

# Análisis de temas de investigación prioritarios en un Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIyDT)

## *Analysis of research topics priorities in a Center for Research and Technological Development (CIyDT)*

López Ortega Eugenio\*, Alcántara Concepción Tamara\*\*, Solís González Roberto\*\*\*

### Resumen

Se presentan los resultados de un proyecto dirigido a desarrollar un proceso de inteligencia tecnológica dentro de un Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIyDT). El proceso de inteligencia tecnológica se centra en tres actividades: integración de grupos de expertos en el tema de investigación a analizar, desarrollo de la estructura del tema (áreas de conocimientos) e identificación de fuentes de información relevantes.

El trabajo presenta la manera en que se estructuró el tema relativo a riesgos naturales en ingeniería civil el cual corresponde a la ampliación del originalmente propuesto como confiabilidad estructural. La ampliación del tema obedeció a lo acordado por el grupo de expertos integrado por académicos del CIyDT en donde se realiza el proyecto.

En una segunda parte el trabajo presentan algunos resultados del análisis bibliométrico realizado a partir de la información proporcionada por el grupo de expertos. Este análisis bibliométrico se sustenta en la información recolectada en 34 revistas relacionadas con el tema de investigación. El periodo de análisis corresponde al periodo 2002-2013.

Finalmente, se presentan diversas conclusiones referentes a la estructuración del tema de investigación, a los resultados del análisis bibliométrico y a las líneas de trabajo que se abren en el proyecto mencionado.

**Palabras clave:** inteligencia tecnológica; planeación tecnológica; análisis bibliométrico.

### Abstract

*The results of a project aimed at developing a process of technological intelligence in a Technological and Development Research Centre (CIyDT) are presented.*

*The process of technological intelligence focuses on three activities: integration of groups of experts in the field of research, development of the topic structure (areas of expertise) and identification of relevant sources of information.*

*The paper presents how the topic on natural risks in civil engineering was structured, which corresponds to the extension of the proposed originally, as structural reliability. Expanding the topic obeyed as agreed by the group of experts composed of academics at CIyDT where the project is implemented.*

\* Instituto de Ingeniería – Universidad Nacional Autónoma de México

\*\* Instituto de Ingeniería – Universidad Nacional Autónoma de México

\*\*\* Instituto de Ingeniería – Universidad Nacional Autónoma de México

Artículo Recibido: 12 de febrero del 2014

Artículo Aceptado: 25 de abril de 2014

*In a second part, the paper presents some results of bibliometric analysis based on the information provided by the group of experts. This Bibliometric analysis is based on data collected in 34 journals related to the research topic. The analysis period corresponds to 2002-2013.*

*Finally, several conclusions concerning the structure of the research topic to the results of bibliometric analysis and lines of work that are opened in this project are presented.*

**Keywords:** *Technology intelligence, technology planning, biometric analysis.*

## Introducción

En 2012, como parte de su Plan de desarrollo 2012-2016, el Instituto de Ingeniería de la UNAM (IIUNAM) inició un proyecto dirigido a identificar y analizar aquellos temas de investigación a los que debería fortalecer y/o consolidar en el mediano y largo plazos. Este proyecto se denomina Temas Estratégicos de Investigación (TEI) y es coordinado dentro del IIUNAM por un grupo que en este trabajo se denomina G-TEI.

El objetivo del proyecto TEI consiste en desarrollar un proceso de inteligencia tecnológica dentro del IIUNAM que permita generar conocimientos con respecto a las tendencias tecnológicas asociadas a los temas de investigación que cultiva. Esta generación de conocimientos se basa en el desarrollo de análisis bibliométricos que sustenten la discusión colectiva de los académicos asociados a los temas de interés.

Al inicio del proyecto TEI se convocó a los académicos del IIUNAM para que propusieran temas de investigación que considerarán pertinentes para su desarrollo y/o consolidación en el IIUNAM. El proceso de identificación y análisis preliminar de los temas propuestos fue documentado en un trabajo previo presentado en el Congreso ACACIA 2013 (López Ortega,

Alcántara Concepción y Sañudo Chávez, 2013). Durante el año 2013 a la fecha se ha trabajado en siete temas de investigación que se consideraron relevantes para su desarrollo en la organización.

