



FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS



Universidad
Nacional
de Córdoba

REPOSITORIO DIGITAL UNIVERSITARIO (RDU-UNC)

Construcción de un indicador compuesto del mérito al crédito de los países en desarrollo empleando metodología estadística robusta

Mariana Funes, José M. Vargas

Artículo publicado en Revista de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa
Volumen 23, Número 38, 2015 – e-ISSN 1853 – 9777



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual
4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR COMPUESTO DEL MÉRITO AL CRÉDITO DE LOS PAÍSES EN DESARROLLO EMPLEANDO METODOLOGÍA ESTADÍSTICA ROBUSTA

MARIANA FUNES - JOSE M. VARGAS
Facultad de Ciencias Económicas – Universidad Nacional de Córdoba
mfunes@eco.unc.edu.ar - donjmvargas@gmail.com

Fecha Recepción: Abril 2015 - Fecha Aceptación: Noviembre 2015

RESUMEN

Con el propósito de evaluar el mérito al crédito de los países en desarrollo, basados en una muestra de 98 países de todo el mundo, evaluados en términos de 17 subindicadores relevantes en la temática, se construye un indicador compuesto de mérito al crédito aplicando métodos estadísticos robustos.

El proceso de construcción implica aplicar el método de K-medias recortado para distinguir tres grupos “naturales” de países, homogéneos en términos del mérito al crédito, y establecer una dirección que permite distinguirlos en función de su desempeño. Proyectando los países sobre esta dirección, se obtiene un *ranking* lineal de todos ellos sobre el que empleando el método K-medias se establecen clases de equivalencias ordinales que conforman una estructura de preorden completo.

PALABRAS CLAVE: Indicador compuesto - Mérito al crédito - Pre-orden completo - Países en desarrollo.

ABSTRACT

Based on a sample of 98 developing countries around the world, assessed in terms of 17 relevant subindicators, a creditworthiness composite indicator is constructed by robust statistical methods. Three “natural” groups consisting of similar countries are distinguished by used of trimmed K-means, which allow to select a direction of credit worthiness. Projecting the countries on this direction of creditworthiness, a linear ranking among them is established. Then, ordinal equivalence classes of indistinguishable countries are obtained by means of K-means, conforming a complete pre-order structure among them.

KEY WORDS: Composite indicator - Creditworthiness - Complete Pre-order - Developing countries.

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de un indicador del mérito al crédito de los países es el de condensar una variedad de información cualitativa y cuantitativa referida a aspectos económicos, sociales y políticos de un país, en un único valor que pueda ser fácilmente interpretado, y posteriormente empleado en el proceso de evaluación que involucra comparaciones entre diferentes países respecto de su potencial capacidad y voluntad de cumplir con sus obligaciones en los términos estipulados.

Numerosas agencias comerciales tales como *Moody's*, *Standard & Poor's*, *Institutional Investor*, *Economist Intelligence Unit*, *International Country Risk Guide*, entre otras, se han especializado en la publicación regular de calificaciones de deuda de los gobiernos o particulares residentes en un país.

Sus calificaciones son importantes porque impactan en los países de numerosas maneras. Influyen en la determinación del monto concedido y de las tasas de interés a las que los países en desarrollo pueden obtener crédito en los mercados financieros internacionales (Brewer y Rivoly, 1990) y muchos inversionistas institucionales de los países industriales sólo pueden invertir en instrumentos que reúnan o superen un nivel mínimo de calificación crediticia, por lo que determinan también las posibilidades de un país de atraer otros tipos de capitales (Haque, Kumar, Mark y Mathieson, 1996).

Sin embargo, la precisión de estas calificaciones está cuestionada (Hoiti y McAleer, 2004) y el hecho que más se les critica es que parecen el resultado de “cajas negras”, dado que las agencias no siempre especifican todos los factores que consideran, o como los ponderan, ni los métodos empleados para agregar los múltiples factores en esa medida singular. Feder, Just y Ross (1981) objetan la asignación arbitraria de pesos a los factores involucrados en el análisis de riesgo país y sostienen que *“un método más satisfactorio debería combinar indicadores relevantes empleando pesos (o coeficientes) basados en análisis estadísticos de los datos generados por los países prestatarios”*¹.

En oportunidad de la revisión de los estándares sobre los requisitos de capital de los bancos bajo Basilea II², en la que se asignó a las Agencias Calificadoras un importante papel, se han establecido los siguientes criterios a reunir por las mismas para ser admitidas como Instituciones Externas de Calificación de Crédito (IECC):

- Objetividad: La metodología utilizada para evaluar el crédito debe ser rigurosa, sistemática y estar sujeta a algún tipo de validación basada en la experiencia histórica.
- Independencia: Una IECC debe ser independiente y no estar sujeta a presiones políticas ni económicas que pudieran influir en las calificaciones que concede.
- Transparencia: La metodología generalmente utilizada por la IECC deberá estar a disposición del público y tanto las instituciones locales como extranjeras deberán tener acceso a las evaluaciones individuales en igualdad de condiciones.

¹ La traducción es nuestra.

² Banco de Pagos Internacionales (2006).

- Divulgación: Las IECC deberán divulgar sus métodos de evaluación, incluyendo la definición de incumplimiento, el horizonte temporal y el significado de cada calificación³.
- Suficiencia de recursos: Las IECC deben tener recursos suficientes para poder realizar evaluaciones de calidad.
- Credibilidad: Hasta cierto punto, la credibilidad deriva de los criterios anteriores. La confianza depositada en las evaluaciones de crédito de una IECC por otras partes independientes (inversionistas, aseguradoras, socios comerciales) es una prueba más de su credibilidad.

