

# IESE CITIES IN MOTION METODOLOGÍA Y MODELIZACIÓN ÍNDICE 2014





# Cities in Motion: índice 2014

## Metodología y modelización

### Sobre nosotros

IESE Cities in Motion Strategies es una plataforma de investigación lanzada conjuntamente por el Center for Globalization and Strategy y el Departamento de Estrategia del IESE Business School.

La iniciativa conecta una red mundial de expertos en ciudades y empresas privadas especializadas con administraciones locales de todo el mundo, con el objetivo de desarrollar ideas valiosas y herramientas innovadoras que puedan generar ciudades más sostenibles e inteligentes y promover cambios a nivel local.

La misión de la plataforma es fomentar el modelo de Cities in Motion, que incluye una aproximación innovadora a la gobernanza de ciudades y un modelo urbano nuevo para el siglo XXI basado en cuatro factores principales: ecosistema sostenible, actividades innovadoras, equidad entre ciudadanos y territorio conectado.





## Patrocinadores



## Equipo de trabajo

### *Equipo académico*

Prof. Pascual Berrone, Cátedra Schneider Electric de Sostenibilidad y Estrategia

Prof. Joan Enric Ricart, Cátedra Carl Schroeder de Dirección Estratégica

Carlos Carrasco, asistente de investigación

Roger Ricart, asistente de investigación

### *Equipo consultor*

Juan Manuel Barrionuevo, presidente del consejo asesor de la plataforma IESE Cities in Motion

### *Equipo técnico*

David Augusto Giuliodori, Econfocus Consulting

Franco Boneu, Econfocus Consulting

María Andrea Giuliodori, investigadora independiente



# Índice

Introducción	4
Antecedentes	4
Análisis crítico de indicadores	5
Cities in Motion: un indicador sintético	9
Selección de técnicas de cálculo de indicadores sintéticos	11
Metodologías de cálculo	13
1. Indicadores	13
Gobernanza	13
Planificación urbana	13
Gestión pública	14
Tecnología	14
Medioambiente	14
Proyección internacional	15
Cohesión social	16
Movilidad y transporte	16
Capital humano	16
Economía	17
2. Periodo base	20
3. Normalización de variables	20
4. Asignación de valores <i>missing</i> . Clústeres	20
Proceso de cálculo	21
I. Etapa inicial: valores <i>missing</i>	21
Clústeres Ciudades:	22
Clústeres Países:	22
a) Método de ponderaciones simples: cálculo	22
Etapa I: normalización	22
Etapa II: cálculo del índice sintético para cada dimensión	22
Etapa III: cálculo del ICIM	23
b) Técnica DP2: cálculo	23
Etapa I: cálculo de índice sintético para cada dimensión	23
Etapa II: cálculo del ICIM	24
c) Método mixto DP2-Participativo: cálculo	24
II. Etapa final: cambio de escala de los indicadores	25
Etapa III: selección de ciudades a incluir en el cálculo	25
Análisis de sensibilidad	26
Referencias bibliográficas	36



## Introducción

El objeto de este documento es el desarrollo de un modelo para la creación de un índice compuesto, el cual permita la medición de la sostenibilidad hacia el futuro de las principales ciudades del mundo y la calidad de vida de sus habitantes. El modelo teórico del indicador compuesto incluye diez dimensiones que, sintetizadas y ponderadas en un único valor, permiten realizar una comparación entre ciudades de la sostenibilidad y la calidad de vida, así como de la evolución de cada una a lo largo del tiempo.

En este estudio hemos tenido en cuenta las diez dimensiones que listamos a continuación, que abarcan diversos aspectos que hacen que una urbe sea sostenible y pueda ofrecer una buena calidad de vida a sus ciudadanos:

1. Gobernanza y participación ciudadana
2. Planificación urbana
3. Gestión pública
4. Tecnología
5. Medioambiente
6. Proyección internacional
7. Cohesión social
8. Movilidad y transporte
9. Capital humano
10. Economía

La investigación y el estudio de los aspectos que caracterizan a las ciudades como colectivo social, en el presente y en el futuro, concluyeron que las citadas dimensiones, aun sin abarcar por completo todos los factores de la compleja vida de las ciudades, caracterizan en gran medida los aspectos que se pretenden medir en este estudio. La metodología de creación y selección del modelo, las dimensiones y los indicadores se detallan en las siguientes secciones.

El periodo objeto del estudio comprende los años 2011, 2012 y 2013 para todas las ciudades, lapso seleccionado en función de la disponibilidad y la calidad de los datos necesarios para la creación del índice. El año

base seleccionado es el 2011, elección que obedece a una relativa estabilidad económico-social y a una mayor disponibilidad de información en relación con otros años para los que se dispone de datos.

El índice compuesto o sintético Cities in Motion (ICIM) centra su estudio en la población de las capitales y otras ciudades importantes de los principales países del mundo. La inclusión de las ciudades está directamente relacionada con el tamaño de la población de las urbes y con criterios de relevancia económica y cultural en el contexto mundial, con el fin de determinar qué ciudades incluir en el estudio y de cuánta información relevante se dispone.

La selección de los indicadores representativos de cada una de las diferentes dimensiones del ICIM se aborda desde un punto de vista teórico, con el fin de determinar su relevancia para la dimensión concreta que se pretende medir, y desde un punto de vista práctico, para asegurar que la información disponible es de calidad aceptable.

En la próxima sección se desarrollan una descripción y un análisis crítico de los antecedentes en creación de indicadores comparables a nivel internacional.

## Antecedentes

Durante las últimas décadas, los organismos nacionales e internacionales han realizado estudios centrados en la definición, la creación y el uso de indicadores para diversos objetivos. En cada uno de ellos, la definición de los indicadores y su proceso de creación vienen dados por las características de cada estudio; por las técnicas estadísticas y econométricas que mejor se adaptan al modelo teórico y a los datos disponibles, y por las preferencias de los analistas. Debido a esta gran heterogeneidad que pone de manifiesto la inexistencia de un procedimiento único para la creación de indicadores sintéticos, en el presente informe se

destacan algunas metodologías, con el objetivo de seleccionar de cada una de ellas las técnicas que más se adecúen al estudio del ICIM.

En la actualidad existe una gran cantidad de indicadores “urbanos”, aunque muchos de ellos no están estandarizados ni son consistentes o comparables entre ciudades.

Anteriormente se han llevado a cabo numerosos intentos por desarrollar indicadores de ciudades, ya sea a escala nacional, regional o internacional. Sin embargo, pocos han sido sostenibles a medio plazo, ya que se trataba de estudios que pretendían cubrir necesidades de información puntuales de ciertas entidades, cuya vida dependía de lo que durara la financiación. En otros casos, el sistema de indicadores dependía de la voluntad política coyuntural, por lo que cesaba su creación cuando se modificaban las prioridades políticas o las autoridades.

No obstante, existen también indicadores específicamente elaborados por organismos internacionales, que buscan tener la consistencia y la solidez necesarias para comparar ciudades. Entre los principales cabe mencionar los siguientes:

- a. Indicadores generados por el Observatorio Urbano Mundial (GOU) de la ONU, creados sobre dos ejes: los Objetivos de Desarrollo del Milenio y la Agenda Hábitat.
- b. Indicadores Globales para Ciudades, del Banco Mundial, que constituyen un complemento del anterior.
- c. Sistema de indicadores de la Organización Mundial de la Salud (OMS): Proyecto Ciudades Saludables.
- d. Indicadores para la evaluación de las políticas municipales para luchar contra el racismo y la discriminación, de la UNESCO.
- e. Página web de City Mayors: proyecto independiente de expertos internacionales.
- f. Otros índices patrocinados por consultoras (como Mercer o McKinsey) o empresas privadas (como el Green City Index, de Siemens).

Con el objeto de crear un indicador “superador” –en el sentido de su completitud, sus propiedades, su comparabilidad, y de la calidad y la objetividad de la información incluida– que permita medir la sostenibilidad hacia el futuro de las principales ciudades del mundo, al igual que la calidad de vida de sus habitantes, se señalan brevemente las características de algunos antecedentes de indicadores que intentaron alcanzar objetivos similares. En el próximo capítulo se desarrollan los aspectos metodológicos utilizados, que servirán para la creación de una metodología especialmente diseñada para Cities in Motion.

### *Análisis crítico de indicadores*

- a. *Indicadores generados por el Observatorio Urbano Mundial (GOU) de la ONU, creados sobre dos ejes: los Objetivos de Desarrollo del Milenio y la Agenda Hábitat.* Una de las funciones de los Observatorios Urbanos, creados por la ONU y coordinados por UN-Habitat, es “generar datos e información y estimular un análisis integral para que esta concertación de actores se mueva proactivamente hacia la superación de la pobreza urbana, en estrecha relación con los Objetivos de Desarrollo del Milenio y la implementación progresiva de la Agenda Hábitat y la Agenda 21”. En este marco, UN-Habitat considera los indicadores urbanos como un conjunto de instrumentos de gestión que permiten identificar la realidad urbana y servir de base para la formulación de políticas, programas y proyectos que la mejoren de forma continuada y sostenible. El conjunto de indicadores urbanos está actualmente creado sobre dos ejes de análisis: los Objetivos de Desarrollo del Milenio y la Agenda Hábitat.



Los *Objetivos de Desarrollo del Milenio*, acordados en el año 2000, son monitoreados a partir de 35 indicadores sectoriales. UN-Habitat se encarga de hacer el seguimiento de la Meta 11 del Objetivo 7, que establece el compromiso de "mejorar sustancialmente, hasta el año 2020, las condiciones de vida de, por lo menos, cien millones de personas que viven en asentamientos precarios".

Por su parte, los indicadores de seguimiento de la Agenda Hábitat se subdividen en siete dimensiones: Generalidades, Socioeconómicos, Vivienda, Servicios, Ambientales, Gestión local, y Transporte.

En cuanto a los indicadores relacionados a los Objetivos del Milenio, se observa que se trata de mediciones con objetivos muy específicos relacionados solamente con la Meta 11 del Objetivo 7, referida a un aspecto muy puntual de la problemática de las ciudades, como son los asentamientos precarios. Los indicadores de seguimiento de la Agenda Hábitat contemplan dimensiones importantes en la vida de las ciudades, pero no suficientes para la comparación entre urbes de la sostenibilidad hacia el futuro y la calidad de vida de sus habitantes. Sin ánimo de ser exhaustivos en esta sección de la presente propuesta, se puede observar la no inclusión en las dimensiones contempladas por estos indicadores de algunos aspectos de la sociedad, como la cultura y la generación y la retención de talentos; también es relevante el análisis de las actividades innovadoras en el subsistema económico local, la tecnología o aspectos de planificación urbana, no considerados entre los indicadores monitoreados en la Agenda Hábitat. Los aspectos excluidos por estos índices son fundamentales a la hora

de evaluar la sostenibilidad y la calidad de vida en las ciudades.

- b. *Indicadores Globales para Ciudades, del Banco Mundial*. El programa del Banco Mundial que propugna la creación de estos indicadores se basa en una considerable cantidad de trabajos existentes, especialmente el ya mencionado Programa de Indicadores Urbanos de UN-Habitat, a través de la Base de Datos de los Indicadores Urbanos Globales y los GOU, a los que nos referimos en el punto anterior. El programa propone la creación de un índice, sobre estos y otros programas, a fin de fomentar el desarrollo de un grupo de indicadores urbanos estandarizados. Este programa se centra, principalmente, en ciudades con poblaciones de, aproximadamente, 100.000 habitantes. Los indicadores se proponen para las ciudades con el primer y más directo nivel de Gobierno municipal. El programa está estructurado en alrededor de 22 "temas" organizados, a su vez, en dos amplias categorías: Servicios urbanos y Calidad de vida. La primera comprende los servicios que usualmente son considerados bienes públicos y que, por lo tanto, son provistos por los Gobiernos locales o por terceras partes: educación; energía; respuesta a incendios y emergencias; gobernanza; salud; entretenimiento; seguridad; servicios sociales; residuos sólidos; transporte; planificación urbana; alcantarillado, y agua potable. La segunda categoría incluye aspectos relacionados con la participación ciudadana; cultura; economía; medioambiente; vivienda; igualdad social; bienestar subjetivo, y tecnología e información. Este programa está basado en la web, con la participación de los Gobiernos locales de las ciudades que participen, las cuales están invitadas a compartir los resultados de sus programas

de indicadores y resultados en las categorías de Servicios urbanos y Calidad de vida. Cada ciudad participante es responsable de aportar contribuciones y actualizar los indicadores para su ciudad, a través de una página web habilitada a tal fin. *A priori*, el programa puede considerarse “completo” en cuanto a las dimensiones incluidas, aunque puede trabajarse en una propuesta superadora que agregue, además, aspectos del “acervo internacional” de una ciudad. Además, no se tienen en cuenta aspectos relacionados con la competitividad de la ciudad y con el uso energético. Un problema importante que se observa en este programa –a pesar de que, en cierta medida, puede ser beneficioso para la construcción de nuevas bases de datos– es que los datos los aporten directamente Gobiernos u organismos locales en la web, lo que podría atentar contra la sostenibilidad del indicador a medio y largo plazo, ya que, de algún modo, la responsabilidad de cargar los datos generados en cada ciudad termina dependiendo de decisiones políticas coyunturales.

En esa misma línea, la aportación de indicadores por parte de los Gobiernos locales podría ser contraproducente para la calidad de la información y para la comparación de ciudades, debido a las particularidades y las diferencias del modo y los medios usados en la recogida de datos, los cuales, en el mejor de los casos, demandarán costes muy elevados de monitoreo y verificación. La falta de estándares y la disparidad en la disponibilidad de información no es un aspecto menor. En ese sentido, la recogida de datos tiende a ser de mayor calidad en las ciudades desarrolladas, generando, así, sesgos en cualquier indicador que intente ser comparable.

