

AÑO 31 NO. 114, 2026
ABRIL-JUNIO



AÑO 31 NO. 114, 2026

ABRIL-JUNIO

Revista Venezolana de Gerencia



UNIVERSIDAD DEL ZULIA (LUZ)
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Centro de Estudios de la Empresa

ISSN 1315-9984

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es_ES

Como citar: Redroban-Ortiz, C., Matute-Petroche, J., Pino-Villarroel, A., y Cabrera-Ruilova, J. (2026). Redes complejas y cooperación gubernamental: cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible. *Revista Venezolana De Gerencia*, 31(114), e3111427. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.31.114.27>

Universidad del Zulia (LUZ)
Revista Venezolana de Gerencia (RVG)
Año 31 No. 114, 2026, e3111427
Abril-Junio
ISSN 1315-9984 / e-ISSN 2477-9423



Redes complejas y cooperación gubernamental: cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible

Redroban-Ortiz, Carlos*
Matute-Petroche, Jessica**
Pino-Villarroel, Augusto***
Cabrera-Ruilova, Josue****

Resumen

Las auditorías coordinadas de las Entidades Fiscalizadoras Superiores, organismos autónomos que supervisan la gestión financiera estatal y promovidas por la Organización Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores, son una herramienta estratégica para evaluar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Ante la complejidad e interdependencia de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, este estudio aplica la teoría de redes complejas para diseñar un modelo de análisis que revele las arquitecturas de gobernanza. Se recopiló 123 auditorías cooperativas (2015–2025) de la base a la Organización Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores y se construyó una red multicapa con Cytoscape, aplicando métricas de centralidad de grado e intermediación. Los resultados muestran que los Objetivos de Desarrollo Sostenible más evaluados son 1, 6 y 16, con alta participación de Brasil, Ecuador, Chile y México, mientras Portugal presenta el mayor rol de intermediación. Predominan las categorías

Recibido: 03.11.25 **Aceptado:** 18.01.26

- * Profesor-Investigador de la Universidad Tecnológica ECOTEC, Samborondón, Ecuador. PhD, MBA, MSC, MTIE, MDCPC, Email: credrobano@ecotec.edu.ec, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0672-5323>
- ** Profesora-Investigadora de la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador, PhD, MBA. Directora de Unidad Financiera de la Universidad, Email: jessica.matute@cu.ucsg.edu.ec, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4598-3026>
- *** Investigador de la Pontificia Universidad Católica Argentina, Buenos Aires, Argentina PhD, (c) MSC, Email: agupinov@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1363-3443>
- **** Profesor-investigador de la Universidad Estatal de Milagro, Email: jcabrerar@unemi.edu.ec, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6580-8436>

“Auditoría Medioambiental” y “Rendición de Cuentas de la Gestión Pública”. Se concluye que la metodología de redes complejas es una herramienta sólida que evidencia desigualdades en la cooperación global y la necesidad de fortalecer la fiscalización transnacional.

Palabras clave: redes complejas; entidades fiscalizadoras superiores; objetivos de desarrollo sostenible; auditorías coordinadas; organismos autónomos.

Complex Networks and Government Cooperation: Achieving the Sustainable Development Goals

Abstract

Coordinated audits by Supreme Audit Institutions, autonomous bodies that oversee state financial management and are promoted by the International Organization of Supreme Audit Institutions, are a strategic tool for assessing compliance with the Sustainable Development Goals. Given the complexity and interdependence of the Sustainable Development Goals, this study applies complex network theory to design an analytical model that reveals governance architectures. A total of 123 cooperative audits (2015–2025) were collected from the International Organization of Supreme Audit Institutions database, and a multilayer network was constructed using Cytoscape, applying degree centrality and intermediation metrics. The results show that the most evaluated Sustainable Development Goals are 1, 6, and 16, with high participation from Brazil, Ecuador, Chile, and Mexico, while Portugal plays the largest intermediation role. The categories “Environmental auditing” and “Public management accountability” predominate. It is concluded that the complex network methodology is a robust tool that highlights inequalities in global cooperation and the need to strengthen transnational oversight.

Keywords: complex networks; supreme audit institutions; sustainable development goals; coordinated audits; autonomous bodies.

1. Introducción

Las Entidades Fiscalizadoras Superiores (EFS) son organismos públicos encargados de ejercer el control de los recursos del Estado, garantizando la legalidad, eficiencia, eficacia y transparencia en la gestión pública. Su principal función es auditar las

actividades gubernamentales, emitiendo informes independientes que promueven la rendición de cuentas, la lucha contra la corrupción, el fortalecimiento de la gobernanza y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Ferry et al., 2023; Hancu-Budui y Zorio-Grima, 2023; Kontogeorga y

Papapanagiotou, 2023).

Las EFS están organizadas globalmente a través de la Organización Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores (INTOSAI); y, subdividida en organizaciones regionales de la siguiente manera: en África está la Organización de Entidades Fiscalizadoras Superiores de África (AFROSAI); en la región árabe está la Organización Árabe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (ARABOSAI); en Asia la Organización de Entidades Fiscalizadoras Superiores de Asia (ASOSAI); en el caribe la Organización de Entidades Fiscalizadoras Superiores del Caribe (CAROSAI); en Europa la Organización de Entidades Fiscalizadoras Superiores de Europa (EUROSAI); en Latinoamericanos y parte del caribe la Organización Latinoamericana y del Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (OLACEFS); y, en el Pacífico la Asociación de Entidades Fiscalizadoras Superiores del Pacífico (PASAI) (Redroban-Ortiz et al., 2025; Van Leeuwen, 2004).

La INTOSAI ha asumido un papel clave en el monitoreo independiente del cumplimiento de los ODS por parte de cada Estado; a través de sus órganos regionales, coordinan y promueven metodologías, auditorías cooperativas y la producción de informes que permiten a la ONU contar con evidencia empírica sobre el progreso en distintas metas y objetivos. La INTOSAI participa regularmente en el Foro Político de Alto Nivel sobre el Desarrollo Sostenible, organizado por el Consejo Económico y Social de la ONU, en cuyo espacio se presentan los informes globales sobre las auditorías de evaluación de cumplimiento de los ODS, se difunden buenas prácticas y se promueve el fortalecimiento institucional de las EFS

como actores clave en el logro de la Agenda 2030 (INTOSAI, 2019).

De acuerdo a los lineamientos de la INTOSAI, la cooperación entre EFS se ejecuta cuando el tema a auditar comprende espacios geográficos compartidos y/o se precisa realizar trabajos de campo en el extranjero; para el efecto, resulta importante tomar en cuenta la experiencia en el tema de las EFS, los métodos de auditoría, experiencias y lecciones aprendidas y, sobre todo, objetivos que se persiguen en común entre las EFS integrantes (INTOSAI, 2019). La principal razón para optar por una auditoría cooperativa es encontrar soluciones a desafíos comunes de los territorios de las EFS (Redroban-Ortiz et al., 2025). La guía INTOSAI (GUID-9000) señala que las auditorías cooperativas pueden ser de tres tipos:

- *Auditoría paralela o concurrente* Que se realizan de manera simultánea por dos o más Entidades Fiscalizadoras Superiores con equipos auditores independientes por cada EFS; normalmente con una misma metodología, pero informan exclusivamente a su ente coordinador.
- *Auditoría conjunta.* Es aquella realizada por un equipo integrado por dos o más EFS, producto del cual se elabora un solo informe que es presentado en cada una de sus EFS.
- *Auditoría coordinada.* Es una auditoría conjunta con informes independientes dirigidos a las autoridades de sus EFS, o una auditoría paralela con un único informe conjunto adicional a los informes nacionales independientes.

