

## INFORME TÉCNICO SNI-50

<b>Nombre del investigador Nacional:</b>	Evgeni Svenk Cruz De Gracia
<b>Código del contrato:</b>	SNI-50
<b>Nombre del organismo público o privado en que realiza la investigación:</b>	Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)
<b>Dirección y datos de contacto:</b>	Facultad de Ingeniería Eléctrica (FIE)-UTP. Campus Dr. Víctor Levi Sasso. Ave. Ricardo J. Alfaro. Apartado 0819-07289, El Dorado. Panamá Rep. de Panamá. Tel: 560 3053. Fax: 560 3041. <a href="mailto:evgeni.cruz@utp.ac.pa">evgeni.cruz@utp.ac.pa</a> <a href="mailto:evgenicruz@yahoo.com.br">evgenicruz@yahoo.com.br</a>
<b>Colaboradores:</b>	Dr. Evgeni Svenk Cruz de Gracia, (UTP, Panamá) Dr. Luiz Fernando Schelp, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, Brasil) Dr. Lucio Strazzabosco Dorneles (UFSM, Brasil) Dr. Marcos André Carara (UFSM, Brasil) Dr. Darío Solís (UTP, Panamá) Dr. Rubem Luis Sommer, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF, Brasil)
<b>Fecha de entrega de este informe:</b>	25 de enero de 2011
<b>Período cubierto en este informe:</b>	Febrero de 2010 a Enero de 2011
<b>Monto total recibido:</b>	US\$3,600.00

## Contenido

Sección	Página
Resumen	2
Abstract	2
Antecedentes	3
Beneficios	4
Objetivos de su trabajo	5
Colaboradores	5
Actividades realizadas	6
Productos de la Investigación científica y tecnológica	9
Conclusiones y recomendaciones	11
Bibliografía	12
Anexos	13

---

## Agradecimientos

Para la Rectora de la UTP, Ingeniera Marcela Paredes de Vásquez, el Decano de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Ingeniero Celso Spencer y el Vicerrector de Investigación, Postgrado y Extensión de la UTP, Dr. Martín Candanedo por el apoyo dado en todo momento para abrazar y concretizar las ideas presentadas en este informe y por su visión de una Universidad dedicada a generar y transmitir conocimiento y riqueza.

Para la familia de colaboradores de la SENACYT quienes han dado el soporte técnico necesario para llevar a cabo todos los proyectos que nuestro país se merece. También, para mis colaboradores científicos en la UFSM, CBPF y Universidade Federal de Rio Grande Do Sul (UFRGS) quienes siempre se han mostrado abiertos a compartir sus ideas con nosotros. Por último, para mi familia, esposa e hijo por compartir sus vidas conmigo. Gracias por llenar mi vida y hacerla más placentera. Sin el apoyo de todos ustedes, estos proyectos no hubieran sido posibles.

A todos aquellos, que de forma directa e indirecta han contribuido para concretizar estos proyectos.

## Título del informe

### Laboratorio de Sistemas NanoEstructurados

---

**Palabras claves:** nanotecnología, sistemas nanoestructurados, estructura cristalográfica, morfología, difracción de electrones.

---

### Resumen

En este informe se detallan una serie de proyectos de investigación y desarrollo (I+D), proyectos en actividades de ciencia y tecnología y proyectos académicos llevados a cabo con el objetivo de consolidar la creación del Laboratorio de Sistemas NanoEstructurados (LSNE) en la FIE-UTP. Dos aspectos importantes se abordan con la implementación de esta moderna infraestructura en Panamá. El primero de ellos es la generación de conocimiento científico y tecnológico de vanguardia en el área de nanotecnología y el segundo es la transferencia del conocimiento al recurso humano siendo formado a nivel superior. Para concretizar el LSNE, la UTP ha realizado esfuerzos en materia de recurso humano a través de la Cooperación Científica, Tecnológica y de Intercambio con 03 Universidades de Brasil (UFMS, CBPF y UFRGS) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN, México). En lo que al recurso financiero se refiere, la incorporación del Prof. Dr. Cruz al Sistema Nacional de Investigación (SNI) garantiza ingresos al LSNE además de, el ingreso proveniente del proyecto Ventanas Inteligentes (VIs) ganador de la Convocatoria Pública de Fomento a la Colaboración Internacional de la Senacyt en el área de Ciencias Básicas.