- c. *Sistema de indicadores de la Organización Mundial de la Salud: Proyecto Ciudades Saludables*. Se trata de indicadores locales de salud de la población y del sistema de salud, que comprenden más de 1.400 ciudades y pueblos, principalmente europeos. La OMS fijó valores deseables para llegar a ser una “ciudad saludable”, y monitorea periódicamente dichas ciudades y pueblos. En este caso se trata de la medición de únicamente una dimensión de la realidad de una ciudad, que tiene la ventaja de ser comparable entre jurisdicciones. La desventaja de este sistema de indicadores radica en que la información está disponible para ciudades que, en su mayoría, solo pertenecen al continente europeo; pero, además, no considera ningún criterio de selección de ciudades, por lo que existen indicadores tanto para ciudades muy pequeñas como para grandes urbes. La comparación entre aglomerados de dimensiones e importancia relativa tan distantes puede tener sentido solo si se procura estudiar las condiciones de salud de una población y su sostenibilidad en este aspecto; no así si hablamos de un indicador integral de la calidad de vida y las perspectivas de futuro de una ciudad.
- d. *Indicadores para la evaluación de las políticas municipales para luchar contra el racismo y la discriminación, de la UNESCO*. Se trata de un aspecto importante para las políticas públicas de los Gobiernos locales, aunque son indicadores de un único aspecto de la sociedad. Puede incorporarse para la medición de la calidad de vida de una ciudad y es muy relevante a la hora de comparar distintas ciudades del mundo.



- e. *Página web de City Mayors: proyecto independiente de expertos internacionales.* Este sitio promueve ciudades fuertes con buenos Gobiernos locales; tiene un sistema de 40 indicadores divididos en cinco categorías: Estabilidad, Salud, Cultura, Medioambiente, Educación e Infraestructura. No obstante, el número de indicadores crece año tras año.
- Las ciudades incluidas en estos indicadores engloban a más de 200 países, con sus capitales y las ciudades más importantes de cada uno.
- Sin embargo, estos indicadores no contemplan todas las dimensiones relevantes de las ciudades para comparar su sostenibilidad y la calidad de vida de los habitantes. Además, no existe un indicador compuesto o agregado para cada ciudad. Con respecto a las fuentes de los datos, hay que tener en cuenta que, en algunos casos, no son oficiales. El objetivo de estos indicadores es promover el buen gobierno, y solo con base en esa meta se desarrollan los mismos.
- El índice que se propone en el presente trabajo procura ser más completo, y no centrarse exclusivamente en los aspectos que hacen que un Gobierno local sea capaz; sino en una buena calidad de vida en las ciudades y en su sostenibilidad a largo plazo.
- f. *Otros índices o rankings patrocinados por consultoras o empresas privadas:* The Urban Sustainability Index (McKinsey & Company) y Quality of Living Survey (Mercer). Entre los desarrollados y patrocinados por empresas u organizaciones, que tienen como objetivo el análisis de ciertos aspectos

que definen la “inteligencia” de una ciudad, tales como el coste de vida, la sostenibilidad, la calidad de vida o la inversión en espacios verdes, están los siguientes: Green City Index (Siemens), Eco2 Cities (Banco Mundial), The Global City Competitiveness Index (Citi for Cities, de Citigroup), Global Liveability Ranking and Report (Economist Intelligence Unit), The Livable Cities Index (C40 Cities Climate Leadership Group), CDP Cities (Carbon Disclosure Project) y Global City Indicators Facility. Cada uno de estos indicadores difieren en el enfoque, la cobertura y la metodología. En ningún caso ofrecen una visión amplia de las diferentes dimensiones que componen una ciudad, como es el caso del ICIM.

Adicionalmente a estos indicadores a nivel mundial o continental, existen algunos sistemas de indicadores relevantes a nivel de las principales ciudades de un país o región en particular, que, en términos generales, miden la *performance* de un aglomerado urbano vinculado con una única dimensión, o a lo sumo cuatro, generalmente relacionados con el medioambiente, la tecnología, las finanzas públicas, la economía e indicadores demográficos o de salud. Entre los más relevantes pueden mencionarse los siguientes: Toronto Economic Indicators, Indicadores Urbanos Bogotá, British Columbia, Toronto Municipal Performance, Bristol Performance Plan, Cool Indicators Mississauga, Financial Indicators, Berkeley Indicators, Salisbury Performance, Liverpool Performance Office, Prague Indicators, Albuquerque Indicator Office, American City Indicators, Finance Best Practices y Dallas Indicators.

## Cities in Motion: un indicador sintético

El indicador que es objeto del presente estudio, el ICIM, es sintético, y, como tal, es una función de los indicadores parciales disponibles.

El modelo básico en el que se sustenta el proceso de creación del indicador sintético es una agregación ponderada de indicadores parciales que representan cada una de las diez dimensiones que componen el ICIM. Dichas dimensiones han sido seleccionadas para describir la realidad de las ciudades en cuanto a su sostenibilidad y la calidad de vida de sus habitantes, en el presente y en el futuro son las siguientes: Gobernanza y participación ciudadana (a partir de ahora, “Gobernanza”), Planificación urbana, Gestión pública, Tecnología, Medioambiente, Proyección internacional, Cohesión social, Movilidad y transporte, Capital humano, y Economía.

Los indicadores parciales representativos de cada dimensión también se corresponden con la categoría de indicadores sintéticos, que se definen como “agregaciones ponderadas de todos los indicadores seleccionados que representan diferentes factores de cada dimensión”.

La función que calcula los indicadores sintéticos, tanto los subindicadores representativos de cada dimensión como el ICIM, en un modelo ideal, deberían cumplir con ciertas propiedades deseables (Pena, 2009), que hay que procurar tener en consideración a la hora de seleccionar la metodología de cálculo y sus técnicas:

- a) Existencia del indicador y determinación para el conjunto de indicadores parciales.
- b) Monotonía respecto de las variaciones en los componentes parciales; es decir: ante

una variación positiva en alguno de los indicadores parciales, *ceteris paribus*, el indicador sintético debe tener un momento en el mismo sentido.

- c) Unicidad para los componentes parciales, de modo que, para una situación determinada, el indicador sintético arroje un resultado único, para lo que debe cumplirse la propiedad de invariabilidad.
- d) Homogeneidad de grado uno de la función, de forma que, al multiplicar cada indicador parcial por una constante, el indicador sintético quede multiplicado por esa misma constante.
- e) Transitividad, de modo que, dados unos valores del indicador para tres situaciones distintas, la situación 1 sea mejor que la 2; la situación 2, mejor que la 3 (indicador más alto), y la 1, mejor que la 3.
- f) Exhaustividad, en el aprovechamiento de la información que brindan los indicadores parciales, evitando la duplicación de información.

En las próximas secciones se desarrollan las metodologías de cálculo alternativas para el ICIM, así como los indicadores utilizados en cada una de las dimensiones; y las técnicas de estandarización de variables y de reemplazo de valores de variables que, para determinada ciudad o grupo de ciudades, se identifiquen como *missing* a consecuencia de la no disponibilidad de datos.

En la Tabla 1 se presentan las ciudades por regiones para las cuales se elaboró el ICIM.



**Tabla 1**  
**Cobertura geográfica**

África	Asia	Europa occidental
Alejandro (Egipto)	Pekin (China)	Linz (Austria)
El Cairo (Egipto)	Chongqing (China)	Viena (Austria)
Ciudad del Cabo (Sudáfrica)	Cantón (China)	Bruselas (Bélgica)
Durban (Sudáfrica)	Harbin (China)	Copenhague (Dinamarca)
Johannesburgo (Sudáfrica)	Shanghái (China)	Helsinki (Finlandia)
Pretoria (Sudáfrica)	Shenyang (China)	Lille (Francia)
<b>Europa oriental</b>	Shenzhen (China)	Lyon (Francia)
Sofía (Bulgaria)	Suzhou (China)	Marsella (Francia)
Sarajevo (Bosnia-Herzegovina)	Tianjin (China)	Niza (Francia)
Praga (República Checa)	Wuhan (China)	París (Francia)
Budapest (Hungría)	Yakarta (Indonesia)	Berlín (Alemania)
Riga (Letonia)	Osaka (Japón)	Colonia (Alemania)
Varsovia (Polonia)	Tokio (Japón)	Duisburgo (Alemania)
Breslavia (Polonia)	Kuala Lumpur (Malasia)	Fráncfort del Meno (Alemania)
Liubliana (Eslovenia)	Manila (Filipinas)	Hamburgo (Alemania)
Ankara (Turquía)	Moscú (Rusia)	Múnich (Alemania)
Bursa (Turquía)	San Petersburgo (Rusia)	Stuttgart (Alemania)
Estambul (Turquía)	Busan (Corea del Sur)	Atenas (Grecia)
<b>Latinoamérica</b>	Daegu (Corea del Sur)	Dublín (Irlanda)
Buenos Aires (Argentina)	Daejeon (Corea del Sur)	Florenia (Italia)
Córdoba (Argentina)	Seúl (Corea del Sur)	Milán (Italia)
Rosario (Argentina)	Kaohsiung (Taiwán-China)	Nápoles (Italia)
La Paz (Bolivia)	Taichung (Taiwán-China)	Roma (Italia)
Belo Horizonte (Brasil)	Tainan (Taiwán-China)	Turin (Italia)
Brasilia (Brasil)	Taipéi (Taiwán-China)	Amsterdam (Italia)
Curitiba (Brasil)	Bangkok (Tailandia)	Eindhoven (Países Bajos)
Fortaleza (Brasil)	<b>Oriente Medio</b>	Oslo (Noruega)
Porto Alegre (Brasil)	Haifa (Israel)	Lisboa (Portugal)
Recife (Brasil)	Tel Aviv (Israel)	Oporto (Portugal)
Rio de Janeiro (Brasil)	Doha (Qatar)	Barcelona (España)
Salvador (Brasil)	Yida (Arabia Saudita)	Madrid (España)
Sao Paulo (Brasil)	Riad (Arabia Saudita)	Sevilla (España)
Santiago de Chile (Chile)	Abu Dhabi (Emiratos Árabes Unidos)	Valencia (España)
Bogotá (Colombia)	Dubai (Emiratos Árabes Unidos)	Gotemburgo (Suecia)
Calí (Colombia)	<b>Norteamérica</b>	Estocolmo (Suecia)
Medellín (Colombia)	Montreal (Canadá)	Basilea (Suiza)
Santo Domingo (Rep. Dominicana)	Ottawa - Gatineau (Canadá)	Ginebra (Suiza)
Quito (Ecuador)	Toronto (Canadá)	Zúrich (Suiza)
Guadalajara (México)	Vancouver (Canadá)	Birmingham (Reino Unido)
México, D.F. (México)	Baltimore (EE. UU.)	Glasgow (Reino Unido)
Monterrey (México)	Chicago (EE. UU.)	Leeds (Reino Unido)
Lima (Perú)	Dallas (EE. UU.)	Liverpool (Reino Unido)
Montevideo (Uruguay)	Houston (EE. UU.)	Londres (Reino Unido)
Caracas (Venezuela)	Los Ángeles (EE. UU.)	Mánchester (Reino Unido)
<b>Oceanía</b>	Minneapolis-Saint Paul (EE. UU.)	Nottingham (Reino Unido)
Melbourne (Australia)	Nueva York (EE. UU.)	
Sidney (Australia)	Filadelfia (EE. UU.)	
Auckland (Nueva Zelanda)		

## Selección de técnicas de cálculo de indicadores sintéticos

En función de un exhaustivo estudio de las metodologías disponibles, de los antecedentes a nivel mundial en el cálculo de indicadores sintéticos, y teniendo en cuenta sus propiedades deseables, se han seleccionado tres técnicas alternativas de cálculo, cada una de ellas con sus ventajas y desventajas:

- a. Indicadores de ponderadores simples
- b. Participativo
- c. Técnica DP2

### a. Indicadores de ponderadores simples

En la actualidad, una parte importante de los trabajos de creación de indicadores sintéticos utiliza proyecciones lineales unidimensionales que generan medias ponderadas simples, diferenciándose unas de las otras, exclusivamente, en la técnica utilizada para la normalización de los subindicadores que lo componen. Esta metodología está muy difundida por su simplicidad operativa e interpretativa. En este tipo de métodos, cada subindicador tiene asignado el mismo peso relativo, y la ponderación y la agregación se realizan por etapas, de manera que, para el caso del ICIM, se agregan los indicadores dentro de cada dimensión con ponderadores idénticos que suman 1, y en la siguiente etapa, estos indicadores se ponderan también con pesos equivalentes para la creación del ICIM.

Así, el indicador para una dimensión  $i$  obtenido con esta metodología se define así:

$$S_i = w_i NI_{i1} + w_i NI_{i2} + \dots + w_i NI_{in_i} \quad (1)$$

donde  $w = 1/n_i$  es el peso otorgado a los indicadores normalizados;  $NI_{ij}$ , el valor normalizado del indicador  $j$  para la dimensión  $i$ ; y  $n_i$ , la cantidad de indicadores de la dimensión  $i$ .

De la misma manera, se agregarán todas las subdimensiones:

$$\text{Cities in Motion} = q S_1 + q S_2 + \dots + q S_m \quad (2)$$

donde  $q = 1/m$  es el peso otorgado a los indicadores normalizados;  $S_i$ , el valor del indicador sintético para la dimensión  $i$ ; y  $m$ , la cantidad de dimensiones, que en este caso es 10.

El principal problema de este método, además de que no permite asignar pesos diferentes a los indicadores o a las dimensiones, es que el peso real que se le otorga a cada indicador podría no ser igual –como se pretendía–, ya que, si la cantidad de indicadores de cada subdimensión es diferente, el peso de cada indicador individual en el indicador sintético también lo será (Domínguez Serrano y otros, 2011). Así, para el caso de la ecuación (1), podría ocurrir, por ejemplo, que  $n_1 > n_2$ , por lo que el peso relativo de los indicadores de la dimensión 1 será menor al valor de la dimensión 2, al crear el índice de la ecuación (2). En esa línea, al asignarse la misma importancia a todos los indicadores, no se puede corregir el riesgo de que, en caso de existir variables altamente correlacionadas, haya duplicidad de información que pueda distorsionar el modelo.

Como puede deducirse, la aplicación de esta técnica implica necesariamente la normalización o estandarización de variables, cuyas técnicas se describirán en la próxima sección del documento.