La cooperación interinstitucional entre las EFS permite generar

conocimiento compartido, fortalecer las capacidades institucionales y promover sinergias regionales para enfrentar los desafíos transnacionales vinculados a los ODS. La coordinación internacional de auditorías ha contribuido a consolidar una cultura de fiscalización colaborativa orientada a la mejora de la gobernanza pública y la transparencia intergubernamental. En el contexto de la gobernanza global y la fiscalización superior, las auditorías coordinadas realizadas por Entidades Fiscalizadoras Superiores (EFS)—organismos públicos autónomos encargados de supervisar la gestión financiera y administrativa de los Estados— emergen como una herramienta estratégica clave para evaluar el avance por parte de los países respecto del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente frente a la creciente interdependencia de los desafíos ambientales, sociales, económicos, políticos y de lucha contra la corrupción (Cordery et al., 2023; Dobrowolski y Sułkowski, 2020; Le Blanc y Guillán, 2020; Sułkowski y Dobrowolski, 2021).

Estas auditorías, promovidas por la Organización Internacional de las Entidades Fiscalizadoras Superiores (INTOSAI) y coordinadas por las organizaciones regionales, permiten una fiscalización colaborativa entre múltiples países, generando evidencia relevante y recomendaciones para el mejoramiento de las políticas públicas y el fortalecimiento de la rendición de cuentas sobre los compromisos asumidos en la Agenda 2030 (Abhayawansa et al., 2021; Alnor et al., 2025; Dionisijev y Bozhinovska, 2025; Erin et al., 2025; Tetteh et al., 2023).

Luego de más de dos décadas de haberse publicado los artículos

seminales: “*Collective dynamics of ‘small-world’ networks*”, de Watts y Strogatz (1998), sobre las redes de mundo pequeño, y “*Emergence of Scaling in Random Networks*”, de Barabási y Albert (1999), sobre las redes libres de escala; la teoría de redes complejas se ha consolidado como una herramienta metodológica clave para el análisis de sistemas interrelacionados en múltiples disciplinas, desde la biología hasta las ciencias sociales y la gobernanza pública (Liu et al., 2025; Redroban-Ortiz y Rivas-Tovar, 2025). Su relevancia se intensifica al abordar fenómenos multilaterales y multidimensionales como los ODS, cuya implementación y seguimiento involucra una amplia gama de actores y relaciones interdependientes.

Esta ciencia estudia los sistemas compuestos por nodos (entidades o actores) y enlaces (relaciones), que presentan estructuras no triviales como modularidad, heterogeneidad de grados, alta transitividad y propiedades de pequeño mundo (Barthélemy et al., 2005; Girvan y Newman, 2002; Gupta y Gandhi, 2025; Maslov et al., 2004; Smith et al., 2023). La teoría permite identificar patrones relacionales en sistemas reales, como es el caso del sistema de fiscalización y el seguimiento de los ODS.

A través del uso sistemático de métricas globales, locales y particulares, se pueden identificar patrones estructurales, roles funcionales y dinámicas de interacción en estos sistemas interrelacionados. Esta capacidad analítica es fundamental para el diseño de estrategias de control y evaluación, como en el caso de las Entidades Fiscalizadoras Superiores (EFS) y su rol en la implementación y seguimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Dutta y

Chakraborty, 2024; Gupta y Gandhi, 2025; Taha Kandil, 2025; Yudhanegara et al., 2025; Zhang et al., 2024).

Estas métricas revelan propiedades clave como centralidad, cohesión, eficiencia, robustez, y permiten responder preguntas como: ¿Quiénes son los actores más influyentes o relevantes? ¿Cuán fragmentado está el sistema? ¿Existen comunidades densamente conectadas? ¿Qué tan eficiente es la interacción? Este estudio se centró sobre todo en la primera pregunta, razón por la cual se usaron las métricas de centralidad que resaltan la relevancia de los nodos dentro de una red; entre las métricas más comunes que se aplican con las medidas de centralidad están el grado, la intermediación, la cercanía y el eigenvector (Barabási, 2013; Newman, 2003; Sayama, 2015). La creciente complejidad de los ODS, caracterizados por metas interrelacionadas y efectos colaterales entre sectores y niveles de gobierno, exige nuevos enfoques metodológicos derivados de la revolución tecnológica que superen los modelos lineales tradicionales. En este sentido, la teoría de redes complejas ofrece un marco innovador para el análisis estructural y dinámico de las relaciones entre los distintos actores y variables involucradas en la implementación y fiscalización de los ODS. Esta perspectiva permite identificar nodos críticos, hubs de coordinación y patrones de conexión que inciden en la eficacia del control gubernamental (Dwiputrianti y Nugraha, 2022; Hay y Cordery, 2021).

A pesar de los avances alcanzados por la INTOSAI y sus organismos regionales en la coordinación de auditorías cooperativas, persiste un vacío analítico respecto de cómo se configuran, interconectan y operan las redes de cooperación entre las EFS a

nivel global. La mayoría de los estudios existentes abordan la fiscalización del cumplimiento de los ODS desde una perspectiva descriptiva o institucional, sin considerar la estructura relacional subyacente que condiciona la efectividad del control público internacional. Este trabajo parte de dicha brecha, proponiendo el uso de la teoría de redes complejas para modelar empíricamente las interacciones entre las EFS, los ODS y las organizaciones regionales, con el fin de comprender de qué manera la arquitectura de cooperación influye en la priorización temática y en el impacto de las auditorías coordinadas sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El presente artículo propone una aproximación que integra la metodología de redes complejas en el estudio de los resultados obtenidos en las auditorías cooperativas sobre los ODS realizadas por las EFS en la última década a nivel mundial, con el objetivo de fortalecer las capacidades analíticas y estratégicas de estos procesos fiscalizadores. A través de esta metodología, se busca revelar las arquitecturas ocultas del sistema de gobernanza del desarrollo sostenible, mapear las interacciones del sistema, evaluar cómo la estructura de las redes influye en la generación de impacto y valor público, así como validar la finalidad de las auditorías cooperativas desde una concepción diferente a la econométrica.

La complejidad matemática y algebraica que sustenta la teoría de redes complejas ha limitado su aplicación en las ciencias sociales y en la auditoría gubernamental; por ello, este estudio simplifica su uso mediante la aplicación de tres *softwares open source*, facilitando su adopción para el análisis de contextos sociales como el cumplimiento de los ODS. Esta contribución metodológica no

solo ofrece una herramienta robusta para el análisis empírico, sino que también abre nuevas líneas de investigación en el campo del control gubernamental y la fiscalización superior, en coherencia con los principios de innovación, cooperación y sostenibilidad que promueve la Agenda 2030.

