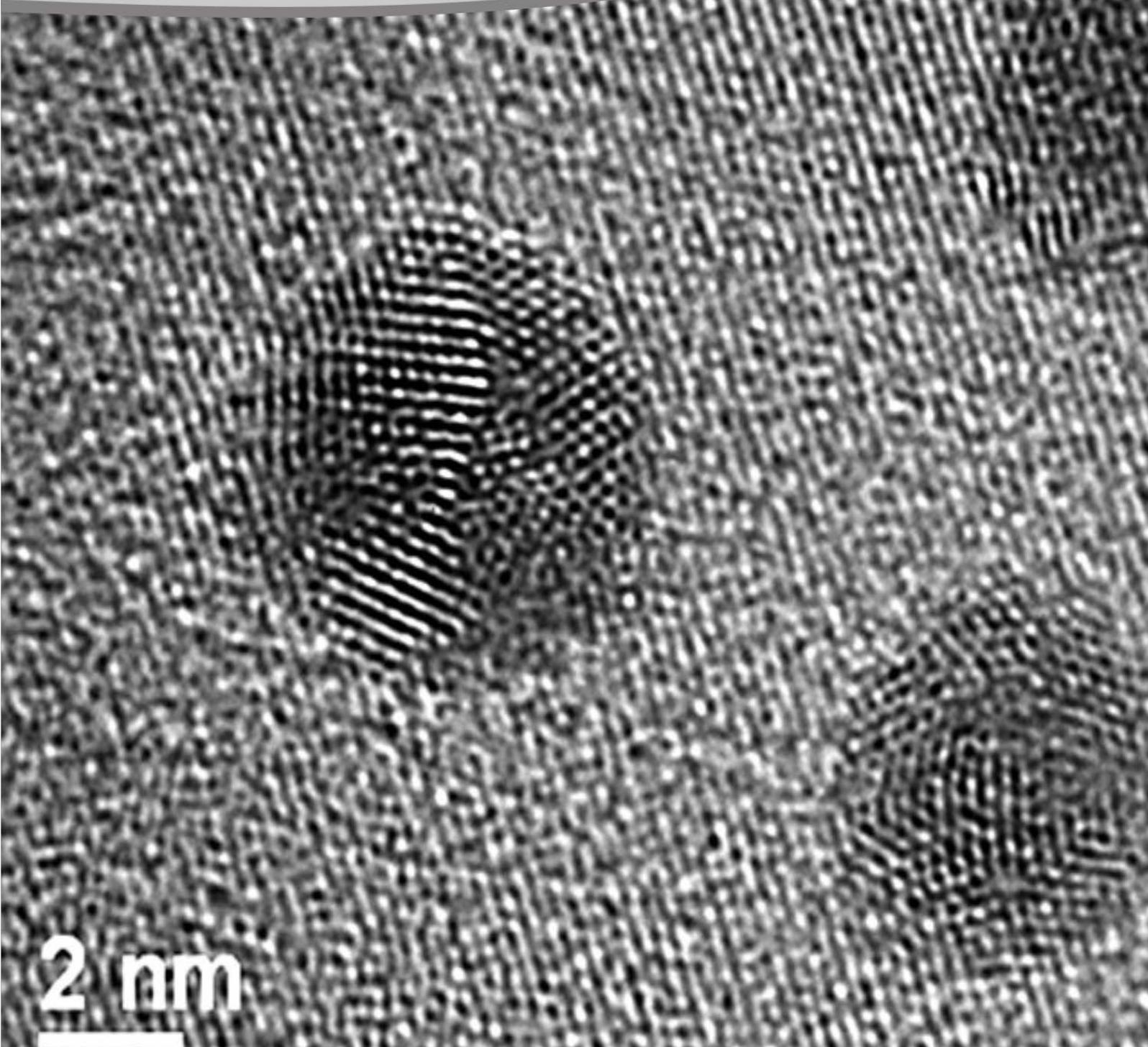




**Centro de Investigación en  
Materiales Avanzados, S. C.**

**Propuesta:  
Iniciativa Nacional en Nanotecnología  
(NANOMEX)**

“Convocatoria para Presentación de Ideas para la Realización de Megaproyectos de Investigación Científica o Tecnológica 2006”. CONACYT

A high-resolution transmission electron micrograph (HRTEM) showing a complex, textured surface of a material. The image displays a dense, interconnected network of fine, dark lines and dots, creating a porous or fibrous appearance. The texture is highly detailed and occupies the entire lower half of the page.

**2 nm**

**C O N T E N I D O**

	<u>Página</u>
Resumen Ejecutivo. . . . .	3
Executive Summary . . . . .	7
1. Introducción. . . . .	11
2. Antecedentes. . . . .	14
3. Objetivos. . . . .	19
4. Resultados y entregables. . . . .	20
5. Valores y principios guía. . . . .	21
6. Recursos. . . . .	22
7. Organización. . . . .	23
8. Procesos críticos. . . . .	28
9. Competencias clave. . . . .	44
10. Estrategia y enfoque en áreas clave. . . . .	45
11. Líneas de Investigación. . . . .	47
11.1 Integración de plataformas científico-tecnológicas a desarrollar en la red. . . . .	47
11.1.1 Competencia clave: Nanopartículas. . . . .	47
11.1.2 Competencia clave: Nanoestructuras Inorgánicas	50
11.1.3 Competencia clave: Nanoestructuras Poliméricas	52
11.1.4 Competencia clave: Simulación Computacional . . . . .	54
11.1.5 Competencia clave: Bionanotecnología. . . . .	56
11.1.6 Competencia clave: Nanometrología. . . . .	58
11.1.7 Competencia clave: Diseño de procesos y equipos. . . . .	60
12. Impactos. . . . .	61
13. Etapas y plan de ejecución. . . . .	62

**Anexos**

6.1.1. Investigadores y Líneas de Investigación por Institución	
6.1.2. Algunos proyectos de I+D en Proceso, por Área de Competencia Clave	
6.1.3. Programas de Posgrado y Capacitación por Institución	
6.1.4. Laboratorios, Equipo Experimental y Plantas Piloto	
6.1.5. Sistemas de Información y Acervo Bibliográfico	
6.1.6. Acuerdos y Convenios de Colaboración Internacional	
6.1.6.1. Propuesta para Integrar el Cluster de Nanotecnología en Norteamérica. ASU (EUA) y CIMAV	
6.2.1. Requerimientos de Recursos Humanos	
6.2.2. Requerimientos de Infraestructura	
6.2.3. Presupuesto por Concepto del Gasto	
7.2.1. Roles y Responsabilidades de los Participantes en la Organización de la Red	
8.1.1. Resultados de la Estructura Temática (Taxonomía) del Estudio del Estado del Arte Previo	
8.1.2. Aplicaciones Potenciales	
8.2.1. Mapas Generados a partir de las Aplicaciones en el USPTO	
8.3.1. Agencias e Instituciones Participantes. NNI (Nacional Nanotechnology Initiative).	
8.3.2. Tecnologías Disponibles. Institute of NanoMaterials and NanoTechnology (INMT). Hong Kong.	
Resúmenes Curriculares de Responsable Técnico y Coordinadores	
Cartas de Apoyo	

## Resumen Ejecutivo

En el marco de la “Convocatoria para Presentación de Ideas para la realización de Megaproyectos de Investigación Científica o Tecnológica 2006” emitida el año pasado por el CONACYT, se propone conformar la “Iniciativa Nacional en Nanotecnología”. La función sustantiva de esta Iniciativa, es la coordinación y el fortalecimiento en el ámbito nacional, de las actividades de investigación, desarrollo tecnológico, formación de recursos humanos e innovación en el campo de la Nanotecnología.

Con este proyecto, se pretende contribuir de manera significativa a la generación de conocimiento de frontera, así como al desarrollo de una tecnología nacional propia en este campo, con importantes repercusiones en el desarrollo nacional por su impacto en la industria y en sectores tan sensibles como la salud, la alimentación, la vivienda y el medio ambiente.

La Nanotecnología constituye en la actualidad el tema de mayor relevancia científica en el ámbito internacional, con impacto entre otros, en la medicina, los materiales avanzados, la energía, la electrónica y el medio ambiente. Ante esta perspectiva, el Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMAV) creó en el año 2004 su Programa Académico Institucional de Nanotecnología, mismo que se incorporó al Plan Estratégico Institucional a Mediano Plazo (2005-2010) en calidad de tema estratégico, buscando alcanzar 7 objetivos específicos asociados a 13 metas mediante la realización de 10 iniciativas, con resultados a la fecha muy positivos. En forma adicional, en 2006 el CONACYT aprobó al CIMAV la propuesta para crear en sus instalaciones un Laboratorio Nacional de Nanotecnología.

En este contexto, el CIMAV se ha abocado a la tarea de invitar, consensuar, organizar y proponer este proyecto de integración, en el que inicialmente participan 38 instituciones y 239 investigadores, tanto de Centros Públicos de Investigación como de Universidades de diferentes regiones del país, así como 11 empresas del sector privado, con la firme intención de formar una red nacional que permita el avance y el desarrollo del tema de la Nanotecnología en el país. De manera colateral, participan en esta organización, entidades gubernamentales como el Gobierno del Edo. de Chihuahua, quien a través del C. Gobernador ha manifestado su apoyo a este proyecto y que supone futuras adhesiones de esta naturaleza.

Es significativo señalar la intención de colaboración y apoyo específico a este proyecto de 11 importantes instituciones académicas de Estados Unidos y Europa que trabajan en esta área. Además, existen alrededor de 67 instituciones de diferentes regiones del mundo, con las cuales ya tienen relaciones de cooperación e intercambio académico los participantes en esta propuesta. En particular, la Universidad del Estado de Arizona en EUA ha manifestado su interés a través de una nota de entendimiento que se adjunta a este proyecto (Anexo 6.1.6.1), para conformar un Cluster de Nanotecnología en América del Norte, para el desarrollo de proyectos conjuntos de investigación y educación de posgrado en 17 temas específicos en el campo de la Nanotecnología.

El logro de resultados y éxito previsible de este proyecto, se fundamenta en la generación de una triple alianza entre Academia-Empresas-Gobierno, así como en el efectivo funcionamiento de la red antes mencionada, cuya organización se establece a partir de un Consejo General integrado por un representante de cada una de las instituciones participantes; un Consejo Técnico constituido por 5 directores de las instituciones participantes, un Director de la Iniciativa y Responsable Técnico de la propuesta, personificado en el Dr. Jesús González Hernández, actual Director General del CIMAV; una Secretaría Técnica que apoyará en las funciones de coordinación y

comunicación de la red y 7 coordinadores de las áreas de competencia clave previamente definidas, en función de capacidades actuales y potenciales de las instituciones que en principio han manifestado su adhesión a esta propuesta, quienes actuarán en calidad de nodos de la mencionada red:

1. Nanopartículas (Dr. Alfredo Aguilar Elguézabal, CIMAV)
2. Materiales Nanoestructurados Inorgánicos (Dr. David Jaramillo Vigueras, CIITEC-IPN)
3. Materiales Poliméricos Nanoestructurados (Dr. Oliverio Rodríguez Fernández, CIQA)
4. Simulación Computacional (Dr. Alberto Vela Amieva, CINVESTAV Zacatenco)
5. Bionanotecnología (Dr. Rogerio Sotelo Mundo, CIAD)
6. Nanometrología (Dra. Norma González Rojano, CENAM)
7. Diseño y desarrollo de equipos y procesos (Dr. Luis del Llano Vizcaya, CIDESI)

Los nodos temáticos anteriormente señalados, no son excluyentes de otros que en el futuro se detecten. Se contará asimismo con 25 líderes de proyectos que serán los responsables del desarrollo de 25 productos que se obtendrán a partir de la detección de las oportunidades y requerimientos de la industria nacional y del mercado.

El desarrollo de la nanotecnología en el mundo es cada vez mayor y en más áreas y aplicaciones. Los presupuestos de investigación y desarrollo cada año son mayores y muchos países han abordado este campo a través de iniciativas o programas nacionales, destacando: Estados Unidos con la NNI (National Nanotechnology Initiative) que en 2006 contó con 1,303 millones de dólares; Japón que cuenta con un poderoso plan soportado desde los sectores industriales y el gobierno; en Corea la iniciativa tiene fundamentalmente base industrial y China se ha incorporado a esta carrera, tras haber formado a miles de científicos fuera de sus fronteras, en materias relacionadas con el tema.

A su vez, los países europeos están reorganizando sus esquemas de actividad científica en base a la Nanotecnología. En Alemania, ya en 1998 se contaba con seis centros nacionales en Nanotecnología. En Francia se ha constituido un gran centro dedicado a Nanotecnología (MINATEC en Grenoble). Reino Unido ha adoptado decisiones similares. En el VI Programa Marco de la Unión Europea se impulsaron de manera decidida estas actividades, al incorporar el área "Nanotecnologías y Nanociencias, Materiales Multifuncionales y nuevos procesos de producción", dotada con 1,300 millones de Euros en el periodo 2003-2006. El auge de la Nanotecnología en Europa se refleja en la existencia de más de 160 redes nacionales o regionales dedicadas a aunar esfuerzos en este tema.

En el caso de México son varias las instituciones académicas y del sector privado que realizan investigación en el campo de la Nanotecnología, contando para ello con grupos de investigadores de alto nivel que se ubican entre los mejores de América Latina y que a su vez participan de manera sobresaliente en algunos grupos destacados del mundo. Sin embargo, hasta la fecha no existe una iniciativa o programa a nivel de política nacional, que tenga como misión la integración y coordinación de las actividades de investigación y desarrollo, formación de recursos humanos e innovación en tan importante campo.

Es por ello que la creación de la Iniciativa (NANOMEX) conlleva múltiples ventajas, siendo la principal el trabajo coordinado entre las diversas instituciones y empresas participantes, lo cual optimizará las capacidades humanas y físicas existentes en México. Esto permitirá abordar las áreas de competencia clave con una amplia posibilidad de

éxito, tanto en el ámbito académico como en el tecnológico y el desarrollo de proyectos y productos para el mercado nacional.

Para garantizar la obtención de resultados, la Iniciativa se basa en un modelo orientado hacia:

- El desarrollo de investigación científica básica
- El desarrollo de proyectos con base en las líneas de investigación definidas en cada área temática
- El desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo identificados a partir de necesidades detectadas en el mercado nacional y
- La formación de recursos humanos con la creación de un mayor número de programas de doctorado y maestría relacionados con la nanotecnología, así como el fortalecimiento y especialización de los existentes.

Los resultados esperados en los 5 años de realización del proyecto son:

1. Alrededor de 150 doctores y 450 maestros en ciencias graduados del posgrado de nivel internacional, con una matrícula estimada de 550 estudiantes de doctorado y 1,700 de maestría.
2. Más de 1,000 artículos en revistas internacionales indizadas en 5 años (un promedio de 200 artículos por año).
3. Alrededor de 200 títulos y/o registros de patente, 7 diseños de equipo y proceso asociados a las plataformas tecnológicas detectadas en este proyecto, 3 programas computacionales para la simulación de nanopartículas y nanoestructuras y la creación de una empresa para ofrecer soluciones de hardware y software en el diseño de materiales y moléculas.
4. Celebrar al menos 15 convenios con instituciones de reconocido prestigio internacional, orientados al desarrollo de proyectos conjuntos y actividades de cooperación internacional relativas al tema.
5. Pasar de 239 investigadores actuales de las instituciones participantes en la red a más de 400.
6. Establecer al menos dos patrones nacionales de medición para tamaño de partícula, dos procedimientos de calibración y dos métodos para la caracterización de nanomateriales.
7. Crear nueva infraestructura de vanguardia en las diferentes instituciones que participan en la red (laboratorios, edificios, talleres).
8. Al menos 25 productos agrupados en 5 familias (tecnología fase líquida, tecnología de molienda, tecnología por alta temperatura, materiales a partir de nanoestructuras y tecnología a partir de nanocompuestos) orientados a necesidades y aplicaciones del mercado industrial mexicano y de exportación, con ventas potenciales a partir del sexto año de 100 a 150 millones de dólares anuales.
9. Al menos 5 casos de nuevos negocios generados a partir de los productos desarrollados por la Iniciativa Nacional en Nanotecnología.
10. Generar 500 productos de divulgación y difusión científica y tecnológica sobre el impacto social y económico de la nanotecnología (reportes, libros, cápsulas, programas de radio y televisión, etc.).

Para alcanzar los resultados planteados se propone un proyecto con duración de 5 años dividido en 3 etapas:

ETAPA	ACTIVIDAD	PERIODO
1ª etapa	Conceptualización y diseño	2007
2ª etapa	Implementación, ampliación de operaciones y transferencia de primeros proyectos.	2008 – 2010
3ª etapa	Fortalecimiento y consolidación de la red. Comercialización de primeros productos	2011

El presupuesto estimado durante este período es de \$1,102 millones de pesos, distribuidos como a continuación se indica:

CONCEPTO	MONTO (millones de \$)	%
Realización de proyectos (Gasto Corriente)	601	55
Inversión en infraestructura	420	38
Formación de Recursos Humanos	56	5
Gastos para operación de la red	26	2
<b>TOTAL</b>	<b>1,102</b>	<b>100</b>

Con el desarrollo de este proyecto, se alcanzará un fuerte impacto en el ámbito científico al incrementar notablemente las publicaciones y la investigación en temas de frontera del conocimiento, mediante la mejora en recursos y capacidades en infraestructura científico-tecnológica; en el ámbito económico su impacto es directo, al generar proyectos de inversión aplicados en actividades productivas de alto valor agregado, básicamente del sector industrial. Asimismo en el ámbito social, se obtendrán los beneficios derivados de un mayor nivel educativo alineado a la formación de recursos humanos a nivel de posgrado en un área de trascendencia mundial, así como los relativos a la salud, vivienda, alimentación y medio ambiente.

## Executive Summary

In the invitation for the “Introduction of Ideas for the Realization of Scientific or Technological Megaprojects Investigation 2006” formulated last year by CONACYT (National Council for Science and Technology) it proposes to bring forth the “National Nanotechnology Initiative”. The main function of this initiative is the coordination and the strengthening at the national level for all the activities of research, technological development, the training of human resources and all the innovations in the field of Nanotechnology.

The purpose of this Project is to contribute in a significant way to the generation of emerging knowledge, as well as the development of a national technology within this field with important repercussions in the national development through to its impact on industry and sensitive areas like health, nutrition, housing and the environment.

Nanotechnology is at the present moment the most significant subject of scientific relevance at the international level, which impacts among others, medicine, advanced materials, energy, electronics and the environment. With this perspective CIMAV (Advanced Materials Investigation Center) created in 2004 its Academic and Institutional Nanotechnology Program, which was incorporated to the Strategic Institutional Plan for the Mid Term (2005-2010) as a strategic theme, looking to reach 7 specific objectives associated with 13 goals through the accomplishment of 10 initiatives with very positive results to date. In addition in 2006 the CONACYT assigned to the CIMAV the proposal to create at its location a National Laboratory for Nanotechnology.

In this context, CIMAV (Advanced Materials Investigation Center) is dedicated to invite, bring together, organize and offer this integration project, in which initially 38 institutions and 239 researchers participate from Public Research Centers as well as Universities from different regions of the country, including 11 companies from the private sector, with the firm intention of forming an international network that allows the advancement and development of Nanotechnology in the country. Government entities also indirectly participate in this project as is the case with the government of the state of Chihuahua which through the Governor has manifested support to this project. We can anticipate future support of this nature.

It is important to point out the intention of collaboration and specific support to this Project from 11 academic institutions from the United States of America and Europe that work in this area. There are around 67 other institutions from different regions of the world which also have academic cooperation and exchange with the participants of this proposal. In particular, the Arizona State University (ASU) has manifested their interest, through an institutional agreement which is attached to this document (Anexo 6.1.6.1), to conform the North American Cluster in Nanotechnology. This agreement will explore programs and mechanisms that will promote increasing opportunities of collaboration between ASU and the Mexican academic community in 17 specific areas of nanotechnology.

The foreseen results and success of this project are based on the generation of a triple alliance between Academia –Companies-Governments as well as with the effective functioning of the above mentioned network, whose organization is established from a General Council integrated by one representative of each of the participating institutions; a Technical Council formed by 5 directors from the participant institutions; one Director from the Initiative and a Responsible Party in charge of the proposal, Dr. Jesus Gonzalez Hernandez, General Director of the CIMAV; a Technical Secretary who will support the functions and coordinate the communication of the network; and 7 Coordinators from the key areas previously referred to with the actual and potential obligations from the

institutions that from the beginning have supported this proposal, who will act as key elements of the network:

1. Nanoparticles (Dr. Alfredo Aguilar Elguélzabal, CIMAV)
2. Inorganic Nanostructured Materials (Dr. David Jaramillo Viguera, CIITEC-IPN)
3. Polymeric Nanostructured Materials (Dr. Oliverio Rodríguez Fernández, CIQA)
4. Simulation (Dr. Alberto Vela Amieva, CINVESTAV Zacatenco)
5. Bionanotechnology (Dr. Rogerio Sotelo Mundo, CIAD)
6. Nanometrology (Dra. Norma González Rojano, CENAM)
7. Design and development of equipment and processes. (Dr. Luis del Llano Vizcaya, CIDESI)

The key elements (nodes) previously mentioned will not exclude any others that in the future may be identified. There will be 25 project leaders that will be responsible for the development of 25 products that will be obtained from the detection of the opportunities and the requirements of the national industry and market.

The development of nanotechnology in the world is increasing in different areas and used in different applications. Investigation and development budgets are increasingly growing and many countries have approached this field through national initiatives or national programs, lead by the United States with the NNI (National Nanotechnology Initiative) that in 2006 was granted \$1.303 billion dollars. Japan has a powerful plan supported by industrial and government sectors. In Korea the initiative has a fundamental industrial base. China has added itself to this race, training thousands of scientists abroad in subjects related to the theme.

At the same time, the European countries are reorganizing their scientific activities based on Nanotechnology. In Germany by 1998 they had six national centers for Nanotechnology. In France a big center was dedicated to Nanotechnology (MINATEC in Grenoble). The United Kingdom adopted similar activities incorporating the area of "Nanotechnologies and Nanosciences, Multifunctional Materials and new production processes", with a budget of 1.300 billion Euros during 2003-2006. The prosperity of Nanotechnology in Europe is reflected in the existence of 160 networks, national or regional dedicated to joint efforts on this theme.

In Mexico's case there are various academic and private sector institutions doing investigations in the Nanotechnology field, including groups of the best known high level investigators from Latin America; at the same time they participate with success with other renowned groups of the world. Nonetheless, there is no initiative or program at a national level with the mission of integration and coordination of the investigation activities and development, training of human resources and innovation, for this important field.

For this reason, the creation of the NANOMEX Initiative brings multiple advantages; the most important aspect is the coordinated work between different participants, institutions and businesses optimizing the human and physical capacities in Mexico. These will allow tapping into key areas with an enormous possibility of success in both the academic and technological areas and the development of projects and products for the national market. To guarantee the results, the Initiative is based in a model oriented toward:

- Development of basic scientific investigation.
- Development of projects based on the lines of research defined in each subject area.
- Development of research projects and identified development detected from the necessities of the national market.

- The specialized training of human resources with the creation of more doctoral and masters programs related with nanotechnology, as well as the strengthening and specializing in existing programs.

The expected results in 5 years are:

1. Around 150 doctors and 450 masters of Science at an international level with an approximate enrollment of 550 students for the doctoral program and 1,700 for the masters program.
2. More than 1,000 articles in international specialized journals in 5 years (an average of 200 articles per year).
3. Around 200 titles and/or registered patents, 7 equipment designs and processes related to the 7 technological platforms identified in the project, 3 software simulation programs for nanoparticles and nanostructures and a company to offer hardware and software solutions in the design of materials and molecules.
4. At least 15 signed agreements with recognized institutions of international prestige oriented toward the development of joint projects and activities of international cooperation related to the theme.
5. Go from 239 actual investigators from the participant institutions of the group (net), to more than 400.
6. To establish at least 2 national measuring standards of particulate matter, two calibration procedures, and two nanomaterials characterization methods.
7. Create a new advanced infrastructure in the different participant institutions of the group (net) (laboratories, buildings, workshops).
8. At least 25 products grouped in 5 families (liquid phase technology, grinding technology, high-temperature technology, materials from nanostructures and technology from nanocompounds) oriented toward the needs and applications of the Mexican industrial and export market, with potential sales from the 6<sup>th</sup> year around 100 to 150 million dollars per year.
9. At least 5 new business ventures generated from the products developed from the National Initiative of Nanotechnology.
10. Generate at least 500 scientific and technological products and divulge and diffuse knowledge about the social and economic impact of nanotechnology (reports, books, announcements, radio and television programs, etc.).

To reach the stated results we propose a project of 5 years length divided in 3 stages:

STAGE	ACTIVITY	PERIOD
1 <sup>st</sup> stage	Conceptualization and design	2007
2 <sup>nd</sup> stage	Implementation, expansion of operations and transference of first projects. Creation and initiation of business operations.	2008-2010
3rd stage	Strengthening and consolidation of the network. Commercialization of first products.	2011

The estimated budget during this period is \$1.102 billion pesos, distributed as follows:

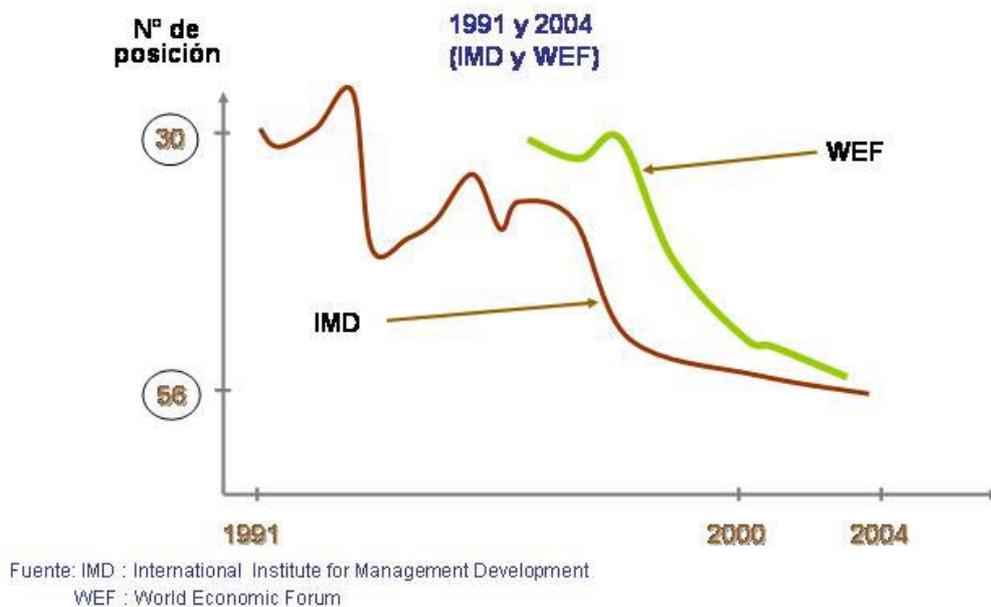
<b>CONCEPT</b>	<b>AMOUNT (billion of \$)</b>	<b>%</b>
Fullfilment of projects (Running Expenses)	601	55
Investment in infrastructure	420	38
Training of Human Resources	56	5
Expenses for network operation	26	2
<b>TOTAL</b>	<b>1,102</b>	<b>100</b>

The development of this project will bring about a strong impact in the scientific field, notably increasing publications and investigations of cutting edge knowledge, through the betterment of resources and capacities of scientific-technological infrastructure. In the economic field, the impact is direct because it generates applied investment projects in high aggregate value productive activities, basically the industrial sector. And, in the social field, benefits will be obtained as a result of a higher level of education aligned with the training of human resources at the post-graduate level in an area of global importance, as well as in health care, housing, nutrition and the environment.

## 1. Introducción

Nuestro país requiere de la creación de proyectos y desarrollos que le permitan mejorar su posición competitiva en el ámbito mundial. Datos reportados por el IMD: (International Institute for Management Development) y el WEF (World Economic Forum), muestran una caída en la posición de competitividad de México en el mundo en los últimos años como se muestra en la siguiente gráfica.

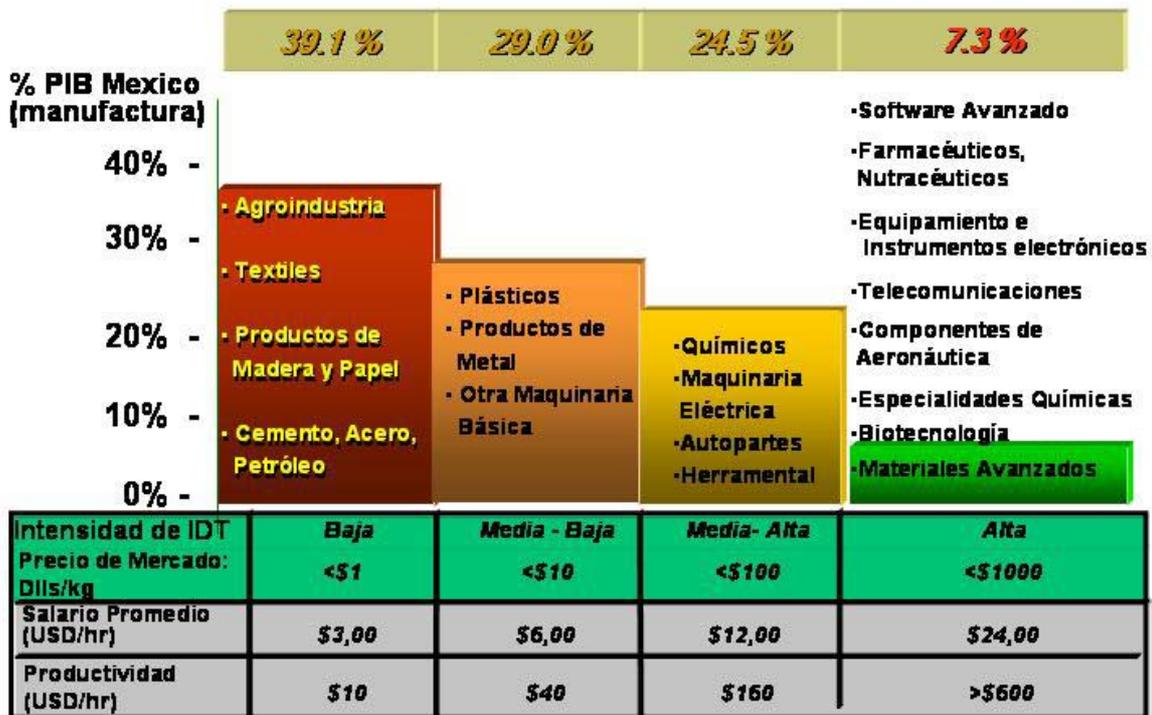
Gráfica 1



México precisa entre otras cosas, de un sistema científico-tecnológico robusto que impulse la producción de bienes y servicios basados en la innovación y el conocimiento científico-tecnológico para mejorar su posición competitiva. Actualmente, sólo un 7% del PIB es generado por empresas de alto valor agregado dedicadas a la producción de software avanzado, farmacéuticos, telecomunicaciones, especialidades químicas, materiales avanzados o biotecnología, mientras que cerca del 40% del PIB proviene de empresas dedicadas a actividades de manufactura de baja intensidad en investigación y desarrollo tecnológico como agroindustria, textiles, cemento, petróleo o acero.

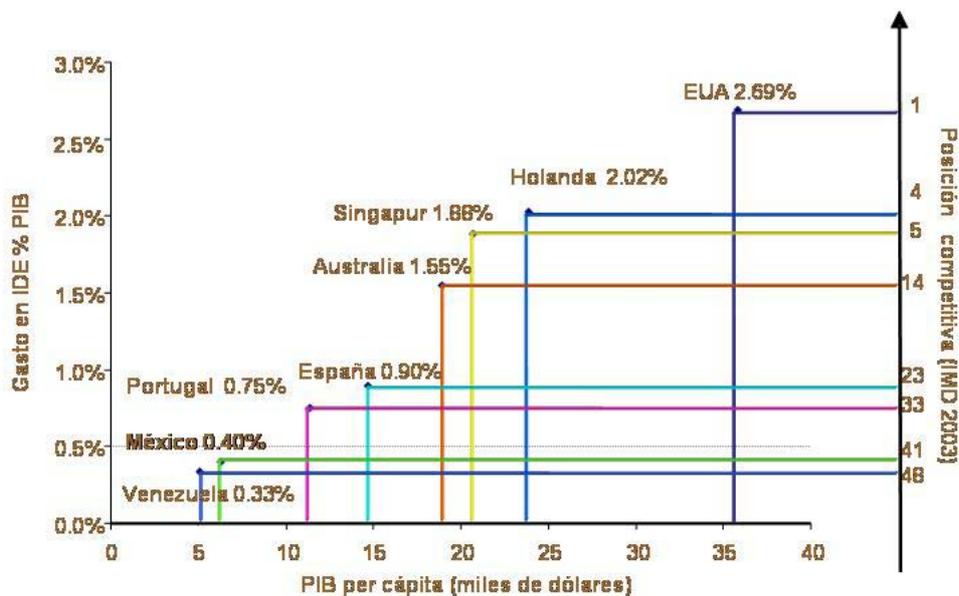
En la medida en que se logren estructurar proyectos que permitan a México acceder a áreas de mayor valor agregado, se logrará una mejor calidad de vida con mejores salarios en empresas de mayor competitividad, como a continuación se ilustra:

Gráfica 2



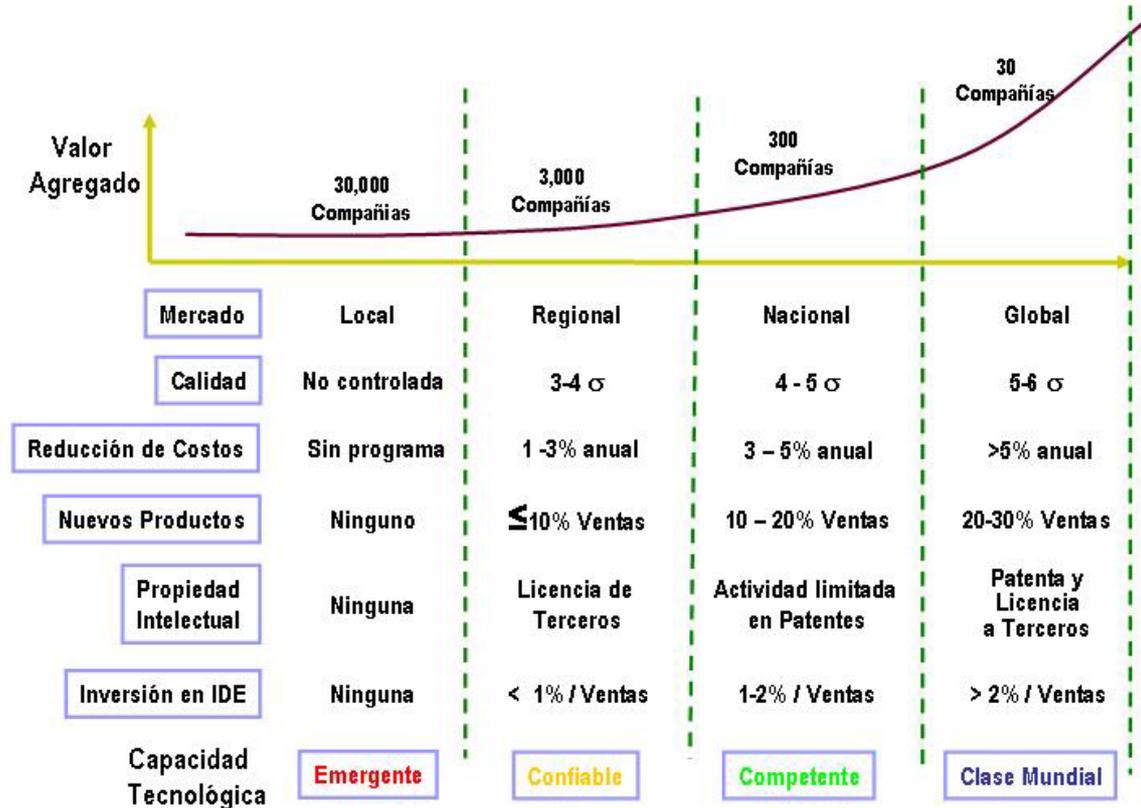
La información muestra que las naciones con una mayor inversión en investigación y desarrollo tienen una mejor posición competitiva y un mejor ingreso per cápita como se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfica 3



Adicionalmente, al impulsar la competitividad de las empresas a través de la investigación y el desarrollo, se posibilita su acceso a niveles de calidad mundial en la manufactura de bienes y servicios como se muestra en la Gráfica 4. Actualmente en nuestro país, solamente 30 empresas se ubican en ese rango.

Gráfica 4



La creación de la “Iniciativa Nacional en Nanotecnología”, es un paso definitivo para inducir el desarrollo tecnológico de nuestro país, porque es un área de conocimiento fundamental en los años por venir. La Nanotecnología es considerada como la nueva revolución industrial y permitirá acceder a nuevos materiales, dispositivos y aplicaciones que tendrán un impacto directo en la calidad y estilo de vida de millones de personas.

Fomentar de manera organizada el desarrollo de la Nanotecnología, brindará a México la oportunidad de insertarse en el contexto internacional a un nivel ciertamente competitivo. Existe capacidad y una dinámica para ello. De no impulsar iniciativas como la presente, persistiremos en la situación de dependencia tecnológica que históricamente ha caracterizado a nuestra economía nacional.

El éxito de la Iniciativa Nacional en Nanotecnología que en este proyecto se presenta, se basa en una triple alianza entre Academia-Empresas-Gobierno. Para lograrlo, se requiere del esfuerzo coordinado y la aportación de las siguientes actividades.

**Instituciones académicas**

- Generar conocimiento de frontera
- Incrementar la infraestructura de investigación básica y aplicada
- Crear nuevos posgrados y formar personal calificado

- Generar tecnología de producto, procesos y equipos

### **Gobierno**

- Brindar apoyo económico
- Otorgar estímulos fiscales
- Facilitar normas y regulaciones
- Acceder al poder de compra del gobierno
- Proporcionar una infraestructura metrológica y de la evaluación de la conformidad nacional
- Facilitar esquemas de capital de riesgo y crédito

### **Empresas del sector productivo**

- Identificar necesidades y oportunidades
- Integrar casos de negocios
- Invertir en nuevas soluciones y negocios
- Aplicar comercialmente el conocimiento generado
- Incorporar recursos humanos formados

La Iniciativa Nacional de Nanotecnología combinará el enfoque al mercado con el de la investigación y desarrollo, lo que permitirá identificar áreas de oportunidad para la creación de nuevos negocios, así como la formación de una mayor cantidad de capital humano con una amplia capacidad y alta competitividad.

Para cumplir con los objetivos establecidos, i.e., la generación de conocimiento científico/técnico que permita la generación de nuevos negocios de alto valor agregado, la iniciativa se basa en un modelo que contiene las siguientes etapas:

1. Investigación básica
2. Investigación aplicada
3. Desarrollo tecnológico experimental
4. Desarrollo de patrones y sistemas de medición
5. Desarrollo de producto-proceso
6. Nuevos productos y negocios

En términos generales, se espera que el proyecto que se plantea tenga efectos multiplicadores tanto en el ámbito académico, como en el productivo y social. Su efecto en el tiempo ha de ser creciente, ya que la integración de competencias e identificación de oportunidades permitirá la generación de sinergias para potenciar resultados en los ámbitos de la investigación multidisciplinaria (artículos de mayor impacto, mayor número de estudiantes de posgrado con especialidades en este tema, proyectos de investigación de mayor alcance tanto científicos como tecnológicos), así como el desarrollo, la transferencia y la innovación tecnológica en el área de la Nanotecnología.

## **2. Antecedentes**

En nuestro país, son varias las instituciones académicas y del sector privado que realizan investigación en el campo de la Nanotecnología, contando para ello con grupos de investigadores de alto nivel que se ubican entre los mejores de América Latina y que a su vez participan de manera sobresaliente en algunos grupos destacados del mundo. Sin embargo, hasta la fecha no existe una iniciativa al nivel de política nacional que tenga como misión la integración y coordinación de las actividades de investigación,

desarrollo tecnológico, formación de recursos humanos e innovación en tan importante campo.

Ante la ausencia de una medida de esta naturaleza, los esfuerzos aislados que en la materia han venido realizando grupos de investigación e instituciones se dispersan y sus resultados son marginales, de tal suerte que no obstante disponer de alguna infraestructura científica y de personal altamente calificado en nanotecnología, para tornarse competitivo en esas áreas es indispensable además, promover la integración de competencias e identificación de oportunidades.

Actualmente la Nanotecnología constituye la fuerza más importante que orienta la nueva ciencia y desarrollo tecnológico del siglo XXI, considerándose ya como la “Tercera Revolución Industrial”. Los nuevos materiales, dispositivos, aplicaciones y herramientas de alta precisión desarrolladas con base en la Nanotecnología, cubrirán un espectro total de las industrias de alta tecnología incluyendo maquinaria de precisión, médica, ingeniería genética, medioambiente, nuevas tecnologías energéticas, etc.

En el ámbito internacional muchos países han abordado este campo a través de iniciativas o programas nacionales, destacando:

Estados Unidos con la NNI (National Nanotechnology Initiative) es el programa federal de investigación y desarrollo que coordina los esfuerzos de todas las agencias en el área de Nanociencia y Nanotecnología y que en 2004 contó con 989 millones de dólares, en 2005 con 1,200 millones y en 2006 con 1,303 millones. Aproximadamente el 65% del presupuesto financia la investigación académica. Además de eso, los programas federales dan apoyo a las actividades de comercialización y a la colaboración entre pequeñas empresas y universidades y otras instituciones de investigación, encontrándose entre ellos los programas de SBIR (Small Business Innovation Research) y de STTR (Small Business Technology Transfer). Destacan también las actividades para la creación de centros dedicados a Nanotecnología en los Estados de California, Massachussets, Nuevo México, Nueva York, Michigan y Texas.

Japón cuenta también con un poderoso plan soportado desde los sectores industriales y el gobierno. En países como Corea la iniciativa fundamentalmente tiene base industrial (por ejemplo la empresa Samsung dedica más de 500 personas a desarrollos basados en Nanotecnología en un centro de investigación creado recientemente). China también se ha incorporado recientemente a esta carrera con un gran vigor, tras haber formado a miles de científicos fuera de sus fronteras en materias relacionadas con la Nanotecnología.

En Europa, se han ido estableciendo planes nacionales o regionales donde la Nanotecnología se presenta como un punto clave para el desarrollo de la región. En general, los países europeos más poderosos están reorganizando sus esquemas de actividad científica con base en la Nanotecnología. En Alemania, por ejemplo, el Ministerio de Investigación y Tecnología (MBFT) estableció ya en 1998 seis centros nacionales en Nanotecnología. En Francia se ha constituido un gran centro dedicado a Nanotecnología (MINATEC en Grenoble). Reino Unido ha adoptado decisiones similares. La Unión Europea, con más orientación hacia el desarrollo de la Nanoelectrónica lanzó hace tres años la iniciativa NID (Nanotechnology Information Devices), dentro del plan IST (Information Society Technologies), para fomentar la creación de consorcios con la finalidad de no perder terreno frente a los Estados Unidos o a Japón. En el VI Programa Marco de la Unión Europea se impulsaron de manera decidida estas actividades, al incorporar el área “Nanotecnologías y Nanociencias, Materiales Multifuncionales y nuevos procesos de producción” y estuvo dotada con 1,300 millones de Euros en el periodo 2003-2006. El auge en Europa de las iniciativas dedicadas a desarrollar y

divulgar la Nanociencia han sido muchas, hasta el punto de que hoy en día existen más de 160 redes nacionales o regionales dedicadas a aunar esfuerzos en este tema.

En América Latina, Brasil, Argentina, Chile, Colombia y El Salvador ya cuentan con iniciativas o programas de este tipo aunque de magnitud más reducida.

Con los antecedentes arriba mencionados, se hace necesaria la creación de la Iniciativa Nacional en Nanotecnología, a través de la generación de una dinámica que aglutine en forma constructiva los esfuerzos y recursos de investigación y desarrollo, formación de recursos humanos e innovación que en México se llevan a cabo en la materia.

Se trata de establecer una instancia de coordinación de carácter incluyente que incorpore a la mayoría de los agentes que intervienen en el proceso de generación y transferencia del conocimiento y de formación de recursos humanos especializados en esta área, así como a entidades gubernamentales y grupos industriales o empresas, con potencial para utilizar en sus procesos y/o productos los avances que se obtengan.

Participan en esta primera fase, 38 instituciones y once empresas del ámbito nacional, que han manifestado su apoyo (se anexan cartas compromiso) a la realización del proyecto en los términos planteados.

Cabe mencionar que para efectos de organización, se han identificado 7 áreas de competencia clave que agrupan las líneas y proyectos de investigación que en cada institución participante se trabajan, y que a su vez, se constituirán en los nodos académicos de la red propuesta en este proyecto:

- Nanopartículas
- Materiales Nanoestructurados Inorgánicos
- Materiales Poliméricos Nanoestructurados
- Simulación Computacional
- Bionanotecnología
- Nanometrología
- Diseño y desarrollo de equipos y procesos

A continuación se enumeran las instituciones académicas participantes, así como sus respectivas áreas específicas de interés:

<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>ÁREAS TEMÁTICAS DE INTERÉS</b>
1. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMAV)	Bionanotecnología; Nanopartículas; Materiales Poliméricos Nanoestructurados; Materiales Nanoestructurados Inorgánicos; Simulación Computacional
2. Centro Investigación en Química Aplicada (CIQA)	Materiales Poliméricos Nanoestructurados
3. Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)	Diseño y desarrollo de equipos y procesos; Simulación Computacional
4. Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC)	Materiales Poliméricos Nanoestructurados
5. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. (CICY)	Materiales Poliméricos Nanoestructurados
6. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)	Diseño y desarrollo de equipos y procesos; Nanopartículas; Nanoestructurados Inorgánicos

<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>ÁREAS TEMÁTICAS DE INTERÉS</b>
7. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD)	Bionanotecnología
8. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Edo. de Jalisco, A.C. (CIATEJ)	Bionanotecnología
9. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ)	Nanopartículas
10. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., (CIBNOR)	Bionanotecnología
11. Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO)	Nanopartículas
12. CIATEQ, A.C.	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos; Materiales Poliméricos Nanoestructurados; Simulación Computacional
13. Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V.(COMIMSA)	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos
14. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) México	Simulación Computacional; Materiales Nanoestructurados Inorgánicos
15. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) Unidad Querétaro	Nanopartículas; Materiales Nanoestructurados Inorgánicos; Simulación Computacional
16. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) Unidad Saltillo	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos
17. Centro de Investigación e Innovación Tecnológica (CIITEC) del Instituto Politécnico Nacional (IPN)	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos
18. Escuela Superior de Física y Matemáticas (IPN)	Nanopartículas
19. Instituto de Investigaciones en Materiales (UNAM)	Materiales Poliméricos Nanoestructurados
20. Instituto de Física (UNAM)	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos
21. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)	Nanopartículas; Materiales Nanoestructurados Inorgánicos; Materiales Poliméricos Nanoestructurados; Simulación Computacional
22. Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH)	Bionanotecnología
23. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ)	Bionanotecnología
24. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)	Nanopartículas
25. Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)	Nanopartículas; Materiales Poliméricos Nanoestructurados

INSTITUCIÓN	ÁREAS TEMÁTICAS DE INTERÉS
26. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (UADY)	Bionanotecnología
27. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos
28. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Azcapotzalco)	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos, Simulación Computacional
29. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Iztapalapa)	Nanopartículas, Simulación Computacional
30. Universidad de Guadalajara (UdeG)	Materiales Poliméricos Nanoestructurados
31. Universidad de Guanajuato (UG)	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos; Nanopartículas, Simulación Computacional
32. Universidad de Sonora (UNISON)	Bionanotecnología
33. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)	Bionanotecnología
34. Universidad Veracruzana. Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología (UV/MICRONA)	Bionanotecnología
35. Centro Nacional de Metrología (CENAM)	Nanometrología
36. Instituto Tecnológico de Celaya (ITC)	Nanopartículas
37. Instituto Tecnológico de Saltillo (ITS)	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos
38. Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ)	Materiales Poliméricos Nanoestructurados

En el Anexo 6.1.1, se presenta la lista de investigadores participantes por institución, con sus respectivas líneas de investigación en las que se encuentran trabajando.

Es importante mencionar que las instituciones participantes se encuentran distribuidas en 17 entidades del territorio nacional, con lo que la realización de este proyecto contribuirá a la promoción del desarrollo regional a través de la disseminación del conocimiento y su descentralización.

Por su parte, el Gobierno del Estado de Chihuahua ha manifestado su apoyo a esta idea, así como algunas empresas (se anexan cartas) que han mostrado su interés para la materialización del proyecto, encontrándose entre las mismas:

1. Grupo PROLEC (XIGNUX)
2. Grupo DESC (Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico)
3. Grupo Peñoles
4. Johnson Controls
5. Grupo Viakable
6. Grupo Cementos de Chihuahua
7. Daimler-Chrysler
8. Mabe
9. Comex
10. Resirene
11. Laboratorio Avimex

Cabe señalar la intención de apoyo brindado por instituciones académicas de reconocido prestigio en el ámbito internacional (se anexan cartas) cuya manifestación de simpatía a este proyecto, sugiere una perspectiva de cooperación internacional fructífera para los integrantes de la red trabajando en este proyecto. Se encuentran entre las mismas:

- Center for Integrated Nanotechnologies (CINT) de los Laboratorios Nacionales de Alamos y Sandia ubicado en Albuquerque, N.M. EUA
- Nacional Center for Learning & Teaching (NCLT). EUA
- The Molecular Foundry at the Lawrence Berkeley National Laboratory at the University of California. EUA
- Bi-National Sustainability Laboratory (BNSL) en Nuevo México. EUA
- Chalmers University of Technology. Sweden
- Universidad de Texas en Austin. EUA
- Universidad del Estado de Nueva York en Albany. EUA
- Universidad del Estado de Arizona. EUA
- Universidad de California, Santa Barbara. EUA
- Universidad de Sheffield. UK
- Universidad de Limoges. Francia

Además de ello, se cuenta con los convenios y actividades de colaboración específicos con organizaciones de este tipo que cada grupo e institución mantiene en particular (Anexo 6.1.6).

Resulta oportuno señalar la significativa intención de colaboración expresada por Arizona State University en EUA, relativa al planteamiento de una cooperación bilateral en términos de la creación de un cluster científico-tecnológico de Nanotecnología para el desarrollo de proyectos conjuntos de investigación y educación de posgrado, en 17 temas relacionados en su mayoría con las áreas de competencia clave identificadas para este proyecto, aprovechando para ello los recursos humanos y de infraestructura disponibles en ambas instituciones, así como el Acuerdo CONACYT-ASU para la formación de estudiantes posgraduados firmado en 2004. En el Anexo 6.1.6.1., se presenta la propuesta elaborada por dicha Institución.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivos generales**

Conformar la “Iniciativa Nacional en Nanotecnología”, cuya función sustantiva será la coordinación y el fortalecimiento en el ámbito nacional de las actividades de investigación, desarrollo tecnológico, formación de recursos humanos e innovación en el campo de la Nanotecnología, para contribuir de manera significativa a la generación de conocimiento de frontera así como al desarrollo de una tecnología nacional propia en este campo.

#### **3.2 Objetivos específicos**

1. Generar un marco apropiado para el desarrollo de la Nanotecnología en México (normativo, operacional, presupuestario, de evaluación, etc.), que a través de un enfoque sistémico e incluyente, optimice recursos y disemine los beneficios derivados de la actividad.
2. Integrar la red nacional en Nanotecnología, con aquellas instituciones que participan en la presente propuesta y con otras que realicen actividades en este campo y que por ahora no están incluidas.
3. Propiciar la formación de recursos humanos especializados en esta área.

4. Identificar capacidades actuales y potenciales en recursos humanos y materiales.
5. Identificar áreas pertinentes en investigación básica y aplicada.
6. Fomentar la creación de grupos de I+D multidisciplinarios.
7. Fortalecer la infraestructura en las temáticas que se consideren prioritarias.
8. Establecer una estructura metrológica y de evaluación de la conformidad que permita asegurar la calidad y la seguridad de las mediciones y los productos que se generen en este campo, en particular riesgos para la salud humana y protección al ambiente.
9. Conectarse con otras iniciativas internacionales.
10. Establecer convenios de colaboración con instituciones internacionales líderes en el campo.
11. Favorecer la integración de grupos de I+D mexicanos en proyectos internacionales relacionados con el tema.
12. Establecer programas de divulgación de la Nanotecnología, contactando con medios de comunicación y las diversas instancias de promoción que en el país existen.
13. Incorporar a empresas para su integración en esta nueva área, comunicando lo que representa para su futuro la Nanotecnología.
14. Utilizar un modelo de I+D basado en los requerimientos del mercado.
15. Detectar proyectos de I+D en forma conjunta con el sector productivo.
16. Estructurar nuevos casos de negocio a partir los proyectos de I+D.
17. Impulsar la creación de nuevos negocios basados en proyectos de I+D.

#### 4. Resultados y entregables

Con base en la consecución de los objetivos específicos se plantea alcanzar los siguientes resultados:

1. Reforzar los posgrados actuales, con el fin de generar capacidades en diferentes temáticas.
2. El incremento sustancial en el número de graduados en programas de posgrado y especialización nacionales e internacionales en Nanotecnología.
3. Mayor número de publicaciones en revistas especializadas de alto impacto.
4. La generación de patentes en el tema de Nanotecnología.
5. La generación de propiedad intelectual protegida (diseños, software, productos, equipos).
6. La focalización en temáticas de mayor conveniencia para el interés nacional.
7. La proliferación de grupos y centros de investigación trabajando en esos temas.
8. El incremento y fortalecimiento de la infraestructura física (equipo e instalaciones) de los grupos y centros de investigación en Nanotecnología.
9. El establecimiento de patrones, sistemas de medición y normas que aseguren la calidad de las mediciones, la seguridad de los productos, un lenguaje normalizado para facilitar la comunicación entre los investigadores y el soporte para desarrollar definiciones regularizadas aplicables a los nanomateriales.
10. La firma de acuerdos y convenios con instituciones internacionales.
11. Una mayor participación de las agencias internacionales en el financiamiento de proyectos de investigación relacionados con la temática de esta propuesta.
12. Integración de portafolio de casos de negocio a partir de las oportunidades detectadas en el mercado.
13. La creación de empresas de base tecnológica así como la mejora en la competitividad de las existentes, al incorporar en procesos y productos el avance con tecnología nacional que esta temática representa.
14. La creación de una entidad que aglutine y continúe los esfuerzos de desarrollo en los años siguientes.