La inclusión de esta metodología en el estudio, a pesar de las desventajas ya mencionadas, tiene la justificación práctica de servir como parámetro de comparación de la sensibilidad de los indicadores para la aplicación de técnicas más sofisticadas, las cuales incluyan, por ejemplo, métodos para eliminar la duplicidad de información o para otorgar más relevancia a determinadas dimensiones.

### b. Métodos participativos

Las metodologías basadas en métodos participativos proponen la creación de indicadores sintéticos definidos como sumas ponderadas, donde los pesos relativos o ponderadores se crean a partir de valoraciones

subjetivas de un conjunto de individuos de referencia. Entre los métodos participativos más difundidos cabe destacar el método de opinión pública y el método de panel de expertos (Jesinghaus, 1997; Hermans, Bossche y Wets, 2007). En ambos, las ponderaciones se determinan a partir de puntuaciones medias asignadas por el grupo de individuos, ya sea la comunidad o los expertos, según corresponda. Finalmente, el indicador sintético se calcula agregando los indicadores y las dimensiones con los pesos relativos obtenidos.

Las fórmulas de cálculo en este caso son las siguientes:

$$S_i = w_{i1} NI_{i1} + w_{i2} NI_{i2} + \dots + w_{in} NI_{in} \quad (3)$$

donde  $w_{ij}$  es el peso asignado a los indicadores normalizados;  $NI_{ij}$ , el valor normalizado del indicador  $j$  para la dimensión  $i$ ; y  $n_i$ , la cantidad de indicadores de la dimensión  $i$ .

Y:

$$\text{Cities in Motion} = q_1 S_1 + q_2 S_2 + \dots + q_n S_m \quad (4)$$

donde  $q_i$  es el peso otorgado a los indicadores normalizados;  $S_i$ , el valor del indicador sintético para la dimensión  $i$ ; y  $m$  la cantidad de dimensiones, que en este caso es 10.

Para el caso bajo estudio, en principio podría ser aplicable alguna de estas técnicas, teniendo en consideración las desventajas asociadas a este tipo de técnicas. El primer inconveniente se refiere a la fiabilidad de las ponderaciones, dada la subjetividad inherente a las valoraciones personales; y el segundo se refiere a la consistencia de las puntuaciones individuales, ya que se ha demostrado que es imposible asignar puntuaciones simultáneamente a un sistema de más de 10 indicadores sin incurrir en inconsistencias (Sajeva y otros, 2005).

### c. Técnica DP2

La técnica DP2 es una metodología basada en las distancias –es decir, la diferencia entre un valor dado de un indicador y otro valor tomado como referencia o como objetivo–. Dichas técnicas resuelven el problema de heterogeneidad de las unidades de medida. El uso de algunas de las técnicas de distancias

trae aparejado el cumplimiento de algunas de las principales propiedades de los indicadores antes mencionadas.

Dentro de dichas técnicas, la más utilizada a nivel internacional y la más conveniente, dado el tipo de indicador a calcular y los datos disponibles, es el DP2.

Esta técnica intenta corregir la dependencia entre los indicadores parciales, que aumentaría artificialmente la sensibilidad del indicador ante variaciones en determinado valor parcial. La corrección consiste en aplicar el mismo factor a cada indicador parcial, suponiendo una función lineal de dependencia.

Dados los indicadores parciales, los factores de corrección vienen dados por el complemento del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de cada indicador respecto del resto de indicadores parciales.

Así,  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  son los indicadores parciales, y  $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ , las distancias entre el valor del indicador y un valor de referencia del mismo. El indicador calculado mediante esta técnica vendrá dado por la siguiente fórmula:

$$DP_{2i} = \frac{n}{j=1} \frac{d_{ij}}{\sigma_j} (1 - R_{j,j-1,j-2,\dots,1}^2) \quad (5)$$

donde  $d_{ij}$  es distancia entre el valor del indicador  $j$  de la dimensión  $i$  y la unidad de referencia fijada para el indicador  $j$  de la misma dimensión;  $\sigma_j$ , la desviación típica del indicador  $j$ ;  $R_{j,j-1,j-2,\dots,1}^2$ , el coeficiente de determinación múltiple de la regresión lineal del indicador  $I_j$  respecto de los indicadores que le preceden en el orden de ingreso  $I_s$ , con  $s \in \{j-1, j-2, \dots, 1\}$ , siendo  $R_1^2 = 0$ .

De manera similar, se agregarán las dimensiones para obtener el indicador sintético:

$$\text{Cities in Motion} = \frac{n}{i=1} \frac{d_i}{\sigma_i} (1 - R_{i,i-1,i-2,\dots,1}^2) \quad (6)$$

Las ventajas de esta técnica, la más utilizada entre los indicadores presentados, son las siguientes:

1. No requiere un procedimiento de normalización de variables, puesto que, al

dividir la distancia entre la desviación típica de cada indicador, se expresan los valores en una escala adimensional, de forma que la contribución de cada distancia en el valor del índice es inversamente proporcional a su dispersión.

2. El factor de corrección pondera las diferencias entre los indicadores y sus valores de referencia por la proporción de información “nueva” que proporciona cada indicador al incorporarse a una dimensión (o una dimensión al indicador sintético).
3. Es invariable frente a distintas situaciones de referencia.
4. Es fácil interpretar los resultados.

Sin embargo, con esta metodología, el valor del indicador sintético se ve afectado por el orden en que se van introduciendo los indicadores, algo que puede solucionarse mediante un proceso iterativo que permita establecer un orden en función de la cantidad de información que proporcionan.

## Metodologías de cálculo

### 1. Indicadores

#### Gobernanza

La gobernanza, término utilizado comúnmente para designar la eficacia, la calidad y la buena orientación de la intervención del Estado, se representa en este informe con los siguientes indicadores: índice de fortaleza de los derechos legales (SLR) e índice de percepción de la corrupción (CPI), calculado, este, por la organización Transparency International. El SLR se ha incorporado con signo positivo. Es una función indelegable de los Estados nacionales o locales crear las condiciones y velar por el efectivo cumplimiento de los derechos de los ciudadanos y de las empresas radicadas en su territorio. La percepción sobre el cumplimiento de los derechos legales influye en todos los aspectos de la vida de un país o ciudad, como el ambiente empresarial, los incentivos para la inversión o la seguridad jurídica, entre otros.

Por su parte, la percepción de la corrupción del Gobierno es una manera de medir la calidad de la gobernanza, ya que una percepción de elevada de la corrupción en los estamentos públicos por parte de la sociedad es un indicio de que la intervención del Estado no es eficiente desde el punto de vista de la economía social, debido a que los servicios públicos –entendidos en un sentido amplio– conllevan costes mayores en relación con los que tendrían si la corrupción no existiera. Además, los incentivos para invertir o para asentarse en países o ciudades con una percepción elevada de corrupción serán menores que en otros con bajos niveles, influyendo así negativamente en la sostenibilidad del país o ciudad. Para el caso del ICIM, se toma como indicador explicativo de la dimensión Gobernanza, con signo positivo, debido a la manera de calcular el índice por parte de la organización Transparency International, que le asigna un valor de 0 para países con corrupción elevada y de 100 para países muy transparentes.

#### Planificación urbana

La planificación urbana de una ciudad tiene diversas subdimensiones, y está estrechamente relacionada con la sostenibilidad de una ciudad. Una planificación urbana deficiente provoca una reducción en la calidad de vida de los ciudadanos a medio plazo, y también afecta de modo negativo a los incentivos de inversión, ya que una ciudad sin planificación o con planificación deficiente dificulta y aumenta los costes de logística y de transporte de los trabajadores, entre otros aspectos.

En función de la información disponible, se incorporan como indicadores de esta dimensión medidas de la calidad de la infraestructura sanitaria (ISF), que está altamente correlacionada con la planificación urbana, ya que se puede demostrar que una deficiente planificación deviene indefectiblemente en problemas sanitarios a corto y medio plazo.

Adicionalmente, desde el punto de vista urbanístico-habitacional, una ciudad con una planificación urbana adecuada presenta, en general, escasos o nulos problemas de



hacinamiento en los hogares, ya que normalmente la política de vivienda, en relación con el crecimiento estimado de la población urbana, es un factor determinante en los planes urbanísticos. Por esta razón, dentro de los indicadores explicativos de esta dimensión se consideró, con signo negativo, el número de ocupantes de cada hogar (OCC).

### Gestión pública

La gestión pública se entiende en este trabajo como altamente correlacionada con el estado de las finanzas públicas de una ciudad o país. En este sentido, las cuentas públicas inciden de manera decisiva en la calidad de vida de los ciudadanos y en la sostenibilidad de una ciudad, en cuanto que es determinante del nivel de impuestos presentes y futuros que deben soportar el ciudadano y el sistema productivo; del crecimiento esperado del nivel general de precios; de las posibilidades de inversión pública en infraestructura social básica, y de los incentivos hacia la inversión privada. Además, si el Estado presenta necesidades de fondos, a causa de la debilidad de su hacienda, competirá con el sector privado por los fondos disponibles en el sistema financiero, afectando de esta manera a la inversión.

Los indicadores que representan esta dimensión en este informe son el ratio de impuestos en relación con los beneficios comerciales; el nivel de reservas del banco central, y el nivel de reservas per cápita. El indicador relacionado con el sistema impositivo, que se incorpora con signo negativo con el valor del indicador sintético de esta dimensión, abarca aspectos del estado de las finanzas públicas, ya que, cuanto mayor es la presión impositiva relativa, más débiles son las cuentas públicas de una ciudad.

Por su parte, el nivel de reservas es un indicador de la fortaleza a corto y medio plazo de la hacienda pública, de su capacidad para hacer frente a ciclos económicos cambiantes, y de la solidez y la sostenibilidad de la estructura económica en relación con el Estado.

### Tecnología

La tecnología, como dimensión integrante del ICIM, es un aspecto de la sociedad que mejora la calidad de vida presente, y su nivel de desarrollo o de masificación es un indicador de la calidad de vida alcanzada o potencial de la sociedad. Además, el desarrollo tecnológico es una dimensión que permite a las ciudades ser sostenibles en el tiempo, y mantener o ampliar las ventajas competitivas de su sistema productivo y la calidad del empleo. Una ciudad atrasada tecnológicamente tiene desventajas comparativas con otras urbes, tanto desde el punto de vista de la seguridad, la educación o la salud, que son aspectos fundamentales en la sostenibilidad de la sociedad, como desde el punto de vista del aparato productivo, que tiene como consecuencia funciones de producción anacrónicas, las cuales dificultan la competitividad sin proteccionismo, hecho que repercute de forma negativa en la capacidad de consumo e inversión de la ciudad, además de reducir la productividad laboral.

Los indicadores seleccionados para medir la *performance* de las ciudades en términos de alcance de la tecnología y crecimiento en las ciudades son el número de altas en Internet de banda ancha por cada 100 habitantes (FIS) y un índice de innovación publicado por el Innovation Cities Program (IIC). El primer dato tiene una alta correlación con el avance tecnológico general de una ciudad, ya que es necesario el desarrollo tecnológico de aplicaciones y dispositivos para su utilización eficiente. Por su parte, el índice del IIC se calcula efectuando valoraciones sobre la base de diversos factores de innovación tecnológica en las ciudades, en sectores tales como salud, economía en general o población, entre otros, transformándose en la actualidad en el indicador más completo para medir el grado de desarrollo en innovación de las ciudades, dividido metodológicamente en tres aspectos o dimensiones: bienes culturales, infraestructura humana y mercados interconectados.

### Medioambiente

El desarrollo sostenible de una ciudad puede definirse como “un desarrollo que satisfaga las

necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”<sup>1</sup>. En este sentido, el medioambiente es muy importante, ya que una sostenibilidad en el tiempo que permita satisfacer las necesidades a generaciones futuras está íntimamente relacionada con esta dimensión. Puesto que el ICIM también pretende medir la sostenibilidad de las ciudades, se incluye el medioambiente como uno de los aspectos a medir.

Los indicadores seleccionados para esta dimensión son las emisiones de CO<sub>2</sub>; las mejoras en el suministro de agua como porcentaje del total de la población con acceso a ella (H<sub>2</sub>O); las PM<sub>10</sub>; el índice EPI; y las emisiones de metano (MET).

Como puede deducirse, los dos primeros indicadores seleccionados abarcan mediciones de fuentes de contaminación del aire y de la calidad del agua en las ciudades, que son indicadores de la calidad de vida de sus habitantes; así como la sostenibilidad de su matriz productiva o urbanística. Las emisiones de CO<sub>2</sub> y metano son las principales medidas que se utilizan habitualmente para medir el grado de contaminación del aire, ya que son sustancias que tienen mucho que ver con el efecto invernadero. De hecho, la disminución de los valores de estos indicadores está incluida como objetivo en el Protocolo de Kioto.

Otro indicador muy importante sobre la contaminación del aire en las ciudades son las PM<sub>10</sub>, denominación que corresponde a pequeñas partículas, sólidas o líquidas, de polvo, ceniza, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera y cuyo diámetro es menor de 10 micrómetros, las cuales están formadas, principalmente, por compuestos inorgánicos como silicatos y aluminatos, metales pesados y material orgánico asociado a partículas de carbono (hollín). Este indicador se utiliza mucho en los índices que pretenden medir el estado de contaminación del medioambiente.

---

<sup>1</sup> Definición utilizada en 1987 por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU, creada en 1983.

Finalmente, el EPI (Environmental Performance Index), calculado por la Yale University, es un indicador basado en la medición de dos grandes dimensiones relacionadas con el medioambiente: Salud medioambiental y Vitalidad del ecosistema. La primera se divide en tres subdimensiones: Efectos sobre la salud humana de la polución del aire; Efectos de la calidad del agua sobre la salud humana, y Carga ambiental de las enfermedades. La Vitalidad del ecosistema contiene siete subdimensiones: Efectos sobre el ecosistema de la polución del aire; Efectos sobre el ecosistema de la calidad del agua; Biodiversidad y hábitat; Forestación; Peces; Agricultura, y Cambio climático. Dada la completitud de este indicador –pues abarca casi todos los aspectos referidos a la medición del estado y la evolución del medioambiente en una ciudad, complementada por los otros cuatro indicadores que incorpora el ICIM–, se considera que la dimensión Medioambiente tiene una representación proporcionada.

