

CAPÍTULO 4. COMPONENTES PRINCIPALES Y LAS NUEVAS VARIABLES

Un componente principal es una combinación lineal de las variables originales. En este método los nuevos factores son independientes entre sí, es decir, no están correlacionados. Por medio de dicha técnica se logra disminuir el número de variables que se tenía originalmente, y con las recién creadas se puede explicar gran parte de la variabilidad total de los datos (Hair, 1987)¹.

En este trabajo se utiliza el análisis factorial común basado en la técnica de componentes principales. En general se toma la decisión del número de factores a utilizar por el criterio de Kaiser que especifica la retención de todo componente con un *eigenvalue* mayor a 1 (Hair, 1987)². Esto es por fines prácticos y por que, como se ve más adelante, los resultados se interpretan más fácilmente de esta manera.

Dentro del análisis factorial común es posible rotar el número de factores ya seleccionados para su mejor interpretación. En este caso se lleva a cabo la rotación varimax debido a dos razones principales (Hair, 1987). Primero, porque es la técnica más usada comúnmente, y porque los resultados arrojados son ampliamente útiles para la presente investigación.

En esta sección también se observa que la mayoría de los valores propios (*loadings*) de los factores rotados son importantes generalmente para el primer factor.

Cabe mencionar que los *scores* resultantes de los factores rotados son empleados como las nuevas variables encontradas, y en base a ellas se sigue el estudio econométrico descrito capítulos posteriores.

¹ Ver Anexo B para revisar la teoría a detalle detrás del análisis multivariado.

² Ello se determina en la salida de resultados del análisis factorial sin rotación.

Respecto a los datos empleados para el análisis de componentes principales se señala que la fuente es *The Global Competitiveness Report*³, para los años 1999, 2001 y 2003. De estos resultados se construye después un panel de datos que abarca estos tres periodos para estimar las regresiones del capítulo 5. De este punto en adelante se usa STATA como software principal para esta investigación.

4.1 CASO I

En la tabla 2 del primer anexo se encuentra la explicación de cada una de las variables empleadas en este capítulo. En primera instancia se corrió un análisis factorial común sin rotar para 1999, 2001 y 2003, el cual equivale a un estudio de componentes principales, con todas las variables a excepción de las de la “firma”, debido a que la facilitación del comercio se enfoca principalmente a la mejora de ciertos aspectos a nivel nacional y no de alguna empresa en particular. La salida de resultados se muestra a continuación⁴:

Tabla 4.1 Componentes Principales para 1999

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	10.535	0.753	0.753
2	0.695	0.050	0.802
3	0.636	0.045	0.848
...
13	0.040	0.003	0.998
14	0.028	0.002	1

Tabla 4.2 Componentes Principales para 2001

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	10.699	0.764	0.764
2	0.691	0.049	0.814
3	0.617	0.044	0.858
...
13	0.028	0.002	0.999
14	0.020	0.002	1

³ Ver Anexo A, tabla A.2, para más detalle de la fuente y las variables empleadas en este capítulo.

⁴ Todas las tablas presentadas en los capítulos 4 y 5 son estimaciones propias.

Tabla 4.3 Componentes Principales para 2003

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	10.865	0.776	0.776
2	0.709	0.051	0.827
3	0.599	0.043	0.870
...
13	0.024	0.002	0.999
14	0.017	0.001	1

Se observa que para los tres años el primer factor explica al menos el 75% de la varianza de los datos, mientras que del segundo en adelante aportan relativamente poco a la explicación del fenómeno (ver columna “*Proportion*”). Además, siguiendo el criterio de Kaiser es posible retener sólo el primer componente principal ya que su valor propio (*eigenvalue*) es el único mayor a 1.