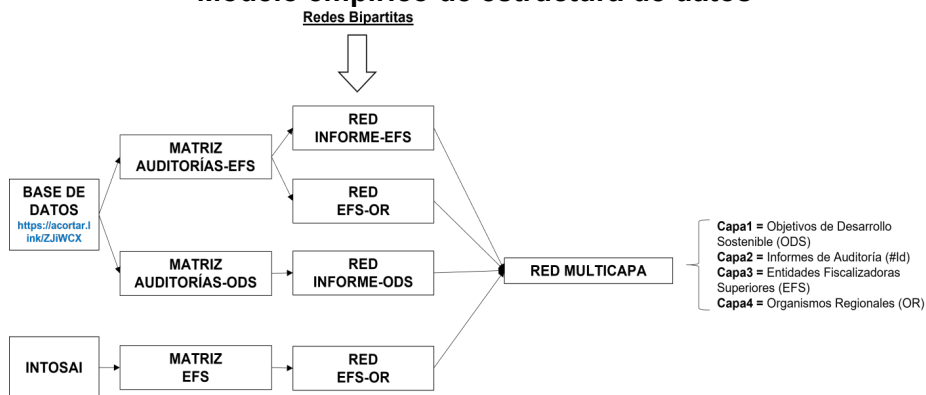
2. Aspectos metodológicos del estudio

Con corte al 15 de mayo de 2025, se realizó la recopilación de la información relacionada con todas las auditorías cooperativas ejecutadas por las Entidades Fiscalizadoras desde el año 2015 al año 2025 las mismas que fueron coordinadas por las diferentes organizaciones regionales a nivel mundial; la información se recabó desde la base de datos de auditorías cooperativas de INTOSAI que publica y

actualiza constantemente la Contraloría General de la República de Perú en calidad de EFS de dicho país¹. La metodología se basó en la construcción de una red multicapa de auditorías cooperativas, utilizando el *software Cytoscape*, a fin de representar las relaciones existentes entre los informes de auditoría, las EFS participantes, los organismos regionales y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

De la búsqueda se obtuvo la información de 123 auditorías cooperativas. Sin embargo, el formato SPA (*Single Page Application*) de la página web de INTOSAI, desarrollado con un JavaScript dinámico, no permitió descargar los datos en formato plano. Por ello, se diseñó el modelo empírico mostrado en el diagrama 1, que permitió alimentar las matrices para diagramar las redes y proceder con el análisis.

Diagrama 1
Modelo empírico de estructura de datos



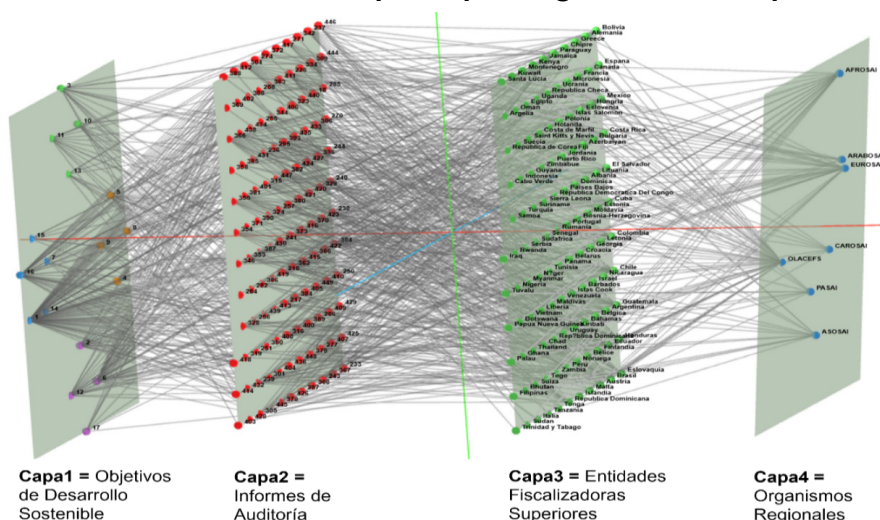
1 Datos que están disponibles en: <https://intosai-cooperativeaudits.contraloria.gob.pe/#/>.

El diagrama representa la estructura conceptual empleada para organizar los datos obtenidos. En la base se encuentra la información proveniente del portal de auditorías cooperativas de la INTOSAI, la cual alimenta tres matrices principales: auditorías-EFS, auditorías-ODS y EFS-Organismos Regionales. Estas matrices conforman redes bipartitas que se integran en una red multicapa, donde cada capa representa un nivel de relación: Capa 1: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); Capa 2: Informes de Auditoría (Itid); Capa 3: Entidades Fiscalizadoras Superiores (EFS); y Capa 4: Organismos Regionales (OR). Las líneas indican las interacciones entre capas, mientras que los nodos representan actores, entidades o informes interconectados

dentro del sistema.

Inicialmente, se distribuyó los datos de las auditorías cooperativas en dos matrices que permitieron diseñar tres redes bipartitas: 1. Red: INFORME-EFS; 2. Red: EFS-ODS; y 3.^a Red: INFORME-ODS. Posteriormente, se incluyó la información de todas las EFS a nivel mundial asociadas a la INTOSAI, debido a que en la base de datos de auditorías cooperativas se consideran solo las EFS que han participado en dichas acciones de control; finalmente, se realizó el proceso de unión de nodos con el software Cytoscape, lo que permitió diseñar la red multicapa, según la ilustración 1, conformada por las siguientes capas: 1. ODS; 2. Informes de Auditoría (#); 3. EFS, y 4. Organismos Regionales.

Ilustración 1 Distribución de nodos por capas según modelo empírico



Nota. Para la verificación por capas se consideró exclusivamente las EFS participantes en las 123 AC.

Diseñada la estructura de red multicapa, mediante el algoritmo Arena3Dweb, disponible como un plugin en Cytoscape, se validó la distribución de los datos por cada capa. Este algoritmo permite representar redes jerárquicas o multicapa en un entorno tridimensional e interactivo, facilitando la identificación de patrones estructurales y la visualización simultánea de múltiples niveles de conexión. Su funcionamiento se basa en la disposición de nodos en diferentes planos o capas, asignando a cada nodo coordenadas espaciales que reflejan su pertenencia a una categoría (por ejemplo, auditorías, ODS, EFS o regiones), lo que facilita el análisis comparativo entre niveles y la detección

de relaciones interinstitucionales relevantes (Della et al., 2020; Kivelä et al., 2014; Kokoli et al., 2023).

La estructura de la matriz se organizó en seis columnas que describen el número identificador del informe de auditoría cooperativa ejecutado y publicado en la INTOSAI; las dieciocho categorías que se relacionan con el contenido de los informes según el equipo auditor, las EFS que participaron en cada acción de control (auditoría), el grupo regional que coordinó dicha acción de control, los diecisiete ODS con los que se relaciona el contenido de cada informe de auditoría y los tres tipos de auditoría cooperativa que existen, conforme el detalle de la tabla 1.