Con lo que se espera reportar al final de los cinco años del proyecto:

1. Alrededor de 150 doctores y 450 maestros en ciencias graduados del posgrado de nivel internacional, con una matrícula estimada de 550 estudiantes de doctorado y 1,700 de maestría.
2. Más de 1,000 artículos en revistas internacionales indizadas en 5 años (un promedio de 200 artículos por año).
3. Se espera obtener alrededor de 200 títulos y/o registros de patente en 5 años, 7 diseños de equipo y proceso asociados a las plataformas tecnológicas detectadas en este proyecto, 3 programas computacionales para la simulación de nanopartículas y nanoestructuras y una empresa para ofrecer soluciones de hardware y software en el diseño de materiales y moléculas.
4. Contar con una política específica de protección intelectual para la comercialización de los proyectos derivados de esta Iniciativa.
5. Celebrar al menos 15 convenios con instituciones de reconocido prestigio internacional, orientados al desarrollo de proyectos conjuntos y actividades de cooperación internacional relativas al tema.
6. Pasar de 239 investigadores actuales de las instituciones participantes en la red a más de 400.
7. Establecer al menos dos patrones nacionales de medición para tamaño de partícula, dos procedimientos de calibración y dos métodos para la caracterización de nanomateriales.
8. Crear nueva infraestructura de vanguardia en las diferentes instituciones que participan en la red (laboratorios, edificios, talleres).
9. Al menos 25 productos agrupados en 5 familias (tecnología fase líquida, tecnología de molienda, tecnología por alta temperatura, materiales a partir de nanoestructuras y tecnología a partir de nanocompuestos) orientados a necesidades y aplicaciones del mercado industrial mexicano y de exportación, con ventas potenciales a partir del sexto año de 100 a 150 millones de dólares anuales.
10. Al menos 5 casos de nuevos negocios generados a partir de los productos desarrollados por la iniciativa nacional de nanotecnología.
11. Generar 500 productos de divulgación y difusión científica y tecnológica sobre el impacto social y económico de la nanotecnología (reportes, libros, cápsulas, programas de radio y televisión, etc.).

## 5. Valores y principios guía

Los valores y principios guía que regirán el comportamiento y desempeño de la propuesta son los siguientes:

- a) Posgrados y formación de recursos humanos de calidad internacional.
- b) Investigación de excelencia.
- c) Trabajo en equipo, multidisciplinario y orientado a resultados.
- d) Enfoque a áreas factibles y pertinentes con posibilidad de generar impactos en 5 años.
- e) Utilización de infraestructura de investigación de manera compartida por los miembros de la red de Nanotecnología.
- f) Evaluación de propuestas e iniciativas de investigación o de nueva infraestructura por comités ad-hoc integrados por reconocidos miembros del sector académico, de investigación y del sector productivo.
- g) Asignación de recursos a través de procesos competitivos y con base en criterios de calidad, factibilidad y pertinencia.
- h) Evaluaciones periódicas para medir el avance y logros por evaluadores independientes.

- i) Trabajo de colaboración desde el inicio de actividades con empresas del sector productivo de la red, para identificación de necesidades y oportunidades que ofrece el mercado.
- j) Presentación y manejo transparente de la información y los gastos del proyecto.
- k) Indicadores de resultados, creación de valor e impacto que permitan valorar los beneficios de la Iniciativa Nacional en Nanotecnología.

## 6. Recursos

### 6.1. Recursos actuales

En los anexos que van del 6.1.1 al 6.1.6 se presenta el detalle de los recursos académicos con que de inicio se cuenta para la conformación de la red, integrada por 38 instituciones (IES y centros públicos de investigación), 239 investigadores y 71 técnicos, así como 88 estudiantes de doctorado y 120 de maestría, trabajando todos ellos en 142 líneas de investigación y desarrollo y aproximadamente 90 proyectos en proceso, agrupados alrededor de las siete áreas temáticas que a su vez constituyen los nodos de esta red:

- Nanopartículas
- Materiales Nanoestructurados Inorgánicos
- Materiales Poliméricos Nanoestructurados
- Simulación Computacional
- Bionanotecnología
- Nanometrología
- Diseño y desarrollo de equipos y procesos

Las instituciones participantes ofrecen 69 programas de posgrado (maestría y doctorado) relacionados de alguna manera (ejes temáticos, especialidades) con temáticas afines a la Nanotecnología (Anexo 6.1.3), además de un número indeterminado de especialidades y diplomados afines.

En general, todas las instituciones disponen de instalaciones y equipamiento experimental, con diferente grado de adecuación y avance, manifestándose en general carencias en cuanto a equipamiento científico de vanguardia para abordar temas de frontera (Anexo 6.1.4). Se observa asimismo una limitación en cuanto a la disponibilidad de plantas piloto.

Algunas de las instituciones participantes cuentan con un adecuado acervo bibliográfico, así como servicios de información: recuperación de documentos, boletines de alerta en determinadas líneas de investigación y apoyo a usuarios en el manejo de bases de datos. Los sistemas de comunicación y capacidades de cómputo muestran también diversos grados de avance, con posibilidades para trabajos en red. En general, las instituciones cuentan con Internet 2 y acceso inalámbrico e inclusive, muchas de ellas con instalaciones para videoconferencias (Anexo 6.1.5).

De igual manera, casi la totalidad de las instituciones participantes manifiesta contar con relaciones de colaboración e intercambio con instituciones del ámbito internacional, ubicadas particularmente en Estados Unidos y Europa, de tal forma que en una primera aproximación, se identificaron casi 67 instituciones (Anexo 6.1.6).

### 6.2 Recursos requeridos

El logro de los objetivos previstos, así como el cumplimiento de los compromisos establecidos en esta propuesta, implica el fortalecimiento de los recursos con que

actualmente se cuenta. En particular, los referidos al personal académico, instalaciones, equipamiento científico de carácter experimental, mobiliario, equipo de cómputo, plantas piloto, posibilidades de movilización, etc.

De esta manera se estima que a 5 años se requiere de 443 investigadores y técnicos académicos, con el propósito de fortalecer los grupos de investigación y consolidar las respectivas masas críticas en las diversas líneas de investigación que la red maneje. En el anexo 6.2.1 se presentan los requerimientos de recursos humanos por nodo temático o competencia clave. De igual manera, se precisa de la adquisición de equipo y mobiliario de laboratorio cuyo detalle se presenta en el anexo 6.2.2.

Asimismo, en ciertas instituciones que por conveniencia temática o geográfica requieren de fortalecer su presencia en el tema ya sea académica, de investigación y/o de desarrollo tecnológico, se precisa de construir, ampliar o mejorar laboratorios e instalaciones.

Por el enfoque de esta propuesta, las plantas piloto asociadas a los laboratorios más productivos en términos de generación de conocimiento y vinculación con el sector productivo, representan una garantía en los procesos de transferencia, por lo que es necesario considerar el establecimiento de estas instalaciones.

El presupuesto total estimado a 5 años incluyendo el gasto operativo, asciende a \$1,101.7 millones de pesos. En el Anexo 6.2.3 se presenta el presupuesto estimado por concepto del gasto.

## 7. Organización

### Esquema de organización propuesto

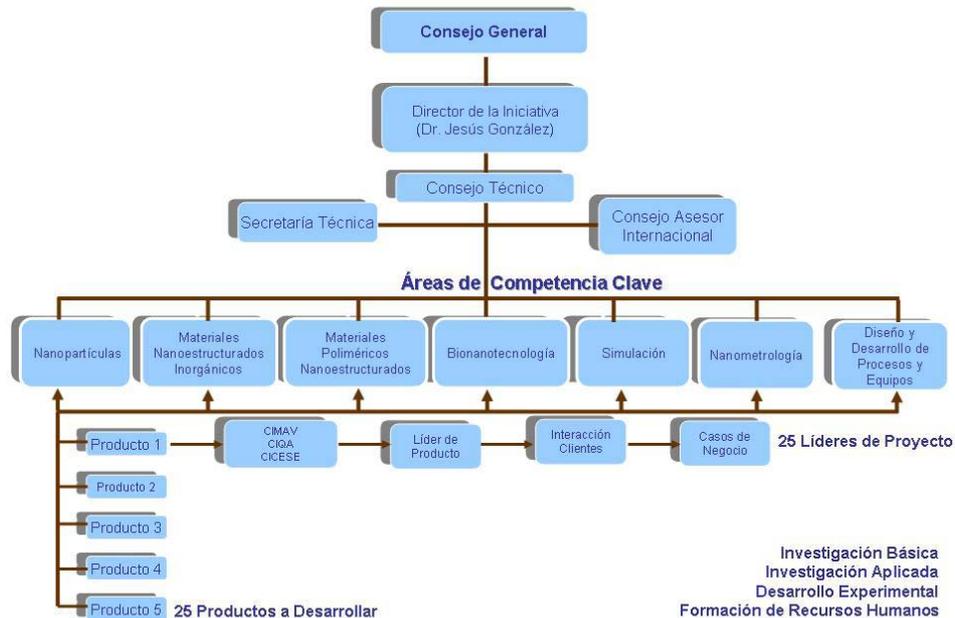
Para la realización y obtención de los objetivos tanto generales como específicos se propone una organización matricial con la siguiente estructura:

1. Un Consejo General integrado por un representante de cada Centro o Institución participante.
2. Un Director de la Iniciativa Nacional de Nanotecnología, Dr. Jesús González Hernández.
3. Un Consejo Técnico, presidido por el Director de la Iniciativa, que asignará recursos y estará integrado por 6 directores de los centros o instituciones participantes en la red.
4. Un Secretaría Técnica que tendrá como misión la articulación y coordinación de los proyectos entre los coordinadores de nodo y los líderes de proyecto así como con el mercado y las instituciones de la red.
5. Un consejo asesor internacional integrado por personal altamente reconocido de instituciones internacionales no mayor de 5 personas.
6. Coordinadores de los 7 diferentes nodos definidos como áreas prioritarias de desarrollo en la red. Un Consejo Científico Tecnológico por cada nodo.

A su vez habrá 25 líderes de proyectos que serán responsables de coordinar que se cumpla cada una de las etapas de los proyectos hasta su consecución y tendrán la capacidad de establecer los acuerdos necesarios con cada coordinador de nodo con la finalidad de obtener la información y las líneas de investigación que sean requeridas para poder alcanzar el término del proyecto.

A continuación se presenta el esquema de la organización que se propone

## Organización propuesta para la integración de la red Nacional en Nanotecnología



Los temas de los nodos o competencias claves definidos y sus respectivos coordinadores son:

1. Nanopartículas (Dr. Alfredo Aguilar, CIMAV)
2. Materiales Nanoestructurados no poliméricos (Dr David Jaramillo, CIITEC-IPN)
3. Materiales nanoestructurados poliméricos (Dr. Oliverio Santiago Rodríguez, CIQA)
4. Simulación Computacional (Dr. Alberto Vela, CINVESTAV Zacatenco)
5. Nanobiotecnología (Dr. Rogelio Rafale Sotelo, CIAD)
6. Nanometrología (Dra. Norma González, CENAM)
7. Diseño y desarrollo de procesos y equipos de nanotecnología (Dr. Luis del Llano Vizcaya, CIDESI)

Cada líder de proyecto contará con una matriz con la información de las instituciones que participan en esa línea de investigación y el nombre de los investigadores, personal técnico que participa y los laboratorios y equipos que se están utilizando.

### 7.2 Bases y principios de la organización de la red

#### 7.2.1 Roles y responsabilidades

En el Anexo 7.2.1 se presentan a detalle los roles y responsabilidades de cada participante en la red de Nanotecnología. A continuación se describen las funciones genéricas de los órganos constitutivos:

1. Consejo General  
Promover la participación de los integrantes, así como conocer los avances y logros de la iniciativa.
2. Consejo Técnico (Comité de I+D y Evaluación de Proyectos)

Asesorar y evaluar las líneas de investigación, así como los proyectos que se generen en la red tanto los de investigación básica, aplicada y de innovación como aquellos detectados en el mercado.

3. Director de la Iniciativa

Coordinar los esfuerzos de todos de la red así como evaluar y dar seguimiento a los diferentes proyectos, presentando los logros alcanzados por la Iniciativa ante el CONACYT y demás dependencias que lo requieran.

4. Secretaría Técnica

Apoyar en la preparación del material para las reuniones con el Consejo Técnico; dar seguimiento a la comunicación entre los Coordinadores de Nodo y el Director de la Iniciativa, así como preparar los calendarios y convocatorias respectivas para las reuniones con el Consejo General, Consejo Técnico y Consejo Asesor Internacional.

5. Consejo Asesor

Asesorar y emitir opinión acerca de los logros, proyectos y las nuevas oportunidades que se puedan presentar en el avance científico-tecnológico de la Nanotecnología.

6. Coordinador de nodo

Coordinar, facilitar y dar seguimiento a las actividades de investigación básica, aplicada, innovación y formación de recursos humanos de las instituciones que participan en su nodo, con la finalidad de mantener un alto nivel de investigación y formación del personal.

7. Líderes de proyecto

Ejecutar y coordinar las actividades necesarias en investigación y desarrollo para presentar los 25 nuevos productos previstos, al término del proyecto.

### 7.2.2 Comunicación

La comunicación será un factor determinante en la consecución y éxito del proyecto, ya que trabajarán buscando un mismo objetivo, instituciones con capacidades e intereses diversos, ubicadas además en localidades en ocasiones distantes.

Para mejorar la comunicación se contará con una red de cómputo para realizar conferencias telefónicas entre los coordinadores de nodo y los líderes de proyecto. La creación de esta red permitirá una comunicación fluida y reducirá el gasto excesivo en viáticos y pasajes.

Habrán reuniones anuales con el Consejo General en las que se presentarán los avances de cada proyecto en forma de póster y se organizará una serie de conferencias en la que se presenten los logros más relevantes de los diferentes proyectos autorizados.

Habrán reuniones Trimestrales con el Consejo Técnico presidido por el Director de la Iniciativa en las que participarán la Secretaría Técnica, los coordinadores de nodo y los líderes de cada proyecto con el fin de dar seguimiento a los avances en las líneas de investigación y los productos a desarrollar.

También se organizarán reuniones semestrales con el Consejo Asesor Internacional, el Director de la Iniciativa y los Coordinadores de Nodo, al que se le presentarán los

proyectos con los avances más notables, así como los problemas o mejoras que se requieren hacer a los proyectos, con el fin de lograr los objetivos planteados.

Se llevarán a cabo reuniones bimestrales entre los Coordinadores de nodo y los líderes de proyecto, con la finalidad de supervisar y revisar los avances de los proyectos y los requerimientos para su consecución.

Por otra parte, la comunicación será vital para permitir el intercambio de información y datos de cada proyecto. Para mejorar esta comunicación y garantizar que sea continua, la Secretaría Técnica será responsable de asegurar que la información detectada en el mercado sea conocida por los coordinadores de nodo y por cada uno de los líderes de proyecto, así como de dar seguimiento a las reuniones que se efectúen con los coordinadores de nodo y los líderes de proyecto.

El Director de la Iniciativa establecerá una comunicación continua con el CONACYT, hará la presentación de los logros más significativos y también presentará a la sociedad el impacto y los resultados que se estén alcanzando con el Proyecto.

La Secretaría Técnica será responsable de supervisar y agilizar la adecuada comunicación tanto interna como externa.

#### 7.2.3 Solicitud, evaluación y autorización de recursos

La solicitud de recursos seguirá el orden siguiente:

El Coordinador de nodo junto con cada líder de proyecto presentará ante la Secretaría Técnica los proyectos para que sean revisados; los proyectos alineados a la visión y estrategia general serán presentados ante el Consejo Técnico (Comité de I+D y Evaluación de Proyectos) para su autorización final.

La evaluación de cada proyecto se hará en forma trimestral ante el Consejo Técnico (Comité de I+D y Evaluación de Proyectos) con la finalidad de evaluar su pertinencia y continuidad. Los coordinadores de nodo y los líderes de proyecto mantendrán una supervisión continua y tendrán reuniones bimestrales con la finalidad de evaluar los avances y logros de cada proyecto autorizado.

La autorización de recursos la hará el Consejo Técnico (Comité de I+D y Evaluación de Proyectos) y la entrega de los mismos será responsabilidad del Director de la Iniciativa. Los Coordinadores de nodo serán quienes supervisarán que los gastos se apeguen al calendario y los planes autorizados para cada proyecto.

Cada líder de proyecto contará con un mapa detallado del personal involucrado, gastos incurridos, inversiones y será el responsable directo del presupuesto que se haya asignado a cada proyecto detectado en el mercado y definido como prioritario.

#### 7.2.4 Iniciativas y proyectos de Investigación y Desarrollo, su integración y aprobación

Las iniciativas y proyectos de Investigación y Desarrollo se integrarán de acuerdo a los siguientes lineamientos.

1. Proyectos que generen Investigación básica, aplicada, innovación y formación de recursos humanos.

2. Proyectos de I+D que tengan un avance significativo para lograr su aplicación en cada nodo.
3. Proyectos de investigación básica orientados a generar conocimientos de frontera de utilidad para la Red.
4. Proyectos generados de I+D a partir de las oportunidades detectadas en el mercado.

Las propuestas de los proyectos se integrarán con las siguientes etapas:

1. Conceptualización
2. Diseño
3. Implementación

En cada etapa se especificarán los recursos humanos y de infraestructura requeridos, el monto del gasto y el tiempo de consecución, así como los resultados esperados por etapa, tanto humanos como técnicos y los factores clave para su seguimiento y evaluación.

La aprobación de cada proyecto se hará en el Consejo Técnico (Comité de I+D y Evaluación de Proyectos) previa supervisión del Director de la Iniciativa.

#### 7.2.5 Evaluación y seguimiento

El seguimiento de los proyectos será responsabilidad de la Secretaría Técnica y de los Coordinadores de nodo, los cuales llevarán a cabo reuniones trimestrales con el Director de la Iniciativa, los coordinadores de nodo y los líderes de proyecto para dar seguimiento a los proyectos.

La evaluación se realizará en las reuniones trimestrales con el Consejo Técnico y en forma semestral se hará una presentación al Consejo de Asesores. A su vez los Coordinadores de nodo mantendrán un constante seguimiento a los proyectos autorizados con cada investigador responsable del proyecto.

#### 7.2.6 Coordinación

La coordinación del proyecto general será responsabilidad del Director de la Iniciativa apoyado por la Secretaría Técnica, que a su vez podrá acudir a apoyos externos para coordinar la relación con el sector productivo y los diferentes coordinadores de nodo. Adicionalmente la Secretaría Técnica preparará la información de los proyectos que se presentarán para su evaluación al Consejo Técnico (Comité de I+D y Evaluación de Proyectos).

Los Coordinadores de nodo supervisarán y coordinarán las actividades de los diferentes temas y proyectos y procurarán el uso de los equipos a toda la red, atendiendo los diferentes proyectos de investigación. También coordinarán la construcción y compra de los equipos autorizados por el Consejo Técnico (Comité de I+D y Evaluación de Proyectos) y que sean requeridos para la realización de los proyectos.

Los líderes de proyecto coordinarán las actividades en la etapa de cada proyecto así como a las diferentes instituciones involucradas y los recursos requeridos para llevar a cabo la consecución del mismo. Contarán con un mapa del proyecto con 12 diferentes etapas, con los nombres de los investigadores y las instituciones participantes.

### 7.2.7 Integración.

La integración con los datos de cada proyecto, líder de proyecto, coordinadores de nodo y presupuesto aprobado será realizada por la Secretaría Técnica.

La Secretaría Técnica a su vez tendrá la facultad de solicitar y contratar estudios de mercado para obtener la información necesaria para el proyecto y habrá de integrar, en conjunto con cada líder de proyecto, el caso de negocio y la propuesta Técnica-Industrial y Comercial.

El líder de proyecto integrará el mapa completo de responsabilidades y participantes, así como las opciones en el mercado, las pruebas con clientes y la estructuración de los casos de negocio.

### 7.2.8 Rendición de cuentas

El Director de la Iniciativa será el responsable de la presentación de los resultados ante el CONACYT.

La información será pública y se hará una presentación anual al Consejo General de los principales logros alcanzados en el año transcurrido, difundiendo la información más relevante en los medios de comunicación nacionales.

Los Coordinadores de nodo y los líderes de proyecto presentarán ante el Consejo de asesores y el Consejo Técnico, los avances y los resultados alcanzados por cada proyecto así como los gastos incurridos y las inversiones, en caso de haber sido autorizadas. El líder de proyecto será el responsable directo del gasto de su proyecto de investigación.

## 8. Procesos críticos

### 8.1. Estado del arte científico-tecnológico

De acuerdo a diferentes estudios del estado del arte científico tecnológico como el realizado por la Oficina de Investigación Naval de USA (Office of Naval Research) desde los años 1997 al 2004, el incremento en el número de publicaciones, artículos, libros y patentes sobre Nanotecnología ha crecido muy rápidamente en todo el mundo; en los países de Asia como China, Japón y Corea, en Europa especialmente en Alemania y Francia, y en Estados Unidos.

El crecimiento de las publicaciones en Nanotecnología ha sido entre otros factores, por las mejoras sustanciales en los equipos para la caracterización de las nanopartículas o nanoestructuras y la fuerte inversión tanto privada como gubernamental en investigación que se ha dado a este campo en los países de Asia, Europa y Estados Unidos. Por ejemplo, en la literatura científica sobre nanotecnología presentada en el Science Citation Index, las publicaciones crecieron de 4,552 artículos en 1991 a 33,060 en 2004.

El estudio del estado del arte científico realizado por la Office of Naval Research tiene como base la búsqueda de información en los datos de Science Citation Index/ Social Science Citation Index (SCI), los cuales fueron analizados tanto para obtener la infraestructura de la literatura global de la nanotecnología (autores más prolíficos/ publicaciones/ instituciones/ países/ artículos más citados/ publicaciones más citadas) como para obtener la estructura temática (taxonomía) de la literatura global en nanotecnología en una perspectiva científica. También utilizó los datos de The

Engineering Compendex los cuales fueron analizados para obtener una estructura temática de una perspectiva tecnológica.

En el resumen del estudio del estado del arte de la Oficina de Investigación Naval se reportan los siguientes resultados con base en la búsqueda de información en el SCI.

El primer resultado de la búsqueda es sobre los autores más prolíficos en el año 2003. Ver tabla 8.1.1.

**Tabla 8.1.1. Autores más prolíficos 2003**

<b>Autor</b>	<b>No. artículos</b>
ZHANG--Y	84
LI--J	63
QIAN--YT	62
WANG--J	62
WANG--Y	62
LEE--JH	59
LIU--Y	58
ZHANG--LD	58
CHEN--Y	56
BANDO--Y	52
CHEN--J	52
WANG--X	52
ZHANG--J	51
GAO--L	50
WANG--H	47
KIM--JH	46
LI--Y	45
KIM--J	44
ZHANG--H	44
WANG--L	41

En el caso de las publicaciones se encontró que los artículos sobre nanotecnología tienden a ser en disciplinas como Física, Química y Materiales, con énfasis en Ciencia de Superficie. Las publicaciones con mayor número de artículos son Applied Physics Letters, Physical Review B y Journal of Applied Physics como se muestra en la tabla 8.1.2.

**Tabla 8.1.2. Publicaciones con más artículos en nanotecnología 2003**

<b>Publicación</b>	<b>No. artículos</b>
APPLIED PHYSICS LETTERS	1240
PHYSICAL REVIEW B	899
JOURNAL OF APPLIED PHYSICS	875
LANGMUIR	690
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B	558
JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS PART 1- REGULAR PAPERS SHORT NOTES & REVIEW PAPERS	435
JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	408
CHEMICAL PHYSICS LETTERS	390

Publicación	No. artículos
PHYSICAL REVIEW LETTERS	353
NANO LETTERS	346
CHEMISTRY OF MATERIALS	319
APPLIED SURFACE SCIENCE	291
PHYSICA E-LOW-DIMENSIONAL SYSTEMS & NANOSTRUCTURES	278
THIN SOLID FILMS	260
INORGANIC CHEMISTRY	254
JOURNAL OF MAGNETISM AND MAGNETIC MATERIALS	247
JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY	243
MACROMOLECULES	243
ADVANCED MATERIALS	239
JOURNAL OF VACUUM SCIENCE & TECHNOLOGY B	229

Basado en la búsqueda en el SCI en 2003, las instituciones más prolíficas en artículos publicados sobre nanotecnología son siete Centros de Investigación y el resto Universidades.

En relación con el tema de nanometrología, hasta donde los artículos se refieren, de acuerdo a [www.ingentaconnect.com](http://www.ingentaconnect.com) ha habido 34 artículos sobre nanometrología publicados en varias revistas desde 1995. ScienceDirect lista 15 artículos sobre nanometrología desde 1995. Revistas electrónicas ([www.journals.iop.org](http://www.journals.iop.org)) almacena registros de 31 (con 25 que mencionan nanometrología en los títulos y/o resúmenes) artículos publicados desde 1990. En comparación con la búsqueda en ScienceDirect para la palabra “nanotecnología” encuentra alrededor de 1140 artículos cubriendo el correspondiente periodo. Se ha observado que los artículos dedicados directamente a nanometrología comprenden alrededor del 7% de todos los artículos de nanotecnología en los últimos 10 años. Sin embargo, la nanometrología está indirectamente involucrada en todos los artículos sobre este tema.

**Tabla 8.1.3. Instituciones más prolíficas en nanotecnología en 2003**

Institución	No. artículos
CHINESE ACAD SCI	1303
CNRS	1198
RUSSIAN ACAD SCI	687
TSING HUA UNIV	454
UNIV TOKYO	429
TOHOKU UNIV	352
OSAKA UNIV	345
NATL INST ADV IND SCI & TECHNOL	341
UNIV SCI & TECHNOL CHINA	297
NANJING UNIV	288
NATL INST MAT SCI	287
TOKYO INST TECHNOL	283
CNR	275
CSIC	268
UNIV ILLINOIS	245
PEKING UNIV	245
SEOUL NATL UNIV	244

Institución	No. artículos
UNIV TEXAS	230
UNIV CAMBRIDGE	229
MIT	226
UNIV CALIF BERKELEY	210

En la tabla 8.1.4 se muestran las instituciones más prolíficas en el 2004, destacando el incremento en el número de artículos de 8,436 en el 2003 a 8,996 en el 2004. También es relevante mencionar que 13 instituciones son de Asia, 3 de Estados Unidos, 3 de Europa del Oeste y uno de Europa del Este.

**Tabla 8.1.4. Instituciones más prolíficas en nanotecnología 2004**

Institución	País	No. artículos
CHINESE ACAD SCI	CHINA	1533
CNRS	FRANCIA	1241
RUSSIAN ACAD SCI	RUSIA	641
TSING HUA UNIV	CHINA	504
UNIV TOKYO	JAPÓN	444
OSAKA UNIV	JAPÓN	373
TOHOKU UNIV	JAPÓN	363
CSIC	ESPAÑA	345
UNIV SCI & TECHNOL CHINA	CHINA	342
NANJING UNIV	CHINA	333
NATL INST ADV IND SCI & TECHNOL	JAPÓN	311
CNR	ITALIA	311
TOKYO INST TECHNOL	JAPÓN	308
SEOUL NATL UNIV	COREA DEL SUR	296
MIT	USA	284
UNIV ILLINOIS	USA	283
NATL UNIV SINGAPORE	SINGAPUR	277
UNIV TEXAS	USA	273
NATL INST MAT SCI	JAPÓN	272
PEKING UNIV	CHINA	262

De los países más prolíficos en publicaciones de acuerdo a la búsqueda en el SCI en 2003, el país con mayor número de publicaciones es Estados Unidos. Cabe destacar la presencia de Brasil. Ver tabla 8.1.5.

**Tabla 8.1.5. Países más prolíficos en publicaciones en nanotecnología 2003**

País - SCI	No. artículos
USA	7512
JAPÓN	4431
CHINA	4417
ALEMANIA	3099
FRANCIA	1900
COREA DEL SUR	1592
REINO UNIDO	1520
RUSIA	1293
ITALIA	1015
INDIA	830
ESPAÑA	727

País - SCI	No. artículos
TAIWAN	706
CANADÁ	690
POLONIA	515
SUIZA	498
PAÍSES BAJOS	492
BRASIL	455
SUECIA	435
AUSTRALIA	434
SINGAPUR	372
ISRAEL	347

Otro resultado que se muestra es la relación entre los artículos publicados en Nanotecnología y el total de artículos publicados en cada país en el año 2004. Comparado con el 2003, se puede observar como China avanza al segundo lugar. El total de países listados es de 101 y se destacan los primeros 20 lugares. Un dato importante a mencionar es que los datos del SCI son en idioma inglés, por lo que no se incluyen artículos en idiomas como el Japonés o Chino, por lo que los valores que se reportan pudieran ser mayores.

Es importante ver el crecimiento en la relación de artículos publicados en 1994 contra 2004. En la mayoría de los países se reportan relaciones mayores de 3, lo que habla del crecimiento de los artículos publicados en nanotecnología, mientras que la relación de artículos totales de 2004 y 1994 es del orden de 1 a 1.5 con casos excepcionales como China, Corea del Sur y Singapur. Otro dato a destacar es el porcentaje que representan las publicaciones sobre tecnología en relación al total de publicaciones en países como China, Corea del Sur, Rusia, Taiwán y Singapur. Ver tabla 8.1.6.

**Tabla 8.1.6. Países más prolíficos y su relación con la nanotecnología 2004**

PAÍS	2004			1994			2004/1994	2004/1994
	ART. NANO.	ART. TOT.	ART. NANO/ART. TOT.	ART. NANO.	ART. TOT.	ART. NANO/ART. TOT.	ART. NANO.	ART. TOT.
USA	8037	294762	0.027266	2388	283530	0.008422	3.365578	1.039615
CHINA	5644	54024	0.104472	271	8976	0.030192	20.82657	6.018717
JAPÓN	4617	71411	0.064654	1346	49524	0.027179	3.430163	1.441947
ALEMANIA	3120	65358	0.047737	928	45686	0.020313	3.362069	1.430591
FRANCIA	1954	46647	0.041889	519	35346	0.014683	3.764933	1.319725
COREA DEL SUR	1912	22284	0.085801	77	3450	0.022319	24.83117	6.45913
REINO UNIDO	1465	57134	0.025641	467	43254	0.010797	3.137045	1.320895
RUSIA	1300	23992	0.054185	249	24737	0.010066	5.220884	0.969883
ITALIA	1115	35561	0.031355	204	21054	0.009689	5.465686	1.689038
INDIA	1025	21117	0.048539	115	12129	0.009481	8.913043	1.741034
TAIWAN	941	13456	0.069932	73	5244	0.013921	12.89041	2.56598
ESPAÑA	829	26302	0.031519	114	12548	0.009085	7.27193	2.096111
CANADÁ	785	35630	0.022032	246	29200	0.008425	3.191057	1.220205
SUIZA	598	14552	0.041094	175	9882	0.017709	3.417143	1.472576
PAÍSES BAJOS	584	20176	0.028945	207	14376	0.014399	2.821256	1.40345
POLONIA	582	12968	0.04488	67	5878	0.011398	8.686567	2.206193
SINGAPUR	527	5348	0.098542	14	1378	0.01016	37.64286	3.880987
SUECIA	471	15021	0.031356	128	11167	0.011462	3.679688	1.345124

PAÍS	2004			1994			2004/1994	2004/1994
	ART. NANO.	ART. TOT.	ART. NANO/ART. TOT.	ART. NANO.	ART. TOT.	ART. NANO/ART. TOT.	ART. NANO.	ART. TOT.
BRASIL	462	14631	0.031577	47	4368	0.01076	9.829787	3.349588
AUSTRALIA	462	22789	0.020273	101	14392	0.007018	4.574257	1.583449

En el caso de los documentos o referencias más citadas de un total de 21,474 artículos se encontró que las revistas Nature y Science tienen las publicaciones más citadas y que 7 de entre las primeras 10, son de autores de Estados Unidos; 3 artículos están enfocados en nanotubos, 2 en nanoalambres, 2 en nanocristales/quantum dots y el resto en aplicaciones de superficie como mesoporos, ensamble de monocapas y celdas solares. Ver tabla 8.1.7.

**Tabla 8.1.7. Referencias más citadas en 2003**

Primer autor	País	Año	Fuente	Vol.	Página	No. citas 2003-REF	No. citas SCI-TOT
IJIMA S	JAPÓN	1991	NATURE	V354	P56	730	4079
<i>(HELICAL MICROTUBULES OF GRAPHITIC CARBON)</i>							
ALIVISATOS AP	USA	1996	SCIENCE	V271	P933	249	1538
<i>(SEMICONDUCTOR CLUSTERS, NANOCRYSTALS, AND QUANTUM DOTS)</i>							
KRESGE CT	USA	1992	NATURE	V359	P710	213	3801
<i>(ORDERED MESOPOROUS MOLECULAR-SIEVES SYNTHESIZED BY A LIQUID-CRYSTAL TEMPLATE MECHANISM)</i>							
THESS A	USA	1996	SCIENCE	V273	P483	196	1601
<i>(CRYSTALLINE ROPES OF METALLIC CARBON NANOTUBES)</i>							
MURRAY CB	USA	1993	JACS	V115	P8706	194	1317
<i>(SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NEARLY MONODISPERSE CDE (E = S, SE, TE) SEMICONDUCTOR NANOCRYSTALLITES)</i>							
ULMAN A	USA	1996	CHEM REV	V96	P1533	191	1534
<i>(FORMATION AND STRUCTURE OF SELF-ASSEMBLED MONOLAYERS)</i>							
MORALES AM	USA	1998	SCIENCE	V279	P208	177	772
<i>(A LASER ABLATION METHOD FOR THE SYNTHESIS OF CRYSTALLINE SEMICONDUCTOR NANOWIRES)</i>							
TANS SJ	PAÍSES BAJOS	1998	NATURE	V393	P49	174	968
<i>(ROOM-TEMPERATURE TRANSISTOR BASED ON A SINGLE CARBON NANOTUBE)</i>							
OREGAN B	SUIZA	1991	NATURE	V353	P737	173	1878
<i>(A LOW-COST, HIGH-EFFICIENCY SOLAR-CELL BASED ON DYE-SENSITIZED COLLOIDAL TiO2 FILMS)</i>							
HUANG MH	USA	2001	SCIENCE	V292	P1897	170	529
<i>(ROOM-TEMPERATURE ULTRAVIOLET NANOWIRE NANOLASERS)</i>							

Por último se presentan los resultados sobre las revistas o publicaciones más citadas. De un total de 21,474 artículos destaca las revistas Physical Review B y Applied Physics Letters. La distribución de las disciplinas es muy parecida a las revistas más prolíficas en Física, Química y Materiales. No hay revistas Chinas por lo que se piensa que los científicos Chinos prefieren publicar y dar referencia en revistas internacionales. La tabla 8.1.8 muestra los resultados de las revistas más citadas en 2003.

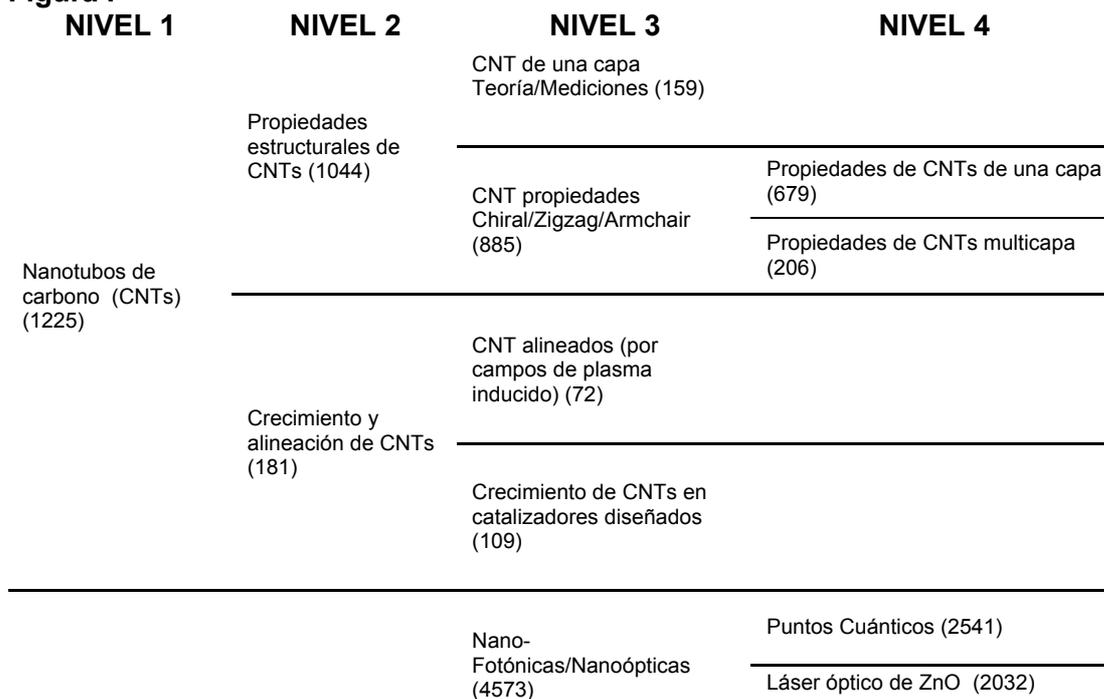
**Tabla 8.1.8. Revistas más citadas 2003**

Publicación	No. citas
PHYS REV B	27936
APPL PHYS LETT	27281
PHYS REV LETT	20000
J AM CHEM SOC	17127
SCIENCE	16154
J APPL PHYS	13620
NATURE	13429
LANGMUIR	13280
J PHYS CHEM B	10038
CHEM MATER	8415
J CHEM PHYS	7956
MACROMOLECULES	7683
ADV MATER	7623
J PHYS CHEM-US	6188
CHEM PHYS LETT	6133
THIN SOLID FILMS	4804
ANGEW CHEM INT EDIT	4537
J ELECTROCHEM SOC	4501
SURF SCI	4024
ANAL CHEM	3608

La investigación que realizó The Office of Naval Research of USA se llevó a cabo utilizando un software denominado CLUTO, con la información de los resúmenes de cada artículo tanto de SCI y EC. Con la información de SCI se obtuvo una taxonomía plana con las categorías y temas que en el Anexo 8.1.1 se detalla.

Con la información de EC se obtuvo una taxonomía jerárquica de 4 niveles, la cual se comparó con la obtenida con SCI. En la figura I se muestra la taxonomía obtenida.

**Figura I**



NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
Otras Nanoestructuras (11411)	Nano-fotónicas, Deposición de películas delgadas (6417)	Deposición de películas delgadas (1844)	Deposición de películas delgadas sin carbono (1293)
			Deposición de películas de capas de carbono (551)
		Nanoestructuras con aplicación electrónica/magnética (IT) (2370)	Propiedades magnéticas de Nanoestructuras (708)
			Propiedades/fabricación de nanoalambres (1662)
	Nanoestructuras para información, Aplicaciones Biológicas y materiales reforzantes (4994)		Nanopartículas coloidales de Au/Ag (Aplicaciones biológicas) (988)
		Nanopartículas como material reforzante o aplicaciones biológicas (2624)	Nanocompuestos con polímeros (1636)

La comparación de ambas taxonomías muestra que SCI está más enfocado en áreas fundamentales como emisiones, estados de energía, auto-ensamble (self-assembly), DNA, mientras que EC tiene un énfasis hacia la fabricación.

De acuerdo con los datos se generó también una lista con las aplicaciones potenciales, así como ejemplos que aparecen en las frases de las diferentes publicaciones. En el Anexo 8.1.2 se presenta la lista en cuestión.

Con base en el anterior estudio, en la etapa 1 del proyecto se plantea realizar un estudio complementario del estado del arte a nivel mundial en Nanotecnología, que incluya todas las modalidades, libros, artículos y publicaciones relacionados con el tema. El análisis permitirá detectar áreas de oportunidad y estar al tanto de las investigaciones y desarrollos.

El estudio se hará considerando la información con que cuentan los Centros o Institutos participantes en la red y se complementará para contar con un acervo completo que permita disponer de lo último en información a los investigadores de la red. Este estudio se estará realizando de manera continua durante el tiempo de duración del proyecto, aún cuando en la primera etapa se efectuará con un mayor nivel de intensidad y profundidad. Ésto, con la finalidad de mantener actualizado el conocimiento del estado del arte y estar en posibilidad de retroalimentar a los investigadores de la red con la información necesaria para la adecuada ejecución de los proyectos de I+D.

## 8.2 Análisis mundial de patentes

Un análisis completo sobre las patentes presentadas en la oficina de patentes USPTO (US Patent and Trademark Office) de Estados Unidos es el de Zang Huang, et.al publicado en el Journal of Nanoparticle Research en el año 2004 y se refiere al análisis en los diferentes campos de la tecnología, países e institutos más prolíficos en la presentación de patentes en el año 2003.

En el caso de las patentes, 19 de las instituciones más prolíficas son del sector industrial mientras que dos son universidades. Si se comparan los institutos que hicieron

publicaciones contra los que patentaron, se observará que sólo hay 2 universidades que aparecen en ambas listas. Tabla 8.2.1

**Tabla 8.2.1 Instituciones con patentes aplicadas en USPTO 2003**

Institución - Patentes	#Patentes
IBM	198
MICRON TECHNOLOGY	129
ADVANCED MICRO DEVICES	128
INTEL	90
REGENTS, UNIV OF CALIFORNIA	89
MMM	79
MOTOROLA	72
HITACHI	68
XEROX	68
CANON KABUSHIKI KAISHA	64
EASTMAN KODAK	64
NEC	57
CORNING	50
APPLIED MATERIALS	47
FUJI PHOTO FILM	42
MATSUSHITA ELECTRIC	41
LUCENT TECHNOLOGIES	37
TEXAS INSTRUMENTS	37
GENENTECH	36
KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA	36
MIT	36

Otro dato relevante es la cantidad de patentes presentadas por país en la oficina de patentes de Estados Unidos en el año 2003. En la tabla 8.2.2 se muestra la comparación en 2003 de los artículos publicados y las patentes por país. Un dato significativo es que China, siendo el tercer país en número de publicaciones aparece en el lugar número 20 en publicación de patentes. Estados Unidos tiene el mayor número de artículos publicados y de patentes en ese año.

**Tabla 8.2.2 patentes presentadas por país y comparación con artículos en 2003**

País - SCI	#Artículos	País - Patentes	No. Patentes
Estados Unidos	7512	Estados Unidos	5228
Japón	4431	Japón	926
República Popular China	4417	Alemania	684
Alemania	3099	Canadá	244
Francia	1900	Francia	183
Corea del Sur	1592	Corea del Sur	84
Reino Unido	1520	Holanda	81
Rusia	1293	Reino Unido	78
Italia	1015	Taiwán	77
India	830	Israel	68
España	727	Suiza	56
Taiwán	706	Australia	53
Canadá	690	Suecia	39

País - SCI	#Artículos	País – Patentes	No. Patentes
Polonia	515	Italia	31
Suiza	498	Bélgica	28
Holanda	492	Dinamarca	23
Brasil	455	Singapur	20
Suecia	435	Finlandia	17
Australia	434	Irlanda	10
Singapur	372	Austria	8
Israel	347	República Popular China	8

En la publicación de Zang Huag et al. en el Journal of Nanoparticle Research 2004 presenta los resultados de una investigación en la que se compararon las patentes que aplicaron en USPTO en 2002 y 2003, para entender las tendencias y los cambios en dicho periodo.

El estudio tiene como base la revisión de todas las secciones de las patentes encontradas con las palabras claves en nanotecnología, habiéndose realizado un resumen que se presenta en la tabla 8.2.3, en la que se muestra el número de patentes por año en cada campo tecnológico.

De este mismo estudio se muestra un mapa generado a partir de las aplicaciones al USPTO en 2003 contra las del 2002, en donde los resultados dependen tanto del número de patentes como de las citas y la correlación entre los diferentes campos encontrados. Ver Anexo 8.2.1

**Tabla 8.2.3. Campo tecnológico aplicado en USPTO**

Campo Tecnológico	Número de patentes 2003	Número de patentes 2002
Semiconductor device	223	326
Insulating Layers	100	0
Laser Beams	99	0
Optical fiber	117	172
Nucleic acids	154	367
Display devices	86	0
Semiconductor substrate:insulating layers, buffer layers	157	288
Dielectric layers	134	199
Electric fields	69	105
Optical signals	65	80
Semiconductor materials	89	0
Surface areas	51	109
Dielectric material (2002 dielectric layers)	90	199
Memory cells	74	117
Liquid crystals	42	0
Thin Films	177	272
Semiconductor wafers	77	136
Control systems	32	0
Resin compositions	29	0
Refractive Indexes	61	0
Protease inhibitors	27	0
Delivery systems	57	0
Acid sequences	114	0
Imaging systems	31	48
Optical systems	70	0
Light sources	159	0
Aqueous solutions	80	93

Campo Tecnológico	Número de patentes 2003	Número de patentes 2002
Pharmaceutical Compositions	177	303
Particle sizes	88	148
Metal oxides	72	0
Carbon nanotubes	0	53
Disk drives	0	40
Preferred embodiments	162	244

De la tabla anterior se puede observar que en 2003 aparecen nuevas aplicaciones como control systems, resin compositions, refractive indexes, protease inhibitor, optical systems, light sources, display devices o metal oxides.

Comparando 2003 con 2002, se encuentran aplicaciones que bien han reducido su interés o que se han enfocado en otra aplicación como nanotubos de carbón o unidades de disco (disk drives). Se observa que hay aplicaciones que se mantienen como el tema de semiconductores, compuestos farmacéuticos, "imaging systems", materiales dieléctricos y fibra óptica.

En la etapa 1 del proyecto se realizará un análisis completo del estado del arte a nivel mundial en Nanotecnología, que incluye el utilizar un software de búsqueda y clasificación de patentes.

El análisis permitirá detectar áreas de oportunidad y estar al tanto de las investigaciones y desarrollo, así como prevenir la posible infracción de una patente.

El estudio se llevará a cabo tomando en cuenta la información de los diferentes centros o institutos participantes en la red y se complementará con el estudio realizado con el software de búsqueda de patentes.

Este análisis se desarrollará de manera continua durante la duración del proyecto, aún cuando su intensidad específica sea mayor en la primera etapa, con la finalidad de mantener actualizado el conocimiento del estado del arte y retroalimentar a los investigadores de la red con las tendencias y los nuevos desarrollos que se estén patentando.

### 8.3 Análisis de competidores

#### 8.3.1. Instituciones de investigación

Como se muestra en el análisis efectuado en los apartados anteriores, de las primeras 5 instituciones con más publicaciones en 2004, 2 son de China, 1 de Japón, 1 de Rusia y 1 de Francia (Tabla 8.1.4). Mientras tanto, en el caso de las patentes son en su mayoría centros privados y sólo 2 son Universidades (Tabla 8.2.1).

Así, la competencia en temas de nanotecnología es muy amplia y con mucha capacidad de generar conocimiento científico-tecnológico. Hay varias instituciones e iniciativas creadas en Asia, Europa y Estados Unidos.

En el caso particular de Estados Unidos, la NNI (Nacional Nanotechnology Initiative) ha creado una red de instituciones en las que en forma multidisciplinaria se impulsa la investigación y el desarrollo, así como la generación de conocimiento científico-tecnológico de frontera en una amplia gama de temas, específicamente en aquellos definidos como una prioridad. Adicionalmente, son responsables de la formación de

personal con la creación de doctorados y maestrías de reconocido prestigio. En el Anexo 8.3.1 se enumeran las agencias y las instituciones participantes en cada caso.

Asimismo, existen en el mundo Iniciativas que han generado nuevos Centros de Investigación orientados a la investigación y el desarrollo con el objetivo de fortalecer sus competencias clave y generar nuevas oportunidades de negocio para la industria de su país, como es el caso del INMT (Institute of Nanomaterials and Nanotechnology) apoyado por Hong Kong Innovation & Technology Fund. Este Centro se ubica en Hong Kong y fue fundado en 2003, habiendo desarrollado 6 proyectos en un lapso de 4 años relacionados con: 1. Fabricación de Nanomateriales, 2. Nanobaterías, 3. Nanoelectrónicos y 4. Nanocatálisis.

En el Anexo 8.3.2 se muestran los más recientes desarrollos que se han alcanzado en los últimos 4 años de trabajo en el INMT. Varios de esos proyectos están en fase de ser patentados y otros en fase de transferencia tecnológica para su aplicación comercial.

Una de las actividades prioritarias en la ejecución de este proyecto, prevé la realización de un estudio a profundidad de las instituciones de investigación que en el ámbito mundial se encuentran trabajando en el desarrollo de proyectos y tecnología en el área de Nanotecnología, para conocer a detalle los proyectos y líneas de investigación que se están realizando.

Así, en la primera etapa del proyecto, lo anterior permitirá hacer un inventario de capacidades con las que cuentan dichas instituciones, además de que permitirá hacer una evaluación sobre la elección de aquellas con las que es conveniente establecer convenios de cooperación para acelerar algunos proyectos.

El análisis se dividirá por regiones a nivel mundial, teniendo como prioridad el análisis en Estados Unidos, en segundo término Europa y finalmente Asia incluyendo Japón, China y Corea.

### 8.3.2 Fabricantes

Existen actualmente fabricantes que ofrecen soluciones en aplicaciones específicas utilizando nanopartículas o nanoestructuras. Se pueden encontrar fabricantes de nanotubos de carbono, materiales cerámicos como sílica o alúmina o empresas fabricantes como Henkel ofreciendo productos para recubrimientos e impermeabilizantes, en donde utilizan nanomateriales y nanoestructuras para obtener un mejor desempeño de sus productos. Otras empresas ofrecen una nueva generación de semiconductores con base en polímeros hechos con nanotecnología o empresas como Evident Technology, que ofrece la tecnología de puntos cuánticos para la producción de LED y displays, así como unidades para seguridad y marcado.

En Internet se encuentran sitios como *nanovip.com* en el que se presentan por orden alfabético empresas relacionadas con la nanotecnología en temas muy diversos como nanotubos, nanopolvos, imagen y microscopía, celdas de combustible, biotecnología, medicina y salud, películas delgadas, química, óptica, cosméticos, alimentos, sensores, textiles, productos para limpieza, nanolitografía y robótica, en países de Asia, Europa, Estados Unidos, Canadá y Rusia.

La NNI en Estados Unidos ha creado a través de la NSF una red de universidades y centros de investigación en la que además de investigación y desarrollo, se impulsa la generación de conocimiento, la capacitación y formación de personal, las implicaciones del uso de nanomateriales y lo más importante, la posibilidad de interacción entre los

representantes de la industria e investigadores y estudiantes para la creación de oportunidades de negocio a través de la transferencia de tecnología.

A continuación se enlistan las instituciones que participan en esta red:

#### **Instituciones participantes en NSF para la fabricación de nanomateriales.**

Cornell University, [Cornell Nanoscale Science and Fabrication Facility](#)  
Howard University, [Keck Center for the Design of Nanoscale Materials for Molecular Recognition](#)  
Pennsylvania State University, [Nanofabrication Facility](#)  
Stanford University, [Stanford NanoFabrication Facility](#)  
University of California at Santa Barbara, [Nanotech Fabrication Facility](#)  
Georgia Institute of Technology, [Microelectronics Research Laboratory](#)  
Harvard University, [Center for Imaging and Mesoscale Systems](#)  
North Carolina State University, [Triangle National Lithography Center](#)  
Northwestern University, [National Center for Learning & Teaching in Nanoscale Science & Engineering](#)  
University of Michigan, [Solid State Electronics Laboratory](#)  
University of Minnesota, [Minnesota Nanotechnology Cluster](#)  
University of New Mexico, [Nanoscience at the University of New Mexico](#)  
University of Texas at Austin, [Microelectronics Research Center](#)  
University of Washington, [Center for Nanotechnology](#)

En el resto del mundo también existen intentos de vincular a la industria con la investigación y el desarrollo en Nanotecnología. Un ejemplo de ello es China, en donde se ha creado un sitio de Internet *nanochina.com* que pone en contacto a la industria con las diferentes aplicaciones y proyectos desarrollados por diferentes instituciones, para establecer acuerdos comerciales que lleven a la creación e instalación de plantas en China.

En Europa se han creado varias empresas productoras a menor escala de nanomateriales y en especial la red de excelencia en Nanobiotecnología llamada Nano2life, con la participación de diferentes industrias e instituciones de investigación en varios países, para impulsar tanto la caracterización como la fabricación de nanobiocompuestos.

En el caso de la Iniciativa Nacional en Nanotecnología (NANOMEX), durante la primera etapa al igual que con los institutos de investigación, se realizará un análisis de los actuales fabricantes de productos que ya existen en el área de Nanotecnología. El análisis se efectuará a nivel mundial, enfocado en los 7 nodos definidos como áreas de competencia clave, aunque se buscará contar con un inventario completo de las empresas productoras y desarrolladoras de Nanotecnología de todo el mundo.

#### **8.4 Posgrados de calidad internacional**

De las 38 instituciones que inicialmente participan en este proyecto, 22 ofrecen posgrados a nivel de maestría y doctorado relacionados con el tema de Nanotecnología, muchos de los cuales se hallan en el Padrón Nacional de Posgrado PNP. En el Anexo 6.1.3 se presentan en detalle los programas respectivos.

En este renglón, durante la primera etapa del proyecto se realizará un inventario completo de los posgrados que se ofrecen a nivel nacional, con la finalidad de conocer las capacidades y los planes de estudio que se ofrecen. Dicho inventario permitirá conocer los nombres y el nivel de los investigadores o profesores que participan en los posgrados y los planes y programas de estudio que se ofrecen.

