

ANÁLISIS DE LA RED MUNDIAL DE COMERCIO EXTERIOR DEL CEMENTO EN EL 2013

Área de investigación: Entorno de las organizaciones

XXI
CONGRESO
INTERNACIONAL
DE
CONTADURÍA
ADMINISTRACIÓN
E
INFORMÁTICA

Guadalupe del Carmen Beristain Martínez

Posgrado de la Facultad de Contaduría y Administración

UNAM

México

oyuki.carmen14@gmail.com

Abel Mendiola Rojas

Posgrado de la Facultad de Contaduría y Administración

UNAM

México

abel.mendiola@gmail.com, abel.mendiola@nokia.com

Agradecimientos:

Investigación realizada gracias al programa UNAM-DGAPA-PAPIIT IA301515:
Gobernanza e implementación de estándares de sustentabilidad en la cadena de
valor del cemento.

Se les agradece a la Dra. Paola Selene Verá Martínez y al Dr. Fernando Ramírez
Alatraste por sus puntuales comentarios y consejos.



ANÁLISIS DE LA RED MUNDIAL DE COMERCIO EXTERIOR DEL CEMENTO EN EL 2013

Resumen



Al analizar el comercio de un país, se tiene que tomar en cuenta no solo las cantidades y valores de las exportaciones e importaciones, sino que también se debería de considerar las interacciones que tiene el país con sus socios comerciales actuales y su posición dentro de la red de flujos de comercio.

El objetivo de la investigación es analizar y cuantificar la heterogeneidad de los países de la red mundial de comercio del cemento a través de la utilización de medidas de centralidad (clustering coefficient y betweenness centrality).

El análisis se enfoca en el año 2013 considerando 206 países, se utiliza una red dirigida, analizando dos medidas de centralidad de la teoría de redes, estas medidas dan a conocer como se encuentra estructurada la red del comercio del cemento, los principales países que forman agrupaciones, los países por los que pasa la mayor cantidad de caminos cortos o que funcionan como intermediarios del comercio, los mayores países importadores y exportadores; denotando en este último la asimetría que existe en las exportaciones, en donde dominan pocos países esta actividad comercial.

Palabras clave: Análisis de redes, cemento, comercio exterior.



Introducción

¿Por qué analizar la red mundial de comercio de cemento? Pues porque después del agua, el concreto es el segundo material más consumido en el mundo (De Benedictis, *et al.*, 2013) y como el concreto se elabora con cemento, arena, grava, agua y aditivos químicos, entonces el cemento se convierte en uno de los materiales más consumidos después del agua. Adicionalmente, a la industria del cemento se le atribuye el cinco por ciento de las emisiones globales de dióxido de carbono, CO₂, (Herzog, 2009). Por último, el cemento es producido en 156 países y el 95% de la producción es para consumo doméstico (De Benedictis *et al.*, 2013) ¿Por qué utilizar una red para analizar el comercio mundial de cemento? El análisis de red es una buena representación gráfica del intercambio comercial entre los países, es un modelo “natural” para representar esas interacciones. El análisis de las características de la red nos puede proporcionar conocimientos que las técnicas estadísticas usuales -como los momentos centrales- no nos muestran con facilidad. La red analizada corresponde a las importaciones y exportaciones del cemento en el 2013, y considerando los flujos comerciales, la decisión es considerar a la red como una red dirigida y ponderada. Las características de la red, por su representatividad para el sistema real que están representando son, (1) coeficiente de agrupamiento o clustering coefficient, (2) centralidad entre nodos o betweenness centrality.

Análisis de redes

De acuerdo con Newman (2010, p. 109) una red o grafo, es un conjunto de nodos (vértices) unidos por enlaces (aristas). Si un nodo tiene más de un enlace se denomina multienlace o multígrafo.

Conociendo la estructura de la red, es posible calcular algunos parámetros que capturan las características particulares de la topología de la red.

Newman (2010, p. 168) considera los siguientes parámetros: el grado de centralidad, el *eigenvector* de centralidad, la centralidad de katz, proximidad central (closeness centrality), centralidad de intermediación (betweenness centrality), transitividad, reciprocidad, grado de distribución y el coeficiente de agrupamiento (clustering coefficient). A continuación, se explicarán aquellas medidas consideradas relevantes para este trabajo.



Coefficiente de agrupamiento (clustering coefficient)

Bao-quan, Jian-hua y Wen-qi (2007), describen que en las redes se ha encontrado que, si un nodo A está conectado con un nodo B y el nodo B, está conectado al nodo C, hay una gran probabilidad de que el nodo A también esté conectado con el nodo C. De esta manera el coeficiente de agrupación significa la “[...] presencia de un aumentado número de triángulos en la red” (Bao-quan, et al. 2007, p. 1262), es decir, que un grupo de tres nodos o países se encuentran conectados a cada uno de los demás. Newman (2010, p. 261) señala que el coeficiente de agrupamiento mide la probabilidad de que los dos vecinos de un nodo sean ellos mismos vecinos.

Si el coeficiente de agrupación es alto, significa que los vecinos de un nodo dado, tienen una alta probabilidad de interconexión.