Tabla 1
Diccionario de la matriz para análisis de las redes

Código	Descripción	Elemento	Atributo de datos	Atributo de Color RGB	Tipo de Función
N° Auditoría (Id)	Número del informe de auditoría cooperativa	Nodo	Números enteros	125,60,152	Integer
Categoría (C)	Categoría asignada en la INTOSAI que se relaciona en cada informe de auditoría	Atributo de Nodo	-Rendición de Cuentas -Agricultura -Control de Fronteras -Cultura y Educación -Servicios Aduaneros -Defensa y Seguridad Nacional -Economía y Finanzas -Empleo -Energía -Auditoría Medioambiental -Sector Sanitario -Tecnologías de la Información -Infraestructuras -Contratación Pública -Impuestos -Transportes	74,35,90	String
EFS (EFS)	Entidad Fiscalizadora Superior de cada país.	Nodo	EFS detallados en el archivo EFS-GPS-VALIDADO disponible en: https://acortar.link/EoPeXE	93,173,226	String
Grupo Regional (GR)	Organismo asociativo en el que convergen las EFS por regiones.	Nodo	-AFROSAI -ASOSAI -ARABOSAI -CAROSAI -EUROSAI -OLACEFS -PASAI	34,153,84	String

Cont... Tabla 1

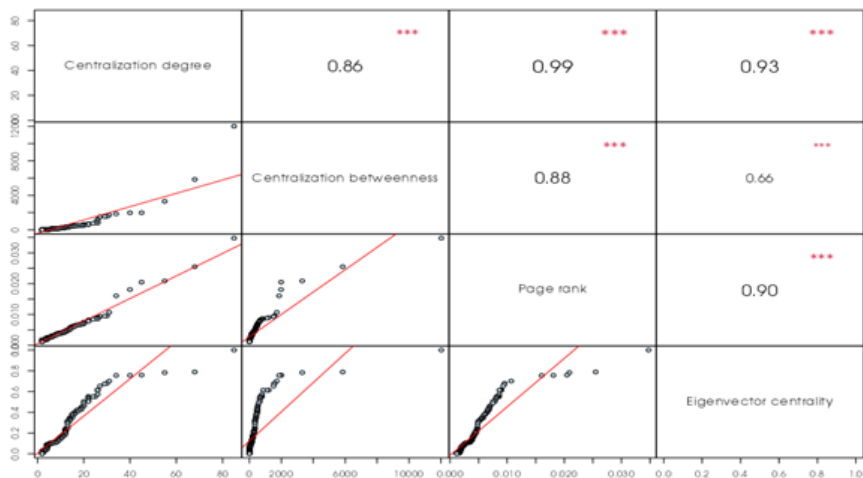
Código	Descripción	Elemento	Atributo de datos	Atributo de Color RGB	Tipo de Función
ODS (ODS)	Objetivo de Desarrollo Sostenible relacionado en cada informe de auditoría	Nodo	1. Fin de la Pobreza 2. Hambre Cero 3. Salud y Bienestar 4. Educación de Calidad 5. Igualdad de Género 6. Agua Limpia y Saneamiento 7. Energía Asequible y no Contaminante 8. Trabajo Decente y Crecimiento 9. Industria, Innovación e Infraestructura 10. Reducción de las Desigualdades 11. Ciudades y Comunidades Sostenibles 12. Producción y Consumo Responsables 13. Acción por el Clima 14. Vida Submarina 15. Vida de Ecosistemas Terrestres 16. Paz, Justicia e Instituciones Sólidas 17. Alianzas para Lograr los Objetivos	183,28,28	String
Tipo de Auditoría (TA)	Tipo de auditoría cooperativa	Enlace	-Coordinada -Conjunta -Paralela	*26,35,126 *146,43,33 *253,216,53	String

Nota: Esta información sirvió para caracterizar la red diseñada. El tipo de función *Integer* se consideró por tratarse de registro de números enteros y el tipo *String* por considerarse registro de texto o caracteres alfanuméricos.

Para las métricas que describen de mejor manera el trabajo realizado por parte de las EFS sobre el cumplimiento de los ODS, se generó un proceso iterativo por medio del *pug-in* de Cytoscape "*NAP(v2.0): The Network Analysis Profiler*", de tal manera de identificar que métricas de centralidad son las idóneas para los cálculos; la

ilustración 2, muestra los resultados de la correlación entre las cuatro principales métricas de centralidad de las cuales se optaron por la centralidad de grado y de intermediación por su marcada diferencia de análisis lo que permite describir por una parte los nodos con más interacción y por otra parte los nodos intermediarios.

Ilustración 2 Análisis de correlación entre las métricas de centralidad



Nota. Los valores cercanos a 1 se descartan por cuanto arrojarían resultados similares aplicando dichas métricas. La correlación entre *eigenvector* y *betweenness* se descarta por cuanto el objeto de investigación no busca identificar nodos relevantes por la importancia de sus nodos vecinos.

Si bien la centralidad de *eigenvector* o vector propio también era una buena opción de medida, pero se descartó esta métrica por cuanto el objetivo del estudio no es identificar a los nodos más relevantes por la importancia de sus nodos vecinos lo que si sería útil

e importante por ejemplo en un análisis de redes sociales. Las variables de grado y centralidad de intermediación se seleccionaron como las más idóneas con base en la justificación detallada en el cuadro 1.

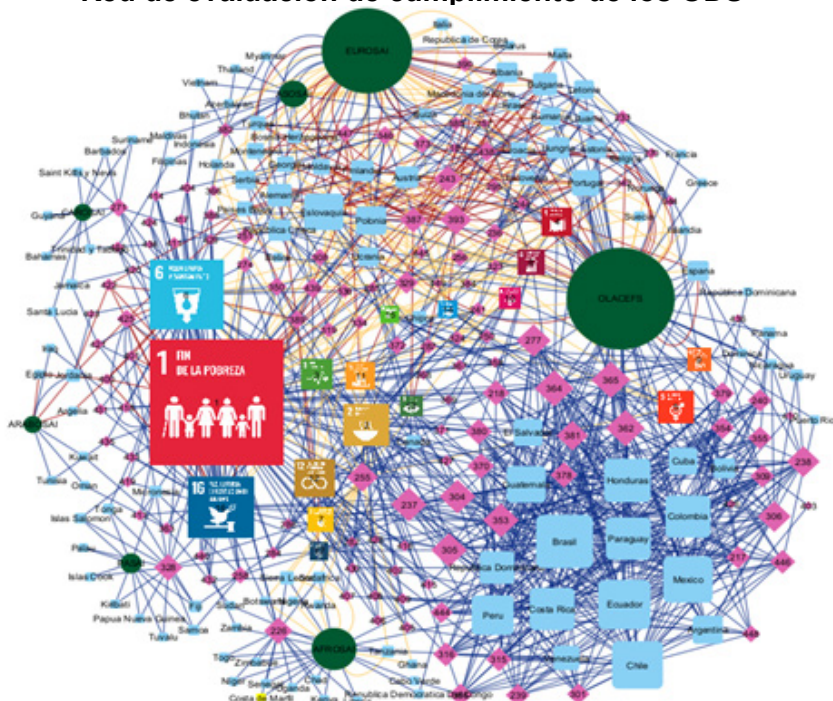
Cuadro 1 Matriz de variables para análisis de redes

