

**CONVENIO DE CREACIÓN DEL LABORATORIO CONJUNTO ITALO-ARGENTINO DE  
NANO-MAGNETISMO "LIANAM"**

**ENTRE, POR UNA PARTE**

La COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, en adelante denominada "CNEA", organismo público de carácter científico y tecnológico, con sede en la Avda. Libertador 8250, C 1429BMP, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina, representada por su Sra. Presidenta, Licenciada Norma Luisa BOERO, obrando por cuenta del LABORATORIO DE RESONANCIAS MAGNÉTICAS, en adelante denominado "LRM",

**Y, POR OTRA PARTE**

EL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, en adelante denominado "CNR", Institución Pública de carácter científico y tecnológico, con sede en Piazzale, en Aldo Moro 7, 00185 Ciudad de Roma, República de Italia, representada por el Presidente del ISTITUTO DI STRUTTURA DELLA MATERIA, Dr. Dino FIORANI, obrando por cuenta de este último, en adelante denominado el "ISM".

Denominadas colectivamente en lo sucesivo como "las Partes", o individualmente como "la Parte".

Considerando el Acuerdo de Cooperación Científica y Tecnológica entre el Gobierno de la República Italiana y el Gobierno de la República Argentina, firmado en Bolonia el 3 de diciembre de 1997, en vigencia desde el 13 de abril de 2001.

**PREÁMBULO**

Los avances en la comprensión de los fenómenos magnéticos y los procesos que se desarrollan en la nanoescala han abierto nuevas fronteras de la física fundamental y nuevas perspectivas en las aplicaciones de los materiales magnéticos. Las nanoestructuras magnéticas (películas, multicapas, nanopartículas) son la base de una nueva generación de discos duros para computadoras, memorias magnéticas, dispositivos electrónicos y sensores. Las nanopartículas magnéticas poseen interesantes aplicaciones en el campo de la biomedicina para el diagnóstico precoz y el tratamiento de tumores, como los vehículos de suministro de medicamentos, para mejorar la señal de imagen de resonancia magnética nuclear y, para atacar y destruir las células cancerosas con aumento local de la temperatura producido por la energía térmica que se disipa en un ciclo de histéresis mediante una frecuencia adecuada de campo magnético alterno (hipertermia magnética).

En este contexto, las actividades del laboratorio conjunto "LIANAM", entre el ISM del CNR (Anexo 1) y el LRM de la CNEA (Anexo 1), laboratorios que son reconocidos internacionalmente por la excelencia de su investigación sobre nanoestructuras magnéticas, se dedicará al estudio de las propiedades fundamentales de los materiales magnéticos nanoestructurados de interés tecnológico en áreas estratégicas tales como la nanoelectrónica, sensores magnéticos y almacenamiento de información. Los beneficios del laboratorio conjunto son la integración de la experiencia e instalaciones complementarias que permitan la preparación,

caracterización y el estudio de las propiedades magnéticas y magneto-transporte de nuevos materiales, utilizando una amplia gama de metodologías y técnicas.

## EXPERIENCIAS DE LA COOPERACIÓN PASADA Y LA ACTUAL ENTRE EL ISM Y LRM

Desde 1992, entre el ISM y LRM existe una colaboración científica muy fructífera, que dio lugar a una producción científica común de alta calidad (28 publicaciones en revistas internacionales (Anexo 2), un gran número de ponencias en conferencias internacionales), y que además contribuyó significativamente a la formación de jóvenes investigadores a través de períodos de estudio y de investigación postdoctoral en ambas instituciones y tesis doctorales en la línea de investigación conjunta. Con los años, las actividades de colaboración se han formalizado y financiado en parte mediante la participación en proyectos bilaterales en el marco del acuerdo de cooperación entre CNR y el CONICET, y entre el Ministerio de Asuntos Exteriores (Dirección General de Promoción Cultural y de Cooperación culturales) para Italia y, para la Argentina, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT)

- Los proyectos bilaterales CNR-CONICET (1997-2002): "Síntesis, caracterización y propiedades magnéticas de nanopartículas de óxidos antiferromagnéticos."
- Proyecto de "Programa de Cooperación Científico-Tecnológico Argentino-Italiano": "Procesos de magnetización en materiales nanoestructurados de alta anisotropía magnética."
- Un proyecto de gran importancia en el Ministerio Italiano de Asuntos Exteriores (MAE) (2009-2010): "Materiales magnéticos nanoestructurados para el registro magnético de alta densidad."

## TÍTULO I - OBJETO.

### Artículo 1- Creación.

"Las Partes" crean el laboratorio conjunto denominado "LIANAM", como parte integrante del ISM del CNR y el LRM de GAIYANN-CNEA, a partir de la firma del presente por ambas Partes.

### Artículo 2- Objetivo

El objetivo del "LIANAM" es la realización conjunta del programa científico que se describe en el Anexo 3, como parte del presente Convenio.

Este Objetivo se logrará a través de:

- Una investigación de excelencia, orientada a la comprensión de los procesos de magnetización y los mecanismos microscópicos subyacentes del comportamiento magnético y la prestación tecnológica de los materiales magnéticos nanoestructurados.
- La interacción con las industrias que operan en el campo de las aplicaciones de la nanotecnología en materiales magnéticos.
- La formación de jóvenes investigadores a través de intercambios y de estudio en las dos instituciones.

El laboratorio conjunto, se propone además como un centro de formación de una red de centros de investigación italianos y argentinos, dedicados a la ciencia y la tecnología de los materiales magnéticos estructurados a escala nanométrica.

La formalización del laboratorio conjunto establecerá un marco jurídico adecuado para gestionar la relación entre las dos instituciones y actividades conjuntas.

## TÍTULO II - COMPOSICIÓN Y LOCACIÓN

### Artículo 1- Composición

El laboratorio conjunto "LIANAM" se compone de:

- Instituto "Estructura de la Materia" de la CNR, con Sede en Via Fosso del Cavaliere 100, Ciudad de Roma, República de Italia.
- Laboratorio de Resonancias Magnéticas de la Comisión Nacional de Energía Atómica, con sede en el Centro Atómico Bariloche, en San Carlos de Bariloche, Provincia de Río Negro, República Argentina.