### Abstract

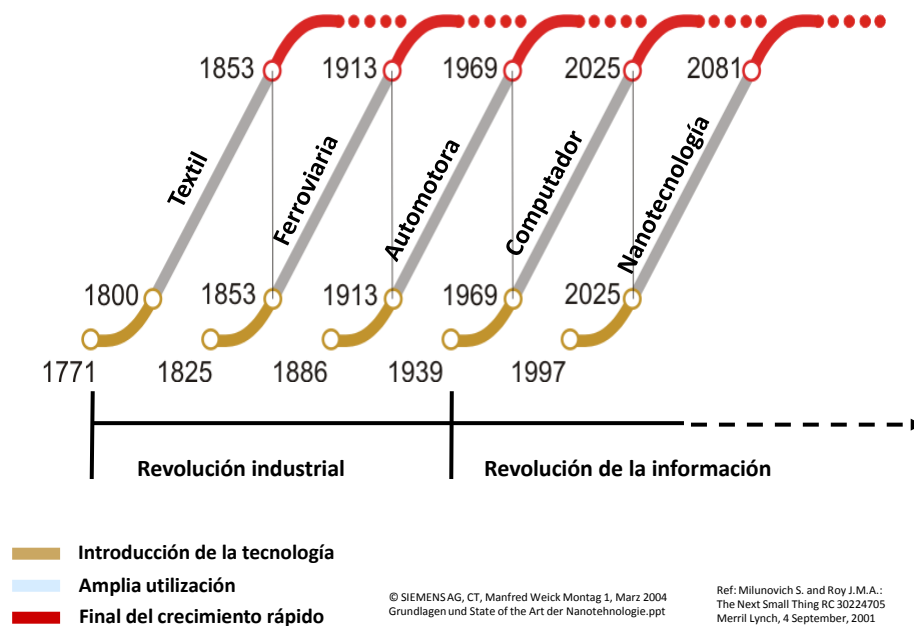
This reports details on a set of scientific research projects, scientific and technological activities and also on academics projects that have been accomplished in order to ensure the establishment of the Nanostructures System Laboratory (LSNE, in Spanish) at the faculty of electrical engineering in the Technological University of Panamá (FIE-UTP, in Spanish). Two main aspects were considered with the implementation of this facility in Panamá. The first aspect regards to the scientific knowledge that can be generated on nanotechnology issues and the second one on the knowledge transfer to postgraduate students. Scientific cooperation and technological programs with three Brazilian Universities (UFMS, CBPF and UFRGS in Spanish) and the Mexican National Polytechnic Institute (IPN, in Spanish) guaranteed the human resource needed to attain this goal. A professor Cruz grant and resource coming from the intelligent windows projects (VIs, in Spanish) ensures financial support for the LSNE.

## Antecedentes

En su célebre discurso de diciembre de 1959 ante la Sociedad Americana de Física, *There is Plenty of Room at the Bottom*, el profesor Richard Feynman, *California Institute of technology (Caltech)*, levanta por primera vez la inquietud de manejar información a nivel atómico (ver <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>). Este discurso además de generar un desafío tecnológico, sirve como punto de referencia para el nacimiento de la nanotecnología. En aquel entonces, una tecnología teóricamente fundamentada pero con limitaciones experimentales. La Nanotecnología (*Quantum Switches*) se refiere a la construcción de estructuras en escala nanométrica que operan de forma controlada.

Sistemas menores consumen menos energía y en estos sistemas existe una enorme cantidad de espacio para almacenar información. La figura abajo muestra las cinco fuerzas tecnológicas revolucionarias de la humanidad. Se aprecia claramente que con la nanotecnología está en curso la quinta revolución industrial y que para 2025 entraremos en el rango de amplia utilización.

### FUERZAS TECNOLÓGICAS REVOLUCIONÁRIAS



Por lo tanto, implementar una infraestructura como la del LSNE, estimula y fortalece nuestra capacidad científica y tecnológica en un activo campo de investigación, con comprobado retorno económico, pero que hasta ahora en Panamá, de forma pasiva, la hemos visto desarrollarse en otras latitudes. Esta es la tecnología del futuro y no requiere de grandes inversiones para comenzar. Países emergentes como Brasil e India y recientemente el vecino Costa Rica están invirtiendo tanto en infraestructura como en su recurso humano pues han identificado la oportunidad, al igual que nosotros.

