192				
IMPND	V 7	-0.325	0.114			
IMPVR	V 8	0.136	-0.358	-0.003		
IMPMF03	V 9	0.191	-0.472	-0.087	-0.250	
IMPCF03	V 10	0.179	-0.472	-0.052	0.096	-0.353
IMPPF	V 11	0.026	-0.182	-0.049	-0.117	0.022

Cuadro 7.- Análisis de la matriz de covarianzas de S-Sigma.

El Cuadro 8, contiene las estimaciones de EQS del modelo de medida y de las correlaciones de los constructos, en las cuales se detectan varias cuestiones:

1. El mensaje de *"NO SPECIAL PROBLEMS WERE ENCOUNTERED DURING OPTIMIZATION"*, indica que el programa de EQS no ha encontrado problemas por falta de identificación del modelo ú otras dificultades numéricas que se pudieran haber presentado, por lo que considera correcta la identificación al modelo la cual es sobre identificada para así proceder a la siguiente revisión
2. Los valores de la diferencia de la matriz observada y la matriz predicha (S-SIGMA) son pequeños y están dispersos entre las variables por lo que el ajuste a los datos es bueno.

STANDARDIZED RESIDUAL MATRIX:

		IMPRF03	IMPBF03	IMPRSF03	IMPBSF03	IMPSBF03
		V 1	V 2	V 3	V 4	V 5
IMPRF03	V 1	-0.010				
IMPBF03	V 2	0.000	0.010			
IMPRSF03	V 3	-0.101	-0.227	0.121		
IMPBSF03	V 4	0.105	-0.005	-0.085	-0.095	
IMPSBF03	V 5	-0.066	-0.141	0.423	-0.112	0.137
IMPBSF03	V 6	0.140	0.061	-0.063	0.080	-0.090
IMPND	V 7	-0.344	-0.436	-0.190	-0.319	-0.272
IMPVR	V 8	0.108	-0.026	-0.047	0.237	-0.090
IMPMF03	V 9	0.342	0.382	-0.172	0.122	-0.090
IMPCF03	V 10	0.251	0.215	-0.123	0.182	-0.106
IMPPF	V 11	0.020	-0.022	-0.087	0.079	-0.114
		IMPBSF03	IMPND	IMPVR	IMPMF03	IMPCF03
		V 6	V 7	V 8	V 9	V 10
IMPBSF03	V 6	-0.192				
IMPND	V 7	-0.325	0.114			
IMPVR	V 8	0.136	-0.358	-0.003		
IMPMF03	V 9	0.191	-0.472	-0.087	-0.250	
IMPCF03	V 10	0.179	-0.472	-0.052	0.096	-0.353
IMPPF	V 11	0.026	-0.182	-0.049	-0.117	0.022

Cuadro 8.- Análisis de la matriz de residuos estandarizados.

Dentro del programa se especificó que el análisis sería por correlación y esto facilita su interpretación, y del Cuadro 9, se desprende que no hay estimaciones infractoras es decir no se presentan valores que rebasen la cantidad de uno.

Del Cuadro 10, se puede apreciar la simetría de la figura en cuanto a su distribución de residuos estandarizados, por lo que ninguno de los residuos presenta preocupación y se ve un buen ajuste del módulo con sus variables estimadas respecto a sus varianza y covarianzas.

DISTRIBUTION OF STANDARDIZED RESIDUALS									
-----									
! !									
20- -									
! !									
! * !									
! * !									
! * ! RANGE FREQ PERCENT									
15- -									
! * ! 1 -0.5 - -- 0 0.00%									
! * ! 2 -0.4 - -0.5 3 4.55%									
! * * ! 3 -0.3 - -0.4 5 7.58%									

Cuadro 9.- Análisis de la distribución de residuos estandarizados.