Luego de elegir sólo el primero de los factores, los resultados de la rotación varimax aparecen en seguida⁵:

4.4 Rotación Varimax

	1999	2001	2003
Variable	Factor 1	Factor 1	Factor 1
Regulatory Standards	0.954	0.954	0.960
Hidden Trade Barriers	0.892	0.892	0.899
Import Fees	-0.845	-0.827	-0.856
Legal Framework	0.893	0.941	0.955
Public trust of politicians	0.871	0.871	0.868
Irregular Payments	0.940	0.890	0.886
Corruption in legal system	0.929	0.951	0.949
Judicial independence	0.910	0.908	0.938
hosts	0.712	0.645	0.626
Railroads infrastructure	0.764	0.771	0.787
Air transport infrastructure	0.818	0.880	0.896
Ports infrastructure	0.820	0.908	0.909
Telephone lines	0.841	0.876	0.853
Antitrust policy	0.917	0.874	0.897

⁵ También se intentó rotar dos factores para cada uno de los años, pero se observaron cargas altas en ambos factores para numerosas variables; esto hizo el análisis no interpretable y se optó por rotar sólo 1. Además el aporte a la explicación de la facilitación del comercio del segundo factor es mínimo.

En 1999, la variable más importante para el factor 1 (en términos absolutos) es la de estándares reguladores con una carga de 0.954. No obstante, vemos que la mayoría de las variables son relevantes para el factor 1, indicando que en realidad pueden estar afectando al comercio entre países. Para el 2001 ocurre lo mismo, todas las variables son importantes, en especial la corrupción en el sistema legal y los estándares reguladores. En el 2003, se repiten las cargas altas en todas las variables.

Ya que el factor rotado agrupa a todas las variables de la facilitación del comercio se le nombra *Tfhosts* por el término en inglés *Trade Facilitation*. Más aún, los datos se pueden agrupar en un solo componente principal, cumpliendo así con uno de los propósitos de esta tesis que es el de agrupar las variables de la facilitación del comercio con otro método estadístico diferente al empleado en otros estudios⁶. Además se logró reducir la base de datos de 13 variables a una sola.

4.2 CASO II

Una limitación de emplear un solo factor para representar la facilitación del comercio impide percibir el impacto independiente de la mejora en el control de la corrupción en el gobierno, el ambiente aduanal y la infraestructura en el valor de las exportaciones en un país. Por ello, además de utilizar un único factor mostrado ya anteriormente, se usaron investigaciones previas para que, a priori, se agruparan todas las variables según los determinantes de la facilitación del comercio.

⁶ En Wilson, 2004 se agruparon las variables con un promedio simple.

Cuadro 4.1 Variables que componen a cada sector

SECTOR	VARIABLES
INFRAESTRUCTURA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Railroads Infrastructure Development ▪ Air transportation infrastructure quality* ▪ Ports infrastructure quality* ▪ Telephone lines ▪ Internet Hosts*
AMBIENTE EN ADUANAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presence of demanding regulatory standards. ▪ Hidden Trade Barriers* ▪ Import Fees*
CONTROL DE LA CORRUPCIÓN EN EL GOBIERNO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efficiency of legal Framework * ▪ Public trust of Politicians ▪ Irregular Payments in exports and imports. ▪ Corruption in legal system* ▪ Judicial independence ▪ Effectiveness of antitrust policy
FIRMA ⁷	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Buyer sophistication ▪ Local supplier quality ▪ Competitive Advantage ▪ Degree of customer orientation ▪ Control of international distribution ▪ Exports to neighboring countries ▪ Breadth of International markets

*Por el nombre de las variables, éstas se pueden relacionar con aquellas usadas por Wilson (2004), cuya fuente también fue *The Global Competitiveness Report*.

Una vez realizado esto se retomó el análisis de componentes principales para que en vez de calcular un promedio simple y obtener el valor de cada factor como se había hecho en publicaciones anteriores, se pudieran agrupar de una forma distinta dichas variables en cada factor determinado a priori.