De acuerdo con Cytoscape (2003), el coeficiente de agrupación, en redes no dirigidas C_n de un nodo n se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$C_n = 2e_n / (k_n(k_n - 1))$$

k_n es el número de vecinos de n ; e_n es el número de pares conectados entre todos los vecinos de n ; para redes dirigidas la forma de calcular el coeficiente de agrupación es ligeramente diferente:

$$C_n = e_n / (k_n(k_n - 1))$$

El coeficiente de agrupación de un nodo siempre va estar entre 0 y 1. Nodos con menos de dos vecinos, se asume que el coeficiente de agrupación será de 0.

Centralidad de intermediación (betweenness centrality)

Este indicador se encuentra dentro de las medidas de centralidad de la red. De Benedictis y Tajoli (2011, p. 1421), definen betweenness centrality como “[...] el camino más corto entre el nodo i y todos los demás nodos”. Para Newman (2010, p. 185) la centralidad de intermediación mide el grado en que un nodo se encuentra en camino entre otros nodos.

El indicador de betweenness centrality $C_b(n)$ de un nodo n se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula (Cytoscape, 2003):



$$C_b(n) = \sum_{s \neq n \neq t} (\sigma_{st}(n) / \sigma_{st})$$

S y t= son nodos en la red diferentes de n; σ_{st} = denota el número de caminos más cortos de s a t; $\sigma_{st}(n)$ = son el número de caminos más cortos de s a t que pasan por (n). El indicador de betweenness centrality de un nodo es un número que siempre va estar entre 0 y 1. Para el cálculo de este indicador, el programa de Cytoscape utiliza el algoritmo de Brandes.



Este indicador refleja la cantidad de control que el nodo ejerce sobre las interacciones de otros nodos en la red. Por lo que este indicador favorece con un valor cercano a uno a los nodos que unen comunidades y no a los que se encuentran dentro de ellas (Cytoscape, 2003).

Distribuciones de grado (degree distribution)

El elemento más característico de un nodo es su grado o su conectividad que tiene con otros nodos. El grado de un nodo (k) es definido como “[...] el número de aristas que emana de un vértice” (Serrano y Boguñá, 2008, p. 1), o bien el número de vínculos que tiene un nodo con otro nodo (Barabási y Oltvai, 2004, p. 102).

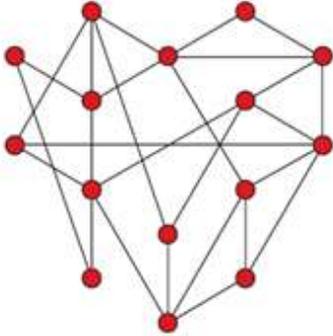
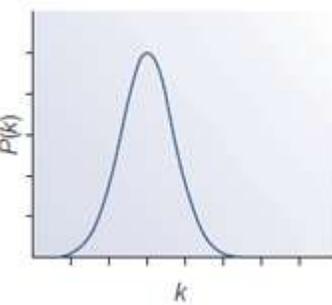
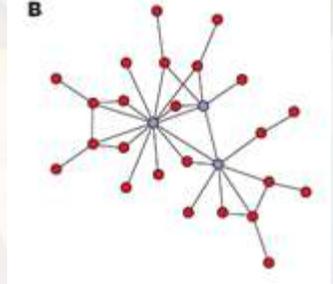
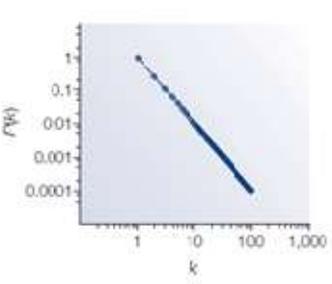
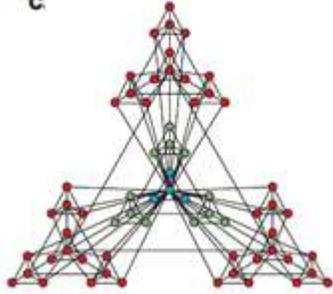
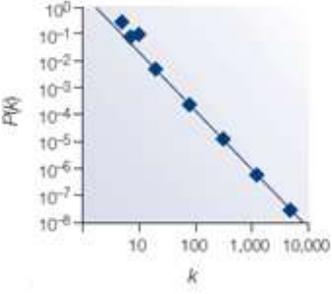
Por su parte Newman (2010, p. 243) define el grado de un nodo como el número de enlaces adjuntos al nodo. En las redes no dirigidas, la distribución de grado proporciona el número de nodos con grado k, en donde k puede valer de 0 a 1.

En las redes dirigidas, el grado de entradas (in-degree) de un nodo n es el número de enlaces entrantes y el grado de salida (out-degree) es el número de enlaces salientes.

Barabasi y Oltvai (2004) utilizan el grado de distribución del nodo para distinguir la topología de las redes, entre aleatorias (tal como las definieron Erdos y Renyi, 1959), libres de escala y jerárquicas.



Figura 1
Red aleatoria (a), red libre de escala (b) red libre de escala y red jerárquica
 (c).

		<p>Red aleatoria. Inicia con N nodos y conecta cada par de nodos con probabilidad p, con lo cual se crea un grafo con $pN(N-1)/2$ enlaces aleatorios. . El grado de los nodos sigue una distribución de Poisson.</p> $P(k) = \frac{e^{-\lambda} * \lambda^k}{k!}$ <p>Con $\lambda = p(N-1)$.</p>
		<p>Red libre de escala. Se caracterizan porque su distribución sigue una ley de potencias (gráfica b en escala logarítmica); la probabilidad de que un nodo tenga k enlaces sigue $P(k) \sim k^{-\gamma}$ donde γ es el exponente de grado.</p>
		<p>Red jerárquica. Este modelo parece integrar una topología libre de escala con una estructura modular, siguiendo una ley de potencia con exponente de grado igual a $\gamma = 2.26$</p>

Fuente: Barabási, A.L., Oltvai, Z.N. (2004). Network biology: understanding the cell's functional organization. Nat Rev Genet (2004) pp. 108.