### Artículo 2- Locación

La sede del laboratorio conjunto "LIANAM" tiene lugar en el Centro Atómico Bariloche, Av. Bustillo 9500, San Carlos de Bariloche, Provincia de Río Negro. República Argentina.

## TÍTULO III - ORGANIZACIÓN DE "LIANAM"

### Artículo 1- Coordinación

Se designan como Coordinadores del laboratorio "LIANAM" a los Sres. Dino Fiorani (ISM) y Roberto Zysler (LRM).

### Artículo 2- Funciones de los coordinadores

Los coordinadores son los responsables de la planificación y ejecución del programa de investigación conjunta, los recursos financieros necesarios para realizarlo y su utilización. Por cada contrato de investigación a que se refiere en el artículo 3.5, Título V, los coordinadores designarán a la Parte Responsable de la gestión, de conformidad con las disposiciones convenidas entre las Partes.

## TÍTULO IV - RECURSOS FINANCIEROS Y HUMANOS

### Artículo 1- Financiero

Cada año, las partes elaborarán el presupuesto necesario para llevar a cabo la investigación en el marco del "LIANAM". Dicho presupuesto incluye las necesidades expresadas, así como el detalle de los recursos obtenidos, según lo detallado en el Anexo 4.

Dicho Anexo, el cual forma parte del presente Convenio, resume los recursos financieros para el año de creación. El mismo se actualizará cada año por resolución de las Partes.

Cada Parte asignará y gestionará el crédito presupuestario que corresponde a su financiación.

Además de estos fondos, cada Parte gestionará, bajo su responsabilidad y competencia, en virtud de las normas que correspondan, todos los recursos que pone a disposición en el marco de la presente Convención: los equipos, servicios, instalaciones y personal.

Anualmente cada Parte justificará a la otra los fondos efectivamente asignados en el último año (incluido el personal y equipos), a título de la cooperación científica acordada en el presente Convenio. Para lograr esto, cada Parte establecerá una declaración de los recursos financieros y su utilización.

#### Artículo 2- Recursos Humanos

Los Responsables de ambas Partes consultarán sobre las modalidades, el calendario y el alcance de la participación de personal de aplicación del programa científico común.

El Anexo 5 resume las condiciones de participación para el primer año de la creación de "LIANAM". Cualquier modificación deberá ser comunicada y aprobada por ambas Partes. Conforme a lo decidido se procederá a la actualización del Anexo 5.

El personal de CNEA, su equipamiento tecnológico y de laboratorios y demás infraestructura afectadas a los Proyectos que surjan en el marco del presente Convenio, podrán ser desafectados por motivos de necesidad o razones específicas del servicio cuando la Institución así lo declare, debiendo notificarlo con una antelación de 30 días, comprometiéndose a reemplazar al personal por otros de perfil equivalente y a la infraestructura por otra similar, a satisfacción de la otra Parte.

### TÍTULO V - PROPIEDAD INTELECTUAL

#### Artículo 1- Publicaciones

Cada Parte se compromete a comunicar a la otra toda la información necesaria para llevar a cabo trabajos de investigación conjunta. La publicación de los resultados científicos se desarrollará de acuerdo a las normas en uso dentro de la comunidad científica.

Las publicaciones realizadas en colaboración incluirán, además de la afiliación de las dos Partes, la mención "investigación realizada en el marco de las actividades de investigación del laboratorio conjunto LIANAM".

Durante la vigencia del presente Convenio y en los dos años siguientes, cada Parte se compromete a obtener el consentimiento para la publicación de los datos resultantes de las actividades realizadas en el marco del laboratorio "LIANAM".

#### Artículo 2- Confidencialidad

Durante la vigencia de este contrato y por un período de CUATRO (4) años posteriores a su expiración, las Partes mantendrán toda la información identificada explícitamente como "confidencial" en estricta reserva y harán todos sus esfuerzos para protegerla a fin de:

- 1) Limitar la responsabilidad de acceso a tal información sólo al personal que la requiera en el cumplimiento de sus tareas
- 2) Hacer que tal personal dé tratamiento confidencial a la información recibida en el marco de este contrato
- 3) No divulgar información confidencial suministrada por una de las Partes ("Parte Divulgadora") a un tercero sin el consentimiento expreso de aquella

- 4) En caso de que por requerimiento o disposiciones específicas de Autoridades Gubernamentales, resultare obligatorio para algún funcionario, empleado, asesor u otra persona vinculada a las Partes, revelar o de cualquier otro modo divulgar información, con carácter previo a cumplimentar con tal requerimiento, y sin perjuicio de su oportuno cumplimiento, la persona requerida pondrá en conocimiento de la otra Parte el requerimiento o disposición obligatoria en cuestión, para que este ejerza y/o solicite las acciones y medidas que considere pertinentes. Las obligaciones establecidas en este apartado continuarán en vigencia aún después de la extinción del presente contrato.
- 5) Entregar a la "Parte Divulgadora", a su pedido, toda información que haya sido suministrada u obtenida por la otra Parte ("Parte Receptora"), incluyendo todas las copias, y suprimiendo toda información que haya sido almacenada de manera visible.

Todo dato científico, novedoso, descubrimiento o invención derivado de los trabajos de investigación del "LIANAM" estará amparado bajo la Ley de Propiedad Intelectual Argentina Nº 11.723 y su reglamentación y gozará de la protección jurídica del régimen de secretos o patentes de invención.

### Artículo 3- Resultados

#### 3.1-Propiedad de los resultados

Los resultados, incluyendo toda información, dato técnico, know-how, protegido o no, así como los derechos de propiedad intelectual correspondientes (a continuación denominado "Resultados") obtenidos en el marco del presente Convenio, corresponden conjuntamente a las Partes, en lo sucesivo, los "co-propietarios", en proporción a sus respectivas contribuciones intelectuales, físicas y financieras.