Con los resultados obtenidos de este inventario, se hará una comparación a nivel mundial con las principales universidades del mundo para determinar los planes y las

mejoras que se tendrían que realizar, y a su vez, se establecerán convenios con instituciones internacionales para enviar y recibir tanto estudiantes como profesores, para alcanzar altos niveles de excelencia en los posgrados ofrecidos por las diferentes instituciones que participen en la red.

Al finalizar la tercera etapa del proyecto se deberá contar con posgrados de excelencia reconocidos a nivel internacional. A su vez, los programas de posgrado creados permitirán la generación de investigadores y personal para su integración a las empresas que participan en la red y que se hayan creado como casos de negocio a partir de los proyectos de I+D.

### 8.5 Atracción, retención y desarrollo de talentos

Un área de especial cuidado en el proyecto será la atracción, retención y desarrollo de talentos.

En primer término, se espera ampliar la cantidad de nuevos investigadores y de estudiantes con maestría y doctorado en las diferentes áreas de la Nanotecnología, además de incorporar a varios investigadores en las empresas que participan en la red y en las nuevas empresas generadas a partir de los proyectos de I+D.

Para ello, se gestionará el otorgamiento de becas complementarias a los estudiantes de los diferentes centros e institutos de la red que además participen en la consecución de proyectos de I+D, y se buscará el intercambio con universidades e institutos internacionales, con la finalidad de mejorar y acrecentar la calidad del conocimiento de los estudiantes y de los investigadores participantes en la red.

A los investigadores participantes en los proyectos de investigación se les otorgará un estímulo especial si se obtiene el resultado final, el cual será el alcanzar el desarrollo y aplicación de un proyecto de I+D.

Adicionalmente se buscará fortalecer la infraestructura para contar con los equipos y las herramientas necesarias para alcanzar los objetivos definidos en el proyecto

### 8.6 Oportunidades y necesidades del mercado

Se ha realizado un estudio previo para detectar oportunidades y necesidades en el mercado nacional y se han encontrado los siguientes mercados y empresas potenciales.

Aplicaciones	Empresas Potenciales
1. Pinturas y recubrimientos	Comex IMSA
2. Productos cerámicos	Lamosa Vitromex
3. Cementos	Cemex Cementos de Chihuahua
4. Acero	Hylsa AHMSA
5. Materiales y soluciones de empaque	Sigma Alimentos Grupo Xignus
6. Materiales eléctricos	Viakable Prolec
7. Sensores	Honeywell Grupo Carso PEMEX

Aplicaciones	Empresas Potenciales
8. Plásticos	Cydsa Comex Mexichem
9. Fibras	Grupo Alfa
10. Vidrio	Grupo Vitro Anchor Glass
11. Aluminio	Nemak Grupo Peñoles
12. Alimentos	Sigma Alimentos Xignus
13. Membranas y filtros	Carbotecnia S.A. de C.V. CNA
14. Catalizadores	PEMEX Industria Automotriz
15. Productos de cuidado personal	Avon, Colgate Procter & Gamble
16. Aplicaciones médicas	Industria Farmacéutica
17. Tratamiento de agua	CNA Plantas de aguas residuales
18. Energía solar	CFE

Se ha identificado una posible lista de productos y proyectos a realizar a partir de las oportunidades en el mercado. A continuación se presenta el listado de 28 productos.

<b>Familia 1: Fase líquida</b>	1. TiO <sub>2</sub>
	2. SiO <sub>2</sub>
	3. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	4. Cu
	5. Ag
	6. Mg(OH) <sub>2</sub>
	7. V
	8. ZnO
	9. CaSiO <sub>3</sub>

<b>Familia 2: Métodos Físicos</b>	10. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
	11. SiO <sub>2</sub>
	12. ZnO
	13. CaCO <sub>3</sub>

<b>Familia 3: Alta temperatura</b>	14. Nitruros metálicos
	15. CdSe
	16. Pt, Ru/Pd

<b>Familia 4: Nanoestructuras</b>	17. Zeolitas
	18. Nanotubos de carbono
	19. Au
	20. Elásticos termoplásticos

	21. Óxidos cerámicos
	22. Plaguicidas nanoparticulados
	23. Ciclodextrina-fenoles
<b>Familia 5: Nanocompósitos</b>	24. PP/EVA/nanoarcilla
	25. SBR/negro de humo
	26. Feniletileno /Ag, Cu, Au, PT
	27. Aluminio
	28. Acero

La Secretaría Técnica complementará este estudio de mercado en la primera etapa del proyecto, con la finalidad de identificar oportunidades y necesidades que retroalimenten y permitan la creación de nuevos proyectos. Además, con base en la detección de estas oportunidades se realizará el estudio de precios y costos requerido para determinar la rentabilidad de la aplicación de los desarrollos.

El estudio se enfocará en las empresas cuyo giro se ubique en el campo de aplicación de las 7 áreas de competencia clave establecidas inicialmente para desarrollar este proyecto. No obstante, se tendrá la oportunidad de detectar empresas con proyectos en áreas diferentes, con potencial para su realización.

### **8.7 Integración del portafolio de proyectos de investigación y desarrollo alineados al logro de resultados**

Con base en el inventario de proyectos identificados a la fecha (Anexo 6.1.2), el estado del arte y la identificación de oportunidades en el mercado, se integrará el portafolio de proyectos de investigación y desarrollo alineados al logro de resultados y a la estrategia definida para el proyecto.

Los proyectos seleccionados serán presentados por el Coordinador del Nodo respectivo al Consejo Técnico (Comité de Evaluación de Proyectos) quien los autorizará, aprobando los recursos necesarios para cada proyecto.

La integración del portafolio de proyectos se hará en forma conjunta entre los Coordinadores de Nodo, los Líderes de Producto y la Secretaría Técnica, para su aprobación posterior por el Consejo Técnico.

### **8.8 Integración de casos de negocio por aplicación de nanotecnología**

A partir de la detección de oportunidades y de la factibilidad técnica para el desarrollo de proyectos de I+D, se integrará una lista de casos de negocio por aplicación de nanotecnología.

Los casos de negocio serán estructurados y presentados por la Secretaría Técnica con apoyo de los líderes de proyecto al Consejo Técnico (Comité de I+D y Evaluación de Proyectos). El líder del producto será el responsable de la ejecución de cada caso de negocio. Los casos de negocio incluirán:

1. Resumen ejecutivo
2. Estudio de factibilidad técnica
3. Estudio de costo-objetivo
4. Plan comercial (análisis de mercado, competidores, usuarios y mercado total, principales compañías productoras en el mundo y pronóstico de ventas)
5. Plan financiero (análisis financiero, gastos de inversión y gasto de operación)

6. Plan de operación (descripción del proceso, capacidad requerida, equipo requerido, estructura de la organización y costos de fabricación)
7. Tiempo de ejecución

### **8.9 Integración de políticas y esquemas para la protección y comercialización de la propiedad intelectual**

Se creará una política y esquemas específicos para la protección intelectual de los productos desarrollados en el proyecto y su comercialización. Al término de la primera etapa del proyecto se presentará para su autorización al Consejo Técnico. Una vez aprobada, en la segunda etapa se aplicará a los diferentes proyectos y se hará la negociación con las empresas participantes para llevar a cabo el licenciamiento de la tecnología.

### **8.10 Articulación del conocimiento científico, desarrollo experimental y desarrollo de procesos y productos para su aplicación**

El integrarse en una Red Nacional en Nanotecnología conlleva múltiples ventajas, siendo la principal el trabajo coordinado entre las diversas instituciones y empresas participantes, lo cual optimiza las capacidades humanas y físicas existentes en México. Esto permitirá abordar las temáticas identificadas como de mayor oportunidad con una amplia posibilidad de éxito, tanto en el ámbito académico como en el tecnológico.

Por lo anterior, se propone un modelo orientado hacia:

- El desarrollo de investigación científica básica
- El desarrollo de proyectos con base en las líneas de investigación definidas en cada área temática
- El desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo identificados a partir de necesidades detectadas en el mercado nacional y
- La formación de recursos humanos con la creación de un mayor número de programas de doctorado y maestría relacionados con la nanotecnología, así como el fortalecimiento y especialización de los existentes.

Lo anterior permitirá un seguimiento continuo y un enfoque dirigido hacia la obtención de resultados concretos.

## **9. Competencias clave**

### **9.1 Diagnóstico de áreas de conocimiento, tecnologías y habilidades existentes en la red**

El diagnóstico de las áreas de conocimiento, las tecnologías y las habilidades existentes en la red, permitirá reconocer las fortalezas y debilidades de los nodos temáticos, así como determinar las fuentes clave de valor para el desarrollo de proyectos y la definición del tipo de posgrado que se deberá ofrecer. Además, será posible identificar el tipo de universidades o institutos del ámbito internacional, con los que se requiere establecer convenios de intercambio académico y tecnológico, para subsanar las carencias que en el país existen.

El diagnóstico se realizará en la primera etapa del proyecto y será conducido por el Director de la Iniciativa apoyado por la Secretaría Técnica, con base en los 7 nodos temáticos.

## 9.2 Competencias clave a reforzar o desarrollar para el logro de resultados

Hasta al momento se han detectado las siguientes competencias-tecnologías clave a reforzar o desarrollar para el logro de resultados:

<b>Tecnologías-Competencias Clave</b>	<b>Institución Participante</b>
Síntesis de nanopartículas	CIMAV, CIDETEQ, UANL, UASPL
Auto ensamble de nanoestructuras	CIMAV, IPN, UAG, UASPL, CIDETEQ
Nanomateriales funcionalización y aplicaciones	CIMAV, CIQA, CIAD, CINVESTAV Saltillo, CIDETEQ,
Metódos mecánicos químicos de síntesis	UASPL, CIMAV, CINVESTAV Querétaro, COMIMSA, CIDESI
Estructuras poliméricas	CIQA, CIATEC, CICY, ITZ, UDG, IIM UNAM
Síntesis de estructuras cerámicas	CIITEC-IPN, CINVESTAV Saltillo, UAM Azcapotzalco, IF UNAM
Nanotubos de carbono y sus aplicaciones	CIMAV, CIQA, CIAD
Materiales avanzados para vidrio y cemento	CIITEC-IPN, UACH, CIMAV, CIDESI
Materiales avanzados para empaque	CIQA, CICY, UDG
Propiedades eléctricas y mecánicas de nanoestructuras y nanocompósitos	CINVESTAV Querétaro, CIITEC-IPN, CIMAV, CIATEC
Caracterización fisicoquímica de nanopartículas y nanoestructura	CIITEC-IPN, CIQA, CIMAV, CIATEJ, CIDESI, IIM UNAM, CINVESTAV Saltillo, CINVESTAV Querétaro
Nanoestructuras biocompatibles	CIBNOR, CIAD
Nanobioteología	CIAD, UACH, UNISON, UACJ
Interfases nano- macro y superficies metálicas	CIATEQ, UAM, CIITEC-IPN
Reactividad química	CIMAV, CIATEQ
Simulación y modelación computacional	CINVESTAV México, CINVESTAV Querétaro, BUAP, CIMAV, UAM Azcapotzalco, UAM Iztapalapa, UG
Nanometrología	CENAM

## 10. Estrategia y enfoque en áreas clave

La estrategia estará definida por el Director de la Iniciativa apoyado en la Secretaría Técnica, con base en:

1. La investigación básica como fuente primordial de obtención de conocimiento, producto a su vez del desarrollo de las líneas de investigación detectadas para reforzar y generar conocimiento de frontera y con ello, mantenerse a la par de los desarrollos presentes en el resto del mundo.
2. La identificación de áreas clave de conocimiento y tecnología a partir de las oportunidades detectadas en el arte previo y el estudio del mercado. Con ello, será posible considerar los recursos necesarios para un adecuado trabajo y logro de resultados.
3. La mejora de atributos clave, es decir, aquellas propiedades o características esenciales para que un nuevo desarrollo en nanotecnología sea aplicable.
4. Los campos de aplicación, definidos a partir de los 7 nodos o temas que se visualizan como prioritarios, los que se enfocarán hacia los proyectos de investigación básica necesarios para generar el conocimiento y plantear los

productos objetivo con sus atributos y tecnología clave, tanto para su desarrollo como para su fabricación e implementación.

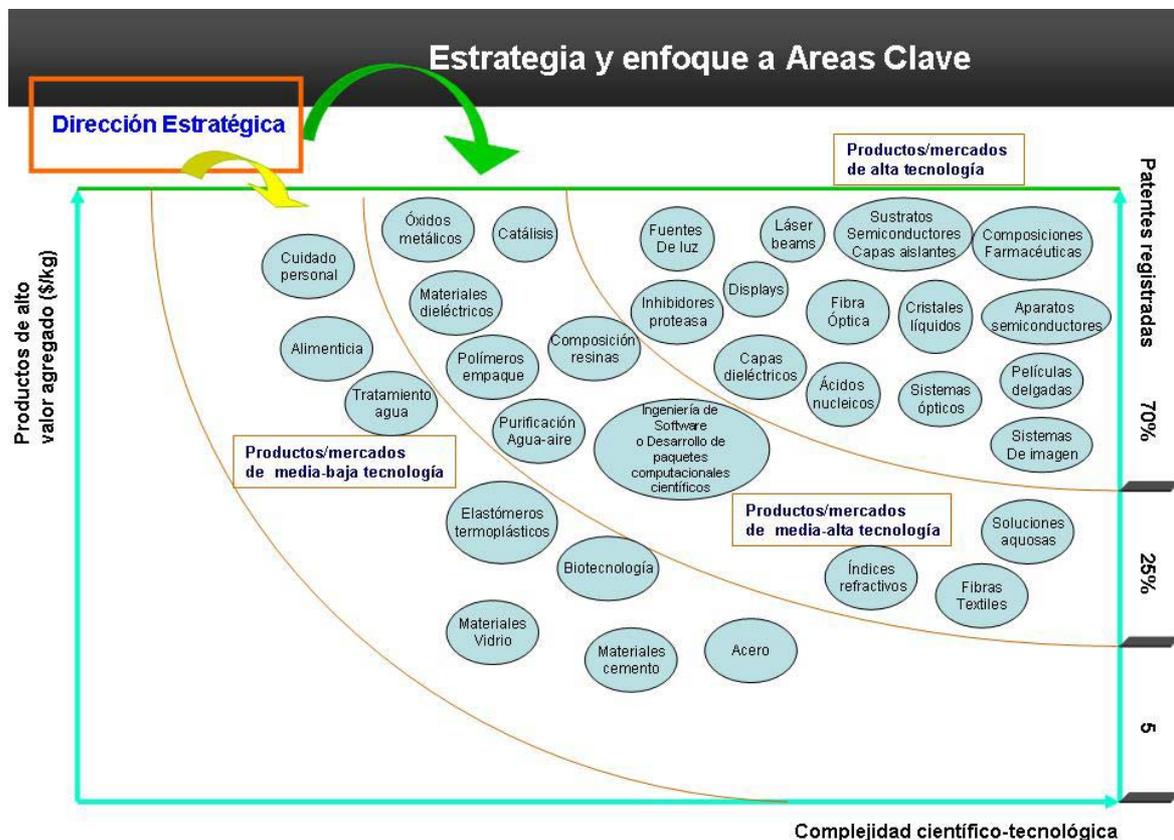
5. El listado de productos objetivo derivado de los campos de aplicación y una vez definidos los atributos, se trabajará en el desarrollo de la tecnología para su fabricación, utilizando para ello nuevas instalaciones o empleando las existentes.

La estrategia en el segmento de posgrado y recursos humanos estará basada en:

1. La creación de posgrados de excelencia.
2. La creación de plazas para investigadores con alto nivel.
3. La creación de personal con posgrado orientado hacia el desarrollo de productos, tecnología e innovación en los campos de aplicación y nodos definidos.
4. La creación de recursos humanos con posgrado para integrarse a las empresas para la adecuada implementación y transferencia de la tecnología desarrollada en todas sus etapas.
5. La proliferación de centros de investigación y grupos de trabajo en el ámbito nacional con un modelo basado en la investigación básica-desarrollo experimental-innovación.

Cabe mencionar que mediante los estudios de arte previo, se ha observado que en México es factible el desarrollo de proyectos de I+D en áreas o aplicaciones en las que se cuenta con un nivel apropiado de avance tecnológico y presencia en los mercados internacionales, a través de empresas de reconocido prestigio tanto por su fortaleza económica como por sus áreas de desarrollo. En la gráfica 5 se muestra la dirección estratégica, así como el enfoque a las áreas clave de acuerdo a la cantidad de patentes presentadas y la complejidad científica.

Gráfica No. 5



Las áreas clave para el desarrollo de proyectos orientados al mercado son:

- Óxidos metálicos
- Catálisis
- Materiales dieléctricos
- Materiales fotoelectrónicos
- Composición de resinas
- Polímeros de empaque
- Purificación agua- aire
- Materiales refractivos
- Fibras textiles
- Soluciones acuosas
- Cuidado personal
- Industria alimenticia
- Elastómeros termoplásticos
- Biotecnología
- Materiales cemento
- Materiales vidrio
- Acero
- Ingeniería de software o desarrollo de paquetes computacionales científicos

Las áreas anteriores son mercado/productos de media-alta tecnología y de media-baja tecnología presentes en México, a través del mercado o de empresas que pueden ser apoyadas para mejorar su posición competitiva y nivel de desarrollo, a través de la Iniciativa Nacional en Nanotecnología que plantea este proyecto.

## **11. Líneas de Investigación**

### **11.1. Integración de plataformas científico-tecnológicas a desarrollar en la red**

Con la definición de cada nodo temático o competencia clave a desarrollar en la red, y a partir de la plataforma tecnológica que se utilizará para el desarrollo de proyectos y productos, se clasificaron las líneas de investigación correspondientes a las instituciones participantes.

Como se observará, a partir de las líneas de investigación por competencia clave, se obtendrán productos académicos y para el mercado. En el caso de éstos últimos, se muestran sus aplicaciones potenciales.

#### **11.1.1 Competencia clave: Nanopartículas**

Para la competencia clave "Nanopartículas" se cuenta con 3 plataformas tecnológicas: sol-gel (métodos vía húmeda), métodos físicos y de alta temperatura.

El coordinador responsable de esta competencia clave es el Dr. Alfredo Aguilar del CIMAV, y a su vez participan en las líneas de investigación de nanopartículas el CIDETEQ, la UANL, la UASLP, CINVESTAV QRO, el CIO, el CIATEQ y la ESFM-IPN.

A su vez, es importante mencionar que en el resto de las competencias clave existen líneas de investigación asociadas al tema de las Nanopartículas, por lo que se muestra para cada nodo temático, las líneas de investigación relevantes para el desarrollo de los proyectos en el tema de nanopartículas y las instituciones que participan en cada nodo temático. Por ejemplo para la plataforma tecnológica de sol-gel, el CIITEC-IPN participa en el tema de nanomateriales estructurados inorgánicos; el CIQA en los materiales

nanoestructurados poliméricos; en simulación computacional el CINVESTAV México; en bionanotecnología el CIAD; en nanometrología el CENAM y en diseño de procesos y equipo el CIDESI.

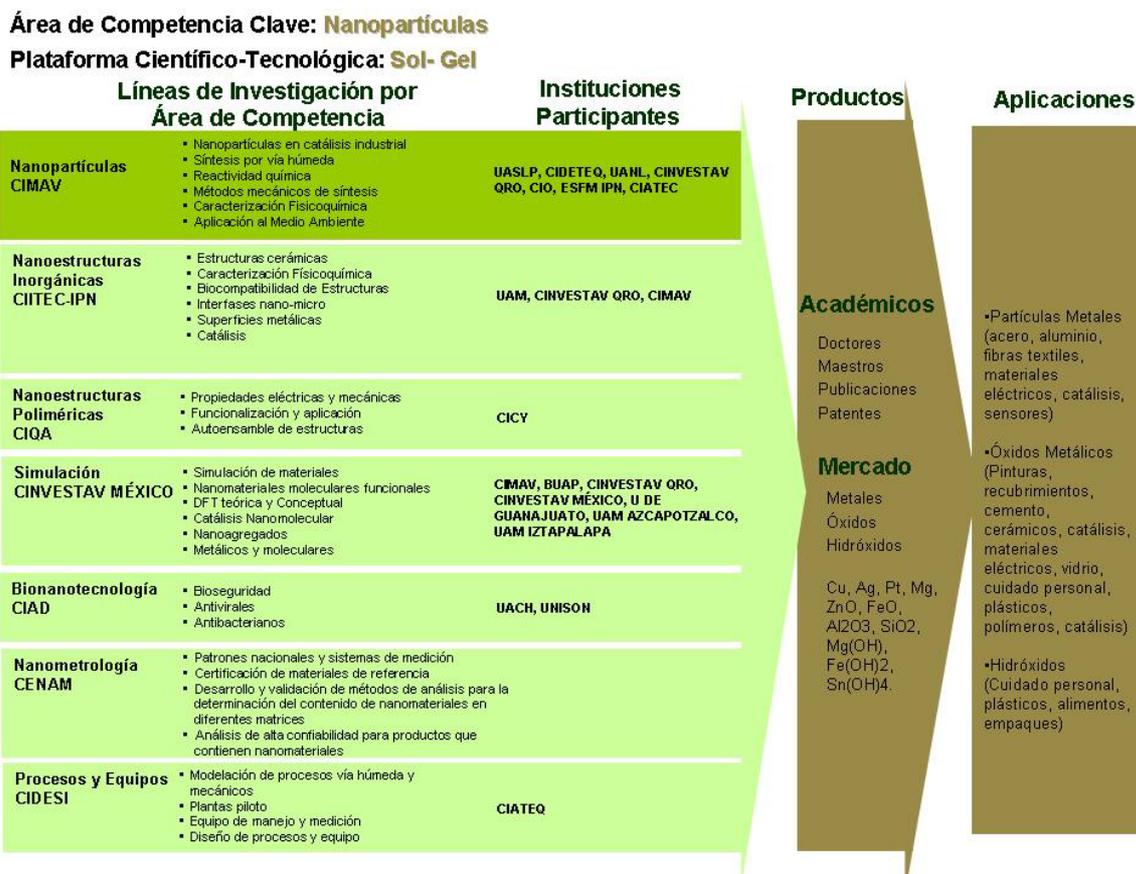
En el diagrama 1 Plataforma Científico-Tecnológica Sol-Gel, diagrama 2 Plataforma Científico-Tecnológica Métodos Físicos y diagrama 3 Plataforma Científico-Tecnológica de Alta Temperatura, se muestran los productos tanto académicos como de mercado, y también se muestra para cada caso, las aplicaciones potenciales para los productos que se detectaron como posibles en los diferentes sectores industriales del país.

En el diagrama 1 se puede observar que se espera obtener como productos académicos, doctores, maestros, publicaciones y patentes, mientras que para el mercado, productos como metales de Ag, Cu, Pt, Pd u óxidos de Zn, Si, Fe, Al o hidróxidos de Mg, Sn, Fe.

A su vez se han detectado aplicaciones potenciales en acero, aluminio, recubrimientos, pintura, catálisis, cemento, vidrio, materiales eléctricos, polímeros, plásticos, sensores.

Cabe mencionar que en todas las competencias clave no se excluye la posibilidad de obtener aplicaciones en salud, electrónica, semiconductores u otras.

**Diagrama 1. Plataforma Científico-Tecnológica: Sol-Gel**

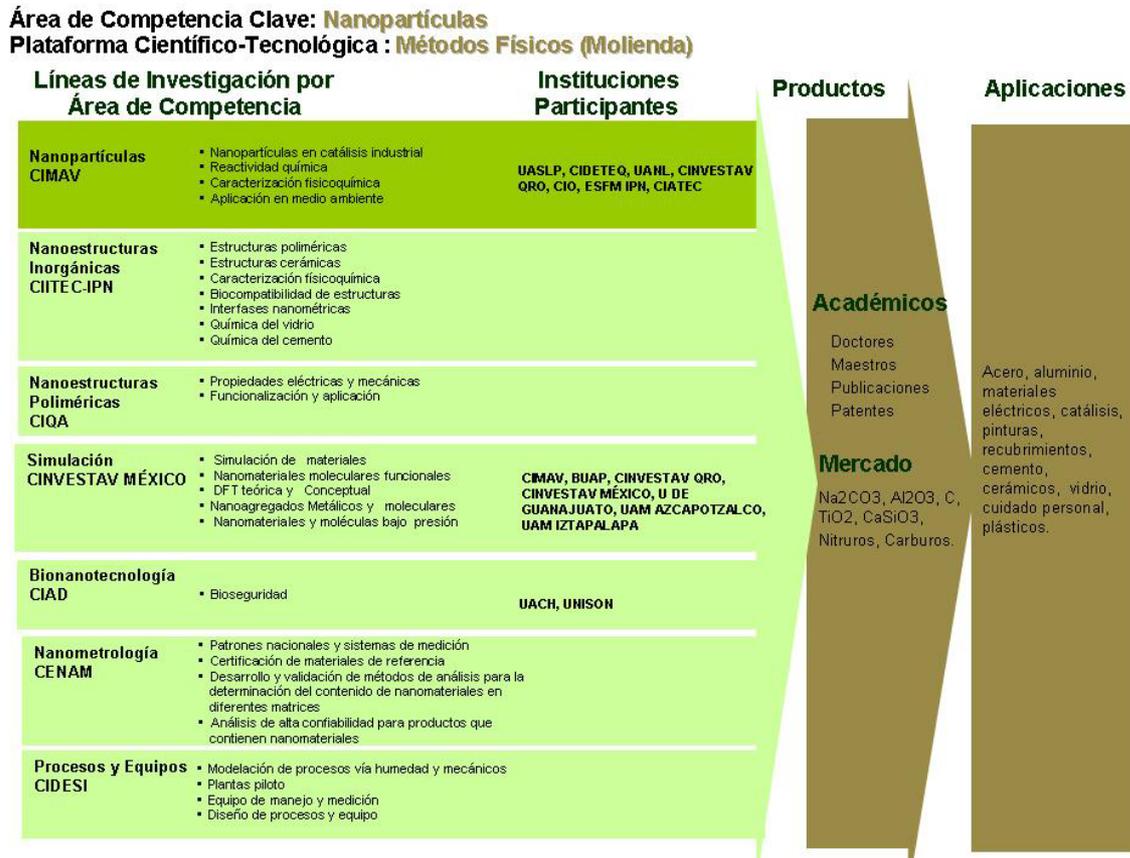


En el diagrama 2, Plataforma Científico-Tecnológica “Métodos Físicos”, se muestran las líneas de investigación para cada nodo temático así como las instituciones que participarán y los productos tanto académicos como de mercado. También se muestra para cada caso las aplicaciones potenciales para los productos que se detectaron como posibles en los diferentes sectores industriales del país.

En la figura 2 se observa también que los productos pueden ser académicos, como doctores, maestros, publicaciones y patentes o bien, para el mercado, como óxidos de Al, Ti, Si o Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

A su vez se han detectado aplicaciones potenciales en acero, aluminio, recubrimientos, pintura, catálisis, cemento, vidrio, materiales eléctricos, plásticos, cerámicos

**Diagrama 2. Plataforma Científico-Tecnológica: Métodos Físicos (Molienda )**



En el diagrama 3 Plataforma Científico-Tecnológica “Alta Temperatura”, se muestran las líneas de investigación para cada nodo temático, así como las instituciones que participarán y los productos tanto académicos como de mercado. También se muestra para cada caso las aplicaciones potenciales para los productos que se detectaron como posibles en los diferentes sectores industriales del país.

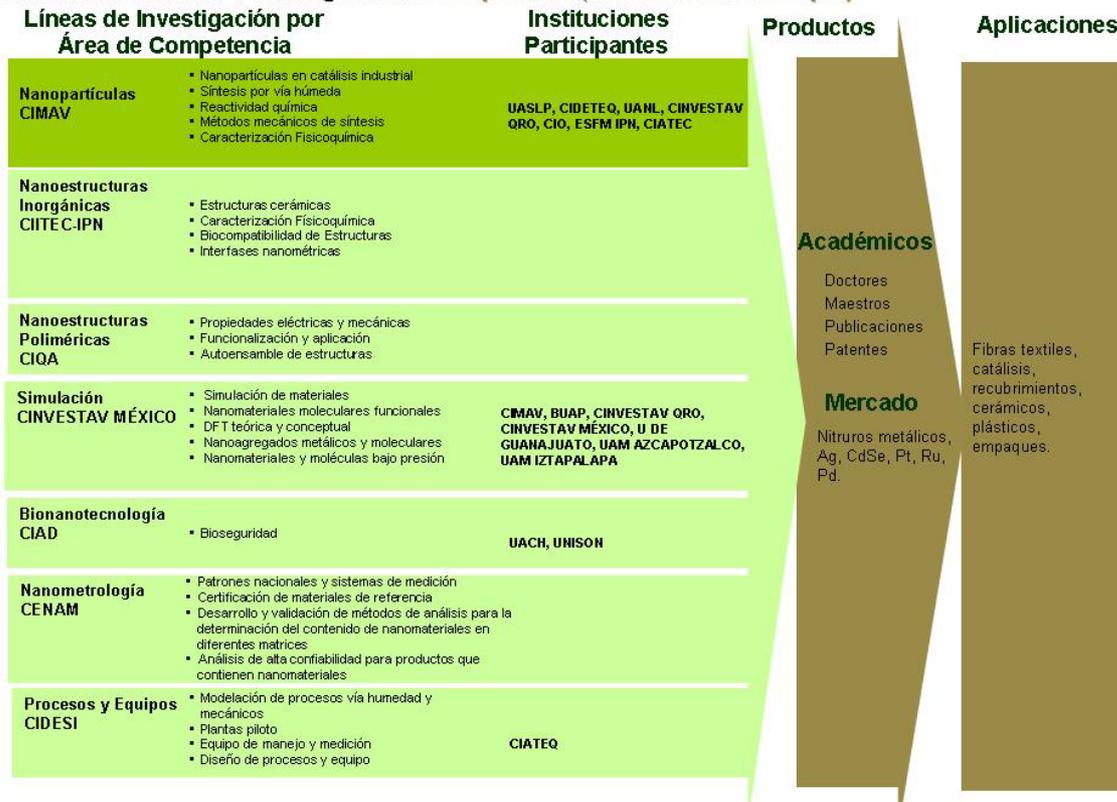
En dicha figura se observa que se espera obtener como productos académicos, doctores, maestros, publicaciones y patentes y para el mercado productos como Nitruros metálicos, Ag, CdSe, Pt, Ru, Pd.

A su vez, se han detectado aplicaciones potenciales en fibras textiles, catálisis, recubrimientos, cerámicos, plásticos, empaques.

### Diagrama 3. Plataforma Científico-Tecnológica: Alta Temperatura (Condensación de Vapor)

Área de Competencia Clave: **Nanopartículas**

Plataforma Científico-Tecnológica : **Alta Temperatura (Condensación de Vapor)**



#### 11.1.2 Competencia Clave: Nanoestructuras Inorgánicas

En el caso de la competencia clave “Nanoestructuras Inorgánicas”, se presentan 2 plataformas tecnológicas diferentes: “Métodos vía Húmeda/sol-gel y métodos físicos SPS (Sinterizado por Plasma).

El coordinador responsable de esta competencia clave es el Dr. David Jaramillo del CIITEC-IPN. A su vez, participan en las líneas de investigación de materiales nanoestructurados inorgánicos el CIMAV, el Instituto de Física de la UNAM, el CINVESTAV Saltillo, la Universidad de Guanajuato, la UAM Azcapotzalco, el CICESE, COMIMSA y la UAEH.

Es importante mencionar que en el resto de las competencias clave existen líneas de investigación que están asociadas al tema de los materiales nanoestructurados inorgánicos, es por ello que se muestra para cada nodo temático las líneas de investigación que son relevantes para el desarrollo de los proyectos en el tema de los materiales nanoestructurados inorgánicos y las instituciones que participarán en cada nodo temático. Por ejemplo, el CIMAV participará en el tema de Nanopartículas, el CIQA en los materiales nanoestructurados poliméricos, en simulación computacional el CINVESTAV México, en Bionanotecnología el CIAD, en Diseño de Proceso y Equipo el CIDESI y en Nanometrología el CENAM.

En el diagrama 4, Plataforma Científico-Tecnológica “Vía Húmeda/Sol-Gel” y diagrama 5 Plataforma Científico-Tecnológica “Métodos Físicos/SPS (Sinterizado por Plasma)”, se muestran los productos tanto académicos como de mercado y también se muestra para cada caso las aplicaciones potenciales para los productos que se detectaron como posibles en los diferentes sectores industriales del país.

En el diagrama 4 se puede observar que se espera obtener como productos académicos, doctores, maestros, publicaciones y patentes, mientras que para el mercado, productos como óxidos cerámicos tipo perovskita, base flúor, alúmina ( $Al_2O_3$ ), HMS, SBA.

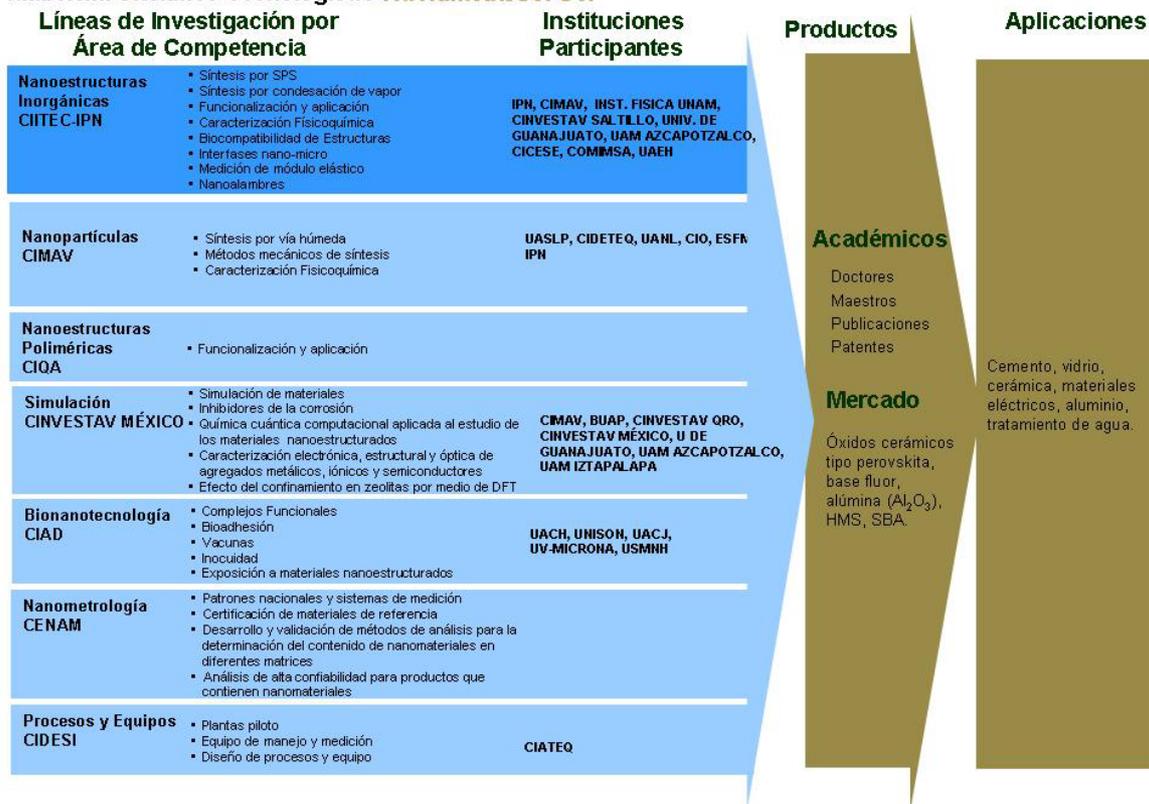
A su vez se han detectado aplicaciones potenciales en cemento, vidrio, cerámica, materiales eléctricos, aluminio y tratamiento de agua.

Cabe mencionar que en todas las competencias clave no se excluye la posibilidad de obtener aplicaciones en salud, electrónica, semiconductores u otras aplicaciones.

**Diagrama 4. Plataforma Científico-Tecnológica: Vía Húmeda/Sol Gel**

Área de Competencia Clave: **Nanoestructuras Inorgánicas**

Plataforma Científico-Tecnológica : **Vía Húmeda/Sol Gel**



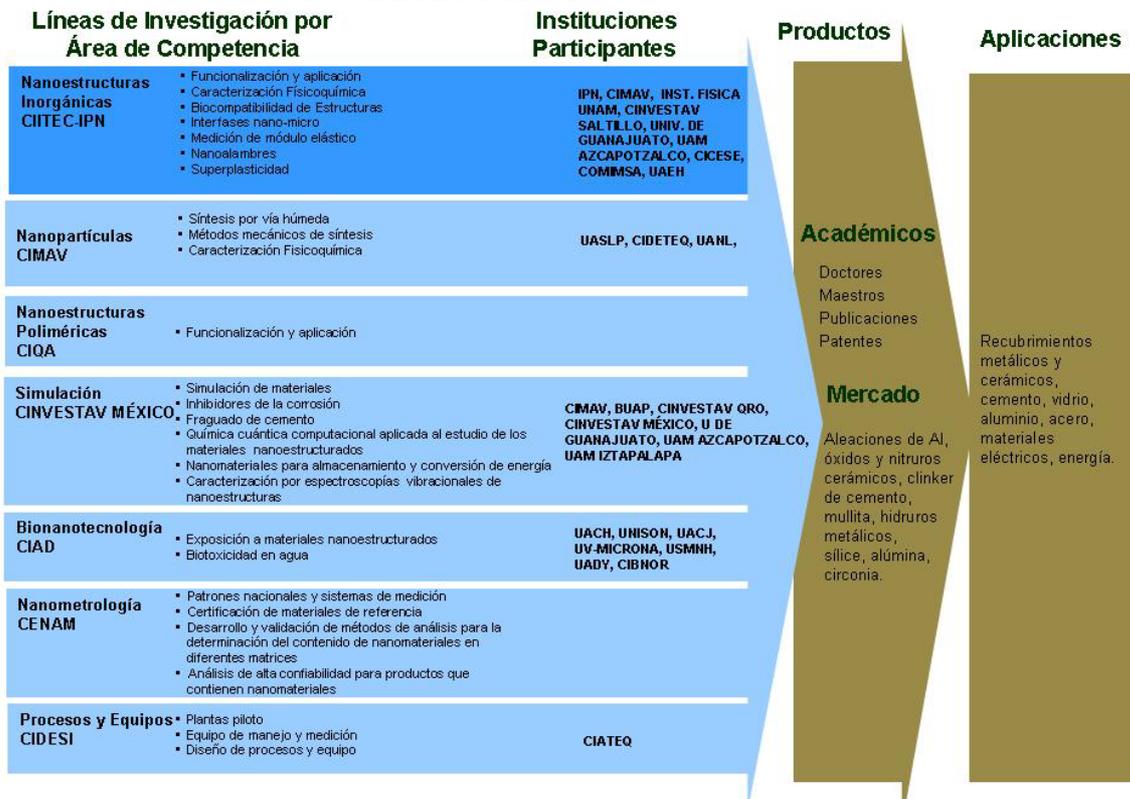
En el diagrama 5 se puede observar que se espera obtener como productos académicos, doctores, maestros, publicaciones y patentes, mientras que para el mercado, productos como aleaciones de Al, óxidos y nitruros cerámicos, clinker de cemento, mullita, hidruros metálicos, sílice, alúmina y circonia.

A su vez se han detectado aplicaciones potenciales en: recubrimientos metálicos y cerámicos, cemento, vidrio, aluminio, acero, materiales eléctricos y energía.

**Diagrama 5. Plataforma Científico-Tecnológica: Métodos Físicos/SPS**

Área de Competencia Clave: **Nanoestructuras Inorgánicas**

Plataforma Científico-Tecnológica : **Métodos Físicos/SPS**



11.1.3 Competencia clave: Nanoestructuras Poliméricas

En el caso de la competencia clave: “Nanoestructuras Poliméricas”, se tienen 2 Plataformas Científico-Tecnológicas diferentes: “Compuestos” y “Síntesis”.

El coordinador responsable de este nodo temático o competencia clave es el Dr. Oliverio Rodríguez del CIQA. A su vez, participan en las líneas de investigación de nanoestructuras poliméricas el CIATEC, el CICY, el CIMAV, el Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM, el Instituto Tecnológico de Zacatepec y la Universidad de Guadalajara.

A su vez es importante mencionar que en el resto de las competencias clave existen líneas de investigación que están asociadas al tema de los materiales nanoestructurados poliméricos. Es por ello que se muestra para cada nodo temático las líneas de investigación que son relevantes para el desarrollo de los proyectos en el tema de los materiales nanoestructurados poliméricos y las instituciones que participarán en cada nodo temático. Por ejemplo el CIMAV participará en el tema de Nanopartículas, el CIITEC-IPN en Materiales Nanoestructurados Inorgánicos, en Simulación Computacional el CINEVESTAV México, en Bionanotecnología el CIAD, en Diseño de Procesos y Equipo el CIDESI y en Nanometrología el CENAM.

En el diagrama 6 Plataforma Científico-Tecnológica “Compuestos/Compósitos” y Diagrama 7 Plataforma Científico-Tecnológica “Síntesis”, se muestran los productos tanto académicos como de mercado y también se muestra para cada caso las

aplicaciones potenciales para los productos que se detectaron como posibles, en los diferentes sectores industriales del país.

En el diagrama 6 se puede observar que se espera obtener como productos académicos, doctores, maestros, publicaciones y patentes, mientras que para el mercado, productos como PP/EVA/nanoarcilla, Poliuretano/Ag, PMMA/CdSe, SBR/negro humo, iPP/NTC, PE/nanopartículas inorgánicas, poli(tereftalato de etileno)/nanoarcillas, Estireno-butadieno/TiO<sub>2</sub>, Feniletileno/Ag, Cu, Au, Pt.

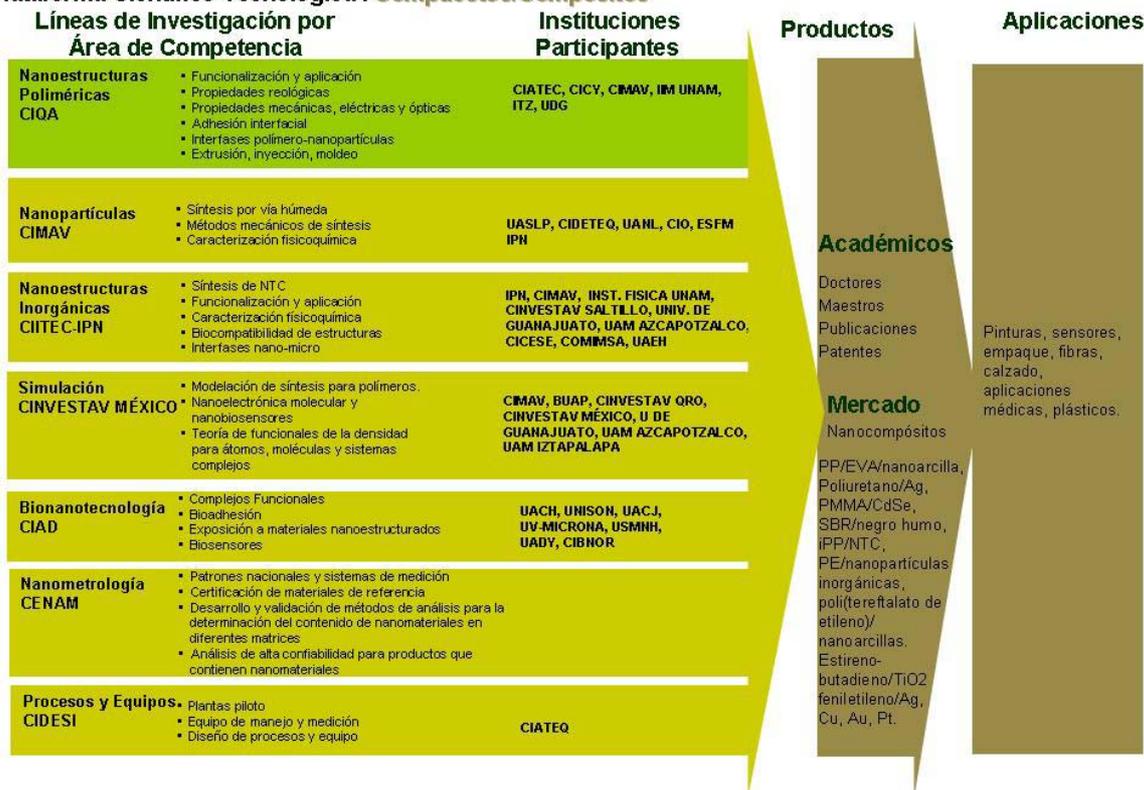
A su vez se han detectado aplicaciones potenciales en pinturas, sensores, empaque, fibras, calzado, aplicaciones médicas y plásticos.

Cabe mencionar que en todas las competencias clave no se excluye la posibilidad de obtener aplicaciones en electrónica, semiconductores u otras aplicaciones.

**Diagrama 6. Plataforma Científico-Tecnológica: Compuestos/Compósitos**

**Área de Competencia Clave: Nanoestructuras Poliméricas**

**Plataforma Científico-Tecnológica : Compuestos/Compósitos**



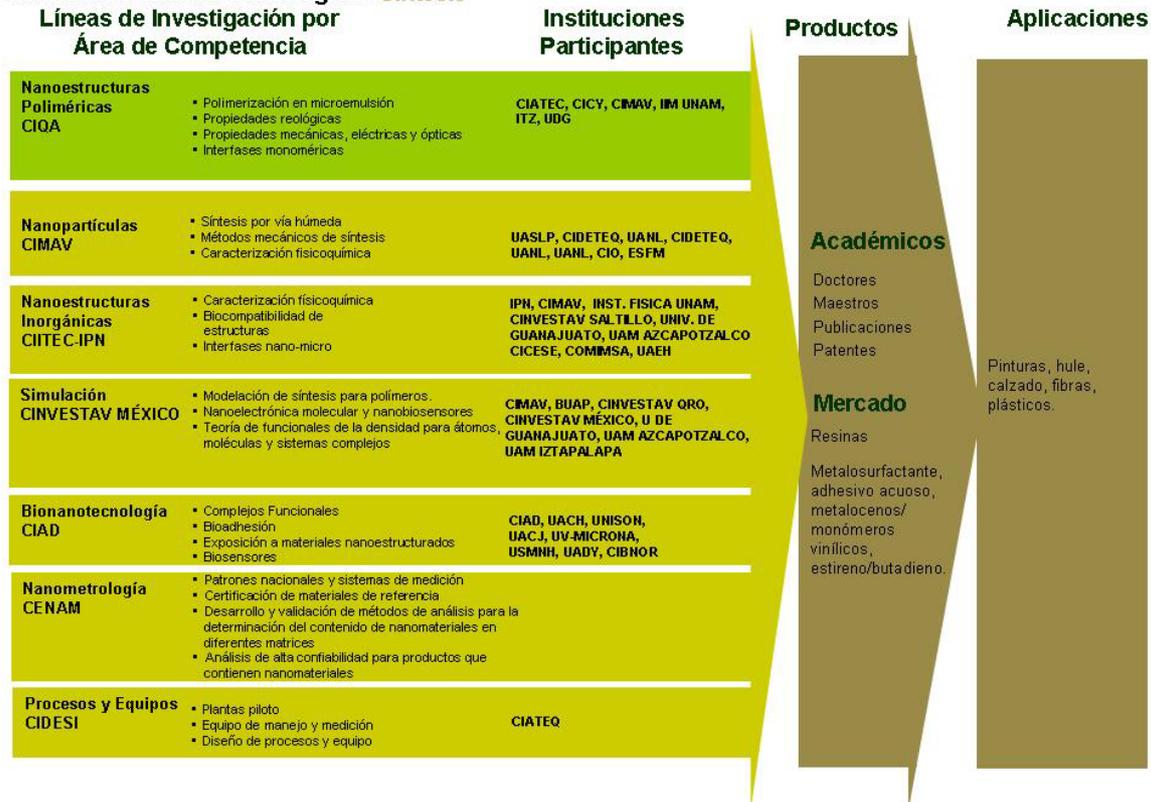
En el diagrama 7 se puede observar que se espera obtener como productos académicos, doctores, maestros, publicaciones y patentes, mientras que para el mercado, productos como Metalosurfactante, adhesivo acuoso, metalocenos/monómeros vinílicos, estireno/butadieno.

A su vez, se han detectado aplicaciones potenciales en pinturas, hule, calzado, fibras y plásticos.

### Diagrama 7. Plataforma Científico-Tecnológica: Síntesis

Área de Competencia Clave: **Nanoestructuras Poliméricas**

Plataforma Científico-Tecnológica : **Síntesis**



#### 11.1.4 Competencia Clave: “Simulación Computacional”

En el caso de la competencia clave “Simulación Computacional”, se tiene una plataforma Científico-Tecnológica: “Métodos Multiescalas Espacio-Temporales para el Diseño y Simulación de Sistemas de Interés en la Nanotecnología”.

El coordinador responsable de este nodo temático o competencia clave es el Dr. Alberto Vela del CINVESTAV México.

A su vez participan en las líneas de investigación de simulación computacional el CIMAV, CINVESTAV QRO, Universidad de Guanajuato, BUAP, UAM Azcapotzalco y UAM Iztapalapa.

Es importante mencionar que en el resto de las competencias clave existen líneas de investigación que están asociadas al tema de la simulación computacional. Es por ello que se muestra para cada nodo temático las líneas de investigación que son relevantes para el desarrollo de los proyectos en el tema de simulación computacional y las instituciones que participarán en cada nodo temático. Por ejemplo, el CIMAV participará en el tema de Nanopartículas, el CIITEC-IPN en los Materiales Nanoestructurados Inorgánicos, en Materiales Nanoestructurados Poliméricos el CIQA, en Bionanotecnología el CIAD, en Diseño de Procesos y Equipo el CIDESI y en Nanometrología el CENAM.

En el diagrama 8 plataforma Científico-Tecnológica “Métodos Multiescalas Espacio-Temporales para el Diseño y Simulación de Sistemas de Interés en la Nanotecnología”, se muestran los productos tanto académicos como de mercado y también se muestra para cada caso las aplicaciones potenciales para los productos que se detectaron como posibles en los diferentes sectores industriales del país.

En el diagrama 8 se puede observar que se espera obtener como productos académicos, doctores, maestros, publicaciones y patentes, además de un Laboratorio Nacional de Cómputo de Alto Rendimiento. Para el mercado, productos como programas computacionales para la simulación de nanopartículas y nanoestructuras, al igual que una empresa para ofrecer soluciones de hardware y software en el diseño de materiales y moléculas.

A su vez se han detectado aplicaciones potenciales en la industria del software especializado y aplicación a desarrollos experimentales.

Cabe mencionar que en todas las competencias clave no se excluye la posibilidad de obtener aplicaciones en electrónica, semiconductores u otras aplicaciones.

### Diagrama 8: Plataforma Científico-Tecnológica. “Métodos Multiescalas Espacio-Temporales para el Diseño y Simulación de Sistemas de Interés en la Nanotecnología”

**Área de Competencia Clave: Simulación Computacional**

**Plataforma Tecnológica: Métodos Multiescalas Espacio-Temporales para el Diseño y Simulación de Sistemas de Interés en la Nanotecnología**



### 11.1.5 Competencia clave: Bionanotecnología

En el caso de la competencia clave “Bionanotecnología”, se tienen 2 plataformas Científico-Tecnológicas diferentes: “Microemulsión/Sol-Gel” y “Condensación de Vapor”.

El coordinador responsable de este nodo temático o competencia clave es el Dr. Rogerio Sotelo del CIAD.

A su vez participan en las líneas de investigación de Bionanotecnología la Universidad Autónoma de Chihuahua, la Universidad de Sonora, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, la Universidad Veracruzana UV-MICRONA, la UMSNH, la UADY y el CIBNOR.

Es importante mencionar que en el resto de las competencias clave existen líneas de investigación que están asociadas al tema de Bionanotecnología. Es por ello que se muestra para cada nodo temático las líneas de investigación que son relevantes para el desarrollo de los proyectos en el tema de la Bionanotecnología y las instituciones que participarán en cada nodo temático. Por ejemplo, el CIMAV participará en el tema de Nanopartículas, el CIITEC-IPN en los Materiales Nanoestructurados Inorgánicos, en Materiales Nanoestructurados Poliméricos el CIQA, en Simulación Computacional el CINESTAV MÉX, en Diseño de Procesos y Equipo el CIDESI y en Nanometrología el CENAM.

En el diagrama 9 Plataforma Científico-Tecnológica “Microemulsión/Sol-Gel” y el diagrama 10 Plataforma Científico-Tecnológica “Condensación de Vapor”, se muestran los productos tanto académicos como de mercado y también se muestra para cada caso las aplicaciones potenciales para los productos que se detectaron como posibles en los diferentes sectores industriales del país.

En el diagrama 9 se puede observar que se espera obtener como productos académicos, doctores, maestros, publicaciones y patentes, mientras que en el mercado se espera obtener productos como Cu, Ag, Au, Co, carbón activado, orgánicos/coprecipitación, ciclodextrinas-fenoles, ciclodextrina.