Serrano y Boguñá (2008) definen a las redes complejas, como aquellas que cumplen con las siguientes características:

- Libre escala con un grado de distribución $P(k) \sim k^{-\gamma}$ con $2 < \gamma \leq 3$
- Propiedad de *mundo pequeño* (small-world). de manera que dos nodos cualesquiera pueden estar conectados con un camino de pocos enlaces (6, como lo sugiere Watts (2003) con sus 6 grados de libertad).



- Alto coeficiente agrupación (clustering coefficient). Este valor viene a indicar que si dos vértices o nodos no están conectados directamente entre sí existe una gran probabilidad de que conecten mediante la intervención de otros nodos.



Longitud del camino más corto (shortest path length)

Barabasi y Oltvai (2004) definen la longitud del camino como la cantidad de enlaces a través de los cuales hay que viajar para ir de un nodo a otro. Como pueden existir muchos caminos entre dos nodos, se toma el camino más corto (el que tiene la menor cantidad de enlaces entre los dos nodos seleccionados).

La industria global del cemento

Vera (2015, p. 6) indica que el cemento es uno de los principales insumos del concreto, utilizado en la construcción de edificios e infraestructura pública, así como en la fabricación de productos derivados del concreto y en materiales para la construcción como son bloques y tubos. Es un material homogéneo (De Benedictis *et al.*, 2013, p. 41) que tiene características muy específicas que lo convierten en un producto difícilmente sustituible (Schatan y Avalos, 2003, p. 13).

Por otra parte, Schatan y Avalos (2013), señalan que el cemento es un producto que, debido a su peso, a su rápida caducidad -dependiendo de las condiciones climáticas y humedad del medio ambiente tiene una durabilidad aproximada de un mes-, difícil almacenamiento y altos costos de transportación, sus exportaciones representan menos del 5% de su producción mundial. Debido a su relación precio-volumen, las cementeras tratan de reducir sus costos de transportación, mediante la localización de sus plantas de producción, las cuales generalmente tienden a ubicarse entre los proveedores de materia prima -canteras- y los mercados en los que se vende el cemento (Cross 1944, p. 37). Por lo que la producción del cemento tiende a ser local, ya que las cementeras han desarrollado estrategias que se enfocan a la inversión extranjera directa (Vera 2015, p. 7) en tanto que muy pocas deciden seguir exportando el cemento vía marítima, aprovechando los bajos costos que ofrece este tipo de transporte (Cross, 1944). Generando así que las exportaciones de cemento en el 2013 fueron de 150 Mt (ITC 2013) representando el 3.71% de la producción mundial.





La producción mundial del cemento en el 2013 fue de 4, 070 millones de toneladas (Mt), con un crecimiento del 6.5% con respecto al año anterior (van Oss 2013, p. 16.8), manteniendo así una tendencia creciente a pesar de las crisis económicas (Vera 2015, p.7). En el 2013 China fue líder de la producción mundial del cemento con una participación de 59.36%, en tanto que la producción de India representó el 6.88% de la producción mundial, seguida de Estados Unidos con 1.90% (van Oss 2013, p. 16.8). La producción de China se encuentra muy por encima de la producción de los demás países, esto se había mantenido al menos durante los últimos 16 años, con un crecimiento promedio de 10.66%, sin embargo, en el 2015 bajo a 5.24%.

El único estudio que analiza el comercio exterior del cemento a través del análisis de redes es el De Benedictis *et al.*, (2013), en el cual se utilizaron flujos de importación de 2007 del Cemento Ordinario Portland (CPO, por sus siglas en inglés) de 156 países, se tomaron flujos de importación únicamente del primer y segundo socio comercial de cada país. Los autores, encuentran que la red de comercio exterior es muy dispersa ya que es dominada a través de la distancia, y generalmente los flujos comerciales se dan entre países que se encuentran juntos geográficamente, por otra parte, se encuentran separados los flujos entre continentes excepto el norte de África y Europa en donde se percibe una alta agrupación en los países cercanos al mediterráneo.

Entre los estudios que analizan el comercio mundial de la web a través de un análisis de redes, se encuentra el de Fagiolo, Reyes y Schiavo (2008), los cuales utilizan una red ponderada no dirigida para 159 países con un periodo de estudio de 1989-2000, los flujos analizados son de exportaciones, importaciones y el PIB per cápita en dólares de cada país. Entre los resultados que obtienen, se tiene que la red de comercio mundial de la web se encuentra altamente conectada con una densidad extremadamente alta, la cual aumentó ligeramente en los últimos años del estudio. El coeficiente de agrupamiento es alto en todos los años, lo que indica que los países tienden a formar relaciones comerciales con países que también comercian con otros, sin embargo, estas relaciones no son simétricas ya que los países con pocas relaciones de comercio, no comercian entre ellos, pero están conectados a los países que tienen más relaciones de comercio y de esta manera los utilizan como centros de acceso a la red. Los países de altos ingresos tienden a formar vínculos más intensos y a ser más agrupados.