Cada co-propietario conserva la propiedad de los conocimientos que adquirió fuera de esta colaboración. Para la ejecución de las investigaciones realizadas en el marco de este Convenio, los "co-propietarios" concederán un derecho de uso de esos conocimientos, el cual se instrumentará por escrito en el marco de cada proyecto específico.

#### 3.2-Designación de un comitente.

El co-propietario, cuyo aporte intelectual, material y financiero sea más importante (sobre la base de criterios acordados por las partes), será designado como el "Comitente".

#### 3.3-Protección de los resultados para cada patente.

Las solicitudes de patentes serán presentadas en nombre y beneficio común de los co-propietarios en los porcentajes que se correspondan con las contribuciones mencionadas en 3.1, debiendo mencionarse el nombre del o los inventores.

El "Comitente" dispondrá de un mandato otorgado por el otro co-propietario a fin de asegurar la gestión de la presentación de solicitudes de patentes y la obtención y el mantenimiento de las patentes resultantes de ellas.

El "Comitente" se hará cargo de la gestión y aplicación de los procedimientos de presentación prioritaria e informará al otro co-propietario sobre la evolución del caso y la lista de los países extranjeros donde se depositarán las extensiones.

Si el otro co-propietario renunciara a depositar o mantener en vigor una patente y/o una

parte de las extensiones, deberá informar a la otra en forma inmediata, a fin de que pueda seguir por su cuenta el procedimiento.

El co-propietario que renunciare se compromete a firmar toda la documentación que permita al otro co-propietario convertirse en el propietario único o el titular de las patentes en cuestión. El co-propietario que siguiera el procedimiento a su nombre y gastos, será el beneficiario de eventuales réditos provenientes de la utilización de la patente en el o los países en los cuales el otro co-propietario haya renunciado a continuar con el proceso.

Los costos de los trámites relacionados con la patente, esto es, su depósito, mantenimiento y extensión de las patentes, se dividirán entre los co-propietarios en proporción a sus respectivas contribuciones intelectuales, físicas y financieras.

### 3.4-Utilización de los resultados

El Comitente, con la conformidad expresa de la otra Parte, hará las operaciones de valorización. En particular, negociará y celebrará contratos en nombre de los "co-propietarios" con los actores del sector interesados en el desarrollo y / o explotación de los resultados.

El Comitente deberá informar regularmente al otro co-propietario de los resultados de la investigación y de sus negociaciones, presentando una copia de los acuerdos de licencia firmados.

El Comitente hará pago a la otra de una cuota de las regalías proveniente de la concesión a terceros de la licencia o resultados, en proporción a su contribución intelectual, física y financiera.

### 3.5-Contratos de Investigación

Los contratos de investigación que "LIANAM" quiera establecer con terceros, sean estos entes públicos o privados, nacionales o extranjeros, será co-firmado por las Partes.

Estos contratos podrán ser negociados por cualquiera de las Partes. Pesa el deber de dar información pormenorizada sobre el estado de avance de la negociación a quien la estuviere realizando.

Los contratos de investigación serán administrados por la Parte que dirija las negociaciones.

Los contratos podrán incluir cláusulas de confidencialidad, pero se reserva el derecho a los investigadores interesados a presentar sus trabajos en el informe de actividades.

Los contratos identificarán específicamente a los recursos y gastos previstos. Los importes correspondientes, establecidos previa concertación entre las Partes, se tomarán en cuenta en el presupuesto del "LIANAM".

## TÍTULO VI - OTRAS DISPOSICIONES

### Artículo 1- Estructura del Convenio

El presente Convenio se compone de una Parte Principal (Título I a Título VI) y de 6 Anexos. (Actividades Científicas de la ISM y LRM, Publicación Conjunta, Programa de

Investigación, Recursos Financieros, Recursos Humanos y Formación de Personal y Laboratorios)

**Artículo 2- Duración del Acuerdo**

El presente Acuerdo de creación del laboratorio conjunto “LIANAM” tiene una duración de CUATRO (4) años a partir de la fecha en que las Partes suscriban el presente.

Podrá prorrogarse, con acuerdo de las partes, mediante la suscripción de una cláusula adicional.

**Artículo 3- Adhesión**

Las partes podrán aceptar nuevos Laboratorios miembros. Cada incorporación como miembro “LIANAM” será aprobada por escrito con el acuerdo de los signatarios del acuerdo inicial.

**Artículo 4- Rescisión.**

Las Partes podrán decidir de común acuerdo la rescisión anticipada del presente, con un preaviso de SEIS (6) meses. En este caso las Partes se esforzarán por llevar a cabo las acciones conjuntas que se hayan comprometido a realizar.

La renuncia de una de las Partes dará por finalizado inmediatamente el presente Convenio.

**Artículo 5- Modificación.**

Toda modificación del presente Convenio, establecida mediante cláusula adicional, deberá contar con el consentimiento unánime de las Partes.

**Artículo 6- Disposiciones finales.**

El presente Convenio se regirá por la ley del país donde se domicilia el LIANAM”.

Las Partes procurarán resolver cualquier problema de forma amistosa. De lo contrario, será resuelto bajo las Reglas de Conciliación y Arbitraje de la Cámara de Comercio Internacional por uno o más árbitros designados de conformidad con el presente Reglamento.

El presente Convenio está redactado en CUATRO (4) ejemplares originales, DOS (2) en español y DOS (2) en italiano, siendo las CUATRO (4) versiones igualmente auténticos.

Por el CNR  
Dino FIORANI  
Presidente del ISM

Por la CNEA  
Norma Luisa BOERO  
Presidente

## ANEXO 1

### ACTIVIDADES CIENTÍFICAS DEL ISM Y LRM

El Instituto ISM y el Laboratorio de LRM son reconocidos internacionalmente por la excelencia de su investigación sobre nanoestructuras magnéticas. Ambos institutos tienen un gran número de colaboraciones con grupos de investigación de prestigio en todo el mundo.