Variable	Definición Conceptual	Definición Operativa	Indicador
a.- Grado	El grado captura la conectividad de los nodos. Cuenta el número de conexiones existentes entre los nodos de una red (Newman, 2003; Sayama, 2015).	Conexiones existentes entre nodos: ODS - #Id - EFS - GR.	<i>Degree</i> : Grado del nodo. - Número de conexiones de cada nodo.
b.- Centralidad de Intermediación	La centralidad de intermediación identifica la importancia de un nodo como intermediario dentro de una red (Barabási y Albert, 2015; Newman, 2003).	Cantidad de veces que un nodo (ODS - #Id - EFS - GR) aparece en los caminos más cortos de la red estructurada.	<i>Betweenness centrality</i> : Porcentaje de caminos más cortos que pasan por cada nodo (ODS - #Id - EFS - GR)

Para el análisis de los datos se utilizaron las siguientes herramientas informáticas *opensource*: Cytoscape versión 3.10.3; Gephi Versión 0.10.1; y,

Scimago Gráfica. Cytoscape permitió diseñar la red no dirigida de la ilustración 3 sobre la base de lo cual se realizaron todos los cálculos.

Ilustración 3 Red de evaluación de cumplimiento de los ODS



Nota. Red con visualización del componente principal aplicando *Compound Spring Embedder* layout; y, un algoritmo para evitar superposición de nodos (*yFiles Remove Overlaps*). Los tamaños de los nodos se muestran con base en el valor de la métrica de grado.

La ilustración 3 muestra la red de evaluación de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), conformada por nodos que representan las Entidades Fiscalizadoras Superiores (EFS), los ODS y los organismos regionales asociados. Los enlaces reflejan los vínculos de cooperación entre

auditorías cooperativas, mientras que el tamaño de los nodos indica su nivel de centralidad y relevancia dentro del sistema de fiscalización. Se evidencian concentraciones de auditorías en los ODS 1 (Fin de la Pobreza), 6 (Agua Limpia y Saneamiento) y 16 (Paz, Justicia e Instituciones Sólidas), los cuales presentan la mayor participación

conjunta de las EFS a nivel mundial.

3. Red en auditorías cooperativas sobre los objetivos de desarrollo sostenible: Resultados y análisis

Luego de haber estructurado la red multicapa, se realizó el análisis de dicha red aplicando el algoritmo "Analyze Network" de Cytoscape, la cual está diseñada para evaluar propiedades

topológicas y permite calcular las métricas estructurales de una red. Los resultados de la tabla 2 muestran que la red está formada por 367 nodos y 1838 enlaces; cada nodo está conectado en promedio con 13,29 nodos, lo que sugiere una conectividad moderada; su diámetro indica que la mayor distancia entre cualquier par de nodos conectados es 7 y su radio que su nodo más central a 4 pasos de cualquier otro nodo dentro del gran componente conectado.

Tabla 2
Resultados de aplicar el algoritmo "Analyze Network" de Cytoscape

Summary Statistics	
Number of nodes:	367
Number of edges:	1838
Avg. number of neighbors:	13,290
Network diameter:	7
Network radius:	4
Characteristic path length:	2,904
Clustering coefficient:	0,403
Network density:	0,051
Network centralization:	0,290
Connected components:	106

El valor de "Path length" sugiere que en promedio la distancia entre pares de nodos conectados es de 2,904 pasos; el coeficiente de agrupamiento (Clustering coefficient), de 0,403, sugiere que existen cliques o conexiones triangulares en la red llegando a formar estructuras comunitarias; la densidad de 0,051 indica que se trata de una red muy dispersa, su valor de centralización de 0,290 indica una centralización moderada con algunos nodos más influyentes que otros pero no dominantes, y el valor de los componentes indica que existen 106 en la red, esto debido a que existen

muchas EFS que no han cooperado en acciones de control cooperativas y se encuentran aisladas en la red.

Este resultado refleja la existencia de una fragmentación institucional dentro del sistema de fiscalización global, donde predomina la actuación independiente de varias EFS en lugar de una cooperación sostenida. Sin embargo, también evidencia oportunidades para fortalecer la interconexión mediante proyectos cooperativos y mecanismos de coordinación regional impulsados por la INTOSAI y sus organizaciones asociadas.

Los resultados de los datos analizados obtenidos con Cytoscape (Tabla 3), permitieron diseñar la red de evaluación de cumplimiento de los ODS según sus valores de centralidad;

para facilitar su comprensión incluso visual, estas se dividieron en dos redes multicapa conforme se evidencian en la ilustración 4.

Tabla 3
Orden de prelación de nodos importantes según el grado y la centralidad de intermediación

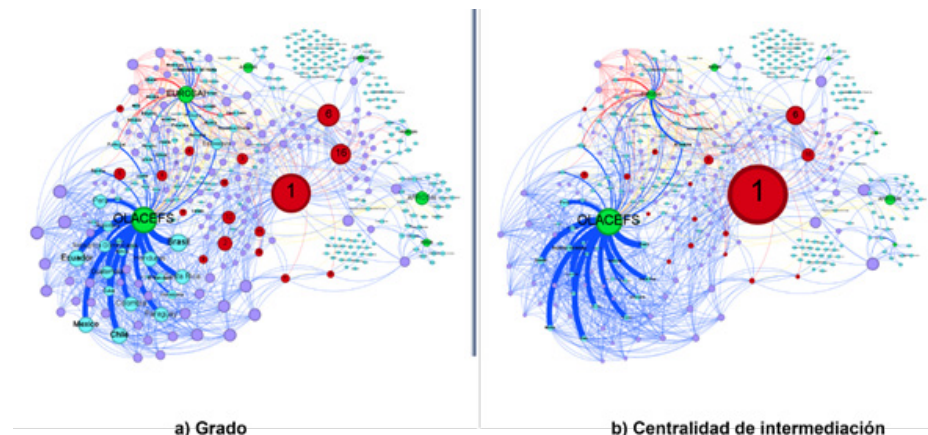
Capa	Nodo	Grado	Capa	Nodo	Centralidad de Intermediación
ODS	1	85	ODS	1	0.3019365825594486
GR	OLACEFS	68	GR	OLACEFS	0.08847602986223461
GR	EUROSAI	57	ODS	6	0.07964515315662529
ODS	6	45	EFS	Portugal	0.053789830746114084
ODS	16	40	ODS	16	0.048564850468786856
EFS	Brasil	34	GR	AFROSAI	0.046042933284822805
EFS	Ecuador	31	EFS	España	0.03594180968274761
EFS	Chile	30	EFS	Países Bajos	0.035595257401571816
EFS	México	29	EFS	Perú	0.03548448931145426
EFS	Honduras	27	ODS	3	0.03231145657120582
GR	AFROSAI	26	EFS	Eslovaquia	0.03160820777033281
EFS	Costa Rica	26	EFS	Brasil	0.025997191117182687
EFS	Colombia	26	EFS	República Dominicana	0.02211399836855411
EFS	Paraguay	26	EFS	Ecuador	0.02100432236780736

Nota. El valor de la centralidad de intermediación esta normalizado por lo que va en un rango de 0 a 1.