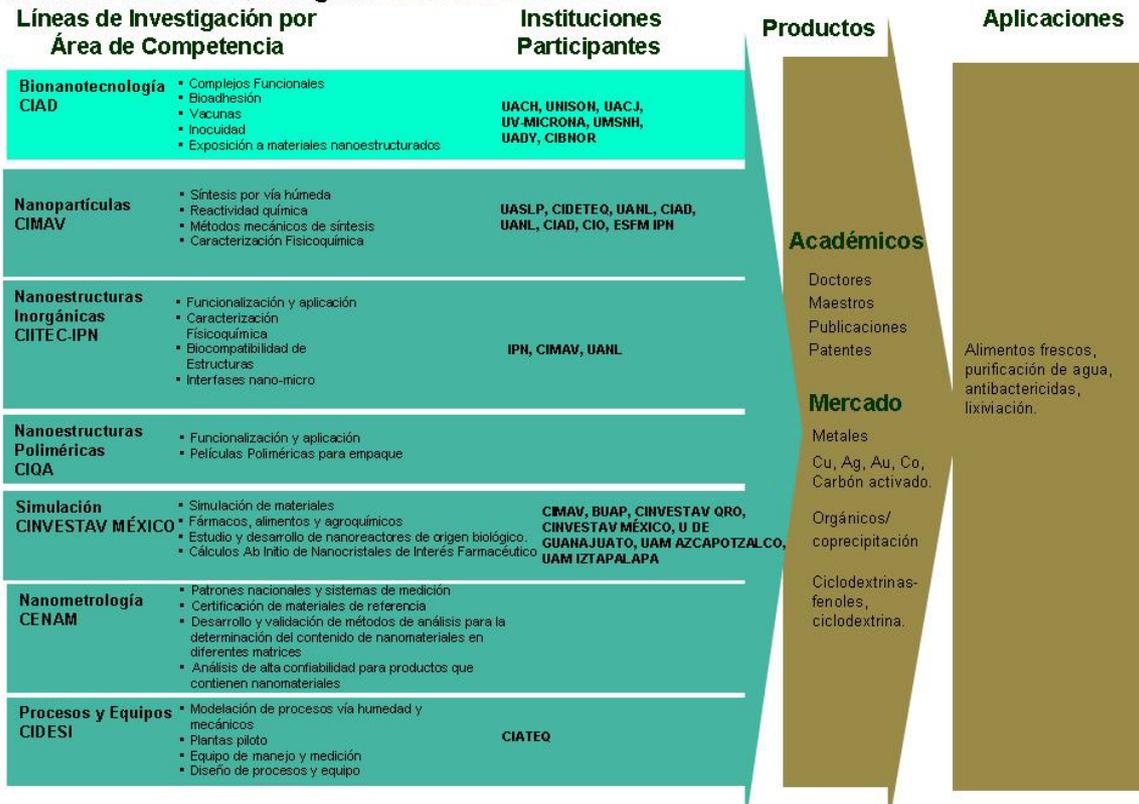
A su vez se han detectado aplicaciones potenciales en alimentos frescos, purificación de agua, antibactericidas y lixiviación.

Cabe mencionar que en todas las competencias clave no se excluye la posibilidad de obtener aplicaciones en salud, medio ambiente, electrónica, semiconductores u otras aplicaciones.

Diagrama 9. Plataforma Científico-Tecnológica: “Microemulsión/Sol Gel”

Área de Competencia Clave: **Bionanotecnología**

Plataforma Científico-Tecnológica : **Microemulsión/Sol Gel**



En el diagrama 10 se puede observar que se espera obtener como productos académicos, doctores, maestros, publicaciones y patentes, mientras que para el mercado, productos como nanotubos de carbono, funcionalización, complejos enzimáticos y no enzimáticos, RNA, DNA.

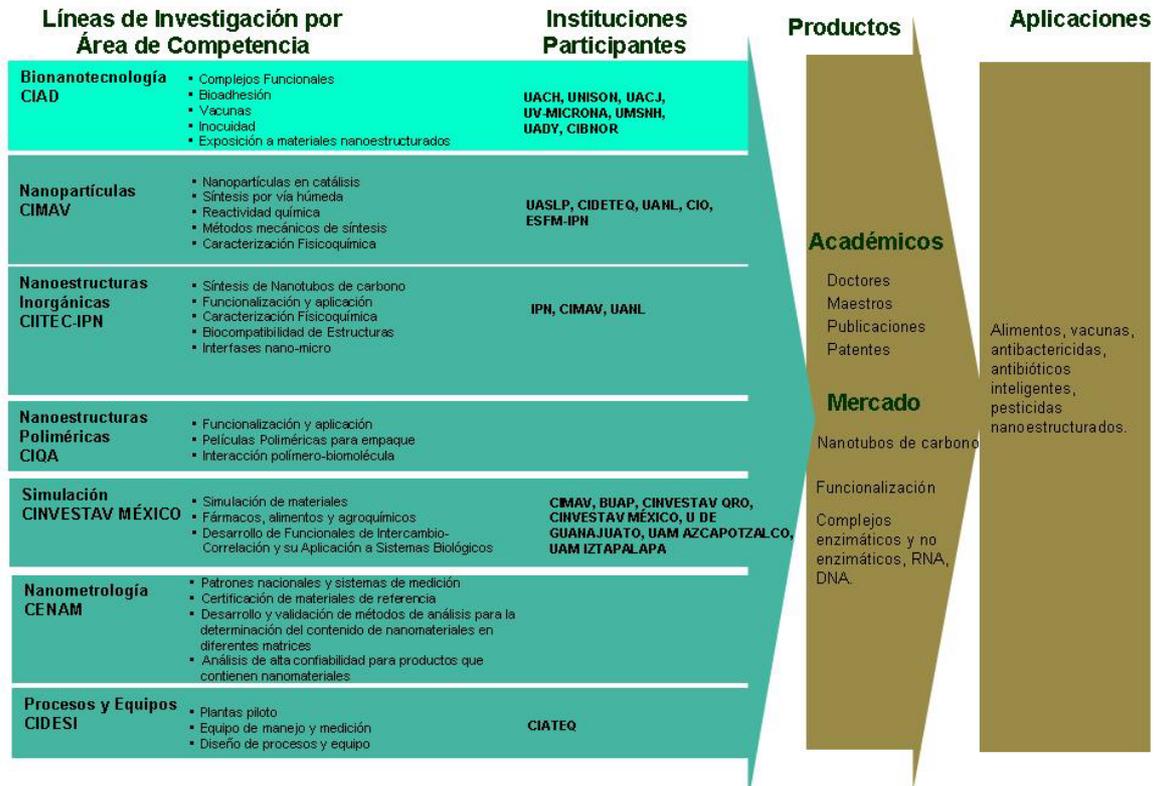
Se han detectado aplicaciones potenciales en alimentos, vacunas, antibactericidas, antibióticos inteligentes, pesticidas nanoestructurados.

Cabe mencionar que en todas las competencias clave no se excluye la posibilidad de obtener aplicaciones en medio ambiente, electrónica, semiconductores u otras.

### Diagrama 10. Plataforma Científico-Tecnológica: “Condensación de Vapor”

Área de Competencia Clave: **Bionanotecnología**

Plataforma Científico-Tecnológica : **Condensación de Vapor**



#### 11.1.6 Competencia clave: Nanometrología

En el caso de la competencia clave “Nanometrología”, se tiene una plataforma Científico-Tecnológica: “Desarrollo de patrones nacionales y sistemas de medición para el aseguramiento metrológico de las mediciones”.

El coordinador responsable de este nodo temático o competencia clave es la Dra. Norma González del CENAM.

Es importante mencionar que en el resto de las competencias clave existen líneas de investigación que están asociadas al tema de Nanometrología. Es por ello que se muestra para cada nodo temático las líneas de investigación que son relevantes para el desarrollo de los proyectos en el tema de la Nanometrología y las instituciones que participarán en cada nodo temático. El CIMAV participará en el tema de Nanopartículas, el CIITEC-IPN en los Materiales Nanoestructurados Inorgánicos, en Simulación Computacional el CINVESTAV México, en Materiales Nanoestructurados Poliméricos el CIQA, en Diseño de Procesos y Equipo el CIDESI y en Bionanotecnología el CIAD.

En nanometrología hay dos principales temas a considerar: la medición precisa del tamaño en el intervalo de nanómetros y adaptar la metodología existente o desarrollar nuevos métodos para caracterizar las propiedades como una función del tamaño. La evaluación de los efectos de los nanomateriales sobre el ambiente y la salud humana requiere un considerable conocimiento de la naturaleza y las propiedades de los materiales, incluyendo características tales como la pureza, el tamaño y la distribución de

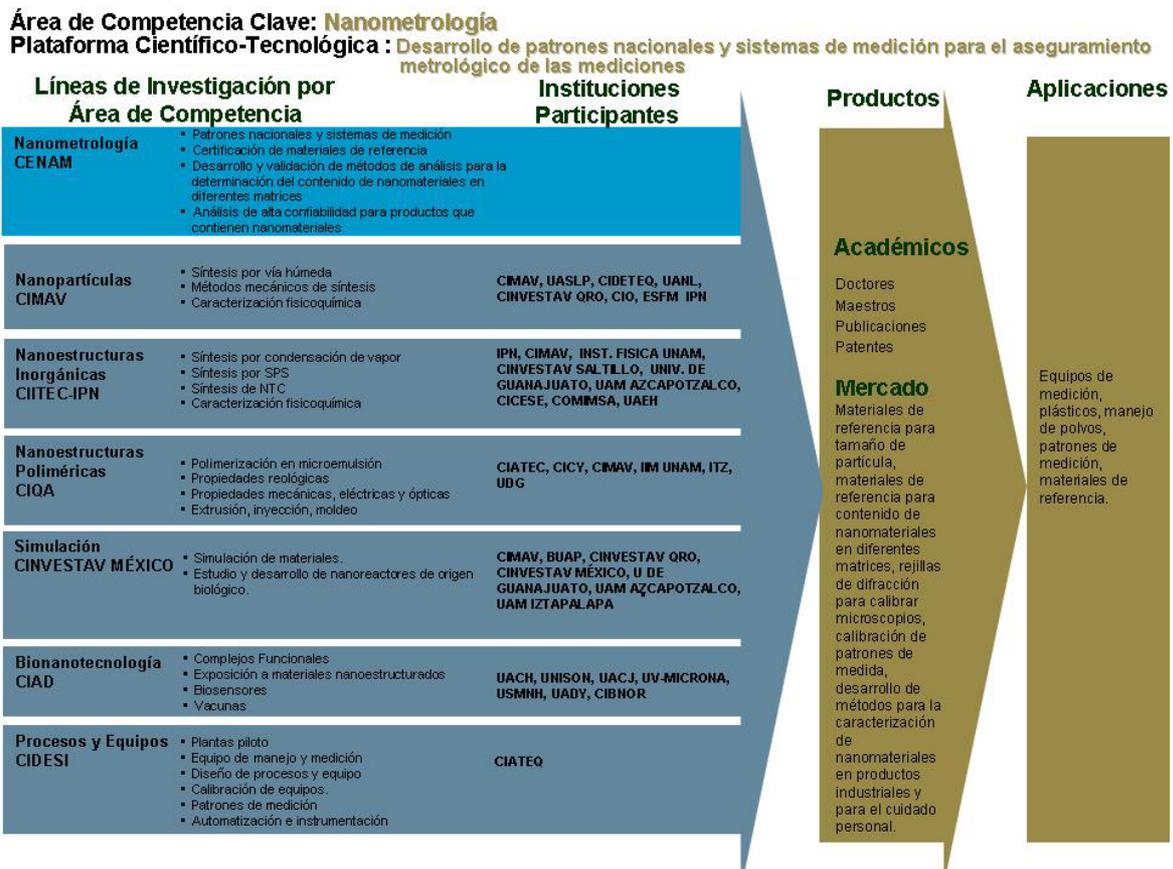
la partícula, la forma, la estructura del cristal, la composición, el área de la superficie, entre otras. Esta información esencial es crítica en la realización de asociaciones entre nanomateriales específicos, el comportamiento particular y los efectos resultantes. La clave para estas herramientas y modificaciones es la metrología, la ciencia de las mediciones.

En el diagrama 11 plataforma Científico-Tecnológica: “Desarrollo de patrones nacionales y sistemas de medición para el aseguramiento metrológico de las mediciones”, se muestran productos tanto académicos como de mercado y también se muestra para cada caso las aplicaciones potenciales para los productos que se detectaron como posibles en los diferentes sectores industriales del país.

En el diagrama 11 se puede observar que se espera obtener como resultados académicos, doctores, maestros, publicaciones y patentes, mientras que para diversos usuarios, realización de materiales de referencia para tamaño de partícula, materiales de referencia para contenido de nanomateriales en diferentes matrices, rejillas de difracción para calibrar microscopios, calibración de patrones de medida, desarrollo de métodos para la caracterización de nanomateriales en productos industriales y para el cuidado personal.

A su vez se han detectado aplicaciones potenciales en recubrimientos, catalizadores, cosméticos, farmacéuticos, alimentos, dispositivos electrónicos, vidrio, cementos, aditivos, pinturas, papel.

**Diagrama 11. Plataforma Científico-Tecnológica: “Desarrollo de patrones nacionales y sistemas de medición para el aseguramiento metrológico de las mediciones”**



### 11.1.7 Competencia clave: Diseño de Procesos y Equipos

En el caso de la competencia clave “Diseño de Procesos y Equipos”, se tiene una plataforma Científico-Tecnológica: “Diseño de Procesos y Equipos para Síntesis”. El coordinador responsable de este nodo temático o competencia clave es el Dr. Luis del Llano del CIDESI.

A su vez, participa en las líneas de investigación de Diseño de Procesos y Equipos el CIATEQ.

Es importante mencionar que en el resto de las competencias clave existen líneas de investigación que están asociadas al tema del Diseño de Procesos y Equipos. Es por ello que se muestra para cada nodo temático las líneas de investigación que son relevantes para el desarrollo de los proyectos en este tema y las instituciones que participarán en cada nodo temático. El CIMAV participará en el tema de Nanopartículas, el CIITEC-IPN en los Materiales Nanoestructurados Inorgánicos, en Simulación Computacional el CINVESTAV México, Materiales Nanoestructurados Poliméricos el CIQA, en Bionanotecnología el CIAD y en Nanometrología el CENAM.

En el diagrama 12 plataforma Científico-Tecnológica “Diseño de Procesos y Equipos para Síntesis” se muestran productos tanto académicos como de mercado y también se muestra para cada caso las aplicaciones potenciales para los productos que se detectaron como posibles en los diferentes sectores industriales del país.

En el diagrama 12 se puede observar que se espera obtener como productos académicos, doctores, maestros, publicaciones y patentes, mientras que en el mercado, productos como reactores, colectores de polvo, ball milling, diseño de procesos, calibración de equipos, patrones de medición de nanomateriales, plantas piloto.

A su vez, se han detectado aplicaciones potenciales en producción de nanopartículas, nanoestructuras, equipos de medición, plásticos y manejo de polvos.

## Diagrama 12. Plataforma Científico-Tecnológica: Diseño de Procesos y Equipos para Síntesis

Área de Competencia Clave: **Procesos y Equipos**

Plataforma Científico-Tecnológica : **Diseño de Procesos y Equipos para Síntesis**

Líneas de Investigación por Área de Competencia

Instituciones Participantes

Productos

Aplicaciones

Procesos y Equipos CIDE SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantas piloto</li> <li>Equipo de manejo y medición</li> <li>Diseño de procesos y equipo</li> <li>Calibración de equipos.</li> <li>Patrones de medición</li> <li>Automatización e instrumentación</li> </ul>	CIATEQ	<p><b>Académicos</b></p> <p>Doctores Maestros Publicaciones Patentes</p> <p><b>Mercado</b></p> <p>Reactores, colectores de polvo, ball milling, diseño de procesos, calibración de equipos, patrones de medición de nanomateriales, plantas piloto.</p> <p>Producción de nanopartículas nanoestructuradas, equipos de medición, plásticos, manejo de polvos.</p>
<b>Nanopartículas CIMAV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Síntesis por vía húmeda</li> <li>Métodos mecánicos de síntesis</li> <li>Caracterización fisicoquímica</li> </ul>	CIMAV, UASLP, CIDETEQ, UAH, CINEVESTAV QRO, CIO, ESFM IPH	
<b>Nanoestructuras Inorgánicas CIITEC-IPN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Síntesis por Condensación de vapor</li> <li>Síntesis por SPS</li> <li>Síntesis de NTC</li> <li>Caracterización fisicoquímica</li> </ul>	IPN, CIMAV, IHST. FISICA UNAM, CINEVESTAV SALTILLO, UNIV. DE GUANAJUATO, UAM AZCAPOTZALCO, CICESE, COMMSA, UAEH	
<b>Nanoestructuras Poliméricas CIQA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Polimerización en microemulsión</li> <li>Propiedades reológicas</li> <li>Propiedades mecánicas, eléctricas y ópticas</li> <li>Extrusión, inyección, moldeo</li> </ul>	CIATEC, CICY, CIMAV, IM UNAM, ITZ, UDG	
<b>Simulación CINEVESTAV MÉXICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simulación de materiales.</li> <li>Estudio y desarrollo de nanoreactores de origen biológico.</li> </ul>	CIMAV, BUAP, CINEVESTAV QRO, CINEVESTAV MÉXICO, U DE GUANAJUATO, UAM AZCAPOTZALCO, UAM IZTAPALAPA	
<b>Bionanotecnología CIAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Complejos funcionales</li> <li>Exposición a materiales nanoestructurados</li> <li>Biosensores</li> <li>Vacunas</li> </ul>	UACH, UNISON, UAC.I, UV-MICRONA, USMNH, UADY, CIBNOR	
<b>Nanometrología CENAM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Patrones nacionales y sistemas de medición</li> <li>Certificación de materiales de referencia</li> <li>Desarrollo y validación de métodos de análisis para la determinación del contenido de nanomateriales en diferentes matrices</li> <li>Análisis de alta confiabilidad para productos que contienen nanomateriales</li> </ul>		

## 12. Impactos

### 12.1 Científico-Tecnológico

La realización del proyecto impactará de manera importante en el ámbito científico-tecnológico nacional, a través de:

1. El incremento sustancial en el número de graduados en programas de posgrado y especialización nacionales e internacionales en Nanotecnología;
2. Mayor número de publicaciones en revistas especializadas de alto impacto e indexadas;
3. La generación de patentes en el tema de Nanotecnología;
4. El incremento de investigación básica, aplicada y de innovación que permitirá que el país se sitúe en la generación de conocimiento científico tecnológico de frontera;
5. La focalización en temáticas de mayor conveniencia para el interés nacional;
6. La proliferación de grupos y centros de investigación trabajando en temas de nanotecnología;
7. El incremento y fortalecimiento de la infraestructura física (equipo e instalaciones) de los grupos y centros de investigación en Nanotecnología;
8. La confiabilidad y comparabilidad de las mediciones a nivel nanométrico realizadas en los laboratorios y en las empresas y por ende la calidad de los productos obtenidos.
9. El fortalecimiento del conocimiento en empresas o áreas de aplicación de gran relevancia en la vida económica de nuestro país;
10. El fortalecimiento de lazos con instituciones internacionales de alto nivel que permitan una mayor generación de conocimiento de frontera.

## 12.2 Económico

Respecto al impacto económico se espera incidir en:

1. La creación de empresas de base tecnológica, así como la mejora en la competitividad de las existentes y que son de gran relevancia en el porcentaje del PIB del país.
2. La creación de plazas para investigadores y técnicos, tanto en las instituciones de investigación como en el sector industrial.
3. La generación de ventas después del sexto año, del orden de 100 a 150 millones de dólares anuales.
4. Al generarse empresas de base tecnológica se espera la creación de empleos con un ingreso mayor al promedio actual.
5. El inicio de la generación de proyectos de alto valor agregado al detonarse la investigación y el desarrollo en sectores de alta tecnología en el país.
6. Eliminación de barreras técnicas al comercio

## 12.3 Social

1. En general, el incremento en el nivel de educación de la población.
2. Al generarse empresas se espera la creación de un mayor número de empleos en el país.
3. Al optimizarse los procesos de las empresas manufactureras que representan el 18% del PIB nacional, se espera reducir la utilización de materias primas no renovables y la creación de fuentes alternas de energía.
4. La detonación de nuevos proyectos de orden científico-tecnológico que permitan ampliar la calidad de la investigación en nuestro país.
5. La generación de más opciones de educación de alto nivel en el país.
6. Con la divulgación de los logros se espera la atracción de jóvenes a las áreas de física, química, ingeniería y biología, que permitan un incremento en el número de estudiantes en las carreras mencionadas.

## 13. Etapas y Plan de Ejecución

Las etapas para la realización del proyecto son las siguientes:

ETAPA	ACTIVIDAD	PERIODO
1ª etapa	Conceptualización y diseño	2007
2ª etapa	Implementación, ampliación de operaciones y transferencia de primeros proyectos.	2008 – 2010
3ª etapa	Fortalecimiento y consolidación de la red. Comercialización de primeros productos	2011

Las actividades que se llevarán a cabo se dividen de la siguiente forma:

1. Investigación básica.
2. Desarrollo tecnológico.
3. Innovación.
4. Posgrado y recursos humanos.

En la etapa de la conceptualización y diseño, se desarrollará el plan siguiente:

1. Investigación básica
  - a. Inventario de investigadores
  - b. Inventario de infraestructura
  - c. Líneas actuales de investigación
  - d. Estado del arte del conocimiento
  - e. Cooperación internacional actual
  - f. Identificación de áreas de investigación
2. Desarrollo tecnológico
  - a. Inventario de capacidades actuales
  - b. Análisis de patentes mundiales
  - c. Identificación de competidores
  - d. Tecnologías de producto, proceso y equipo requeridas
  - e. Identificación de proveedores y alianzas clave
3. Innovación
  - a. Análisis del mercado nacional y de exportación
  - b. Identificación de necesidades y oportunidades
  - c. Análisis de fabricantes
  - d. Análisis de precios y costos objetivos
  - e. Esquema de propiedad intelectual
  - f. Identificación de casos de negocios
4. Posgrado y recursos humanos
  - a. Inventario de posgrados
  - b. Inventario de recursos humanos
  - c. Identificación de acciones de reforzamiento

En la etapa de implementación, ampliación de operaciones y transferencia de primeros proyectos, se ejecutará el plan siguiente

1. Investigación Básica
  - a. Adquisición de nueva infraestructura
  - b. Definición de áreas de enfoque
  - c. Integración de proyectos
  - d. Ejecución de proyectos
  - e. Publicaciones científicas, divulgación
  - f. Alianzas internacionales
2. Desarrollo tecnológico
  - a. Adquisición de nueva infraestructura
  - b. Definición de productos
  - c. Desarrollo de tecnología de producto
  - d. Desarrollo de tecnología de proceso
  - e. Desarrollo de tecnología de equipos
  - f. Prototipos y plantas piloto
  - g. Generación de patentes
3. Innovación
  - a. Estudios de factibilidad técnica y económica
  - b. Alianzas estratégicas para desarrollo y explotación comercial
  - c. Propiedad intelectual
  - d. Pruebas piloto en el mercado
  - e. Integración de casos de negocio
  - f. Identificación de inversionistas
4. Posgrados y recursos humanos
  - a. Reforzamiento de posgrados
  - b. Posgrados internacionales conjuntos

c. Formación de nuevos investigadores

En la etapa de fortalecimiento y consolidación de la red, y comercialización de primeros productos se ejecutará el plan siguiente:

1. Investigación Básica
  - a. Transmisión de conocimiento científico
  - b. Nuevas líneas de investigación para mantener ventajas competitivas
  - c. Divulgación de conocimiento científico y tecnológico generado
2. Desarrollo tecnológico
  - a. Desarrollo de ingeniería de proyecto, producto, procesos, y de calidad
  - b. Escalamiento industrial
  - c. Pruebas industriales
  - d. Aseguramiento de calidad
  - e. Lotes piloto de producción
3. Innovación
  - a. Estructuración de nuevos negocios
  - b. Capital de riesgo y financiamiento
  - c. Acuerdos comerciales de suministro con clientes iniciales
  - d. Licenciamiento de tecnología
  - e. Inicio de operaciones industriales
4. Posgrados y recursos humanos
  - a. Incorporación de investigadores a los sectores académico y productivo
  - b. Posgrados en Nanotecnología de calidad internacional



# Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C.

## Anexos

- 6.1.1. Investigadores y Líneas de Investigación por Institución
- 6.1.2. Algunos proyectos de I+D en Proceso, por Área de Competencia Clave
- 6.1.3. Programas de Posgrado y Capacitación por Institución
- 6.1.4. Laboratorios, Equipo Experimental y Plantas Piloto
- 6.1.5. Sistemas de Información y Acervo Bibliográfico
- 6.1.6. Acuerdos y Convenios de Colaboración Internacional
  - 6.1.6.1. Propuesta para Integrar el Cluster de Nanotecnología en Norteamérica. ASU (EUA) y CIMAV
- 6.2.1. Requerimientos de Recursos Humanos
- 6.2.2. Requerimientos de Infraestructura
- 6.2.3. Presupuesto por Concepto del Gasto
- 7.2.1. Roles y Responsabilidades de los Participantes en la Organización de la Red
- 8.1.1. Resultados de la Estructura Temática (Taxonomía) del Estudio del Estado del Arte Previo
- 8.1.2. Aplicaciones Potenciales
- 8.2.1. Mapas Generados a partir de las Aplicaciones en el USPTO
- 8.3.1. Agencias e Instituciones Participantes. NNI (National Nanotechnology Initiative).
- 8.3.2. Tecnologías Disponibles. Institute of NanoMaterials and NanoTechnology (INMT). Hong Kong.

Resúmenes Curriculares de Responsable Técnico y Coordinadores  
Cartas de Apoyo

**Anexo 6.1.1.- Investigadores y Líneas de Investigación por Institución**

INSTITUCIÓN	NOMBRE	ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	
1. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMA-V)	Dr. Alberto Díaz Díaz	Nanopartículas	Nanopartículas en Contaminación Atmosférica	
	Dr. Alberto Duarte Moller	Nanopartículas	Estructura electrónica de materiales nanoestructurados (EELS, simulación computacional)	
	Dr. Alberto Martínez Villafaña	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Fabricación y caracterización mecánica de recubrimientos nanométricos con propiedades multifuncionales para la industria	
	Dr. Alejandro López Ortiz	Nanopartículas	Nanopartículas en Catálisis Industrial	
	Dr. Alfredo Aguilar Elguézabal	Nanopartículas	Nanopartículas en Catálisis Industrial	
	Dr. Alfredo Márquez Lucero	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados	
	Dr. Armando Zaragoza Contreras	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados	
	Dr. Carlos Domínguez Ríos	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Síntesis y caracterización, mediante microscopía electrónica, de aleaciones nanoestructuradas	
	Dr. Citlali Gaona Tiburcio	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Corrosión electroquímica	
			Monitoreo de corrosión en plantas	
			Métodos de control y protección contra la corrosión	
			Análisis de fallas y metalurgia	
	Dr. Daniel Glossman Mitnik	Simulación Computacional	Nanomateriales para Almacenamiento y Conversión de Energía	
			DFT Teórica y Conceptual	
			Nanoagregados Metálicos y Moleculares	
			Nanomateriales Moleculares Funcionales	
			Inhibidores de la Corrosión	
			Fármacos, Alimentos y Agroquímicos	
			Nanoelectrónica Molecular y Nanobiosensores	
			Catálisis Nanomolecular	
Dr. Eduardo Herrera Peraza			Nanopartículas	Nanopartículas en Contaminación Atmosférica
Dr. Erasmo Orrantía Borunda			Bionanotecnología	Síntesis y caracterización de biomateriales nanoestructurados
Dr. Facundo Almeraya Calderón	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Corrosión electroquímica		
		Monitoreo de corrosión en plantas		
		Métodos de control y protección contra la corrosión		
		Análisis de fallas y metalurgia		
Dr. Francisco Espinosa Magaña	Nanopartículas	Estructura electrónica de materiales nanoestructurados (EELS, simulación computacional)		
Dr. Francisco Paraguay Delgado	Nanopartículas	Medición de propiedades eléctricas y dureza en función de la temperatura de nanorods de óxidos metálicos.		
		Construcción y estudio de nanosensores para la detección de gases tóxicos		
		Estudio y optimización de métodos para la síntesis de materiales nanométricos unidimensionales		
Dr. Gabriel Alonso Núñez	Nanopartículas	Nanopartículas en Catálisis Industrial		
Dr. Guillermo González Sánchez	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Síntesis de nanoestructuras con fluidos supercríticos		
		Tratamiento de materiales lignocelulósicos con fluidos supercríticos		
		Tratamiento de aguas mediante reactores biológicos con membranas		

INSTITUCIÓN	NOMBRE	ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
1. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMAIV)	Dr. Hilda Esparza Ponce	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Análisis de Materiales mediante microscopía electrónica Crecimiento de películas y recubrimientos mediante erosión catódica Materiales nanoestructurados
	Dr. Horacio Flores Zufliga	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Observación de aleaciones nanoestructuradas en microscopía electrónica de transmisión
	Dr. Jesús González Hernández	Nanopartículas	Nanopartículas en Catálisis Industrial Fisicoquímica de superficies de sistemas nanoestructurados
	Dr. José Andrés Matutes Aquino	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Desarrollo de materiales magnéticos nanoestructurados Imanes y fluidos magnéticos Magnetoeléctrica
	Dr. José Guadalupe Murillo Ramírez	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Materiales electro-ópticos fotorrefractivos Materiales ópticos no lineales
	Dr. José Rurik Farias Mancilla	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Materiales electro-ópticos fotorrefractivo Materiales ópticos no lineales
	Dr. Lorena Álvarez Contreras	Nanopartículas	Generación de materiales nanoestructurados para usos catalíticos Métodos de partículas y Rayos X en el estudio de muestras ambientales Espectrometría Alfa por centelleo líquido Espectrometría gamma
	Dr. Luis Edmundo Fuentes Cobas	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Caracterización de materiales multiferroicos mediante radiación sincrotrónica
	Dr. Mario Miki Yoshida	Nanopartículas	Estructura electrónica de materiales nanoestructurados (EELS, simulación computacional)
	Dr. Miguel Angel Neri Flores	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Análisis de propiedades mecánicas de aleaciones nanoestructuradas
	Dr. Rigoberto Ibarra Gómez	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
	Dr. Roberto Martínez Sánchez	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Síntesis y caracterización de materiales nano-laminados reforzados y extra ligeros
	Dr. Sergio Flores Gallardo	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
	Dr. Virginia Collins Martínez	Nanopartículas	Síntesis y caracterización de nanopartículas de óxidos metálicos y óxidos semiconductores con aplicación a la producción de hidrógeno a materiales para celdas de combustible, materiales adsorbentes y reacciones catalíticas y fotocatalíticas
	Dra. Ma. Elena Montero Cabrera	Nanopartículas	Nanopartículas en Contaminación Atmosférica
	2. Centro Investigación en Química Aplicada (CIQA)	Dr. Ronald Ziolo	Materiales Poliméricos Nanoestructurados
Dr. Enrique Saldivar		Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Síntesis de copolímeros con injerto controlado y su aplicación en compatibilización de mezclas de polímeros
Dr. Luis F. Ramos		Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Estudio del efecto de las interacciones interfaciales nanopartícula-matriz polimérica sobre el grado de dispersión y las propiedades de nanocompuestos
Dr. Juan Méndez		Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Estudiar la influencia de la incorporación de nanopartículas inorgánicas en películas plásticas de polietileno sobre el fenómeno de transmisión de la radiación solar total y su efecto sobre los componentes de balance de energía.
Dr. Ramiro Guerrero		Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Encontrar el método de funcionalización de una o varias nanoestructuras con un grupo químico adecuado para controlar polimerizaciones radicalicas con énfasis en aquellas que operan mediante el mecanismo de adición y fragmentación reversible (o RAFT)
Dr. Dámaso Navarro		Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Síntesis de oligómeros y polímeros portadores de grupos conjugados y cargas iónicas y estudio de sus propiedades mesomórficas y de luminiscencia

INSTITUCIÓN	NOMBRE	ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	LÍNEA/PROYECTO EN QUE PARTICIPA
2. Centro Investigación en Química Aplicada (CIQA)	Dr. Saúl Sánchez	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Estudiar el efecto de las interacciones interfaciales entre las nanopartículas y la matriz polimérica, sobre la dispersión, y el efecto combinado de estas (interacciones y dispersión) sobre las propiedades finales del nanocompuesto
	Dr. Eduardo Ramírez	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Estudiar el efecto del contenido de VA en el Copolímero EVA (9, 18, 24 y 28 % de acetato de vinilo) sobre la morfología y las propiedades finales del Nanocompuesto de PP/EVA/Nanoarcilla
	Dr. Jorge Romero	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Síntesis Biomimética de Polianilina Catalizada por Hematina Inmovilizada en Materiales Inorgánicos Mesoporosos
	Dr. Eduardo Arias	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Obtención de biosensores ópticos y celdas fotovoltaicas basados en ensamblajes supramoleculares de fenilnitrofenilos con nanopartículas metálicas de oro, plata, platino y cobre
	Dra. Ivana Moggio	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Obtención de ensamblajes supramoleculares a partir de oligómeros y polímeros de tipo fenil etileno en capas alternadas con enzimas o bien sustituidos con grupos receptores como son la ciclodextrina y la manosa. Eso con la finalidad de obtener biosensores ópticos con aplicaciones en el diagnóstico clínico
	Dr. Oliverio Rodríguez	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Interpretar los fenómenos magnetoelásticos y magneto-reológicos en términos de argumentos termodinámicos y B) Construir un entendimiento del fenómeno para poder ofrecer posibles aplicaciones. Caso de Estudio Nanopartículas magnéticas
	Dr. Luis Alfonso García	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Sintetizar y caracterizar materiales nanoestructurados con propiedades magnéticas mediante el uso de precursores poliméricos y vítreos
	Dr. Guillermo López	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Nanolátex magnéticos termosensibles. Síntesis mediante polimerización en microemulsión
	Dra. Graciela Arias	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Fabricación de cápsulas a partir de polímeros sintéticos y proteínas, a partir de polímeros sintéticos y lípidos, la caracterización fisicoquímica de las mismas, el encapsulado de materiales y su posterior liberación
	Dr. Francisco Rodríguez	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Estudio del efecto de las características de diferentes almidones, la morfología, y las condiciones ambientales (humedad relativa) sobre la biodegradabilidad y propiedades físico-mecánicas de mezclas de polietileno con ATP
	Dra. Guadalupe Neira	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Mejorar la adhesión interfacial entre nanopartículas y matrices poliméricas utilizando plasma; y estudiar el efecto en las propiedades finales del material compuesto
Dr. Carlos Avila	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Comprender los mecanismos de adhesión interfacial en nanocompuestos de IPP/MWCNT y establecer relaciones morfología-propiedades físicas en nanocompuestos de IPP/MWCNT	
3. Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)	Dr. Carlos Rubio Gonzalez	Diseño y desarrollo de procesos y equipos	Implementación, diseño y construcción de equipos y dispositivos no comerciales para la manufactura de materiales nanotecnológicos a escala de laboratorio, escala de planta piloto y escala industrial.
	Dr. Tomás Salgado Jiménez	Diseño y desarrollo de procesos y equipos	Implementación, diseño y construcción de equipos y dispositivos no comerciales para la manufactura de materiales nanotecnológicos a escala de laboratorio, escala de planta piloto y escala industrial.
	Dr. Alejandro Castañeda Miranda	Diseño y desarrollo de procesos y equipos	Implementación, diseño y construcción de equipos y dispositivos no comerciales para la manufactura de materiales nanotecnológicos a escala de laboratorio, escala de planta piloto y escala industrial.
	Dr. Fernando Hernández Rosales	Diseño y desarrollo de procesos y equipos	Implementación, diseño y construcción de equipos y dispositivos no comerciales para la manufactura de materiales nanotecnológicos a escala de laboratorio, escala de planta piloto y escala industrial.

INSTITUCIÓN	NOMBRE	ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	LÍNEA/PROYECTO EN QUE PARTICIPA
3. Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)	Dr. Manuel Delgado Roses	Diseño y desarrollo de procesos y equipos	Implementación, diseño y construcción de equipos y dispositivos no comerciales para la manufactura de materiales nanotecnológicos a escala de laboratorio, escala de planta piloto y escala industrial.
	Dr. René Estrada Estrada	Diseño y desarrollo de procesos y equipos	Implementación, diseño y construcción de equipos y dispositivos no comerciales para la manufactura de materiales nanotecnológicos a escala de laboratorio, escala de planta piloto y escala industrial.
	Dr. Guillermo Rodríguez Vilomara	Diseño y desarrollo de procesos y equipos	Implementación, diseño y construcción de equipos y dispositivos no comerciales para la manufactura de materiales nanotecnológicos a escala de laboratorio, escala de planta piloto y escala industrial.
	Dr. Luis del Llano Vizcaya	Diseño y desarrollo de procesos y equipos	Implementación, diseño y construcción de equipos y dispositivos no comerciales para la manufactura de materiales nanotecnológicos a escala de laboratorio, escala de planta piloto y escala industrial.
	M.C. José Alfredo Manzo Preciado	Diseño y desarrollo de procesos y equipos	Implementación, diseño y construcción de equipos y dispositivos no comerciales para la manufactura de materiales nanotecnológicos a escala de laboratorio, escala de planta piloto y escala industrial.
	M.C. José Luis Sánchez Gaytan	Diseño y desarrollo de procesos y equipos	Implementación, diseño y construcción de equipos y dispositivos no comerciales para la manufactura de materiales nanotecnológicos a escala de laboratorio, escala de planta piloto y escala industrial.
	M.C. Julio Cesar Solano Vargas	Diseño y desarrollo de procesos y equipos	Implementación, diseño y construcción de equipos y dispositivos no comerciales para la manufactura de materiales nanotecnológicos a escala de laboratorio, escala de planta piloto y escala industrial.
	M.C. Guillermo Ronquillo Lomeli	Diseño y desarrollo de procesos y equipos	Implementación, diseño y construcción de equipos y dispositivos no comerciales para la manufactura de materiales nanotecnológicos a escala de laboratorio, escala de planta piloto y escala industrial.
Dr. Jesús Carlos Pedraza Ortega	Simulación Computacional	Desarrollo de herramientas computacionales para la modelación, simulación y optimización térmica modal y estructural, durante el escalamiento de productos y procesos desde escala de laboratorio a escala industrial. Análisis de Fluidos; Desarrollo de software y algoritmos de identificación, procesamiento de imágenes y control de registro de procesos, seguimiento.	
4. Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC)	Dra. Anayansi Estrada Monje	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
	Dr. Roberto Zitzumbo Guzmán	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
	Dr. Juan Roberto Herrera Reséndiz	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
	Dr. José Hernández Barajas	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
	Dr. Sergio Alonso Romero	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
5. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. (CICY)	Dr. Francis Avilés Cetina	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
	Dr. Fernando Hernández Sánchez	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
	Dr. Gonzalo Canché Escamilla	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
	Dr. Pedro Herrera Franco	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
	Dr. Alex Valadez González	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
6. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)	Dr. Víctor Ruiz	Diseño y desarrollo de procesos y equipos	Diseño y construcción de micromanipuladores ópticos (pinzas ópticas) para: manipulación, corte (tijeras ópticas) y clasificación de nanoestructuras.
	Dr. Alfred U'Ren	Nanopartículas	Generación de luz no clásica en materiales no lineales caracterizados por una periodicidad espacial nanométrica
	Dr. Heriberto Márquez Becerra	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Generación de estructuras nanométricas con películas delgadas
	Dr. Raúl Rangel Rojo	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Estudio de las propiedades ópticas no lineales de materiales nanoestructurados producidos ex profeso. Construcción y caracterización de dispositivos de procesamiento óptico de señales basados en materiales nanoestructurados.

INSTITUCIÓN	NOMBRE	ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	LÍNEA/PROYECTO EN QUE PARTICIPA
7. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD)	Dr. Rogerio R. Sotelo Mundo	Bionanotecnología	Complejos Funcionales
	Dr. Jesús Hernández López	Bionanotecnología	Vacunas
	Dra. Gloria Yepiz Plascencia	Bionanotecnología	Vacunas
	Dra. Verónica Mata	Bionanotecnología	Vacunas
	M.C. Karina García Orozco	Bionanotecnología	Complejos Funcionales
	Dr. Gustavo Adolfo González Aguilar	Bionanotecnología	Inocuidad y Alimentos
	Dra. Ana Ma. Calderón de la Barca Cota	Bionanotecnología	Inocuidad y Alimentos
	Dra. Maria Islas Osuna	Bionanotecnología	Inocuidad y Alimentos
8. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Edo. de Jalisco, A.C. (CIATEJ)	Dr. Gabriel Siade Barquet	Bionanotecnología	Biosensores
9. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ)	Dr. Yunny Meas	Nanopartículas	Nanopartículas en Protección de Medio Ambiente
	Dr. Luis A. Godínez Mora Tovar	Nanopartículas	Nanopartículas en Protección de Medio Ambiente
	Dr. Roberto Contreras Bustos	Nanopartículas	Nanopartículas en Protección de Medio Ambiente
	Dr. José de Jesús Pérez Bueno	Nanopartículas	Nanopartículas en Protección de Medio Ambiente
	Dr. Francisco J. Rodríguez Valadez	Nanopartículas	Nanopartículas en Protección de Medio Ambiente
	Dr. Gerardo Arriaga	Nanopartículas	Nanopartículas en Producción de Energía
	Dr. Germán Orozco	Nanopartículas	Nanopartículas en Producción de Energía
	Dr. Raúl Ortega	Nanopartículas	Nanopartículas en Producción de Energía
	Dr. Luis Arturo Godínez Mora-Tovar	Nanopartículas	Nanopartículas en Aplicaciones Tecnológicas
	Dr. J.J. Pérez Bueno	Nanopartículas	Nanopartículas en Aplicaciones Tecnológicas

INSTITUCIÓN	NOMBRE	ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	LÍNEA/PROYECTO EN QUE PARTICIPA
10. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., (CIBNOR)	Dr. Felipe Ascencio Valle	Bionanotecnología	Bioadhesión
	Dra. María Antonia Guzmán Murillo	Bionanotecnología	Bioadhesión
	Dr. Roberto Carlos Vázquez Juárez	Bionanotecnología	Bioadhesión
	Dr. Ángel Isidro Campa Córdoba	Bionanotecnología	Bioadhesión
	Dr. Juan Ángel Larrinaga Mayoral	Bionanotecnología	Bioadhesión
	Dra. Tania Zeneno Savin	Bionanotecnología	Bioadhesión
	Dra. Thelma Rosa Castellanos Cervantes	Bionanotecnología	Bioadhesión
	Dr. Jaime Holguin Peña	Bionanotecnología	Bioadhesión
11. Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO)	Dr. Elder De la Rosa Cruz	Nanopartículas	Nanopartículas para su uso en materiales ópticos, e.g., titanio de bario dopado con iterbio y erbio
	Dr. Luis Armando Diaz Torres	Nanopartículas	Nanopartículas para su uso en materiales ópticos, e.g., titanio de bario dopado con iterbio y erbio
	Dr. Oracio Barbosa Garcia	Nanopartículas	Nanopartículas para su uso en materiales ópticos, e.g., titanio de bario dopado con iterbio y erbio
12. CIATEQ, A.C.	Dr. Oscar Barceinas Sánchez	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Procesamiento de materiales particulados; síntesis de compósitos mediante reacciones autopagadas a alta temperatura
	Dr. Arturo Juárez Hernández	Simulación Computacional	Modelado fundición materiales metalúrgicos metálicos y no metálicos
	Dr. Omar Jiménez Arévalo	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Desarrollo de biocompuestos poliméricos, propiedades mecánicas de polímeros, relaciones estructura- proceso de polímeros termoplásticos
	Dr. Miguel González Valadez	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Análisis de contacto rugoso con técnicas de ultrasonido nanotribología
	Dr. Carlos Poblano Salas	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Pulvimetalurgia; procesamiento de recubrimientos duros esprayado térmico y corrosión; HVO recubrimientos nanocristalinos
13. Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V.(COMIMSA)	Dr. Alejandro Garza Gómez	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Modificación de superficies por plasma. Desarrollo de materiales nanoestructurados por aleación mecánica
	Dr. Armando de Jesús Saldivar Garcia	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Modificación de superficies por plasma. Desarrollo de materiales nanoestructurados por aleación mecánica
	Dra. Ana María Arizmendi Morquecho	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Modificación de superficies por plasma. Desarrollo de materiales nanoestructurados por aleación mecánica
	M.C. Roberto Méndez Méndez	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Modificación de superficies por plasma. Desarrollo de materiales nanoestructurados por aleación mecánica
	M.C. Claudia Teresa Saucedo Salazar	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Modificación de superficies por plasma. Desarrollo de materiales nanoestructurados por aleación mecánica
	M.C. Juan Carlos Diaz Guillen	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Modificación de superficies por plasma. Desarrollo de materiales nanoestructurados por aleación mecánica
	Ing. Araceli Campa Castilla	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Modificación de superficies por plasma. Desarrollo de materiales nanoestructurados por aleación mecánica
	Ing. Fernando Rene Rios Zamarrón	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Modificación de superficies por plasma. Desarrollo de materiales nanoestructurados por aleación mecánica
	Ing. Jorge Candelas Ramírez	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Modificación de superficies por plasma. Desarrollo de materiales nanoestructurados por aleación mecánica
14. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) México	Dr. Alberto Vela	Simulación Computacional	Efectos de confinamiento en zeolitas por medio de DFT  Desarrollo y aplicaciones de un programa a primeros principios y multiescala dentro de la DFT  Desarrollo de funcionales de intercambio-correlación y su aplicación a sistemas biológicos
	Dra. Patrizia Calaminici	Simulación Computacional	Efectos de confinamiento en zeolitas por medio de DFT
	Dr. Andreas Koster	Simulación Computacional	Desarrollo y aplicaciones de un programa a primeros principios y multiescala dentro de la DFT

INSTITUCIÓN	NOMBRE	ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	LÍNEA/PROYECTO EN QUE PARTICIPA
14. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) México	Dr. Isaac Hernández Calderón	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Elaboración de nanoestructuras semiconductoras para aplicaciones optoelectrónicas
	Dr. Miguel García Rocha	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Elaboración de nanoestructuras semiconductoras para aplicaciones optoelectrónicas
15. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) Unidad Querétaro	Dr. Rafael Ramírez Bon	Nanopartículas	Desarrollo de sistemas de nanopartículas semiconductoras en zeolitas naturales y artificiales para aplicaciones optoelectrónicas. Desarrollo de sistemas de nanopartículas metálicas en zeolitas naturales para diversas aplicaciones, por ejemplo, productos bactericidas.
	Dr. Francisco Javier Espinoza Beltrán	Nanopartículas	Desarrollo de sistemas de nanopartículas semiconductoras en zeolitas naturales y artificiales para aplicaciones optoelectrónicas. Desarrollo de sistemas de nanopartículas metálicas en zeolitas naturales para diversas aplicaciones, por ejemplo, productos bactericidas.
	Dr. Francisco Javier Espinoza Beltrán	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Películas semiconductoras y dieléctricas, recubrimientos duros, mecanosíntesis de aleaciones metálicas nanoestructuradas, técnicas de barrido de punta de prueba (SPM) incluyendo modos de nanoindentación, fuerza modulada, y piezorrespuesta. Simulación.
	Dr. Juan Muñoz Saldaña	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Cerámicos estructurales (zirconia, titania, etc) y funcionales (titanatos de Ba, Pb, Sr)
	Dr. Gerardo Trápaga Martínez	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Ingeniería de procesos (simulación), recubrimientos nanoestructurados
	Dr. Alberto Herrera Gómez	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Películas semiconductoras. Técnicas de caracterización de superficies (XPS).
	Dr. José Martín Yáñez Limón	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Cerámicos funcionales (piezoelectrónicos y piroelectrónicos), técnicas fototérmicas de caracterización de materiales (lente térmico, fotoacústica, etc.)
	Dr. Aldo Humberto Romero Castro	Simulación Computacional	Propiedades electrónicas, ópticas y vibracionales de nanoestructuras desde primeros principios y dinámica molecular clásica.
16. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) Unidad Saltillo	Dr. Juan Carlos Rendón Ángeles	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Sinterizado de partículas nanométricas por técnicas de plasma
	Dr. Jorge López Cuevas	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Síntesis y caracterización de materiales nano-laminados reforzados y extra ligeros
17. Centro de Investigación e Innovación Tecnológica (CIITEC) del Instituto Politécnico Nacional (IPN)	Dr. Ricardo Cuenca Álvarez	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Fabricación y caracterización mecánica de recubrimientos nanométricos con propiedades multifuncionales para la industria
	Dr. Fernando Juárez López	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Síntesis y caracterización de materiales nano-laminados reforzados y extra ligeros
	Dr. David Jaramillo Viguera	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Fabricación y caracterización mecánica de recubrimientos nanométricos con propiedades multifuncionales para la industria
	Dr. Rogelio F. Nochebuena y Dr. David Jaramillo Viguera	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Síntesis y caracterización de materiales nano-laminados reforzados y extra ligeros
	Dr. Gabriel Plascencia Barrera	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Diseño y fabricación de sistemas nano-particulados para almacenamiento de hidruros en metales y aleaciones ligeras
	Dr. Gustavo Martínez Romero	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Software para la simulación del proceso de hidratación/sinterizado y propiedades mecánicas de partículas nanométricas metal/cerámica/compositos
	Dr. Gustavo Martínez Romero	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Simulación por computadora de la energía interfacial en los límites de grano de materiales cerámicos nano-estructurados y microscopía de alta resolución HRTEM
	Dr. Hernán de la Garza Gutiérrez	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Software para la simulación del proceso de hidratación/sinterizado y propiedades mecánicas de partículas nanométricas metal/cerámica/compositos
	Dr. Sebastián Díaz de la Torre	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Diseño y fabricación de sistemas nano-particulados para almacenamiento de hidruros en metales y aleaciones ligeras
	Dr. Valery Domínguez	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Diseño y fabricación de sistemas nano-particulados para almacenamiento de hidruros en metales y aleaciones ligeras
Dr. Enrique Martínez Franco	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Diseño y fabricación de sistemas nano-particulados para almacenamiento de hidruros en metales y aleaciones ligeras	

INSTITUCIÓN	NOMBRE	ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	LÍNEA/PROYECTO EN QUE PARTICIPA
18. Escuela Superior de Física y Matemáticas (IPN)	Dr. Jaime Ortíz López	Nanopartículas	Nanopartículas en aplicaciones tecnológicas
	Dra. Gabriela L. Rueda Morales	Nanopartículas	Nanopartículas en aplicaciones tecnológicas
	Dra. Elvia Díaz Valdés	Nanopartículas	Nanopartículas en aplicaciones tecnológicas
	Dra. Concepción Mejía García	Nanopartículas	Nanopartículas en aplicaciones tecnológicas
19. Instituto de Investigaciones en Materiales (UNAM)	Dr. Octavio Manero Brito	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Estudio de nanocompuestos poliméricos producidos a partir de poliestireno de alto impacto, poli(tereftalato de etileno) y nanoarcillas. Análisis del procesamiento de películas producidas a partir de nanocompuestos polimérico. Reología a régimen transitorio del nanocompuesto PET-PEN-montmorillonita Desarrollo de nanocompuestos de poliolefinas
	Dr. Octavio Manero Brito	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Desarrollo y análisis de microperfiles poliméricos por el método de pultrusión Síntesis, caracterización y estudio de nanocompuestos poliméricos producidos a partir de una matriz polimérica nanopartículas de sulfato de bario sintetizados por precipitación controlada.
20. Instituto de Física (UNAM)	Dr. Carlos Torres Torres	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Software para la simulación del proceso de hidratación/sinterizado y propiedades mecánicas de partículas nanométricas metal/cerámica/compuestos
21. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)	Dr. Héctor Juárez Santiesteban	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Depósito y caracterización de películas nanométricas por CVD
	Dr. Umapada Pal	Nanopartículas	Novel metal oxide nanostructures for optoelectronic and radiation dosimetry applications Síntesis y caracterización de nanopartículas bimetalicas de Pt-Ru para aplicaciones en electrocatalisis y celdas de combustible Crecimiento de nanoestructuras de ZnO con diferentes morfologías Caracterización de nanoestructuras unidimensionales por microscopía electrónica de transmisión
	Dra. Ma. Eugenia Mendoza Álvarez	Nanopartículas	Desarrollo tecnológico para la degradación de gase contaminantes cancerígenos mediante fotocatalisis con óxidos semiconductores micro y nanocristalinos de titanio, zinc y cadmio
	Dra. Lilia Meza Montes	Nanopartículas	Propiedades electrónicas de sistemas de baja dimensionalidad: nanoalambres y espintrónica en puntos cuánticos Propiedades electrónicas y ópticas de nanoestructuras
	Dr. Justo Miguel Gracia y Jiménez	Nanopartículas	Fotoluminiscencia de nanoestructuras de silicio poroso
	Dr. Juan Fco. Rivas Silva	Nanopartículas	Estudio teórico y experimental de nanopartículas bimetalicas de Cu/Pd y Ni/Pd recubiertas con polímero PVP
		Simulación Computacional	Propiedades de iones de lactanidos como dopantes en Nanopartículas
	Dr. Efraín Rubio Rosas	Nanopartículas	Síntesis de nanoapatitas por precipitación Síntesis de cerámicos nanoestructurados por MOCVD Síntesis de nanopartículas cerámicas por método hidrotérmal
		Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Nanocompositos con matriz de PMMA
	Dr. Ventura Rodríguez Lugo	Nanopartículas	Síntesis de nanoapatitas por precipitación Síntesis de cerámicos nanoestructurados por MOCVD Nanocompositos con matriz de PMMA Síntesis de nanopartículas cerámicas por método hidrotérma
	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Síntesis, Caracterización y aplicación de nanoapatitas a través de la interfase orgánico- inorgánico	
	Dr. Francisco Javier Meléndez Bustamante	Simulación Computacional	Cálculos Ab Initio de nanocristales de interes farmacéutico
22. Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH)	Dra. Ma. Lourdes Ballinas Casarrubio	Bionanotecnología	Complejos Funcionales
	Dra. María Elena Fuentes Montero	Bionanotecnología	Complejos Funcionales
	Dra. Virginia Nevarez Moorillon	Bionanotecnología	Complejos Funcionales
	Dr. Juan Carlos Guevara Ariuza	Bionanotecnología	Inocuidad y Alimentos
23. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ)	Dr. Emilio Álvarez Parrilla	Bionanotecnología	Complejos Funcionales
24. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)	Dr. Mario César Salinas	Nanopartículas	Nanopartículas en aplicaciones biomédicas
	Dr. Irma Rivera	Nanopartículas	Nanopartículas en aplicaciones biomédicas
	Dr. Oliverio Welsh	Nanopartículas	Nanopartículas en aplicaciones biomédicas
	Dr. Carlos Luna Criado	Nanopartículas	Nanopartículas en aplicaciones biomédicas
	Dr. Manuel García Mendez	Nanopartículas	Nanopartículas en aplicaciones biomédicas
	Dr. Nora Elizondo	Nanopartículas	Nanopartículas en aplicaciones biomédicas
	Dr. Sergio Mejía Rosales	Nanopartículas	Nanopartículas en aplicaciones biomédicas
	Dr. Eduardo Pérez Tijerina	Nanopartículas	Nanopartículas en aplicaciones biomédicas