Los indicadores que representan las PM<sub>10</sub> y las emisiones de CO<sub>2</sub> y metano son considerados con signo negativo en el indicador de la dimensión, mientras que el resto de los indicadores tienen efecto positivo sobre el medioambiente.

### Proyección internacional

Las ciudades pueden tener más o menos proyección internacional en relación con otra de un mismo país, pero no es independiente del grado de apertura del suyo. Esta dimensión pretende incluir esas diferencias y medir la proyección internacional de las ciudades, en función del turismo internacional y de la posibilidad que cada una ofrece de realizar congresos y reuniones de carácter internacional, dada la restricción de información actual.

En este sentido, se han incluido los siguientes indicadores: llegada de turistas internacionales (ITA); número de pasajeros por aerolíneas (AEP), y número de reuniones (MIT), según datos de la International Meeting Congress and Convention Association. Este último es un importante indicador de la proyección internacional de una ciudad, habida cuenta de



que estos eventos habitualmente tienen lugar en ciudades que cuentan con hostelería internacional, salas especialmente acondicionadas para tales fines, buena frecuencia de vuelos internacionales, y medidas de seguridad adecuadas.

### Cohesión social

La cohesión social es una dimensión sociológica de las ciudades, definida como el grado de consenso de los miembros de un grupo social o la percepción de pertenencia a un proyecto o situación común. Es una medida de la intensidad de la interacción social dentro del grupo. Siguiendo la forma de medir la cohesión social adoptada por los distintos indicadores disponibles, se han seleccionado los siguientes indicadores: el número de muertes cada 1.000 habitantes (QEP); el coeficiente de Gini (GIN); la tasa de desempleo (UER), y el gasto en vivienda en millones de dólares constantes por habitante en el 2013 (CEV).

Esta selección de indicadores pretende incorporar todas las subdimensiones sociológicas que tiene la cohesión social. Por ejemplo, la salud y la expectativa de futuro de la sociedad se mide, en este caso, con el número de muertes cada 1.000 habitantes con signo negativo; el empleo es un aspecto fundamental en las sociedades, hasta el punto de que su falta puede romper el consenso o el contrato social implícito, según la evidencia histórica, por lo que la tasa de desempleo se incorpora con signo negativo en la creación del indicador de esta dimensión. El GIN es una medida de desigualdad social que asume valores que van desde 0, para el caso de una distribución de los ingresos perfectamente equitativa, hasta 1, en el caso de una distribución nada equitativa, por lo que se incorpora al indicador de la dimensión Cohesión social con signo negativo, ya que un mayor valor del índice (es decir, una mayor inequidad social) influye negativamente en la cohesión, de forma similar a como lo hace el desempleo.

Por su parte, el gasto de consumo en vivienda per cápita está relacionado de forma positiva con el indicador de esta dimensión, ya que la posibilidad de tener acceso a un mayor consumo, por encima de los valores de

subsistencia, aumenta los incentivos para pertenecer a la sociedad de una determinada ciudad; a su vez, si se comparan ciudades similares, un mayor gasto en vivienda es un indicio del grado de arraigo de los ciudadanos y del sentido de pertenencia a la ciudad donde decidieron radicar sus hogares.

### Movilidad y transporte

La movilidad y el transporte, tanto en lo que respecta a la infraestructura de carreteras y rutas como al parque automovilístico y al transporte público, afectan a la calidad de vida de los habitantes de una ciudad y pueden ser vitales en la sostenibilidad de las urbes a lo largo del tiempo. Sin embargo, quizá el aspecto más importante no sea este, sino las externalidades que generan en el sistema productivo, tanto por la necesidad de desplazamiento de la fuerza laboral como por la necesidad de salida de la producción. En consecuencia, y siempre en función de los indicadores disponibles, se consideraron como representativos de esta dimensión los índices de la *performance* de la logística tanto de aspectos comerciales y de infraestructura relacionada con el transporte (LGT) como de la logística en general (LGP) –tal como se muestra en la Tabla 1– como medida de los efectos que podría tener esta dimensión sobre el proceso productivo y, por ende, sobre el empleo, los ingresos y la calidad de vida de los ciudadanos. Y como medida de la eficiencia y la seguridad de las carreteras y del transporte público –que, si es eficaz y con buena infraestructura, fomenta el descenso del tráfico vehicular en las carreteras– se incluyó, con signo negativo, el número de muertes por accidentes de tráfico, revelados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), ponderados por el número de habitantes y de vehículos de cada ciudad.

### Capital humano

En esta dimensión se tomaron como representativos los indicadores relacionados con el flujo de estudiantes internacionales en cada ciudad o país (IFS); el consumo en bienes y servicios de entretenimiento (CER); y el máximo nivel de estudios alcanzados. Si bien el capital

humano presenta factores que lo hacen mucho más amplio de lo que puede medirse con estos indicadores, hay consenso internacional en que el nivel educativo y el acceso a la cultura son componentes insustituibles en la medición del capital humano. De hecho, uno de los pilares del desarrollo humano es el capital humano, y teniendo en cuenta que el índice de desarrollo humano publicado anualmente por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) incluye la educación y la cultura como dimensiones, es válido tomar estos indicadores como explicativos de las diferencias en Capital humano en una ciudad o país.

En el caso del ICIM, se consideran con signo positivo la población con estudios superiores (HEP) y secundarios (SEP), y el IFS; y con signo negativo, la población cuyo máximo nivel de estudios es primario (PEP). Además, como medida del acceso a la cultura, se considera el gasto en bienes y servicios de entretenimiento con relación directa con el indicador.

### Economía

Los indicadores utilizados para representar la dimensión Economía de la *performance* de las ciudades son los siguientes<sup>2</sup>: el tiempo que se requiere para iniciar un negocio, medido en días; el producto interior bruto (GDP) en millones de dólares a precios constantes del 2012; la productividad, medida en dólares según la fuerza laboral (LPR); y el índice de actividad emprendedora temprana (TEA), definido como el porcentaje de la población de entre 18 y 64 años que es empresario incipiente o propietario/administrador de un nuevo negocio (no más de 42 meses).

Teniendo en consideración que el ICIM pretende medir, a través de múltiples dimensiones, la sostenibilidad hacia el futuro de las principales ciudades del mundo y la calidad de vida de sus habitantes, el GDP real es una medida del poder económico de la ciudad y de los ingresos de sus habitantes, que es, a su vez, una importante medida de la calidad de vida en las ciudades. En numerosos

estudios se considera el GDP como la única o la más importante medida de la *performance* de una ciudad o país. Sin embargo, en el presente informe no se considera como excluyente ni como la más relevante, ya que se considera un indicador más dentro de una de las diez dimensiones del ICIM. Así, su participación en el total es similar a la de otros indicadores, si no igual, según la técnica que se aplique. Por ejemplo, una ciudad con un GDP elevado o relativamente alto, si no tiene una buena *performance* en otros indicadores, puede no estar ubicada entre los primeros puestos. Así, una ciudad muy productiva, pero con problemas de transporte, desigualdad, finanzas públicas débiles o un proceso productivo que utilice tecnología contaminante, probablemente no ocupe los primeros puestos del *ranking*.

Por su parte, la LPR es una medida de la fortaleza, la eficiencia y el nivel tecnológico del sistema productivo, que, en lo que respecta a la competitividad local e internacional, repercutirá, evidentemente, en los salarios reales, en la renta del capital, en los beneficios empresariales – razón por la que es muy relevante considerarla en la dimensión Economía, ya que las distintas productividades pueden explicar diferencias en la calidad de vida de los trabajadores de una ciudad–, y en la sostenibilidad en el tiempo del sistema productivo.

Los otros dos indicadores seleccionados como representativos de esta dimensión permiten medir algunos aspectos del panorama empresarial de una ciudad, como el tiempo requerido para iniciar un negocio o la capacidad y las posibilidades emprendedoras de sus habitantes (como el TEA). Estos dos últimos miden la capacidad de sostenibilidad en el tiempo de una ciudad y la capacidad potencial de mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

En la Tabla 2 se describen, a modo de resumen, los indicadores utilizados en cada una de las dimensiones, su descripción, sus unidades de medida, y las fuentes de información.

<sup>2</sup> Las siglas utilizadas para referirnos a los diferentes indicadores vienen de sus denominaciones en inglés.

**Tabla 2**  
**Indicadores**

Indicador	Sigla	Unidad de medida/Descripción	Dimensión/Clúster	Fuente
Time Required to Start a Business	TSB	Días	Economía	Banco Mundial
Total GDP	GDP	Millones de USD a precios del 2012	Economía	Passport
Labour Productivity	LPR	USD/persona ocupada	Economía	Passport
Total Early Stage Entrepreneurial Activity	TEA	Porcentaje de población de 18-64 años	Economía	Global Entrepreneurship Monitor
International flows of mobile students at the tertiary level	IFS	Número de personas	Capital humano	UNESCO
Population by Educational Attainment [Higher]	HEP	Miles de personas	Capital humano	Passport
Population by Educational Attainment [Secondary]	SEP	Miles de personas	Capital humano	Passport
Population by Educational Attainment [Primary]	PEP	Miles de personas	Capital humano	Passport
Consumer Expenditure on Leisure and Recreation per capita	CER	Millones de USD/habitante a precios del 2012	Capital humano/Clúster País	Passport
Strength of Legal Rights Index	SLR	Índice (de 0 = bajo a 10 = alto)	Gobernanza	Banco Mundial
Corruption Perceptions Index	CPI	Índice (de 0 = muy corrupto a 100 = muy transparente)	Gobernanza	Transparency International
Fixed broadband Internet Subscribers	FIS	Número de altas/100 habitantes	Tecnología	Banco Mundial
Innovation Cities Index	IIC	Índice (de 0 = sin innovación a 60 = mucha innovación)	Tecnología	Innovation Cities Program
Road Traffic Deaths per capita, by car	RTD	Número de muertes en accidentes/habitante/vehículo	Movilidad y transporte	Global Health Observatory
Logistics Performance Index: Overall	LGP	Índice (de 1 = bajo a 5 = alto)	Movilidad y transporte	Banco Mundial
Logistics Performance Index: Trade	LGT	Índice (de 1 = bajo a 5 = alto)	Movilidad y transporte	Banco Mundial
CO <sub>2</sub> emissions (kt)	CO <sub>2</sub>	kt	Medioambiente	Banco Mundial
PM10 24 Hour Meanmicrograms per cubic meter	PM10	Microgramos por metro cúbico (media diaria)	Medioambiente	Passport
Methane emissions	MET	kt de CO <sub>2</sub> equivalentes	Medioambiente	Banco Mundial
Improved water source, urban (% of urban population with access)	H <sub>2</sub> O	Porcentaje del total de población urbana con acceso	Medioambiente	Banco Mundial
Environmental Performance Index	EPI	Índice (de 1 = malo a 100 = bueno)	Medioambiente	Yale University
Unemployment Rate	UER	Porcentaje de población activa	Cohesión social	Passport
Gini Index	GIN	Índice (desde 0 hasta 100)	Cohesión social	Passport
Consumer Expenditure on Housing per capita	CEV	Millones de USD/habitante a precios del 2012	Cohesión social/Clúster País	Passport
Death	QEP	Miles de personas	Cohesión social	Passport
Airline Passengers	AEP	Miles de pasajeros	Proyección internacional	Passport



Indicador	Sigla	Unidad de medida/Descripción	Dimensión/Clúster	Fuente
International Tourist Arrivals	ITA	Miles de turistas	Proyección internacional	Passport
Numbers of Meetings	MIT	Número de reuniones	Proyección internacional	International Meeting Congress and Convention Association
Improved sanitation facilities (% of population with access)	ISF	Porcentaje de población con acceso	Planificación urbana	Banco Mundial
Occupants per Household	OCC	Número de personas/hogar	Planificación urbana	Passport
Total reserves	RBCT	Millones de USD corrientes	Gestión pública	Banco Mundial
Total reserves per capita	RBCH	Millones de USD corrientes/habitante	Gestión pública	Banco Mundial
Total tax rate (% of commercial profits)	TAX	Porcentaje de beneficios comerciales	Gestión pública	Banco Mundial
Consumer Expenditure on Hotels and Catering per capita	CEH	Millones de USD/habitante a precios del 2012	Clúster País	Passport
Annual Disposable Income	DIN	Millones de USD a precios del 2012	Clúster Ciudad	Passport
Households	HOU	Miles de hogares	Clúster Ciudad	Passport
Average Household Annual Disposable Income by Decile (Decil 1)	DE1	USD 2012	Clúster Ciudad	Passport
Average Household Annual Disposable Income by Decile (Decil 2)	DE2	USD 2012	Clúster Ciudad	Passport
Average Household Annual Disposable Income by Decile (Decil 3)	DE3	USD 2012	Clúster Ciudad	Passport
Average Household Annual Disposable Income by Decile (Decil 4)	DE4	USD 2012	Clúster Ciudad	Passport
Average Household Annual Disposable Income by Decile (Decil 5)	DE5	USD 2012	Clúster Ciudad	Passport
Average Household Annual Disposable Income by Decile (Decil 6)	DE6	USD 2012	Clúster Ciudad	Passport
Average Household Annual Disposable Income by Decile (Decil 7)	DE7	USD 2012	Clúster Ciudad	Passport
Average Household Annual Disposable Income by Decile (Decil 8)	DE8	USD 2012	Clúster Ciudad	Passport
Average Household Annual Disposable Income by Decile (Decil 9)	DE9	USD 2012	Clúster Ciudad	Passport
Average Household Annual Disposable Income by Decile (Decil 10)	DE10	USD 2012	Clúster Ciudad	Passport
Employment Rate	EMP	Porcentaje	Clúster País	Passport
Consumer Expenditure on Education per capita	CEE	Millones de USD/habitante a precios del 2012	Clúster País	Passport
Consumer Expenditure on Health Goods and Medical Services per capita	CEM	Millones de USD/habitante a precios del 2012	Clúster País	Passport



## 2. Periodo base

En función de la información disponible, y de criterios relativos de estabilidad económica y social, se ha seleccionado como periodo base el año 2011.