Con la implementación del LSNE tendremos la oportunidad de generar conocimiento científico y tecnológico de vanguardia, en la frontera del conocimiento, para posteriormente generar nuevas capacidades en el recurso humano panameño.

## Beneficios

El LSNE está comenzando a ser implementado a través de proyectos de I+D, proyectos de apoyo a la generación de capacidades científicas y tecnológicas, proyectos académicos, programas de cooperación científica y tecnológica y recursos del SNI. Por lo tanto, se encuentra en una etapa embrionaria y durante su primer año de existencia hemos dedicado esfuerzos para dotarlo de infraestructura, para lo que resulta difícil en este corto período mencionar beneficios en término de productos físicos palpables y tangibles.

Sin embargo, podemos mencionar, que este corto plazo ha sido beneficioso para construir nuestro modelo y el *“know-how”* en el campo de los sistemas nanoestructurados. Esto nos ha permitido re direccionar nuestras acciones en un campo de investigación extremadamente activo a nivel internacional (feedback). También, hemos tenido como beneficio el fortalecimiento de la cooperación científica y tecnológica entre la comunidad panameña y la comunidad internacional.

Por lo tanto, a mediano plazo tendremos como consecuencia el aprovechamiento de nuestro recurso humano para desarrollar las NanoEstrategias que vengan a resolver nuestros MegaProblemas.

En lo que a beneficiarios se refiere, el alumno de pregrado Alberto L. Hidalgo C. está desarrollando el trabajo de conclusión de licenciatura en ingeniería bajo mi asesoramiento. Este trabajo está siendo financiado con recursos del SNI y consiste en el diseño e implementación de una Fuente de Corriente NanoControlada. Este módulo puede ser adquirido a un elevado precio en mercado internacional especializado pero con una carencia de recursos específicos, necesarios para su utilización en el LSNE. Por lo tanto, se hará uso del recurso humano siendo formado a nivel superior que aunado a los recursos financiero del SNI contribuirá a viabilizar el LSNE. También, la oportunidad es buena para que otros alumnos realicen sus trabajos de tesis para la conclusión del curso de pregrado en el marco de proyectos de investigación ligados al LSNE.

Por otro lado, durante el desarrollo de la primera etapa del proyecto de VIs se contará con la participación del alumno de la maestría en Física de la Universidad de Panamá (UP), Marciano Santamaría. El alumno realizará su trabajo de investigación para conclusión del curso bajo mi asesoramiento en el LMMM de la UFSM. Llevando en consideración, que el proyecto de VIs tiene una componente de adquisición de equipos, la participación del alumno Marciano contribuirá a viabilizar el LSNE. De forma parecida, pretendemos realizar para las otras dos etapas restantes del proyecto pero los nombres de los beneficiarios y sus perfiles están siendo discutidos todavía. Cabe señalar que la contraparte brasileña también contará con alumnos de maestría y doctorado realizando sus trabajos de investigación en el marco de este proyecto.

A través del LSNE, la UTP y consecuentemente el país, fortalecerá su capacidad científica y tecnológica en el área de sistema nano estructurado (nanotecnología). Habrá adquisición de

equipos, generación y transferencia de conocimiento y formación de recurso humano a nivel de pregrado y postgrado.

## Objetivos Generales

1. Iniciar la implementación de una infraestructura moderna de investigación experimental en Panamá en el área de sistemas nanoestructurados (nanotecnología).
2. Generar conocimiento científico y tecnológico de vanguardia en el área de sistemas nanoestructurados.

## Objetivos Específicos

1. Realizar investigación básica y aplicada en nuevos materiales magnéticos y superconductores en escala nano métrica (mono capas, multicapas y sistemas granulares) para su aplicación en nano productos.
2. Transferir el conocimiento generado, en temas científicos y tecnológicos de vanguardia, al recurso humano siendo formado a nivel superior a través de los cursos de post-graduación y maestría de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), seminarios, conferencias y publicación en revista internacional.