Por su parte Garlaschelli y Loffredo (2005), analizan la red de comercio mundial, a través de una red ponderada no dirigida para 191 países,

utilizando los flujos de exportaciones, importaciones y PIB per cápita en dólares para un periodo de 1950-1996. Encontrando que el coeficiente de agrupamiento tiende a disminuir, ya que los socios de países bien conectados están menos interconectados que aquellos pobremente conectados, coincidiendo con los resultados encontrados por Fagiolo, *et al.* (2008); Chow (2013); Bao-quan, *et al.* (2007); Serrano y Boguña (2008), en donde determinan que la red es “*disassortative*” con una estructura de centro periferia.



Método

Para estudiar la estructura de la red se utilizó un análisis de redes, se tomó en cuenta la base de exportaciones e importaciones de 206 países, para así formar la red mundial de comercio del cemento del 2013, los datos fueron obtenidos de UN Comtrade Database

Se eligió trabajar con una red dirigida y ponderada, puesto que los flujos de comercio van hacia una sola dirección ya que el país que exporta no importa del país al que exporta. Cada país tiene determinada cantidad de exportaciones, por lo que sería un error no tomar en cuenta el peso de cada flujo de comercio.

Para el análisis de la red se utilizó el software Cytoscape, con el cual se determinaron dos medidas de centralidad (1) cluster coefficient o coeficiente de agrupación y (2) betweenness centrality o centralidad de intermediación, estas medidas nos ayudarán a conocer, los principales países que forman agrupaciones, los países por los que pasa la mayor cantidad de caminos cortos o que fungen como intermediarios del comercio.

Resultados

Análisis del Coeficiente de Agrupamiento (Cluster Coefficient)

En los cálculos de Serrano y Boguña (2008, p. 3) se determina un coeficiente de agrupamiento de 0.65 para una red de comercio mundial de 179 nodos, en los cálculos de Fagiolo, *et al.* (2008, p. 33), se determina un coeficiente de agrupamiento de 0.50 para una red de comercio mundial de 159 nodos. Este valor se encuentra relativamente cercanos al presente estudio 0.407 para 206 nodos (este último valor corresponde solamente a la red de comercio de cemento).

Exportaciones

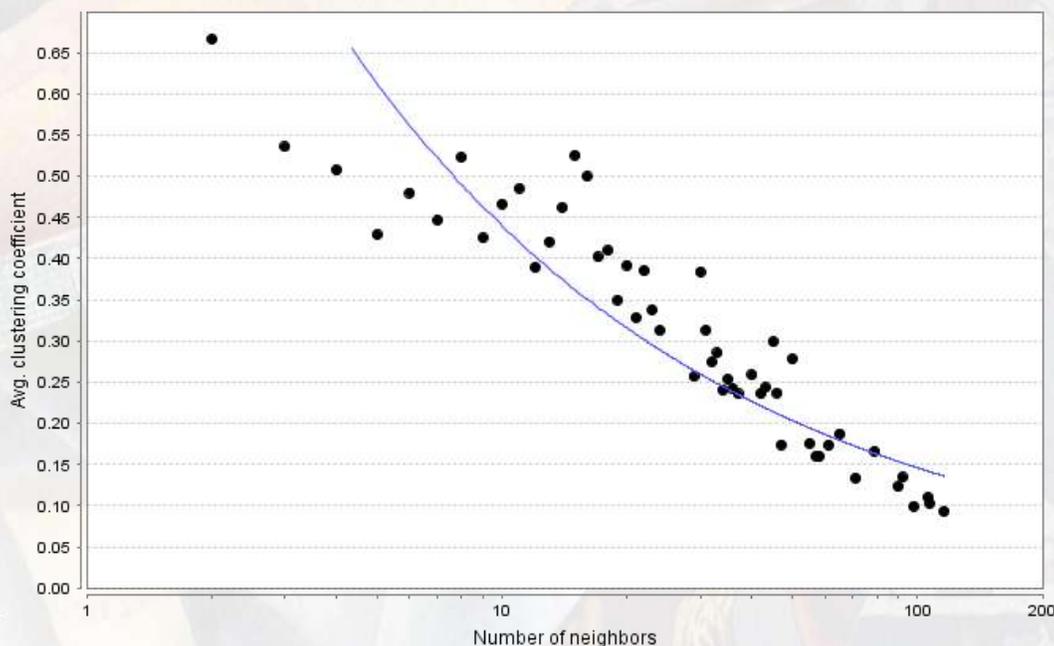
Al analizar la red de exportaciones de cemento de 2013 se observó que los países con el mayor valor de coeficiente de agrupamiento son: Tokelau, Islas Cook, Suiza, Anguila, Islas Turks y Caicos, Corea del Norte, Islas Malvinas, Nepal y Timor del este. Los países incluidos en su mayoría son importadores pues su grado de salida (out degree) es cero –excepto Nepal, que también exporta-. A su vez tienen dos proveedores, tal como se aprecia en el grado de entrada (indegree), y como estos proveedores tienen a su vez relación entre ellos, pues se forman los triángulos, por ello su coeficiente de agrupamiento (clustering coefficient) es igual a uno, por lo que se puede afirmar que tienen 100% de probabilidad de formar triángulos (ejemplo: Timor del este y Nepal tienen relación comercial con China e Indonesia, quienes a su vez también tienen relaciones comerciales).