El ISM es un instituto de la CNR, que depende del Departamento de Materiales y Dispositivos. El ISM es integrado por 39 investigadores de planta, 37 técnicos y 6 de la administración. Actualmente participan en la investigación un gran número de estudiantes (de grado y tesis doctorales) y 10 investigadores jóvenes bajo contrato. La actividad científica está dedicada a la ingeniería y la fabricación de nuevos materiales funcionales en la nanoscalas, el estudio de sus propiedades físicas (magnético, óptico, de transporte) y químicas (quicio-absorción, catálisis) y su correlación con los estados electrónicos y la estructura superficies e interfaces. Los materiales son preparados por técnicas químicas (química coloidal, Langmuir-Blodgett, *spin coating*, la deposición electroquímica) y técnicas físicas (crecimiento epitaxial, depósito por láser pulsado, depósito en ultra alto vacío). Las investigaciones estructurales y estudio de propiedades físicas y químicas se realizan utilizando técnicas avanzadas de diagnóstico desarrollado en el Instituto (técnicas de rayos-X, microscopios de sonda local, espectroscopia de absorción y fotoemisión, utilizando radiación de sincrotrón, técnicas de superficie y magnetometría) y cálculos teóricos utilizando un enfoque de "modelos de material".

Las actividades de la línea de investigación "Propiedades magnéticas de materiales a escala atómica y nano-estructurados" está dirigido al diseño teórico, ingeniería y fabricación de agregados de dimensiones atómicas (clusters, cadenas, hilos cuánticos) y nanométricas (partículas, películas delgadas), el estudio y optimización de sus propiedades funcionales magnéticas y las de transporte para su aplicación en medios de grabación magnéticos y dispositivos microelectrónicos y sensores.

El laboratorio LRM es parte de la Gerencia Física del GAIYANN, que es una unidad de la CNEA. El LRM fue fundado en los años 60, algunos años luego del descubrimiento de la técnica de resonancia electrónica y su aplicación a la física de la materia desde un punto de vista fundamental y aplicado. El personal LRM consta de 17 investigadores. Actualmente participan en la investigación un gran número de estudiantes (maestría y doctorado), un joven investigador contratado y 3 técnicos.

Las actividades de investigación del LRM se dirigen al estudio de las propiedades físicas de los materiales referidas a su comportamiento magnético. El LRM es un laboratorio de magnetismo de excelencia en la Argentina, con un equipamiento instrumental único, especializándose en los últimos años en el estudio de las propiedades magnéticas y de magnetotransporte (transporte polarizado en spin, semiconductores magnéticos, magnetoresistencia gigante), de los materiales nanoestructurados (nanopartículas, hilos, tubos, cintas, películas, multicapas, nanoestructuras litografiadas). Los materiales son preparados por métodos químicos, spray pirólisis, evaporación, sputtering y técnicas de nanolitografía.

## ANEXO 2

### PUBLICACIÓN CONJUNTA

En revistas:

1. **Magnetic relaxation in interacting small iron particles**, D.Fiorani, J.L.Dormann, A.M.Testa, R.Zysler; *Nanophase Materials*, G.C.Hadjipanayis and R.W.Siegel (eds.), 645-652 (1994).
2. **Magnetic properties of ultrafine  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> antiferromagnetic particles**, R.Zysler, D.Fiorani, J.L.Dormann, A.M.Testa; *J. Magn. Magn. Mater.* **133**, 71 (1994).
3. **Chemical substitution on antiferromagnetism in La<sub>2</sub>Cu<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>O<sub>4</sub>**, R.Zysler, D.Fiorani, A.Testa, F.Licci, *Physica C* **235-240**, 1571 (1994).
4. **Magnetic Properties of La<sub>2</sub>Cu<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>O<sub>4+δ</sub>**, D. Fiorani, A.M. Testa, R.D. Zysler, V. Rybachuk, F. Licci; *Physica C* **268**, 71 (1996).
5. **Size and shape effect on the magnetic properties of  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles**, L. Suber, R. Zysler, A. García Santiago, D. Fiorani, M. Angiolini, A. Montone and J.L. Dormann, *Materials Science Forum Vol. 269-272*, 937 (1998).
6. **Síntesis, caracterización y propiedades magnéticas de nanopartículas del tipo Fe-M-B ( M=metal de transición)**, H.Romero, A.Ortega, D.Fiorani, L.Suber y R.Zysler, *Revista Mexicana de Física* **44** suplemento 3, 115 (1998).
7. **Structure and magnetic properties of amorphous Fe<sub>10</sub>Mn<sub>70</sub>B<sub>20</sub> ultrafine powder**, H. Romero, R. Zysler, C. Ramos, L. Suber, D. Fiorani, *Adv. Mat. Sci. & Tech.*, **2** (1999), 1-7.
8. **Effects of thermal treatments on structural and magnetic properties of acicular  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles**; S. Suber, D. Fiorani, P. Imperatori, S. Foglia, A. Montone, R. Zysler, *Nanostruc. Mater.* **11**, 797 (1999).
9. **Interparticle interactions in (Fe<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>)<sub>100-y</sub>By magnetic nanoparticles**; H. Romero, A. Ortega, R.D.Zysler, C. A. Ramos, E. De Biasi, D. Fiorani, *Physica Status Solidi (b)* **220**, 401-407 (2000).
10. **Effect of interparticle interactions in (Fe<sub>0.26</sub>Ni<sub>0.74</sub>)<sub>50</sub>B<sub>50</sub> magnetic nanoparticles**, R.D.Zysler, C. A. Ramos, E. De Biasi, H. Romero, A. Ortega, D. Fiorani, *J. Magn. Magn. Mater.* **221**, 37-44 (2000).
11. **Investigation of magnetic properties of interacting  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles**; R. D. Zysler, D. Fiorani, A. M. Testa, *J. Magn. Magn. Mater.* **224**, 5-11 (2001).
12. **Magnetic relaxation measurements of  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> antiferromagnetic particles below 1K**; E. del Barco, M. Duran, J.M. Hernández, J. Tejada, R.D. Zysler, M. Vasquez Mansilla, D. Fiorani, *Phys. Rev. B* **65**, 052404 (2002)
13. **Annealing effects on magnetic properties of acicular hematite nanoparticles**, M. Vasquez Mansilla, R. Zysler, D. Fiorani, and L. Suber, *Physica B* **320**, 206-209 (2002).