INSTITUCIÓN	NOMBRE	ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	LÍNEA/PROYECTO EN QUE PARTICIPA
25. Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)	Dr. Facundo Ruiz	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	Dr. José Refugio Martínez Mendoza	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	Dr. Gerardo Ortega Zarzosa	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	Dr. Salvador Palomares Sánchez	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	Dra. Adriana Gaona Couto	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	Dr. Francisco J. Medellín Rodríguez	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
	Dr. Elias Pérez	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
	Dr. Jaime Ruiz	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Polímeros nanoestructurados
26. Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	MVZ Alejandro Alzina Lopez	Bionanotecnología	Vacunas
27. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)	Dr. Jaime Guerrero Paz	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Diseño y fabricación de sistemas nano-particulados para almacenamiento de hidruros en metales y aleaciones ligeras
28. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Azacapotzalco)	Dr. Heberto Balmori Ramírez	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Diseño y fabricación de sistemas nano-particulados para almacenamiento de hidruros en metales y aleaciones ligeras
	Dr. Enrique Rocha Rangel	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Diseño y fabricación de sistemas nano-particulados para almacenamiento de hidruros en metales y aleaciones ligeras
	Dr. Manuel Eduardo Palomar Pardavé	Simulación Computacional	Química cuántica computacional aplicada al estudio de los materiales nanoestructurados
29. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Iztapalapa)	Dr. Andrés Cedillo Ortiz	Simulación Computacional	Cálculo de propiedades electrónicas con la función de respuesta de la densidad
	Dr. Jorge Garza Olguin	Simulación Computacional	Implementación y uso de potenciales de intercambio y correlación que contengan el comportamiento asintótico correcto dentro de la Teoría de Funcionales de la Densidad Dependiente del Tiempo
	Dra. Rubicelia Vargas Fosada	Simulación Computacional	Estudio teórico de estados electrónicamente excitados
	Dr. Marcelo Enrique Galván Espinosa	Simulación Computacional	Estudio y desarrollo de nanoreactores de origen biológico
	Dr. José Luis Gázquez Mateos	Simulación Computacional	Teoría de funcionales de la densidad para átomos, moléculas y sistemas complejos
	Dr. José Luis Hernández Pozos	Nanopartículas	Fisicoquímica de superficies de sistemas nanoestructurados
	Dr. Michel Picquart	Nanopartículas	Síntesis por ablación láser y caracterización de materiales nanoestructurados
	Dr. Emmanuel Haro Poniatowski	Nanopartículas	Síntesis por ablación láser y caracterización de materiales nanoestructurados
	Dr. Nikola Batina	Nanopartículas	Síntesis por ablación láser y caracterización de materiales nanoestructurados
30. Universidad de Guadalajara (UDG)	Dr. Sergio M. Nuño Donlucas	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Síntesis, caracterización y utilización de polímeros nanoestructurados a partir de metalhexaaxiometalatos y polímeros iónicos.
			Uso de fluidos nanoestructurados en la síntesis de polímeros conductores.
	Dr. Martín R. Arellano Martínez	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Síntesis y caracterización de materiales compuestos que contienen nanotubos de carbono y una matriz polimérica.
			Síntesis y caracterización de nanocompuestos a partir de mezclas de resinas epóxicas polisulfona y monomillonita

INSTITUCIÓN	NOMBRE	ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	LÍNEA/PROYECTO EN QUE PARTICIPA
31. Universidad de Guanajuato (UG)	Dr. J. Mercedes Martínez Rosales	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Diseño y fabricación de sistemas nano-particulados para almacenamiento de hidruros en metales y aleaciones ligeras
	Dra. Esthela Ramos	Nanopartículas	Obtención de Nanomateriales (catalizadores) de Circonia fosfatada
	Dr. César A. Contreras Soto.	Nanopartículas	Obtención de Nanomateriales (catalizadores) de Circonia fosfatada
	Dra. Carmen Cano Canchola	Nanopartículas	Fabricación de Nanopartículas Cristalinas de Metales por Moraxella Guanajuatensis; Bacteria Minera
	Dr. Juan Carlos Salcedo.	Nanopartículas	Fabricación de cristales fotónicos y su posible uso en optoelectrónica
	Dr. Jose Luis Lucio Martínez	Nanopartículas	Fabricación de cristales fotónicos y su posible uso en optoelectrónica
	Dr. Juvencio Robles	Simulación Computacional	Nanomateriales y moléculas bajo presión
	Dr. Gabriel Merino	Simulación Computacional	Nanomateriales y moléculas bajo presión
32. Universidad de Sonora (UNISON)	Dr. José Ronaldo Herrera Urbina	Bionanotecnología	Complejos Funcionales
	Dra. Mónica Castillo Ortega	Bionanotecnología	Complejos Funcionales
	Dr. Amir Maldonado	Bionanotecnología	Complejos Funcionales
	Dr. Enrique Velázquez Contreras	Bionanotecnología	Complejos Funcionales
	Dra. Judith Tanori Córdova	Bionanotecnología	Complejos Funcionales
Dr. Francisco Javier Castillo Yáñez	Bionanotecnología	Inocuidad y Alimentos	
33. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)	Dr. Jesús Campos García	Bionanotecnología	Vacunas
34. Universidad Veracruzana. Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología (UVMICRONA)	Dr. Victor M. Altuzar Aguilar	Bionanotecnología	Complejos Funcionales
	Dra. Claudia O. Mendoza Barrera	Bionanotecnología	Complejos Funcionales
35. Centro Nacional de Metrología (CENAM)	Dra. Norma González Rojano	Nanometrología	Identificación y Cuantificación de nanomateriales con potencial de riesgo para la salud humana
	Dr. Marcos Mendoza	Nanometrología	Calibración de patrones de medida para nano mediciones; Rejillas de difracción.
	Dr. José Antonio Salas Téllez	Nanometrología	Desarrollo de Patrones de medición para nanomediciones; Caracterización de nanomateriales
	Dr. José Manuel Juárez García	Nanometrología	Desarrollo de Patrones de medición para nanomediciones; Caracterización de nanomateriales
	Dr. José Luis Cabrera Torres	Nanometrología	Desarrollo de Patrones de medición para nanomediciones; Caracterización de nanomateriales
	Dr. Fernando Rosas Gutiérrez	Nanometrología	Desarrollo de Patrones de medición para nanomediciones; Caracterización de nanomateriales
	Dr. Miguel Villesid Alonso	Nanometrología	Calibración de patrones de medida para nano mediciones; Rejillas de difracción
	Dr. Carlos A. Galván	Nanometrología	Calibración de patrones de medida para nano mediciones; Rejillas de difracción
36. Instituto Tecnológico de Celaya (ITC)	Dr. Francisco Javier García Rodríguez	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	Dr. Carlos Virgilio Rivera Rodríguez	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	Dr. J. Santos García Miranda	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	Dr. Ramón Rodríguez Castro	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	M.I. Raúl Lesso Arroyo	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	Dr. Horacio Orozco Mendoza	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	Dr. José Alfredo Padilla	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	Dra. Ma. Cristina Irma Pérez Pérez	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	Dr. Francisco Villaseñor Ortega	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	Dr. José Enrique Botello Álvarez	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
	Dr. Ramiro Rico Martínez	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas
Dr. Juan Carlos Fierro	Nanopartículas	Síntesis de nanopartículas utilizando vías húmedas	
37. Instituto Tecnológico de Saltillo (ITS)	Dra. Zully Matamoros Veloza	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Diseño y fabricación de sistemas nano-particulados para almacenamiento de hidruros en metales y aleaciones ligeras
38. Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ)	Dr. Alberto Álvarez Castillo	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Nanotecnología en Materiales Compuestos
	Dr. Edgar García Hernández	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Nanotecnología en Materiales Compuestos
	M.C. Teodoro Castrejón Rosales	Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Nanotecnología en Materiales Compuestos
38 Instituciones	239 Investigadores	7 áreas de competencia clave	142 líneas de investigación

### Anexo 6.1.2.- Algunos proyectos de I+D en Proceso, por Área de Competencia Clave

ÁREA DE COMPETENCIA CLAVE	PROYECTO
Nanopartículas	Creación de una microempresa dedicada a la producción y venta de material nanoestructurado de carbono
	Desarrollo de un recubrimiento bactericida con matriz híbrida e inclusiones de zeolitas naturales con nanopartículas de plata
	Desarrollo de una tecnología fotoelectroquímica para la potabilización de agua basada en electrodos nanocristalinos de TiO <sub>2</sub>
	Estructura de las nanopartículas atmosféricas y su influencia en la contaminación del medio ambiente
Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Adecuación de tecnología portátil por ultrasonido para estimación del módulo elástico E de materiales metálicos, compósitos y concretos con estructura nanométrica
	Desarrollo de materiales nanoestructurados para la separación de elementos tóxicos de agua residual y de consumo
	Desarrollo y caracterización de materiales compuestos nano-estructurados base aluminio
	Diseño y fabricación de sistemas nano-particulados para almacenamiento de hidruros en metales y aleaciones ligeras
	Diseño y fabricación de un equipo automatizado para depósito de películas nanométricas de óxidos cerámicos por spray pirolisis
	Estudio del procesamiento de partículas nanométricas de materiales cerámicos con propiedades funcionales
	Fabricación de materiales nano-laminados reforzados y extra ligeros
	Fabricación de nano-alambres por MOCVD
	Fabricación de recubrimientos compósitos nano-estructurados para aplicaciones contra desgaste e impacto
	Mecanosíntesis de nano-polvos de cerámicos avanzados
	Modelación y caracterización de las propiedades de acoplamiento de multi-ondas láser en materiales nano-estructurados
	Recubrimientos nanométricos para la industria
	Simulación por computadora de la energía interfacial en los límites de grano de materiales cerámicos nano-estructurados y microscopía de alta resolución HRTEM
	Sinterizado por reacción en estado sólido de Mullita y otros polvos compósitos cerámicos nanométricos
	Síntesis de clinker micrométrico para generar cemento de alto desempeño
	Síntesis de nanomateriales por precipitación oxidativa con ozono de soluciones acuosas de sales orgánicas
	Síntesis y caracterización de nanomateriales YTZP con propiedades superplásticas densificados por SPS
	Síntesis y caracterización mecánica de compósitos biocerámicos porosos de hidroxiapatita mediante la técnica de compactación hidrotérmica en caliente
Software para la simulación del proceso de hidratación de partículas refinadas de cemento Portland ordinario OPC	
Transformaciones de fase de óxidos nanométricos metaestables preparados por molienda de alta energía	

ÁREA DE COMPETENCIA CLAVE	PROYECTO
Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Acomplejación de moléculas p-conjugadas del tipo fenilnitileno con nanopartículas de plata, platino, cobre y oro para la construcción de biosensores y celdas fotovoltaicas
	Análisis del procesamiento de películas producidas a partir de nanocompuestos polimérico.
	Cápsulas biomiméticas como sensores, estructuras de transporte y nanoreactores
	Control de distribución de tamaños de partícula en latex de pintura
	Desarrollo de aditivos promotores del reforzamiento para polímeros frágiles. Materiales poliméricos nanoestructurados
	Desarrollo de biosensores ópticos para el diagnóstico clínico de fluidos fisiológicos
	Desarrollo de método de preparación de copolímeros en bloques estireno-anhidro maleico y su estudio como dispersante de partículas nanométricas de dióxido de titanio
	Desarrollo de nanocompuestos de poliolefinas
	Desarrollo de procesos y productos para obtención de hips retardante a la flama con partículas de mgo
	Desarrollo tecnológico para la producción de elastómeros del tipo copolímeros de estireno/butadieno con diferencias moleculares. aplicación a materiales resistentes al impacto. relación estructura-síntesis-propiedades
	Desarrollo y análisis de microperfiles poliméricos por el método de pultrusión
	Efecto de Nanopartículas de Negro de Humo sobre las Propiedades Conductivas de un Elastómero SBR
	Estudio de nanocompuestos poliméricos producidos a partir de poliestireno de alto impacto, poli(tereftalato de etileno) y nanoarcillas.
	Estudio del comportamiento magnetoelástico de geles y magneto-reológico de fluidos magnéticos complejos
	Estudio del comportamiento óptico de películas plásticas modificadas con nanopartículas inorgánicas
	Estudio del efecto de las interacciones interfaciales nanopartícula - matriz polimérica sobre el grado de dispersión y las propiedades de nanocompuestos
Estudio del tratamiento de nanopartículas con plasma, y su efecto sobre las interacciones interfaciales nanopartícula - matriz polimérica y sobre las propiedades físicas y mecánicas de nanocompuestos poliméricos	
Exploración de las técnicas de funcionalización de nanotubos, nanoalambres y nanopartículas y su transformación en grupos químicos activos en polimerización radicalica viviente	
Formulación de adhesivos acuosos de tamaño de partícula nanométrico para la industria del calzado	
Fortalecimiento de la infraestructura humana del CIATEC en el tema de nanomateriales	
Incorporación de nanopartículas de plata a matrices poliméricas	
Modificación de asfaltos con modificadores de tamaño de partícula nanométrico	

ÁREA DE COMPETENCIA CLAVE	PROYECTO
	Nanocomposites de poliuretano/nanopartículas de plata mediante el proceso de Moldeo por Inyección Reactiva (RIM)
	Nanoestructuración de polímeros semicristalinos con nanotubos de carbón. Obtención de nuevos materiales poliméricos semiconductores con alta resistencia mecánica y a la degradación térmica
	Nanoestructuras multiferroicas híbridas
	Nanolátices magnéticos termosensibles. Síntesis mediante polimerización en microemulsión normal
	Nanotecnología en materiales compuestos
	Nanotecnología en resinas acuosas para la obtención de pinturas
	Nuevos materiales elastoméricos termoplásticos nanoestructurados basados en sistemas ternarios complejos de PP-EP/EVA/Nanoarcilla
	Reología a régimen transitorio del nanocompuesto PET-PEN-montmorillonita
	Rotores libres, a partir de nanocomposites magnéticos y su uso en transformadores
Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Síntesis y caracterización de materiales compuestos que contienen nanotubos de carbono y una matriz polimérica
	Síntesis y caracterización de nanocompuestos a partir de mezclas de resinas epóxicas polisulfona y monmorillonita
	Síntesis y Propiedades de Materiales Híbridos Nanoestructurados mediante el Proceso de Intercalación en el Fundido
	Síntesis, caracterización y aplicación industrial de nanocompositos a base de nanotubos de carbono
	Síntesis, caracterización y estudio de nanocompuestos poliméricos producidos a partir de una matriz polimérica y nanopartículas de sulfato de bario sintetizados por precipitación controlada.
	Síntesis, caracterización y utilización de polímeros nanoestructurados a partir de metalhexacianometalatos y polímeros iónicos
	Sistemas catalíticos basados en metalocenos para la polimerización de monómeros vinílicos
	Synthesis and incorporation of tailored CdSe nanoparticles in a PMMA matrix via miniemulsion polymerization for hydrocarbon sensing applications
	Uso de fluidos nanoestructurados en la síntesis de polímeros conductores
	Uso de materiales poliméricos y vítreos para la síntesis de nanoestructuras magnéticas

ÁREA DE COMPETENCIA CLAVE	PROYECTO
Simulación Computacional	Creación de una empresa para ofrecer soluciones de hardware y software en el diseño de materiales y moléculas
Bionanotecnología	Aplicación de polisacáridos sulfatados de microalgas marinas para el diseño de estrategias de prevención de infecciones por <i>Helicobacter pylori</i>
	Caracterización de la competencia en transformación génica de complejos de ADN con materiales nanoestructurados
	Complejos enzimáticos y no-enzimáticos con materiales nanoestructurados
	Desarrollo de biochips basado en microarreglos para la identificación de marcadores genéticos aplicados a problemas biotecnológicos y biomédicos
	Desarrollo de reactores de membrana mediante nanomanipulación estructural. Estudio y caracterización
	Desarrollo de vacunas genéticas contra infecciones por <i>aeromonas</i> en peces
	Detección rápida de contaminantes microbianos y sustancias adulterantes en productos alimenticios
	Determinación de la capacidad antioxidante, in vitro e in vivo, de nanopartículas de ciclodextrinas-polifenoles
	Estudio de interfases nanoestructuradas biológicamente activas
	Estudio de la interacción de diferentes biomoléculas y sistemas enzimáticos sobre diferentes películas poliméricas utilizadas como empaque para la industria alimentaria. Desarrollo de empaques activos o inteligentes
	Evaluación de la capacidad antibacteriana y antioxidante de complejos de materiales nanoestructurados con enzimas y nanopartículas metálicas
	Evaluación de respuestas in vivo e in vitro a la exposición de materiales nanoestructurados
	Identificación y caracterización de genes relacionados con la patogénesis/virulencia de bacterias causantes de infecciones en camarón
	Inmunogenómica y proteómica de peces marinos
	Liberación controlada de antibacterianos a partir de nanopartículas de ciclodextrina
	Materiales nanoestructurados como adyuvantes y soporte de antígenos para vacunación animal
	Membranas con actividad proteolítica para tratamiento de efluentes
Síntesis de nanopartículas metálicas para aplicaciones biotecnológicas	
Utilización de polisacáridos sulfatados de microalgas marinas para la prevención de infecciones por <i>Helicobacter pylori</i>	
Nanometrología	Desarrollo de métodos validados para la identificación y medición de la cantidad de sustancia de nanomateriales con potencial de riesgo para la salud humana, de acuerdo a los hallazgos sobre su toxicidad que se encuentren por las instituciones dedicadas a ello
	Desarrollo de patrones de medida para nano mediciones. Rejillas de difracción
	Desarrollo y Certificación de Materiales de Referencia para Nanomediciones
<b>90 proyectos</b>	

**Anexo 6.1.3.- Programas de Posgrado y Capacitación por Institución**

INSTITUCIÓN	PROGRAMAS DE POSGRADO Y CAPACITACIÓN EXISTENTES	ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE
Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMAV)	Doctorado en Ciencia y Tecnología Ambiental	Nanopartículas
	Maestría en Ciencia y Tecnología Ambiental	Nanopartículas
	Doctorado en Ciencia de Materiales con opción terminal en Simulación de Materiales y Procesos	Simulación Computacional
	Maestría en Ciencia de Materiales con opción terminal en Simulación de Materiales y Procesos	
		Nanopartículas
	Doctorado en Ciencia de Materiales con opción terminal en Nanotecnología	Materiales Poliméricos Nanoestructurados
		Materiales Nanoestructurados Inorgánicos
Centro Investigación en Química Aplicada (CIQA)	Doctorado en Tecnología de Polímeros	Materiales Poliméricos Nanoestructurados
	Maestría en Tecnología de Polímeros	
	Especialización en Química Aplicada	
Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)	Doctorado interinstitucional en Ciencia y Tecnología con opciones terminales de: Mecatrónica, Diseño y Desarrollo de Sistemas Mecánicos	Diseño y desarrollo de procesos y equipos
	Maestría interinstitucional en Ciencia y Tecnología con opciones terminales de: Mecatrónica, Diseño y Desarrollo de Sistemas Mecánicos y Metrología	
	Programa Germano-Mexicano de Maestría en Mecatrónica, en conjunto con la Universidad de Aachen de Alemania.	
	Especialidad de Tecnólogo en Mecatrónica	
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. (CICY)	Doctorado en Materiales Poliméricos	Materiales Poliméricos Nanoestructurados
	Maestría en Materiales Poliméricos	
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD)	Doctorado en Ciencias. Especialidades: Nutrición humana; Nutrición animal; Bioquímica de alimentos; Toxicología de alimentos; Microbiología; Estudios postcosecha de productos hortofrutícolas; Aseguramiento de la calidad e inocuidad alimentaria; Adulteración de Alimentos; Fitopatología; Desarrollo de nuevos productos; Fisicoquímica de Alimentos; Empaque y Vida de Anaquel; Biotecnología de Organismos Marinos; Biopolímeros; Acuicultura (nutrición y patología de organismos acuáticos); Ciencia y tecnología de alimentos (carnes, lácteos, marinos, cereales y vegetales); Biología Molecular de Organismos Acuáticos.	Bionanotecnología
	Maestría en Ciencias. Especialidades: Nutrición humana; Nutrición animal; Bioquímica de alimentos; Toxicología de alimentos; Microbiología; Estudios postcosecha de productos hortofrutícolas; Aseguramiento de la calidad e inocuidad alimentaria; Adulteración de Alimentos; Fitopatología; Desarrollo de nuevos productos; Fisicoquímica de Alimentos; Empaque y Vida de Anaquel; Biotecnología de Organismos Marinos; Biopolímeros; Acuicultura (nutrición y patología de organismos acuáticos); Ciencia y tecnología de alimentos (carnes, lácteos, marinos, cereales y vegetales); Biología Molecular de Organismos Acuáticos.	
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQU)	Doctorado en Ciencia y Tecnología con orientación en Ingeniería Ambiental	Nanopartículas
	Maestría en Ciencia y Tecnología con orientación en Ingeniería Ambiental	
	Doctorado en Electroquímica	
	Maestría en Electroquímica	
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) México	Doctorado en Química	Simulación Computacional
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) Unidad Querétaro	Doctorado en Ciencias con Especialidad en Materiales	Nanopartículas
	Maestría en Ciencias con Especialidad en Materiales	
	Doctorado en Ciencias con Especialidad en Materiales	Simulación Computacional
	Maestría en Ciencias con Especialidad en Materiales	

INSTITUCIÓN	PROGRAMAS DE POSGRADO Y CAPACITACIÓN EXISTENTES	ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) Unidad Saltillo	Doctorado en Ciencias en Ingeniería Metalúrgica y Cerámica	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos
	Maestría en Ciencias de la Ingeniería Cerámica	
	Maestría en Ciencias de la Ingeniería Metalúrgica	
Centro de Investigación e Innovación Tecnológica (CIITEC) del Instituto Politécnico Nacional (IPN)	Doctorado en Tecnología Avanzada PTA, con enfoque en Innovación Tecnológica	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos
	Maestría en Tecnología Avanzada PTA, con enfoque en Innovación Tecnológica	
	Especialización en Ingeniería para el Transporte Público Terrestre	
	Licenciatura en la Escuela de Ingeniería Mecánica y Eléctrica ESIME-Azcapotzalco	
	Programa de posgrado en Ingeniería del Transporte Público Terrestre	
Escuela Superior de Física y Matemáticas (IPN)	Doctorado en Física de los Materiales	Nanopartículas
	Maestría en Ciencia de Materiales	
	Doctorado en Física	
	Maestría en Física	
Instituto de Física (UNAM)	Doctorado en Ciencias (Física)	Materiales Nanoestructurados Inorgánicos
	Maestría en Ciencias (Física)	
Instituto de Investigaciones en Materiales (UNAM)	Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales	Materiales Poliméricos Nanoestructurados
Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH)	Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos	Bionanotecnología
	Maestría en Biotecnología	
	Doctorado en Ingeniería Física Industrial con opción terminal en Nanotecnología (Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas)	
Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)	Maestría en Ingeniería Física Industrial con opción terminal en Nanotecnología (Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas)	Nanopartículas
	Especialidad, (Hospital Universitario)	
Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)	Doctorado en Ciencias (Física)	Nanopartículas
	Doctorado Institucional en Ingeniería y Ciencia de Materiales	
	Maestría en Metalurgia e Ingeniería de Materiales	
	Licenciatura en Ingeniería Física	
	Licenciatura en Ingeniería Química	Materiales Poliméricos Nanoestructurados
	Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química con especialidad en Polímeros	
	Doctorado en Ciencias Químicas con especialidad en Polímeros (Facultad de Ciencias Químicas)	
	Maestría en Ciencias Químicas con especialidad en Polímeros (Facultad de Ciencias Químicas)	
	Doctorado en Física con especialidad en Polímeros (Facultad de Ciencias Químicas)	
	Maestría en Física con especialidad en Polímeros (Facultad de Ciencias Químicas)	
Doctorado en Materiales con especialidad en Polímeros (Facultad de Ciencias Químicas)		
Maestría en Materiales con especialidad en Polímeros (Facultad de Ciencias Químicas)		
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)-Iztapalapa	Doctorado en Química (División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la UAM-Iztapalapa)	Simulación Computacional
	Doctorado en Química (División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la UAM-Iztapalapa)	
	Doctorado en Física	Nanopartículas
	Maestría en Física	

INSTITUCIÓN	PROGRAMAS DE POSGRADO Y CAPACITACIÓN EXISTENTES	ÁREA TEMÁTICA
Universidad de Guadalajara (UDG)	Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química	Materiales Poliméricos Nanoestructurados
	Maestría en Ciencias en Ingeniería Química	
Universidad de Guanajuato (UGTO)	Doctorado en Química (Facultad de Química)	Simulación Computacional
	Maestría en Química (Facultad de Química)	
Universidad de Sonora (UNISON)	Doctorado en Física	Bionanotecnología
	Maestría en Física	
	Doctorado en Ciencias de Materiales	
	Maestría en Ciencias de Materiales	
	Maestría en Ciencias y Tecnología en Alimentos	
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)	Doctorado en Ciencias	Bionanotecnología
	Maestría en Biología Experimental	
Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ)	Doctorado en Ciencias en Polímeros	Materiales Poliméricos Nanoestructurados
	Diplomado en Ciencias e Ingeniería de los Polímeros	

**Maestría 35**  
**Doctorados 34**

**Anexo 6.1.4.- Laboratorios, Equipo Experimental y Plantas Piloto**

ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	LABORATORIOS Y PLANTAS PILOTO	EQUIPO EXPERIMENTAL
Nanopartículas	Laboratorio de Calidad del Aire	Coletores e Impactores de partículas. Modelador Físico de Aspersión Piroclítica
	Laboratorio de Caracterización de Nanomateriales	Equipos para Caracterización estructural: Microscopía electrónica, DRX, Espectroscopía Raman, Espectrofotometría infrarroja, Espectrometría de masas. Caracterización termodinámica: Calorímetro AC de bajas temperaturas. Caracterización eléctrica: Sistema de medición Temperatura-Resistencia. Caracterización química: Espectroscopía de Absorción Atómica.
	Laboratorio de Catálisis Industrial	N.D.
	Laboratorio de Catálisis para HDS	N.D.
	Laboratorio de Diseño Molecular	N.D.
	Laboratorio de Electrocatálisis	N.D.
	Laboratorio de Electroquímica	N.D.
	Laboratorio de Espectroscopías	N.D.
	Laboratorio de Hidrógeno y Celdas de Combustible	N.D.
	Laboratorio de Inmunología e Infectología	N.D.
	Laboratorio de Microscopía	Microscopio de Investigación OLIMPUS AX-70; Microscopio de platina invertida OLIMPUS PMG-3; Microscopio Electrónico de Transmisión CM-200 Marca Philips (FEI); Microscopio estereoscópico OLIMPUS SZH-10; Microscopio de Fuerza Atómica, Marca: DIGITAL, modelo: NANOSCOPE IVa; Microscopio Electrónico de Barrido, Marca: JEOL, modelo: JSM 5800-LV y Microscopio Electrónico de Barrido, Marca: JEOL, modelo: JSM-7401F
	Laboratorio de Nanociencias y Nanotecnología	N.D.
	Laboratorio de Nanotecnología e Ingeniería Molecular	N.D.
	Laboratorio de Óptica Cuántica	N.D.
	Laboratorio de Preparación de Nanomateriales	Depósito de vapor en espacio cerrado, Ablación láser, sputtering, depósito de baño químico, depósito químico por aerosol.
	Laboratorio de Producción de Hidrógeno y Celdas de Combustible	N.D.
	Laboratorio de Propiedades Estructurales	N.D.
	Laboratorio de Propiedades Ópticas	N.D.
	Laboratorio de Proyectos Ambientales	N.D.
	Laboratorio de Química de Materiales	DSC; FTIR; Mediano Infrarrojo; Cercano Infrarrojo; Espectroscopía Raman; Espectroscopía UV-Vis; Espectroscopía de impedancias; Fluorescencia; Microscopía AFM; Microscopía SEMco; DRX; Software para cálculos de primeros principios Gaussian 98; Refinamiento Rietveld;
Laboratorio de Química de Materiales	N.D.	
Laboratorio de Residuos y Suelo	N.D.	
Laboratorio de Simulación	N.D.	
Laboratorio de Superficies Modificadas	N.D.	
Laboratorio de Tratamientos de Superficie	N.D.	
Laboratorio de Vigilancia Radiológica del Aire	Detector gamma de Germanio Puro. Detector de Microfluorescencia	
Planta Piloto de Electroquímica – Galvanoplastia	N.D.	
Planta Piloto de Tecnología Ambiental	N.D.	
Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Laboratorio de Aleado Mecánico con molinos Spex y Simoloyer de Alta Energía con sistema de molienda semi-automatizado.	Prensa 60 Ton con sistema de Extrusión hasta 550°C, Mufla de Atmósfera Controlada con rampa de temperatura y ciclos térmicos, Trefiladora con riel 3m.
	Laboratorio de Control y Automatización	N.D.
	Laboratorio de Corrosión	Pistola de Plasma, SPS, Sputtering, Electroless, Sol-Gel.
	Laboratorio de Corrosión Electroquímica	N.D.
	Laboratorio de Deterioro de Materiales en Alta Temperatura	Atomizador de Polvos
	Laboratorio de Electrónica	N.D.
	Laboratorio de Ensayos No Destructivos	N.D.
	Laboratorio de Microondas	N.D.
	Laboratorio de Microscopía	N.D.
	Laboratorio de Procesamiento y Pruebas de Materiales	N.D.
	Laboratorio de Química Ambiental	N.D.
	Laboratorio de Recubrimientos	N.D.
	Laboratorio de RFID (Radio Frequency Identification)	N.D.
Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Laboratorio de Caracterización Química	Laboratorios de Investigación con un total 15,000 m <sup>2</sup> , totalmente equipados y de primer nivel, con la infraestructura que se cuenta se pueden realizar actividades de investigación avanzadas, algunos ejemplos son: Síntesis de metalocenos y su uso en la polimerización estereo-específica, síntesis bioenzimática de polímeros, polimerización radicalica controlada, diseño y síntesis de polímeros-conjugados, síntesis y estudio de cristales líquidos moleculares y poliméricos, síntesis de polímeros en medios dispersos (emulsión, microemulsión, miniemulsión), síntesis de materiales con propiedades magnetoreológicas, funcionalización de partículas nanométricas, desarrollo de nanocompuestos, desarrollo de películas delgadas funcionales, desarrollo de biosensores, desarrollo de nanopartículas magnéticas, entre otras. Se cuenta con los espacios adecuados para cada equipo, corriente regulada central y aire acondicionado.
	Laboratorio de Ensayos Fisicomecánicos	
	Laboratorio Central de Instrumentación Analítica	Algunos equipos ubicados en este laboratorio son: 2 microscopios electrónicos de barrido; uno de ellos de alta resolución; un microscopio de fuerza atómica; un microscopio confocal; un difractómetro de rayos X equipado con las técnicas de polvos y reflectometría; 2 dispersores de luz; 2 equipos de resonancia magnética nuclear (200 y 300 MHz), ambos de tipo multinuclear y temperatura variable; varios equipos de análisis térmico (DSC, TGA, DMA y TMA), varios cromatógrafos (HPLC, MS-GC, 2 GPC), 2 microtomos, uno de ellos criogénico, etc.

ÁREA TEMÁTICA	LABORATORIOS Y PLANTAS PILOTO	EQUIPO
Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Laboratorio de Análisis Instrumental	N.D.
	Laboratorio de Físico-Química	N.D.
	Laboratorio de Materiales	N.D.
	Laboratorio de Mecánica	N.D.
	Laboratorio de Operaciones Unitarias	N.D.
	Laboratorio de Polímeros	Extrusor Semi-industrial NIETO con capacidad de 40 Kg/h Inyectora de Plásticos Prensa Hidráulica semi industrial Se cuenta además con un taller mecánico para la fabricación de moldes, probetas, piezas, etc.; equipado con torno, fresadora, taladro, etc.
	Laboratorio de Procesamiento	N.D.
	Laboratorio de Procesamiento de Polímeros	N.D.
	Laboratorio de Química y de Reactores	Una Planta de Procesos Químicos, con reactores de diferente capacidad, algunos equipados con sistemas de control computarizados; y una Planta de Procesos de Transformación de Plásticos, provista con varios extrusores donde se pueden llevar a cabo procesos de extrusión de cable y películas, co-extrusión, extrusión reactiva, extrusión de película multicapa, etc.; 2 inyectoras; equipo de termoformado, equipo de inyección-soplado, 2 equipos Brabender, etc.
	Laboratorio de Redes Poliméricas y Fenómenos de Interfase	N.D.
	Laboratorio de Síntesis y Caracterización de Polímeros	N.D.
Planta Piloto de Procesos Químicos	N.D.	
Planta Piloto de Procesos de Transformación de Plásticos	N.D.	
Bionanotecnología	Laboratorio de Alimentos	Equipo de cómputo de procesamiento paralelo, disponible en caso sea requerido.
	Laboratorio de Biofísica	N.D.
	Laboratorio de Biología Molecular	Cuenta con una estación de trabajo silicon Graphics con Windows 2000 y una con IRIX 6.4 que actualmente son obsoletas pero se utilizan para modelación molecular de proteínas y ácidos nucleicos, además de un servidor Linux para cálculos.
	Laboratorio de Bioquímica de Proteínas	N.D.
	Laboratorio de Biosensores y Biomateriales	N.D.
	Laboratorio de Biotecnología	N.D.
	Laboratorio de Biotecnología Microbiana	N.D.
	Laboratorio de Células Animales	N.D.
	Laboratorio de Cromatografía	N.D.
	Laboratorio de Fisiología y Bioquímica de Vegetales	N.D.
	Laboratorio de Frutas y Vegetales	N.D.
	Laboratorio de Inmunología	N.D.
	Laboratorio de Inmunología Animal	N.D.
	Laboratorio de Materiales	N.D.
	Laboratorio de Microalgas	N.D.
	Laboratorio de Microbiología	N.D.
	Laboratorio de Microscopía Electrónica de Transmisión	N.D.
	Laboratorio de Nanomateriales	N.D.
	Laboratorio de Patogénesis Microbiana	N.D.
	Laboratorio de Preparación de Muestras por Criofractura	N.D.
	Laboratorio de Productos Vegetales Frescos Cortados	N.D.
	Laboratorio de Química Computacional	N.D.
	Laboratorio Húmedo para Cultivo de Peces	N.D.
Planta Piloto para Mantenimiento Temporal de Cerdos	N.D.	
Planta Piloto equipada con secadores de aspersión, marmitas, liofilizador, esterilizador vertical, ultracongelador, ultrafiltrador, procesadoras de alimentos, empacadoras al vacío, mesas de procesamiento, congeladores, cámaras de almacenamiento, prensas, caldera y otros.	N.D.	
Bioterio	N.D.	
Nanometrología	Laboratorio Dimensional y Caracterización Microcomposicional	Microsonda analítica (EPMA) EDS y WDS JEOL JXA-8200 Microscopía de barrido con electrones en bajo vacío JEOL JSM-6390LV Análisis de tamaño de partícula Accusizer 780A Análisis de distribución de tamaño de partícula Malvern Mastersizer X Microscopio óptico metalográfico Olympus PMG3 Microscopio óptico de polarización Olympus BX50
	Laboratorio de Calorimetría de Barrido Diferencial	N.D.
	Laboratorio de Difracción de Rayos-X	N.D.
	Laboratorio de Espectroscopía Infrarroja	N.D.
	Laboratorio de GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry)	N.D.
	Laboratorio de ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry)	N.D.
	Laboratorio de Interferometría	N.D.
	Laboratorio de Láseres Estabilizados	N.D.
	Laboratorio de LC- MS (Liquid Chromatography-Mass Spectrometry)	N.D.
	Laboratorio de Mediciones SEC	N.D.
	Laboratorio de Microscopía	N.D.
	Laboratorio de UV-Vis	N.D.

ÁREA TEMÁTICA	LABORATORIOS Y PLANTAS PILOTO	EQUIPO
Simulación Computacional	Laboratorio de Química Computacional. Grupo NANOCOSMO	Entre todas las instituciones participantes en esta área de competencia clave, se cuenta con alrededor de 750-800 procesadores de tecnología reciente como Pentium, Xeon, Itanium, Woodcrest, Opteron y PowerPC, destinados a la realización de estudios en estructura electrónica y molecular.
	Laboratorio de Computo de Alto Desempeño	
	Laboratorio de Supercómputo y Visualización en Paralelo	
	Laboratorio de Electroquímica y Corrosión	
	Laboratorio de Supercómputo de Alto Desempeño	
Diseño y desarrollo de procesos y equipos	Laboratorio de Simulación por Computadora de Materiales y Procesos	N.D.
	Laboratorio de Mecánica de Materiales	N.D.
	Laboratorio de Mecatrónica	N.D.
	Laboratorio de Metrología	N.D.
	Laboratorio de Modelación y Simulación	N.D.
	Laboratorio de Robótica	N.D.
	Laboratorio de Tecnología de Materiales	N.D.
Laboratorio de Tecnologías de Información	N.D.	

## Anexo 6.1.5.- Sistemas de Información y Acervo Bibliográfico

### **BASES DE DATOS:**

American Chemical Society  
ASFA Oceanic & Water resources  
Bivitec  
Cambridge Scientific Abstracts  
Chemical Abstracts Service. CAS  
Citation Reports  
DialogWeb  
Ebesco  
Elsevier  
Host Research database  
HW-Wilson  
In4Mex  
Informe Académico de Thomson Gale  
ISI-Knowledge  
ISI-Thompson  
MedicLatina  
OCENET Medicina y Salud  
OVID  
ProQuest  
RefWorks  
SciFinder  
Scitation Index  
Silver Platter  
Software para cálculos de primeros principios Gaussian 98; Refinamiento Rietveld; Bases de datos completas: Materiales orgánicos (CSD) y Materiales inorgánicos (ICSD)  
U.S. Patent Office  
Web of Science - Thomson Scientific

### **REVISTAS ELECTRONICAS:**

ACS Preprints  
ACS Publications  
AIChE Journal  
American Chemical Society  
American Institute of Physics  
American Naturalist  
American Physical Society  
Aquatic Microbial Ecology  
Áreas especializadas de nutrición y tecnología de alimentos  
Bioch & Mol. Bio Education  
Biotechnology and Bioengineering  
Boletín IIE  
British Polymer Journal  
Bull. Marine Science  
Chem. Phys.  
Chemical and Chemistry News  
Chemical Engineering  
Chemical Engineering Education  
Chemical Engineering News  
Chemical Engineering Progress  
Chemical Engineering Science  
Computer and Chemical Engineering

## REVISTAS ELECTRONICAS:

Control Engineering  
Cuadernos de Difusión Científica  
ESA publications  
Hydrocarbon Processing  
Industrial and Engineering Chemistry  
Int J. Plant Sciences  
International Chemical Engineering  
Journal of Applied Physics  
Journal of Polymer  
Journal of Polymer Science- Chemistry  
Journal of Polymer Science-Physics  
Journal of Applied Polymer Science  
Journal of Interphase and Colloid Science  
Journal of Macromolecular Science  
Journal of Materials  
Journal of Physical Chemistry  
Journal of Polymer Science Part B: Polym. Phys.  
Journal of Polymer Science. Part A: Polym. Chem.  
Journal of Rheology  
Langmuir  
Macromol  
Macromolecules  
Marine Biology  
Marine Biotechnology  
Modern Plastics International  
Nature  
Plant Cell  
Plant Physiol.  
Polym. Plastics Technology and Engineering  
Polymer  
Polymer Bulletin  
Polymer Communications  
Polymer Composites  
Polymer Engineering and Science  
Polymer Preprints  
Polymer Process Engineering  
Redalyc  
Revista del IMIQ  
Rubber Chemistry & Technology  
Sci  
STM Collection Blackwell synergy  
Swets Wise  
Thermochemica Acta  
200 libros en polímeros

## REDES DE CÓMPUTO

Internet2  
Red Inalámbrica

## Anexo 6.1.6.- Acuerdos y Convenios de Colaboración Internacional

ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	INSTITUCIONES CON COLABORACIÓN/CONVENIOS
Nanopartículas	Academia de Ciencias de Moldova, Moldova Berkeley National Laboratory: Colaboración en investigación sobre microscopía de alta resolución de nanoaleaciones Bi-National Sustainability Laboratory Centre National de la Recherche Scientifique.CNRS-Francia Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat) España Ecole Polytechnique, Montreal, Canada IMEM-CNR Istituto Nazionale di Fisica della Materia, Unita' di Genova-Italia Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia, Italia Laboratorio Nacional Los Alamos Laboratorio Nacional Sandia Universidad del País Vasco (UPV/EHU), España University at Albany State of New York University of Florida, Gainesville University of Texas at Austin
Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Bi-National Sustainability Laboratory Laboratorio Nacional Los Alamos Laboratorio Nacional Sandia Universidad de Ciencias Técnicas de Lille, Francia Universidad de Kioto, Japón Universidad de Nevada, Reno Universidad de Tokio, Japón Universidad de Toronto, Canadá Universidad Técnica de Hamburgo, Alemania University at Albany State of New York University of Texas at Austin
Materiales Poliméricos Nanoestructurados	Laboratorio Nacional de Bookhaven Laboratorio Nacional Los Alamos Laboratorio Nacional Sandia The University of Tennessee, Knoxville University at Albany State of New York University of Texas at Austin University of Akron, Ohio
Bionanotecnología	Ecole Normale Supérieure, Paris Red ALFA con la Unión Europea Redes del CYTED University of Texas at Austin Universidad de Washington (UW) Université de Paris XI, Francia University of Maryland, Baltimore
Simulación Computacional	Auburn University Fuerza Aérea de los Estados Unidos Harvard University Institut de Ciència de Materials de Barcelona, España Institut de Ciència de Materials San Sebastian, España L'université Joseph Fourier, Francia McMaster University, Canada Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile Tecnológico de Zurich (ETH), Suiza Universidad de Antioquia de Colombia, Colombia Universidad de Girona, España Universidad de Kassel, Alemania Universidad de Louvain (UCL), Bélgica Universidad de Padova, Italia Universidad del Valle, Colombia Universidad Nacional de Colombia Universidad Santiago de Chile Universidad Técnica de Dresden, Alemania Université de Montréal, Canadá University at Albany State of New York University of Calgary, Canada University of California, San Diego University of Florida, Gainesville University of Houston, Texas University of Texas at Austin Virginia Commonwealth University, Virginia
Nanometrología	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Comité Consultivo para la Cantidad de Materia (CCQM) Unión Europea
Diseño y desarrollo de procesos y equipos	American Society of Mechanical Engineers Centro Español de Metrología, España Centro Internacional de Información sobre Seguridad y Salud en el Trabajo Conservatoire national des arts et métiers (Cnam) EIGSI - Ecole d'Ingénieurs en Génie des Systèmes Industriels Fachhochschule Aachen Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología Instituto Tecnológico de Óptica, Color e Imagen/Asociación Industrial de Óptica, Color e Imagen Japan International Cooperation Agency Programme de Coopération Post-graduée.PCP-France Proyecto GTC. Gran Telescopio Canarias Red de información de los Centros CIS - Francia Technischen Universität Berlin Technischen Universität Hamburg-Hamburg The American Society for Nondestructive Testing Universidad Politécnica de Madrid Universität Rostock Université des Sciences et Techniques de Lille

## **Anexo 6.1.6.1. Propuesta para Integrar el Cluster de Nanotecnología en Norteamérica. ASU (EUA) y CIMAV**

### **PROPOSAL:**

#### **NORTH AMERICAN CLUSTER FOR NANOTECHNOLOGY**

Initiating institutions: Arizona State University in the U.S. and CONACyT National Center for Advanced Materials in Chihuahua, Mexico

---

### **I. VISION & BACKGROUND**

Arizona State University (ASU) in the U.S. and Centro de Investigación de Materiales Avanzados (CIMAV) in México are developing a bi-national, interdisciplinary cluster of research, technology and entrepreneurship focused on the nanosciences between Phoenix, Arizona and Chihuahua, Chihuahua. Both cities and institutions are emerging as promising international centers for science and technology innovation, and have a mutual interest in increasing the overall competitiveness and economic development of their shared region.

The micro and nanotechnology efforts at ASU bring together one of the broadest groupings of investigators and research tools in the world of nanoscience and technology. It is traditional to think of nanostructures as carved out of, or self-assembled with silicon or other semiconductors, but organic and biological molecules are also nanostructures, and, to ASU, the future lies in bringing together these structures and bringing together the experts who study and make them.

With this additional capacity and perspective, ASU and CIMAV are looking to enhance the proposal for the National Initiative in Nanotechnology (NANOMEX) and have also discussed such a collaboration to fulfill the existing alliance and institutional agreement between ASU and CONACyT. This 2004 agreement established (1) a fellowship program for up to 75 graduate Mexican students to attend ASU annually, as well as the onus to (2) explore programs and mechanisms that will promote increased opportunities of collaboration between ASU and the Mexican academic community, and (3) engage in binational research of strategic relevance for both regions. By advancing with this intent, we have the opportunity to promote economic development and increase educational/workforce capacity throughout the region while integrating strategic sectors that will promote the technological and sustainable improvement of the region through new and advanced materials.

Encompassing the inclusiveness of working with academia, government and the corporate community, and establishing a far-reaching network that will leverage regional capabilities, the aim of this cluster of innovation and entrepreneurship is to:

- Leverage existing resources and embracing the shared cultural, socioeconomic, and physical setting to foster leadership, dialogue and regional change;
- Create a center of attention for recruiting top researchers to the region, subsequently linking NANOMEX to additional regional clusters of entrepreneurship; expanded capabilities maximize the potential to create an international network of researchers, facilities, and corporate partners from burgeoning hubs of competitiveness and entrepreneurship;
- Promote binational and international research that improves upon existing technologies, develops new advanced materials and considers the environmental impacts and public policy implications of nanotechnology on society;
- Attract companies and identify opportunities for commercialization to the region; this would also create opportunities to receive direct input from leading companies and governmental agencies into applied research and curriculum; and
- Provide a coordinated and focused support structure to advance and engage collaborative binational initiatives through the presence of liaison offices.

## II. ASU'S CORE IN NANOSCIENCE AND TECHNOLOGY

The key micro and nanotechnology efforts at ASU are the Biodesign Institute and the Arizona Institute for Nano-Electronics (AINE). Traditional tools in nanoelectronics and nano-scale analysis have been brought together with expertise in surface, bioconjugate and organic chemistry. The Biodesign Institute combines these strengths with expertise in bioelectronics, biosensors and nano-medicine. Its Center for Applied NanoBioscience is a unique university based facility for nanomanufacturing and prototyping. The Center for Solid State Electronics Research combines state of the art semiconductor manufacturing together with MEMs and Biomaterials as part of the campus nanofabrication facility. The \$45M Army Flexible Display Center focuses on commercial production of organic LED and thin film transistor technology and flexible substrates. The Center for Solid State Sciences houses world class nanocharacterization tools including the Cowley HREM center. At a system level, WINTECH (Wireless Integrated NanoTECHnologies) focuses on utilization of nanotechnology in ubiquitous communication and computing devices.

As a hub of one of the broadest groupings of investigators and research tools in the world of nanoscience and technology, ASU would like to connect CIMAV with the following facilities and related networks:

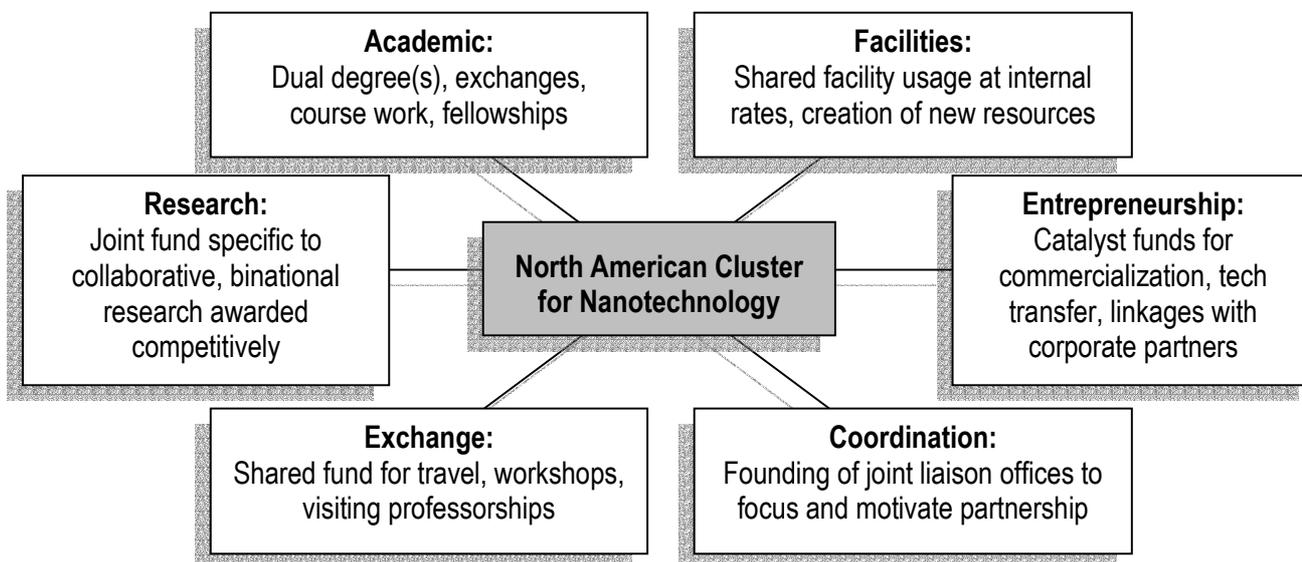
- **Biodesign Institute** (Director George Poste)
- **Center for Applied NanoBioscience** (Director Frederic Zenhausern)
- **Center for Bioelectronics and Biosensors** (Director Joe Wang)
- **Center for Single Molecule Biophysics** (Director Stuart Lindsay)
- **Facility for Surface and Bioconjugate Chemistry** (Director Peiming Zhang)
- **Arizona Institute for Nano-Electronics** (Director Stephen Goodnick)
- **Center for Applied Nanoionics** (Director Michael Kozicki)
- **Center for Biomolecular Integrated Circuits** (Director Trevor Thornton)
- **Center for Nanophotonics** (Director Yong-Hang Zhang)
- **Center for Computational Nanoscience** (Director Mark van Schilgaarde)
- **Center for Solid State Electronics Research** (Director Trevor Thornton)
- **Center for Solid State Science** (Director Nathan Newman)
- **Arizona Technology Enterprises** (CEO Peter Slate)
- **Wireless Integrated NanoTECHnologies** (Director Sayfe Kiaei)

Among the 50 engineering and 79 science faculty working in micro and nanotechnology research, ASU's has developed the special core competencies summarized in the following areas:

1. Nanofabrication
2. Thin film transistor and OLEDs
3. Si nanostructures
4. III-V compound semiconductor nanostructures
5. Biomolecular integrated circuits
6. BioMEMS for bioassay
7. Neural interface micro-implants
8. Single molecule biophysics
9. Nanomaterial-based biolabels
10. Photosynthetic biomolecular systems
11. Nanofuel cells
12. Nano-Biosensors
13. InGaAsSbP Vertical surface cavity emitting lasers
14. Dilute magnetic nitride semiconductor systems
15. High resolution electron microscopy and scanning probe microscopy
16. RF MEMS for wireless system on chip
17. Nanotechnology Policy

### III. STRUCTURE

There are six overall components that would create the proposed binational cluster between ASU and CIMAV:



#### Academic:

- Joint degree programs (including a doctoral program) and course work would be created to accommodate the researchers of all NANOMEX participants and can also be leveraged by the existing fellowship program established between CONACyT and ASU. Out of a total of 75 fellowships, there are 49 unfulfilled positions that could be utilized to this end.

#### Research:

- Established as a competitively-awarded program, collaborative projects specific to binational research areas or effects on the shared region can vie for funds covering costs of research, facility and lab usage, related expenses and publication.
- Primary research areas (*and ASU investigators*):
  - Molecular and Biomolecular Electronics and Sensors: Electronics and sensors based on molecular and biomolecular components such carbon nanotubes, polymers, DNA, and proteins, integrated with micro-machined systems (MEMS), microfluidics and integrated circuit technology. (*Ghassan, Gust, Lindsay, Posner, Raupp, Tao, Thornton, Wang, Woodbury, Yan, Zenhausern*)
  - Nanopower electronics: transport in nanostructures, nanoelectronic devices and architectures, single electron devices, quantum effect devices, quantum computing (*Drucker, Ferry, Goodnick, Kozicki, Tracy, Vasileska, Yu*)
  - Nanoscale materials: Self assembled semiconductor and metallic systems, semiconductor and metal nanowires, quantum dots, nanoparticles, magnetic materials, spintronics, nanocharacterization (*Bennett, Drucker, Mahajan, Nemenich, Newman, Picraux, Smith, Van Schilfgaarde*)
  - Nano- and biophotonics- optical and optoelectronic devices based on nanoscale phenomena, photosynthetic bioenergy conversion, photovoltaics and thermoelectrics, bio-optical devices and processes, biomedical applications of photonics (*Diaz, Gust, Kouvetakis, Lindsay, Menendez, Moore, Ponce, Skromme, Woodbury, Zhang*)

**Exchange:**

- Also coordinated on a competitive basis, a joint fund would be established for relevant travel, workshops, visiting professorships and colloquiums for faculty, researchers and graduate students in supplement of to the existing CONACyT fellowships and to increase engagement of U.S. based students in Mexico.

**Coordination:**

- Creation of joint offices to focus, manage and facilitate all collaborative initiatives through presence at the partner institution. This could be established as a dual capacity for existing faculty supported by a graduate student, or by hiring a separate FTE. These positions would exist at both institutions and they would manage the coordination of visits, exchange of information and personnel, RFP's, executive reporting mechanisms and the identification of new opportunities.