En la gráfica 1 se puede observar, que los países que tienen un bajo coeficiente de agrupamiento son los que tienen mayor número de vecinos, lo que significa que son muy activos en el comercio de cemento, pero lo extraño es que por alguna causa desconocida sus vecinos no tienen mucha actividad comercial –de cemento- entre ellos, es como si aún continuara la dependencia hacia la metrópoli y la prohibición de comerciar entre los países. Todo parece indicar que se cumple con una ley de potencia y el menor número de vecinos tiene el coeficiente de agrupamiento más alto.



Gráfica 1

Distribución de número de vecinos contra valor promedio de coeficiente de agrupamiento (clustering coefficient) en exportaciones de cemento



Fuente: Elaboración propia con base en datos de UN Comtrade Database (2013). Comtrade Database [Archivo de datos]. Recuperado de <http://comtrade.un.org/data/> consultado el 30 de abril 2016.

Importaciones

Al analizar la red de importaciones mundiales del cemento con el coeficiente de agrupación se observó que la red tiene muy pocos grupos o triángulos, ya que su coeficiente fue de 0.332, indicando que los vecinos de un determinado país tienen el 33% de probabilidad de que estén interconectados entre sí. La red de importaciones de cemento se encuentra débilmente agrupada ya que únicamente el 2% de los países se caracterizan por tener un coeficiente de agrupación de 1, en tanto que los países que tienen un coeficiente de agrupación mayor a 0.5, representan el 22%. Lo que indica que se tiene un comercio diversificado.

Entre los países que tienen un coeficiente de agrupación de 1, se encuentran Macao, Georgia, Nepal y las Islas Malvinas, los dos primeros únicamente se dedican a la importación contando con dos proveedores (in-degree), mientras que Nepal y las Islas Malvinas se dedican a su vez a exportar a dos países. Debido a que tanto sus proveedores como exportadores tienen relaciones



entre ellos, generan que estos países tengan un coeficiente de agrupación alto. Por ejemplo, Macao tiene como proveedor a China y Hong Kong, los cuales a su vez tienen relación entre ellos.

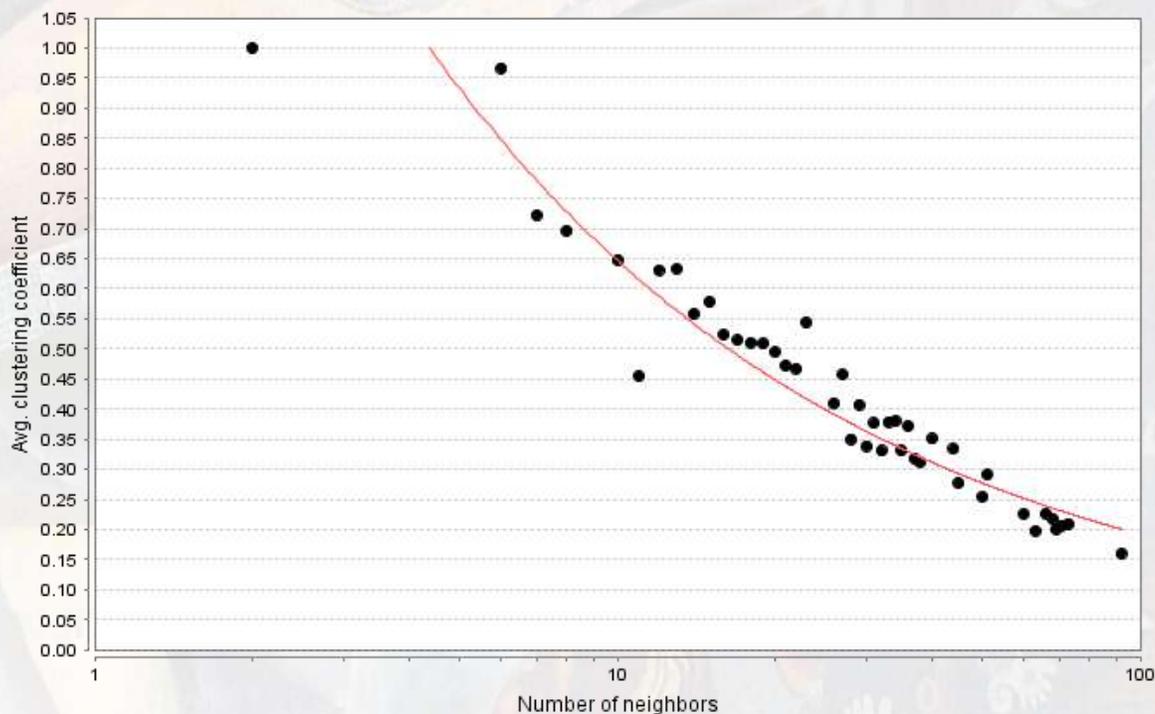
Dentro de la red de importaciones de cemento, se puede observar que los países que tienen un coeficiente de agrupación de uno tienden a estar más juntos geográficamente, en tanto que los países con un menor coeficiente tienden a estar en los extremos o en islas apartes, como es el caso de Qatar, Nueva Zelanda, Panamá, entre otros.

México tiene un promedio de coeficiente de agrupación de 0.215 contando con 26 proveedores y 13 países a los que exporta, sin embargo, únicamente el 21% de sus socios tienen relaciones entre ellos.