## Colaboradores

La implementación del LSNE viene siendo apoyada por un grupo de investigadores de diferentes instituciones científicas de Panamá, Brasil y en un futuro próximo de México. Aún cuando los diferentes miembros del grupo poseen trayectorias académicas y científicas distintas, todos los colaboradores (a excepción del Dr. Darío Solís, líder del grupo de investigación del Laboratorio de Energía Renovable (LER)) poseen experiencia comprobada en la preparación de material nano estructurado de alta complejidad y con la manipulación de las propiedades físicas de los mismos. Esta experiencia científica sumada a la infraestructura ya disponible por parte de los colaboradores y a la que vendrá a ser implementada a través de los recursos provenientes de los proyectos sometidos y aprobados por la Senacyt, permiten al grupo de investigación enfocar con éxito la implementación del LSNE. Además, los colaboradores poseen una cantidad considerable de artículos publicados en revista internacional de prestigio y una estrecha cooperación científica y académica entre ellos y con colaboradores de diferentes partes del mundo.

**Colaborador Principal: Dr. Evgeni Svenk Cruz De Gracia (UTP, Panamá).** Coordina todas las áreas de trabajo con 65% de dedicación. El doctor Evgeni, después de haber culminado sus estudios de maestría, doctorado y post doctorado en Brasil, recientemente se ha incorporado a la investigación en el LER y es docente de la FIE-UTP. Actualmente, se encuentra en Brasil realizando una pasantía en el LMMM de la UFSM. Ver: <http://www.fie.utp.ac.pa/aspectos-del-lsne>

**Colaborador 1: Dr. Luiz Fernando Schelp (UFSM, Brasil).** Está a cargo de la caracterización e interpretación estructural, transporte electrónico y óptica, con 40% de dedicación en el proyecto

de VIs, con Código: COL10-036, aprobado por la Senacyt. En el marco de este proyecto se contempla su visita al LSNE por dos meses durante la tercera etapa. El Dr. Schelp es en la actualidad el líder del Laboratorio de Magnetismo y Materiales Magnéticos (LMMM) del Departamento de Física de la UFSM. Además, realizó su post doctorado en la Unitè Mixte de Physique Thales-CNERS-Paris Sud en Orsay, sobre supervisión de Albert Fert (Premio Nobel 2007). Ver: <http://www.ufsm.br/lmmm/>

**Colaborador 2: Dr. Lucio Strazzabosco Dorneles (UFSM, Brasil).** Encargado de la calibración, deposición y producción de muestras (20% de dedicación) en el proyecto de VIs. Ver: <http://lattes.cnpq.br/7244173039310066>

**Colaborador 3: Dr. Mario Norberto Baibich (Ministerio de Ciencia y Tecnología, Brasil).** Análisis, interpretación y discusión de los resultados y redacción de artículos científicos con 10% de dedicación en el proyecto de VIs. El Dr. Baibich, es Secretario Nacional de Nanotecnología de Brasil del Ministerio de Ciencia y Tecnología, y primer autor en el artículo que otorgó el Premio Nobel de 2007 al francés Albert Fert. Recientemente visitó Panamá en el marco del proyecto “Estimulando la Capacidad Científica y Tecnológica de Panamá en Nanotecnología” (Código: APY-GC10-016 A) correspondiente a la Primera Convocatoria Pública para Apoyo a la Generación de Capacidades Científicas y Tecnológicas 2010 con financiamiento de la Senacyt. Ver: <http://lattes.cnpq.br/4897945654305964>

**Colaborador 4: Dr. Marcos André Carara (UFSM, Brasil).** Encargado de la caracterización e interpretación estructural con 20% de dedicación en el proyecto de VIs. Ver: <http://lattes.cnpq.br/1334485128053939>

**Colaborador 5: Dr. Darío Solís (UTP, Panamá).** Redacción de artículos científicos e infraestructura del LER-UTP con 10% de dedicación en el proyecto de VIs.

**Colaborador 6: Dr. Rubem Luis Sommer (CBPF, Brasil).** Caracterización e interpretación óptica con 20% de dedicación en el proyecto de VIs. Ver: [www.cbpf.br/~sommer/](http://www.cbpf.br/~sommer/)

## Actividades realizadas

### Primer Aspecto: Generación de Conocimientos

Para la ejecución de este primer aspecto se han llevado a cabo dos tipos diferentes de actividades. El primer tipo de actividad se refiere a proyectos de I+D mientras que la segunda actividad está relacionada con proyectos para apoyo a la generación de capacidades científicas y tecnológicas. De los proyectos de I+D, uno está en fase de conclusión y el otro debe comenzar en breve. En el apoyo a la generación de capacidades científicas y tecnológicas un proyecto está en fase de conclusión y el otro ha comenzado recientemente.