En Wilson et.al. (2004), la variable *Hosts* es introducida en otro indicador llamado “Infraestructura en servicios”. Sin embargo se podría identificar esta variable como parte del sector infraestructura que aquí se presenta, de manera tal que dicho sector sea representativo de la infraestructura en puertos y servicios. Además, “Infraestructura en

⁷ Esta variable no es usada en estudios anteriores, sin embargo fue agregada para apreciar su impacto en el comercio internacional.

servicios” no refiere a ningún artículo del GATT como los otros indicadores lo hacen, por lo que no habría razón teórica para separar al sector infraestructura en dos. Se incluyen entonces a *Internet Hosts* y al Servicio en Puertos en un mismo análisis factorial por ser ambos posibles indicadores de la infraestructura comercial de un país. Los resultados son los siguientes:

- **SECTOR INFRAESTRUCTURA**⁸

Tabla 4.5 Componentes Principales: Sector Infraestructura, 1999

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	3.474	0.695	0.695
2	0.657	0.131	0.826
...
5	0.170	0.034	1

Tabla 4.6 Componentes Principales: Sector Infraestructura, 2001

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	3.716	0.743	0.743
2	0.630	0.126	0.869
...
5	0.086	0.017	1

Tabla 4.7 Componentes Principales: Sector Infraestructura, 2003

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	3.695	0.739	0.739
2	0.646	0.129	0.868
...
5	0.078	0.016	1

En las tres tablas de arriba, se aprecia que el primer factor es el que explica la mayor parte de la variabilidad total de los datos, inclusive es el único que posee un valor propio mayor a 1. Entonces, se toma este factor de cada año en estudio y se rota con el método

⁸ Incluye *hosts*.

varimax. Los siguientes resultados muestran que todas las variables son considerablemente importantes para este único factor rotado en un año en particular. Por lo tanto, a este factor se le otorga el nombre de Sector Infraestructura.

Tabla 4.8 Rotación Varimax: Infraestructura

	1999	2001	2003
Variable	Factor 1	Factor 1	Factor 1
Hosts	0.750	0.719	0.701
Air transport infrastructure	0.827	0.826	0.846
Ports infrastructure	0.844	0.897	0.902
Telephone lines	0.892	0.956	0.954
Railroads infrastructure	0.849	0.895	0.874

En el Anexo C se muestra el mismo sector excluyendo la variable *hosts*, pues como ya se mencionó en estudios anteriores se maneja a esta variable como un indicador independiente de la facilitación del comercio.

- **SECTOR CONTROL DE CORRUPCIÓN EN EL GOBIERNO**

Tabla 4.9 Componentes Principales: Sector Control de Corrupción, 1999

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	5.170	0.862	0.862
2	0.378	0.063	0.925
...
6	0.036	0.006	1

Tabla 4.10 Componentes Principales: Sector Control de Corrupción, 2001

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	5.134	0.856	0.856
2	0.341	0.057	0.913
3	0.267	0.045	0.957
...
6	0.035	0.006	1

Tabla 4.11 Componentes Principales: Sector Control de Corrupción, 2003

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	5.203	0.867	0.867
2	0.318	0.053	0.920
3	0.271	0.045	0.965
...
6	0.025	0.004	1

En el sector corrupción se repite el hecho de que se rota únicamente el primer factor según el criterio de Kaiser. Los demás factores aportan muy poco a la explicación del fenómeno en comparación al primero que explica en este sector más del 85% de la variabilidad total de los datos.

Con la rotación varimax, todas las variables son de suma importancia para el primer factor tanto para 1999 como para el 2001 y el 2003. Entonces se afirma que el factor elegido explica correctamente el comportamiento de las variables que comprende.

4.12 Rotación Varimax: Sector Control de Corrupción

	1999	2001	2003
Variable	Factor 1	Factor 1	Factor 1
Legal Framework	0.943	0.969	0.970
Public trust of politicians	0.863	0.880	0.889
Irregular Payments	0.931	0.904	0.885
Corruption in legal system	0.962	0.971	0.974
Judicial independence	0.955	0.944	0.960
Antitrust policy	0.912	0.877	0.906

- **SECTOR AMBIENTE EN ADUANAS**

En el indicador de la facilitación del comercio llamado “ambiente en aduanas”, se logra reducir el número de variables a una sola siguiendo el criterio de Kaiser. El primer factor para todos los años explica por sí mismo más del 85% de la variabilidad de los datos.