Gráfica 2

Distribución de número de vecinos contra valor promedio de coeficiente de agrupamiento (clustering coefficient) en importaciones de cemento



Fuente: Elaboración propia con base en datos de UN Comtrade Database (2013). Comtrade Database [Archivo de datos]. Recuperado de <http://comtrade.un.org/data/> consultado el 30 de abril 2016.

En la gráfica 2 se puede observar que la correlación entre número de vecinos y promedio de coeficiente de agrupamiento tiene una relación negativa, ya que entre más vecinos sean, menor será el coeficiente de agrupamiento. Esta correlación concuerda con los estudios realizado por Serrano y Boguñá (2008) y Garlaschelli y Loffredo (2005), en donde calculan a través de una red dirigida y ponderada del comercio mundial la relación que existe entre el coeficiente de agrupación y número de vecinos, determinando que los países que tienen más número de vecinos están menos agrupados que aquellos que tienen menor número de vecinos, indicado que la red es de centro periferia y por ende de libre escala, en donde solo unos cuantos países tienen el mayor coeficiente de agrupamiento.

Análisis de Centralidad entre nodos

Exportaciones

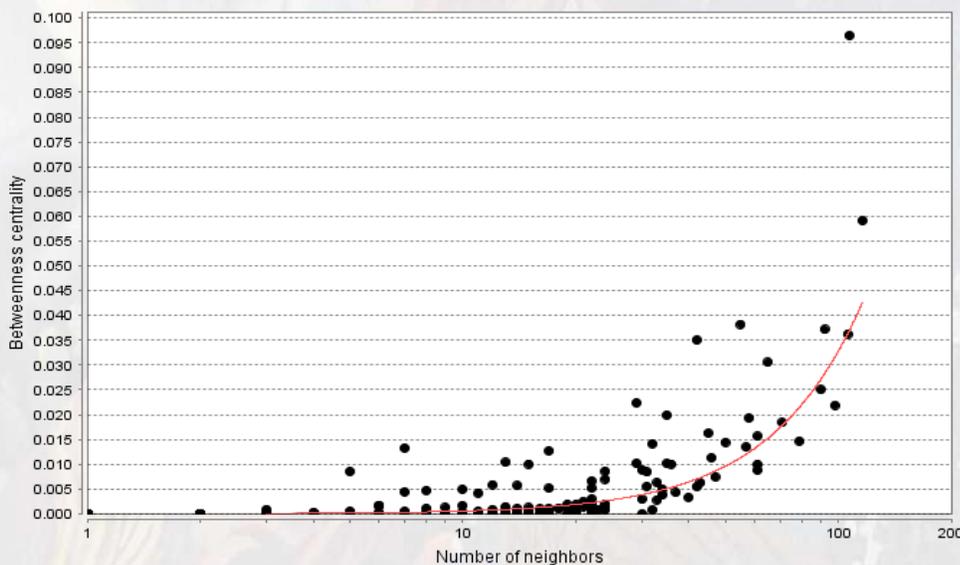


Los diez países con el parámetro Betweenness Centrality más alto son: Estados Unidos, China, Sudáfrica, Alemania, España, Rusia, Francia, Italia, Nueva Zelanda y Turquía. La principal productora de cemento tiene como país de origen China (Anhui Conch), Alemania (Heidelberg Cement), Francia (Lafarge) e Italia (Italcementi). En Estados Unidos están presentes las empresas multinacionales de Alemania y Francia. Es curioso como Estados Unidos, aún sin tener cementeras con una alta participación dentro de la producción mundial, clasifica como el país más importante en términos de Betweenness Centrality; pero Estados Unidos tiene 37 plantas de cemento de las cementeras más importantes (6 de Lafarge-Holcim, 12 de Heidelberg Cement, 6 de Italcementi y 13 de Cemex), esto al igual que en el caso de China, habla de lo importante que es tener un mercado interno relevante, y en materia de desarrollo de un país, hace reflexionar sobre las políticas implementadas en México, las cuales se concentran más en orientarse hacia la exportación –como país maquilador– que en el desarrollo del mercado interno. Tanto Estados Unidos como China tienen mercados internos relevantes -atraendo la inversión- y complementan su actividad con las exportaciones.



Gráfica 3

Distribución de número de vecinos contra valor promedio de centralidad entre nodos (betweenness centrality) en las exportaciones de cemento.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de UN Comtrade Database (2013). Comtrade Database [Archivo de datos]. Recuperado de <http://comtrade.un.org/data/> consultado el 30 de abril 2016.



En la gráfica 3 se aprecia claramente que hay dos puntos que sobresalen, esos puntos corresponden a Estados Unidos y China. También parece acercarse a una ley de potencia, en donde los nodos que concentran la mayor cantidad de vecinos, son los nodos que tienen el mayor valor de betweenness centrality.



En los documentos de De Benedictis, *et al.* (2011) y Fagiolo, *et al.* (2008), aparecen tablas interesantes sobre el cambio de posición de los países a través del tiempo para el betweenness centrality, aunque estas tablas son de comercio mundial y la presente investigación es de comercio de cemento, podemos comparar ambos resultados (véase tabla 1).