El objetivo del trabajo que aquí se presenta consiste en reseñar la manera en que se ha continuado trabajando en el análisis de los temas de investigación actuales o potenciales que resultan prioritarios para una organización relacionada con la investigación y el desarrollo tecnológico, en este caso, el IIUNAM. Esta reseña se concentra en el desarrollo de uno de los siete temas considerados para su análisis en el proyecto TEI y la exposición de los resultados hasta ahora logrados.

En la primera parte del trabajo se presenta la manera en que se estructuró el tema de investigación analizado con la participación de un grupo de 15 académicos involucrados en dicho tema. Una vez establecida de manera consensuada la estructura del tema, se solicitó a los académicos información específica la cual fue procesada y utilizada para el desarrollo de un análisis bibliométrico.

El trabajo presenta los resultados de la estructura propuesta para el tema de investigación, así como los primeros resultados de un análisis bibliométrico sustentado en la información proporcionada por los académicos participantes.

## Proceso de estructuración del tema de investigación analizado

Uno de los temas de investigación establecidos en la primera parte del proyecto TEI (López-Ortega, 2013) fue el correspondiente a confiabilidad estructural. En términos generales este tema se refiere a la evaluación del riesgo que corre una obra civil (edificaciones, puentes, presas, puertos, aeropuertos, etc), y en consecuencia, el nivel de vulnerabilidad que presenta. Incluye el diseño de estas obras, el cual debe considerar el nivel de vulnerabilidad aceptado así como también el

posible reforzamiento de la estructura en aquellas obras ya construidas.

Para iniciar el análisis del tema de confiabilidad estructural se efectuó un estudio bibliométrico cuyos resultados fueron presentados a un grupo de académicos del IUNAM dedicados a dicho tema de investigación.

Los resultados del estudio bibliométrico fue enviado a los académicos del IUNAM relacionados con el tema confiabilidad estructural. Posteriormente se realizó un taller de análisis en el que participaron 15 académicos. Este taller tuvo una duración de dos horas y se dividió en tres partes. En la primera se señalaron los puntos relevantes del reporte bibliométrico previamente distribuido. La segunda parte consistió en una discusión abierta relacionada con dicho reporte. En la tercera parte se establecieron los acuerdos del grupo de académicos con base en la discusión previa.

El primer acuerdo consistió en que los participantes consideraron que el tema de confiabilidad estructural debería ser ampliado en dos sentidos. En primer lugar, resultaba relevante el incorporar los estudios de las amenazas que podían afectar la adecuada operación de las obras civiles. Asimismo, era pertinente considerar la retroalimentación que significa la experiencia generada a través del comportamiento de las obras civiles ya construidas y que han sido afectadas por algún tipo de amenaza.

El segundo acuerdo consistió en modificar el nombre del tema del originalmente propuesto (confiabilidad estructural), a uno que expresara el acuerdo anterior. El nuevo nombre del tema en estudio se modificó al de Riesgos Naturales en Ingeniería Civil (RNIC); por lo tanto, en adelante en este trabajo nos referiremos a RNIC.

El tercer acuerdo consistió en designar a tres de los académicos para que colaboraran con el G-TEI

con el objeto de desarrollar un esquema de las áreas de investigación asociadas al tema.

El G-TEI entrevistó por separado a cada uno de los tres académicos y propuso un esquema para representar a la estructura del tema RNIC. Este esquema fue revisado por los tres académicos y se acordaron los cambios a la propuesta original. Como resultado de la colaboración entre los tres académicos y el G-TEI se generó una estructura del tema expresada a través del esquema que se presenta en la figura 1.

El esquema muestra tres bloques de conocimientos necesarios para el adecuado desarrollo del tema RNIC. El primer bloque se refiere al estudio de las amenazas que pueden afectar a las obras civiles tales como temblores, vientos fuertes, etc.