La ilustración 4 muestra la estructura de la red de evaluación de cumplimiento de los ODS según el grado, es decir con base en la cantidad de conexiones por cada nodo; en la imagen, conforme los resultados de la tabla 3, se evidencia que los ODS 1, 6 y 16 son los mejor evaluados dentro de las auditorías cooperativas, siendo el ODS 1: “Fin

de la Pobreza”, el nodo más evaluado dentro de 85 auditorías; que OLACEFS y EUROSAI, son las organizaciones regionales que han coordinado dichas acciones de control y que las EFS de Brasil, Ecuador, Chile y México son las que más han participado en auditorías cooperativas a nivel mundial.

Ilustración 4 Red de evaluación de cumplimiento de los ODS según el grado y centralidad de Intermediación



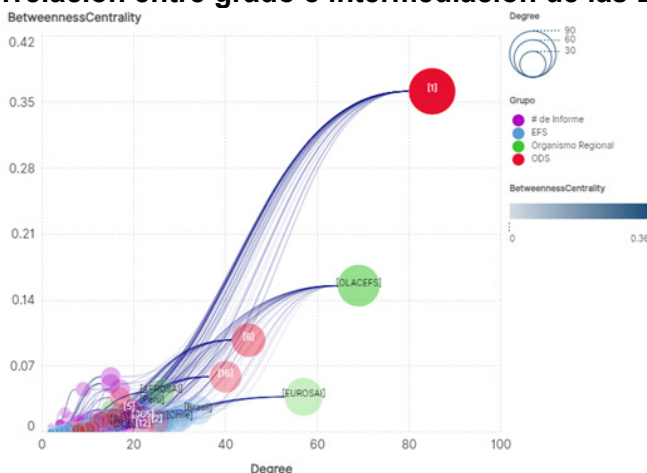
Nota. Los enlaces de las redes están representados de la siguiente manera: El color azul corresponde a auditorías cooperativas que representan el 78,72%, seguido de auditorías paralelas de color amarillo con 12,64% y por las auditorías conjuntas de color rojo con 8,64%

Este resultado demuestra que la cooperación interinstitucional se concentra principalmente en países y regiones con estructuras institucionales consolidadas y con mayor experiencia en auditorías ambientales y sociales, lo cual refleja un liderazgo técnico que favorece la articulación regional. También presenta la estructura de la red de evaluación de cumplimiento de los ODS según la centralidad de intermediación, es decir en función de la importancia de un nodo como intermediario dentro de la red; en la imagen, conforme los resultados de la tabla 3, se evidencia al igual que la red anterior, que el ODS 1 lidera la evaluación de su cumplimiento así como también que OLACEFS es la organización regional que más coordina las acciones de control cooperativas, empero sobre

las Entidades Fiscalizadoras Superiores, la más representativa es Portugal, lo que indica que esta EFS ha actuado como intermediaria en varias acciones de control cooperativas organizadas por varias organizaciones regionales y con varias EFS.

Con los resultados y el uso del software Scimago Gráfica se realizó la gráfica que permite mostrar la correlación entre el grado y la intermediación (ilustración 5), en la cual, se confirma que el ODS 1 es el más evaluado y que el organismo regional OLACEFS es quien coordina más acciones de control cooperativas. En el link: <https://bit.ly/410BP1u>, se puede visualizar de forma interactiva esta correlación entre las dos variables y los parámetros de los nodos ODS - #Id - EFS – GR.

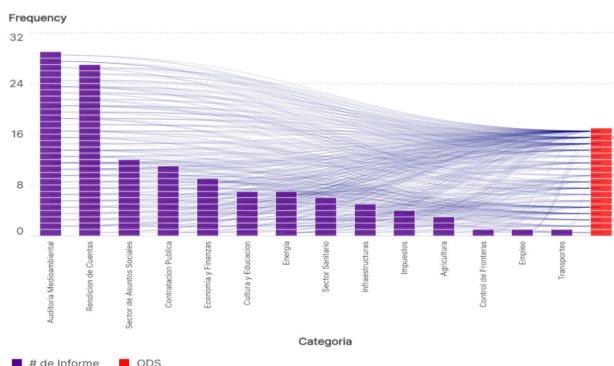
Ilustración 5 Correlación entre grado e intermediación de las EFS



Durante el registro de los resultados de las auditorías en la página de INTOSAI, adicional al tipo de ODS se registra también uno de los 18 tipos de categorías clasificados en el cuadro 1, por cada informe publicado. Con la metodología de redes complejas y el uso de Scimago Gráfica se puede evidenciar

la interacción que existe entre estos dos componentes. La ilustración 6, muestra que la Auditoría Medioambiental, seguido de la Rendición de Cuentas, son las categorías más evaluadas y cómo estas se relacionan con los ODS con base en las acciones de control realizadas.

Ilustración 6 Relación Entre ODS y Categorías asignadas por INTOSAI



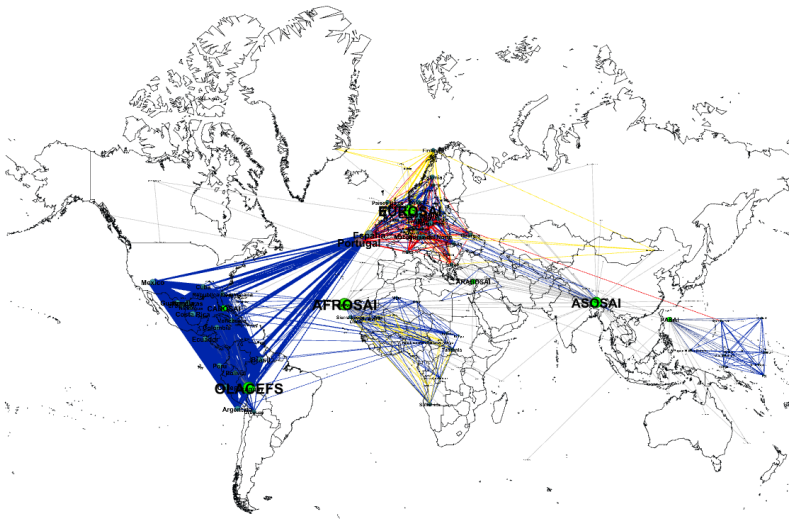
Nota: en el link: <http://bit.ly/4dHa9Mu> se puede descargar el archivo *htm, para visualizar de forma interactiva la relación entre los ODS y las categorías analizadas.

Al tratarse de una red de organizaciones de control y fiscalización gubernamental ubicadas en varios países a nivel mundial, con los datos de posicionamiento geo satelital y el uso del software Gephi, se diagramó la red de cooperación que existe entre EFE en las 123 auditorías cooperativas (ilustración

7). Para lograr diseñar la red fue necesario ingresar los datos de latitud y longitud como función "DOUBLE", pues este tipo de función permite ubicar las coordenadas en las dimensiones "X" y "Y" del plugin "Geo-layout" y "Map of Countries" de Gephi.