#### A.1 Proyectos de I+D: **Ventanas Inteligentes (COL10-036)**

**Objetivos:** Optimizar la respuesta del óxido de vanadio (VO<sub>2</sub>) para su utilización en ventanas inteligentes.

Fortalecer la capacidad científica y tecnológica de Panamá en el área de sistema nano estructurado (nanotecnología) la cual crece rápidamente a nivel internacional y el país carece.

La actividad consistió en la elaboración de un proyecto que fue sometido ante la Senacyt en la Convocatoria Pública de Fomento a la Colaboración Internacional en I+D 2010. Este proyecto de investigación, visa optimizar la respuesta del VO<sub>2</sub> para su utilización en VIs a través de la manipulación de sus propiedades extrínsecas o incorporación en dispositivos nano métricos. El VO<sub>2</sub> es un material con gran potencial para aplicación en VIs ya que presenta una abrupta transición semiconductor/metal cerca de la temperatura ambiente (68 °C) acompañada de una fuerte reducción en la resistividad eléctrica y en la transmisión del infrarrojo (IR).

#### A.2 Proyectos de I+D: **Using a TV Set to Show Electron Diffraction**

**Objetivos:** Mostrar la viabilidad de construir un equipo para demostrar la difracción de electrones a partir de un televisor de rayos catódicos.

Proponer interacción entre la universidad y la empresa privada para superar la falta de equipos de laboratorio de Física para las regiones menos desarrolladas.

La actividad consistió en la realización de todas las observaciones experimentales sugeridas por los evaluadores por pares, para publicación de artículo científico en revista internacional indexada.

#### B.1 Proyectos para Apoyo a la Generación de Capacidades Científicas y Tecnológicas: **Estimulando la Capacidad Científica y Tecnológica de Panamá en Nanotecnología (Código: Senacyt/ APY-GC10-016 A)**

**Objetivos:** Estimular la capacidad científica y tecnológica de Panamá en sistemas nanoestructurados.

Definir aspectos de cooperación Científica y Tecnológica con miras a desarrollar y consolidar las investigaciones en sistemas nanoestructurados en Panamá.

La actividad consistió en la elaboración de un proyecto que fue sometido ante la Senacyt en la Primera Convocatoria Pública para Apoyo a la Generación de Capacidades Científicas y Tecnológicas 2010 (categoría realización de congresos, seminarios y talleres). Para alcanzar los objetivos, contó con la contribución de un notable investigador con reconocidos logros en Ciencia y Tecnología y prestigio internacional cuyo aporte resultó en el descubrimiento del Efecto de Magnetorresistencia Gigante en 1988. Actual Secretario Nacional de Nanotecnología de Brasil y primer autor en el artículo científico que otorgó el premio Nobel de Física de 2007 a Albert Fert y Peter Grumberg.

#### B.2 Proyectos para Apoyo a la Generación de Capacidades Científicas y Tecnológicas: **Optimización del VO<sub>2</sub> en VIs (Código: Senacyt/ APY-GC10-008 A)**



**Objetivos:** Depositar y producir muestras de VO<sub>2</sub> para el sistema o configuración que posea el mayor potencial de impacto científico y tecnológico.

Caracterizar estructural y morfológicamente las muestras producidas a través de las técnicas de reflectividad y difracción de rayos X.

Analizar e interpretar la estructura cristalográfica, espesor y morfología de las muestras a través de la simulación de los espectros de rayos X.

La actividad consistió en la elaboración de un proyecto de pasantía que fue sometido ante la Senacyt en la Primera Convocatoria Pública para Apoyo a la Generación de Capacidades Científicas y Tecnológicas 2010. Durante la pasantía, se depositarán, producirán y caracterizarán a través de la técnica de deposición por Erosión Iónica (Sputtering) muestras de VO<sub>2</sub> para el sistema o configuración (multicapas o películas delgadas policristalinas) que posea el mayor potencial de impacto científico y tecnológico. De esta manera, será posible lograr una disminución en la temperatura de transición del VO<sub>2</sub> (68 °C para 30 °C) sin afectar su capacidad de reducir el infrarrojo (IR) del espectro electromagnético ni la transmisión total en la región visible del espectro.