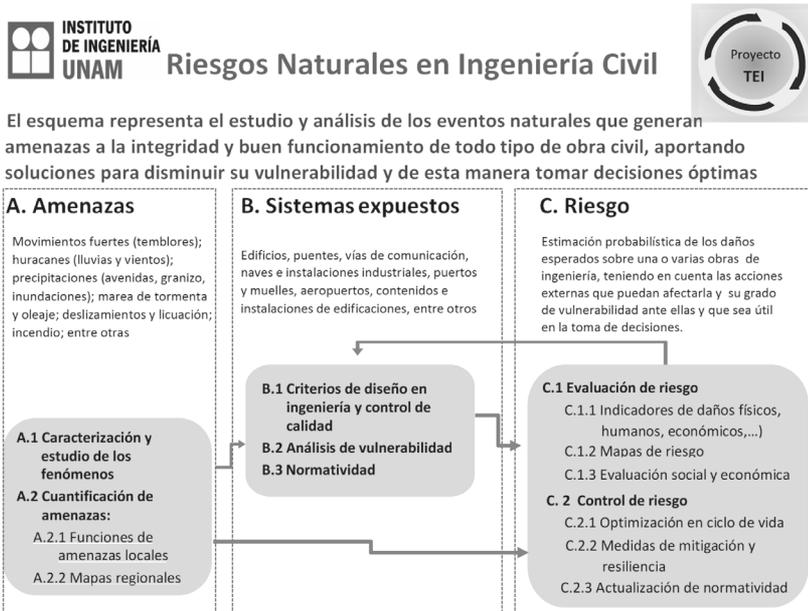
El segundo bloque corresponde a los conocimientos necesarios para definir criterios de diseño con base en el análisis de la vulnerabilidad de los sistemas a construir, de acuerdo al análisis cuantitativo de las amenazas que los pueden afectar.

El tercer bloque corresponde a criterios y métodos para formular modelos probabilísticos de riesgo y estimar sus parámetros. Asimismo este bloque contempla el desarrollo de políticas de inspección, mantenimiento y reparación de los sistemas construidos.

El esquema mostrado en la figura 1 fue presentado en un segundo taller a los académicos participantes en el tema y validado como una representación de las áreas de estudio asociadas al tema RNIC. Con base en este esquema se solicitó a los académicos que ubicaran las área(s) en que realizaban su trabajo de investigación, así como las revistas y congresos relevantes en cada una de ellas.

Con la respuesta de los académicos participantes se elaboraron las tablas 1 y 2 que muestran los subtemas atendidos por cada uno de los académicos participantes en el tema RNIC, así como las fuentes de información (revistas) relevantes en cada subtema.

**Figura 1. Esquema que representa la estructura del tema de investigación RNIC.**



Fuente: Elaboración propia

La figura 1 muestra los subtemas de investigación atendidos por cada uno de los 15 académicos participantes. Se observa que el bloque B referente al estudio de los sistemas expuestos es el de mayor atención por parte de los académicos del IUNAM participantes en el ejercicio. El bloque A

correspondiente al estudio de las amenazas ocupa el segundo sitio en términos de atención por parte de la institución. Finalmente el bloque C relativo a los estudios de riesgo de los sistemas expuestos sujetos a las amenazas naturales corresponde al de menor atención por parte del IUNAM.

**Tabla 1. Subtemas de investigación atendidos por los académicos del IUNAM**

	Académico 1	Académico 2	Académico 3	Académico 4	Académico 5	Académico 6	Académico 7	Académico 8	Académico 9	Académico 10	Académico 11	Académico 12	Académico 13	Académico 14	Académico 15	TOTAL
<b>A. Amenazas</b>																
A.1 Caracterización y estudio de los fenómenos	X				X		X		X	X	X				X	7
A.2 Cuantificación de amenazas:																
A.2.1 Funciones de amenazas locales							X	X	X	X	X	X				6
A.2.2 Mapas regionales					X		X		X	X	X				X	6

<b>B. Sistemas expuestos</b>																
B.1 Criterios de diseño en ingeniería y control de calidad			X	X		X		X	X				X	X		7
B.2 Normatividad		X	X	X		X		X	X	X			X	X		9
B.3 Análisis de vulnerabilidad		X	X	X	X			X	X	X		X				8
<b>C. Riesgo</b>																
C.1 Evaluación de riesgo																
C.1.1 Indicadores de daños (físicos, humanos, económicos...)		X						X	X	X		X				5
C.1.2 Mapas de riesgo										X						1
C.1.3 Evaluación social y económica										X						1
C.2 Control de riesgo:																
C.2.1 Optimización en ciclo de vida								X	X			X				3
C.2.2 Medidas de mitigación y resiliencia			X													1
C.2.3 Actualización de normatividad									X	X						2
TOTAL	1	3	4	3	3	2	3	6	9	9	3	4	2	2	2	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 2 presenta la lista de 47 fuentes de divulgación (revistas) que, de acuerdo con los académicos participantes, resultaban relevantes para el estudio de los conocimientos generados en cada subtema.