Ilustración 7

Red de cooperación entre EFS en auditorías cooperativas para evaluación de cumplimiento de ODS



Nota: El 40% de las EFS a nivel mundial no registran su participación en acciones de control cooperativas según el registro de la INTOSAI.

La red de la ilustración 7, permite visualmente identificar los patrones de cooperación que se han generado en las 123 auditorías cooperativas; la imagen demuestra que el grupo regional de OLACEFS, con sus Entidades Fiscalizadoras Superiores de Latinoamérica, lideran este tipo de acciones de control especialmente en auditorías coordinadas; así mismo

se puede verificar como Portugal y España juegan un papel fundamental en la conectividad mundial de esta red, pues son el nexo de cooperación entre Latinoamérica y Europa, así mismo la gráfica muestra que las auditorías coordinadas tienen mayor presencia a nivel Latinoamérica, mientras que en las demás regiones del mundo existe un equilibrio entre las auditorías

coordinadas, conjuntas y paralelas.

El análisis de la red multicapa de auditorías cooperativas sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) revela una conectividad moderada (13,29 enlaces en promedio), pero con una alta dispersión institucional (densidad de 0,051) y fragmentación (106 componentes). Se destaca la actuación independiente de las Entidades Fiscalizadoras Superiores (EFS). Los resultados señalan al ODS 1: "Fin de la pobreza" como el más evaluado. La OLACEFS emerge como una de las organizaciones regionales con mayor coordinación de acciones de control cooperativas, liderando la cooperación interinstitucional en Latinoamérica. Países como Brasil, Ecuador, Chile y México, junto con Portugal y España (estos últimos como nexo intercontinental), son influyentes en la red. Las auditorías de tipo medioambiental y rendición de cuentas son las categorías más comunes. Esto evidencia una oportunidad para que la INTOSAI fortalezca la interconexión global e impulse una cooperación más sostenida.

4. Conclusiones

El artículo expone una disonancia estratégica y metodológica en el rol de las Entidades Fiscalizadoras Superiores (EFS) frente al desafío global de la Agenda 2030. La adopción de la metodología de análisis de redes complejas es un avance crucial, al proveer una lente sistémica para mapear la intrincada interdependencia entre actores y objetivos (ODS), moviendo la fiscalización de una lógica lineal a una ecológica de la gobernanza. Subyace en un sesgo de priorización que limita la efectividad estratégica del control fiscal.

La concentración temática en ODS como el ODS 1, 6 y 16 (Fin de la pobreza, Agua e Instituciones sólidas) y categorías como "Auditoría medioambiental" y "Rendición de cuentas" evidencia una tendencia a auditar lo que es estructuralmente visible, urgente o tradicionalmente fiscalizable, relegando áreas de alto impacto para la sostenibilidad económica y la infraestructura clave.

La marginación de ODS vitales para el desarrollo productivo (ODS 8: Trabajo decente) y la transición energética (ODS 7: Energía asequible) sugiere una miopía fiscalizadora sobre los motores del crecimiento sostenible y los riesgos sistémicos de la transición económica. La baja evaluación del ODS 17 (Alianzas) es especialmente preocupante, pues implica una fiscalización insuficiente sobre el mecanismo de cooperación y financiamiento esencial para el logro de toda la Agenda.

La falta de evidencia de recomendaciones específicas para mejorar índices en los ODS menos auditados transforma el control en un ejercicio meramente descriptivo, perdiendo su función de palanca de incentivo y corrección estratégica para la política pública nacional. El control fiscal no solo debe constatar, sino también catalizar el cambio. El estudio confirma que la cooperación interinstitucional (liderada por organismos regionales como OLACEFS y EUROSAI) no es una opción, sino un imperativo funcional que se activa ante la naturaleza transnacional o geográficamente compartida de los objetos de auditoría (el cumplimiento de los ODS).

El rol de EFS de América Latina y Europa en las auditorías cooperativas consolida una arquitectura de control fiscal transfronterizo que responde directamente a la tesis de INTOSAI. Esto

subraya la necesidad de mecanismos de gobernanza regional para temas que trascienden la soberanía individual, como el medio ambiente, el agua y las políticas migratorias/fronterizas. La ausencia de EFS de naciones con gran peso económico y geopolítico (como Estados Unidos y Canadá) en las auditorías cooperativas de ODS genera un déficit de legitimidad y alcance global. La cooperación, aunque intensa entre el “Sur Global” y algunos socios europeos, carece de la masa crítica de influencia financiera y política que estos actores podrían aportar, debilitando la presión internacional para el cumplimiento de la Agenda 2030.

En última instancia, el estudio revela un desafío para las EFS: migrar de una fiscalización de cumplimiento normativo (enfocada en lo fácilmente auditable) a una auditoría de impacto sistémico (enfocada en los nodos de mayor influencia para el desarrollo sostenible). La aplicación del análisis de redes es la herramienta para esta migración, pero la agenda de auditoría debe realinearse estratégicamente para cubrir aquellos ODS y temas que son críticos para el crecimiento económico inclusivo, la resiliencia energética y la articulación global, transformando así a la EFS en un actor clave en la arquitectura de la gobernanza global sostenible.

Referencias

Abhayawansa, S., Adams, C. A., & Neesham, C. (2021). Accountability and governance in pursuit of Sustainable Development Goals: Conceptualising how governments create value. *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, 34(4), 923-945. <https://doi.org/10.1108/>

[AAAJ-07-2020-4667](https://doi.org/10.1108/AAAJ-07-2020-4667)

Alnor, N. H. A., Al-Matari, E. M., Al-Bukhrani, M. A., Alhebri, A., Omer, A. M., & Mohammed, O. A. A. (2025). Assessing the efficiency of the external auditor in combating money laundering in the financial sector governance. *Journal of Governance and Regulation*, 14(1 Special Issue), 262-276. <https://doi.org/10.22495/jgrv14i1siart3>

Barabási, A.-L. (2013). Network science. *Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*, 371(1987), 20120375. <https://doi.org/10.1098/rsta.2012.0375>

Barabási, A., & Albert, R. (2015). *Network Science by Albert-László Barabási*. Cambridge University Press. <http://networksciencebook.com/>

Barabási, A.-L., & Albert, R. (1999). Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, 286(5439), 509-512. <https://doi.org/10.1126/science.286.5439.509>

Barthélemy, M., Barrat, A., Pastor-Satorras, R., & Vespignani, A. (2005). Dynamical patterns of epidemic outbreaks in complex heterogeneous networks. *Journal of Theoretical Biology*, 235(2), 275-288. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2005.01.011>

Cordero, C., Arora, B., & Manochin, M. (2023). Public sector audit and the state's responsibility to “leave no one behind”: The role of integrated democratic accountability. *Financial Accountability and Management*, 39(2), 304-326. <https://doi.org/10.1111/faam.12354>

Della Rossa, F., Pecora, L., Blaha, K., Shirin, A., Klickstein, I., & Sorrentino, F. (2020). Symmetries and cluster synchronization in multilayer networks. *Nature Communications*,