14. **Evidence of large surface effects in Co-Ni-B amorphous nanoparticles**, R.D. Zysler, H. Romero, C.A. Ramos, E. De Biasi, D. Fiorani, *J. Magn. Magn. Mater.*, **266**, 233-242 (2003).
15. **Size dependence of the spin-flop transition in hematite nanoparticles**, R.D. Zysler, D. Fiorani, A.M. Testa, L. Suber, E. Agostinelli, M. Godinho, *Physical Review B* **68**, 212408 (2003).
16. **Size effects in the spin-flop transition of hematite nanoparticles**, R.D. Zysler, D. Fiorani, A.M. Testa, M. Godinho, E. Agostinelli, L. Suber, *J. Magn. Magn. Mater.*, **272–276**, 1575–1576 (2004).
17. **Surface effects in  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  nanoparticles**, R.D. Zysler, M. Vasquez Mansilla, D. Fiorani, *Europ. J. Phys. B* **41**, 171 - 175 (2004).
18. **Surface and magnetic interaction effects in  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  nanoparticles**, E. Winkler, R.D. Zysler, D. Fiorani, *Physical Review B* **70**, 174406 (2004).
19. **Surface anisotropy and surface/core interaction in Co-Ni-B and Fe-Ni-B dispersed amorphous nanoparticles**, E. De Biasi, R.D. Zysler, C.A. Ramos, H. Romero, D. Fiorani, *Phys. Rev. B* **71**, 104408(6) (2005).
20. **Surface anisotropy effects in NiO nanoparticles**, E. Winkler, R.D. Zysler, M. Vasquez Mansilla, D. Fiorani, *Phys. Rev. B* **72**, 132409 (2005).
21. **Metropolis algorithm for simulating hysteresis in ferromagnetic nanoparticles**, E. De Biasi, C.A. Ramos, R.D. Zysler, D. Fiorani, *Physica B* **372**, 345-349 (2006). DOI 10.1016/j.physb.2005.10.082.
22. **Surface effect in the magnetic order of antiferromagnetic nanoparticles**, R.D. Zysler, E. Winkler, M. Vasquez Mansilla, D. Fiorani, *Physica B* **384** (1-2), 277-281 (2006). DOI 10.1016/j.physb.2006.06.010
23. **Magnetic properties of Co nanoparticles in a  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  antiferromagnetic matrix**, E. Winkler, R.D. Zysler, H.E. Troiani, D. Fiorani, *Physica B* **384** (1-2), 268-270 (2006). DOI 10.1016/j.physb.2006.007
24. **Surface spin glass freezing in interacting core-shell NiO Nanoparticles**, E. Winkler, R.D. Zysler, M. Vasquez Mansilla, D. Fiorani, D. Rinaldi, M. Vasilakaki and K.N. Trohidou, *Nanotechnology* **19**, 185702 (8pp) (2008). doi:10.1088/0957-4484/19/18/185702
25. **Exchange bias of Co nanoparticles embedded in  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$  matrices**, D. Tobia, E. Winkler, R. D. Zysler, M. Granada, H. E. Troiani and D. Fiorani, *J. Appl. Phys.* **106**, (2009) in press. doi:10.1063/1.3259425
26. **Exchange Bias in CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanocomposites**, D. Peddis, S. Laureti, M.V. Mansilla, E. Agostinelli, G. Varvaro, C. Cannas and D. Fiorani, *Superlattices and microstructures* Volume 46, Issue 1-2, (2009) p. 125-129.

27. **Ordered arrays of FePt nanoparticles on unoxidized silicon surface by wet chemistry**, A. Mari , E. Agostinelli, D. Fiorani , A. Flamini , S. Laureti , D. Peddis , A.M. Testa , G. Varvaro , M. Vasquez Mansilla , A. Mezzi, S. Kaciulis *Superlattices and Microstructures* 46 (2009) 100
28. **L10 FePt-filled carbon nanotubes by wet chemical synthesis.** Capobianchi, A.; Foglia, S.; Palange, E.; Arrizza, L.; Veroli, C.; Mansilla, M.V.; Fiorani, D. *Solid State Phenomena* (2009), 151(Nanocomposite Materials), 166-170.

Capítulo de libro:

1. **Surface and Interparticle effects in amorphous magnetic nanoparticles**, R.D. Zysler, E. De Biasi, C.A. Ramos, D. Fiorani, and H. Romero, *Surface Effects in Magnetic Nanoparticles*, D. Fiorani, Ed., Springer, 2005, XIV, pp. 239 - 260. ISBN: 0-387-23279-6.

## ANEXO 3

### PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

Los programas de investigación de interés común se articula en el campo de los materiales magnéticos nanoestructurados y dispositivos relacionados que, gracias a un uso cada vez más generalizado de técnicas microscópicas, nanolitografía y el desarrollo de nuevos materiales de dimensiones confinadas (por ejemplo, las nanopartículas, películas delgadas, multicapas), están teniendo un impacto significativo en el mercado y la tecnología, particularmente en las áreas de la grabación magnética y dispositivos híbridos magnético-semiconductores (por ejemplo, la espintrónica). En particular, la comprensión fundamental de los fenómenos que ocurren en la interfaz entre una capa antiferromagnética (AFM) y una ferromagnéticos (FM), requiere estudios experimentales y teóricos para explotar la interacción de intercambio en la interfaz como una herramienta para gobernar la anisotropía magnética efectiva en dispositivos magnéticos miniaturizados, abriendo perspectivas importantes para el futuro de la evolución tecnológica.