**Entrepreneurship:**

- A catalyst fund would be established to solely support the advancement of joint sponsored projects that are viable and ready to enter into the commercialization phase. A committee representative of all partners arbitrate proposals based on the commercial potential of the technology as well as the impact that funding will have on getting the technology to market.
- ASU can assist or manage technology commercialization, patenting, and licensing by Arizona Technology Enterprises, a corporate extension of the university.
- Also, MacroTechnology Works at ASU can provide business support for the cluster and help connect conceptual research and early-stage proof-of-concept to engineering commercial-ready prototypes and salesmen samples. This organization collaborates with partners to conceptualize and produce prototypes, define cost effective manufacturing processes, and define and fulfill regulatory and compliance requirements.
- ASU partners with several corporations. One partnership is the Center for Interdisciplinary Research in Nanotechnology (CIRN) between ASU and Motorola Embedded Networks Laboratory in Tempe, Arizona (co-directors are George Maracas at Motorola; and Stephen Goodnick at ASU). In addition, research in nanotechnology at ASU is supported by a number of other corporate partners including Agilent, Intel, Freescale, and STM, all with facilities in the Phoenix metropolitan area. ASU is also part of Arizona Technology Enterprises and the Arizona Nanotech Council, which provides a network between ASU and the high tech community in Arizona in microelectronics, biosciences, and nanotechnology.

**Facilities:**

- Usage of partner facilities for the purpose of joint research as well as to promote the formation of new research groups in Mexico (*see Resources and Investment*)
- Office space for joint liaison office at both institutions

#### IV. RESOURCES AND INVESTMENT

The investment we are pursuing is US \$1.5 million dollar allocation annually for duration of 5 years. The total investment as proposed below would be US \$7.975M as outlined below.

	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Subtotals
<b>Academic:</b> Travel and Programming Fund	\$85K	\$85K	\$85K	\$85K	\$85K	\$425K
<b>Research:</b> Joint Fund for Binational Collaborations	\$1M	\$1M	\$1M	\$1M	\$1M	\$5M
<b>Exchange:</b> Visiting Professorships	\$80K	\$80K	\$80K	\$80K	\$80K	\$400K
<b>Coordination:</b> Liaison Office	\$230K	\$230K	\$230K	\$230K	\$230K	\$1.15M
<b>Entrepreneurship:</b> Catalyst for Commercialization Fund	\$100K	\$100K	\$100K	\$100K	\$100K	\$500K
<b>Facilities:</b>	\$100K	\$100K	\$100K	\$100K	\$100K	\$500K
<b>Totals:</b>	<b>\$1.595M</b>	<b>\$1.595M</b>	<b>\$1.595M</b>	<b>\$1.595M</b>	<b>\$1.595M</b>	<b>\$7.975M</b>

##### **Academic:** Travel and Programming Fund

- *\$85 For faculty and students to coordinate joint research, educational lecture series or other academic programs; costs cover airfare, lodging, per diems and marketing materials and may be used in support of joint academic degree programs at the graduate and doctoral levels*

##### **Research:** Joint Research Fund for Collaborative, Binational Projects

- *\$800K apiece for 4 faculty-driven based project selected through competitive process; awarded every other year annually for projects of varying timeframe within 5 years*
- *\$50K apiece for 2 student-initiated projects awarded every other year annually for projects of varying timeframe within 5 years; also supports stipends for 4 part-time mentors*

##### **Exchange:** Visiting Professorships

- *\$50K for each faculty for semester cycles including travel expenditures, per diems, salary of comparable to home institution*
- *2 positions annually*

##### **Coordination:** Liaison Office for ASU-CIMAV initiatives

- *\$100K Salary for 2 FTE Coordinators (housed at respective institutions)*
- *\$50K Office space and equipment*
- *\$30K Marketing Collateral*
- *\$50K for coordination of visits, events and relationship-building*
- *Annual review and quarterly communication of efforts at executive level*

##### **Entrepreneurship:** Catalyst for Commercialization Fund

- *\$100K – Competitively awarded to qualified proposals, this provides proof-of-concept and prototype development funding to ready binational research initiatives for commercialization. These funds would also be geared toward creating incentive(s) to develop research groups in Mexico with the aim of transferring some of the industrial research and production there.*

#### Facilities:

- *\$100K - The Annex provides a detailed list of user facilities and equipment available for this program. As part of the partnership under NACN, these facilities will be available for users from CIMAV and partner institutions at the internal rates set for ASU users.*

#### V. ANNEX: Researchers

- **Peter Bennett** - structure and kinetics of metals on silicon surfaces (silicides) using a variety of ultra-high vacuum techniques, including scanning tunneling microscopy (STM), low energy electron microscopy (LEEM) and surface X-ray diffraction (SXR) for the development of novel silicon-based nanoelectronics.
- **Rodolfo Diaz** - Optical scattering of subwavelength objects in complex environments, analytic theory of natural and artificial media, combined computational mechanics and electromagnetics.
- **Jeffrey Drucker** - Condensed Matter Experimental; next generation of electronic and information processing technologies.
- **David Ferry** - Nanoelectronic Devices; Transport physics and modeling of quantum effects in submicron semiconductor devices, electron beam lithography for ultra-submicron quantum functional devices, scanning gate microscopy of quantum properties of mesoscopic devices.
- **Stephen Goodnick** - Transport in semiconductor devices, computational electronics, quantum and nanostructured devices and device technology, high-frequency and optical devices.
- **Devens Gust** – application of techniques of synthetic and physical organic chemistry, photochemistry, laser spectroscopy and electrochemistry to mimicry of important aspects of photosynthetic energy conversion. Eventual applications of this work are in the areas of solar energy conversion, molecular (opto)electronics, renewable hydrogen production, and materials chemistry.
- **Ghassan Jabbour** - materials for optical and electronic applications; fabrication, characterization, and testing of organic (polymeric and small-molecule) light-emitting devices for rigid and flexible display applications, solar cells.
- **Michael Kozicki** - Solid state memory and devices based on mass transport in solid electrolytes; Silicon integrated-circuit processing, integrated/solid-state ionics, low-energy non-volatile memories, interconnect systems, optical switches, tunable nanomechanical resonators, and microfluidics.
- **John Kouvetakis** - interdisciplinary projects dealing with synthesis of novel solid-state inorganic materials, including epitaxial growth of device-quality thin-film heterostructures and nanostructures with applications in microelectronics, optoelectronics, and refractory ceramics.
- **Stuart Lindsay** - biophysics at the molecular level and scanning probe microscopy; biological physics, molecular electronics, solar energy and condensed matter physics; chemistry and physics of the liquid-solid interface; and are electrochemical and charge transfer processes at the single-molecule level.
- **Subhash Mahajan** - Defects in semiconductors.
- **Jose Menendez** - optical properties of materials, with special emphasis on semiconductors and low-dimensional systems such as carbon nanotubes; different experimental techniques, including Raman scattering and spectroscopic ellipsometry.
- **Thomas Moore** - design and assembly of bio-inspired constructs for solar energy conversion, catalysis and signal transduction; incorporation of artificial antennas and reaction centers into model biological membranes to make solar energized membranes too take first steps toward assembling nanoscale devices capable of carrying out human-directed work.

- **Nathan Newman** - semiconductor, superconductor and dielectric materials; Novel solid-state materials for microwave, photonic and high-speed applications. Current work involves synthesis, characterization and modeling of III-N semiconductors, high-Q microwave dielectrics, superconductor SNS junctions for 100+ GHz digital logic heterojunction, metal / III-V semiconductor interfaces, and non-stoichiometric transition-metal nitrides near the metal-insulator transition.
- **Fernando Ponce** - microscopic properties of semiconductor materials; physics of nitride semiconductors; and physics of electroluminescent phosphors such as ZnS:Cu,Cl, used for light emitting displays.
- **Jonathan Posner** - Aerodynamics and fluid dynamics; Micro and nano-fluidics, electrokinetics, precision biology devices, optical diagnostics, spectroscopy, PEM fuel cells, real-time environmental monitoring.
- **Thomas Picraux** - electronic thin film and nanostructured materials; nanostructure synthesis and processing, nanostructured functional surfaces, nanosensors, and interface force microscopy .
- **Gregory Raupp** - photocatalytic reaction engineering; biocompatible “smart” coatings; microelectronics; and flexible electronics and displays
- **David Smith** - electron microscopy and materials physics; development of quantitative high-resolution electron microscopy, aided by computer-controlled microscope operation and image simulation, which enables direct determination of atomic structure in defective materials.
- **Nongjian Tao** - molecular electronics, nanostructured materials and devices, chemical and biological sensors, interfaces between biological molecules and solid materials, and electrochemical nanofabrications.
- **Trevor Thornton** - nanostructures, molecular electronics, short gate length MOSFETs, and the micropower applications of sub-threshold FETs.
- **Clarence Tracy** - electronic materials, devices, and process integration with a focus on nanoelectronics.
- **Mark van Schilfgaarde** - electronic structure; development and application of first-principles electronic structure methods to materials problems, particularly the self-consistent GW approximation
- **Dragica Vasileska** - semiconductor device physics, semiconductor transport, 1-D to 3-D device modeling, quantum field theory and its application to real device structures, spin transport.
- **Joseph Wang** - biosensors, electrochemistry, environmental and security surveillance, and nanobiotechnology
- **Neal Woodbury** - molecular dynamics and mechanism in protein mediated chemical reactions
- **Hao Yan** - bio-nanotechnology, nanoelectronics, macromolecule structure elucidation, and biomolecular imaging
- **Hongbin Yu** - Nanostructure and nano device fabrication and characterization
- **Kevin Yu** – modeling and analysis for robust nanoscale design; design techniques and tools for low-power and reliable circuit and system integration; mModeling and integration of post-silicon technologies; and high-speed signaling techniques, especially for on-chip interconnects
- **Frederic Zenhausern** - merging new technology with genomics and molecular biology to develop ways to diagnose disease, monitor health and create flexible electronics.
- **Yong-Hang Zhang** - molecular beam epitaxy (MBE), optoelectronic devices and their applications.

## VI. ANNEX: Facilities

### **The Biodesign Institute**, Director: George Poste

---

The goal of the institute is to improve human health and quality of life through use-inspired biosystems research and effective multi-disciplinary partnerships. Master-planned as four interconnected buildings comprising 800,000 square feet of research space, it is Arizona's largest investment in research infrastructure. Currently comprised of 12 research centers, the Institute employs a staff of 500.

### **The Arizona Institute for Nano-Electronics**, Director: Stephen Goodnick

---

The Arizona Institute for Nano-Electronics (AINE) is focused on ASU research interests in nanoelectronics, including nanophotonics, molecular electronics and nanomagnetism, through a coordinated network of research centers. AINE is expected to strongly impact future technology areas related to e.g. ultra-low power/ultra-high speed electronics, and hybrid biomolecular electronics at the interface between the biological and electronics worlds. The focus of the AINE is also on strategic partnering with the semiconductor industry, which has a strong base in the Phoenix metropolitan area, and on collaboration with emerging companies in the nanotechnology field, the biotechnology field, as well as in intellectual property development and spin-offs from ASU-derived research. Within AINE, are four centers presently, the Center for Applied Nanoionics, the Center for Biomolecular Integrated Circuits, the Center for Nanophotonics, and the Center for Computational Nanoscience.

### **The Center for Solid State Electronics Research**, Director: Trevor Thornton

---

The mission of the center is to conduct research, develop technology and provide educational programs that will engender international leadership in solid state electronics. This is done by (a) the provision of critical resources and infrastructure, (b) the support and education of quality students, (c) the support of renowned and high-promise research faculty and staff in a cooperative multidisciplinary environment, (d) the maintenance of significant levels of research funding from government and industry sources, (e) the publication and presentation of work in top journals and at leading conferences and (f) the transfer of technology to the commercial sector. CSSER provides state-of-the-art micro- and nano-fabrication capabilities, including MEMS, for ASU faculty and students, as well as for local industry. The CSSER facility is located in 25,000 sq. ft. of laboratory and office space, including a 4000 sq. ft. class 100 cleanroom. A Center staff of ten includes four equipment engineers and four process technologists. CSSER offers internal and external users the option to work with an experienced process development team for the rapid design and test of prototype technologies. Signature tools within the CSSER toolset include; electron beam lithography for 10 nm features on wafers up to 8" diameter; five general purpose reactive ion etch tools and deep-silicon etching for MEMS and BioMEMS technologies; wafer bonding, hot embossing and nanoimprinting; eight furnace tubes for general CMOS processing; photomask making and front/backside contact printing; advanced metrology including field emission scanning electron microscopy (FESEM) with 2 nm resolution and x-ray analysis (EDAX).

### **The Center for Solid State Science**, Director: Nathan Newman

---

The Center for Solid State Science at Arizona State University (CSSS) provides a wide range of laboratory facilities for materials synthesis, processing and analysis. The CSSS laboratories are used for graduate research, interdisciplinary education, and undergraduate instruction in materials science. They are also used to provide a stimulating introductory view of contemporary materials research for Arizona elementary and secondary school students and other ASU visitors. These laboratories provide a valuable resource for use by local high technology industry through industrial outreach or affiliates programs.

CSSS provides a wide range of laboratory facilities for the synthesis, processing and characterization of advanced materials. CSSS laboratories are used for graduate research, interdisciplinary education, and undergraduate instruction in materials science. These laboratories provide a valuable resource for use by local and national high technology industry through industrial outreach or affiliates programs.

A number of instruments are available in three facilities.

- The **John M. Cowley Center for High Resolution Microscopy** houses 8 Transmission Electron Microscopes and 3 Scanning Electron Microscopes for nanostructural and nanochemical analysis. An advanced dual-beam Focused Ion Beam system is also available which can etch and deposit materials with nanometer-scale resolution. Use of this to prepare site-specific cross-sections and TEM membranes, with extraction and mounting to TEM grids, is standard.
- The **Ion Beam Facility** facilitates materials analysis using Rutherford BackScattering (RBS), Proton Induced X-ray Emission (PIXE), channeling spectroscopy and hydrogen content analysis for compositional and structural determination of materials. It combines the advantages of non-destructive and standardless analysis of the surface and near surface regions (0-2 microns) of solids. It is most advantageously applied to analysis problems where elemental composition and depth or thickness information are needed. A variation of RBS is ion channeling which can determine the lattice locations of impurities or dopants (substitutional vs. interstitial lattice sites).
- The **Goldwater facilities** offer a wide range of synthesis, processing and other characterization facilities. These facilities offer a number of advanced preparation and analytical techniques including controlled vacuum, gas flow and heating capabilities for the synthesis and processing of novel nanoscopic materials such as nanoparticles, nanotubes and fullerene-like structures, nanotechnology substrate preparation, and reconstructions of surfaces relevant to surface science and technology. The facilities also include advanced methods for (1) the synthesis of thin film and bulk materials, (2) thermal analysis, and (3) thermal processing. Advanced surface analysis capabilities include **Auger Electron Spectroscopy (AES)**, **X-ray Photoemission Spectroscopy (XPS)**, **Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)**, **Atomic Force Microscopy** and **Secondary Ion Mass Spectroscopy (SIMS)**.

#### **The Center for Applied NanoBioscience, Director: Frederic Zenhausern**

The Center for Applied NanoBioscience develops ways to diagnose disease, monitor health, and create enabling polymer electronics by merging new technology with genomics and molecular biology. Employing the best scientific and engineering practices, we hope to facilitate the move toward personalized medicine through the development of novel molecular-based diagnostic tests that can be used by individuals and public health systems. The combination of molecular lithography, polymer-based electronics and directed molecular assembly provides a broad range of commercial applications in the design of novel sensor systems for the use in medicine and multiple industries, delivery systems for drug and vaccines, and as control devices for clinical and biological reactions in diverse industrial settings.

- **Strengths:** Interdisciplinary experts developing autonomous miniaturized molecular diagnostics platforms combining ambient intelligence electronics and molecular bioassays. Expertise in compliant scale-up of nanofabrication processing of polymer materials and highly sensitive bioassay development for extremely small sample volumes.
- **Strategy for building:** Leverage global collaborative and large scale compliant prototyping infrastructure to scale-up micro/nano-systems for clinical validation. The Center has major research contracts sponsored by industrial partners such as Sony Labs in Japan, Scientific Software, General Dynamics and Pfizer (pending). The Center has also received more than \$2 million cash equivalent in equipment donations from Motorola, General Dynamics and GE/Amersham. We have nearly a dozen active partnerships and or joint consortium with a wide range of organizations including: IBM, STMicroelectronics, Philips Research, Honeywell, Phoenix Analysis and Design Technologies (PADT), Corning, Boeing, Stanford University, Columbia University, Princeton University, AZ Translational Genomics Consortium, Mayo Clinic, and Scottsdale Healthcare. The Center for Applied NanoBioscience recently developed a Center for Interdisciplinary Research in Nanotechnology (CIRN), a partnership with Motorola Labs to develop nanosensors for first responder product applications, and

MIDRA Consortium with Motorola Italy and the University of Florence to develop sensors and wireless communication networks. The Center is also developing strategic alliance with major international consortia in Europe and Asia. In this context, the Center is affiliated with the polyAPPLY Associated Network and it is finalizing a participation framework with FlexiDIS, two major IST programs from the European Community (~ 30 M Euros for both initiatives). The center's fuel cell program is also sponsored by the Korean Institute of Technology (KITECH).

#### **The Center for BioOptical Nanotechnology, Director: Neal Woodbury**

The Center for BioOptical Nanotechnology is integrating the disciplines of biology and biochemistry with materials engineering, nanotechnology and solid-state electronics to develop novel devices that can be used in biomedicine, environmental remediation, threat detection and agriculture. Harnessing knowledge gained from biology's myriad examples of molecular and nanoscale devices, the center's researchers create and maximize novel molecular functionality, optimized for integration into practical systems.

- **Key Strength:** Combination of physical chemical approaches, particularly optical, with biochemistry and synthetic chemistry. We are leveraging this strength to develop high throughput approaches to chemical synthesis and molecular evolution.

#### **The Center for Bioelectronics and Biosensors, Director: Joe Wang**

The Center for Bioelectronics and Biosensors was founded in 2004 with the recruitment of director Joseph Wang to ASU. Our research focuses on interfacing three advanced technologies: nanomaterials, biomaterials and electronic transducers, with the goal of developing enhanced biosensors and nanobioelectronics, in which nanomaterials are applied to the analysis of biomolecules. Our research is positioned at the interface between these technologies and disciplines such as biology, chemistry, nanotechnology and engineering, and conducts fundamental studies for gaining the knowledge necessary for the predictable design and optimization of future bioelectronic detection devices.

The Center for Bioelectronics and Biosensors was founded in 2004 with the recruitment of director Joseph Wang to ASU. Our research focuses on interfacing three advanced technologies: nanomaterials, biomaterials and electronic transducers, with the goal of developing enhanced biosensors and nanobioelectronics, in which nanomaterials are applied to the analysis of biomolecules. Our research is positioned at the interface between these technologies and disciplines such as biology, chemistry, nanotechnology and engineering, and conducts fundamental studies for gaining the knowledge necessary for the predictable design and optimization of future bioelectronic detection devices. Effort includes work on nanocrystals, nanowires and carbon nanotubes.

- **Key Strength:** Extensive and unique expertise in the use of nanomaterials for bioamplification and coding, and in electrochemical biosensors and bionanotechnology, in general.
- **Near term:** Designing multi-functional 'smart' nanomaterials for medical, security and environmental applications.

#### **Center for Single Molecule Biophysics, Director Stuart Lindsay**

Single molecule biophysics lies at the confluence of molecular medicine and nanotechnology. The center uses nanotechnology to study physical processes on which life is based using the simplest model systems — those that exist on the level of a single molecule or several molecules. By doing this, researchers plan to gain a better understanding of gene regulation, molecular signaling and molecular transport in cells that will lead to improved biosensors and other new technologies.

- **Strengths:** Unique mix of chemistry, physics, single molecule measurement techniques and theory and modeling all focused on single molecule techniques.
- **Strategy for building:** Integrative applications-oriented new programs partnering with Centers in Biodesign that are closer to translational research in medicine.

### **Facility for Surface and Bioconjugate Chemistry, Director Peiming Zhang**

---

The facility is a one-stop-shop for synthesis and characterization of custom reagents for use in nanoscience and biotechnology. It has extensive characterization and synthesis capabilities and is available to users both on and off campus.

### **Center for Nanotechnology in Society, Director David Guston**

---

The Center for Nanotechnology in Society at Arizona State University (CNS-ASU) helps ensure that advances in nanotechnology bring about improvements in the quality of life for all Americans. The center's vision is that research into the societal aspects of nanoscale science and engineering (NSE), carried out in close collaboration with NSE scientists and combined with public engagement, will improve deliberation and decision making about NSE.

### **Flexible Display Center, Director Gregory Raupp**

---

- **Business Model:** The FDC focuses the combined resources, talents and technologies of the federal government, industry (best-in-class) and academia to form a unique collaborative partnership model that provides an unparalleled core capability and national asset in flexible display technology creation. With a distributed work strategy, technology resources are leveraged and resources optimized for rapid technology development. Leadership provided by ASU results in objective assessment of available technologies to meet the needs of the user community. Efforts are underway to engage more academic partners and companies, and to manage collaborations more effectively to maximize the strengths of this model.
- **Facility:** The FDC is located in the ASU Research Park with a 250,000 ft<sup>2</sup> capacity, 43,500 ft<sup>2</sup> of advanced clean room space, and 22,000 ft<sup>2</sup> of wet/dry laboratories that are reconfigurable to co-locate companies bringing complementary technologies and resources as display tool manufacturers, materials developers, and display designers. Work is in progress to maximize the space available in the facility for co-location of more technology compatible companies.
- **Capabilities:** The Center has a 6-inch wafer scale thin film transistor (TFT) pilot line for research and process development and a GEN II pilot line for manufacturing process scale-up and optimization. Display design, simulation and characterization capabilities provide state-of-the-art backplane designs optimized for specific electro-optic applications. Leading-edge organic light emitting diode (OLED) research and expertise is world renowned. Extensive mechanical testing expertise provides an effective resource for process development and durability testing of FDC products. Strategic planning is underway to address obtaining the tools and resources necessary to meet longer-term needs (i.e. OLED manufacturing tool), identify IP that can be commercialized, and allow "foundry-type" engagement of the pilot lines.
- **Dedicated Staff and Premium Graduate Students:** Personnel have over 75 combined years of direct design, display fabrication, integration, and manufacturing experience, including statistical process control and component characterization with over 100 issued patents. The staff exhibits an entrepreneurial attitude that provides agility and maximum use of limited resources resulting in commercial opportunities for tool manufactures and design, modeling, simulation and component characterization products. We are currently evaluating our skill mix, and with plans for the GEN II line to be operational mid year, will be adding additional staff that complements and enhances the existing skill mix. Integration of a new Educational Program (MEng) will also strengthen available expertise.

### **Wireless Integrated NanoTECHnologies (WINTECH)**

---

- **Business Model:** WINTech is a research center whose aim is to develop fully autonomous wireless systems. The center's focus is on developing core technologies and wireless circuits and systems, specifically targeting the development of distributed wireless nanosystems technology. The primary objective of the research is to enable: 1) efficient wireless systems, protocols, algorithms, 2) development and integration of new materials, components, and circuits to enable wireless system-on-a-chip.

- **Facility:** The WINtech Research Center is located on the third floor of the Goldwater Center for Science and Engineering, and occupies 11,724 square feet. The WINTech facilities include The Wireless Communication Circuits Measurement Lab, which is a state-of-the-art facility in which students and faculty can design, construct, and characterize circuits and components. With the Cascade Microtech probe station, on-wafer S-parameter measurements are possible. The S-parameters of connectorized devices can be measured at frequencies of up to 70 GHz using the HP8510C Vector Network Analyzer. And virtually any other communications-type measurement can be accommodated using the numerous spectrum analyzers, oscilloscopes, and signal generators. In addition to providing on-site lab support, the WCCML will also serve as a virtual resource called the Remote Transceiver Laboratory (RTL). The RTL enables students to connect to the equipment, perform experiments, and collect measured data over the internet.
- **Capabilities:** Development of integrated systems on a chip. Design and development of fully integrated circuits for communications, RF, analog/mixed signal, VLSI, ASIC, defense, and homeland security.
- **Dedicated Staff and Premium Graduate Students:** 12 faculty members, over 75 PhD and MS students, and over 10 post doc and research faculty

### **Technology transfer**

In FY 2005, 35 micro and nanotechnology patents were awarded to ASU, and the numerous spin-out companies in nanotechnology included:

- Axon- Novel memory platform for the semiconductor industry
- Molecular Imaging- Atomic Force Microscopy of biological systems for biotech research and development; was recently acquired by Agilent, see <http://www.agilent.com/about/newsroom/presrel/2005/29nov-ep05114.html>
- Lytek- Vertical Cavity Surface Emitting Lasers for optical electronics
- Intrinsic BioProbes- provides high-content protein analysis services, enabling novel biomarker and proteomic discoveries.
- Magfusion- Magnetically Latch able Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) Switches for telecommunications applications
- Nanobiomics Inc.-was recently merged with the Molecular Profiling Institute Inc. ([www.molecularprofiling.com](http://www.molecularprofiling.com)) to develop miniaturized integrated product platforms for molecular diagnostics of diseases

ASU's current collaboration with federal and industry sponsored labs include a joint partnership with Motorola research labs as part of Center for Interdisciplinary Research in Nanotechnology which is supporting major projects on carbon nanotube sensor technologies. This is in addition to an Intel-funded a project in FY05 entitled 'Silicon Quantum Structures' for \$150K and a collaboration with the DoE Center for Integrated Nanotechnology (CINT) through Professor T. Picraux, who is also CTO for CINT.

In total, 10 licensing agreements for a total of \$1.03 M of revenue resulted from these research partnerships in FY2005 in addition an NSF Industry University Cooperative Research Center (Connection 1) in the micro/nano area involving 15 companies, and 3 other universities for an additional budget of approximately \$1.0M.

**Anexo 6.2.1.- Requerimientos de Recursos Humanos**

ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	3 años		5 años		TOTAL	
	Recursos Humanos		Recursos Humanos			
	Investigadores	Técnicos	Investigadores	Técnicos	Investigadores	Técnicos
Nanopartículas	20	19	82	57	102	76
Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	3	4	11	12	14	16
Materiales Poliméricos Nanoestructurados	10	5	70	25	80	30
Bionanotecnología	15	6	0	0	15	6
Nanometrología	5	4	11	11	16	15
Simulación Computacional	19	8	30	16	49	24
Diseño y desarrollo de procesos y equipos	0	0	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>72</b>	<b>46</b>	<b>204</b>	<b>121</b>	<b>276</b>	<b>167</b>

### Anexo 6.2.2.-Requerimientos de Infraestructura

AREAS DE COMPETENCIA CLAVE	Requerimientos de Infraestructura	
	Equipos	Edificio/Planta Piloto
Nanoparticulas	1 Nefelómetro M903 5 Estaciones de trabajo 6 estaciones de trabajo para animación y visualización Analizador de potencial Z y tamaño de partícula Balanza Analítica MELTER de 6 o 7 ceros Cámara de Guantes (Métodos químicos) Campanas de extracción Equipo para Difracción de Rayos X Espectrofotómetro UV—Visible Espectrométros Uv-visible y fluorescencia, Espectroscopia de Fotoelectrones (XPS/ESCA) Fuente de RF-Sputtering Hornos Laser pulsado Nd-YAG de alta potencia Magnetómetro Micro Raman Microscopio de fuerza atómica Microscopio de barrido de electrones Microscopio de transmisión de electrones Muflas Raman e Infrarrojo Resonancia magnética nuclear (RMN) SEM NanoSem Sistema de adsorción y desorción de Nitrógeno Sistema de cómputo en paralelo de alto rendimiento, para simulaciones moleculares Sistema de discos duros en arreglo redundante Unidad móvil para monitoreo de contaminantes atmosféricos	Plantas piloto (SOL_GEL/microemulsión/molienda) Construcción de 9 nuevos laboratorios de 600 mts <sup>2</sup> c/u promedio Ampliación de laboratorios de Nanociencias y Nanotecnología y Diseño Molecular
Materiales Nanoestructurados Inorgánicos	Absorción atómica Máquina Instron Universal para ensayos destructivos Equipo de Preparación Metalográfico Equipo DTA Equipo para Difracción de Rayos X Espectrómetro de Chispa para análisis multicanal Espectrométros Uv-visible y fluorescencia Horno con sistema de agitación 300 Lts Horno de inducción capacidad 2 Kg Horno para tratamiento térmico y estudios de envejecimiento Horno semi-industrial capacidad 500 kg con agitación e inyección de mezcla caseosa Horno tipo tubo y mufla hasta 1100°C Microscopio de fuerza atómica Microscopio de barrido de electrones Molino Simoloyer (2 Kgs) Molino Simoloyer (100 Kgs) Molino Simoloyer (20 Kg) Prensa 150 Ton con sistema de dados de extrusión Prensa para Extrusión y Forja Escala Semi-Industrial Secadora con sistema de vacío Sistema de inyección de desgasificante y aditivos de fusión Sistema de sinterización Isostático con moldes Transmission electron microscopy (TEM)	Plantas piloto (SPS/Scatering, molienda) Construcción de laboratorio de caracterización en planta

ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	Requerimientos de Infraestructura	
	Equipos	Edificio/Planta Piloto
Materiales Poliméricos Nanoestructurados	<p>Analizador de potencial Z y tamaño de partícula</p> <p>Equipo piloto (mezclado, reactores)</p>	<p>Plantas piloto (extrusión, inyección, moldeo)</p> <p>Planta piloto de obtención de Nanocompuestos</p>
Bionanotecnología	<p>4 estaciones de trabajo para química computacional</p> <p>AKTA cromatógrafo proteínas</p> <p>Analizador de gases</p> <p>Cabezales para PCR real time</p> <p>Calorimetría diferencial de barrido (D.S.C.)</p> <p>Cámara CCD</p> <p>Cañón para el TEM JEM 2010F</p> <p>Centrifuga alta capacidad</p> <p>Citómetro Flujo FAScalibur</p> <p>Cromatógrafo líquidos/masas</p> <p>Detector de rayos X para el JEM 2010F</p> <p>Dispersión dinámica de luz</p> <p>DSC microcalorimetría</p> <p>Electroporador con electrodos</p> <p>Equipo menor (ultrafiltración, electroforesis, etc)</p> <p>Espectropolarímetro CD</p> <p>Extrusor</p> <p>Fermentador 15 lts c instrumentacion</p> <p>Fermentador 200 lt</p> <p>Fluorómetro microplaca</p> <p>GC/FID</p> <p>GC/masas</p> <p>HPLC arreglo diodos</p> <p>HPLC/Masas</p> <p>Incubadoras, tanque nitrógeno, ultracongelador y campana de bioseguridad</p> <p>IPC masas</p> <p>Miniaturización de un sistema lector de microarreglos SPR y un robot cartesiano con resolución nanométrica</p> <p>Peletizador</p> <p>RMN 500 Mhz Bruker</p> <p>Termociclador</p> <p>Termogravímetro</p> <p>Tren respiración</p>	<p>Construcción de un laboratorio de Bionanotecnología de 200 m<sup>2</sup></p> <p>Ampliación de 4 laboratorios</p>

ÁREAS DE COMPETENCIA CLAVE	Requerimientos de Infraestructura	
	Equipos	Edificio/Planta Piloto
Nanometrología	<p>2 láseres estabilizados a distintas frecuencias</p> <p>Componentes ópticos</p> <p>Fotodetectores y componentes electrónicos.</p> <p>Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionisation Time-Of-Flight Mass Spectrometry (MALDI TOF MS)</p> <p>Nuclear magnetic resonance (NMR)</p> <p>Scanning Probe Microscope*, JEOL, modelo JSPM-5400, para caracterización por microscopía de fuerza atómica, microscopía de fuerza por fricción, microscopía en modo de fase, microscopía de barrido con tunelaje, espectroscopía de fuerza contra distancia, microscopía de fuerza magnética, mediciones de micro viscoelasticidad, mediciones de nanoindentación</p> <p>SIMS</p> <p>Tarjetas electrónicas</p> <p>Zetasizer Nano-S*, modelo ZEN1600, marca Malvern Instruments Ltd., para distribución y medición de tamaño de nano partículas</p>	<p>Construcción de 3 laboratorios con un espacio mínimo de 3x4 m</p>
Simulación Computacional	Equipo de cómputo	Construcción de 2 laboratorios

### Anexo 6.2.3.- Presupuesto por Concepto del Gasto

Millones de \$

CONCEPTO	2007	2008	2009	2010	2011	TOTAL
<b>GASTO CORRIENTE</b>						
Recursos Humanos	8.4	34.0	34.0	49.0	45.0	170.4
Materiales	14.0	66.3	66.3	65.0	70.0	281.6
Viáticos y Pasajes	3.5	16.2	16.3	16.5	17.8	70.3
Becas y apoyos a estudiantes y profesores	1.0	13.3	13.5	13.5	14.4	55.7
Otros gastos de operación	5.2	23.0	24.0	25.0	27.1	104.3
<b>SUMA</b>	<b>32.1</b>	<b>152.8</b>	<b>154.1</b>	<b>169.0</b>	<b>174.2</b>	<b>682.2</b>
<b>GASTO DE INVERSIÓN</b>						
Equipo de Laboratorio	0.0	25.0	25.0	28.0	28.0	106.0
Equipo de Cómputo	10.0	20.0	0.0	35.0	13.0	78.0
Plantas Piloto	20.0	40.0	40.0	54.0	50.0	204.0
Construcción/Ampliación de Laboratorios	0.0	10.0	10.0	11.5	0.0	31.5
<b>SUMA</b>	<b>30.0</b>	<b>95.0</b>	<b>75.0</b>	<b>128.5</b>	<b>91.0</b>	<b>419.5</b>
<b>TOTAL</b>	<b>62.1</b>	<b>247.8</b>	<b>229.1</b>	<b>297.5</b>	<b>265.2</b>	<b>1,101.7</b>

## **Anexo 7.2.1.- Roles y Responsabilidades de los Participantes en la Organización de la Red**

### **Consejo General**

- Participar en la presentación de resultados de los 7 diferentes nodos y los líderes de proyecto en una reunión anual.
- Promover la participación del personal de los diferentes institutos participantes de la red.

### **Consejo Técnico**

- Evaluar cada proyecto que se presente para su autorización.
- Revisar los montos del presupuesto autorizado para cada proyecto.
- Dar seguimiento a los proyectos que se realizarán en la red de acuerdo con la línea estratégica definida.
- Evaluar las líneas de investigación básica, aplicada, de equipo y proceso y las políticas para la formación de recursos humanos.
- Dar seguimiento al gasto corriente y en inversión de la Iniciativa.
- Determinar las políticas de propiedad intelectual generadas para la adecuada explotación del conocimiento generado con los proyectos de I+D.
- Proponer los requerimientos para la generación de posgrados de calidad internacional.
- Determinar en cada caso la transferencia de tecnología a las empresas.
- Evaluar los casos de negocio que se presenten de la identificación de oportunidades en el mercado.

### **Director de la Iniciativa**

- Establecer la visión y la estrategia general del proyecto basado en la detección de oportunidades en el mercado y los proyectos alineados a los nodos definidos como estratégicos en la red.
- Presentar los resultados y los logros alcanzados ante el CONACYT y el público en general.
- Coordinar las actividades generales del proyecto e integrar la red de Nanotecnología.
- Mantener la correcta comunicación entre Academia, Gobierno y Empresas.
- Establecer convenios con las instituciones nacionales e internacionales.
- Implementar la política de propiedad intelectual para la transferencia tecnológica y comercialización de los proyectos de I+D.
- Evaluar la integración de los casos de negocios que se generen con los proyectos detectados en el mercado y los generados por I+D.
- Establecer la correcta comunicación entre los investigadores, los coordinadores de nodo y los líderes de proyecto.
- Hacer la entrega del presupuesto a cada proyecto de investigación aprobado por el Consejo Técnico.
- Dar seguimiento a la compra del equipo autorizado para ampliar la infraestructura para la realización de los proyectos autorizados.
- Revisar el gasto de cada proyecto.
- Proponer la formación de posgrados de calidad internacional y el reforzamiento de los ya existentes.
- Evaluar la publicación de artículos, patentes o temas relacionados.

## **Secretaría Técnica**

- Establecer el calendario de reuniones con el Consejo General.
- Establecer el calendario de reuniones con el Consejo Técnico (Comité de I+D y Evaluación de Proyectos).
- Establecer el calendario de reuniones con el Consejo Asesor.
- Coordinar la presentación de los logros alcanzados una vez por año al Consejo General.
- Difundir las actividades y los logros de la Iniciativa de Nanotecnología al público.
- Establecer los acuerdos necesarios con el sector productivo para la realización de proyectos y su implementación.
- Establecer una comunicación continua entre el sector productivo y la red.
- Implementar la contratación del personal autorizado por el Consejo Técnico para la realización de los proyectos de I+D.
- Articular y coordinar la comunicación entre los responsables de cada nodo, los líderes de proyecto y las oportunidades detectadas en el mercado.
- Generar los lineamientos para política de la protección intelectual.
- Estructurar los formatos para hacer las evaluaciones y dar seguimiento a los proyectos de I+D.
- Determinar los estudios de patentes, artículos y en general mantener un constante monitoreo de la información generada a nivel mundial sobre los avances de la Nanotecnología.
- Proponer la realización de estudio de mercado para detectar las oportunidades y necesidades en las empresas.
- Proponer la realización de la integración de los casos de negocio que se puedan generar con los proyectos de I+D.
- Integrar las soluciones requeridas para llevar hasta la aplicación comercial los casos de negocio exitosos.
- Preparar la información al Director de la Iniciativa para presentar la rendición de cuentas del proyecto.
- Preparar los logros y los impactos al Director de la Iniciativa para presentar la información al público y a las autoridades competentes.

## **Consejo Asesor Internacional**

- Asesorar y dar seguimiento a los proyectos de I+D desde el punto de vista técnico.
- Determinar la pertinencia de los proyectos de acuerdo con la estrategia definida para la Iniciativa.
- Mantener un vínculo de información con los avances a nivel mundial y los logros de los proyectos de I+D.
- Evaluar las propuestas de gasto en infraestructura.
- Establecer vínculos con Organismos Internacionales y la Iniciativa.
- Proponer la creación de posgrados conjuntos con instituciones internacionales.

## **Coordinador de Nodo**

- Hacer un levantamiento general de los recursos tanto humanos como en infraestructura por cada Instituto participante involucrado en cada nodo.
- Contar con un mapa detallado de los proyectos vinculados al nodo respectivo con investigadores, personal técnico y equipo utilizado.

- Mantener estrecha vinculación con los líderes de proyecto.
- Facilitar la comunicación entre los responsables de cada nodo con el fin de intercambiar información.
- Contar con el listado del trabajo de investigación básica, aplicado y de proceso-equipo relacionadas a los proyectos autorizados.
- Presentar los avances de los proyectos ante el Director de la Iniciativa y el Consejo Técnico.
- Mantener comunicación constante con los responsables de cada proyecto o línea de investigación.
- Realizar reuniones de avance de proyectos con los líderes de proyecto.
- Presentar ante la Secretaría Técnica la información necesaria para la presentación de los reportes.
- Procurar que el uso de los equipos de cada Instituto pueda ser utilizado por todo el personal de la red.
- Revisar en forma conjunta con el Secretaría Técnica los artículos o patentes generados para decidir el camino a seguir en su publicación.

### **Líderes de Proyecto**

- Presentar la información de cada proyecto de I+D ante el Consejo Técnico.
- Coordinar la realización de cada proyecto autorizado.
- Hacer un levantamiento general de los recursos tanto humanos como en infraestructura por cada instituto participante involucrado en cada línea de investigación.
- Contar con un mapa detallado de cada proyecto, investigadores, personal técnico y equipo utilizado.
- Coordinar las actividades de los investigadores e instituciones responsables de cada etapa del proyecto.
- Presentar los avances de los proyectos ante los Coordinadores de cada nodo y el Director de la Iniciativa.
- Realizar reuniones de avance de proyectos con los responsables de cada etapa del proyecto.
- Presentar ante el Secretario Técnico la información que se requiera para la preparación de los reportes.
- Revisar en forma conjunta con el Director de la Iniciativa los artículos o patentes generados para evaluar el camino a seguir en su publicación.
- Presentar en la reuniones con el Consejo General y Consejo Técnico los avances y logros del proyecto de I+D a su cargo.
- Generar necesidades para la formación de recursos humanos necesarios para la consecución de los proyectos tanto de investigación básica, aplicada, o de equipo y proceso, como de los productos definidos a ser desarrollados por la red.
- Coordinar la evaluación de los nuevos casos de negocio generados en cada producto a desarrollar.
- Programar el presupuesto asignado a su proyecto de desarrollo.

### **Anexo 8.1.1.- Resultados de la Estructura Temática (Taxonomía) del Estudio del Estado del Arte Previo**

#### **(2127) Polímeros/ Nanocomposites**

- Arcillas, producción de capas de silicatos-polímeros, nanocomposites de arcillas orgánicas y arcillas derivadas de montmorillonita, arcillas que usan capas intercaladas para fusión.
- Nanocomposites, principalmente polímeros, incluyendo composites de fibra así como nanopartículas embebidas en matrices.
- Adición de bloques de copolímeros o micelas poliméricas para promover el autoensamble y mejorar las propiedades y estructura del material.
- Polímeros, especialmente sobre la estructura de la cadena molecular y las estructuras y pesos moleculares de agregados poliméricos en solución, especialmente base agua.
- Enlaces y ligandos entre grupos de compuestos y complejos con especial énfasis en enlaces de hidrógeno.
- Estructura de cristales, enfatizando parámetros de grupos espaciales

#### **(1713) Partículas/Nanopartículas**

- Nanopartículas, con énfasis primario dividido entre mezclas de oro/metales nobles y nanopartículas magnéticas en fluidos magnéticos y con énfasis secundario en nanopartículas de ZnO. También se maneja la producción de nanopartículas o nanoburbujas por separación “core-shell”.
- Plata, especialmente nanopartículas (especialmente con nanoestructuras “core-shell”), coloides, partículas y la determinación de sus propiedades estructurales, químicas y eléctricas.
- Partículas en fluidos, especialmente coloides, típicamente una partícula cubierta con surfactante, y el uso de polimerización de emulsiones y microemulsiones para generar estas partículas.
- Partículas, especialmente nanopartículas, su distribución particular y propiedades de los agregados especialmente magnéticos.

#### **(2641) Nanoalambres, Polvos y Catalizadores**

- TiO<sub>2</sub> (incluyendo coloides de titanio), especialmente por su actividad fotocatalítica y analiza sus propiedades metalúrgicas y electrónicas resultantes de diferentes técnicas de fabricación, incluyendo la conversión de la fase anatasa a la fase rutílica como una función de la temperatura de tratamiento térmico.
- Catalizadores utilizando partículas muy pequeñas, especialmente su deposición en soportes de carbón y la naturaleza de las reacciones de esas partículas pequeñas.
- Materiales porosos, especialmente estructuras de sílica mesoporosa, generadas con nanomateriales y haciendo hincapié en la distribución de tamaño de poro de micropérolas-meso-carbono activadas.
- Nanoalambres, especialmente la fabricación y síntesis de varios nanoalambres, la evaluación de sus propiedades geométricas, estructurales y electrónicas de esos nanoalambres como una función de la técnica de fabricación y sus parámetros.

- Crecimiento y fabricación de nanomateriales y nanoestructuras de ZnO, con énfasis en la determinación estructural con microscopía electrónica de transmisión.
- Producción de nanobarras y nanocristales a través de diferentes rutas de reacciones químicas y la determinación de sus propiedades estructurales con microscopía electrónica de transmisión y difracción de rayos-x
- Polvos, haciendo énfasis en procesos de síntesis de sol-gel con diferentes precursores para un crecimiento óptimo y parametrizando el efecto de la temperatura en el crecimiento durante el proceso de calcinación.
- Estructuras de nanomateriales con énfasis en implantes, haciendo énfasis en materiales con fases cristalinas y amorfas y especialmente su variación con factores térmicos como el annealing, crecimiento, implantación y temperaturas de síntesis.

### **(1171) Materiales**

- Aleaciones, especialmente la relación de la composición de fase a las propiedades magnéticas de las aleaciones nanocristalinas y aleaciones amorfas, y las propiedades de esas aleaciones por el annealing.
- High-energy ball milling para producir polvos de aleaciones incluyendo el efecto en la estructura de la partícula y sus fases con el tiempo de molienda, la composición del material y la temperatura de annealing.
- Granos, especialmente sus tamaños y fronteras y como las propiedades cristalinas en bulto dependen del tamaño de grano, especialmente a niveles nanométricos.
- Recubrimientos y el efecto del sinterizado en sus propiedades especialmente para polvos de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y SiC y otras estructuras y composites de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiC.
- Indentación especialmente nanoindentación y deformación plástica para medir las propiedades mecánicas de nanoestructuras incluyendo relaciones presión-tensión, fuerza de tensión, ruptura, ductilidad y fractura.

### **(2200) Películas Delgadas**

- Películas, densas y delgadas y la variación de las propiedades con películas densas especialmente magnéticas y dieléctricas
- Películas delgadas, con énfasis en películas PZT para aplicación en memorias de alta-densidad para acceso aleatorio ferroeléctrico y películas de TiO<sub>2</sub> para aplicación en celdas solares de alta eficiencia y en adición haciendo énfasis en películas creadas con el proceso sol-gel.
- Películas, especialmente películas delgadas y su deposición en sustratos, y los parámetros que afectan sus propiedades como el annealing.

### **(1194) Monocapas Auto-Ensambladas y Electrodo de Oro**

- Auto ensamble. Haciendo énfasis en tioles debido a su capacidad para formar monocapas auto-ensambladas (SAM) en metales nobles y semi-nobles, y examinando las propiedades de adsorción de los tioles con varios grupos terminales.
- Monocapas, especialmente monocapas de superficie auto-ensambladas con algún énfasis en monocapas alquílicas, monocapas de oro o sustratos de oro y cadenas moleculares en monocapas ordenadas y desordenadas.

- Adsorción superficial, hacienda hincapié en proteínas, monocapas y moléculas, y el uso de microscopio de barrido por tuneleo para caracterizar el proceso de adsorción.
- Electrodo de oro en sistemas electroquímicos, típicamente cubiertos con monocapas auto-ensambladas para mejorar el rendimiento electroquímico, así como la deposición de películas con nanopartículas de oro para propósitos de detección/percepción.

#### (1794) **Modificación de Capa Superficial**

- Capas, especialmente multicapas de óxidos/SiO<sub>2</sub> en sustratos base-silicón, con énfasis en capas/cubiertas densas, factores que afectan su deposición y caracterización de sus propiedades de interfase.
- Bombardeo de iones, irradiación e implantación de superficies, examina el efecto como una función de los niveles de energía, dosis, profundidad de penetración, fluidez y annealing.
- Crecimiento de capas superficiales en sustratos, incluyendo capas de GaN, con énfasis en deposición epitaxial, y la formación de islas y cúmulos y sus parámetros dependientes.
- Grabado de diseños superficiales, especialmente en películas base-silicón o cristales/discos, y su relación y control de la aspereza superficial para incrementar la resolución del grabado. También se enfoca en AFM para medir la aspereza y el deterioro, así como el rendimiento del proceso de grabado.
- Propiedades y dinámica de la punta de sonda proximal, incluyendo sus dinámicas de soporte y complejidades de su fabricación, y el uso de litografía de haz de electrones para la fabricación de máscaras.

#### (2352) **Óptica/ Espectroscopía**

- Óptica, especialmente materiales ópticos no lineales y materiales con índices refractivos, especialmente para cristales fotónicos.
- Guía de ondas electromagnéticas ópticas (waveguide), incluyendo sus variantes y fibras ópticas.
- Láser, potencias y salida, especialmente la generación de la segunda armónica de diodos y lasers bombeados ópticamente.
- Lasers pulsados, con énfasis en las propiedades del haz y su uso en la caracterización de las propiedades ópticas de los materiales, nanofabricación de materiales y de materiales para lasers de estado-sólido.
- Emisiones de luminiscencia y fluorescencia de estados de energía excitados, con énfasis en intensidad, emisión y espectro de absorción, picos de emisión y fotoluminiscencia.
- Dinámicas moleculares, con énfasis en cálculos de energía de estados excitados, espectro de disociación, transferencia de energía molecular, energía de vibración electrónica y transiciones, absorción de energía de fotón y enlaces moleculares.
- Radiación, interacción de la radiación con nanomateriales, con énfasis en bandas de espectro, bandas de absorción, gaps de bandas, especialmente en frecuencias Raman y ópticas.

### (1255) Puntos Cuánticos

- Estados excitados (par hueco-electrón), especialmente en puntos cuánticos.
- Puntos cuánticos, con énfasis en estados electrónicos y niveles de energía, y mecanismos de crecimiento.
- Puntos cuánticos, especialmente InAs, GaAs, CdSe QDs, con énfasis en técnicas de crecimiento, capas de auto-ensamble y propiedades fotoluminiscentes.
- InAs y GaAs, especialmente InAs puntos cuánticos crecidos por molecular beam epitaxy (MBE) en sustratos de GaAs

### (1079) Magnéticos

- Tuneleo, en unions tunnel, especialmente unions tunnel magnéticas en equipos de magnoresistencia, con énfasis en estados de Kondo y bloqueos de Coulomb
- Spin, incluyendo dispersión de electrones dependiente del spin, interacciones órbita-spin, canales de spin, estados del spin de puntos cuánticos, polarización del spin en puntos cuánticos y resonancia spin electrón.
- Comportamiento de nanoestructuras magnéticas en campos magnéticos, incluyendo el efecto en el spin, estructuras dominantes y anisotropías ópticas, magnéticas y mecánicas.
- Propiedades magnéticas de nanomateriales y nanoestructuras, y la variación de estas propiedades con los parámetros de crecimiento y tratamiento, como el annealing.

### (1518) Estructura Electrónica de Estado Sólido/Propiedades

- Diodos de emisión de luz de GaN, también incluye AlGaIn, InGaIn, and AlIn.
- Emisores electroluminiscentes y fabricación de aparatos emisores de luz/ diodos, con fuerte énfasis en la determinación e incremento de la eficiencia.
- Puertas para transistores y otros aparatos electrónicos.
- Estructuras de nanomateriales y sus propiedades eléctricas, incluyendo gráficas de corriente-voltaje, campos eléctricos, campos de emisión, conductividad eléctrica y aparatos electrónicos.
- Alambres cuánticos, con énfasis en estados de energía, conductividad eléctrica y transporte en sistemas de una dimensión.

### (1624) Nanotubos

- Nanotubos de una capa (SWNT), especialmente carbono, incluyendo crecimiento de manojos y cuerdas y la determinación de su composición utilizando Dispersión Raman, así como sus propiedades de adsorción.
- Nanotubos, especialmente nanotubos de carbono de una capa, y las propiedades de los manojos, haciendo énfasis en los nanotubos zigzag y armchair.
- Nanotubos, principalmente carbono aunque también se incluyen nanotubos de compósitos con carbono y nanotubos de otros materiales. Se enfatiza en nanotubos de capa múltiple, su alineación y su uso como aparatos de campos de emisión.

- Nanotubos de multicapas (MWNT), especialmente carbono, especialmente crecimiento de películas con deposición de vapor químico, incluyendo su uso como electrodo.
- Nanotubos de carbono, carbono nanotubes, especialmente alineados verticalmente, catalíticamente activados y CNT crecidos con deposición de vapores químicos asistido por plasma, y examina su aplicación en aparatos de campo de emisión y transistores efecto-campo.

#### **(806) Nano Bio-Tecnología**

- Detección de proteínas e inhibidores, con énfasis en sus sitios de enlace activos.
- Membranas artificiales y biológicas, incluyendo la determinación de su estructura y la formación de membranas artificiales. Se hace énfasis en las estructuras nanoscópicas, usando lípidos sencillos hidratados y mezclas de lípidos, las nanoestructuras formadas por las vesículas extruidas/liposomas varían de vesículas unilamelares aisladas a membranas de hojas planas.
- Células animales y solares, con énfasis en el uso de tintas indicadores para mejorar la fotosensibilidad de estas células.y en ambas incrementar la eficiencia de la célula solar y su uso en luminiscencia como detectores para células animales.
- DNA, con énfasis en oligonucleótidos usados en estudios de hibridación con el fin de detectar y estudiar fragmentos específicos del ácido nucleico, como DNA sencillo o de doble hilo.