GOODNESS OF FIT SUMMARY			
INDEPENDENCE MODEL CHI-SQUARE =	1150.452	ON	55 DEGREES OF FREEDOM
INDEPENDENCE AIC =	1040.45189	INDEPENDENCE CAIC =	854.44043
MODEL AIC =	483.66282	MODEL CAIC =	307.79743
CHI-SQUARE =	587.663	BASED ON	52 DEGREES OF FREEDOM
PROBABILITY VALUE FOR THE CHI-SQUARE STATISTIC IS LESS THAN 0.001			
THE NORMAL THEORY RLS CHI-SQUARE FOR THIS ML SOLUTION IS	465.826.		
BENTLER-BONETT NORMED FIT INDEX=	0.489		
BENTLER-BONETT NONNORMED FIT INDEX=	0.483		
COMPARATIVE FIT INDEX (CFI) =	0.511		
ITERATIVE SUMMARY			

Cuadro 10.- Análisis de la bondad de ajuste.

Del Cuadro 11, se puede apreciar que  $\chi^2$  prevé que todas las variables sean mutuamente independientes. Note que los índices de Bentler - Bonett así como el índice comparativo son positivos y muy cercanos a 0.5, lo que sugiere un modelo de ajuste regular, así mismo el resumen de iteraciones por nuestro estimador de Máxima Verosimilitud muestra que la convergencia se realiza rápidamente y libre de problemas.

STANDARDIZED SOLUTION:				R-SQUARED
IMPRF03 =V1	=	.970 F1	+ .241 E1	.942
IMPBF03 =V2	=	.970*F1	+ .244 E2	.941
IMPRSF03=V3	=	.768 F2	+ .641 E3	.590
IMPBSF03=V4	=	.819*F2	+ .574 E4	.670
IMPSBF03=V5	=	.763*F2	+ .647 E5	.582
IMPBSF03=V6	=	.835*F2	+ .550 E6	.697
<b>IMPND =V7</b>	<b>=</b>	<b>.565 F3</b>	<b>+ .825 E7</b>	<b>.319</b>
<b>IMPVR =V8</b>	<b>=</b>	<b>.631*F3</b>	<b>+ .775 E8</b>	<b>.399</b>

Cuadro 11.- Análisis de la solución estandarizada.

El Cuadro 12, muestra la estimación de parámetros de forma reescalada, es decir, siguiendo la estandarización de las variables latentes (F's) y los residuos (E's) para lograr una unidad de varianza, de la misma se puede apreciar que el valor de  $R^2$  es infractor para las variables:  $V_7$  y  $V_8$ , por lo que, en base a estos resultados, dichas variables se eliminan y se procede a realizar el ajuste pertinente del modelo, quedando como se ilustra en la Figura 6.