La investigación se dedica al estudio de las propiedades magnéticas y las aplicaciones tecnológicas de tres tipos de materiales:

#### a) Materiales nanocompuestos para los medios de grabación magnética de alta densidad.

La optimización del suministro de materiales, como medio de grabación de alta densidad, requiere tanto un aumento de la estabilidad térmica de los granos y las condiciones de registro de la información a través del control del campo coercitivo por medio del acoplamiento de intercambio en la interfaz. Con este fin es necesario comprender los mecanismos y procesos en la interfaz de la inversión de magnetización. Ello se logrará a través del estudio de la dependencia angular de la magnetización en los sistemas con el eje de magnetización fácil inclinada (medios inclinados), el estudio de la dependencia de la anisotropía total de la historia magneto-térmica y de las características morfológico-estructurales de la interfaz ferromagnética (FM) / antiferromagnética (AFM) o FMhard / FMsoft en los medios de grabación “Exchange coupled”. Este estudio se llevará a cabo en: película magnética FM / AFM (por ejemplo, Co/CoO y CoPt/CoO), película FMhard / FMsoft (por ejemplo, Co / CoPt) y películas FMhard inclinado (por ejemplo, CoPt sobre Pt (111)) depositados mediante ablación láser en sustratos de cristal único (Si, MgO); sistemas de nanopartículas ferromagnéticas (por ejemplo, Co) dispersas en una matriz antiferromagnética (por ejemplo de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Se estudiarán también materiales nanolitografiados, que consisten en una disposición regular de las unidades magnéticas, que serán realizadas mediante técnicas de nanolitografía y técnicas químicas para el anclaje covalente selectivo de partículas magnéticas (por ejemplo, FePt) en superficies previamente activadas mediante “cross-linker”.

Gracias a la presencia en los laboratorios de las competencias complementarias en el ámbito de la metodología química y física de la fabricación de materiales magnéticos nanoestructurados, así como de las técnicas para el estudio de las propiedades estructurales y magnéticas de las propiedades, la actividad (actualmente en curso) producirá resultados científicos, cuyas consecuencias se puedes cuantificar en:

- a) la optimización del rendimiento de los materiales para su uso como medio de grabación de alta densidad. b) producción a escala de laboratorio de materiales magnéticos

nanoestructurados mediante el desarrollo de métodos físicos y químicos que permiten obtener materiales en forma controlada y reproducible, c) publicaciones

en revistas internacionalmente reconocidas relativas a los materiales magnéticos (y fenómenos de física asociados) de interés tecnológico en áreas como, por ejemplo, los sensores magnéticos, la grabación magnética de alta densidad.

**b) Materiales con estructuras de válvulas de espín para el uso de sensores y memorias magnéticas**

Se intentará desarrollar soluciones innovadoras basadas en el empleo oportunamente optimizado de materiales con alta magnetostricción, usando su respuesta magnetostrictiva inversa (efecto Villani) y materiales con magnetoresistencia gigante (GMR) y magnetoresistencia túnel (TMR) para el desarrollo de sensores de deformación de nueva generación. En efecto, estas estructuras magnetoestriktivos-magnetoresistencia pueden presentar, en principio, factores de presión de ganancia y de deformación relativa muy superior (30-600%) a los que son típicos de los sensores basados en metales o semiconductores piezoelectricos 40-180%. Uno de los aspectos comunes tanto a los sensores de campo magnético como a la memoria MRAM es el uso de estructuras de capas múltiples en la configuración del llamado válvula de espín (SV). Esta estructura es del tipo sustrato/capa antiferromagnética (AFM, por ejemplo NiO) / capas ferromagnéticas (FM1, Ej. Ni80Fe20) / capa de metales no magnéticos (por ejemplo, Cu) / capas ferromagnéticas (FM2). La interacción de intercambio presente en la interfaz FM1/AFM establece la dirección de magnetización de la capa ferromagnética (estado bloqueado) en contacto AFM, una vez que el sistema se enfria por debajo de la temperatura de Néel del AFM en la presencia de un campo magnético externo o que el depósito se produzca en presencia del campo magnético. En este caso, se desarrolla una anisotropía unidireccional (anisotropía de intercambio) en la dirección del campo aplicado y el ciclo de histéresis del FM1 resulta desplazado a lo largo de esta dirección. La magnetización de la segunda capa ferromagnética (FM2, capa libre), en cambio es libre de orientarse en respuesta al campo magnético aplicado.

La estructura SV se caracteriza por una multiplicidad de soluciones, tanto en la elección del orden de sucesión de las capas individuales (capa AFM o capa de FM libre crecido directamente sobre el sustrato), como a través de la elección de materiales y espesores de las capas individuales y, en general, las condiciones de depósito que, a su vez, afectan a la microestructura. Un aspecto que condiciona de manera significativa la elección de la solución operativa de la SV, reside en la rigurosa selección del material AFM. En efecto, debe existir una anisotropía magnetocrystalina lo suficientemente alta como para ejercer una acción eficaz de anclaje sobre la magnetización de la capa de FM adyacente, de modo de mantenerlo "rígido" respecto a los valores moderados de campo magnético. La microestructura de la capa de AFM determina la anisotropía efectiva y por lo tanto condiciona la estabilidad térmica del campo de intercambio, y/o la temperatura a la que el efecto del corrimiento desaparece (temperatura de bloqueo). En última instancia, gracias a la versatilidad de la estructura de SV en la modulación de los parámetros característicos, es posible desarrollar y optimizar las soluciones innovadoras en el campo de los sensores de deformación. La investigación será la de optimizar estos parámetros.

**c) Control de la anisotropía magnética de las nanopartículas en sistemas compuestos.**

Uno de los factores importantes que determina la estabilidad del magnetismo en

nanoestructuras es su anisotropía magnética. La anisotropía magnética de materiales nanoestructurados puede ser controlada por la composición química, el grado de cristalinidad y la interacción magnética entre las distintas interfaces. El último caso permitiría el diseño de materiales nanoestructurados con un ajuste de la anisotropía.