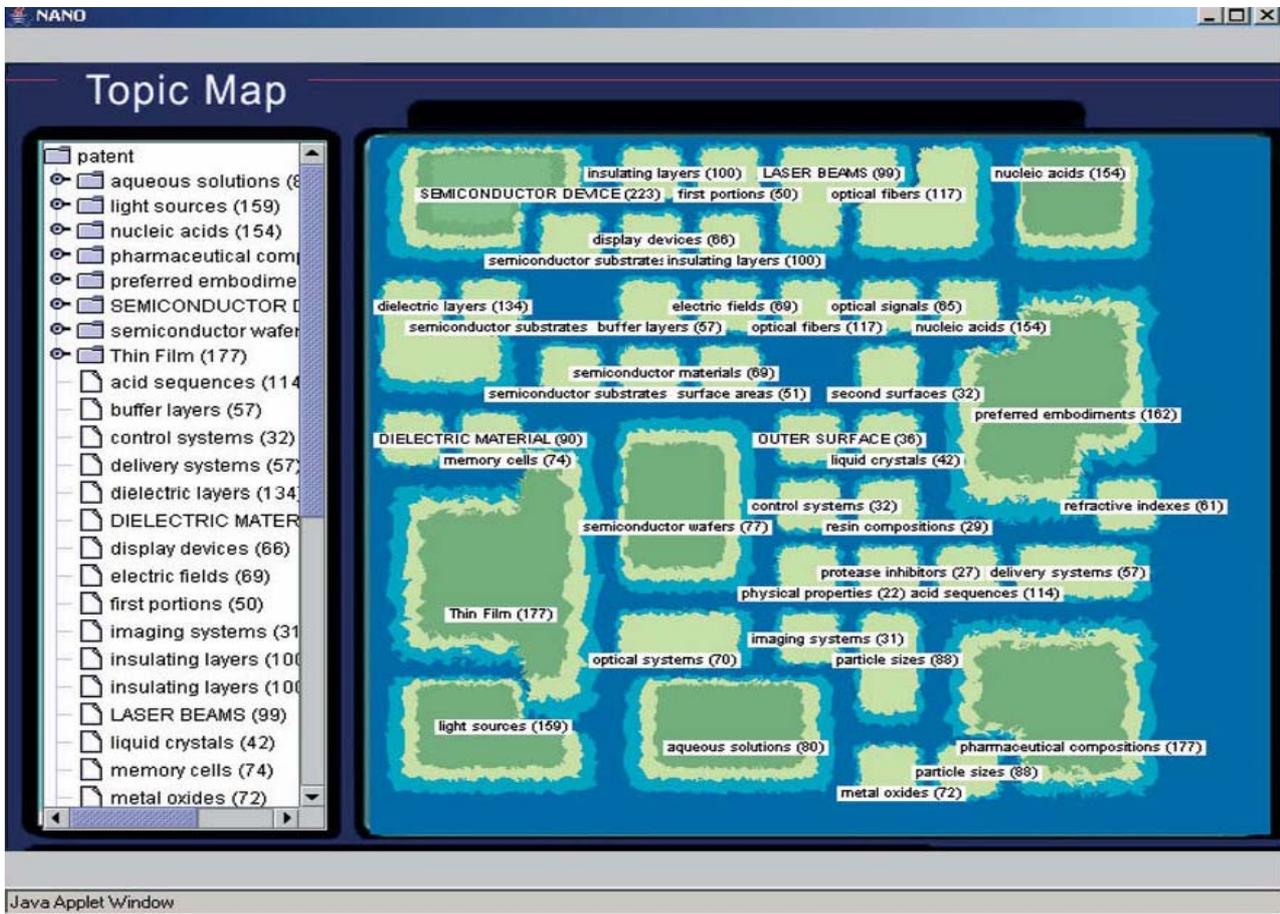
## Anexo 8.1.2.- Aplicaciones Potenciales

- Catalizadores (foto, electro, auto, metano, enzimas heterogéneas/inmovilizadas, bio-electro, bimetálico)
- Electrodo (oro, plata, platino)
- Semiconductores (metal-óxido, cupratos, polímeros amorfos, polímeros, nanocrsitaes, magnético diluido)
- Litografía (suave, grabado, grabado seco, grabado plasma, grabado electroquímico, grabado selectivo, haz de electrón, óptico, nano dip-pen, rayos-x)
- Almacenamiento (hidrógeno, oxígeno, óptico)
- Emisión de campo (Termoiónicos )
- Medicamentos (entrega, liberación )
- Interruptores
- Solar (Celdas, fotovoltaicas )
- Superconductores (Nanoalambres, cintas, películas delgadas, alta temperatura, interruptores micropuentes/ultrarrápidos, electrómetros de bloqueo-Coulomb, puertas lógicas cuánticas );
- Grabado de datos (Medios magnéticos, cabezas)
- Conductores de ondas WAVEGUIDE (óptica )
- Transistores (efecto-campo, mosfet, electron simple, películas delgadas, orgánicos, punto cuántico)
- Capacitores (MOS, Super, doble capa)
- Detectores
- Impresión
- Piezoelectricidad
- Entrega de genes
- Electrolito
- Alambres (cuántico, arreglos de nanoalambres)
- Pantallas (cristal líquido, panel plano)
- Filtros (reducción de dispersión cromática, múltiple división de longitud de onda, óptica, interferencia holográfica, mallas moleculares, punto de longitud de onda térmico)
- Aislantes (gates, baja K)
- Sangre (Ingeniería vascular, pruebas de suero, medidores de flujo, monitoreo de catecolamina);
- Holografía (reja de difracción, grabado, almacenamiento de datos)
- Tribología ( Lubricación, lubricantes sólidos, velocidad de desgaste/resistencia, coeficiente de fricción, durabilidad)
- Metanol
- Ferroelectricidad
- Láser
- Cerámicos
- Diodos (emisores de luz)
- Fabricación de semiconductores (resist-foto)
- Sensores (Anticuerpos, bio)
- Circuitos
- Corrosión (resistencia)
- Enzimas (detección de daños en DNA, sensores de glucosa)
- Baterías (recargables, litio)
- Puertas lógicas (óxidos, lógicos, mosfet)

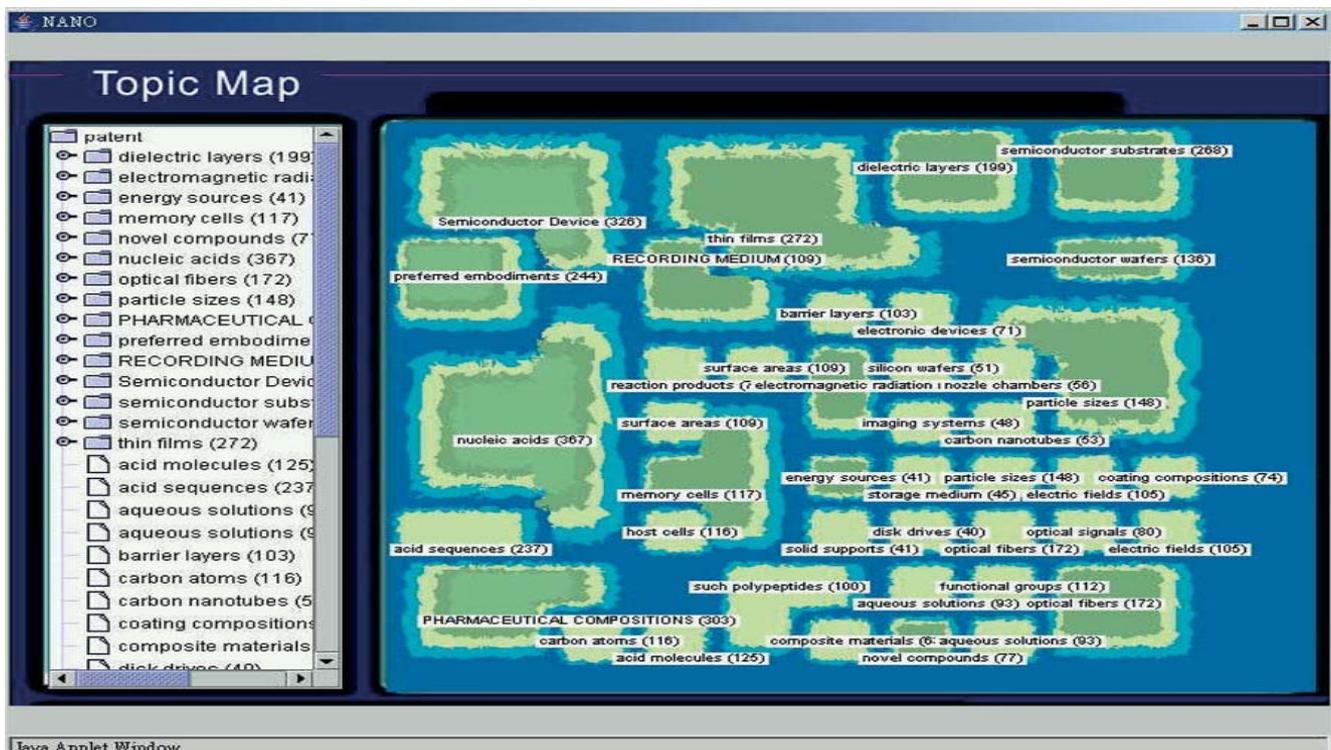
- Celdas de combustible
- Membranas
- Electrólitos (Polímeros)
- Memoria de forma (memoria de metal)
- Computadoras cuánticas
- Memoria (acceso aleatorio)
- Aparatos moleculares (Diodos, alambrea, memoria, switches, almacenamiento de datos)
- Fibras ópticas
- Magnetos (Permanente, ferro)
- Huesos (ingeniería de tejido, implantes, reparación de fracturas)
- Protección ambiental (Tratamiento de aguas residuales, purificación de aire)

## Anexo 8.2.1.- Mapas Generados a partir de las Aplicaciones en el USPTO

Mapa generado a partir de las patentes aplicadas en USPTO 2003  
Zang Huag, et.al Journal of Nanoparticle Research 2004



Mapa generado a partir de las patentes aplicadas en USPTO 2001-2002  
Zang Huag, et.al Journal of Nanoparticle Research 2004



### **Anexo 8.3.1.- Agencias e Instituciones Participantes. NNI (Nacional Nanotechnology Initiative).**

#### **National Aeronautics and Space Administration (NASA)**

Princeton University

- Biologically Inspired Materials Institute (BIMat)

Purdue University

- Institute for Nanoelectronics and Computing

Texas A&M University

- Institute for Intelligent Bio-Nanomaterials & Structures for Aerospace Vehicles

University of California, Los Angeles

- Institute for Cell Mimetic Space Exploration

#### **National Institutes of Health**

Baylor College of Medicine

- Center for Protein Folding Machinery

Burnham Institute

- Nanotherapy for Vulnerable Plaque

California Institute of Technology

- Nanosystems Biology Cancer Center (NSBCC)

Columbia University

- NanoMedicine Center for Mechanical Biology

Emory University / Georgia Institute of Technology

- Emory-Georgia Tech Nanotechnology Center for Personalized and Predictive Oncology

Emory University

- Nanotechnology: Detection & Analysis of Plaque Formation

MIT / Harvard University / Massachusetts General Hospital

- MIT-Harvard Center of Cancer Nanotechnology Excellence

Massachusetts General Hospital

- Translational Program of Excellence in Nanotechnology

Northwestern University

- Nanomaterials for Cancer Diagnostics and Therapeutics

Stanford University

- Center for Cancer Nanotechnology Excellence Focused on Therapy Response

University of California, San Diego

- Center of Nanotechnology for Treatment, Understanding, and Monitoring of Cancer (NANO-TUMOR)

University of California, San Francisco

- Engineering Cellular Control: Synthetic Signaling and Motility Systems

University of Illinois, Urbana-Champaign

- National Center for Design of Biomimetic Nanoconductors

University of North Carolina

- Carolina Center of Cancer Nanotechnology Excellence

Washington University

- Integrated Nanosystems for Diagnosis and Therapy

Washington University

- The Siteman Center of Cancer Nanotechnology Excellence

### **National Science Foundation**

Arizona State University

- Center for Nanotechnology in Society (NSEC)

Brown University

- Center for Advanced Materials Research (MRSEC)

Columbia University

- Center for Electronic Transport in Molecular Nanostructures (NSEC)
- Center for Nanostructured Materials (MRSEC)

Cornell University

- Center for Materials Research (MRSEC)
- Center for Nanoscale Systems (NSEC)
- Nanobiotechnology, Science and Technology Center

Harvard University

- Nanoscale Systems and their Device Applications (NSEC)

Johns Hopkins University

- Materials Research Science and Engineering Center (MRSEC)

Massachusetts Institute of Technology

- Center for Materials Science and Engineering (MRSEC)

Michigan State University

- Center for Sensor Materials (MRSEC)

Northeastern University

- Center for High-rate Nanomanufacturing (NSEC)

Northwestern University

- Integrated Nanopatterning and Detection (NSEC)
- Materials Research Science and Engineering Center (MRSEC)
- National Center for Learning & Teaching in Nanoscale Science & Engineering

Pennsylvania State University

- Center for Nanoscale Science (MRSEC)

Princeton University

- Princeton Center for Complex Materials (MRSEC)

Rensselaer Polytechnic Institute

- Directed Assembly of Nanostructures (NSEC)

Rice University

- Center for Biological and Environmental Nanotechnology

Stanford University

- Center on Polymer Interfaces and Macromolecular Assemblies (MRSEC)

University of Alabama

- Center for Materials for Information Technology (MRSEC)

University of California, Los Angeles

- Center for Scalable and Integrated Nano-Manufacturing (NSEC)

University of California, Santa Barbara

- Center for Nanotechnology in Society (NSEC)

University of Illinois, Urbana-Champaign

- Center for Chemical-Electrical-Mechanical Manufacturing Systems (NSEC)

University of Maryland

- Materials Research Science and Engineering Center (MRSEC)

University of Massachusetts, Amherst

- Materials Research Science and Engineering Center on Polymers (MRSEC)

University of Minnesota

- Materials Research Science and Engineering Center (MRSEC)

University of Nebraska, Lincoln

- Center for Quantum and Spin Phenomena in Nanomagnetic Structures (MRSEC)

University of Oklahoma / University of Arkansas

- Center for Semiconductor Physics in Nanostructures (MRSEC)

University of Pennsylvania

- The Laboratory for Research on the Structure of Matter (MRSEC)

University of Virginia

- Center for Nanoscopic Materials Design (MRSEC)

University of Washington

- Genetically Engineered Materials Science and Engineering Center (MRSEC)

University of Wisconsin, Madison

- Materials Research Science and Engineering Center (MRSEC)

Yale University

- Center for Research on Interface Structure and Phenomena (MRSEC)
- NSF's directory of R&D Centers

**Department of Defense**

Central Michigan University

- National Dendrimer and Nanotechnology Center

Massachusetts Institute of Technology

- Institute for Soldier Nanotechnologies

University of California-Santa Barbara

- Center for Nanoscience Innovation for Defense

### **Anexo 8.3.2 .- Tecnologías Disponibles.**

**Institute of NanoMaterials and NanoTechnology (INMT). Hong Kong.**

#### **Available Technologies**

- Novel Low-cost Color LCD
- Bistable LCDs
- Fast LCDs
- High Performance OLEDs
- Nano Carbon Based Lithium Battery
- Nanocatalysts: Air Remediation
- Nanocatalysts: Water Remediation
- Carbon Nanotube Field Effect Transistor
- Nano Fin Field Effect Transistor (FinFET)
- Ultra-Thin High Dielectric Constant Material Deposition and Characterization
- Wide Band-Gap AlGaIn/GaN HEMT Power Amplifier for Wireless Communication
- Micro Fuel Cell
- Manufacturing Technologies of Nanomaterials and Related Products

#### **Nanoparticles and Applications**

- Fullerene-based Optical Filters
- Nanoparticles for Toxic Vapor Sensing
- Novel Electrorheological Fluids
- Nano-based Wrinkle-free Textiles

#### **Advanced Composite Materials**

- Recycled Natural Fiber Composite
- Hybrid Composite Rebar for Concrete Structure
- Polypropylene Calcium Carbonate Nanocomposites
- Processing Technology for Polymer/Clay Nanocomposites

#### **Nano Sensors**

- CMOS IC DNA Sensor
- GaN-based Integrated High-Temperature Pressure Sensors
- Mega Amplification Nanobiolabels: SuperNova® and SuperSignal®
- Visible/Solar-blind UV Sensors
- Novel Low-cost Nanopump
- Nanowire-based Gas Sensors
- Novel Low-cost and Fast-response Humidity Sensors Based on Nanostructured Mat

***CURRICULUM VITAE***  
***Dr. Jesús González Hernández***

*Febrero 2007*

### **EDUCACION**

<b>Grados y Carreras</b>	<b>Institución</b>
<b>Doctor en Física</b>	<i>Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Sao Paulo, Brasil, (1980)</i>
<b>Maestro en Ciencias</b>	<i>CINVESTAV, Depto. de Física (1976)</i>
<b>Licenciado en Física</b>	<i>Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN (1974)</i>

### **ACTIVIDADES PROFESIONALES**

- *Director General del Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C. de Junio 2004 a la fecha*
- *Investigador Titular "C", Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., Junio 2004 a marzo 2006.*
- *Jefe de la Unidad Querétaro del CINVESTAV de 1998 a Junio 2004*
- *Jefe del Laboratorio de Investigación en Materiales del CINVESTAV de 1995 a 1998*
- *Director del Programa Multidisciplinario en Materiales Avanzados, CINVESTAV, de 1994 a 1995*
- *Profesor CINVESTAV 3F, de 1998 a la fecha*
- *Director del Laboratorio de Crecimiento de Nuevos Materiales, Energy Conversion Device, Inc., USA, Troy Michigan de 1984 a 1986*
- *Investigador, Energy Conversion Devices, Inc., Troy, Michigan USA de 1981 a 1984*
- *Profesor Adjunto, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Sao Paulo, Brasil de 1980 a 1981*

**SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES nivel 3 DESDE 1990**

**ORIENTACION DE TESIS**

**DOCTORADO**

<b>Alumno:</b>	<b>Título de la Tesis</b>	<b>Fecha de Examen</b>
<i>Arturo Reyes Mena</i>	<i>"Caracterización Óptica y Eléctrica de Películas de Carbón Amorfo hidrogenado"</i>	<i>Septiembre 1989</i>
<i>Facundo Ruiz</i>	<i>"Estudio de la Nanoestructura de Películas Delgadas Semiconductoras Utilizando Microscopía de Fuerza Atómica."</i>	<i>Agosto 1995</i>
<i>Martín Yañez Limón</i>	<i>"Contribución de la Espectroscopia Foto acústica al Estudio de las Propiedades Térmicas de Sólidos Orgánicos e Inorgánicos"</i>	<i>Septiembre 1995</i>
<i>Juan Francisco Pérez Robles</i>	<i>"Producción de Recubrimientos de SiO<sub>2</sub> por el Proceso Sol-Gel y su Caracterización Óptica y Estructural"</i>	<i>Marzo 1998</i>
<i>José Refugio Martínez</i>	<i>"Estudio, Formación y Caracterización de Vidrios Complejos con Incorporación de Partículas".</i>	<i>Diciembre 1999</i>
<i>Fco. Javier García Rodríguez</i>	<i>"Evolución de Partículas Coloidales en Matrices de SiO<sub>2</sub> Preparadas por Sol-Gel".</i>	<i>Noviembre 2001</i>
<i>Laura Lorena Díaz Flores</i>	<i>"Obtención de Películas Delgadas de SiO<sub>2</sub> Sobre un sustrato Polimérico Mediante el Proceso Sol-Gel".</i>	<i>Febrero 2001</i>
<i>Jesús Pérez Bueno</i>	<i>"Pigmentos y otros Compuestos en Recubrimientos Producidos a Partir del Proceso Sol-Gel".</i>	<i>Mayo 2001</i>
<i>Guadalupe Garnica Romo</i>	<i>"Preparación y Caracterización de Recubrimientos Fotocrómicos por el Proceso Sol-Gel".</i>	<i>Julio 2003</i>
<i>Carlos Virgilio Rivera Rodríguez</i>	<i>"Preparación y caracterización de memorias ópticas de cambio de fase del sistema Ge:Sb:Te con composiciones no estequiométricas"</i>	<i>Julio 2004</i>
<i>Joel A. Calderón Guillén</i>	<i>"Mejoramiento de las propiedades mecánicas y ópticas de materiales acrílicos mediante la incorporación de Sílice".</i>	<i>Octubre 2006</i>

<b>CONFERENCIAS INVITADAS EN CONGRESOS NACIONALES</b>
---

1. *Simposio Nacional de Estado Sólido (1987).*
2. *Congreso de la Sociedad Mexicana de Física (1989).*
3. *Congreso Nacional de Física de Superficies e Interfaces (1989).*
4. *Segundo Taller de Espectroscopias Ópticas (1991).*
5. *Congreso de la Sociedad Mexicana de Superficies y Vacío (1992).*
6. *Quinto Taller de Espectroscopias Ópticas (1994).*
7. *XV Congreso Nacional de la Soc. Méx. De Ciencia de Superficies y Vacío (1995).*
8. *8. Semana Cultural de la Facultad de Química, Univ. Aut. Querétaro, Nov.(1995).*
9. *2º Taller de Espectroscopias, Facultad de Física, Univ. Aut. de Puebla, Ago.(1996).*
10. *XVII Congreso Nacional de la Soc. Méx. De Ciencias de Superficie y Vacío*
11. *III Taller Sobre: Aplicación de Técnicas Espectroscópicas en Materiales, Puebla, Pue., diciembre (1997).*
12. *Quinta Reunión Universitaria de Investigación en Materiales, Hermosillo, Son., Nov.(1999)*
13. *El Día Q: Un Panorama de la Mente al Mundo, Monterrey, Octubre(2000)*
14. *VII Simposio “La Investigación y el Desarrollo Tecnológico en Michoacán”, Morelia, Mich., Nov. (2000)*
15. *3ª Jornada de Ingeniería en Materiales, Instituto Tecnológico de Morelia, Mayo(2001)*
16. *XXXIX Semana de Ciencias, Facultad de Ciencias de la Univ. Aut. de San Luis Potosí, Marzo(2001)*
17. *Primer Congreso Estudiantil de Polímeros y Especialidades Químicas Relacionadas, Centro de Química Aplicada, Saltillo, Coah., Octubre(2001)*
18. *Segundo Congreso Latinoamericano de Instrumentación y Control de Procesos, Universidad Autónoma de Querétaro, Octubre (2001).*
19. *Segunda Reunión Estatal de Ciencia y Tecnología, Durango. Dgo., Nov. (2001)*
20. *Reunión Universitaria de Investigación en Materiales, Universidad de Sonora, Nov. (2001)*
21. *4ª Jornada de Ingeniería en Materiales, Instituto Tecnológico de Morelia, Mayo(2002)*
22. *Congreso Nacional de Vinculación para la Competitividad, Querétaro, Mayo, (2003)*
23. *Congreso Internacional de Materiales, Cancún, Agosto (2003)*
24. *VI Conferencia Internacional Sobre Dosimetría de Estado Sólido, Toluca, Septiembre(2003)*
25. *II Congreso Internacional de Metal-Mecánica, Durango, Octubre. (2003)*
26. *Semana Nacional de Ciencia y Tecnología, Monterrey, N. L., Septiembre (2004)*
27. *“Foro Académico 2006”, Instituto Tecnológico de Chihuahua, Chih., Septiembre (2006).*
28. *XV Semana Internacional de Ingeniería Industrial, Chihuahua, Chih., Septiembre (2006).*

<b>CONFERENCIAS INVITADAS EN CONGRESOS INTERNACIONALES</b>
--

1. *First Summer Workshop on Surface Characterization of Optical and Electronic*
2. *Congreso de la Sociedad Latinoamericana Física de Estado Sólido, La Habana, (1987).*
3. *National Symposium of the American Vacuum Society, Seattle, (1991).*
4. *American Vacuum Society Meeting, Michigan Chapter, Southfield, Michigan, (1991).*
5. *Soft X-Rays in the 21st Century Provo, Utah, (1992).*
6. *2do. Congreso Iberoamericano de Microscopía Cancún, (1992).*
7. *Meeting of the Mexican Microscopy Society, Cancun, (1993).*
8. *Second International Conference on Physics and Industrial Development: Bridging the Gap. Belo Horizonte, Brasil, Julio, (1996).*
9. *International Materials Research Congress, Cancun, Erp. (1996).*
10. *Second International School-Conference on Physical Problems in Material*
11. *SPIE, The International Society for Optical Engineering, Kiev, Ucrania,*
12. *Conferencia Internacional, Centenario del Electrón, La Habana, Cuba,*
13. *Third Int. School-Conf. On Physical Problems in Material Science on Semiconductors. (European Material Research Society) Chernivtsi, Ucrania (1999)*
14. *XXII Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales, Saltillo, Coah., nov. 2000*
15. *V Conferencia Internacional Sobre Dosimetría de Estado Sólido, México, D. F.(2002)*
16. *VII International Workshop on Non-Crystalline Solids, México, D. F. (2003)*
17. *IV Taller Iberoamericano Sobre Educación en Ciencia e Ingeniería de Materiales, Chihuahua, Chih., Julio (2004).*
18. *Tercer Workshop to Develop the Global Nanotechnology Network, Saarbrucken, German (2005)*
19. *California-México Commission on Education, Science and Technology, Annual Meeting, Ciudad de México (2005)*
20. *Quinto Taller Iberoamericano sobre Educación en Ciencia y Tecnología de Materiales, Córdoba, Argentina(2006)*

**ARTICULOS DE REVISION**

- *Crystallization Studies of Ge: Sb: Te Optical Memory Materials.*  
Appl. Phys. Comm. Vol 11, p.557-582, (1992).
- *The Structure of W/C Multilayer's.*  
J. of X-Ray Science and Technology, Vol.6, p.1 - 31 (1996).
- *Technological Modernization of Alkaline Cooking for the Production of Masa and Tortilla*  
World Scientific Publishing Co., Singapore-London, p. 162-179 (1997).
- *Vidrios de SiO<sub>2</sub> Nanocompuestos Preparados por Sol-Gel: Revisión*  
Superficies y Vacío, Vol. 11, p.1-16(2000)

**CAPITULOS EN LIBROS**

1. Characterization of As-prepared and Annealed Hydrogenated Carbon Films.  
*En el Libro: Properties and Characterization of Amorphous Carbon Films,*  
*Trans Tech Publications Ltd. USA, (1990).*
2. Ordering Parameters in a-Si Systems  
*En el Libro: Disorder Materials: Science and Technology, Plenum Press,*
3. Effects of Transition-Metals Elements on Tellurium Alloys for Reversible  
Optical Memory Data Storage.  
*En el Libro: Disorder Materials: Science end Technology, Plenum Press,*
4. Characterization of Amorphous Carbon Films.  
*En el libro: Trends in Vacuum Sci. And Tech., Publicado por Research*  
*Trends, USA (1993).*
5. La Producción de la Tortilla y el Consumo de Energía a lo Largo del Proceso  
*En el libro; La Industria de la Masa y la Tortilla (1997).*
6. Technological Modernization of the Alkaline Cooking Process for the  
Production of Masa and Tortilla: *En el libro: Physics and Industry*  
*Developments, World Scientific, (1997).*
7. New Trajectory Tracing Method for Express Study of the Evolution of Non-  
linear Systems. *En el libro: Advances in Systems Theory, Mathematical*  
*Methods and Applications, Electrical and Computer Engineering Series, A*  
*Series of Reference and Textbooks, Ed. A. Zemliak and N. Mastorakis,*  
*editorial, Wseas Press, (2002).*
8. Attraction Basins of Non-linear Differential Equation Set: Determination of  
Initial Values of Phase Variables for Correct Integration of the System. *En el*  
*libro: Advances in Systems Theory, Mathematical Methods and Applications,*  
*Electrical and Computer Engineering Series, A Series of Reference and*  
*Textbooks, Ed. A. Zemliak and N. Mastorakis, editorial, Wseas Press, (2002).*

9. Transparent Conductive Layers of Tin, Indium and Cadmium Oxides for Solar Cells. Capítulo 7, En el libro: Trends in Solar Energy Research. Yu. V. Vorobiev, **J. González Hernández**, P. Gorley, V. Khomyak, S. Bilichuk, V. Grechko and P. Horley, Nova Science Publishers, Inc (2006).
10. A New Approach to Hybrid Systems of Renewable Energy Utilization. Capítulo 11, en el libro: Trends in Solar Energy Research. Yu. V. Vorobiev, **J. González Hernández**, P. Gorley, P. Horley and L. Bulat, Nova Science Publications (2006).
11. Transparent Conductive Layers of Tin, Indium and Cadmium Oxides for Solar Cells. Página 223, del libro: Trends in Solar Energy Research. Vorobiev, Y.N., **González - Hernández, J.**, P. Gorley, P., Khomyak, V., Bilichuk, S., Grechko, V. y Horley P., Nova Science Publishers, New York (2006).

### PATENTES NACIONALES

<i>Nombre</i>	<i>Autores</i>	<i>Registro</i>
<i>Elementos de memoria de celda sencilla, de múltiples Bits, que se pueden borrar eléctricamente y se pueden sobrescribir directamente y arreglos fabricados a partir de</i>	<i>S.R.Ovshinsky, W.Czubatyj, D.A.Strand, S.J.Hudgens, H.Fritzsche, B.S.Chao, Q.Ye, <b>Jesús González Hernández</b>, S.A.Kostylev</i>	<i>Patente # 180199 (1992)</i>
<i>Extrusor y Proceso Continuo Para Obtención de Masa Fresca de Maíz Para la Elaboración de Tortillas, Harinas Instantáneas y sus Derivados.</i>	<i><b>J. González-Hernández</b> J. L. Martínez, F. Sánchez-Sinencio, J. D. Figueroa, F. Martínez-Bustos, y M. Ruiz-Torres.</i>	<i>Patente # 234427(1993)</i>
<i>Proceso para Cocimiento de Tortillas de Maíz Usando Ondas de Radio de muy Baja Frecuencia.</i>	<i><b>J. González-Hernández</b>, J. L. Martínez-Montes, F. Sánchez-Sinencio, J. D. Figueroa, F. Martínez-Bustos y M. Ruiz-Torres.</i>	<i>Patente # 188005(1993).</i>
<i>Procedimiento y aparato para cocer productos de harina de trigo empleando Radiación Infrarroja.</i>	<i><b>J. González-Hernández</b>, F. Sánchez-Sinencio, J. L. Martínez, J. D. Figueroa, F. Martínez-Bustos</i>	<i>Patente # 201883(1994).</i>
<i>Proceso para Cocimiento de Tortillas de Maíz Usando Radiación Infrarroja.</i>	<i><b>J. González-Hernández</b>, J. L. Martínez, F. Sánchez-Sinencio, J. D. Figueroa, F. Martínez-Bustos y M. Ruiz Torres</i>	<i>Patente # 185953 (1998)</i>

<i>Método y dispositivo para implante coclear por electrodo usando elementos opto-electrónicos.</i>	<b>J. González-Hernández, R. Alvarado Montaña, Yuri V. Vorobiev, E. Morales Sánchez, P. Vilar Puig, C.Esteinou, G.E.Timen, V.N.Zakharchenko.</b>	IMPI Reg. No 007763 (2000)
<i>Proceso para la obtención de adobes con baja absorción de agua y resistencia media a compresión</i>	<b>J. González Hernández, J. Pineda Piñón, V. S. Maqueda, A.M. Ramírez, F. Pérez Robles, M.A. Hernández Landaverde.</b>	IMPI Reg. No. 007764 (2000)
<i>Proceso para la obtención de plata en polvo o en barras a partir de fuentes primarias o secundarias.</i>	<b>J. González Hernández, A.M. Ramírez, J.F. Pérez Robles, M.V. Méndez, Luz Ma. A. Arellano</b>	IMPI Reg. No. 012067 (2000)
<i>Proceso de Nixtamalización Limpia y Rápida para la Producción de Masa Fresca de Maíz para Elaborar Tortillas, Harinas Instantáneas y sus Derivados.</i>	<b>J. D. Figueroa Cárdenas, E. Morales Sánchez, J. González Hernández y G. Arámbula Villa.</b>	Patente # 210991 (2001)
<i>Método y Equipo para determinar la temperatura y el Grado de gelatinización de almidones</i>	<b>J. D. Figueroa Cárdenas, E. Morales Sánchez, J. González Hernández y J.L. Martínez Montes.</b>	IMPI Reg. No. 003922 (2002)
<i>Proceso Dieléctrico y cocedor para nixtamalización del maíz</i>	<b>J. D. Figueroa Cárdenas, E. Morales Sánchez, J. González Hernández y J.L. Martínez Montes</b>	IMPI Reg. No. 003921 (2002)
<i>Proceso para la Elaboración de Crayones a Base de Cera de Candelilla.</i>	<b>J. González Hernández, E. Morales Sánchez, M. Gaytán Martínez.</b>	IMPI Reg. No. 011106 (2003)
<i>Composiciones para recubrimiento resistentes a la corrosión ambiental y a la oxidación.</i>	<b>J. González Hernández, A.M.Ramírez, J.F. Pérez Robles, L.Ma.R. Aviles Arellano.</b>	IMPI Reg. No. 011109 (2003)
<i>Dispositivo electro-mecánico para la formación automática de tortillas.</i>	<b>J. González Hernández, J. D. Figueroa Cárdenas, E. Morales Sánchez,</b>	IMPI Reg. No. 011107 (2003)
<i>Dispositivo Multi-Unión de Celda Solar con Estructura monolítica con secuencia y conexiones variables, formada por uniones elementales de capas tipo "p" y "n"</i>	<b>Yuri Vorobiev, J. González Hernández, Hilda Esparza Ponce, Petro Gorley.</b>	Patente # NL/a/2006/00 0100 (2006)

<b>PATENTES INTERNACIONALES</b>
---------------------------------

<b>Nombre</b>	<b>Autores</b>	<b>Registro</b>
<i>Method of Forming Photovoltaic Quality Amorphous Alloys by Passivating Defect States.</i>	<i>Raphael Tsu, S. R. Ovshinsky, <b>Jesús Hernández</b> and D. Martín</i>	<i>Patente USA # <b>4,569,697</b>, (1986).</i>
<i>Multilayered Article Including Crystallization Inhibiting Layer and Method for Fabricating Same.</i>	<i>David D. Allred, On Van Nguyen and <b>J. González-Hernández.</b></i>	<i>Patente USA # <b>4,792,501</b> (1988).</i>
<i>Homogenous Compositions of Microcrystalline Semiconductor Material, Semiconductor Devices and Directly Over writable Memory Elements Fabricated There from, and Arrays Fabricated From the Memory Elements.</i>	<i>S. R. Ovshinky, S.J.Hudgens, D. A.Strand, W. Czubytyj, <b>J. González-Hernández,</b> H.Fritzsche, Quiyi Ye, S. A. Kostylev and B.S. Chao.</i>	<i>Patente USA # <b>5,335,219</b> (1994).</i>
<i>Method for the Preparation of Instant Fresh Corn Dough and Masa.</i>	<i>F. Martínez-Bustos, J. D. Figueroa, F. Sánchez-Sinencio, <b>J. González-Hernández,</b> J. L. Martínez and M. Ruiz-Torres</i>	<i>Patente USA # <b>5,532,013</b> (1996).</i>
<i>Apparatus for Cooking Food Products Using Very Low and Low Frequency Radio Waves.</i>	<i>J. L. Martínez, <b>J. González-Hernández,</b> F. Sánchez-Sinencio, J. D. Figueroa, F. Martínez-Bustos, and M. Ruiz-Torres</i>	<i>Patente USA # <b>5,553,532</b> (1996).</i>
<i>Extrusion Apparatus for the Preparation of Instant Fresh Corn Dough or Masa.</i>	<i>F. Martínez-Bustos, J. D. Figueroa, F. Sánchez-Sinencio, <b>J. González-Hernández,</b> J. L. Martínez and M. Ruiz-Torres</i>	<i>Patente USA # <b>5,558,886</b> (1996).</i>
<i>Method of Cooking Corn Dough Tortillas Using Infrared Radiation.</i>	<i><b>J. González-Hernández,</b> J. L. Martínez, F. Sánchez-Sinencio, F.Martínez-Bustos, J. D. Figueroa and M. Ruiz-Torres</i>	<i>Patente USA # <b>5,567,459</b> (1996).</i>

<i>Method for Cooking Wheat Flour Products by Using Infrared Radiation.</i>	<i>J. L. Martínez, <b>J. González-Hernández</b>, F. Sánchez-Sinencio, M. Ruiz-Torres, J. D. Figueroa and F. Martínez-Bustos.</i>	<i>Patente USA # <b>5,589,210</b> (1996).</i>
<i>Method for Cooking Tortillas Using Very Low and Low Frequency Radio Waves.</i>	<i>J. L. Martínez, <b>J. González-Hernández</b>, F. Sánchez-Sinencio, J. D. Figueroa, F. Martínez-Bustos and M. Ruiz-Torres.</i>	<i>Patente USA # <b>5, 593,713</b> (1997).</i>
<i>Homogenous Compositions of Microcrystalline Semiconductor Material, Semiconductor Devices and Directly Over writable Memory Elements Fabricated There from, and Arrays Fabricated From the Memory Elements.</i>	<i>S. R. Ovshinky, S.J.Hudgens, D. A.Strand, W. Czubytyj, <b>J. González-Hernández</b>, H.Fritzsche, Quiyi Ye, S. A. Kostylev and B.S. Chao.</i>	<i>Patente USA # <b>5, 596,522</b> (1997).</i>

<b>RECONOCIMIENTOS OBTENIDOS</b>
----------------------------------

- ✓ *Premio Nacional en Tecnología de Alimentos, 1994.*
- ✓ *Premio Anual de la Sociedad en Ciencia de Superficies e Interfaces, 1995.*
- ✓ *Primer Lugar en la Modalidad de Mejor Desarrollo Tecnológico, Exposición Científica y Tecnológica del Estado de Querétaro, 1996.*
- ✓ *Miembro de la International Higher Education Academy of Sciences, Rusia, 1996.*
- ✓ *Primer Lugar en la Modalidad de Mejor Desarrollo Tecnológico, Exposición Científica y Tecnológica del Estado de Querétaro, 1997.*
- ✓ *Premio Anual de la Sociedad Mexicana de Física, 1999*
- ✓ *Premio Nacional de Ciencias y Artes, 1999*
- ✓ *Miembro del Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República Permanente.(1999)*

- ✓ *Reconocimiento a la Investigación, Gobierno del Edo. de Querétaro, julio 2000*
- ✓ *Premio Luis Elizondo, Sistema Tecnológico de Monterrey, 2001.*
- ✓ *Asesor Honorario de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados, 2001.*
- ✓ *Politécnico Distinguido 2001, Asociación de Egresados Politécnicos, Querétaro*
- ✓ *Premio Estatal de Ciencia y Tecnología, “Durango 2001”*
- ✓ *Presea Lázaro Cárdenas a Egresados Distinguidos, 2002*
- ✓ *Reconocimiento a la Investigación, Gobierno del Edo. de Querétaro, julio 2002*
- ✓ *Presidente de la Comisión Evaluadora del SNI, Área IV, 1998 y área VII, (2005)*
- ✓ *Reconocimiento a la Investigación, Gobierno del Edo. de Querétaro, julio 2003*
- ✓ *Premio Alejandrina, Universidad Autónoma de Querétaro (2º lugar), 2003*
- ✓ *Secretario de la Unión Internacional de Sociedades de Investigación en Materiales (2004).*
- ✓ *Quinto autor mexicano más prolífico con 66 artículos en películas delgadas; según artículo: The structure and infrastructure of Mexico’s science and technology. Koston R. N., del Ríos J. A., Cortés H. D., Smith C., Smith A., Wagner C., Leydesdorff L., Karypis G., Malpohl G., Tshiteya R. Technological Forecasting and Social Change. 72 (7) (2005).*
- ✓ *Premio al mérito científico y tecnológico. Club Rotario de Chihuahua (2005)*

**ULTIMAS 5 PUBLICACIONES INTERNACIONALES CON REFEREO**  
**TOTAL DE PUBLICACIONES 230**

1.     “*Structure of oxygen doped Ge:Sb:Te films*”  
**J. González Hernández**, P. Herrera Fierro, B. Chao, Yu Kovalenko, E. Morales Sánchez, E. Prokhorov  
Thin Solid Films. (2006)
  
2.     “*Thermal-photovoltaic solar hybrid system for efficient solar energy conversion*”  
Yu. Vorobiev, **J. González Hernández**, P. Vorobiev and L Bulat  
Solar Energy **80, 2** 170-176, (2006).
  
3.     “*An analytical model to represent crystallization kinetics in materials with metastable phase formation.*”  
D.Claudio, **J. González-Hernández**, O.Licea, B.Laine, E.Prokhorov and G.Trapaga  
Journal on Non-Crystalline Solids, **352,1** pp. 51-55 (2006)
  
4.     “*Optical properties of cadmium selenide heterostructures with quantum-scale surface formations*”  
V. P. Makhniy, M. V. Demych, M. M. Slyotov, P. P. Horley, V. V. Gorley, Y. V. Vorobiev, **J. González Hernández**  
Thin solid Films, **495**, pp 372-374 (2006).
  
5.     “*Band structure investigations of GaN films using modulation spectroscopy*”  
V. P. Makhniy, M. M. Slyotov, V. V. Gorley, P. P. Horley, Yu. V. Vorobiev, **J. González-Hernández**  
Applied Surface Science, **253**, pp 246-248 (2006).

**Más de 2000 CITAS a sus trabajos**

# CURRICULUM-VITAE

## DATOS PERSONALES:

NOMBRE: ALFREDO AGUILAR ELGUEZABAL

## PREPARACION ACADEMICA

PROFESIONAL: -----  
INSTITUTO TECNOLOGICO DE CHIHUAHUA.

SEPT., 1980 – ENERO 1985

TITULO OBTENIDO: INGENIERO INDUSTRIAL EN QUIMICA  
-----

ESTUDIOS POSTERIORES: CENTRO DE GRADUADOS DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE  
CD. MADERO.  
ENERO 1985 – FEBRERO 1986

TRABAJO DE TESIS: OPTIMIZACION E INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN  
UNA PLANTA DE PRODUCCION DE POLIESTER.  
FEBRERO 1986 – OCTUBRE 1986

TITULO OBTENIDO: M. C. EN TECNOLOGIA DEL PETROLEO Y PETROQUIMICA.  
-----

DOCTORADO: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
MADRID, ESPAÑA.  
OCTUBRE 1991 – FEBRERO 1995

TRABAJOS DE TESIS: CATALIZADORES SOPORTADOS BASADOS EN OXIDO DE  
VANADIO PARA OXIDACION PARCIAL DE TOLUENO.  
INSTITUTO DE CATALISIS Y PETROLEOQUIMICA  
MADRIR, ESPAÑA  
OCTUBRE 1991 – FEBRERO 1995

TITULO OBTENIDO: DOCTORADO EN INGENIERIA QUIMICA  
-----

OTROS: CURSO DE ALTA ESPECIALIZACION EN CIENCIA Y  
TECNOLOGIA DE POLIMEROS.  
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE POLIMEROS,  
MADRID ESPAÑA.  
OCTUBRE 1993 – JUNIO 1994

NIVEL SNI NIVEL 2

## DESARROLLO PROFESIONAL

### - INDUSTRIAS PETROQUIMICAS MEXICANAS, S.A.

TESIS DE MAESTRIA: OPTIMIZACION E INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA PLANTA DE PRODUCCION DE POLIESTER. *A TRAVES DE LA MODIFICACION DE CONDICIONES DE OPERACIÓN (FORMULACION CATALITICA Y DE ADITIVOS ESTABILIZADORES, TAMÑOS DE CARGA, PROGRAMAS DE TEMPERATIURA, ETC.) Y ALGUNAS MODIFICACIONES EN LA DISPOSICION DE LOS EQUIPOS, SE LOGRO UN AUMENTO DE 30 % DE LA CAPACIDAD HISTORICA DE LA PLANTE.*

EL SALTO, JALISCO., FEBRERO – OCT., 1986

### - INDUSTRIAS PETROQUIMICAS MEXICANAS, S.A.

INGENIERO DE PROCESO EN DEPTO TECNICO, ASIGNADO A LA OPTIMIZACION DE LA *PLANTA DE POLICONDENSACION, RENDIMIENTO DE MATERIALES, CONSUMO DE ENERGIA Y TECNOLOGIA DEL PROCESO, Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.*

EL SALTO, JALISCO, NOV., 1986 – FEB., 1987

**- PETROCEL, S.A.**

SERVICIOS DE ASISTENCIA TECNICA SOBRE: **SERVICIO TECNICO A CLIENTES Y RECUPERACION Y COMERCIALIZACION DE SUB-PRODUCTOS DEL PROCESO DE PRODUCCION DE DMT/PTA.**

ALTAMIRA, TAMPS. FEB-AGOSTO, 1987

**- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO**

INVESTIGADOR DEL PROCESO **ASIGNADO AL DESARROLLO DE CATALIZADORES PARA LA PRODUCCION DE CUMENO A PARTIR DE BENCENO E ISOPROPILENO.**

MEXICO, D.F. AGOSTO-DICIEMBRE, 1987

**- PETROCEL, S.A.**

INVESTIGADOR DE PROCESO ASIGNADO A LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES:

OPTIMIZACION DEL PROCESO EN LAS AREAS DE: USO DE LA ENERGIA, RENDIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS, TRATAMIENTO DE AGUAS DE DESHECHO Y OPERABILIDAD DE LA PLANTA. DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS. DESARROLLO DE NUEVOS PROCESOS. SERVICIO TECNICO A CLIENTES.

**SE GENERARON 24 REPORTES DE INVESTIGACION SOBRE ESTUDIOS DE CATALIZADORES EN LAS REACCIONES DE : OXIDACION DE p-XILENO, TRANSESTERIFICACION DEL TEREFTALATO DE DIMETILO, ESTERIFICACION DEL ACIDO TEREFTALICO, RECUPERACION DE ACIDOS ACETICO Y FORMICO EN AGUAS RESIDUALES, Y OTRAS MAS. ALGUNOS REPORTES VERSAN SOBRE DISEÑO DE OPERACIÓN DE PLANTAS. VARIOS DE ESTOS REPORTES FUERON REALIZADOS PARA INDUSTRIAS PRODUCTORAS DE POLIESTER DE VENEZUELA, COLOMBIA, JAPON, INDIA, ESPAÑA E INDONESIA.**

ALTAMIRA, TAMPS., DIC., 1987 – SEPT., 1991

**- INSTITUTO DE CATALISIS Y PETROQUIMICA**

**ESTUDIOS DE CATALISIS EN EL AREA DE OXIDACION SELECTIVA DE HIDROCARBUROS AROMATICOS.**

**REPRESENTANTE DE LOS ESTUDIANTES ANTE LA JUNTA DEL INSTITUTO (1994)**

MADRID, ESPAÑA, DE OCTUBRE DE 1991 A FEBRERO DE 1995.

**- CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES AVANZADOS, S.C.**

*INVESTIGADOR TITULAR "A", EN LAS SIGUIENTES AREAS:*

**- SINTESIS Y CARACTERIZACION DE CATALIZADORES**

**- OPTIMIZACION DE PROCESOS EN LA INDUSTRIA QUIMICA Y PETROQUIMICA**

**- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y EMISIONES POR METODOS CATALITICOS**

**- PARTICIPACION EN EL DISEÑO DE LOS PROGRAMAS DE POSGRADO DE CIMAV, ASI COMO EN LOS CURSOS DE MAESTRIA**

**- DOCENTE EN POSGRADOS DEL CIMAV**

**- APOYO A LA INDUSTRIA EN LA SOLUCION DE PROBLEMAS ASOCIADOS A LA CARACTERIZACION DE MATERIALES**

**- APOYO A LA INDUSTRIA EN EL DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES**

**- FORMACION DEL GRUPO DE CATALISIS**

**- FORMACION DE LA DIVISION DE FISICA Y QUIMICA DE MATERIALES**

CHIHUAHUA, CHIH., DESDE MARZO DE 1995 A LA FECHA.

**NOMBRAMIENTOS EN CIMAV**

**- JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CATALISIS DE ABRIL DE 1998 A FEB DEL 2001**

**- JEFE DE LA DIVISION DE FISICA Y QUIMICA DE MATERIALES DESDE FEB. 2001 A DIC. 2005**

**- JEFE DEL DEPARTAMENTO DE QUIMICA DE MATERIALES DESDE ENERO 2005 A LA FECHA**

## Artículos Recientes

G.R. Armando, Luis de la Torre, L.A. García-Serrano, and A. Aguilar-Elguézabal  
*Effect of dialysis treatment on the aggregation state of montmorillonite clay*  
**Journal of Colloid and Interface Science Vol. 274 (2004) 550–554**

C. Domínguez, M.V. Moreno López, D. Ríos Jara, A. Aguilar Elguézabal  
*Caracterización de la Película de Latón Obtenida por Proceso Electroless sobre Aleaciones Zamak*  
**Revista Mexicana de Física Vol. 51 (2005) 102-105**

Miki-Yoshida, Collins-Martínez, F. Paraguay, W. Antúnez, Aguilar-Elguézabal  
*Photocatalytic TiO<sub>2</sub> thin films deposited inside a tubing by spray pyrolysis*  
**Revista Mexicana de Física Vol. 51 (2005) 106-109**

M.C. Díaz-Nava, M.T.Olguín, M.Solache-Ríos<sup>1</sup>, M.T.Alarcon-Herrera and A.Aguilar-Elguézabal  
*Characterization and Improvement of Ion Exchange Capacities of Mexican Clinoptilolite-rich Tuffs*  
**Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry Vol. 51 No. 3-4 (2005) 231-240**

F Paraguay-Delgado, W Antúnez-Flores, M Miki-Yoshida, A Aguilar-Elguezabal, P Santiago, R Diaz and J A Ascencio  
*Structural analysis and growing mechanisms for long SnO<sub>2</sub> nanorods synthesized by spray pyrolysis*  
**Nanotechnology Vol. 16 (2005) 688-694**

Alejandro Robau-Sánchez, Julia Aguilar-Pliego, Alfredo Aguilar-Elguézabal  
*Chemical activation of Quercus Agrifolia char using KOH. Evidence of cyanide presence*  
**Microporous and Mesoporous Materials 85 (2005) 331–339**

M. Román-Aguirre, L. De la Torre-Sáenz, Wilber Antúnez Flores, A. Robau-Sánchez, A. Aguilar Elguézabal  
*Synthesis of terpineol from  $\alpha$ -pinene by homogeneous acid catalysis*  
**Catalysis Today 107–108 (2005) 310–314**

Rocío Silveyra, Luis De la Torre Sáenz, Wilber Antúnez Flores, V. Collins Martínez and A Aguilar Elguézabal  
*Doping of TiO<sub>2</sub> with nitrogen to modify the interval of photocatalytic activation towards visible radiation*  
**Catalysis Today 107–108 (2005) 602–605**

Alejandro Robau-Sánchez, F. Cordero-de la Rosa, Julia Aguilar-Pliego and Alfredo Aguilar-Elguézabal  
*On the reaction mechanism of the chemical activation of Quercus Agrifolia char by alkaline hydroxides*  
**J of Porous Materials 13 (2006)123-132**

A. Aguilar-Elguézabal, Wilber Antúnez, Gabriel Alonso, F. Paraguay, Francisco Espinosa, M. Miki-Yoshida  
*Study of carbon nanotubes synthesis by spray pyrolysis and model of growth*  
**Diamond and Related Materials 15 (2006) 1329 – 1335**

Carlos Domínguez-Ríos, Roal Torres-Sánchez and Alfredo Aguilar-Elguézabal  
*Study of the effect of zincate on the deposit of brass in steels of low carbon*  
**Int. J. Materials and Product Technology, Vol. 27, Nos. 1/2 (2006) 64 -70**

M. Zyzlila Figueroa-Torres, Alejandro Robau-Sánchez, Luis De la Torre-Sáenz, Alfredo Aguilar-Elguézabal  
*Hydrogen adsorption by nanostructured carbons synthesized by chemical activation*  
**Microporous and Mesoporous Materials 98 (2007) 89–93**

**Citas (sin autocitas) de artículos publicados: ~ 80**

## Patentes en Trámite

**Fotocatalizador para destrucción de compuestos orgánicos en agua y vapores o gases, así como eliminación y/o recuperación de metales en agua.**

México Expediente 9804328 (Mayo 13, 1998)

**Process for the electroless brass plating**

En trámite en México y Estados Unidos (2001-2002) Patente en Explotación

**Dispositivo para evitar la remoción de etiquetas adheridas en superficies con fines de identificación**

En trámite en Estados Unidos (2003) y en México (2004) Patente en Explotación

**Tratamiento térmico de arcillas de la familia de las bentonitas para su incorporación en la formulación de productos cerámicos**

En trámite México (Marzo 8 del 2004)

**Materiales compuestos base aluminio- nano tubos de carbono y su proceso de fabricación**

En trámite México (Noviembre del 2004)

## Tesis Dirigidas y Concluidas

Licenciatura: 3

Maestría : 9 (Dos co-direcciones)

Doctorado: 7 (Cuatro co-direcciones)

## Proyectos Apoyados por Organismos Internacionales

**97-176 RG/CHE/LA "Pillaring of montmorillonite clays with silica particles**

TWAS, Third World Academy of Sciences, 1997-1999.

## Proyectos Apoyados por Organismos Públicos

**3888-PA "Preparación y caracterización de tamices moleculares activos en la reacción de isomerización de pentano a isopenteno, como precursor en síntesis del ter-amil-metil-éter"**

CONACYT 1995-1997

**9506056 "Descontaminación de aguas residuales con luz solar por vía fotocatalítica"**

Sistema Regional Francisco Villa (SIVILLA) 1995-1997

**97-03-III Deshidrogenación oxidativa de alcanos C<sub>3</sub>-C<sub>5</sub> para obtención de olefinas ligeras"**

FIES (IMP) 1998-2001

**700-2-1 Síntesis de materiales activos en la reacción de hidrosulfuración, a partir de precursores diseñados para obtener propiedades optimizadas en el catalizador"**

Corredor de Materiales- CONACYT 700-2-1 2000

**98-33-III Desarrollo de arcillas modificadas con meso y macroporosidad para el mejoramiento de catalizadores para FCC de fracciones pesadas del petróleo"**

FIES (IMP) 2000-2004

**47776 Almacenamiento de Hidrógeno en Materiales Nanoestructurados base Carbono**

CONACYT 2005-2008

## **Otros Méritos**

- Evaluador de Proyectos SIVILLA y CONACY (Registrado como Evaluador Acreditado)***
- Evaluador de Artículos en Revistas Internacionales***
- Vocal en Comité Directivo de la Academia de Catálisis (ACAT) en período 2002-2004***
- Organizador en jefe del Evento Nacional "Taller de Avances en Catálisis" (Chihuahua, 2004)***
- Miembro del Comité Organizador del IV Taller Iberoamericano sobre Educación en Ciencia de Materiales (Chihuahua, 2004)***
- Miembro del Comité Científico del XIX Simposio Iberoamericano de Catálisis (Mérida, 2004)***
- Miembro del Comité Organizador del XXIV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y Materiales (Rivera Maya, 2004)***

## DAVID JARAMILLO VIGUERAS

[djaramillo@ipn.mx](mailto:djaramillo@ipn.mx)

Egresado como Ingeniero Metalúrgico en 1976, se incorporó como profesor al *Departamento de Ingeniería Metalúrgica (DIM)* de la *Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del Instituto Politécnico Nacional (IPN)*, en donde realizó actividades *Académicas y Administrativas* hasta enero del 2001. Participó de febrero del 2001 a febrero del 2004 como *Titular de la Coordinación de Programas Institucionales de Investigación en el Instituto Politécnico Nacional*, siendo actualmente el Director del *Centro de Investigación e Innovación Tecnológica* del mismo Instituto.

Realizó sus estudios de Doctorado sobre *“Soldadura por Explosivos de Listones Amorfos”*, de enero de 1984 a junio de 1986. Su desempeño durante el doctorado y los productos de investigación generados le permitieron graduarse con honores y obtener el premio *Langmuir*, otorgado por el Instituto Tecnológico de Nuevo México *a la mejor investigación realizada en dicho instituto*.