## 3. Normalización de variables

En caso de que la técnica utilizada requiera la normalización o estandarización de variables para unificar las unidades de medida del cúmulo de variables incluidas en el modelo, se procede a convertir los indicadores a una escala común con una media de 0 y una desviación estándar de 1.

Para el caso de la técnica DP2, como se deduce de la propia descripción de la técnica dada en la sección anterior, no es necesaria la estandarización, ya que el mismo método está basado en distancias relativas, normalizando, por sí solo, los valores de las variables.

## 4. Asignación de valores missing. Clústeres

Dado que el ICIM es un índice de ciudades, que se calcula para una serie de años, pueden existir tres potenciales valores inexistentes o “missing”:

- a. Valores inexistentes de una variable para una ciudad o grupo de ciudades determinado, en un año concreto, pero con valores válidos para otros años de la serie considerada. En este caso, la asignación de los valores *missing* se realiza mediante una extrapolación lineal simple por la media o una interpolación de valores de todas las ciudades para la que existe el problema, utilizando los datos de la misma variable para los periodos de los que se tienen datos.
- b. Valores inexistentes de una variable para cualquier ciudad, pero con valores válidos a nivel del país al que pertenece geográficamente cada una, como es el caso de las variables que tienen como fuente la base de datos del Banco Mundial. En estos

casos, según la variable de que se trate, se asigna el mismo valor de la variable a nivel país para cada una de las ciudades, o se distribuye entre las ciudades de cada país mediante alguna otra variable relacionada teóricamente<sup>3</sup>.

- c. Valores inexistentes de una variable para una ciudad o grupo de ciudades determinado, en todo el periodo considerado. En este caso, pueden darse dos situaciones:
  - I. Los valores *missing* corresponden a una variable para la cual existen datos válidos para otro grupo de ciudades.
  - II. Los valores *missing* corresponden a una variable para la cual existen datos válidos a nivel país.

En ambos casos se utilizará para la asignación de valores la técnica de clústeres que se describe a continuación, con la diferencia de que, en el supuesto II, posteriormente se debe aplicar la técnica descrita en el punto b.

Para la asignación en los supuestos del punto c., se utiliza el método de clústeres de tipo jerárquico, utilizando promedios ponderados (*weighted-average hierarchical cluster analysis*).

Los métodos de clústeres jerárquicos consisten en agrupar clústeres y formar uno nuevo o disociar alguno ya existente para formar otros dos, de manera que, si sucesivamente se va efectuando este proceso, se minimice alguna distancia o se maximice alguna medida de similitud, para, finalmente, asignar al valor *missing* un valor promedio de la misma variable para las ciudades “similares”, según los criterios de clusterización.

Los métodos jerárquicos se subdividen en disociativos y aglomerativos, con gran número de estrategias o variantes en cada una de estas subdivisiones.

---

<sup>3</sup> Tal es el caso del consumo en entretenimiento, consumo del hogar, accidentes de tráfico y reservas financieras de la ciudad.

Para el caso bajo estudio, se utilizará la técnica jerárquica aglomerativa, que comienza con tantos aglomerados como ciudades haya, y se van constituyendo grupos de forma ascendente, con criterios de minimización de distancias entre los elementos que integren cada aglomerado, hasta que quede conformado un solo grupo. De esta forma se puede conformar un dendrograma, herramienta que permite determinar el número de grupos óptimos en los que detener el proceso iterativo.

La técnica utilizada en este proceso iterativo es la denominada “clúster de medias ponderadas” (*cluster weighted-average linkage*), que agrupa, en cada fase, los clústeres que tengan menor distancia promedio ponderada. La distancia

utilizada en esta técnica es la euclidiana. Los ponderadores o pesos se determinan en función de la cantidad de elementos que contienen los clústeres que se aglomeran en cada paso iterativo.

Así, dados dos clústeres  $C_i$  y  $C_j$ , y suponiendo que el clúster  $C_i$  está formado por dos clústeres,  $C_{i1}$  y  $C_{i2}$ , provenientes del paso anterior del proceso, con  $n_{i1}$  y  $n_{i2}$  elementos cada uno, siendo  $n_i = n_{i1} + n_{i2}$  el número de elementos u observaciones de  $C_i$ , y  $n_j$ , el número de elementos de  $C_j$ , la distancia promedio ponderada será –notando  $x_i \in C_i$ ;  $x_{i1} \in C_{i1}$ ;  $x_{i2} \in C_{i2}$ ,  $x_j \in C_j$ , y  $d(C_i, C_j)$  como la media euclidiana de las distancias– la siguiente:

$$\begin{aligned} d(C_i, C_j) &= \frac{1}{(n_{i1}+n_{i2})n_j} \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} d(x_i, x_j) = \\ &= \frac{1}{(n_{i1}+n_{i2})n_j} \sum_{i=1}^{n_{i1}} \sum_{j=1}^{n_j} d(x_{i1}, x_j) + \frac{1}{(n_{i1}+n_{i2})n_j} \sum_{i=1}^{n_{i2}} \sum_{j=1}^{n_j} d(x_{i2}, x_j) = \\ &= \frac{n_{i1}}{(n_{i1}+n_{i2})n_j n_{i1}} \sum_{i=1}^{n_{i1}} \sum_{j=1}^{n_j} d(x_{i1}, x_j) + \frac{n_{i2}}{(n_{i1}+n_{i2})n_j n_{i2}} \sum_{i=1}^{n_{i2}} \sum_{j=1}^{n_j} d(x_{i2}, x_j) = \\ &= \frac{n_{i1}}{(n_{i1}+n_{i2})n_j n_{i1}} d(C_{i1}, C_j) + \frac{n_{i2}}{(n_{i1}+n_{i2})n_j n_{i2}} d(C_{i2}, C_j) \quad (7) \end{aligned}$$

Con lo cual, la distancia  $d(C_i, C_j)$  es el promedio ponderado de las distancias de cada uno de los dos clústeres previos,  $C_{i1}$  y  $C_{i2}$ , con respecto del clúster  $C_j$ .

Las variables utilizadas para conformar los clústeres y el número de grupos formados se

especificarán a medida que se desarrolle el proceso de cálculo de los indicadores sintéticos.

## Proceso de cálculo

### 1. Etapa inicial: valores missing

Como ya hemos comentado antes, existen tres casos de valores *missing*. Para el caso de valores inexistentes de una variable para una ciudad o grupo de ciudades determinado, en un año concreto pero con valores válidos para otros años de la serie considerada, se realiza la interpolación o extrapolación de valores, de forma que, tomando una variable  $x$ , para la que no existen datos para el periodo  $t$ , el valor asignado a ese periodo será:

$$X_t = (X_{t-1} + X_{t+1})/2 \text{ interpolación} \quad (8)$$

$$X_t = (X_{t-2} + X_{t-1})/2 \text{ extrapolación} \quad (8.1)$$

En el segundo supuesto, cuando hay valores inexistentes para cualquier ciudad o grupo de ciudades, pero con valores válidos a nivel del país al que pertenece geográficamente la ciudad, como es el caso de las variables que tienen como fuente la base de datos del Banco Mundial, se procedió a asignar el valor de la variable a nivel país para todas las ciudades

pertenecientes a él geográficamente. Existen tres casos especiales: a) la variable “muertes por accidentes de tráfico” (RTD), que solo contiene datos a nivel país y donde la asignación de los valores a cada ciudad se realizó según la proporción de población de la ciudad respecto del país; b) la variable “número de altas en Internet de banda ancha”, de la que solo se tienen datos a nivel país y que asignó a cada ciudad una parte del total de su país, utilizando también el ratio población ciudad/población país; y c) la cantidad de reservas del Banco Central, que se asigna a cada ciudad según su participación de GDP en la misma, respecto del total del país, como medida de importancia económica de cada jurisdicción subnacional.

En el tercer caso de valores *missing*, cuando hay valores inexistentes de una variable para una ciudad o grupo de ciudades determinado, en todo el periodo considerado, se aplicó la técnica de clústeres descrita anteriormente. Las variables utilizadas para conformar cada clúster o determinar la pertenencia o similitud de ciudades son las siguientes:

#### Clústeres Ciudades:

- Ingreso disponible anual para el año base, en millones de dólares constantes (DIN), a precios del 2012, per cápita.
- Ingreso disponible promedio por hogar para cada uno de los diez deciles en dólares constantes (10 variables: DE1-DE10).
- Número de hogares (HOU), en miles, per cápita.

#### Clústeres Países:

- Tasa de desempleo (UER).
- Consumo de servicios de educación, per cápita (CEE).
- Consumo de servicios de salud, per cápita (CEM).
- Consumo de hoteles y restauración, per cápita (CEH).
- Gastos de vivienda, per cápita (CEC).

- Consumo de gasto en bienes y servicios de entretenimiento, per cápita (CER).

Una vez conformados los clústeres, se le asigna la media de la variable que contiene el valor *missing* para el agrupamiento que engloba a la ciudad para la que no existía valor válido en esa misma variable. Cabe destacar que este proceso de cálculo es común para todos los métodos.

#### a) Método de ponderaciones simples: cálculo

La metodología de cálculo del índice mediante este método se realiza en etapas, que se detallan a continuación:

##### Etapa I: normalización

Como se señalara anteriormente, el método de ponderaciones simples requiere de la previa normalización de variables. En este caso se utilizó la técnica *z-scores*:

$$Z_x = \left( \frac{x - \bar{x}}{\sigma_x} \right) \quad (9)$$

donde  $Z_x$  es el valor estandarizado de la variable  $x$ ;  $\bar{x}$  es la media de la variable  $x$  para la totalidad de las ciudades y años disponibles; y  $\sigma_x$  es la desviación estándar de la variable  $x$ .

##### Etapa II: cálculo del índice sintético para cada dimensión

Con los valores estandarizados, se procede a calcular los indicadores sintéticos de cada dimensión para cada una de las ciudades, ponderando con pesos iguales cada variable, según se explicó anteriormente; es decir, que el ponderador de cada variable será  $1/nd$ , donde  $nd$  es la cantidad de indicadores que contiene el índice sintético de la dimensión  $d$ . La fórmula aplicada para el indicador en escala *z-scores*, para el periodo  $t$ , es la siguiente:

$$I_{d,t} = \sum_{i=1}^{n_d} x_{i,d} w_d \quad (10)$$

donde  $I_{d,t}$  es el indicador sintético en escala *z-scores*, para la dimensión  $d$  en el periodo  $t$ ;  $x_{i,d}$  es la variable  $i$  de la dimensión  $d$ ; y  $w_d$  es

el ponderador idéntico para cada variable de la dimensión  $d$ .

### Etapa III: cálculo del ICIM

Una vez obtenidos los 10 indicadores sintéticos para cada una de las dimensiones del ICIM en escala  $z$ -scores, se procede al cálculo del mismo, como una suma ponderada de los indicadores de las dimensiones ( $I_{d,t}$ ), cuyo pesos relativos serán idénticos e iguales a 0,10. Así, la fórmula de cálculo del indicador sintético para el periodo  $t$  es:

$$CIM_t = 0,10 \cdot \sum_{d=1}^{10} I_{d,t} \quad (11)$$

### b) Técnica DP2: cálculo

Etapa I: cálculo de índice sintético para cada dimensión

Como se explicó en secciones anteriores, el uso de la técnica DP2 exige de la normalización de variables, puesto que la propia fórmula de cálculo está basada en distancias corregidas por la desviación estándar. Pero el orden en que se incorporan las variables al indicador puede influir en el valor del índice, debido a la fórmula de cálculo de los ponderadores.

La fórmula de cálculo de los indicadores sintéticos de cada dimensión  $d$  para el periodo  $t$  es la siguiente:

$$ID_{d,t} = \sum_{j=1}^n \frac{d_{djt}}{\sigma_j} (1 - R_{jj-1,j-2,\dots,1}^2) \quad (12)$$

donde  $d_{ij}$  es la distancia entre el valor de la variable  $x_j$  de la dimensión  $d$  y la unidad de referencia fijada para la variable  $x_j$  de la misma dimensión, que en este caso es el valor mínimo de cada variable, para que los valores de la distancia  $d$  sean positivos;  $\sigma_j$  es la desviación típica de la variable  $x_j$ ;  $R_{j,j-1,j-2,\dots,1}^2$ , los coeficientes de determinación múltiple de la regresión lineal de la variable  $x_j$  respecto de las variables  $x_s$ , con  $s \in \{j-1, j-2, \dots, 1\}$  siendo  $R_1^2 = 0$ . Las regresiones de las que surgen los  $R_{j,j-1,j-2,\dots,1}^2$ , para cada dimensión  $d$ , se calculan en etapas sucesivas con los siguientes modelos:

$$x_{2_d} = x_{1_d} \beta_{1_d} + \mu_{2_d} \quad (13)$$

$$x_{3_d} = x_{1_d} \beta_{1_d} + x_{2_d} \beta_{2_d} + \mu_{3_d} \quad (14)$$

:

$$x_{n_d} = x_{1_d} \beta_{1_d} + x_{2_d} \beta_{2_d} + \dots + x_{n_d} \beta_{n_d} + \mu_{n_d} \quad (15)$$

Los subíndices  $1, 2, 3, \dots, n$  representan el orden en que fueron incluidas las variables en cada etapa para el cálculo de los ponderadores. Para establecer el orden se tuvo en consideración la relevancia teórica que cada variable tiene para medir cada dimensión. El orden es el siguiente:

#### Gobernanza

(1) Índice de percepción de la corrupción; (2) índice de fortaleza de los derechos legales.

#### Planificación urbana

(1) Número de ocupantes por hogar; (2) instalaciones sanitarias mejoradas (% del total de la población con acceso).

#### Gestión pública

(1) Ratio de impuestos (% del beneficio comercial); (2) total de reservas del Banco Central per cápita; (3) total de reservas del Banco Central.

#### Tecnología

(1) Innovation Cities Index; (2) número de altas en Internet de banda ancha (cada 100 habitantes).

#### Medioambiente

(1) EPI; (2) emisiones de CO<sub>2</sub>; (3) emisiones de metano; (4) mejoras en el suministro de agua como porcentaje del total de la población con acceso; (5) PM10.