Para entender este proceso, se propone la síntesis y estudio de los sistemas de nanopartículas magnéticas que comprende un núcleo de material con orden ferromagnético y una cubierta antiferromagnética y viceversa. Otra posibilidad es el crecimiento y estudio de una película de nanopartículas ferromagnéticas dispersas en una matriz antiferromagnética y viceversa. La interacción en la interfaz entre las distintas fases magnéticas permitirá una modulación de la anisotropía magnética y así optimizar las prestaciones de los materiales nanocompuestos funcionales.

## ANEXO 4

### RECURSOS FINANCIEROS

Durante el año 2009, los recursos financieros que han apoyado la cooperación entre el ISM y el LRM, provinieron de un proyecto de gran importancia del Ministerio degli Affari Esteri (MAE). "Materiales magnéticos nanoestructurados para las memorias de registro magnético de alta densidad".

Para el 2010 el financiamiento de parte del ISM al laboratorio conjunto será sustentado por un proyecto europeo, denominado "Terabit magnetic storage technologies" (finaliza en 2011) por la suma de 30.000 Euros al año. Los fondos de financiamiento para los años sucesivos se obtendrán a través de la presentación de proyectos al MAE y a la Unión Europea.

Para 2010, la financiación del LRM en el laboratorio conjunto se realizará sobre fondos asignados a la CNEA en el Proyecto de Inversión de Desarrollo del laboratorio de Nanociencia y Nanotecnología, BAPIN Nº 36.073 – Programática 23-00-03-00-5. con una inversión anual de \$ 39.000 durante el 2011 y el 2012 y por las subvenciones del CONICET y la ANPCyT (MINCYT) para proyectos en esta línea de investigación. En los años sucesivos los fondos provendrán de la cooperación internacional y del MINCyT mediante la obtención de subsidios concursados.

## ANEXO 5

### RECURSOS HUMANOS Y FORMACIÓN DE PERSONAL

En el desarrollo de los programas científicos del laboratorio conjunto participarán directamente el grupo de magnetismo y los grupos de diagnóstico avanzado de los materiales del ISM y la totalidad del personal del LRM.

La formación de recursos humanos es un objetivo de importancia estratégica que se llevará a cabo mediante la aplicación de programas de formación de doctorado y postdoctorado de ambas instituciones. En este sentido, un ejemplo significativo es el del Dr. M. Vásquez Mansilla, quien permaneció durante un post-doctorado en el ISM (2005-2007) y a su retorno (Bariloche) ha obtenido un puesto de investigador permanente en el CONICET, siendo un papel importante su formación en Italia.

#### Personale ISM

Investigadores:	Competencia
Dino Fiorani	mediciones magnéticas (SQUID, VSM vectorial)
Alberto Maria Testa	mediciones magnéticas (SQUID, VSM vectorial), modelado.
Elisabetta Agostinelli	crecimiento de film (PLD)
Lorenza Suber	síntesis química de nanoparticulas
Alberto Flamini	funcionalización de superficies por vía química
Aldo Capobianchi	síntesis química y depósito de fims via Langmuir-Blodgett
Paola De Padova	crecimiento film (MBE), espectroscopia de fotoelectrones
Carlo Bellitto	síntesis química
Elvira Bauer	síntesis química
Valerio Rossi Albertini	estructura con técnicas de rayos X
Barbara Paci	estructura con técnicas de rayos X
Amanda Generosi	estructura con técnicas de rayos X
Antonio Cricenti	microscopía de barrido de sonda (AFM, SNOM, STM)
Marco Girasole	microscopía de barrido de sonda (AFM, SNOM, STM)
Carlo Carbone	espectroscopia magnética (XMCD; luz sincrotrón)
Paolo Moras	espectroscopia magnética (XMCD; luz sincrotrón)
Nicola Zema	espectroscopia de fotoelectrones
Giorgio Contini	espectroscopia de fotoelectrones
Stefano Turchini	espectroscopia de fotoelectrones
Carlo Ottaviani	informática

#### Investigadores contratados:

Gaspare Varvaro	Mediciones Magnéticas
Sara Laureti	Crecimiento de film
Mari Alessandra	síntesis química

Técnicos	
Patrizi Enrico	Mediciones Magnéticas
Luca Petrilli	Análisis Químicos
Enrico Patrizi	Mediciones Magnéticas

## Personal LRM

Investigadores	Competencia
Gabriela Alejandro	MM /magnetotransporte/RM/ AFM-MFM Investigador
Alejandro Butera	Asistente CONICET MM /RM/ AFM-MFM/síntesis films Investigador
Javier Curiale	Independiente CONICET MM /magnetotransporte/ RM/síntesis nanotubos
Emilio De Biasi	Investigador Asistente CONICET
Mara Granada	MM /magnetotransporte/RM/ AFM-MFM Investigador
Enio Lima Júnior	Asistente CONICET MM /Mössbauer/RM/ síntesis nanopartículas Investigador
Julián Milano	Adjunto contratado CONICET. MM /magnetotransporte/RM/ AFM-MFM Investigador
Carlos A. Ramos	Adjunto CONICET MM /RM/ AFM-MFM/Films/MS Investigador CNEA
Horacio R. Salva	MM /RM/ME Investigador CNEA/ Investigador
Rodolfo Sánchez	Independiente CONICET MM /magnetotransporte/RM/síntesis nanotubos
Martín Sirena	Investigador Principal CONICET MM /magnetotransporte/RM/ AFM-MFM Investigador
Manuel Tovar	Adjunto-CONICET RM Investigador CNEA-Investigador Principal-CONICET
Marcelo Vásquez	Mansilla MM /síntesis nanopartículas y films Investigador Asistente-CONICET
Elin Winkler	MM/ RM/ síntesis nanopartículas Investigador Adjunto CONICET
Roberto Zysler	MM /RM/Mössbauer/simulaciones Investigador Principal CONICET

## Estudiantes de doctorado

Carlos Rojas	MM/magnetotransporte/RM/ AFM-MFM Becario posdoctoral CONICET
Martín Saletta	MM/magnetotransporte/RM/síntesis nanotubos Becario doctorado CONICET
Dina Tobia	MM/ RM/ síntesis nanopartículas Becario doctoral CONICET
Federico Fernández Baldis	MM/magnetotransporte/AFM-MFM Becario doctorado CONICET