- 11(1), 3179. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16343-0>
- Dionisijev, I., & Bozhinovska Lazarevska, Z. (2025). Enhancing sustainable progress: An analysis of supreme audit institutions' performance audits and information disclosure practices. *Journal of Public Budgeting, Accounting and Financial Management*, 37(2), 254-272. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-06-2023-0092>
- Dobrowolski, Z., & Sułkowski, L. (2020). Implementing a sustainable model for anti-money laundering in the United Nations Development Goals. *Sustainability (Switzerland)*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/SU12010244>
- Dutta, S., & Chakraborty, S. (2024). Influence detection in dynamic networks: A novel overlapping community detection approach applied to COVID-19 spread analysis in India. *Social Network Analysis and Mining*, 14(1). <https://doi.org/10.1007/s13278-024-01359-x>
- Dwiputrianti, S., & Nugraha, W. (2022). External auditing in improving straightforwardness and responsibility for the sustainable development goals. *Proceedings of the Third International Conference Administration Science, ICAS 2021, September 15 2021, Bandung, Indonesia*.
- Erin, O., Adebayo, A., Ackers, B., & Soobaroyen, T. (2025). Sustainable development goal research in accounting: A systematic literature review and direction for future research. *Journal of Financial Reporting and Accounting*. Scopus. <https://doi.org/10.1108/JFRA-05-2024-0243>
- Ferry, L., Hamid, K., & Hebling Dutra, P. (2023). An international comparative study of the audit and accountability arrangements of supreme audit institutions. *Journal of Public Budgeting, Accounting and Financial Management*, 35(4), 431-450. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-10-2022-0164>
- Girvan, M., & Newman, M. (2002). Community structure in social and biological networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(12), 7821-7826. <https://doi.org/10.1073/pnas.122653799>
- Gupta, S., & Gandhi, T. K. (2025). Exploring dynamic hubs for face perception in the brain: A graph theoretical measure approach. *Biomedical Signal Processing and Control*, 107. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2025.107863>
- Hancu-Budui, A., & Zorio-Grima, A. (2023). Supreme audit institutions in Europe: Synergies, institutional transparency, gender equality and sustainability engagement. *Journal of Public Budgeting, Accounting and Financial Management*, 35(4), 451-473. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-07-2021-0116>
- Hay, D. C., & Cordery, C. J. (2021). The future of auditing research in the public sector. *Journal of Public Budgeting, Accounting and Financial Management*, 33(2), 234-242. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-09-2020-0164>
- INTOSAI. (2019). *GUID-9000-Auditoria-Cooperativa-entre-EFS*. [Institucional]. issai. <https://www.issai.org/wp-content/uploads/2019/08/GUID-9000-Auditoria-Cooperativa-entre-EFS.pdf>
- INTOSAI. (2025). *INTOSAI y ONU – ODS - INTOSAI*. <https://www.intosai.org/es/focus-areas/intosai-un-sdgs.html>
- Kivelä, M., Arenas, A., Barthelemy, M.,

- Gleeson, J. P., Moreno, Y., & Porter, M. A. (2014). Multilayer networks. *Journal of Complex Networks*, 2(3), 203-271. <https://doi.org/10.1093/comnet/cnu016>
- Kokoli, M., Karatzas, E., Baltoumas, F. A., Schneider, R., Pafilis, E., Paragkamian, S., Doncheva, N. T., Jensen, L. J., & Pavlopoulos, G. A. (2023). Arena3Dweb: Interactive 3D visualization of multilayered networks supporting multiple directional information channels, clustering analysis and application integration. *NAR Genomics and Bioinformatics*, 5(2). <https://doi.org/10.1093/nargab/lqad053>
- Kontogeorga, G., & Papapanagiotou, A. (2023). Auditing ethics and corruption: Old challenges and new trends for Supreme audit institutions in turbulent times. *Journal of Public Budgeting, Accounting and Financial Management*, 35(4), 474-492. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-08-2021-0131>
- Le Blanc, D., & Guillán Montero, A. (2020). Some Considerations on External Audits of SDG Implementation. *United Nations*. <https://doi.org/10.18356/9473a852-en>
- Liu, L., Du, N., & Sheng, D. (2025). Security-centric node identification in complex networks. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-00360-4>
- Maslov, S., Sneppen, K., & Zaliznyak, A. (2004). Detection of topological patterns in complex networks: Correlation profile of the internet. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 333, 529-540. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2003.06.002>
- Newman, M. E. J. (2003). The Structure and Function of Complex Networks. *SIAM Review*, 45(2), 167-256. <https://doi.org/10.1137/S003614450342480>
- Redroban-Ortiz, C., & Rivas-Tovar, L. A. (2025). *Introducción a las redes complejas: De la teoría a la práctica* (Primera). Grupo Compás. https://www.researchgate.net/publication/392327021_Introduccion_a_las_redes_complejas_De_la_teor%C3%ADa_a_la_practica
- Redroban-Ortiz, C., Torres Maldonado, X., Pino Villarroel, A., Pachay, L., & Guerrero, L. (2025). *El sistema de control gubernamental latinoamericano* (Primera). Grupo Compás. https://www.researchgate.net/publication/392368765_El_sistema_de_control_gubernamental_latinoamericano
- Sayama, H. (2015). *Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems* (Primera). SUNY. <https://knightscholar.geneseo.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1013&context=oer-ost>
- Smith, M., Sarabi, Y., & Christopoulos, D. (2023). Understanding collaboration patterns on funded research projects: A network analysis. *Network Science*, 11(1), 143-173. <https://doi.org/10.1017/nws.2022.33>
- Sułkowski, Ł., & Dobrowolski, Z. (2021). The role of supreme audit institutions in energy accountability in EU countries. *Energy Policy*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112413>
- Taha Kandil, T. (2025). Artificial intelligence (AI) and alleviating supply chain bullwhip effects: Social network analysis-based review. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 18(1), 5-35. <https://doi.org/10.1108/JGOSS-04-2023-0038>
- Tetteh, L. A., Agyenim-Boateng, C., & Simpson, S. N. Y. (2023). Institutional pressures and strategic response

- to auditing implementation of sustainable development goals: The role of public sector auditors. *Journal of Applied Accounting Research*, 24(2), 403-423. <https://doi.org/10.1108/JAAR-05-2022-0101>
- Van Leeuwen, S. (2004). Auditing International Environmental Agreements: The Role of Supreme Audit Institutions. *Environmentalist*, 24(2), 93-99. <https://doi.org/10.1007/s10669-004-4800-2>
- Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of 'small-world' networks. *Nature*, 393(6684), 440-442. <https://doi.org/10.1038/30918>
- Yudhanegara, M. R., Nugraha, E. S., Sylviani, S., Lestari, K. E., & Bonyah, E. (2025). Clustering based on betweenness centrality in period: transformation of correlation coefficient value into distance in matrix space. *Barekeng*, 19(2), 1109-1118. <https://doi.org/10.30598/barekengvol19iss2pp1109-1118>
- Zhang, Z., Li, M., & Zhang, Q. (2024). A clustering coefficient structural entropy of complex networks. *Physica A*, 655(130170), 130170. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2024.130170>