DIAGRAMA DE TRAYECTORIAS  
VALOR DEL CLIENTE ACTUALIZADO

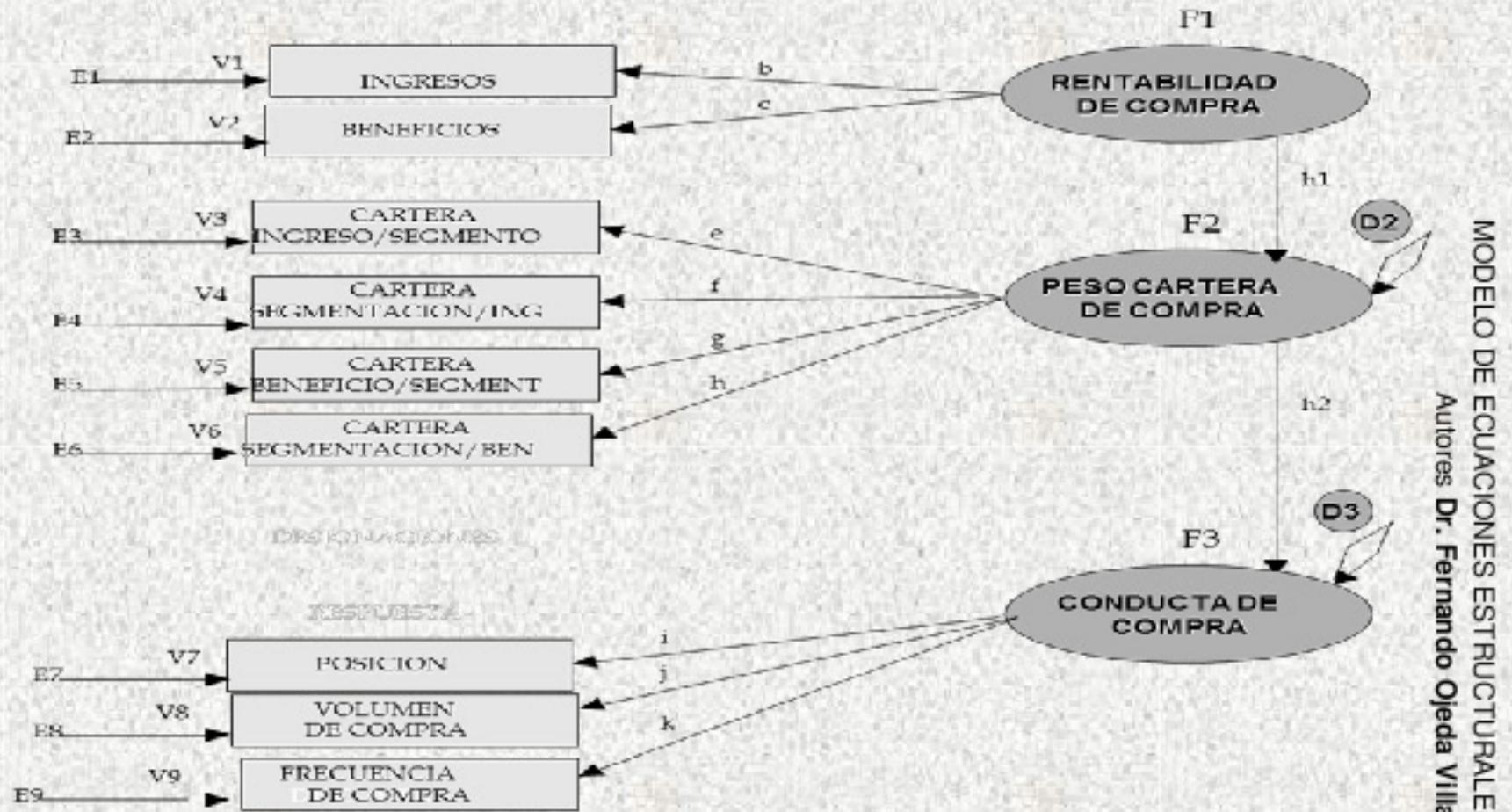


Figura 3.- Modelo Final atendiendo los criterios de Bondad de Ajuste.

También en el Cuadro 12, se muestra que es fuerte la relación entre Rentabilidad y Cartera (estimación igual a 0.898); y fuerte la relación entre comportamiento y Cartera (estimación igual a 0.804)<sup>44</sup>.

<sup>44</sup>Mientras no se llegué a la singularidad la colinealidad es substancial (HAIR, 1999)

### 1.1.7. Séptimo paso: Interpretación y modificación del modelo

De los pasos anteriores se aprecia que se puede ajustar más el modelo y que, de hecho, pueden existir datos innecesarios, por lo que se ajustó la matriz de entrada, lo que permitió lograr una Alpha de Cronbach igual a 0.940, la cual significa una confiabilidad muy alta. Además, se mejoraron substancialmente los índices de Bentler Normados y No normados, así como el índice comparativo, resultando en 0.55, 0.52 y 0.57, respectivamente.

### 1.2. Conclusiones

STANDARDIZED SOLUTION:				R-SQUARED
IMPRF03	=V1	= .971 F1	+ .239 E1	.943
IMPBF03	=V2	= .971 *F1	+ .241 E2	.942
IMPRSF03	=V3	= .772 F2	+ .636 E3	.595
IMPBSF03	=V4	= .810 *F2	+ .586 E4	.656
IMPSBF03	=V5	= .730 *F2	+ .684 E5	.533
IMPBSF03	=V6	= .828 *F2	+ .560 E6	.686
IMPMF03	=V7	= .813 *F3	+ .583 E7	.660
IMPCF03	=V8	= .824 *F3	+ .567 E8	.679
IMPFF	=V9	= .736 *F3	+ .676 E9	.542
CART	=F2	= .910 *F1	+ .415 D2	.828
COMP	=F3	= .951 *F2	+ .308 D3	.905

Cuadro 12.- Análisis de la solución estandarizada.

El Cuadro 13, muestra que el valor de  $R^2$  ya no es infractor para ninguna de las variables.