Dada la relación que se establece entre las evaluaciones de mérito al crédito de los países en desarrollo y el acceso a los mercados de capitales internacionales, consideramos que los responsables de estas evaluaciones y los usuarios de las mismas deben contar con indicadores más transparentes y confiables, basados en un modelo objetivo resultado de aplicar una metodología científica que permita dar cuenta de la realidad económica y política de estos países.

Con la intención de contribuir en esta dirección, en este trabajo⁴ proponemos un indicador del mérito al crédito de los países obtenido por aplicación de Metodología Multivariada Robusta. Este indicador establece un preorden completo de 98 países en desarrollo de diferentes regiones geográficas del mundo, clasificándolos en 9 grupos estadísticamente distinguibles según su mérito al crédito, sobre la base de 17 subindicadores relevantes en la temática.

2. DESCRIPCIÓN DEL CONJUNTO DE DATOS

Los 98 países en desarrollo⁵ evaluados fueron elegidos en función de la disponibilidad de información para los 17 subindicadores seleccionados teniendo en cuenta su relevancia en el análisis del mérito al crédito de los países en desarrollo (evaluando el desempeño económico, la carga de la deuda externa y la fortaleza institucional de los mismos), la disponibilidad de estadísticas confiables y la uniformidad de datos entre países.

En la TABLA 1 presentamos los 17 subindicadores que evalúan el desempeño económico de los países, la carga de su deuda externa y su fortaleza institucional, señalando su codificación y la fuente de información.

³ En Basilea III (Banco de Pagos Internacionales, 2010), también se establece la obligatoriedad de las Agencias Calificadoras de divulgar sus Códigos de Conducta.

⁴ La investigación y conclusiones aquí vertidas forman parte de la tesis doctoral de la primera autora (Funes, 2015).

⁵ Según la clasificación entre países desarrollados y en desarrollo estipulada por el Fondo Monetario Internacional.

TABLA 1. Subindicadores empleados en el análisis

Subindicador	Código	Fuente
Producto Bruto Interno (PBI) per cápita de Paridad de Poder Adquisitivo	PBIpc	Indicadores de Desempeño Mundial (Banco Mundial) ⁶
Tasa de crecimiento anual del PBI Real (%)	cPBIr	
Variación anual del Tipo de Cambio Real (%)	VTCR	
Deflactor de precios implícitos del PBI anual (%)	DPBI	
Relación Saldo en Cuenta Corriente/PBI	CCPBI	
Reservas a Importaciones en número de meses	Ralmp	
Relación Deuda Externa Total/Exportaciones (%)	DETEEx	
Relación Deuda Externa Total/PBI (%)	DETPBI	
Relación Servicio de Deuda Externa Total/Exportaciones (%)	SDETEEx	
Relación Deuda Externa Pública y Públicamente Garantizada/Exportaciones (%)	DEPPGEx	
Relación Deuda Externa Pública y Públicamente Garantizada/PBI (%)	DEPPGPBI	
Relación Servicio de Deuda Externa Pública y Públicamente Garantizada /Exportaciones (%)	SDEPPGEx	
Relación Deuda de Corto Plazo/Deuda Externa Total (%)	DCPDT	Fondo Monetario Internacional ⁷
Relación Resultado Fiscal Primario del Gobierno General/PBI (%)	RPGPBI	La Gobernabilidad Importa VIII (Banco Mundial) ⁸
Indicador de Calidad Regulatoria	CR07	
Indicador de Efectividad Gubernamental	EG07	
Indicador de Estabilidad Política	EP07	

A fin de evitar los efectos de las fluctuaciones de corto plazo, calculamos valores medios de los 14 primeros subindicadores para el período 2000-2007 (período que, comenzando en el año 2000, no incluye las repercusiones de la crisis hipotecaria iniciada en Estados Unidos y que, por contagio, afectó al sistema financiero internacional). Para los 3 subindicadores restantes, que buscan medir la fortaleza institucional de los países, empleamos los valores registrados para el último año de medición, el año 2007.

Cabe mencionar que 15 de los 17 subindicadores tienen valores atípicos. Esta situación es esperable (Taffler y Abassi, 1984; Somerville y Taffler, 2001) y está indicando la presencia, tanto de países en desarrollo con muy buen desempeño, como de países de muy bajo desempeño respecto del

⁶ World Bank. World Development Indicators databank.

⁷ International Monetary Fund . International Financial Statistics.

⁸ World Bank. Governance Matters VIII.

mérito al crédito. En presencia de este tipo de datos, la aplicación de estadísticas clásicas puede generar conclusiones equivocadas (Croux y Ruiz-Gazen, 2005).

3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL INDICADOR COMPUESTO

En esta sección desarrollamos la metodología propuesta para construir un indicador compuesto del mérito al crédito de los países en desarrollo que represente una estructura de preorden de los mismos, es decir, que permita ordenar completamente el conjunto de países con eventuales empates.

La misma consistirá en tres etapas: i) Determinación de grupos de países en desarrollo similares; ii) Su ordenamiento; ii) Determinación de clases de equivalencias en términos del ordenamiento dado.

3.1. Clasificación de los países utilizando el algoritmo de K-medias recortado (*Trimmed K-means*)

La clasificación previa de los países pretende explorar el conjunto de datos con el propósito de establecer grupos homogéneos de países en relación al mérito al crédito, distinguiendo aquellos que pueden considerarse “aceptables” (y, por consiguiente, candidatos a recibir préstamos e inversiones), de los que deben catalogarse como “inaceptables” (y no ser recomendados), de los que sería necesaria una mayor indagación, dado que su clasificación entre los dos grupos anteriores no puede establecerse con demasiada certeza.