Tabla 1
Países con más alto grado de centralidad entre nodos

Comercio del cemento	Comercio de bienes en general	
Resultados del análisis (año 2013)	De Benedictis <i>et al.</i> (año 2000)	Fagiolo, <i>et al.</i> (año 2000)
Estados Unidos	Estados Unidos	Estados Unidos
China	Alemania	Alemania
Sudáfrica	Gran Bretaña	Japón
Alemania	Francia	Francia
España	Italia	Gran Bretaña
Rusia	Japón	China
Francia	Países Bajos	Italia

Fuente: Elaboración propia con base en De Benedictis, L., Nenci, S., Santoni, G., Tajoli, L., & Vicarelli, C. (2013). Network Analysis of World Trade using the BACI-CEPII dataset. *Global Economy Journal*, 14(3-4), 287-343 y Fagiolo, G., Reyes, J., & Schiavo, S. (2008). On the topological properties of the world trade web: A weighted network analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 387(15), 3868-3873.

En la tabla 1 se analizan los primeros siete países que tienen mayor indicador de centralidad entre nodos para el presente estudio, el De Benedictis, *et al.* (2011) y el de Fagiolo, *et al.* (2008). En los tres estudios se determina como primer el primer país que atrae el comercio a Estados Unidos, en el caso del cemento es interesante esta posición, ya que Estados Unidos en el 2013 se posicionó como el tercer productor de cemento a nivel mundial con una participación del 1.90% (van Oss 2013, p. 16.8), a pesar de su desempeño en la producción, se posiciona como primer lugar en el comercio exterior, con un indicador de centralidad entre nodos de 0.096 desplazando a China -

principal productor de cemento- como segundo país atrae el comercio del cemento.

Por otra parte, se puede observar que los únicos países que se mantienen en las primeras siete posiciones con un indicador de centralidad de nodos elevado tanto en el comercio del cemento como en el comercio de bienes en general, son Estados Unidos, Alemania, Francia y China, manteniendo en cada estudio sus jerarquías, siendo Estados Unidos el primero en todos los estudios, Alemania el cuarto para el comercio del cemento y para el comercio de bienes en general el segundo -tanto en el estudio De Benedictis *et al.* (2011) como en el de Fagiolo, *et al.* (2008) -Francia en el séptimo lugar en el comercio del cemento y el cuarto en el comercio de bienes en general. China es el único país que no mantiene esta jerarquía y se ubica en el segundo lugar en el comercio del cemento y en sexto lugar para el estudio de Fagiolo, *et al.* (2008), y para el estudio De Benedictis *et al.* (2011) no aparece China como principal país que atrae el comercio.



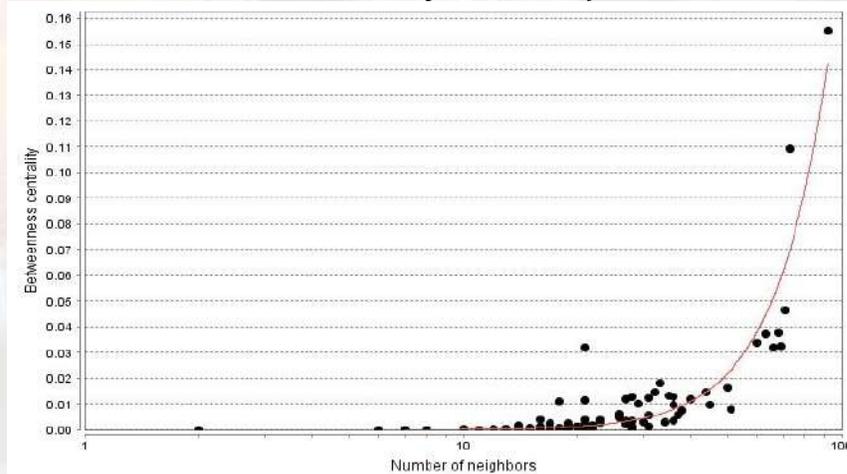
Importaciones

Al analizar la red de importaciones del cemento a través de la medida de centralidad entre nodos, se observa que Alemania es el país por el que pasan la mayor cantidad de caminos cortos con un indicador de 0.083, en tanto que Francia es el segundo, seguido de Estados Unidos y China con indicadores de 0,073, 0.055, 0.052, respectivamente.



Gráfica 4

Distribución de número de vecinos contra valor promedio de centralidad entre nodos (betweenness centrality) en las importaciones de cemento.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de UN Comtrade Database (2013). Comtrade Database [Archivo de datos]. Recuperado de <http://comtrade.un.org/data/> consultado el 30 de abril 2016.

En la gráfica 4 se observa que la correlación entre el número de vecinos de un nodo y el promedio de centralidad entre nodos, tiene una relación positiva, por lo que entre más vecinos tengan un nodo, mayor será el coeficiente de centralidad entre nodos.

Los dos puntos que tienen el mayor coeficiente de centralidad entre nodos son Alemania y Francia, los cuales tienen 92 y 95 países respectivamente con los que comercian. El país que mayor número de vecinos tiene es Estados Unidos con 108 países, sin embargo, por el no pasan tantos caminos cortos como en Alemania a pesar de tener tantos países vecinos.

Discusión y conclusión

El análisis de redes, y en particular las medidas seleccionadas, nos permitieron visualizar el efecto de las relaciones entre el comercio de los países y la estructura de la red, para así revelar que los países que funcionan como centros atractores de comercio del cemento son Alemania, Francia y Estados Unidos, los cuales son los países por los que pasan más flujos de comercio de cemento.