#### Proyección internacional

(1) Número de pasajeros por aerolíneas; (2) miles de turistas internacionales; (3) número de reuniones, congresos y conferencias.

**Cohesión social**

(1) Coeficiente de Gini; (2) tasa de desempleo; (3) gasto en vivienda; (4) número de muertes (cada 1.000 habitantes).

**Movilidad y transporte**

(1) Muertes en accidentes de tráfico; (2) índice de *performance* de la logística en general; (3) índice de la *performance* de la logística en aspectos comerciales y de infraestructura relacionada con el transporte.

**Capital humano**

(1) Consumo en gasto en bienes y servicios de entretenimiento; (2) población con estudios superiores; (3) población con estudios secundarios; (4) población con estudios primarios; (5) flujo internacional de estudiantes de niveles superiores.

**Economía**

(1) GDP en millones de dólares constantes; (2) productividad laboral; (3) índice de actividad emprendedora temprana; (4) tiempo para iniciar un negocio en días.

**Etapas II: cálculo del ICIM**

De la misma manera que en la etapa anterior, el cálculo del ICIM se realiza aplicando la fórmula de la técnica DP2, donde, en este caso, los indicadores sintéticos de cada dimensión se ponderan por el factor  $(1 - R_{j,j-1,j-2,\dots,1}^2)$ .

$$CIM_t = \prod_{j=1}^{10} \frac{d_{jt}}{\sigma_j} (1 - R_{10,9,8,\dots,1}^2) \quad (16)$$

donde  $d_{jt}$  es la distancia entre el valor del indicador sintético de la dimensión  $j$  para el periodo  $t$  ( $ID_{jt}$ ) y el valor mínimo de ese indicador;  $\sigma_j$ , la desviación típica del indicador sintético de la dimensión  $j$ ;  $R_{10,9,8,\dots,1}^2$ , los coeficientes de determinación múltiple de la regresión lineal del indicador de la dimensión  $j$ , respecto de los indicadores  $ID_s$ , con  $s \in \{9,8,7,\dots,1\}$  siendo  $R_1^2 = 0$ . Las regresiones cuyos  $R^2$ , se toman para calcular los ponderadores del ICIM se calculan también en etapas sucesivas, con los siguientes modelos:

$$ID_2 = ID_1 \beta_1 + \mu_1 \quad (17)$$

$$ID_3 = ID_1 \beta_1 + ID_2 \beta_2 + \mu_2 \quad (18)$$

⋮

$$ID_{10} = ID_1 \beta_1 + ID_2 \beta_2 + \dots + ID_9 \beta_9 + \mu_9 \quad (19)$$

El orden en que fueron incluidos los indicadores de cada dimensión, así como su peso relativo  $(1 - R_j^2)$  en el ICIM, son los siguientes:

1. Economía: 1
2. Capital humano: 0,4794
3. Movilidad y transporte: 0,6290
4. Medioambiente: 0,7040
5. Cohesión social: 0,6317
6. Proyección internacional: 0,6731
7. Tecnología: 0,3057
8. Planificación urbana: 0,2572
9. Gestión pública: 0,8818
10. Gobernanza: 0,3321

Si bien el orden en que se incorpora cada índice sintético de cada dimensión influye en el valor del ICIM, los estudios de sensibilidad realizados concluyen que no existen variaciones significativas en el mismo.

**c) Método mixto DP2-Participativo: cálculo**

Este método combina dos técnicas descritas anteriormente: el DP2 y la técnica de participación. La Etapa I, donde se calculan los indicadores sintéticos de cada dimensión, es idéntica al DP2.

La Etapa II, correspondiente al cálculo final ICIM, también es una agregación de los indicadores sintéticos de cada una de las dimensiones, con la misma fórmula que en el DP2; pero los valores de los pesos asignados a cada uno de ellos  $(1 - R_{10,9,8,\dots,1}^2)$  se asignan según criterios subjetivos, teniendo en consideración los siguientes aspectos:

- a. Los indicadores sintéticos de dimensión que corresponden, creados con variables o indicadores parciales para los que solo existen datos disponibles a nivel país, tienen una menor ponderación. Asimismo,

aquellos indicadores sintéticos que son combinaciones de variables con datos a nivel ciudad con otras a nivel país tendrán mayor peso que los primeros, pero menor ponderación que los que son agregaciones de variables con datos a nivel ciudad exclusivamente.

- b. Cuanto mayor sea la cantidad de variables con información completa que posea una dimensión, mayor ponderación tendrá el indicador sintético que la represente en el cálculo del ICIM.

Siguiendo estos criterios, los pesos relativos utilizados para el cálculo son los siguientes:

1. Economía: 1,00
2. Capital humano: 0,70
3. Movilidad y transporte: 0,90
4. Medioambiente: 0,60
5. Cohesión social: 0,90
6. Proyección internacional: 0,50
7. Tecnología: 0,90
8. Gestión pública: 0,05
9. Planificación urbana: 0,80
10. Gobernanza: 0,50

## II. Etapa final: cambio de escala de los indicadores

Como consecuencia de los procedimientos adoptados, que se describieron anteriormente, tanto los indicadores sintéticos de cada dimensión como el ICIM están expresados en valores correspondientes a las normalizaciones (*z-scores*, para el caso de los indicadores calculados por el método de ponderaciones simples, y distancia respecto del valor mínimo corregido por la desviación estándar, en el caso del DP2). Sin embargo, es recomendable expresarlos en una escala que permita apreciar de forma más intuitiva las diferencias entre cada valor del indicador, favoreciendo la interpretación de los resultados y valores, así como las diferencias que existen entre los valores de los indicadores entre las distintas ciudades y su evolución en el tiempo.

Para modificar la escala de cada indicador, se consideró su valor máximo para el año base (2011) y se le asignó el numeral 100, y el numeral 0 para el valor mínimo del mismo indicador para el mismo periodo.

La transformación de la escala para el indicador sintético de la dimensión  $d$ , para la ciudad  $i$ , se realiza mediante las siguientes etapas sucesivas:

- (1) Se calculan valores auxiliares de los indicadores, de modo que

$$ID_{d,0}^{a,i} = ID_{d,0}^i - ID_{d,0}^{min,i} \quad (20)$$

Es decir, que el valor auxiliar de cada indicador de la dimensión  $d$ , para la ciudad  $i$  y el año base, es igual al valor del indicador de la misma dimensión, para la misma ciudad y año, expresado en escala normalizada, más el valor absoluto del mínimo valor que asuma ese indicador en el año base.

- (2) A partir de este indicador auxiliar se calcula el valor final del indicador  $ID_{d,0}^{f,i}$ :

$$ID_{d,0}^{f,i} = \frac{ID_{d,0}^{a,i}}{ID_{d,0}^{max}} \cdot 100 \quad (21)$$

donde  $ID_{d,0}^{f,i}$  es el indicador sintético final de la dimensión  $d$ , para la ciudad  $i$  y en el periodo base;  $ID_{d,0}^{a,i}$  es el indicador auxiliar de la dimensión  $d$ , para la ciudad  $i$ , calculado según (19); y  $ID_{d,0}^{max}$  es el valor máximo que asume el indicador en valores normalizados para el año base, en la dimensión  $d$ . Esta etapa también es común para todas las técnicas de cálculo del índice.

Etapa III: selección de ciudades a incluir en el cálculo

Durante el proceso previo al cálculo de los indicadores se realizaron pruebas de suficiencia y completitud de datos para que la inclusión de ciudades fuera tal que asegurase la calidad del producto final, además del análisis de relevancia de las ciudades, según los criterios descriptos en el capítulo I.



Se analizó información para 851 ciudades, para las que se tenían datos de, al menos, una variable, seleccionada o no para el cálculo, para el año base.

Como primera medida se aplicaron criterios de selección de ciudades basados en el tamaño de la población y la importancia económica, política o cultural para el país al que pertenece. Si en virtud de este proceso se excluye alguna ciudad para la cual existe una completitud suficiente de datos, la misma se vuelve a incluir en el universo objetivo.

Posteriormente, se realizó un análisis previo de clústeres para asignar los valores *missing* de las variables seleccionadas para el cálculo, por medio del cual se excluyeron del estudio las ciudades de las que ni se tenían datos para alguna de ellas o no podían ser asignadas mediante técnicas aglomerativas –debido a que en el agrupamiento en el que quedaban incluidas tampoco existían ciudades con estos datos válidos, utilizando el tamaño óptimo de clúster–, ni siquiera flexibilizándolo en límites aceptables.

Como resultado de este proceso, se incluyen en el presente estudio 135 ciudades.

<i>Índice Cities in Motion</i>	
Metodología de cálculo	DP2
Número de dimensiones	10
Número de variables	49
Número de ciudades	135
Periodo	2011, 2012 y 2013

## Análisis de sensibilidad

Con el objetivo de analizar la sensibilidad del indicador a distintas metodologías de cálculo, y fundamentalmente a los diversos valores de los pesos de los distintos indicadores, se realizaron modificaciones en los mismos de las distintas dimensiones.

Además, se calculó el índice excluyendo las dimensiones Economía, Gobernanza y Planificación urbana, ya que estas tres dimensiones tienen una fuerte influencia de variables a nivel país.

### (1) Cities In Motion: metodología de ponderadores simples

Comparando los resultados del ICIM calculado por el método de ponderadores simples, se observa que existen diferencias respecto del índice DP2, tanto en la posición relativa de cada una de las ciudades como en los valores medios de los indicadores. Así, puede observarse en las Tablas 3 y 4 que la proporción de ciudades con *performance* “Alta” y “Relativamente alta”, que alcanza el 28,8%, es superior a la registrada con la técnica DP2. En el rango medio y bajo se reduce el porcentaje de ciudades incluidas, aumentando levemente la cantidad de ciudades con *performance* “Muy baja”. Es relevante tener en cuenta que este indicador no elimina el problema de la duplicidad de información, por lo que el resultado descrito era previsible.

Sin embargo, en los primeros puestos del *ranking* no se registraron cambios significativos, manteniéndose en ellos las ciudades de Tokio, Londres, Nueva York, París y Zúrich, con la única modificación del cuarto puesto, que corresponde, en esta metodología, a París, relegando a Zúrich al puesto 5.

**Tabla 3**

Ranking	Ciudad	Performance	ICIM	Ranking	Ciudad	Performance	ICIM	Ranking
1	Tokio (Japón)	RA	100,0	37	Fráncfort del Meno (Alemania)	RA	61,0	73
2	Londres (Reino Unido)	RA	91,4	38	Gotemburgo (Suecia)	RA	60,9	74
3	Nueva York (EE.UU.)	RA	85,3	39	Hamburgo (Alemania)	RA	60,8	75
4	París (Francia)	RA	83,8	40	Niza (Francia)	M	59,5	76
5	Zúrich (Suiza)	RA	81,8	41	Glasgow (Reino Unido)	M	59,4	77
6	Ginebra (Suiza)	RA	77,7	42	Duisburgo (Alemania)	M	58,8	78
7	Seúl (Corea del Sur)	RA	72,5	43	Birmingham (Reino Unido)	M	58,8	79
8	Filadelfia (EE. UU.)	RA	72,5	44	Lille (Francia)	M	58,7	80
9	Osaka (Japón)	RA	72,2	45	Leeds (Reino Unido)	M	58,3	81
10	Basilea (Suiza)	RA	72,0	46	Vancouver (Canadá)	M	58,3	82
11	Los Ángeles (EE. UU.)	RA	71,3	47	Tel Aviv (Israel)	M	58,1	83
12	Oslo (Noruega)	RA	71,2	48	Montreal (Canadá)	M	57,5	84
13	Copenhague (Dinamarca)	RA	71,2	49	Bruselas (Bélgica)	M	57,0	85
14	Eindhoven (Países Bajos)	RA	70,9	50	Dublín (Irlanda)	M	56,0	86
15	Dallas (EE. UU.)	RA	70,4	51	Auckland (Nueva Zelanda)	M	55,1	87
16	Ámsterdam (Países Bajos)	RA	69,8	52	Lyon (Francia)	M	54,8	88
17	Estocolmo (Suecia)	RA	69,7	53	Barcelona (España)	M	53,7	89
18	Sidney (Australia)	RA	68,8	54	Marsella (Francia)	M	53,5	90
19	Chicago (EE. UU.)	RA	67,9	55	Madrid (España)	M	52,8	91
20	Baltimore (EE. UU.)	RA	67,7	56	Kuala Lumpur (Malasia)	M	51,4	92
21	Berlín (Alemania)	RA	66,8	57	Daejeon (Corea del Sur)	M	50,9	93
22	Minneapolis-Saint Paul (EE. UU.)	RA	66,4	58	Praga (República Checa)	M	50,7	94
23	Melbourne (Australia)	RA	66,4	59	Roma (Italia)	M	50,5	95
24	Múnich (Alemania)	RA	65,4	60	Daegu (Corea del Sur)	M	50,1	96
25	Linz (Austria)	RA	65,4	61	Milán (Italia)	M	49,6	97
26	Viena (Austria)	RA	65,2	62	Florenia (Italia)	M	48,9	98
27	Helsinki (Finlandia)	RA	64,6	63	Busan (Corea del Sur)	M	48,1	99
28	Nottingham (Reino Unido)	RA	63,1	64	Dubái (Emiratos Árabes Unidos)	M	47,8	100
29	Houston (EE. UU.)	RA	63,1	65	Pekín (China)	M	47,7	101
30	Toronto (Canadá)	RA	62,5	66	Valencia (España)	M	47,7	102
31	Haifa (Israel)	RA	61,9	67	Oporto (Portugal)	M	46,9	103
32	Manchester (Reino Unido)	RA	61,3	68	Budapest (Hungria)	M	46,8	104
33	Stuttgart (Alemania)	RA	61,3	69	Turín (Italia)	M	45,7	105
34	Liverpool (Reino Unido)	RA	61,2	70	Bangkok (Tailandia)	M	45,6	106
35	Ottawa-Gatineau (Canadá)	RA	61,2	71	Sevilla (España)	M	45,4	107
36	Colonia (Alemania)	RA	61,1	72	Shanghái (China)	M	45,4	108