La presencia de datos atípicos (observaciones numéricamente distantes del resto de los datos, posiblemente contaminantes, indicativos de datos que pertenecen a una población diferente del resto de la muestra establecida), sugieren la conveniencia de utilizar un algoritmo robusto⁹ que los identifique al momento de determinar los grupos.

El algoritmo K-medias recortado (Kondo, 2011) agrupa los datos descartando en el cálculo de los centros de los grupos un número determinado de valores atípicos, de manera que los valores extremos no afecten el agrupamiento establecido, robustificando la asignación a cada clase. Además, identifica casos como atípicos, cuando éstos están alejados del centro de masa de su clase.

3.2. Ordenamiento de los países

Una técnica simple para obtener un índice de mérito al crédito, en función de la clasificación dada (países aceptables, inaceptables e inciertos), es proyectar¹⁰ cada país sobre la dirección de mayor dispersión de la nube de puntos, que denominaremos dirección de mérito al crédito (dmc), dada por el

⁹ Un procedimiento estadístico es robusto cuando sus estimaciones no son influenciadas por valores atípicos contaminantes del modelo supuesto. Para una definición más precisa, ver *Robust Statistics*, second edition (Huber y Ronchetti, 2009).

¹⁰ Por proyección entendemos la proyección ortogonal usando el producto interno canónico.

vector de diferencia de los centros de masa¹¹ de los grupos de países “aceptables” e “inaceptables”, normalizado por norma euclídea.

A los fines de tener un índice centrado en cero, deberá centrarse la nube por su centro de masa (el vector cuyas componentes son los valores medianos de todas las variables). Así, una proyección de cero da cuenta de un país intermedio y un país con proyección positiva da señales de tener mejor mérito respecto del que tiene una proyección negativa.

Si $\mathbf{dmc} = (dmc_1, \dots, dmc_n)$ denota la dirección de mayor dispersión unitaria ($\|\mathbf{dmc}\|=1$) y $\mathbf{g}_i = (g_{i1}, \dots, g_{in})$ denota a un país evaluado en término de n subindicadores, su mérito al crédito IC_i podría obtenerse como el producto interno de ambos vectores:

$$IC_i = \mathbf{dmc}^T \mathbf{g}_i = \sum_{j=1}^n dmc_j g_{ij},$$

donde T indica transposición.

El Indicador Compuesto del i -ésimo país IC_i , tiene asociado un signo positivo o negativo, dependiendo de que la proyección coincida o no con el sentido que tiene el vector \mathbf{dmc} sobre el que se proyecta ortogonalmente.

Un procedimiento alternativo para encontrar la dirección de mayor dispersión, es encontrar la primera componente principal, preferentemente robusta, de la nube de puntos. Es posible probar que el subespacio generado por las funciones características de los agrupamientos provistos por K-medias es también generado por las componentes principales que aportan la mayor proporción de la varianza total (Ding y He, 2004). Más precisamente, las componentes principales clásicas obtenidas por el algoritmo PCA (por las siglas del inglés *Principal Component Analysis*), son la solución continua a un problema de optimización de una forma cuadrática, mientras que K-medias provee una solución del mismo problema sobre un espacio discretizado. El número de componentes principales que describen la mayor proporción de la varianza es, en particular, el número de clases óptimas discernibles por K-medias. Si K-medias distingue 5 clases óptimas, por ejemplo, muy probablemente las 5 primeras componentes principales den cuenta en exceso del 80% de la varianza total.

Sin embargo, podría suceder que dos países próximos en el *ranking*, no sean estadísticamente distinguibles. Es decir, el hecho de que un país ocupe un mejor lugar en el *ranking* que otro país que lo sucede inmediatamente, no necesariamente implicaría que fuera mejor. Es por ello que resulta oportuno preguntarnos si es válido asegurar que un país es estrictamente mejor que otro por el hecho de ocupar en el *ranking* el lugar inmediatamente anterior o resulta conveniente definir clases de indiferencia entre países. Y en este caso, ¿cuántos grupos de países pueden formarse sobre la base de este *ranking*? y ¿qué países pueden considerarse indiferentes entre sí y al mismo tiempo preferibles a otros?

¹¹ Los centros de masa están representados por los vectores de los valores medianos de los 17 subindicadores estandarizados empleados en el análisis.

3.3. Preorden Completo de los países

Un procedimiento objetivo para distinguir las clases de indiferencia discretizando la proyección en intervalos es aplicar la técnica de agrupamiento *K*-medias sobre el índice de la proyección y, para determinar el número óptimo de clases a formar, aplicar la regla de Hartigan (1975).

Hartigan propone utilizar el coeficiente *F*, que calcula la reducción relativa de variabilidad dentro de los grupos al aumentar un grupo adicional, cuyo cálculo es el siguiente:

$$F = \frac{SCDG(k) - SCDG(k+1)}{SCDG(k+1) / m - k - 1}$$

donde *SCDG(k)* es la Suma de Cuadrados Dentro para *k* Grupos y *m* es el número total de países evaluados.

La regla empírica propuesta consiste en introducir un grupo más si este cociente es mayor que diez, lo que implica que el número óptimo de grupos queda determinado cuando $F \leq 10$.

Aplicando *K*-medias sobre el índice de la proyección se establecen *k* clases ordinales de países estadísticamente indistinguibles dentro de cada clase y distinguibles de los que forman parte de otras clases, es decir, se obtiene una estructura de preorden completo en términos del mérito al crédito.

4. OBTENCIÓN DEL INDICADOR COMPUESTO DEL MÉRITO AL CRÉDITO DE LOS PAÍSES

En la primera etapa, definido un valor $k = 3$, realizamos 100 corridas del algoritmo *K*-medias recortado, recortando el 10% de los casos (10 países), procesando los datos con el software R¹².