En 1986 participa, como asesor, en la formación de la compañía *Dynamic Energy Resources* en Tucson, Az. – USA. En enero de 1987 se reincorpora al DIM, realizando, de enero a julio de 1989, una estancia como *Profesor Invitado* en el *Instituto Tecnológico de Nuevo México*. Desde 1987 ingresa al *Sistema Nacional de Investigadores* en donde actualmente posee el nombramiento de *Investigador Nacional Nivel 2*.

Es profesor fundador del Posgrado en Metalurgia y Materiales, durante los años 1990 y 1991, conjuntamente con otros profesores, logran la creación de los *Laboratorios del Centro de Procesos Metalúrgicos e Ingeniería de Materiales (CEPROMIM)*, con una inversión de aproximadamente seis millones de dólares, realizada por el IPN y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). En 1991, conjuntamente con otro profesor, proponen el primer programa de investigación para el reforzamiento de infraestructura del DIM, financiado por el *COSNET*. Este proyecto fue autorizado con un presupuesto equivalente a 60 mil dólares US. Así mismo, realiza en ese año, la primera solicitud de apoyo al CONACYT, para el reforzamiento de la infraestructura del posgrado en metalurgia. En esa ocasión, se logra un apoyo sin precedentes equivalente a 1 millón de dólares US, mismo que fue usado para la adquisición de los *microscopios electrónicos y de iones* del *CEPROMIM*.

En 1992, *Coordina la creación del Plan de Estudios de Doctorado en Metalurgia y Materiales del DIM-ESIQIE-IPN*. En ese año, realiza la solicitud de *registro al padrón de excelencia* del *CONACYT*, para los programas de maestría y doctorado. *Ambos programas ingresaron por primera vez a dicho padrón*. En el año 2002 propone ese mismo Doctorado para el premio AUIP, lográndose una Mención de Honor.

Como Coordinador de Investigación, durante los años 2000 al 2003, propuso la implementación de políticas institucionales para el mejor aprovechamiento de los recursos financieros adjudicados a la investigación en el IPN, logrando la equidad, cobertura y reforzamiento de grupos en líneas de investigación institucionales, participando en la adecuación de los reglamentos que rigen a los programas institucionales de apoyo a la investigación. Participó en la creación del primer Programa Institucional de Fortalecimiento al Posgrado, presentado al CONACYT, por parte del Politécnico. Definió las políticas para la distribución del presupuesto para investigación, basadas en una Ficha de Productividad de los investigadores, método que aún está en práctica.

Como Director del **CIITEC-IPN** ha gestionado, en un lapso de 12 meses, un grupo de profesores investigadores, de alta productividad de investigación científica y tecnológica, que han iniciado, conjuntamente con los programas del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, la **Maestría y Doctorado en Tecnología Aplicada**. A finales del 2006 se graduaron 3 estudiantes en el nivel maestría. La **Especialidad en Ingeniería del Transporte**, iniciada en este mismo periodo, ha producido sus primeros quince egresados, todos ellos laborando en una empresa del ramo del transporte. Promovió la certificación de un Sistema de Gestión de la Calidad, bajo la norma ISO 9001-2000, por CALMECAC; así como la acreditación de un Laboratorio de Control Ambiental, bajo la norma NOM02, por la Entidad Mexicana de Acreditación y certificado en la Red de Laboratorios. Ha gestionado el reforzamiento de la infraestructura física y humana, coordinado diplomados y cursos de capacitación para varias dependencias Públicas.

Por su trayectoria académica, el **Consejo Técnico Consultivo de la ESIQIE**, lo nombró profesor distinguido en dos ocasiones 1996 y 1999.

Por su trayectoria como investigador, en 1999, fue galardonado, en el ámbito **nacional**, como el **investigador del año** por la **Sociedad Mexicana de Fundidores**, al mismo tiempo que el **Instituto Politécnico Nacional**, le otorgó el premio a **la mejor dirección de Tesis de Doctorado en Ingeniería** realizada en el propio instituto. En el año 2001, recibió el premio anual **“Hilario Ariza Dávila” en investigación**, otorgado por el Consejo de Egresados de la ESIQIE, así mismo recibió, del **Consejo General Consultivo del IPN**, el **Diploma a la Investigación**, otorgado por el instituto, anualmente, a un solo profesor por su trayectoria en investigación.

En el 2005, recibió el Premio a la Mejor Investigación Tecnológica realizada en el IPN, así como el Premio de Desarrollo de Software 2005 del IPN (Categoría Docente). En el 2006, premio de Veracruz

## CONCENTRADO DE DATOS CURRICULARES

Nombre: Oliverio Santiago Rodríguez Fernández  
Puesto: Investigador Titular "C"  
S.N.I.: Nivel I  
Idiomas: Español e Inglés  
Dirección electrónica (e-mail): oliveri@polimex.ciqa.mx

### FORMACIÓN ACADÉMICA

Grado	Institución	Lugar	Año
Lic. en Ciencias Químicas	Universidad Autónoma de Coahuila	México	1983
Maestría en Polímeros	Universidad Autónoma de Coahuila	México	1987
Doctorado en Polímeros	Loughborough University	Inglaterra	1994

### OTROS DATOS ACADÉMICOS

Durante mi desempeño profesional he dirigido y participado en proyectos de investigación básica orientada y aplicada. Para la realización de estos proyectos, he contado con el financiamiento del CONACYT, la Comunidad Económica Europea. Asimismo, he dirigido y participado en 13 proyectos de investigación y desarrollo tecnológico para la industria nacional en las áreas de Química y Tecnología de Polímeros. Actualmente dirijo un proyecto de Investigación financiado por el CONACYT. Paralelamente a lo anterior, he participado activamente en actividades de formación de recursos humanos, habiendo dirigido 6 tesis de doctorado, 9 de maestría y 4 de licenciatura, y participado impartiendo la materia de Tecnología de Procesos de Fabricación 10 veces.

Como resultado de las actividades anteriores, en mi productividad científica-tecnológica se cuentan 50 ponencias en congresos, tanto nacionales como internacionales, 40 artículos científico-tecnológicos publicados en revistas especializadas y 35 en memorias en extenso, un libro técnico publicado, 4 manuales técnicos registrados ante la SEP y dos patentes en trámite.

### ÚLTIMAS PUBLICACIONES INTERNACIONALES CON ARBITRAJE

Synthesis and characterization of an iron oxide-poly(styrene-co-carboxybutylmaleimide) ferromagnetic composite, Selene Sepulveda Guzman, Odilia Perez-Camacho, Oliverio Rodríguez Fernández, Amelia Olivas, Robert Escudero, Polymer, 48, 720-727 (2007).

Preparation and characterization of magnetic PVC nanocomposites, Isaura Yáñez-Flores, Rebeca Betancourt-Galindo, J. Matutes-Aquino and Oliverio Rodríguez Fernández, J. of Non-crystalline solids, En prensa (2007)

Characterization of Different Magnetite-Cobalt Nanoparticles in Hydrocarbon Based Magnetic Fluids by Means of Static and Dynamic Magnetization Measurements, Oscar Ayala Valenzuela, P. C. Fannin, Rebeca Betancourt Galindo, Oliverio Rodríguez Fernández and José Matutes Aquino, J. Magnetism and Magnetic Materials, En prensa (2007).

Comparative study of the synthesis of  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  and  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  in silica through polymerized complex route of sol gel method, Sagrario M. Montemayor, L. A. García-Cerda, J. R. Torres-Lubián, O. S. Rodríguez-Fernández, J. Sol Gel, En prensa (2007)

Solid to liquid transition of inverse ferrofluids under shear, R. Saldivar-Guerrero, R. Richter, I. Rehberg, N. Aksel, L. Heymann and O.S. Rodríguez-Fernández, Magnetohydrodynamics, vol. 41, no. 4, 385-389 (2006)

Complex magnetic susceptibility measurement of a magnetic fluid magnetite based, O.E. ayala-Valenzuela, J.A. Matutes-Aquino, R. Betancourt-Galindo, O. Rodríguez-Fernández, Inter. J. of Mat. and Product Technology, Vol. 27, Nos. 1/2, 110-115, (2006).

Sr Ferrite-MQP hybrid bonded magnets”, D. Bueno-Baques, D.R. Cornejo, E. Padrón-Hernández, P.Sifuentes, O.Rodríguez-Fernández and J.A. Matutes-Aquino, *Inter. J. Of Mat. and Product Technology*, Vol. 27, nos. 1/2, 71-79, (2006).

Viscoelasticity of mono and polydisperse inverse ferrofluids, Rubén Saldivar-Guerrero, Reinhard Richter, Ingo Rehberg, Nuri Aksel, Lutz Hermann and Oliverio S. Rodríguez-Fernández, *Journal of Chem. Phys*, 125, 084907 (2006).

“Synthesis and complex magnetic susceptibility characterization of magnetic fluids in different liquid carriers” O. Ayala-Valenzuela, J. Matutes-Aquino, R. Betancourt, O. Rodríguez-Fernández, P.C. Fannin and A. T. Giannitsis , *J. Of Applied Physics*, 97, 10Q914 (2005).

“Synthesis and magneto-structural study of  $\text{CoFe}_3\text{-xO}_4$  nanoparticles” R. Betancourt-Galindo, O. Ayala-Valenzuela, L. A. García-Cerda, O. Rodríguez Fernández, J. Matutes-Aquino, G. Ramos and H. Yee-Madeira, *J. Magn.and Magn. Mater. Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 294, 33-36 (2005).

“Magnetite-cobalt ferrite nanoparticles for kerosene-based magnetic fluids”, O. Ayala-Valenzuela, J. Matutes-Aquino, R. Betancourt-Galindo, L. A. García-Cerda, O. Rodríguez Fernández, A.T. Giannitsis and P.C. Fannin, *Mater, Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 294, 37-41 (2005).

“In-Situ Preparation of Magnetic Nanocomposites of Goethite in a Styrene-Maleimide Copolymer Template S.Sepúlveda-Guzmán, O. Pérez-Camacho, O. Rodríguez-Fernández\*, M. García-Zamora, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 294, 47-50 (2005).

Study of  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$  synthesized by the sol-gel method”, L.A. García-Cerda, P.J. Resendiz-Hernández and O.S. Rodríguez-Fernandez, *Journal of Alloys and Compounds*, 369, 182-184 (2004).

“Preparation and characterization of magnetic latex using styrene monomer”, R. Betancourt, **R. Saldivar**, O.S. Rodríguez-Fernández and L.F. Ramos de Valle, *Polymer Bulletin*, 51, 395-402 (2004).

“Preparación de Látices Magnéticos” , R. Betancourt, R. Saldivar G., O.A. Martínez, O. Rodríguez-Fernández y J. Matutes-Aquino, *Revista Mexicana de Física*, vol. 50, p. 33-36 (2004).

“Preparation of magnetic latex using styrene monomer”, R. Betancourt, R. Saldivar, O.S. Rodríguez-Fernández and J. A. Matutes-Aquino, *Journal of Alloys and Compounds*, 369, 87-89 (2004).

Obtención de latex magnético mediante la técnica de polimerización den miniemulsión, *Superficies y Vacío* 17(1), 37-40 (2004).

“Influence of blend viscosity and interface energies on the preferential location of CB and conductivity of BR/EPDM” blends”, Rigoberto Ibarra-Gomez, Alfredo Marquez, Luis F. Ramos de Valle and Oliverio S. Rodríguez-Fernández, *Rubber Chemistry and Technology*, vol. 76, 969-978 (2003)

“Síntesis y propiedades de ferrofluidos de magnetita”, L.A. García-Cerda, M.A. Torres-Torres, O.S. Rodríguez-Fernández, R. Betancourt-Galindo y R. Saldivar-Guerrero, *Superficies y Vacío*, 16(1), 28-31(2003).

---

## **ESTUDIANTES GRADUADOS DE DOCTORADO**

Rebeca Betancourt Galindo, CIMAV, GRADUADO. Enero 2007 **DOCTORADO**

Preparación y caracterización de un sistema compuesto de un Ferrofluido inverso y Nanowires de Plata, Elias Servin Hernández, EN PROCESO, 2008. **DOCTORADO**

Síntesis y Caracaterización de nanopartículas de magnetita cobaltada, fluidos magnéticos y nanocompuestos polímeros-magnéticos, Oscar Ayala Valenzuela, GRADUADO, Enero 2007. **DOCTORADO**

Síntesis de nanocomposites magnéticos a partir de la precipitación in situ de partículas de óxido de hierro en Copolímeros de maleimida”, Selene Sepúlveda, GRADUADO Noviembre 30 de 2005. **DOCTORADO**

Obtención de partículas magnéticas recubiertas de un material polimérico biodegradable utilizables como portadores de medicamentos”, Rocio del Pilar Hernández Sierra, División de Ingeniería y Arquitectura Programa de Graduados en Ingeniería , ITESM, Graduado Dic. 2005. **DOCTORADO**

Obtención de fluidos magnéticos y caracterización de su comportamiento magnetoreológico”, Ruben Saldivar Guerrero, GRADUADO Enero 2005. **DOCTORADO**

Desarrollo de Materiales Magnéticos”, Pío Sifuentes, Programa de Doctorado en Polímeros CIQA, GRADUADO diciembre 2001. **DOCTORADO**

Conductividad Eléctrica, propiedades Mecánicas y Microestructura de Compuestos elastoméricos conductivos Basados en Mezclas de BR/EPDM/Negro de Humo”, Rigoberto Ibarra, Programa de Doctorado en Polímeros CIQA, Graduado Febrero 2001. **DOCTORADO**

Estudio de las reacciones de entrecruzamiento Químico del Policloruro de Vinilo”, Graciela Arias García, Programa Tripartita de Maestría y Doctorado en Polímeros, **GRADUADO** Junio 1998. **DOCTORADO**

## **ÚLTIMOS RECONOCIMIENTOS NACIONALES E INTERNACIONALES**

**Mejor paper en la sección de vinyl de la Society of Plastics Engineers, USA**

“Magnetic materials based on polymers and magnetical filler”, O. S. Rodríguez-Fernández P. Sifuentes, L.F. Ramos de Valle, O Ayala Valenzuela, and J. Matutes-Aquino, 3367-3370, ANTEC 2000.

## **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN COMO RESPONSABLES CON FONDOS CONCURRENTES**

“Propiedades viscoelásticas de materiales Magnéticos” Proyecto de CONACYT	Monto 2,400,000	2005-2007
Desarrollo de materiales magnéticos, a base de polímeros y cargas magnéticas. Proyecto de Grupo de CONACYT	Monto \$ 2,700,000.00	1998 a 2003
Transferencia de tecnología informática y de simulación de Astrée a ciqa y su aplicación en la solución de casos reales en la industria química. Proyecto CONACYT	Monto \$ 1,400,000.00	2003 a 2004

## **ALBERTO MARCIAL VELA AMIEVA**

### **RESUMEN CURRICULAR**

#### **DATOS PERSONALES.**

Lugar de Nacimiento: México, Distrito Federal.  
Fecha de Nacimiento: Septiembre 3, 1956.  
Nacionalidad: Mexicana  
RFC: VEAA560903J37

#### **GRADOS ACADÉMICOS.**

1980 Licenciatura en Ingeniería Química, Facultad de Química, UNAM.  
1988 Doctorado en Ciencias, División de CBI, UAM-Iztapalapa.

#### **EXPERIENCIA PROFESIONAL.**

1979-1980 Ayudante de Profesor A, Facultad de Química, UNAM.  
1980-1984 Profesor de Asignatura A, Facultad de Química, UNAM.  
1982-1983 Profesor Asociado C, Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, UNAM.  
1982-1983 Responsable de la Sección de Fisicoquímica, FES-Cuautitlán, UNAM.  
1983-1990 Profesor Asociado B, Departamento de Química, UAM-Iztapalapa.  
1988-1991 Coordinador de la Comisión de Cómputo Divisional, CBI, UAM-Iztapalapa.  
1989-1992 Jefe del Área de Química Cuántica, UAM-Iztapalapa.  
1990-1997 Profesor Titular C, Departamento de Química, UAM-Iztapalapa.  
1993 Jefe del Área de Fisicoquímica Teórica, UAM-Iztapalapa.  
1993-1995 Investigador Asociado, Departamento de Química, Universidad de Montreal, Canadá  
1996-1997 Grupo Asesor de Cómputo, Rectoría UAM-Iztapalapa.  
1996-1998 Coordinador del Doctorado en Ciencias, CBI, UAM-Iztapalapa.  
1997-2001 Investigador Titular 3B, Departamento de Química, Cinvestav.  
1998 Estancia de Investigación, Departamento de Química, Universidad Católica de Chile, Chile.  
1998-1999 Comisiones de Supercómputo y Comunicaciones, Cinvestav.  
1999-2001 Coordinador General de Servicios de Cómputo Académico, Cinvestav.

2002	Estancia de Investigación, Departamento de Química, Universidad Católica de Chile, Chile.
2003, 2004, 2005, 2006	Estancia de Investigación, Laboratoire d'Etudes Dynamiques et Structurales de la Sélectivité (LEDSS), Universidad Joseph Fourier, Grenoble, Francia.
2001-a la fecha	Investigador Titular 3D, Departamento de Química, Cinvestav.

**PUBLICACIONES (2002-2007). Mas de 80 publicaciones arbitradas con mas de 1500 citas, sin autocitas ni citas en tesis.**

1. G. Merino y A. Vela.  
*Hypercoordination: a topological point of view.*  
REVIEWS OF MODERN QUANTUM CHEMISTRY:  
A CELEBRATION OF THE CONTRIBUTIONS OF ROBERT PARR  
Editor: K.D. Sen , 1140-1154, World Scientific, Singapore (2002).  
Capítulo invitado al Volumen en honor del Prof. Robert G. Parr.
2. G. Merino, V. I. Bakhmutov y A. Vela.  
*Do Cooperative Proton-Hydride Interactions Explain the Gas-Solid Structural Difference of BH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>?*  
Journal of Physical Chemistry **106**, 8491-8494 (2002).
3. K. D. Sen, B. Mayer, P. C. Schmidt, Jorge Garza, Rubicelia Vargas, y Alberto Vela.  
*Static dipole and quadrupole polarizability of confined hydrogen atom with Z=N/3 (N=1-5).*  
International Journal of Quantum Chemistry **90**, 491-496 (2002).
4. G. Merino, M. A. Méndez-Rojas y A. Vela.  
*(C<sub>5</sub>M<sub>2-n</sub>)<sup>-n</sup> (M = Li, Na, K, and n = 0, 1, 2). A New Family of Molecules Containing Planar Tetracoordinate Carbons.*  
Journal of the American Chemical Society **125**, 6026-6027 (2003).
5. J. G. Alvarado-Rodriguez, N. Andrade-Lopez, S. Gonzalez-Montiel, G. Merino y A. Vela.  
*Study of the D → Sb (D = O, S) transannular interaction in Sb-monohalogenated dibenzostibocines - An experimental and theoretical study.*  
European Journal of Inorganic Chemistry 3554-3562 (2003).
6. G. Merino, S. Escalante y A. Vela.

- Theoretical study of the thermal dissociation mechanism of AH<sub>4</sub> (A = Si, Ge, Sn, Pb).*  
Journal of Physical Chemistry A **108**, 4909-4915 (2004).
7. G. Merino, M. A. Méndez-Rojas, H. I. Beltrán, C. Corminboeuf, T. Heine y A. Vela.  
*Theoretical Analysis of the Smallest Carbon Cluster containing a Planar Tetracoordinate Carbon.*  
Journal of the American Chemical Society **126**, 16160-16169 (2004).
  8. P. D. Pancharatna, M. A. Méndez-Rojas, G. Merino, A. Vela y R. Hofmann.  
*Planar Tetracoordinate Carbon in Extended Systems.*  
Journal of the American Chemical Society **126**, 15309-15315 (2004).
  9. K. D. Sen, J. Garza, R. Vargas y A. Vela.  
*Effective Pressure Induced Electronic Transition in Spherically Confined Alkali Metal Atoms.*  
Proceedings Indian National Sciences Academy **A 70**, 675-681 (2004)
  10. N. Pérez, T. Heine, R. Barthel, G. Seifert, A. Vela, M.A. Méndez-Rojas, G. Merino.  
*Planar tetracoordinate carbons in cyclic hydrocarbons.*  
Organic Letters **7**, 1509-1512 (2005).
  11. A. Ramírez-Solis, R. Poteau, A. Vela y J. P. Daudey.  
*Comparative studies of the spectroscopy of CuCl<sub>2</sub>: DFT versus standard ab initio approaches.*  
Journal of Chemical Physics **122**, 164306-10 (2005).
  12. G. Merino, A. Vela y T. Heine.  
*Description of Electron Delocalization via the Analysis of Molecular Fields.*  
Chemical Reviews **105**, 3812-3841 (2005).
  13. D.R. Salahub, A. Goursot, J. Weber, A.M. Köster, y A. Vela.  
*Applied Density Functional Theory and the deMon Codes: 1964 – 2004*, en "Theory and Applications of Computational Chemistry: The First 40 Years. A Volume of Technical and Historical Perspectives"  
Editado por Clifford E. Dykstra, Gernot Frenking, Kwang S. Kim, y Gustavo E. Scuseria. Elsevier, 1079-1097 (2005).
  14. G. Merino, Hiram I. Beltrán y A. Vela.  
*Donor-Acceptor Heteroleptic Open Sandwiches.*  
Inorganic Chemistry **45**, 1091-1095 (2006)
  15. G. Geudtner, F. Janetzko, A. M. Koster, A. Vela y P. Calaminici.  
*Parallelization of the deMon2k code.*

- Journal of Computational Chemistry **27**, 483-490 (2006)
16. J. L. Gazquez, A. Cedillo, B. Gomez y A. Vela.  
Molecular Fragments in Density Functional Theory.  
Journal of Physical Chemistry A **110**, 4535-4537 (2006).
17. B. Gomez, N. V. Likhanova, M. A. Dominguez-Aguilar, R. Martinez-Palou, A. Vela, J. L. Gazquez.  
Quantum Chemical Study of the Inhibitive Properties of 2-Pyridyl-Azoles.  
Journal of Physical Chemistry B **110**, 8928-8934 (2006).
18. R. Flores-Moreno, R. J. Álvarez-Méndez, A. Vela y A. M. Koster.  
Half-numerical evaluation of pseudopotential integrals.  
Journal of Computational Chemistry **27**, 1009-1019 (2006).
19. A. Ipatov, A. Fouqueau, C. Pérez del Valle, F. Córdova, M. E. Casida, A. M. Koester, A. Vela y C. J. Jamorski.  
Excitation energies from an auxiliary-function formulation of time-dependent density-functional response theory with charge conservation constraint.  
Journal of Molecular Structure-Theochem **762**, 179-191 (2006).
20. A. Vela, M. A. Méndez-Rojas y G. Merino.  
*Theoretical design of electronically stabilized molecules containing planar tetracoordinate Carbons.*  
Theoretical and Computational Chemistry Series; Vol. 16: Theoretical Aspects of Chemical Reactivity, Elsevier, Netherlands; Chapter 12, 296-309 (2006).
21. G. Merino, M. A. Méndez-Rojas, A. Vela, T. Heine.  
*Recent advances in planar tetracoordinate carbon chemistry.*  
Journal of Computational Chemistry **28**, 362-372 (2007),
22. J. L. Gázquez, A. Cedillo, A. Vela.  
Electrodonating and Electroaccepting Powers.  
Journal of Physical Chemistry A **111**, 1966-1970 (2007).

### **FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS.**

	Concluidas	En Proceso
Licenciatura	5	1
Proyectos Terminales de Licenciatura (UAM)	1	
Maestría	1	
Doctorado	3	4

Posdoctorados

1

1

### ***PARTICIPACIÓN EN COMITÉS DE EVALUACIÓN, SOCIEDADES Y JURADOS.***

- Miembro Regular de la American Chemical Society y American Physical Society.
- Organizador del Gaussian Workshop (1996), US-Latin American-Canada-Caribbean Workshop on Molecular and Material Sciences: Theoretical and Computational Aspects (1999, 2003), Second deMon developers Workshop (Marzo, 2001), ASTATPHYS 2001. Quantum Engineering Sesion (Julio, 2001) y Simposio “Química Orgánica Teórica” dentro del Congreso Nacional de la Sociedad Química de México (Septiembre, 2001)
- Evaluador de Proyectos de Investigación del CONACYT.
- Árbitro del Journal of the American Chemical Society, Journal of Physical Chemistry, Physical Review (A y B), Molecular Physics, Revista de la Sociedad Química de México y Revista de la Sociedad Mexicana de Física.
- Jurado del Premio a las Áreas en Consolidación de la UAM-I.
- Representante del Secretario de Educación Pública en el jurado para otorgar el Premio Nacional de Química “Andrés Manuel del Río” de la Sociedad Química de México.
- Miembro de la Comisión Evaluadora del SNI (Área 2) 2004-2006.
- Miembro de la Comisión de Apelaciones del Área 2 del SNI 2006.

### ***DISTINCIONES.***

1980 Mención Honorífica, Tesis Profesional, Facultad de Química, UNAM.  
1986 Investigador Nacional Nivel I, SNI.  
1990 Premio Weizmann en Ciencias Exactas, AIC, México. (Estudiante)  
1991 Medalla al Mérito Universitario, UAM-Iztapalpa.  
1995 Investigador Nacional Nivel II, SNI.  
2001 Investigador Nacional Nivel III, SNI.  
2003 Premio Weizmann en Ciencias Exactas, AMC, México (Asesor)

## *CURRICULUM VITAE*

### **Dr. ROGERIO RAFAEL SOTELO MUNDO**

Avenida Trece #70-A entre Calles Dos y Tres. Col. Prados de Bugambilias  
Hermosillo Sonora MEXICO 83144  
Teléfono particular (662)215-73-92  
Correo electrónico: [rrs@cascabel.ciad.mx](mailto:rrs@cascabel.ciad.mx)  
Página en Internet: <http://biomol.ciad.mx/rsotelo>

Lugar de nacimiento: Tijuana Baja California, México  
Fecha de nacimiento: 24 de octubre de 1965  
Estado civil: casado (dos hijos)  
Nacionalidad mexicana  
RFC: SOMR-651024-L59  
CURP: SOMR651024HBCTNG17  
Idiomas: Español e inglés: habla, lee y escribe 100%

#### Datos Laborales

##### **Investigador Titular “C”**

**Laboratorio de Biología Molecular de Organismos Acuáticos**  
**Dirección de Tecnología de Alimentos de Origen Animal**  
**SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES Nivel II (2007-2010)**

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.  
Fecha de ingreso a la institución: 1o de Febrero de 1994  
Fecha de adscripción a la categoría actual: 1o de Enero del 2005.  
Dirección Laboral:

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.  
Km 0.6 Carretera a Ejido La Victoria  
Apartado Postal 1735  
Hermosillo Sonora MEXICO C.P. 83000  
Tel. (662) 289-24-00 ext 352, Fax 280-04-21

**Correo electrónico:** [rrs@cascabel.ciad.mx](mailto:rrs@cascabel.ciad.mx)

Miembro del Registro CONACYT de Evaluadores Acreditados RCEA-06-7513-2002  
Miembro numerario de la Sociedad Mexicana de Cristalografía, a partir de 1997  
Miembro numerario de la Sociedad Mexicana de Bioquímica, a partir de 1999.  
Miembro numerario de Sigma-Xi, a partir del 2004.  
Miembro de la Royal Society of Chemistry (MRSC), a partir del 2006

#### **Formación Académica**

### *Licenciatura*

Instituto Tecnológico de Chihuahua I. Chihuahua, Chihuahua.

Licenciatura en Ingeniería Industrial Química.

Septiembre de 1983 a diciembre de 1987.

Participación en el proyecto de investigación "Producción de antibiótico a partir de *Bacillus subtilis*" en el laboratorio de Biotecnología de la División de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, bajo la dirección del M.C. Ricardo Talamás Abbud, de agosto de 1996 a diciembre de 1997.

Titulado por opción de memorias de experiencia profesional el 14 de junio de 1990

### *Maestría.*

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Hermosillo, Sonora. Programa de Maestría en Ciencias, con especialidad en Nutrición y Alimentos.

Agosto de 1991 a junio de 1993. Tesis: "Aislamiento y caracterización parcial de la lipoproteína HDL en la hemolinfa del camarón blanco *Penaeus vannamei* Boone". Asesor académico: Dra. Gloria M. Yepiz Plascencia. Examen de defensa de grado: 5 de agosto de 1993. Mención Honorífica.

### *Doctorado.*

Departamento de Bioquímica, Universidad de Arizona, Tucson AZ EEUU. Programa de doctorado en Bioquímica.

Agosto de 1993 a junio de 1999

Tesis: "Crystallographic studies of thymidylate synthase: structure of a mammalian enzyme and analyses of invariant non-catalytic residues in a bacterial enzyme". Asesor académico: Dr. William R. Montfort.

Examen de defensa de grado: 25 de junio de 1999.

## **Cargos Académicos Desempeñados**

**Actualmente Investigador Titular "C" Centro de Inv. en Alimentación y Desarrollo, A.C.**

***Estancia sabática: Profesor Investigador Titular Nivel "C" Grupo de Química Supramolecular, Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales, División de Ingeniería, Universidad de Sonora Unidad Regional Centro. Hermosillo Sonora. 1º de Febrero del 2006 a 31 de Enero del 2007.***

**Profesor y tutor del programa de maestría y doctorado del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.**

Septiembre de 1999 a la fecha.

Secretario del Consejo Académico de la DTAOA, CIAD,A.C.. Julio 2003 a Junio del 2005.

**Investigador Titular "C". 1º de Enero del 2005 a la fecha.**

Investigador Titular "B". 1º de Enero del 2003 al 31 de Diciembre del 2004.

Investigador Titular "A". 1o de Julio de 1999 al 31 de Diciembre del 2002.

Programa de Mejoramiento Académico: 1º de Febrero de 1994 a 30 de junio de 1999.

## **Formación de Recursos Humanos**

### **Formación de investigadores:**

Actualmente ningún postdoctorante

### **Estudiantes en formación como director de tesis:**

#### M.C. Aldo Alejandro Arvizu Flores

Programa de Doctorado en Ciencias. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.  
“Estudio de la inhibición diferencial por antifolatos en timidilato sintasa de camarón *Litopenaeus vannamei* y del virus del síndrome de la mancha blanca”. Tesis en proceso, agosto 2006 a la fecha.  
Becario CONACYT

#### I.B. Emmanuel Aispuro Hernández

Programa de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.  
“Caracterización biofísica de la tiorredoxina del camarón blanco”. Tesis en proceso, agosto 2006 a la fecha. Becario CONACYT

#### Ocean. Martín Ignacio Bustillo Ruiz

Programa de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.  
“Caracterización bioquímica de la timidilato sintasa del virus de la mancha blanca del camarón WSSV”. Tesis en proceso, agosto 2006 a la fecha. Becario CONACYT

### **Iniciación a la investigación**

#### **(Verano de la Investigación Científica, Academia Mexicana de la Ciencia):**

Emmanuel Aispuro Hernandez

Ingeniero Biotecnólogo, Instituto Tecnológico de Sonora

Proyecto “Clonación, sobreexpresión y purificación de arginina cinasa de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)”. Verano de la Investigación 2005.

Aldo Alejandro Arvizu Flores

Ingeniero Biotecnólogo, Instituto Tecnológico de Sonora

Proyecto “Clonación de glicohidrolasas de *Saccharomyces cerevisiae*”. Verano de la Investigación 2003.

### **Estudiantes graduados como director de tesis:**

#### M.C. Aldo Alejandro Arvizu Flores

Programa de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.  
“Uso de la descomposición de valores singulares para el análisis de cambios conformacionales en timidilato sintasa”. Tesis concluida, agosto del 2006. Becario CONACYT

Licenciatura en Ingeniería Biotecnológica. Instituto de Sonora. “Clonación de los genes CDA1 y CDA2 de *Saccharomyces cerevisiae* en el vector pYES6 para expresión de proteínas”. Mayo de 2003 a Junio del 2004. Becario CONACYT.

*Actualmente estudiante de doctorado bajo la tutoría del Dr. Sotelo.*

#### M.C. Martha Félix López

Programa de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.  
“Caracterización Biofísica y Molecular de Tripsina de Sardina Monterey (*Sardinops sagax caerulea*)”. Tesis terminada, septiembre del 2006. Becario CONACYT

Dr. Edgar Felipe Moran Palacio

Programa de Doctorado en Ciencias. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.  
Tesis en proceso: "Caracterización bioquímica de la quitinasa y HDL-BGBP de camarón". Tesis en proceso, agosto 2002 a febrero 2006. Examen de defensa de grado 3 de febrero del 2006. Becario CONACYT.

*A partir de junio del 2006, Profesor-Investigador Titular "A" en la Unidad Regional Sur de la Universidad de Sonora, Departamento de Ciencias Químico-Biológicas. Navojoa, Son.*

Dra. Claudia Lucía Vargas Requena

Programa de Doctorado en Ciencias. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.  
Tesis en proceso: "Bases biofísicas de la interacción proteína-carbohidrato en la lisozima y HDL-BGBP de camarón". Agosto 2002 a Marzo 2005. Examen de defensa de grado 4 de marzo del 2005.

Programa de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.  
"Caracterización biofísica de la HDL/BGBP de camarón blanco (*Penaeus vannamei*). Agosto de 1999 a diciembre del 2001.

*A partir de septiembre del 2005, Profesor-Investigador B de Tiempo Completo, dentro de la Coordinación de Química del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Cd. Juárez. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel Candidato 2006-2008*

M.C. Enrique de la Re Vega

Maestría en Acuicultura. DICTUS Universidad de Sonora  
"La lisozima recombinante de camarón blanco, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) y su actividad antimicrobiana contra tres diferentes especies de vibrio patógenos para el camarón". Agosto 2002 a Febrero 2005. Becario CONACYT.

Licenciatura en Ciencias Químico-Biológicas especialidad Análisis Clínicos. Universidad de Sonora Campus Hermosillo. "Clonación y sobreexpresión recombinante de la proteína bifuncional HDL/BGBP de camarón blanco (*Penaeus vannamei*)". Septiembre del 2000 a diciembre del 2001. Examen de defensa de grado 28 de febrero del 2005.

*Actualmente labora como técnico académico en CIBNOR Unidad Hermosillo, bajo la supervisión del Dr. Jorge Hernández López.*

Dra. Ma. Gabriela Romo Figueroa

Postdoctorante. Julio 2003 a Diciembre 2004. Clonación de la quitinasa del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Proyecto 36928B.

*Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I (2005-2007).*

*Profesor Investigador (Tiempo Completo) Departamento de Horticultura-CESUES.*

M.C. Alexis Alonso López Zavala

Programa de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.  
"Caracterización bioquímica y biofísica de la lisozima recombinante de *Manduca sexta*". Agosto 2002 a Diciembre del 2004. Becario CONACYT

*Actualmente labora como técnico académico en CIAD, bajo la supervisión de la Dra. Silvia Gómez de la Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal.*

I.B. Sergio Alberto Calderón Arredondo

Ingeniería Bioquímica en Tecnología de Alimentos. Instituto Tecnológico de Los Mochis. Tesis “Sobreexpresión, replegamiento y aislamiento de la lisozima de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en bacterias *Escherichia coli*”. Septiembre del 2002 a diciembre del 2003. Becario CONACYT  
*Actualmente labora como docente a nivel medio superior en Los Mochis Sinaloa.*

#### **Docencia:**

**Responsable del curso "Biofísica Estructural" del programa de postgrado (Maestría y Doctorado) del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Curso semestral de 8 créditos. Febrero a junio del 2000, 2003, 2003, 2004, 2005 y 2006.**

Responsable del curso “Biotecnología Molecular” Universidad de Sonora, Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales. Agosto a enero 2007. Curso semestral de 6 créditos.

Responsable del curso para docentes “Estructura de Proteínas” Universidad de Sonora, Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales. 5 al 23 de junio del 2006. Curso de 20 hrs.

#### **Producción Científica Arbitrados e Indizados (subrayados como autor responsable)**

31. Gómez-Anduro G., **Sotelo-Mundo R**, Muhlia-Almazan A, Yepiz-Plascencia G\* (2007) Tissue-specific expression and molecular modeling of cytosolic manganese superoxide dismutases from the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. En prensa en Dev. Comp. Immun.

30. Morán-Palacio EF, Figueroa-Soto C, García-Orozco KD, Romo-Figueroa MG, Yepiz-Plascencia G, Valenzuela-Soto E, **Sotelo-Mundo RR** (2007) Kinetic characterization and expression of chitinase from Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*, enviado a “J. Food Biochemistry”

29. García-Orozco KD\*, Aispuro-Hernandez E, Yepiz-Plascencia G, Calderón-de-la-Barca AM, **Sotelo-Mundo RR** (2007) Molecular and Immunological characterization of arginine kinase, an allergen from *Litopenaeus vannamei*, enviado a Int. Archives of Allergy & Immunol.

28. Clavero-Salas A, **Sotelo-Mundo RR**, Gollas-Galván T, Hernández-López J, Peregrino-Uriarte AB, Muhlia-Almazán A, Yepiz-Plascencia G\* (2007) Transcriptome analysis of gills from the white shrimp *Litopenaeus vannamei* infected with White Spot Syndrome Virus. En prensa en Fish & Shellfish Immunology.

27. **Sotelo-Mundo RR**, López-Zavala AA, García-Orozco KD, Valenzuela-Soto EM, Velázquez-Contreras EF, Rojo-Dominguez A, Kanost MR, (2007) Structural adaptations for the antibacterial activity of cold-adapted insect lysozyme, en revisión en Protein and Peptide Letters

26. Ruiz-Cruz S, Islas-Osuna MA, **Sotelo-Mundo RR**, González-Aguilar GA\* (2007) Sanitation procedure affects biochemical and nutritional changes of shredded carrots, En prensa en J. Food Science

25. González-Aguilar GA\*, Celis J, **Sotelo-Mundo RR**, de la Rosa LA, Rodrigo-García J, Álvarez-Parrilla E (2007) Physiological and biochemical changes of different fresh-cut mango cultivars stored at 5°C. En prensa en International Journal of Food Science and Technology.
24. Cota IE, Troncoso-Rojas R\*, **Sotelo-Mundo R**, Sánchez-Estrada A, Tiznado Hernández ME (2007). Chitinase and beta-1,3-glucanase enzymatic activities in response to infection by *Alternaria alternata* evaluated in two stages of development in different tomato fruit varieties. Scientia Horticulturae 112:42-50
23. Islas-Osuna MA\*, Silva-Moreno B, Cáceres-Carrizosa N, García-Robles JM, **Sotelo-Mundo RR**, Yepiz-Plascencia G (2006) Editing of the grapevine mitochondrial cytochrome b mRNA and molecular modeling of the protein. Biochimie 88(5):431-435.
22. **Sotelo-Mundo RR**, Changchien L, Maley F, Montfort WR (2006) Crystal Structures of Thymidylate Synthase Mutant R166Q: Structural Basis for the Nearly Complete Loss of Catalytic Activity. J. Biochemical and Molecular Toxicology 20(2):88-92
21. Morán-Palacio EF, Tricerri MA, García-Orozco K, Romo-Figueroa MG, Yepiz-Plascencia G, Garda HA, **Sotelo-Mundo RR** (2006) Biophysical Characterization Of The Non-Fusogenic Interaction Between Liposomes And The Shrimp Bifunctional Lipoprotein/ $\beta$ -Glucan Binding Protein HDL/BGBP. Protein and Peptide Letters 13(1):71-75.
20. de-la-Re-Vega E, García-Galaz A, Díaz-Cinco ME, **Sotelo-Mundo RR** (2006) White shrimp (*Litopenaeus vannamei*) recombinant lysozyme has antibacterial activity against Gram negative bacteria: *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio cholerae*. Fish and Shellfish Immunology 20(3):405-408.
19. Rivera-López J, Vázquez-Ortiz FA, Ayala-Zavala JF, **Sotelo-Mundo RR**, González-Aguilar GA\* (2005) Cutting Shape and Storage Temperature Affect Overall Quality of Fresh-Cut Papaya cv. 'Maradol'. Journal of Food Science 70(7):S482-S489.
18. García-Orozco KD, López-Zavala AA, Puentes-Camacho D, Calderón-de-la-Barca AM, **Sotelo-Mundo RR** (2005) Recombinant bacterial expression of the lysozyme from the tobacco-hornworm *Manduca sexta* with activity at low temperatures. Biotechnology Letters 27:1075-1080.
17. Contreras-Vergara CA, Harris-Valle C, **Sotelo-Mundo RR**, Yepiz-Plascencia G\* (2004) A Mu-Class Glutathione S-Transferase From The Marine Shrimp *Litopenaeus vannamei*: Molecular Cloning And Active-Site Structural Modeling. Journal of Biochemical and Molecular Toxicology 18(5):245-252
16. de-la-Re-Vega E, García-Orozco KD, Calderón-Arredondo SA, Romo-Figueroa MG, Islas-Osuna MA, Yepiz-Plascencia GM, **Sotelo-Mundo RR** (2004) Recombinant Expression Of Marine Shrimp Lysozyme in *Escherichia coli*. Electronic Journal of Biotechnology 7(3):295-301
15. Tavares-Sánchez OL, Gómez-Anduro GA, Felipe-Ortega X, Islas-Osuna MA, **Sotelo-Mundo RR**, Barillas-Mury C, Yepiz-Plascencia G\* (2004) Catalase from the white shrimp *Penaeus (Litopenaeus)*

*vannamei*: molecular cloning and protein detection. Comparative Biochemistry and Physiology B 138(4): 331-337

14. Romo-Figueroa MG, Vargas-Requena C, **Sotelo-Mundo RR**, Vargas-Albores F, Higuera-Ciapara I, Söderhäll K, Yepiz-Plascencia G\* (2004) Molecular cloning of a  $\beta$ -glucan pattern-recognition lipoprotein from the white shrimp *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*: correlations between the deduced amino acid sequence and the native protein structure. Developmental and Comparative Immunology 28:713–726

13. López-Zavala AA, de-la-Re-Vega E, Calderón-Arredondo SA, García-Orozco KD, Velázquez-Contreras E, Islas-Osuna MA, Valdez MA, Sotelo-Mundo RR (2004) Biophysical Characterization Of An Insect Lysozyme From *Manduca sexta*. Protein and Peptide Letters 11(1)85-92

12. López-Díaz JA, Rodríguez-Romero A, Hernández-Santoyo A, **Sotelo-Mundo RR**, Calderón de la Barca AM\* (2003) Effects of soy glycinin addition on the conformation and gel strength of two pork myosin types. Journal of Food Science 68(9)2724-9

11. Sotelo-Mundo RR, Islas-Osuna MA, de-la-Re-Vega E, Hernández-Lopez J, Vargas-Albores F, Yepiz-Plascencia G (2003) cDNA cloning of the lysozyme of the white shrimp *Penaeus vannamei*. Fish and Shellfish Immunology 15(4)325-331

10. Gollas-Galván T, **Sotelo-Mundo RR**, Yepiz-Plascencia G, Vargas-Requena CL, Vargas-Albores F\* (2003) Purification and characterization of  $\alpha$ 2-macroglobulin from the white shrimp (*Penaeus vannamei*). Comparative Biochemistry and Physiology C 134C(4):431-438

9. Garcia-Orozco KD, Vargas-Albores F, **Sotelo-Mundo RR**, Yepiz-Plascencia G\* (2002) Molecular characterization of vitellin from the ovaries of the white shrimp *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*. Comparative Biochemistry and Physiology 133B:361-369

8. Gutierrez-Millan LE, Peregrino-Uriarte AB, **Sotelo-Mundo R**, Vargas-Albores F, Yepiz-Plascencia G\* (2002) Sequence and conservation of a rRNA and tRNA<sup>Val</sup> mitochondrial gene fragment from *Penaeus californiensis* and comparison with *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris*. Marine Biotechnology 4(4):392-398

7. Jiménez-Vega F, **Sotelo-Mundo RR**, Ascencio F, Vargas-Albores F\* (2002) BGBP (1,3- $\beta$ -D glucan binding protein) from white shrimp *Penaeus vannamei*, is also a heparin binding protein. Fish and Shellfish Immunology 13(3):171-181

6. Vargas-Requena CL, Hernández-Santoyo A, Yepiz-Plascencia G, Vargas-Albores F, Higuera-Ciapara I, Rodríguez-Romero A, Soulages JL, Sotelo-Mundo RR (2002) Biophysical evidence of lipid and carbohydrate binding activities of shrimp HDL/BGBP (High Density Lipoprotein- $\beta$  Glucan Binding Protein). Protein and Peptide Letters 9(4): 337-344

5. Yepiz-Plascencia G\*, Jiménez-Vega F, Romo-Figueroa MG, **Sotelo-Mundo RR**, Vargas-Albores F (2002) Molecular characterization of the bifunctional VHDL-CP from the hemolymph of white shrimp *Penaeus vannamei*. Comparative Biochemistry and Physiology 132B(3):585-92

4. **Sotelo-Mundo RR (2001)** Estudios estructurales de la timidilato sintetasa en el diseño de fármacos anticáncer. Boletín de Educación Bioquímica 20(2):108-113

3. **Sotelo-Mundo RR**, Ciesla J, Disk JM, Rode W, Maley F, Maley GF, Ardí LW, Montfort WR\* (1999) Crystal Structures of Rat Thymidylate Synthase Inhibited by Tomudex, a Potent Anticancer Drug. *Biochemistry* 38:1087-1094.

2. Yepiz-Plascencia GM\*, **Sotelo-Mundo RR**, Vázquez-Moreno L, Ziegler R, Higuera-Ciapara I (1995) A non-sex specific hemolymph lipoprotein from the white shrimp *Penaeus vanamei* Boone. Isolation and partial characterization. *Comp. Biochem. Physiol. B* 111:181-187

1. Yepiz-Plascencia GM, **Sotelo-Mundo RR**, Vázquez-Moreno L, Ziegler R, Higuera-Ciapara I (1994) Isolation and partial characterization of a hemolymph lipoprotein from the white shrimp (*Penaeus vanamei*). *FASEB Journal* 8(7):A1343

### **Capítulos de Libros**

1. Sotelo-Mundo RR\*, Vargas-Requena CL, Hernández-Santoyo A, Rodríguez-Romero A (2005) Estructura y función de lisozimas de invertebrados. P. 421-425. En “Cristalografía: fundamentos, técnicas y aplicaciones”. L. Bucio editor. Sociedad Mexicana de Cristalografía A.C. Mexico DF, ISBN 970-9888-07-2. 528 pp

**Nombre:** Norma González Rojano

**Estudios**

Licenciatura en Química, Facultad de Ciencias Química, Universidad de Guadalajara (1983 –1988).  
Maestría en Ciencias con la Especialidad en Química Orgánica, CINVESTAV-IPN (1989 – 1992).  
Doctorado en Polímeros, Centro de Investigación en Química Aplicada (2000 - 2005).

**Experiencia profesional:**

Auxiliar de Investigación, Laboratorio de Polímeros, Universidad de Guadalajara (1987-1988). Metrólogo A (1992 – 1997) y Coordinador Científico (1997-Actual), Centro Nacional de Metrología.

Chemist Visitor, Department of Specialized Analytical Techniques and, the Office Reference Materials, Laboratory of the Government Chemist, Inglaterra (1993), participación en la medición de elementos en agua residual y potable, leche entera y descremada y dietética, así como en vidrio, empleando las técnicas ICP/OES, ICP/MS y en el caso de leche ICP/IDMS; estudios de homogeneidad de gases en aleaciones por LECO, extracción y determinación de aditivos en polietileno por SFE/SFC y SFE/GC; identificación de contaminantes en recipientes para medicamentos por GC/MS/MS; identificación de drogas por GC/MS, purificación y determinación de la pureza de plaguicidas por DSC, Kart-Fisher, GC/FID, identificación de hidrocarburos aromáticos policíclicos por <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, NMR.

Chemist Visitor, Analytical Chemical Department, Organic Chemistry Division, National Institute of Materials and Chemical Research, Japón (1995 – 1996), participación en la extracción y cuantificación de trihalometanos en agua natural y potable de la prefectura de Ibaraki por GC/ECD; determinación de ácidos haloacéticos en agua del lago Kasumigaura por GC/ECD y GC/MS; purificación y pruebas de estabilidad de tricloroetileno como candidato a material de referencia utilizando un cromatógrafo de gases modificado.

Presentación y coordinación del Proyecto Multilateral: Desarrollo y Certificación de Materiales de Referencia para la Cuantificación de Aditivos en Material Polimérico aprobado por la Organización de Estados Americanos con la participación de Estados Unidos, Japón y Chile (1998 – 2000). En este proyecto participaron 4 estudiantes de la Universidad de San Luis Potosí y uno de la Universidad Autónoma de Querétaro como estancias profesionales.

Guest Researcher, Analytical Division, National Institute of Standards and Technology, Estados Unidos (1999), extracción y medición de aditivos en el candidato a material de referencia de poliestireno por ASE, LC/MS y <sup>1</sup>H NMR, como parte del proyecto multilateral aprobado por la OEA.

Estancia Doctoral en el Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM), Alemania (2002-2003), síntesis de los intermediarios y oligo(feniletinilenos) paso a paso y caracterización por MALDI-TOF MS.

Coordinación y supervisión de diferentes actividades administrativas y técnicas en el Área de Metrología de Materiales, diseño de los laboratorios, adquisición de equipos, capacitación del personal, dirección de trabajos de estancia y de tesis para estudiantes externos e internos, presentación y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo, entre otros. Tal es el caso del desarrollo y certificación de materiales de referencia relacionados con el área química/petroquímica, ambiental, de materiales, como el DMR-60 Disolución para Verificación de Cromatógrafos de Gases, DMR-45 Compuestos orgánicos en pentano, DMR-46 Impurezas en estireno, DMR-295 y 296 Hidrocarburos del petróleo en suelo, por mencionar algunos.

Iniciadora de las Reuniones Sectoriales con la participación de distintas empresas, centros de investigación/instituciones académicas, laboratorios de ensayo. 4 reuniones fueron realizadas para la industria de los polímeros. Esta iniciativa generó la realización de este tipo de reuniones con otros sectores del país.

Supervisión del proyecto “Contaminantes en suelo. Hidrocarburos del petróleo” y participación en el Grupo de Trabajo formado por la SEMARNAT, para la elaboración de normas mexicanas, cuyo objetivo

es el de homogeneizar procesos analíticos para el cumplimiento de la NOM-138-SEMARNAT-SS-2003 *Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelo y las especificaciones para su caracterización y remediación*. En este proyecto se desarrollaron dos materiales de referencia en colaboración con el BAM de Alemania, se han conducido dos estudios de comparación con la participación de varios laboratorios de ensayo nacionales y se ha participado en la elaboración de 4 NMX. 3 estudiantes de institutos tecnológicos participaron en este proyecto a través de 3 estancias profesionales.

Presentación y coordinación del proyecto de investigación y desarrollo "Validación de métodos analíticos y desarrollo de materiales de referencia para contaminantes en miel" con la participación del Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal (CENAPA).

Coordinación de la estrategia para incrementar la disponibilidad y uso de materiales de referencia, en la que participan personal de todas las divisiones y de instituciones como el CENICA, PROFEPA, COFOCALEC, CENAPA, CCAyAC, etc.

Participación como organizadora y ponente en diversos cursos, seminarios, conferencias, relacionados con metrología en química. Asesorías técnicas a la industria y diseño de laboratorios. Experiencia en técnicas analíticas tales como GC, HPLC, SFE/SFC, GC/MS y IDMS, NMR, GC/HRMS, DSC, UV-Vis, FTIR, API-ESI-LC/MS, MALDI-TOF MS, SEM, GC/MS/MS, ICP-IDMS, ICP-OES, Analizadores de N/O, C/S. Representación del Área en foros científicos y tecnológicos como el Comité Consultivo para la Cantidad de Sustancia (CCQM), Taller sobre Metrología de la APEC/APLMF. Miembro de la ACS desde 1999. Candidato a Investigador del Sistema de Investigación Estatal de Coahuila, Junio de 2004.

#### **Publicaciones:**

Conformational Preference of the 2-Diphenylphosphinoyl group in 1,3-Dioxane. Is there an O-C-P(O) Anomeric Effect?, Participación técnica, *J. Org. Chem.* **1989**, 54, 5191 -5193.

Manual de Buenas Prácticas de Laboratorio, (Publicación técnica del Área de Metrología de Materiales CNM-MRD-PT008, Centro Nacional de Metrología, Primera edición **1994** y quinta edición **2005**).

Bi-directional Synthesis of a Homologous Series of 2,5-Dodecanoxy-phenylethynylene Oligomers, *Synlett*, **2005**, no. 8, 1259-1262.

Characterization of aryleneethynylenes by MALDI-TOF MS, en preparación.

Mexican Standardization in soils, en preparación.

Comparison of different extraction methods in the determination of petroleum hydrocarbons in soil, en preparación.

"Preferencia Conformacional del Grupo 2-Difenilfosfinoilo en 1,3-Dioxanos", E. Juaristi, V. Labastida, N. González, A Flores-Vela, (XXV Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada, Aguascalientes, Agosto 1989).

"Preferencia Conformacional del Grupo 2-Difenilfosfinoilo en 1,3-Dioxano", (III Simposio de Estudiantes de Posgrado en Química "Fernando Romo" UAM-Iztapalapa, Julio 21, 1989).

"Estudio Conformacional de 2-Alquil-5-(X-Tioaril)-1,3-Dioxanos y sus respectivos Sulfóxidos y Sulfonas", (XXVI Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada, Puerto Vallarta, Jalisco, Noviembre 1992).

"Quality Assurance Activities in Support of Polymer Measurements" (International Conference on Metrology. Trends and Applications in Calibration and Testing Laboratories, Israel, May 2000).

"Chemical Measurement Challenges for Regional Regulations", Workshop on Metrology of Agricultural Products and Foods, Thailand, February 2007.

#### **Reconocimientos:**

"Reconocimiento al Mérito" por la sobresaliente participación en el establecimiento del CENAM (1994). Proyecto "Métodos Analíticos y Materiales de Referencia para la Cuantificación de Impurezas en Materia Prima y Aditivos en Material Polimérico" propuesto por el CENAM para concursar en el Premio

ADIAT a la Innovación Tecnológica 1998, debido al apoyo proporcionado a la empresa RESIRENE. Querétaro, Qro., Noviembre de 1998.

Carta testimonial del BAM en donde se reconoció el desempeño realizado durante la estancia en ese instituto como parte del trabajo doctoral (Berlín, 2003).