**Tabla 2. Revistas relevantes según cada subtema de acuerdo a los académicos**

No.	REVISTAS	A. AMENAZAS	B. SISTEMAS EXPUESTOS	C. RIESGOS	ACADÉMICOS / REVISTA
1	Earthquake Engineering and Structural Dynamics	8	7	5	12
2	Earthquake Spectra	7	6	5	10
3	Bulletin of the Seismological Society of America	5	1	0	6
4	Disasters	3	2	1	4
5	Journal of Earthquake Engineering	3	3	3	4
6	Journal of Structural Engineering	2	4	3	4
7	Journal of Structure and Infrastructure Engineering	3	4	3	4
8	Revista de Ingeniería Sísmica (SMIC)	3	3	2	4
9	DisasterAdvances	2	1	0	3
10	Geophysical Journal International	3	0	0	3
11	Journal of Bridge Engineering	0	3	2	3
12	Journal of Hydrological Engineering	2	2	1	3
13	Journal of Hydrology	2	2	1	3
14	Soil and Foundations	2	1	0	3
15	Soil Dynamics EarthquakeEngineering	3	1	1	3

16	Steel and Composite Structures	2	2	1	3
17	Advances in Water Resources	1	1	0	2
18	Bulletin of Earthquake Engineering	1	1	1	2
19	Coastal Engineering	1	1	0	2
20	Engineering Structures	2	2	2	2
21	Geofísica Internacional (UNAM)	1	1	0	2
22	Journal of Seismology	2	1	1	2
23	Structural Safety	2	2	2	2
24	ACI Structural Journal	1	1	1	1
25	Canadian Journal Civil Engineering	0	1	0	1
26	Earthquake and Structures	0	1	1	1
27	GEOS Boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana	1	0	0	1
28	Geotermia. Revista Mexicana de Geoenergía	1	0	0	1
29	International Journal of Architectural Heritage	0	1	0	1
30	International Journal of Engineering Science	0	1	1	1
31	International Journal of Geographical Information Science	1	1	1	1
32	Journal of American Concrete Institute	0	1	0	1
33	Journal of Cultural Heritage	1	1	1	1
34	Journal of Flood Risk Management	1	1	1	1
35	Journal of Geotechnical Research	1	0	0	1
36	Journal of Geotechnical & Geoenvironment Engineering	1	0	0	1
37	Journal of Hydraulic Engineering	0	1	1	1
38	Journal of Infrastructure Systems	0	1	1	1
39	Mathematical Problems in Engineering	1	1	1	1
40	Natural Hazards	1	1	1	1
41	Revista Construcción y Tecnología (IMCYC)	0	1	0	1
42	Revista Digital Universitaria, UNAM	0	1	0	1
43	Revista Ingeniería Civil	0	1	0	1
44	Structural Engineering and Mechanics an International Journal	0	1	0	1
45	Structural Engineering International (IABSE)	0	1	0	1
46	Structural Materials	0	1	0	1
47	Wave Motion	1	0	0	1

Fuente: Elaboración propia

La información de la tabla 2 referente a las principales fuentes de información en las que se divulga el conocimiento de cada subtema fue utilizada para realizar una revisión de la consistencia

entre lo expresado por los académicos en cuanto a los subtemas atendidos y las fuentes de información relevantes señaladas por cada uno de ellos.

Para esto se desarrolló un análisis de escalamiento multidimensional considerando el número de veces que cada revista se identificó como relevante para cada uno de los subtemas considerados. Para realizar este análisis estadístico se utilizó como distancia entre cada subtema la coincidencia entre las revistas señaladas por los académicos. Por ejemplo, si en dos subtemas todos los académicos hubieran mencionado la misma revista, entonces la distancia entre ellos era mínima. Por el contrario, si las revistas señaladas para un subtema eran completamente distintas a las de otro subtema, la distancia entre ellos era máxima.