Para evitar distorsiones en el cálculo de las métricas debido a las diferentes escalas de medición de los subindicadores, estandarizamos los datos de manera robusta, calculando:

$$r_{ij} = \frac{g_{ij} - med(g)}{1,4826MAD(g)} \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$$

donde r_{ij} es el valor estandarizado del desempeño del país a_i respecto al subindicador j ; $med(g)$ es la mediana del indicador j (estimador robusto del centro de los datos); $MAD(g)$ es la mediana de las desviaciones absolutas respecto del valor mediano de los datos ($MAD(g) = med |g_{ij} - med(g)|$) y la constante 1,4826, cumple la función de corregir la MAD para que sea un

¹² R Development Core Team (2008). Además de las bibliotecas básicas, se utilizó "RSKC". Las rutinas de R fueron programadas por el Sr. Santiago Minolli.

estimador insesgado de la desviación estándar asumiendo que los datos están normalmente distribuidos.

En cada corrida, obtuvimos la clasificación de los países en tres grupos e identificamos los países atípicos. Resumiendo los resultados, determinamos el porcentaje de clasificación de cada país en cada grupo y el porcentaje de veces que el país fue recortado¹³. Asignamos cada país al grupo en el que fue clasificado más veces, identificando con los números 1, 2 y 3 a los grupos de países “aceptables”, “incierto” e “inaceptables” en términos del mérito al crédito, respectivamente. De los 98 países, 26 forman parte del Grupo 1, 43 del Grupo 2 y 29 del Grupo 3. En la primera columna de la TABLA 2 distinguimos los países por grupo, asignando el color celeste claro, celeste oscuro y azul a los grupos 1, 2 y 3, respectivamente.

TABLA 2. Preorden completo de los países

Nº Orden	País	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	Clase
1	Chile	100									1
2	Lituania	100									1
3	Letonia	100									1
4	Malasia	97	3								1
5	Sud Africa	74	26								1
6	Santa Lucía	74	26								1
7	Botsuana	74	26								1
8	Costa Rica	43	56	1							2
9	Mauricio	39	58	3							2
10	Polonia	39	58	3							2
11	Méjico	39	58	3							2
12	Seychelles	15	73	12							2
13	China		74	25	1						2
14	Tailandia		43	54	3						3
15	San Cristóbal y Nieves		43	54	3						3
16	San Vicente y las Granadinas		43	54	3						3
17	Panamá		39	49	12						3
18	Bulgaria		39	49	12						3
19	Brasil		38	50	12						3
20	Turquía		38	50	12						3
21	Rumania		38	50	12						3
22	Uruguay		21	55	22	2					3

¹³ Para un análisis detallado de los países recortados, ver sección 5.3 de Funes (2015).

23	Rep. Dominicana		21	55	22	2					3
24	Colombia		21	55	22	2					3
25	Dominica		21	55	22	2					3
26	Tunisia		20	31	43	6					4
27	Maldivas		15	36	42	7					4
28	Kazajistán		15	35	43	7					4
29	El Salvador		15	35	43	7					4
30	Bielorrusia			43	48	9					4
31	Macedonia			40	41	19					4
32	Ucrania			40	41	19					4
33	Jamaica			22	54	24					4
34	Fiyi			22	54	24					4
35	Vanuatu			22	54	22	2				4
36	Guatemala			22	30	42	6				5
37	Azerbaiján			22	30	42	6				5
38	Granada			22	30	41	7				5
39	Suazilandia			22	30	41	7				5
40	India			22	30	41	7				5
41	Rusia			21	31	41	7				5
42	Marruecos			21	31	41	7				5
43	Albania			21	30	34	15				5
44	Armenia			20	31	34	15				5
45	Perú			20	31	34	15				5
46	Jordania			20	31	34	15				5
47	Georgia			20	31	34	15				5
48	Vietnam			20	31	34	15				5
49	Filipinas			6	35	44	15				5
50	Paraguay				22	54	24				5
51	Belice				22	34	44				6
52	Egipto				22	30	41	7			6
53	Indonesia				22	29	34	15			6
54	Argentina				22	29	34	15			6
55	Venezuela				22	29	34	15			6
56	Honduras				22	29	34	15			6
57	Samoa				22	29	34	15			6
58	Bosnia y Herzegovina				19	25	41	15			6

59	Papua Nueva Guinea				19	25	41	15			6
60	Ecuador				15	29	41	15			6
61	Moldavia				15	29	41	15			6
62	Mongolia				8	30	47	15			6
63	Senegal					20	29	51			7
64	Kenia					20	29	51			7
65	Camboya					20	29	51			7
66	Ghana					20	29	51			7
67	Lesoto					19	30	51			7
68	Nigeria					9	28	48	15		7
69	Bolivia					9	28	48	15		7
70	Islas Salomón					9	28	48	15		7
71	Tanzania					9	28	48	15		7
72	Bangladés					9	28	48	15		7
73	Tonga					4	28	53	15		7
74	Pakistán					4	28	53	15		7
75	Malí						9	40	51		8
76	Tayikistán						9	40	51		8
77	Camerún						9	32	59		8
78	Benín						9	32	59		8
79	Mozambique						9	32	59		8
80	Madagascar						6	35	59		8
81	Kirguistán						4	32	64		8
82	Líbano						4	32	64		8
83	Guyana						3	27	70		8
84	Uganda						3	27	70		8
85	Nepal						1	29	70		8
86	Haití						1	29	70		8
87	Costa de Marfil							7	78	15	8
88	Togo							1	29	70	9
89	Gambia							1	29	70	9
90	Níger							1	29	70	9
91	Etiopía							1	29	70	9
92	Nicaragua							1	29	70	9
93	Congo								6	94	9
94	Laos								6	94	9

95	Guinea								6	94	9
96	Sudán								3	97	9
97	Ruanda								3	97	9
98	Sierra Leona									100	9

A los efectos de visualizar el agrupamiento de los países, en la FIGURA 1 mostramos la disposición de los mismos etiquetados por número de grupo, en términos de las dos primeras componentes principales robustas.