Tabla 4.13 Componentes Principales: Sector Aduanas, 1999

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	2.631	0.877	0.877
2	0.185	0.062	0.939
3	0.184	0.061	1

Tabla 4.14 Componentes Principales: Sector Aduanas, 2001

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	2.558	0.853	0.853
2	0.248	0.083	0.935
3	0.194	0.065	1

Tabla 4.15 Componentes Principales: Sector Aduanas, 2003

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	2.643	0.881	0.881
2	0.216	0.072	0.953
3	0.141	0.047	1

Tabla 4.16 Rotación Varimax: Sector Aduanas

	1999	2001	2003
Variable	Factor 1	Factor 1	Factor 1
Regulatory Standards	0.936	0.917	0.924
Hidden Trade Barriers	0.937	0.934	0.947
Import Fees	-0.937	-0.919	-0.944

Después de rotar ese único factor, se aprecia que todas las variables son relevantes, pues sus cargas son siempre mayores al 91%. Aquí, como en otros análisis, algunos signos de las cargas son positivos y otros son negativos, esto sólo indicaría la dirección del vector propio (correlación entre el factor y la variable original) y no le resta importancia a la variable dentro del factor.

A este factor se le nombra entonces Sector Ambiente en Aduanas.

- **SECTOR FIRMA**

A priori sabemos que las variables de la firma no se consideran como determinantes de la facilitación del comercio, pero de acuerdo con algunos autores, el sector empresarial sí puede afectar al valor de las exportaciones de un país (Hellqvist, 2001). Por lo tanto, en el siguiente capítulo se corren regresiones con este sector para discutir lo anterior.

Tabla 4.17 Componentes Principales: Sector Firma, 1999

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	5.616	0.802	0.802
2	0.700	0.100	0.902
3	0.220	0.031	0.934
...
7	0.042	0.006	1

Tabla 4.18 Componentes Principales: Sector Firma, 2001

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	5.615	0.802	0.802
2	0.503	0.072	0.874
3	0.352	0.050	0.924
...
7	0.067	0.010	1

Tabla 4.19 Componentes Principales: Sector Firma, 2003

Factor	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	5.886	0.841	0.841
2	0.532	0.076	0.917
3	0.164	0.023	0.940
...
7	0.055	0.008	1

Tabla 4.20 Rotación Varimax: Sector Firma

	1999	2001	2003
Variable	Factor 1	Factor 1	Factor 1
Buyer Sophistication	0.958	0.845	0.950
Local Supplier Quality	0.970	0.959	0.969
Competitive Advantage	0.918	0.862	0.880
Costumer orientation	0.922	0.951	0.963
Internacional Distribution	0.943	0.922	0.936
Exports to other countries	0.615	0.782	0.767
Internacional Markets	0.892	0.934	0.937

De igual manera, se rota sólo un factor que recibe el nombre de Sector Firma, en el cual toda variable sin excepción es relevante. Se puede decir entonces que el primer factor explica correctamente el comportamiento de las variables en él incluidas.

En general, debido a que se aplica la rotación varimax a un factor para cada sector, dicho factor recibe el nombre del sector al que representa tal como ya se ha mencionado arriba. Por ende, a través del análisis multivariado factorial se encontraron tres factores que representan la facilitación del comercio⁹:

- Sector Ambiente en aduanas
- Sector Corrupción en el Gobierno
- Sector Infraestructura

⁹ Como ya se mencionó, el sector Firma se incluye también en las regresiones posteriores. No obstante, se utiliza como variable independiente a aquellas que determinan la facilitación del comercio.