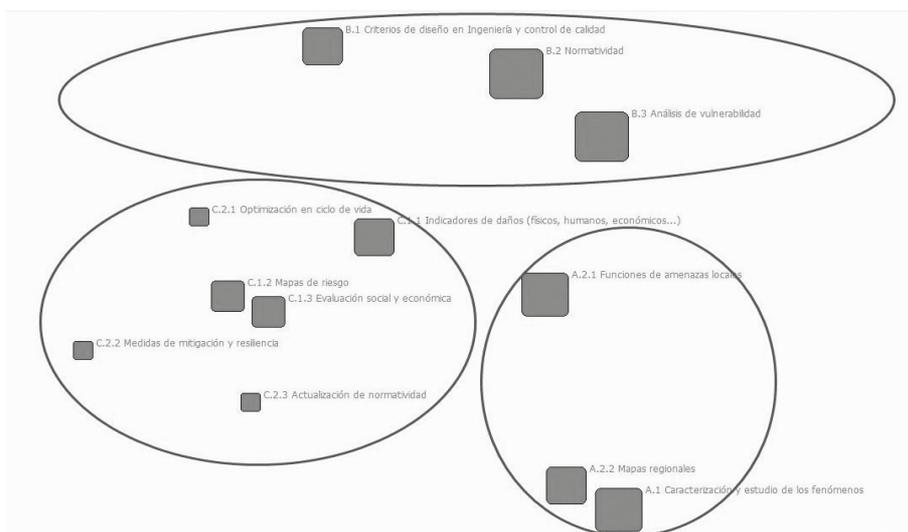
El análisis de escalamiento multidimensional se realizó utilizando el software SPSS:

El objetivo de este análisis fue corroborar la separación entre los conocimientos propios de cada subtema de acuerdo a las diferentes fuentes de divulgación relevantes. La figura 2 muestra los resultados de dicho análisis.

Cada cuadro que se muestra en la figura 2 representa uno de los subtemas de investigación de acuerdo a lo señalado en la figura 1. El tamaño del cuadrado indica el mayor o menor número de fuentes de información (revistas) señaladas por los académicos para cada subtema. La distancia entre cada cuadro representa la coincidencia de las revistas por subtema. Es decir, aquellos subtemas de investigación que registraron gran coincidencia en cuanto a las revistas relevantes, registrarían una mínima distancia entre ellos. Por el contrario, los subtemas en los que no hubo gran coincidencia en cuanto a las revistas señaladas, registrarían una mayor distancia.

De la figura 2 se observa que los tres bloques de conocimientos con sus respectivos subtemas formaban tres áreas de conocimientos suficientemente delimitadas entre ellas. Este resultado le otorgó mayor certeza a la propuesta de estructuración del tema RNIC presentado en la figura 1.

**Figura 2. Ubicación de subtemas considerando revistas en común a partir de un análisis de escalamiento multidimensional**



Fuente: Elaboración propia

## Análisis bibliométrico del tema de investigación analizado

Con las revistas identificadas por los académicos, se construyó una base de datos con el fin de realizar un análisis bibliométrico del tema RNIC. La base de datos llamada SCIT-RNIC se desarrolló a través de la importación de la información relativa a los artículos publicados entre los años 2002 y 2013. La información fue importada desde Scopus<sup>1</sup> al SCIT-RNIC y corresponde a los siguientes datos:

- Título del documento (artículo)
- Nombre de los autores con su institución de adscripción y país al que pertenece
- Nombre de la revista y año de publicación
- Palabras-clave registradas en cada documento

El SCIT-RNIC fue alimentado con la información correspondiente a 34 de las 47 revistas (fuentes de información) señaladas por los académicos participantes (ver tabla 2). La tabla 3 muestra el número de registros (artículos) que contiene el SCIT-RNIC (más de 39,000) y el nombre de la revista en que fueron publicados.

Tabla 3. No. de documentos publicados entre 2002 y 2013 en las revistas señaladas

No.	Revistas incluidas en el SCIT-RNIC	No. de artículos
1	Journal of Hydrology	4,797
2	Geophysical Journal International	3,972
3	Engineering Structures	2,888

<sup>1</sup> Scopus es una base de datos especializada que ofrece información de un gran número de revistas científicas y tecnológicas. Se utilizó esta base de datos especializada porque contiene información de la mayor parte de las revistas identificadas por los académicos participantes. Además, ofrece la posibilidad de generar un archivo de texto con los cuatro grupos de datos relacionados con cada artículo publicado en las revistas. Esta información se procesa y se importa directamente al SCIT-RNIC.