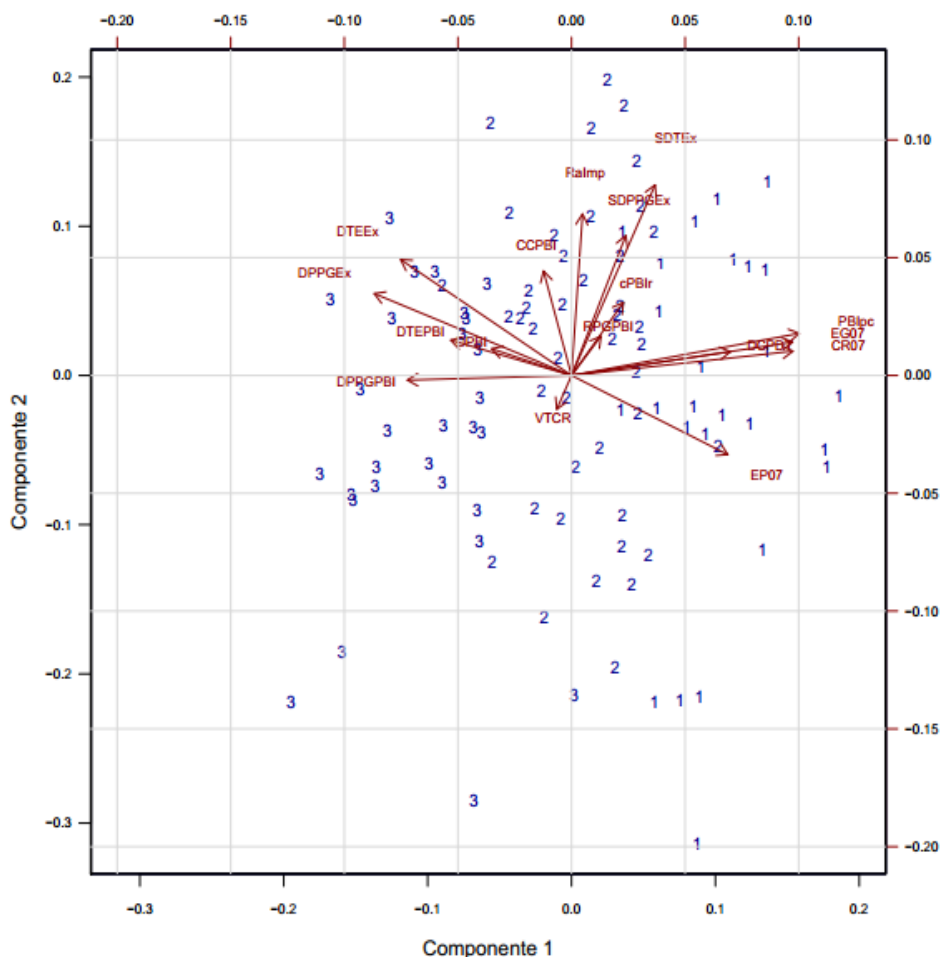


FIGURA 1. Clasificación de los países según K-medias recortado graficados en los ejes de las dos primeras componentes robustas.

Para caracterizar los grupos calculamos medidas descriptivas de los subindicadores (Mediana, MAD y Coeficiente de Variación Mediano) y el vector de dirección del mérito al crédito (dmc), que permitió identificar los subindicadores con mayor peso en la principal dirección de dispersión de los datos (TABLA 3). A los efectos comparativos, replicamos en la misma la primera componente principal robusta, CP1, (dirección principal de la nube de puntos), obtenida por aplicación de Búsqueda de Proyecciones (*Projection - Pursuit*, en inglés)¹⁴. Comparando los pesos de los subindicadores en ambos vectores (dmc y CP1), se puede observar que, para la mayoría de ellos, las puntuaciones son prácticamente similares, difiriendo a nivel de las centésimas.

¹⁴ Implementada en el paquete pcaPP de R.