**Tabla 3 (continuación)**

Ciudad	Performance	ICIM	Ranking	Ciudad	Performance	ICIM
Varsovia (Polonia)	M	45,0	109	México, D.F. (México)	B	22,7
Doha (Qatar)	B	44,3	110	Pretoria (Sudáfrica)	B	22,6
Breslavia (Polonia)	B	43,5	111	Lima (Perú)	B	22,1
Abu Dhabi (Emiratos Árabes Unidos)	B	43,1	112	Wuhan (China)	B	22,1
Riad (Arabia Saudi)	B	41,2	113	Shenyang (China)	B	22,0
Lisboa (Portugal)	B	41,0	114	Johannesburgo (Sudáfrica)	B	21,7
Nápoles (Italia)	B	40,6	115	Chongqing (China)	B	21,6
Estambul (Turquía)	B	38,8	116	San Petersburgo (China)	B	21,3
Riga (Letonia)	B	37,6	117	Harbin (China)	B	21,2
Santiago (Chile)	B	36,7	118	Rio de Janeiro (Brasil)	B	19,5
Yida (Arabia Saudi)	B	36,6	119	Alejandro (Egipto)	B	18,9
Liubliana (Eslovenia)	B	36,5	120	Shenzhen (China)	B	16,9
Taipei (Taiwán-China)	B	35,6	121	Manila (Filipinas)	B	14,8
Bursa (Turquía)	B	35,4	122	Quito (Ecuador)	B	13,9
Sofia (Bulgaria)	B	34,6	123	El Cairo (Egipto)	B	13,8
Moscú (Rusia)	B	32,0	124	Suzhou (China)	B	13,3
Cantón (China)	B	32,0	125	Salvador de Bahia (Brasil)	MB	12,2
Atenas (Grecia)	B	31,5	126	Porto Alegre (Brasil)	MB	11,9
Durban (Sudáfrica)	B	30,6	127	Belo Horizonte (Brasil)	MB	11,6
Ankara (Turquía)	B	30,6	128	Brasilia (Brasil)	MB	10,4
Rosario (Argentina)	B	29,4	129	Sarajevo (Bosnia-Herzegovina)	MB	10,1
Tainan (Taiwán-China)	B	28,3	130	Caracas (Venezuela)	MB	9,9
Tianjin (China)	B	28,2	131	Recife (Brasil)	MB	9,9
Córdoba (Argentina)	B	28,2	132	Fortaleza (Brasil)	MB	9,4
Monterrey (México)	B	27,9	133	Yakarta (Indonesia)	MB	7,5
Kaohsiung (Taiwán-China)	B	27,1	134	La Paz (Bolivia)	MB	6,0
Curiíba (Brasil)	B	26,6	135	Santo Domingo (Rep. Dominicana)	MB	0,0
Taichung (Taiwán-China)	B	26,5				
Montevideo (Uruguay)	B	26,4				
Buenos Aires (Argentina)	B	26,4				
Cali (Colombia)	B	26,3				
Sao Paulo (Brasil)	B	26,2				
Medellin (Colombia)	B	24,6				
Guadalajara (México)	B	24,3				
Ciudad del Cabo (Sudáfrica)	B	22,9				
Bogotá (Colombia)	B	22,9				

**Tabla 4**

Ciudad	2011	2012	2013	2011-2012	2012-2013
Tokio (Japón)	1	1	1	→0	→0
Londres (Reino Unido)	2	2	2	→0	→0
Nueva York (EE.UU.)	3	3	3	→0	→0
París (Francia)	4	4	4	→0	→0
Zúrich (Suiza)	5	5	5	→0	→0
Ginebra (Suiza)	7	6	6	↑1	→0
Seúl (Corea del Sur)	11	9	7	↑2	↑2
Filadelfia (EE. UU.)	10	10	8	→0	↑2
Osaka (Japón)	9	8	9	↑1	↓1
Basilea (Suiza)	17	11	10	↑6	↑1
Los Ángeles (EE. UU.)	16	15	11	↑1	↑4
Oslo (Noruega)	8	7	12	↑1	↓5
Copenhague (Dinamarca)	6	12	13	↓6	↓1
Eindhoven (Países Bajos)	12	13	14	↓1	↓1
Dallas (EE. UU.)	15	16	15	↓1	↑1
Ámsterdam (Países Bajos)	14	18	16	↓4	↑2
Estocolmo (Suecia)	13	17	17	↓4	→0
Sídney (Australia)	18	14	18	↑4	↓4
Chicago (EE. UU.)	19	19	19	→0	→0
Baltimore (EE. UU.)	21	20	20	↑1	→0
Berlín (Alemania)	25	21	21	↑4	→0
Minneapolis-Saint Paul (EE. UU.)	22	23	22	↓1	↑1
Melbourne (Australia)	24	22	23	↑2	↓1
Múnich (Alemania)	27	24	24	↑3	→0
Linz (Austria)	20	25	25	↓5	→0
Viena (Austria)	23	27	26	↓4	↑1
Helsinki (Finlandia)	30	26	27	↑4	↓1
Nottingham (Reino Unido)	29	28	28	↑1	→0
Houston (EE. UU.)	28	29	29	↓1	→0
Toronto (Canadá)	37	30	30	↑7	→0
Haifa (Israel)	26	38	31	↓12	↑7
Manchester (Reino Unido)	35	35	32	→0	↑3
Stuttgart (Alemania)	36	32	33	↑4	↓1
Liverpool (Reino Unido)	31	34	34	↓3	→0
Ottawa- Gatineau (Canadá)	33	31	35	↑2	↓4
Colonia (Alemania)	38	33	36	↑5	↓3
Fráncfort del Meno (Alemania)	39	36	37	↑3	↓1
Gotemburgo (Suecia)	32	37	38	↓5	↓1
Hamburgo (Alemania)	44	40	39	↑4	↑1
Niza (Francia)	40	39	40	↑1	↓1
Glasgow (Reino Unido)	41	42	41	↓1	↑1
Duisburgo (Alemania)	48	45	42	↑3	↑3
Birmingham (Reino Unido)	47	44	43	↑3	↑1
Lille (Francia)	42	41	44	↑1	↓3
Leeds (Reino Unido)	46	46	45	→0	↑1
Vancouver (Canadá)	45	43	46	↑2	↓3
Tel Aviv (Israel)	34	48	47	↓14	↑1
Montreal (Canadá)	50	47	48	↑3	↓1
Bruselas (Bélgica)	49	50	49	↓1	↑1
Dublín (Irlanda)	51	49	50	↑2	↓1
Auckland (Nueva Zelanda)	43	51	51	↓8	→0



## (2) Cities In Motion: metodología mixta

Esta metodología combina dos técnicas descritas anteriormente: el DP2 y la técnica de participación. La Etapa I, donde se calculan los indicadores sintéticos de cada dimensión, es idéntica al DP2.

La Etapa II, correspondiente al cálculo final del ICIM, también es una agregación de los indicadores sintéticos de cada una de las dimensiones, con la misma fórmula que en el DP2, pero los valores de los pesos asignados a cada uno de ellos ( $1 - R_{10,9,8,\dots,1}^2$ ) se asignan según criterios subjetivos, teniendo en consideración los siguientes aspectos:

- a. Los indicadores sintéticos de dimensión, creados con variables o indicadores parciales para los que solo existen datos disponibles a nivel país, tienen una menor ponderación. Asimismo, aquellos indicadores sintéticos que son combinaciones de variables con datos a nivel ciudad con otras a nivel país tendrán

mayor peso que los primeros, pero menor ponderación que los que son agregaciones de variables con datos a nivel ciudad exclusivamente.

- b. Cuanto mayor sea la cantidad de variables con información completa que posea una dimensión, mayor ponderación tendrá el indicador sintético que la represente en el cálculo del ICIM.

Los resultados, que se exponen en las Tablas 5 y 6, reflejan las modificaciones en el valor del ICIM provocados por el cambio de los pesos asignados a los índices de dimensión, manteniendo las ponderaciones de cada variable interdimensionalmente.

Se observa un aumento en el valor del índice CIM para la mayoría de las ciudades, y un sensible aumento de la cantidad de ciudades con *performance* “Alta” y “Muy alta”, en detrimento de las clasificaciones “Media” y “Muy baja”.

Tabla 5

Ranking	Ciudad	Performance	ICIM	Ranking	Ciudad	Performance	ICIM	Ranking
1	Tokio (Japón)	A	100,0	37	Hamburgo (Alemania)	RA	72,9	73
2	Londres (Reino Unido)	A	99,1	38	Göteborg (Suecia)	RA	72,3	74
3	Nueva York (EE.UU.)	A	98,7	39	Liverpool (Reino Unido)	RA	71,7	75
4	Paris (Francia)	A	94,6	40	Ottawa- Gatineau (Canadá)	RA	71,6	76
5	Filadelfia (EE. UU.)	RA	86,6	41	Haifa (Israel)	RA	70,9	77
6	Eindhoven (Países Bajos)	RA	85,5	42	Glasgow (Reino Unido)	RA	70,5	78
7	Oslo (Noruega)	RA	84,3	43	Lyon (Francia)	RA	70,3	79
8	Los Ángeles (EE. UU.)	RA	84,2	44	Bruselas (Bélgica)	RA	70,1	80
9	Dallas (EE. UU.)	RA	83,9	45	Duisburgo (Alemania)	RA	68,9	81
10	Sidney (Australia)	RA	83,1	46	Birmingham (Reino Unido)	RA	68,7	82
11	Estocolmo (Suecia)	RA	83,1	47	Leeds (Reino Unido)	RA	68,7	83
12	Baltimore (EE. UU.)	RA	82,6	48	Vancouver (Canadá)	RA	68,5	84
13	Zúrich (Suiza)	RA	82,3	49	Montreal (Canadá)	RA	67,9	85
14	Ámsterdam (Países Bajos)	RA	82,2	50	Marsella (Francia)	RA	67,4	86
15	Chicago (EE. UU.)	RA	81,5	51	Tel Aviv (Israel)	RA	66,4	87
16	Minneapolis (EE. UU.)	RA	81,1	52	Milán (Italia)	RA	65,4	88
17	Linz (Austria)	RA	80,5	53	Florenia (Italia)	RA	65,4	89
18	Melbourne (Australia)	RA	80,5	54	Dublin (Irlanda)	RA	65,4	90
19	Ginebra (Suiza)	RA	79,3	55	Roma (Italia)	RA	64,1	91
20	Múnich (Alemania)	RA	78,6	56	Auckland (Nueva Zelanda)	RA	63,7	92
21	Copenhague (Dinamarca)	RA	78,0	57	Barcelona (España)	RA	62,5	93
22	Seúl (Corea del Sur)	RA	77,1	58	Madrid (España)	RA	62,1	94
23	Viena (Austria)	RA	77,1	59	Praga (República Checa)	RA	61,8	95
24	Osaka (Japón)	RA	76,9	60	Turin (Italia)	RA	61,7	96
25	Berlin (Alemania)	RA	76,8	61	Oporto (Portugal)	M	59,5	97
26	Helsinki (Finlandia)	RA	76,7	62	Valencia (España)	M	59,4	98
27	Houston (EE. UU.)	RA	76,1	63	Daejeon (Corea del Sur)	M	57,3	99
28	Niza (Francia)	RA	74,9	64	Budapest (Hungria)	M	56,4	100
29	Nottingham (Reino Unido)	RA	74,2	65	Daegu (Corea del Sur)	M	56,3	101
30	Frankfurt (Alemania)	RA	74,0	66	Nápoles (Italia)	M	55,9	102
31	Stuttgart (Alemania)	RA	73,9	67	Kuala Lumpur (Malasia)	M	55,8	103
32	Toronto (Canadá)	RA	73,8	68	Pekín (China)	M	55,5	104
33	Colonia (Alemania)	RA	73,5	69	Varsovia (Polonia)	M	55,2	105
34	Basilea (Suiza)	RA	73,1	70	Busan (Corea del Sur)	M	55,1	106
35	Lille (Francia)	RA	73,1	71	Sevilla (España)	M	55,1	107
36	Manchester (Reino Unido)	RA	73,1	72	Dubái (Emiratos Árabes U.)	M	54,9	108



**Tabla 5 (continuación)**

Ciudad	Performance	ICIM	Ranking	Ciudad	Performance	ICIM
Abu Dhabi (Emiratos Arabes U.)	M	53,1	109	Wuhan (China)	B	32,2
Lisboa (Portugal)	M	51,3	110	San Petersburgo (China)	B	31,7
Breslavia (Polonia)	M	51,2	111	Shenyang (China)	B	31,6
Shanghái (China)	M	50,6	112	Chongqing (China)	B	30,8
Doha (Qatar)	M	50,5	113	Harbin (China)	B	30,4
Estambul (Turquia)	M	48,3	114	Río de Janeiro (Brasil)	B	29,6
Bangkok (Tailandia)	M	48,0	115	Alejandro (Egipto)	B	29,0
Taipéi (Taiwán-China)	M	47,9	116	Shenzhen (China)	B	27,1
Liubliana (Eslovenia)	M	47,5	117	Lima (Perú)	B	25,7
Rosario (Argentina)	M	47,2	118	Ciudad del Cabo (Sudáfrica)	B	25,5
Bursa (Turquia)	M	45,9	119	Pretoria (Sudáfrica)	B	24,3
Córdoba (Argentina)	M	45,7	120	El Cairo (Egipto)	B	23,8
Riga (Letonia)	B	44,1	121	Johannesburgo (Sudáfrica)	B	22,8
Atenas (Grecia)	B	43,0	122	Suzhou (China)	B	22,5
Santiago (Chile)	B	42,9	123	Manila (Filipinas)	B	21,4
Sofía (Bulgaria)	B	42,7	124	Quito (Ecuador)	B	20,3
Buenos Aires (Argentina)	B	42,1	125	Caracas (Venezuela)	B	20,1
Ankara (Turquia)	B	41,0	126	Salvador de Bahía (Brasil)	B	20,1
Cantón (China)	B	41,0	127	Porto Alegre (Brasil)	B	19,0
Tainan (Taiwán-China)	B	40,9	128	Belo Horizonte (Brasil)	B	19,0
Kaohsiung (Taiwán-China)	B	39,5	129	Brasilia (Brasil)	B	18,9
Taichung (Taiwán-China)	B	38,6	130	Recife (Brasil)	B	17,8
Calí (Colombia)	B	38,5	131	La Paz (Bolivia)	B	17,4
Moscú (Rusia)	B	38,4	132	Fortaleza (Brasil)	B	17,2
Monterrey (México)	B	37,9	133	Yakarta (Indonesia)	B	13,7
Curitiba (Brasil)	B	37,7	134	Sarajevo (Bosnia-Herzegovina)	MB	7,8
Riad (Arabia Saudí)	B	37,6	135	Santo Domingo (Rep. Dominicana)	MB	0,0
Tianjin (China)	B	37,3				
Yida (Arabia Saudí)	B	37,1				
Medellín (Colombia)	B	36,9				
Sao Paulo (Brasil)	B	36,1				
México, D.F. (México)	B	34,4				
Bogotá (Colombia)	B	34,1				
Guadalajara (México)	B	33,5				
Durban (Sudáfrica)	B	33,2				
Montevideo (Uruguay)	B	32,2				