## Segundo Aspecto: Transferencia del Conocimiento

Para la ejecución del segundo aspecto se han llevado a cabo dos tipos diferentes de actividades pero concatenadas. La primera actividad se refiere a la inclusión de una materia de doctorado como opción al trabajo de graduación de los alumnos de la maestría profesional. En este mismo sentido, la segunda actividad se refiere a la re-estructuración de los cursos de Post-grado siendo ofrecidos por la FIE-UTP. Ambas actividades han sido concluidas satisfactoriamente. Sin embargo, su naturaleza requiere actualización continua.

### A.1 Inclusión de Materia de Doctorado

**Objetivos:** Desarrollar en el alumno una cultura de investigación para el doctorado

Materia de doctorado como vehículo para transferir el conocimiento generado en el LSNE.

La actividad consistió en la elaboración del programa de la materia “Materiales por Ingeniería de Spin” para su posterior consideración ante el Consejo de Investigación, Postgrado y Extensión (CIPE) de la UTP.

### A.2 Re-estructuración de los Cursos de Post-grado

**Objetivo:** Estimular y Fortalecer los Cursos de Postgrado de la FIE.

La actividad ha sido fuertemente apoyada en el marco de la colaboración de la UTP con el IPN y el proyecto Fortuna siendo financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). Estas colaboraciones permiten realizar visitas recíprocas de corta

duración entre investigadores para realizar aspectos de docencia e investigación. Por otro lado, recientemente hemos firmado un convenio con la Organización de Estados Americanos (OEA) que posibilitará la llegada a la UTP de alumnos de Post-grado de América Central y el Caribe. Además, se ha confeccionado un calendario semestral de las materias a ser dictadas. Estas materias fueron seleccionadas a partir de un estudio realizado en el marco del Proyecto Fortuna donde se hicieron visitas de campo a empresas para evaluar la necesidad del recurso humano en esta área. Considero que todas estas actividades desembocaran, en un futuro no muy lejano, en Cursos de Post-grado organizados, robustos y con posibilidad de participar en convocatorias que financien a los alumnos a través de becas. En mi opinión, un alumno de maestría becado junto a su asesor de tesis se constituye en la piedra fundamental sobre la cual descansa la investigación en una Universidad.

## **Productos de la investigación científica y tecnológica**

### **Primer Aspecto: Generación de Conocimientos**

#### **A.1 Proyectos de I+D: Ventanas Inteligentes (COL10-036)**

El Proyecto de VIs fue sometido ante la Senacyt en la Convocatoria Pública de Fomento a la Colaboración Internacional en I+D 2010. El proyecto resultó ganador en la categoría de Ciencia Básicas (Ver Anexo 1). Ha sido negociado por un monto total de B/. 90,000.00 y un tiempo de ejecución de 36 meses. Actualmente, estamos a la espera de ser llamados para la presentación de la gestión de cobro para el primer desembolso. El proyecto tiene una componente en adquisición de equipos para viabilizar el LSNE. Por lo tanto, contamos con una fuente de recurso financiero para comenzar a materializar el LSNE.

#### **A.2 Proyectos de I+D: Using a TV Set to Show Electron Diffraction**

El anexo 2 muestra una vista parcial del artículo científico que recoge todas las observaciones experimentales sugeridas por los evaluadores por pares y que será sometido para publicación en revista internacional indexada (American Journal of Physics) en el mes de febrero próximo.

#### **B.1 Proyectos para Apoyo a la Generación de Capacidades Científicas y Tecnológicas: Estimulando la Capacidad Científica y Tecnológica de Panamá en Nanotecnología (Código: Senacyt/ APY-GC10-016 A)**

El proyecto en mención fue sometido ante la Senacyt en la Primera Convocatoria Pública para Apoyo a la Generación de Capacidades Científicas y Tecnológicas 2010. El proyecto resultó agraciado en la categoría de realización de congresos, seminarios y talleres (Ver Anexo 3). Fue negociado por un monto de B/. 4,020.50 y un tiempo de ejecución de 04 días. Actualmente, estamos en la fase de entrega del informe técnico y financiero.