TABLA 3. Medidas descriptivas de los Subindicadores por Grupo de países

Sub- indicadores	dmc	CP1	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3		
			Mediana	MAD	CVM	Mediana	MAD	CVM	Mediana	MAD	CVM
PBIpc	0,382	0,396	8554,54	1814,77	0,21	3647,95	1632,74	0,45	1085,61	459,20	0,42
cPBIR	-0,017	0,090	4,48	1,04	0,23	5,26	1,46	0,28	4,08	1,33	0,33
VTCR	0,037	-0,026	-0,68	1,57	2,29	-3,17	2,22	0,70	-3,60	2,54	0,70
DPBI	-0,039	-0,139	5,63	2,67	0,47	6,48	3,15	0,49	7,51	1,96	0,26
CCPBI	-0,036	-0,049	-4,21	3,90	0,93	-2,95	3,77	1,28	-4,95	3,25	0,66
Ralmp	0,007	0,019	3,17	1,26	0,40	3,42	0,84	0,25	3,74	1,19	0,32
DTEEx	0,050	0,051	119,83	50,09	0,42	123,09	37,34	0,30	338,53	85,28	0,25
DTEPBI	-0,363	-0,297	45,94	15,45	0,34	45,74	14,25	0,31	76,48	19,98	0,26
SDTEEx	-0,219	-0,210	15,34	6,89	0,45	8,65	3,73	0,43	8,34	3,35	0,40
BPGPBI	0,157	0,145	-0,07	1,86	26,13	-0,18	1,35	7,63	-0,60	1,47	2,42
DPPGEx	-0,385	-0,343	53,17	30,95	0,58	82,59	29,06	0,35	260,73	56,89	0,22
DPPGPBI	-0,278	-0,286	19,30	10,24	0,53	30,92	9,59	0,31	58,23	14,37	0,25
SDPPGEx	0,075	0,095	8,15	3,30	0,40	6,54	2,82	0,43	7,46	2,32	0,31
DCPDT	0,203	0,277	16,24	9,22	0,57	10,80	3,56	0,33	5,72	3,33	0,58
EP07	0,264	0,272	0,50	0,30	0,60	-0,32	0,40	1,24	-0,48	0,61	1,27
CR2007	0,385	0,385	0,48	0,24	0,51	-0,30	0,20	0,68	-0,65	0,25	0,39
EG2007	0,391	0,385	0,38	0,28	0,74	-0,45	0,26	0,59	-0,75	0,29	0,39

Estos subindicadores resultan estadística y económicamente relevantes para evaluar el mérito al crédito de los países, capturando en términos generales su situación macroeconómica y política y han resultado significativos en estudios previos de riesgo país (Cosset y Roy, 1991; Cantor y Packer, 1996; Zopounidis y Doumpos, 1997).

Del análisis de esta información podemos concluir que el Grupo 1 está conformado por países con fortaleza institucional (con buenos niveles de Calidad Regulatoria y Efectividad Gubernamental), altos niveles de PBI per cápita y bajos niveles de Deuda Externa en relación a las Exportaciones y al PBI, especialmente, en las relaciones de Deuda Pública. En contraposición, el Grupo 3 está formado, principalmente, por países altamente endeudados, con bajo PBI per cápita y bajos puntajes en los indicadores de fortaleza institucional (Calidad Regulatoria y Efectividad Gubernamental). Finalmente, el Grupo 2 está constituido por países con valuaciones intermedias a las de los Grupos 1 y 3 para los subindicadores mencionados.

Podemos decir que la Dirección del Mérito al Crédito distingue a los países por el tamaño de su economía, el volumen de su deuda en relación a sus Exportaciones y al PBI y su desempeño en los indicadores de fortaleza institucional. Estos resultados concuerdan con las conclusiones expuestas por Taffler y Abassi (1984) y Cosset y Roy (1991) quienes sostienen que, como puede esperarse, el tamaño de la economía es un factor importante en las evaluaciones del mérito al crédito, sugiriendo que los países con altos ingresos están en condiciones de endeudarse más y que países con baja relación Deuda Externa/Exportaciones tienen menos probabilidad de incumplir con sus compromisos de deuda.

Definida la Dirección de Mérito al Crédito, obtuvimos un *ranking* de los países de mayor a menor mérito, proyectándolos ortogonalmente sobre la misma. Presentamos este *ranking* en la primera columna de la TABLA 2 del Anexo. Los cinco países con mayor mérito al crédito son Chile, Lituania, Letonia, Malasia y Sud África, principalmente caracterizados por un buen desempeño en Efectividad Gubernamental, bajos niveles de Deuda y alto PBIpc. En el extremo opuesto se ubican Sierra Leona, Ruanda, Sudán, Guinea y Laos, excepto este último, africanos y clasificados por el Banco Mundial como Países Pobres Altamente Endeudados (HIPC¹⁵).

Para determinar el número óptimo de clases ordinales a formar contamos con una rutina programada en R que replicó 1000 veces el algoritmo de K-medias sobre el Índice de la Proyección y, para cada réplica, calculó la regla de Hartigan. El valor promedio de estas réplicas resultó en 8,99 y su mediana 9, implicando conformar 9 clases de equivalencia entre países. En la FIGURA 2 presentamos el histograma de las 1000 iteraciones realizadas.

¹⁵ Por sus siglas del inglés *Heavily Indebted Poor Countries*.

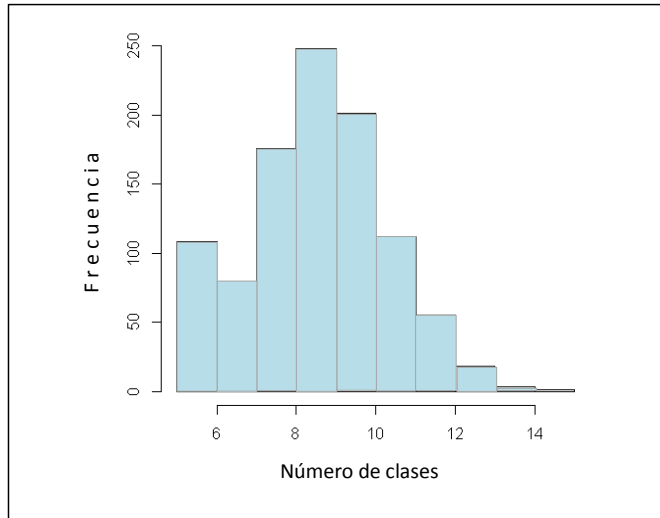


FIGURA 2. Distribución de muestreo del Estadístico F de Hartigan mostrando el número óptimo de clases en 9.