**Tabla 6**

Ciudad	2011	2012	2013	2011-2012	2012-2013
Tokio (Japón)	1	1	1	→	→
Londres (Reino Unido)	2	2	2	→	→
Nueva York (EE.UU.)	3	3	3	→	→
París (Francia)	4	4	4	→	→
Filadelfia (EE. UU.)	5	5	5	→	→
Eindhoven (Países Bajos)	6	7	6	↓	↑
Oslo (Noruega)	7	6	7	↑	↓
Los Ángeles (EE. UU.)	10	11	8	↓	↑
Dallas (EE. UU.)	8	10	9	↓	↑
Sidney (Australia)	15	8	10	↑	↓
Estocolmo (Suecia)	11	9	11	↑	↓
Baltimore (EE. UU.)	14	14	12	→	↑
Zúrich (Suiza)	9	12	13	↓	↓
Ámsterdam (Países Bajos)	12	13	14	↓	↓
Chicago (EE. UU.)	16	15	15	↑	→
Minneapolis-Saint Paul (EE. UU.)	17	17	16	→	↑
Linz (Austria)	13	16	17	↓	↓
Melbourne (Australia)	20	18	18	↑	→
Ginebra (Suiza)	19	19	19	→	→
Múnich (Alemania)	22	20	20	↑	→
Copenhague (Dinamarca)	18	21	21	↓	→
Seúl (Corea del Sur)	29	25	22	↓	↑
Viena (Austria)	21	24	23	↓	↑
Osaka (Japón)	23	22	24	↑	↓
Berlín (Alemania)	27	23	25	↑	↓
Helsinki (Finlandia)	26	26	26	→	→
Houston (EE. UU.)	24	28	27	↓	↑
Niza (Francia)	25	27	28	↓	↓
Nottingham (Reino Unido)	30	29	29	↑	→
Fráncfort del Meno (Alemania)	33	31	30	↑	↑
Stuttgart (Alemania)	32	30	31	↑	↓
Toronto (Canadá)	34	35	32	↓	↑
Colonia (Alemania)	35	33	33	↑	→
Basilea (Suiza)	28	32	34	↓	↓
Lille (Francia)	31	34	35	↓	↓
Manchester (Reino Unido)	37	36	36	↑	→
Hamburgo (Alemania)	41	37	37	↑	→
Gotemburgo (Suecia)	39	39	38	→	↑
Liverpool (Reino Unido)	40	40	39	→	↑
Ottawa- Gatineau (Canadá)	36	38	40	↓	↓
Haifa (Israel)	38	44	41	↓	↑
Glasgow (Reino Unido)	42	42	42	→	→
Lyon (Francia)	43	41	43	↑	↓
Bruselas (Bélgica)	44	43	44	↑	↓
Duisburgo (Alemania)	48	46	45	↑	↑
Birmingham (Reino Unido)	49	48	46	↑	↑
Leeds (Reino Unido)	46	47	47	↓	→
Vancouver (Canadá)	45	45	48	→	↓
Montreal (Canadá)	50	49	49	↑	→
Marsella (Francia)	51	50	50	↑	→
Tel Aviv (Israel)	52	54	51	↓	↑



### (3) Cálculo alternativo con siete dimensiones

Con este análisis de sensibilidad se pretende ver la variabilidad que presenta el cálculo del índice ante la ausencia de algunas dimensiones. Para ello se excluyeron

Economía, Gobernanza y Planificación urbana, dado el alto peso que tenían las variables a nivel país.

La Tabla 7 muestra el índice con siete dimensiones.

**Tabla 7**

Ranking	Ciudad	Performance	ICIM	Ranking	Ciudad	Performance	ICIM	Ranking
1	Londres (Reino Unido)	A	100.00	37	Haifa (Israel)	RA	64.85	73
2	Nueva York (EE.UU.)	A	97.96	38	Basilea (Suiza)	RA	64.82	74
3	París (Francia)	A	97.95	39	Bruselas (Bélgica)	RA	64.39	75
4	Tokio (Japón)	A	97.74	40	Milán (Italia)	RA	64.25	76
5	Los Ángeles (EE. UU.)	RA	80.71	41	Gotemburgo (Suecia)	RA	63.24	77
6	Filadelfia (EE. UU.)	RA	80.68	42	Fráncfort del Meno (Alemania)	RA	63.21	78
7	Dallas (EE. UU.)	RA	79.27	43	Liverpool (Reino Unido)	RA	62.79	79
8	Oslo (Noruega)	RA	77.22	44	Hamburgo (Alemania)	RA	62.29	80
9	Sidney (Australia)	RA	76.15	45	Lyon (Francia)	RA	61.13	81
10	Chicago (EE. UU.)	RA	75.77	46	Manchester (Reino Unido)	RA	61.05	82
11	Eindhoven (Países Bajos)	RA	75.47	47	Barcelona (España)	RA	61.03	83
12	Ámsterdam (Países Bajos)	RA	75.11	48	Turin (Italia)	RA	60.81	84
13	Baltimore (EE. UU.)	RA	74.50	49	Madrid (España)	RA	60.79	85
14	Zúrich (Suiza)	RA	73.81	50	Dublin (Irlanda)	RA	60.29	86
15	Estocolmo (Suecia)	RA	73.77	51	Duisburgo (Alemania)	RA	60.20	87
16	Linz (Austria)	RA	73.17	52	Glasgow (Reino Unido)	M	59.99	88
17	Minneapolis-Saint Paul (EE. UU.)	RA	72.88	53	Marsella (Francia)	M	59.99	89
18	Melbourne (Australia)	RA	72.19	54	Tel Aviv (Israel)	M	59.81	90
19	Seúl (Corea del Sur)	RA	71.62	55	Vancouver (Canadá)	M	59.63	91
20	Ginebra (Suiza)	RA	70.95	56	Birmingham (Reino Unido)	M	59.43	92
21	Houston (EE. UU.)	RA	70.46	57	Leeds (Reino Unido)	M	58.87	93
22	Osaka (Japón)	RA	70.18	58	Pekín (China)	M	58.52	94
23	Viena (Austria)	RA	70.18	59	Montreal (Canadá)	M	58.29	95
24	Múnich (Alemania)	RA	68.83	60	Praga (República Checa)	M	57.23	96
25	Berlín (Alemania)	RA	68.44	61	Kuala Lumpur (Malasia)	M	56.72	97
26	Lille (Francia)	RA	67.84	62	Oporto (Portugal)	M	56.62	98
27	Niza (Francia)	RA	67.18	63	Nápoles (Italia)	M	55.87	99
28	Copenhague (Dinamarca)	RA	66.58	64	Auckland (Nueva Zelanda)	M	55.18	100
29	Helsinki (Finlandia)	RA	66.33	65	Bangkok (Tailandia)	M	54.16	101
30	Roma (Italia)	RA	66.08	66	Dubái (Emiratos Árabes Unidos)	M	53.98	102
31	Toronto (Canadá)	RA	65.96	67	Valencia (España)	M	53.95	103
32	Ottawa- Gatineau (Canadá)	RA	65.52	68	Doha (Qatar)	M	53.68	104
33	Colonia (Alemania)	RA	65.39	69	Estambul (Turquía)	M	53.12	105
34	Nottingham (Reino Unido)	RA	65.18	70	Shanghái (China)	M	52.76	106
35	Stuttgart (Alemania)	RA	65.13	71	Daejeon (Corea del Sur)	M	52.19	107
36	Florenia (Italia)	RA	65.11	72	Abu Dhabi (Emiratos Árabes Unidos)	M	51.88	108

**Tabla 7 (continuación)**

Ciudad	Performance	ICIM	Ranking	Ciudad	Performance	ICIM
Budapest (Hungria)	M	51,16	109	Shenyang (China)	B	32,50
Daegu (Corea del Sur)	M	51,10	110	Harbin (China)	B	32,07
Sevilla (España)	M	50,72	111	Rio de Janeiro (Brasil)	B	31,81
Taipéi (Taiwán-China)	M	50,21	112	San Petersburgo (China)	B	31,80
Lisboa (Portugal)	M	49,77	113	Chongqing (China)	B	31,70
Varsovia (Polonia)	M	48,96	114	Alejandro (Egipto)	B	31,44
Rosario (Argentina)	M	48,33	115	Lima (Perú)	B	30,62
Busan (Corea del Sur)	M	48,00	116	Montevideo (Uruguay)	B	29,02
Córdoba (Argentina)	M	47,46	117	Manila (Filipinas)	B	27,83
Bursa (Turquía)	M	47,77	118	La Paz (Bolivia)	B	27,08
Buenos Aires (Argentina)	M	45,26	119	Caracas (Venezuela)	B	26,99
Cali (Colombia)	B	44,89	120	El Cairo (Egipto)	B	26,47
Breslavia (Polonia)	B	44,75	121	Shenzhen (China)	B	25,73
Riad (Arabia Saudi)	B	44,71	122	Quito (Ecuador)	B	25,38
Atenas (Grecia)	B	44,24	123	Suzhou (China)	B	25,09
Cantón (China)	B	44,15	124	Ciudad del Cabo (Sudáfrica)	B	23,88
Santiago (Chile)	B	43,12	125	Johannesburgo (Sudáfrica)	B	23,51
Tainan (Taiwán-China)	B	42,73	126	Pretoria (Sudáfrica)	B	23,38
Moscú (Rusia)	B	42,67	127	Salvador de Bahia (Brasil)	B	22,63
Medellín (Colombia)	B	42,52	128	Yakarta (Indonesia)	B	22,39
Liubliana (Eslovenia)	B	42,41	129	Belo Horizonte (Brasil)	B	21,73
Monterrey (México)	B	42,25	130	Porto Alegre (Brasil)	B	21,45
Ankara (Turquía)	B	42,02	131	Brasilia (Brasil)	B	20,76
Bogotá (Colombia)	B	41,64	132	Fortaleza (Brasil)	B	20,65
Taichung (Taiwán-China)	B	40,90	133	Recife (Brasil)	B	20,64
Kaohsiung (Taiwán-China)	B	40,87	134	Sarajevo (Bosnia-Herzegovina)	MB	3,45
Curitiba (Brasil)	B	40,64	135	Santo Domingo (Rep. Dominicana)	MB	0,00
Sao Paulo (Brasil)	B	40,51				
Riga (Letonia)	B	40,33				
Guadalajara (México)	B	39,64				
Sofia (Bulgaria)	B	37,68				
México, D.F. (México)	B	37,58				
Tianjin (China)	B	37,31				
Yida (Arabia Saudi)	B	36,10				
Durban (Sudáfrica)	B	32,99				
Wuhan (China)	B	32,63				

Como se puede observar, la mayor variación la sufren las ciudades de Suiza, que varían de forma significativa en el *ranking*. Sin embargo, en las últimas posiciones no hay cambios relevantes.



## Referencias bibliográficas

- Cattell, R. B. (1965), "Factor Analysis: An Introduction to Essentials", *Biometrics*, 21, pp. 190-215.
- Cherchy, L., y otros (2006), "Creating Composite Indicators with DEA and Robustness Analysis: The Case of the Technology Achievement Index", *Public Economics Working Paper Series* n.º ces 0613, Centrum voor Economische Studiën, Katholieke Universiteit Leuven.
- Comisión Europea, OCDE, Statistics Directorate and the Directorate for Science, Technology and Industry y Econometrics and Applied Statistics Unit of the Joint Research Centre (2008): *Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and User Guide*.
- Domínguez Serrano, M., y otros (2011), "Una revisión crítica para la construcción de indicadores sintéticos", *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 11, pp. 41-70.
- Hermans, E., Van de Bossche, F., y G. Wets, (2007), "Impact of Methodological Choices on Model Safety Ranking", SAMO 2007, Fifth International Conference on Sensitivity Analysis of Model Output, Budapest, Hungría, 18-22 de junio.
- Instituto Nacional de Estadística de Andalucía (1999), *Indicador Sintético de Bienestar Municipal de Andalucía*, Sevilla.
- Jesinghaus, J. (1997), "Sustainability Indicators" en B. Moldan y S. Billharz (eds.): *Sustainability Indicators: Report on the Project on Indicators of Sustainable Development*, pp. 84-91.
- Pena, J. B. (1977), *Problemas de la medición del bienestar y conceptos afines*, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- Pena, J. B. (1978), "La sistancia P: un método para la medición del nivel de bienestar", *Revista Española de Economía*, 8(1), pp. 49-89.
- Pena, J. B. (2009), "La medición del bienestar social: una revisión crítica", *Estudios de Economía Aplicada*, 27(2), pp. 229-324.
- Sajeva, M., y otros (2005), "Methodology Report on European Innovation Scoreboard 2005", *discussion paper* del Innovation/SMEs Programme, Comisión Europea.
- Sharma, S. (1996), *Applied Multivariate Techniques*, John Wiley and Sons.
- Wang, C. H. (2005), "Constructing Multivariate Process Capability Indices for Short-Run Production", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 26, pp. 1306-1311.