## B.2 Proyectos para Apoyo a la Generación de Capacidades Científicas y Tecnológicas: **Optimización del VO<sub>2</sub> en Vis (Código: Senacyt/ APY-GC10-008 A)**

El proyecto en mención fue sometido ante la Senacyt en la Primera Convocatoria Pública para Apoyo a la Generación de Capacidades Científicas y Tecnológicas 2010. El proyecto resultó agraciado en la categoría de Participación en Pasantía al Extranjero (Ver Anexo 4). Fue negociado por un monto de B/. 5,080.00 y un tiempo de ejecución de 03 meses. Tiene tan sólo una semana de haber comenzado para lo que en la actualidad me encuentro en el LMMM de la UFSM en Brasil para su ejecución.

## Segundo Aspecto: Transferencia del Conocimiento

### A.1 Inclusión de Materia de Doctorado

El anexo 5 muestra una vista parcial del contenido del programa de la materia **“Materiales por Ingeniería de Spin”** tal como aprobado por el CIPE de la UTP. Por lo tanto, ya contamos con una materia de doctorado como vehículo para transferir el conocimiento generado en el LSNE.

### A.2 Re-estructuración de los Cursos de Post-grado

Se recibió la visita de corta duración de investigadores españoles en el área de digitales y automatización durante el mes de octubre para realizar aspectos de docencia e investigación (Ver Anexo 6). En la actualidad, un especialista mejicano está dictando el curso de Análisis de Sistemas de Potencia Eléctrica correspondiente a la Maestría en Potencia Eléctrica y se espera poder contar con su contribución para el primer semestre de 2011. Es bueno resaltar, que todas estas colaboraciones tienen carácter recíproco. También, se puede apreciar en el anexo 6 el calendario semestral para el área de digitales y automatización. De la misma forma, ya contamos con el calendario semestral para el área de Electrónica y Telecomunicaciones siendo que nos hace falta el área de Potencia Eléctrica.

## Participación Institucional en Organismos Académicos y de Investigación:

Profesor **Coordinador de Post Grado de la FIE-UTP** (22 de febrero 2010 – actual).

Miembro de la Misión de Trabajo entre los representantes de la UTP y el IPN de México entre el 16 al 19 agosto de 2010 en la Ciudad de México (Ver Anexo 7).

### **Objetivos de la Misión:**

1. Fortalecer los lazos de cooperación científica y tecnológica entre la UTP y el IPN.
2. Tratar temas de interés y explorar oportunidades de apoyo conjunto entre ambas Instituciones.

Asesor a Nivel de Pregrado y Postgrado:

1. Alberto L. Hidalgo C., **“Fuente de Corriente NanoControlada”**. (Pregrado).

**Observación:** Es importante resaltar que el trabajo de investigación para conclusión de la licenciatura en Ingeniería del alumno Alberto Hidalgo está siendo financiado con recursos del SNI. El módulo que será diseñado e implementado en este trabajo, puede ser adquirido a un elevado precio en mercado especializado pero con la carencia de recursos específicos, necesarios para su utilización en investigación. Por lo tanto, se hará uso de nuestro recurso humano especializado en conjunto con el recurso financiero de la Senacyt.

2. Marciano Santamaria Lezcano, **“Caracterización Estructural y Morfológica del VO<sub>2</sub> en VIs”**. (Post-grado).

**Observación:** Es importante resaltar que el trabajo de investigación para conclusión del Curso de Maestría en Fisca del alumno Marciano Santamaría de la UP será realizado en el LMMM de la UFSM con financiamiento del proyecto VIs (COL10-036). Así, el proyecto contribuye a la formación de recurso humano altamente capacitado.

Miembro en Tribunal Examinador de Tesis de Pregrado:

1. Ing. Jesus E. Medina, **“Desarrollo e Implementación del Sistema de Grabación de Video en Red”**. FIE-UTP, 19 de enero de 2010.
2. Ing. Karla Palacios, **“Desarrollo de una Plataforma Integral de Monitoreo Mediante Nagios y Cacti”**. FIE UTP, 02 de marzo de 2010.
3. Ing. Vianca Aranda, **“Creación de la Plataforma de Comunicaciones Privada de Techtel, S.A. con Tecnología Witech y el Desarrollo de Otros Proyectos”**. FIE-UTP, 20/06/ 2010.