4	Bulletin of the Seismological Society of America	2,445
5	Natural Hazards	2,200
6	Journal of Structural Engineering	1,929
7	Mathematical Problems in Engineering	1,841
8	Journal of Hydraulic Engineering	1,697
9	Canadian Journal Civil Engineering	1,474
10	Structural Engineering and Mechanics	1,473
11	Earthquake Engineering and Structural Dynamics	1,423
12	Advances in Water Resources	1,431
13	Soil Dynamics Earthquake Engineering	1,145
14	ACI Structural Journal	977
15	Coastal Engineering	848
16	ASCE Journal of Bridge Engineering	828
17	Soil and Foundations	799
18	Structural Engineering International, AIBSE	793
19	Journal of Earthquake Engineering	616
20	Earthquake Spectra	609
21	Wave Motion	600
22	Journal of Cultural Heritage	529
23	Bulletin of Earthquake Engineering	528
24	Disaster Advances	485
25	Journal of Seismology	449
26	Disasters	423
27	Geofísica Internacional (UNAM)	415
28	Structural Safety	339
29	International Journal of Geographical Information Science	317
30	Journal of Structure and Infrastructure Engineering	311
31	Steel and Composite Structures	312
32	Journal of Flood Risk Management	160
33	International Journal of Architectural Heritage	107
34	Earthquake and Structures	104

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4 presenta el número de artículos contenidos en la base de datos SCIT-RNIC de acuerdo al año de publicación. Se observa una tendencia de crecimiento en la divulgación de

conocimientos en el tema RNIC con base en el número de artículos publicados en las 34 revistas analizadas. En el periodo analizado (2002-2012) el número de artículos creció a una tasa promedio del 9.0% anual. Estos datos indican una importante dinámica en la generación de conocimientos alrededor del tema RNIC.

**Tabla4. Número de artículos en el SCIT-RNIC por año de publicación (2002-2012)**

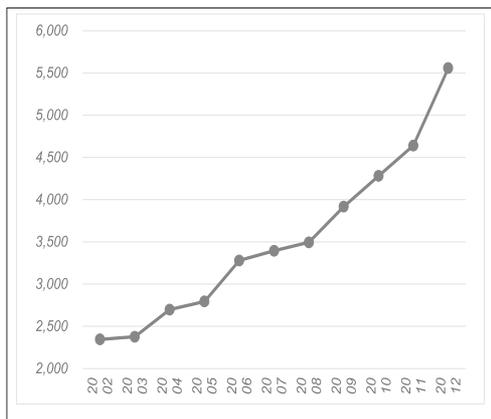
Año	2002	2001	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
No. de artículos	2,345	2,377	2,698	2,794	3,279	3,394	3,494	3,917	4,281	4,640	5,557

Fuente: SCIT-RNIC con base en las revistas señaladas en la tabla 3

**Figura 3. Tendencia del número de artículos publicados en las revistas (2002-2012)**

Fuente: Tabla 4.

La tabla 5 muestra las 30 instituciones más relevantes en el tema de acuerdo al número de artículos publicados en las 34 revistas analizadas.



Destaca el lugar que ocupa la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que aparece en el tercer lugar. De las 30 principales instituciones que presenta la tabla 5, un tercio de ellas (10 instituciones) pertenecen a los Estados Unidos y Canadá; a China le corresponden 4 instituciones.

**Tabla5. Instituciones que más publicaron entre 2002 y 2013 en las revistas señaladas**

No.	Institución	País	No. de artículos
1	University of California	USA	501
2	IndianInstitute of Technology	India	302
3	Universidad Nacional Autónoma de México	México	269
4	ChineseAcademy of Sciences	China	237
5	University of Tokyo	Japan	200
6	TongjiUniversity	China	182
7	KyotoUniversity	Japan	173
8	University of Texas	USA	168
9	University of Illinois	USA	164
10	University of Naples Federico II	Italy	152
11	National Technical University of Athens	Greece	149
12	DelftUniversity of Technology	Netherlands	148
13	University of British Columbia	Canada	142
14	NanyangTechnologicalUniversity	Singapore	140