Para discretizar el Índice de la proyección en 9 clases de equivalencia, realizamos en R 100 corridas del algoritmo K-medias y asignamos el país a la clase en la que resultó clasificado más veces. En la TABLA 2 del Anexo se presenta el resultado del procesamiento indicando para cada país el número de veces que fue asignado a cada clase y la clase a la que fue asignado. De esta manera quedó conformado el preorden completo de los países, es decir, el Indicador Compuesto del Mérito al Crédito de los Países, que podríamos interpretar como una evaluación de sus condiciones para tomar crédito externo y recibir inversiones extranjeras teniendo en cuenta su potencial capacidad y voluntad de cumplir con los términos estipulados. Países que conforman las primeras clases poseerían, comparativamente, mayor mérito al crédito.

Cabe mencionar que, si bien la asignación de los países a las clases resulta clara para muchos de ellos, para otros (como los incluidos en las clases 3 a 6), es más difusa, resultado de ser asignados a diferentes clases un número relativamente similar de veces. Esta circunstancia puede apreciarse en los histogramas que representan la distribución de los países por clases que presentamos en la FIGURA 3.

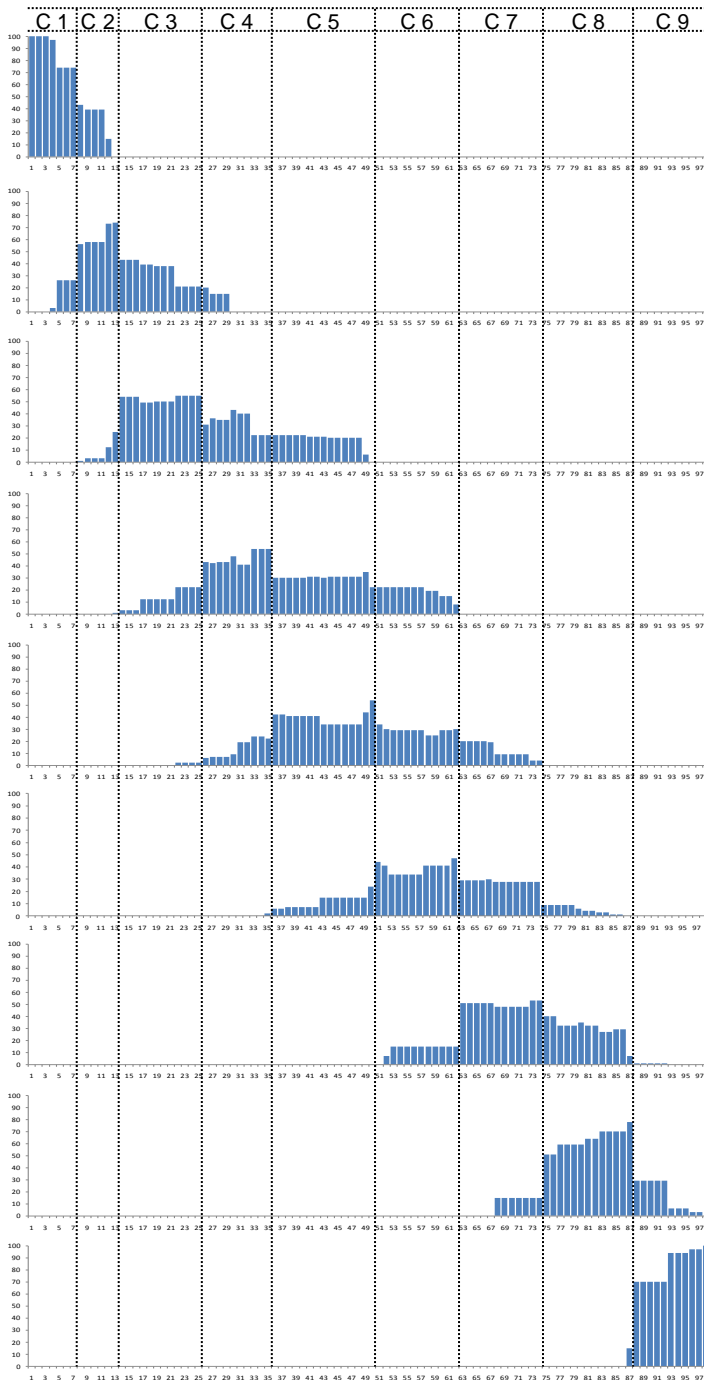


FIGURA 3. Distribuciones de las asignaciones de los países a las clases.

Doumpos y Zopounidis (2002) mencionan que la buena clasificación en las clases extremas no debería sorprender, dado que economías de altos y bajos ingresos son fáciles de identificar en comparación con las de ingresos intermedios. En nuestro caso, las clases extremas contienen no sólo los países con altos y bajos niveles de ingreso, sino también con alto y bajo endeudamiento y alta y baja fortaleza institucional.

5. CONCLUSIONES

Los países en desarrollo necesitan atraer capitales que les permitan mejorar y ampliar su infraestructura y la calidad de la prestación de los servicios públicos con el propósito de fortalecer su desarrollo. Dada la relación que se establece entre las evaluaciones de mérito al crédito de estos países y el acceso a los mercados de capitales internacionales, es deseable que las evaluaciones de inversiones y préstamos a estos países se hagan sobre la base de indicadores transparentes y confiables, basadas en un modelo que permita dar cuenta de la realidad económica y política de estos países.

El indicador compuesto que proponemos satisface todos los requerimientos establecidos por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea aplicando una metodología simple, clara y eficaz que provee un preorden completo del mérito al crédito de los países en desarrollo, estableciendo países indistinguibles dentro de la misma clase y distinguibles de los que pertenecen a otras clases, y es reproducible sobre cualquier otro conjunto de países y datos empleando los subindicadores sugeridos.