Cursos de Pregrado Dictados en la UTP (Ver Anexo 8):

1. **Probabilidad y Procesos Aleatorios** (I semestre 2010)
2. **Campos Electromagnéticos** (II semestre 2010)

Conferencias Dictadas en Congresos (Ver Anexo 9):

Semana de Ingeniería Eléctrica de la UTP **“Sistemas Nanoestructurados Naturales y Artificiales”**  
Fecha: 28 de octubre de 2010. Público: Investigadores, Profesores y estudiantes del área.

XIII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología **“Análisis de la Resistencia y Magnetorresistencia Túnel en Nanopartículas de Co Incluyendo la Distribución del Tamaño de Agregado”** Fecha: 7 de octubre de 2010. Público: Investigadores, Profesores y estudiantes del área.

## Conclusiones y recomendaciones

El LSNE se encuentra actualmente en una etapa embrionaria. Además, todas las actividades científicas, tecnológicas y académicas que han sido propuestas para consolidar su creación han tenido buena acogida ante los organismos de apoyo a la investigación.

Esto evidencia que hemos sido capaces de desarrollar una labor positiva de sensibilización en el área de sistemas nanoestructurados. También, nos permite concluir que si continuamos con el trabajo arduo y eficiente, el LSNE se materializará en breve (02 a 03 años, según nuestras previsiones).

## Bibliografía

1. R.L De Broglie, "A tentative theory of light quanta". **Phil. Mag.**, v.47, p.446–458, (1924).
2. G. P. Thomson, "Experiments on the diffraction of cathode rays". **Proc. Roy. Soc. A.**, v.117, p. 600-609, (1928).
3. G.P. Thomson, "Experiments on the diffraction of cathode rays II". **Proc. Roy. Soc. A**, v.119, p. 651-662, (1928).
4. J. H. MOORE, C.C. DAVIS, and M. A. COPLAN, **Building scientific apparatus**. (Addison Wesley, 1989).
5. D. B. Williams, C.B. Carter, **Transmission electron microscopy: a textbook for materials science**. (Plenum Press, New York and London, 1996).
6. [www.iraf.noao.edu](http://www.iraf.noao.edu)
7. Birnbaum, J., Williams, R. S., **Physics Today**, p. 39–42, 2000
8. Heath, J. R., **Science**, p. 1716 – 1721, 1998
9. Himpfel, F. J. et al., **Solid State Communications**, Vol. 117, p. 149- 157, 2001
10. Lin, J. L et al., **Appl. Phys. Lett.**, Vol. 78, N# 6, p. 829 – 831, 2001
11. B. D. Cullity and C. D: Graham, **Introduction to Magnetic Materials**. John Wiley and Sons, INC.,
12. Baibich, M. N. et al., Giant magnetoresistance of (001) Fe/ (001) Cr magnetic superlattices. **Physical Review Letters.**, Woodbury, v. 61, n. 21, p. 2472-2475, Nov. (1988).
13. **E. S. Cruz de Gracia**, L. S. Dorneles, L. F. Schelp, S. R. Teixeira and M. N. Baibich. Low potential barrier height effects in magnetic tunneling junctions. **Physical Review B** 76 214426 (2007)., Melville, doi: 10.1103/PhysRevB.76.214426.
14. **E. S Cruz de Gracia**, M. Carara, M. N. Baibich, L. F. Schelp and F. Fettar. Analysis of the tunnel resistance and magnetoresistance in Co nanoparticles including the cluster size distribution. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials** (2007)., Amsterdam, doi: 10.1016/j.jmmm.2007.03.102.
15. **E. S. Cruz de Gracia**, Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-graduação em Física- UFRGS, Porto Alegre, (2007).
16. M.M.Qazilbash, M. Brehm, B. G. Chae, P.C.Ho, G. O. Andreev, B. J. Kim, S. J. Yun, A. V. Balatsky, M. B. Mapple, F. Keilmann, H. T. Kim and D. N. Basov., **Science**, vol 318, 1750, (2007).
17. Jan M. Tomczak and Silke Biermann. Submitted to **Phys. Rev. Lett**, preprint: arXiv:0807.4044 (2008)
- 18 V. A. Lobastov , J. Weissenrieder, J. Tang and A. Zewail., **Nano Letters**, vol 7, n8, 2552, (2007).
19. Y. J. Chang., **Phys. Rev. B**, 76, 075118, (2007).
20. Maaza, O Nemraoui, C. Sella and A. C. Beye., **Gold Bulletin**, 38, 100, (2005).