Finalmente, se modeló el valor del cliente tomando como ejemplo una empresa mexicana del sector de telecomunicaciones y se logro identificar, de forma precisa y confiable, el valor del cliente de forma subyacente a su rentabilidad, peso y comportamiento, resultando para los datos en cuestión: una fuerte relación entre Rentabilidad y Cartera (estimación igual a 0.91); y una fuerte relación entre Cartera y Comportamiento (estimación igual a 0.981)<sup>45</sup>.

<sup>45</sup> Mientras no se llegué a la singularidad la colinealidad es substancial (HAIR, 1999)

CART	=F2	=	.910*	F1	+	.415	D2		.828
COMP	=F3	=	.951*	F2	+	.308	D3		.905

Cuadro 13.- Relación entre variables independientes.

Además como se muestra en el análisis de datos del Cuadro 14, los coeficientes de determinación son altos, lo cual es un muy buen indicador del poder explicativo de las ecuaciones de regresión; por consiguiente, se considera confiable la predicción de las variables criterio.

De las hipótesis de trabajo de valor planteadas a través de la interpretación del modelo se concluye entonces que: existe un alto grado de relación directa entre el peso de la cartera y la rentabilidad del cliente (valor la estimación igual a 0.910); y que existe un alto grado de relación directa entre el comportamiento del cliente y la cartera del cliente.

### Bibliografía

- Anderson, Mark C., Banker Rajiv D., Ravindran Sury. *Interrelations between Components of Executives' Compensation*.
- Brown, Stanley. *Administración de la relación con el cliente*. Primera Edición, Editorial Oxford. México, 2000.
- Brown Stanley. *Administración de la relación con el cliente*. Primera Edición. Editorial Oxford, página 711. México, 2000.
- *Chain System with Stochastic Demand*. North Carolina, A&T. State University, University of Missouri-Columbia, E. U. A.
- *Column Based Analytical Technology. The Missing Piece of the Analytics Puzzle*. Chicago, Illinois, página 14.
- Davidson, Paul, Boman Magnus. *Test Implementations of Information and Decision Support Systems*. Ronneby, Sweden, Kista Sweden; University of Karlskrona/Ronneby; Stockholm University; and the Royal Institute of Technology.
- Hair, Joseph. *Análisis Multivariante*. Primera Edición, Editorial Prentice Hall, páginas 611-669. Madrid, España, 1999.
- Kalakota, Ravi. *eBusiness Roadmap for Success*. Novena Edición, Editorial Addison Wesley, página 109-162. U. S. A., 1999.
- Rao, P., Srinivasa, Swarup Saurabh. *Business Intelligence and Retailing Applications of data warehousing and data mining in the retail Industry*. Wripo Technologies, página 10.

- Rao, P., Srinivasa, Swarup Saurabh. *Technical Manager*. BI DW Practice, Consultant BI DW Practice.
- Rosales Vega, Gabriel. *B2B digital*. Primera Edición, Editorial SICCO, página 284. México, 2002.
- Rosset, Saharon, Einat Neumann, Uri Eick, Nurit Vatnik y Yizhak Idan. *Customer Lifetime Value Modeling and Its use for Customer Retention Planning*.
- Salterio, Steven. *The balanced scorecard*. CA Magazine, 136, 6. ABI/INFORM Global, página 39, Agosto, 2003.
- Santorelli, Dina. *Leading companies get serious about measuring customer value*. Peppers & Rogers, special to SearchCRM.com.
- Shahnam, Liz. *Customer Data Integration Strategies: part 1 Application Delivery Strategies*.
- *Singularity Consulting Intelligent Relationship Management*. Página 12.
- Tapscot, Don. *Capital digital*. Segunda Edición, Editorial McGraw Hill, página 189. México, D. F., 1999.
- Tapscot, Don. *Economía digital*. Segunda Edición, Editorial McGraw Hill. México, D. F., 1999.
- Thompson, Arthur A. y A. J. Strickland III. *Administración estratégica. Textos y Casos*. Décimo tercera Edición, Editorial Mc Graw Hill, página 168. México, 2005.
- Trestini, Héctor D. *Defining CRM for Business Success*.