15	Federal Polytechnic School of Lausanne	Switzerland	139
16	TsinghuaUniversity	China	136
17	NationalTaiwanUniversity	Taiwan	135
18	Chongqing University	China	127
19	AristotleUniversity of Thessaloiniki	Greece	125
20	University of Alberta	Canada	124
21	Imperial College of Science Technology and Medicine	UK	118
22	University of Waterloo	Canada	118
23	University of Western Ontario	Canada	118
24	Middle East TechnicalUniversity	Turkey	118
25	University of Queensland	Australia	117
26	Hong Kong PolytechnicUniversity	Hong Kong	114
27	IstanbulTechnicalUniversity	Turkey	113
28	University of Toronto	Canada	111
29	Texas A and M University	USA	104
30	University of Southern California	USA	104

Fuente: Elaboración propia

La tabla 6 presenta la posición de los primeros 32 países de acuerdo al número de artículos publicados por las instituciones que les pertenecen. Destacan los Estados Unidos con un número de publicaciones que supera por más del doble al país que le sigue (China).

México se ubica en el lugar 16 representando el primer país de América Latina en cuanto al número de artículos publicados en las revistas analizadas.

**Tabla6. Países que más publicaron entre 2002 y 2013 en las revistas señaladas**

No.	País	Num. de artículos	No.	País	Num. de artículos
1	UnitedStates of America	6,514	17	Greece	575
2	China	2,822	18	Netherlands	490
3	Canada	1,960	19	Switzerland	439
4	Italy	1,934	20	Portugal	376
5	UnitedKingdom	1,678	21	Brazil	335
6	Japan	1,385	22	Hong Kong	299
7	France	1,158	23	New Zealand	264
8	Germany	1,065	24	Singapore	219
9	India	989	25	Norway	210
10	Turkey	852	26	Belgium	206
11	South Korea	838	27	Sweden	193
12	Taiwan	836	28	Denmark	190
13	Spain	822	29	Israel	184
14	Australia	748	30	Poland	180
15	Iran	690	31	Egypt	170
16	México	620	32	Austria	164

Fuente: Elaboración propia

Con la información contenida en el SCIT-RNIC también fue posible identificar a las principales instituciones mexicanas que participaron en la publicación de artículos en las revistas analizadas. En primer lugar aparece la UNAM que representa el 43.4% de los artículos publicados por instituciones mexicanas.

Entre las instituciones que le siguen se encuentran

la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el CICESE, el IIE y el IMP. En conjunto estas cuatro instituciones aportaron el 22.6% de los artículos publicados. En total se identificaron 51 instituciones mexicanas con artículos publicados en las revistas bajo análisis; en la tabla 7 se muestran las instituciones con más de 10 artículos.

**Tabla7. Instituciones mexicanas con mayor número de artículos publicados(2002-12)**

No.	Institución	Abreviación	No. de artículos
1	Universidad Nacional Autónoma de México	UNAM	269
2	Comisión Federal de Electricidad	CFE	38
3	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada	CICESE	37
4	Instituto de Investigaciones Eléctricas	IEE	35
5	Instituto Mexicano del Petróleo	IMP	30
6	Universidad Autónoma Metropolitana	UAM	22
7	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	UMICH	17
8	Universidad de Guadalajara	UDG	13
9	Instituto Politécnico Nacional	IPN	12

Fuente: Elaboración propia

La tabla 8 presenta las palabras-clave más frecuentemente utilizadas para expresar el tema tratado en cada uno de los artículos contenidos en el SCIT-RNIC. Se observa que buena parte de las palabras-clave más frecuentes se vinculan con temblores y sismicidad por lo que correspondería a la principal amenaza analizada en los artículos contenidos en la base de datos.

El concreto reforzado y el método de elemento finito también sobresalen como palabras-clave utilizadas en los artículos contenidos en el SCIT-RNIC.