La única investigación que se encontró que hiciera un análisis de la red de importaciones del cemento fue la de De Benedictis *et al.* (2013), quienes



concluyen que debido al bajo flujo de comercio del cemento se tiene una red fragmentada en donde el comercio es dominado por la distancia, ya que no tienen países que actúan como atractores predominantes del comercio, lo cual concuerda con lo encontrado en el análisis, ya que tanto la red de exportaciones como de importaciones no presentan coeficientes altos de agrupamiento, por lo que existe poca triangulación entre el comercio del cemento y por ende pocos países que sirvan de atractores del comercio. Esto se debe a que, a los bajos flujos de comercio del cemento, los cuales no son representativos de la producción que se tiene del cemento.



Por otro lado se concuerda con los resultados de Fagiolo, *et al.* (2008); Chow (2013); Bao-quan, *et al.* (2007); Serrano y Boguña (2008) y Garlaschelli y Loffredo (2005), en cuanto a la relación negativa que existe entre el coeficiente de agrupamiento y el número de vecinos, ya que tanto en la red de exportaciones como en la de importaciones se tiene una pendiente negativa en la relación de estas dos variables, indicando que los países que tienen pocas relaciones de comercio no comercian entre ellos pero están conectados a los países que tienen más relaciones comerciales.

Debido a esto la red de comercio del cemento sigue la estructura que tiene la red de comercio mundial, "disassortative" o de centro periferia, a pesar de que no se tengan muchos países como centros conectores, como se da en la red de comercio mundial.

Este tipo de análisis, utilizando redes, se vuelven trascendentes para los diferentes tomadores de decisión, para aquellos que establecen leyes y regulaciones, en materia de comercio y regulación ambiental; así como para los funcionarios que elaboran la planeación estratégica en las organizaciones ya que les permite tener más otra perspectiva de la información para soportar sus decisiones.



Referencias

Bao-quan, L. I. U., Jian-hua, J. I., & Wen-qi, D. U. A. N. (2007). The Architecture of Weighted World Trade Network. In *Management Science and Engineering, 2007. ICMSE 2007. International Conference on* (pp. 1260-1264). IEEE.



Barabasi A. L. y Oltvai Z. (2004). *Network Biology: Understanding the cell's functional Organization*. Nature Reviews Genetics. Volumen 5, February 2004. pp 101 – 113

Barabási, A.L., Oltvai, Z.N. (2004). Network biology: understanding the cell's functional organization. *Nat Rev Genet* 5 (2004) 101-113

Chow, W. (2013). An anatomy of the world trade network.

Cross, P. (1944). Cement Production and Trade on the Great Lakes. *Economic Geography*, 20 (1), 37-53.

Cytoscape (2003). Shannon P, Markiel A, Ozier O, Baliga NS, Wang JT, Ramage D, Amin N, Schwikowski B, Ideker T. *Cytoscape: a software environment for integrated models of biomolecular interaction networks*. *Genome Res*, 13:11 (2498-504). 2003 Nov. PubMed ID: 14597658.

De Benedictis, L., & Tajoli, L. (2011). The world trade network. *The World Economy*, 34(8), 1417-1454.

De Benedictis, L., Nenci, S., Santoni, G., Tajoli, L., & Vicarelli, C. (2013). Network Analysis of World Trade using the BACI-CEPII dataset. *Global Economy Journal*, 14(3-4), 287-343.

Erdős, P.; Rényi, A. (1959). "On Random Graphs. I.". *Publicationes Mathematicae* 6: 290–297

Fagiolo, G., Reyes, J., & Schiavo, S. (2008). On the topological properties of the world trade web: A weighted network analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 387(15), 3868-3873.



Garlaschelli, D., & Loffredo, M. I. (2005). Structure and evolution of the world trade network. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 355(1), 138-144.

Herzog, T. (2009). World greenhouse gas emissions in 2005. *Washington-DC, États-Unis, WRI Working Paper, World Resources Institute*.



International Trade Centre (2013). Trade Map [Archivo de datos]. Recuperado de <http://www.trademap.org/Index.aspx>, consultado el 25 de abril 2016.

Newman, M. (2010). *Networks: an introduction*. OUP Oxford.

Schatan, C. y Avalos, M. (2003). *Condiciones de competencia en el contexto internacional: cemento, azúcar y fertilizantes en Centroamérica*, Naciones Unidas CEPAL, México, D.F.

Serrano, M. Á., & Boguñá, M. (2003). Topology of the world trade web. *Physical Review E*, 68(1), 015101.

UN Comtrade Database (2013). Comtrade Database [Archivo de datos]. Recuperado de <http://comtrade.un.org/data/> consultado el 30 de abril 2016.

Van Oss, H. (2013). Cement, en *Mineral yearbook 2013* (pp. 16.1-16.38) [Versión Adobe Digital Editions]. Recuperado de <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cement/cemenmyb04.pdf>



Vera, S. (2015). Análisis de las exportaciones mexicanas de cemento, 2001-2014. Memoria del XX Congreso Internacional de Contaduría y Administración e Informática, octubre. México: Facultad de Contaduría y Administración –Universidad Nacional Autónoma de México, ISSN 2395896



Watts, D. (2003). *Six Degrees: The Science of a Connected Age*. W. W. Norton & Company