La fortaleza de este indicador reside en la bondad de los subindicadores que lo definen, asociados a tres dimensiones fundamentarles en la medición del mérito al crédito de los países, como son, el desempeño económico, la carga de la deuda externa y su fortaleza institucional. A partir de estos subindicadores estadística y económicamente relevantes, fue posible establecer una dirección del mérito al crédito, permitiendo definir de manera intrínseca las condiciones que faciliten discriminar los países con mayores condiciones de recibir crédito e inversiones de los que no las tienen.

La objetividad y la transparencia de la metodología propuesta hacen de este Indicador Compuesto una herramienta creíble y confiable, que puede resultar útil para comparar los países en desarrollo en términos de su desempeño en el mérito al crédito, como también, de base o insumo de otros métodos cuantitativos. Entre las futuras líneas de trabajo puede citarse la de asociar cortes de pertenencia a las diferentes clases y modelar el preorden completo a través de una función de utilidad.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCO DE PAGOS INTERNACIONALES (2006): "COMITÉ DE SUPERVISIÓN BANCARIA DE BASILEA. CONVERGENCIA INTERNACIONAL DE MEDIDAS Y NORMAS DE CAPITAL. MARCO REVISADO. VERSIÓN INTEGRAL". Suiza.

BANCO DE PAGOS INTERNACIONALES (2010): “COMITÉ DE SUPERVISIÓN BANCARIA DE BASILEA. BASILEA III: MARCO REGULADOR GLOBAL PARA REFORZAR LOS BANCOS Y SISTEMAS BANCARIOS”. Suiza.

BREWER, T. L. y RIVOLY, P. (1990): “POLITICS AND PERCEIVED COUNTRY CREDITWORTHINESS IN INTERNATIONAL BANKING”. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 22 (3), pp. 357 – 369.

CANTOR, R. y PACKER, F. (1996): “DETERMINANTS AND IMPACT OF SOVEREIGN CREDIT RATINGS”. *Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review*, October, pp. 37-53.

COSSET, J. C. y ROY, J. (1991): “THE DETERMINANTS OF COUNTRY RISK RATINGS”. *Journal of International Business Studies*, First Quarter, pp. 135–142.

CROUX, C. y RUIZ-GAZEN, A. (2005): “HIGH BREAKDOWN ESTIMATORS FOR PRINCIPAL COMPONENTS: THE PROJECTION-PURSUIT APPROACH REVISITED”. *Journal of Multivariate Analysis* 95, pp. 206 – 226.

DING, CH. y HE, X. (2004): “K-MEANS CLUSTERING VIA PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS”. *Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning*. Banff, Canada.

DOUMPOS, M. Y ZOPOUNIDIS, C. (2002): “ON THE USE OF A MHDIS APPROACH FOR COUNTY RISK ASSESSMENT”. *Journal of Multicriteria Decision Analysis*, 11 (4-5), pp. 279-289.

FEDER, G.; JUST, R. y ROSS, K. (1981): “PROJECTING DEBT SERVICING CAPACITY OF DEVELOPING COUNTRIES”. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 16, Nº 5, Dec., pp. 651-669.

FUNES, M. (2015): “TESIS DOCTORAL: EVALUACIÓN DEL MÉRITO AL CRÉDITO DE LOS PAÍSES EN DESARROLLO CON METODOLOGÍA MULTIATRIBUTO”. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Córdoba. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1905>

HAQUE, N.; KUMAR, M. S.; MARK, N. y MATHIESON, D. J. (1996): “THE ECONOMIC CONTENT OF INDICATORS OF DEVELOPING COUNTRY CREDITWORTHINESS”. *IMF Staff Papers*, Vol. 43, Nº 4, Dec., pp. 688-724.

HARTIGAN, J. A. (1975): “CLUSTERING ALGORITHMS”. Wiley. New York.

HOITI, S. y MCALEER, M. (2004): “AN EMPIRICAL ASSESSMENT OF COUNTRY RISK RATINGS AND ASSOCIATED MODELS”. *Journal of Economic Surveys*, Vol. 18 (4), pp. 539 – 588.

HUBER, P. J. Y RONCHETTI, E. M. (2009): “ROBUST STATISTICS”, Second Edition. Wiley. New Jersey.

INTERNATIONAL MONETARY FUND. “INTERNATIONAL FINANCIAL STATISTICS”. <https://www.imf.org/external/data.htm>

KONDO, Y. (2011): “ROBUSTIFICATION OF THE SPARSE K-MEANS CLUSTERING ALGORITHM”. MSc. Thesis, University of British Columbia. Canada.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2008): “R: A LANGUAGE AND ENVIRONMENT FOR STATISTICAL COMPUTING”. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Url: <http://www.R-project.org>.

SOMERVILLE, R. A. y TAFFLER, R. J. (2001): “LDC CREDIT FORECASTING AND BANKER JUDGEMENT”. Journal of Business, Finance & Accounting, 28 (3) & (4), pp. 447 – 464.

TAFFLER, R. J. y ABASSI, B. (1984): “COUNTRY RISK: A MODEL FOR PREDICTING DEBT SERVICING PROBLEMS IN DEVELOPING COUNTRIES”. Journal of Royal Statistical Society, Vol. 147 (4), pp. 541 – 568.

WORLD BANK. “GOVERNANCE MATTERS VIII”.
<http://worlbank.org/wbi/governance>.

WORLD BANK. “WORLD DEVELOPMENT INDICATORS DATABANK”.
<https://publications.worlbank.org>.

ZOPOUNIDIS, C. y DOUMPOS, M. (1997): “A MULTICRITERIA DECISION AID METHODOLOGY FOR THE ASSESSMENT OF COUNTRY RISK”. European Research on Management and Business Economics, 3(3), pp. 13–33.