**Tabla8. Palabras-clave más frecuentes en los documentos en el SCIT-RNIC**

No.	Palabra-clave	No. repeticiones	No.	Palabra-clave	No. repeticiones
1	FiniteElement (Method)	769	17	BodyWaves	273
2	Earthquake(s)	721	18	InverseTheory	238
3	Reinforced Concrete	624	19	GIS	234
4	Wave Propagation	478	20	Reliability	226
5	Concrete	452	21	Seismic Response	226
6	Bridge(s)	663	22	Liquefaction	221
7	Ductility	391	23	Connections	219
8	Groundwater	335	24	Uncertainty	217
9	Buckling	317	25	Cracking	216
10	Climate Change	308	26	Shear (Strength)	420
11	Seismic Design	307	27	Design	211
12	Crustal Structure	299	28	Beams	208
13	Sediment Transport	288	29	Computational Seismology	206
14	Seismic Tomography	283	30	Damage	205
15	Nonlinear Analysis	277	31	Seismicity and Tectonics	204
16	Optimization	276			

Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones

Una primera conclusión corresponde al resultado obtenido en cuanto a la integración del grupo de académicos relacionados con el tema RNIC. En general, este tipo de participantes consideran que tienen claras las tendencias tecnológicas que presentan los subtemas de investigación

en los que trabajan por lo que es difícil conseguir su participación en ejercicios colectivos como el señalado en este trabajo. Sin embargo, a través de la estructuración del tema RNIC (figura 1) se generó interés por identificar los subtemas en que se desempeñaban los académicos del IIUNAM. De esta manera se logró una amplia respuesta a la solicitud de ubicarse cada uno de los académicos en los subtemas de interés y que identificaran las fuentes de información relevantes (revistas).

Asimismo, la estructura del tema RNIC resultó consistente con el análisis de escalamiento multidimensional realizado lo cual dio mayor certeza al grupo de académicos con respecto a la estructura propuesta. Es decir, se observó consistencia entre las tres áreas de conocimientos mostradas en la figura 2 y las fuentes de información relevantes señaladas por los académicos participantes. Esto permite afirmar que la estructura del tema sí responde a áreas del conocimiento diferentes que se conjugan para abordar el tema de RNIC.

La respuesta de los académicos también permitió construir la base de datos SCIT-RNIC que contiene una parte importante del conocimiento que se difunde a nivel mundial relativo al tema RNIC. A partir de esta base de datos, se identificó la relevancia de la UNAM en la generación de conocimientos en el tema. Este resultado sin duda también generó el interés de los académicos participantes en el proyecto TEI asociado al tema RNIC.

Asimismo, se identificaron a las principales instituciones que generan conocimientos en el tema RNIC; esto permitirá analizar con mayor detalle sus competencias con respecto al IIUNAM y establecer acciones dirigidas a explorar posibles colaboraciones en el futuro inmediato.

Los resultados del análisis bibliométrico señalan una importante concentración en la UNAM del esfuerzo nacional en la generación de nuevos conocimientos en el tema RNIC. Por lo tanto,

resultaría conveniente fortalecer las competencias de otras instituciones para que México avanzara en la generación de nuevo conocimiento y, en consecuencia, en su participación en cuanto a su divulgación tanto a nivel nacional como internacional. En este punto también el IIUNAM podría explorar y promover iniciativas de colaboración con las instituciones mexicanas identificadas a través del análisis bibliométrico.

En cuanto al proyecto TEI que se desarrolla en el IIUNAM, se continuará con la incorporación de datos al SCIT-RNIC y se generarán nuevos reportes con el fin de sustentar reuniones de análisis en las que participen los académicos asociados al tema. Se tiene previsto invitar a académicos externos al IIUNAM para que participen en las reuniones de análisis y de esta manera se enriquezca la discusión y se logren mejores resultados.

Asimismo, la experiencia hasta ahora lograda en el tema RNIC ha servido para iniciar el análisis de los otros seis temas estratégicos cuyo estudio se desarrollará durante el 2014.

## Referencias.

López Ortega, E., y Alcántara Concepción, T. (2009). Sistema de cómputo para la Inteligencia Tecnológica (SCIT). Ciudad Universitaria: Instituto de Ingeniería, UNAM.

López Ortega, E. y Alcántara Concepción, T. (2010). Sistema de inteligencia tecnológica como sustento para el proceso de planeación estratégica en un centro de investigación y desarrollo tecnológico. IV Congreso de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad, RIICO-2010. Puerto Vallarta, México.

López-Ortega, E., Alcántara-Concepción, T., y Sañudo-Chávez, LF. (2013). Identificación de temas de investigación prioritarios en un Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Congreso Internacional ACACIA 2013. Abril 2013; Guadalajara, México.