## Técnicos

Rubén Benavidez	técnico mecánico CNEA
Julio César Pérez	técnico electrónico CNEA
Nicolás Seoane	técnico químico Becario técnico CNEA

**MM:** Mediciones Magnéticas  
**RM:** Resonancia Magnética  
**ME:** Módulo Elástico  
**MS:** Magnetostricción

## **ANEXO 6**

### **LABORATORIOS**

#### **ISM**

Laboratorio de síntesis química

Laboratorio de depósito del film con métodos físicos y químicos

Laboratorio de magnetometría

Laboratorio de espectroscopía de fotoelectrones

Laboratorio de Rayos X

Laboratorio de microscopía con sonda local

Laboratorio de espectroscopía con luz sincrotrón (Trieste)

#### **LRM**

Sección síntesis química

Sección deposito de film con métodos físicos y químicos

Sección de medición de magnetometría y susceptibilidad

Sección Resonancia Magnética

Sección espectroscopia Mössbauer

Sección microscopía AFM/MFM

Sección magnetotransporte

Sección propiedades magnetoelásticas

CONVENZIONE DI COSTITUZIONE DEL LABORATORIO CONGIUNTO  
ITALO-ARGENTINO DI NANO-MAGNETISMO "LIANAM"

TRA, UNA PARTE

La COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, in seguito denominato "CNEA", organismo pubblico di carattere scientifico e tecnologico, a cui sede è a Av. Libertador 8250, C1429BMP, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Repubblica Argentina rappresentato dal suo Presidente Licenciada Norma Luisa BOERO, che agisce per conto del LABORATORIO DE RESONANCIAS MAGNÉTICAS, in seguito denominato "LRM"

E, L'ALTRA PARTE

IL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, in seguito denominato "CNR", organismo pubblico di carattere scientifico e tecnologico, la cui sede è in piazzale Aldo Moro 7, 00185 Roma, Repubblica Italiana, rappresentato dal Presidente dell' ISTITUTO DI STRUTTURA DELLA MATERIA Dr. Dino FIORANI, che agisce per conto di quest'ultimo, in seguito denominato "ISM"

In seguito denominate collettivamente come "Parti" o singolarmente come "Parte".

Considerando l'Accordo di Cooperazione Scientifica e Tecnologica fra il Governo della Repubblica Italiana e il Governo della Repubblica Argentina firmato a Bologna il 3 dicembre 1997, in vigore dal 13 aprile 2001.

PREAMBOLO

I progressi nella comprensione dei processi e fenomeni magnetici che si sviluppano su scala nanometrica hanno aperto nuove frontiere nella fisica fondamentale e nuove prospettive nelle applicazioni dei materiali magnetici. Le nanostrutture magnetiche (film, multistrati, nanoparticelle..) sono alla base di una nuova generazione di dischi rigidi per computer, memorie magnetiche, dispositivi elettronici e sensori. Le nanoparticelle magnetiche trovano interessanti applicazioni nel settore biomedicale per la diagnostica precoce e nella terapia dei tumori, per esempio per trasportare farmaci, per esaltare il segnale della risonanza magnetica nucleare ad immagine, e per attaccare e distruggere le cellule tumorali con l'aumento locale di temperatura prodotto dall'energia termica dissipata in un ciclo d'isteresi mediante un campo magnetico alternato di opportuna frequenza (ipertermia magnetica).

In questo contesto, l'attività del Laboratorio Congiunto "LIANAM", tra ISM del CNR (Allegato 1) e LRM del CNEA (Allegato 1), laboratori che sono riconosciuti a livello internazionale per l'eccellenza della loro attività di ricerca sulle nanostrutture magnetiche, è rivolta allo studio delle proprietà fondamentali di materiali magnetici nanostrutturati di interesse tecnologico in settori strategici quali la nanoelettronica, la sensoristica e l'immagazzinamento magnetico delle informazioni. I benefici del laboratorio congiunto sono l'integrazione di competenze e facilities complementari che consentiranno la preparazione, l'indagine strutturale e lo studio delle proprietà magnetiche e di magneto-trasporto di nuovi materiali utilizzando un ampio spettro di metodologie e tecniche diagnostiche.

## ESPERIENZE DI COOPERAZIONE PASSATE ED IN CORSO TRA ISM E LRM

A partire dal 1992, tra ISM e LRM esiste una collaborazione scientifica molto fruttuosa, che ha portato ad una produzione scientifica comune di elevata qualità (28 pubblicazioni su riviste internazionali (Allegato 2), un elevato numero di presentazioni a congressi internazionali), ed anche ha contribuito in maniera significativa alla formazione di giovani ricercatori attraverso soggiorni di studio e ricerca di post doc presso le due Istituzioni e tesi di dottorato nella linea di ricerca congiunta.

Nel corso degli anni, l'attività di collaborazione è stata formalizzata ed in parte finanziata attraverso la partecipazione a progetti bilaterali nell'ambito dell'accordo di cooperazione tra CNR e CONICET e tra il Ministero degli Affari Esteri (Direzione Generale per la Promozione e Cooperazione Culturale) per l'Italia e, per l'Argentina, Ministero della Scienza, Tecnologia ed Innovazione Produttiva (MINCyT)

- progetti bilaterali CNR-CONICET (1997-2002): “*Sintesi, caratterizzazione e proprietà magnetiche di nanoparticelle di ossidi antiferromagnetici*”.
- progetto bilaterale di cooperazione scientifico-tecnologica argentino-italiano MAE-MINCYT (SECTYP) (2004-2005): “*Processi di magnetizzazione in materiali nanostrutturati ad alta anisotropia*”.
- progetto di Grande Rilevanza del Ministero degli Affari Esteri Italiano (MAE) (2009-2010): “*Materiali magnetici nanostrutturati per la registrazione magnetica ad alta densità*”.

### TITOLO I - OGGETTO

#### Articolo 1 - Creazione.

Le Parti creano il laboratorio congiunto denominato “LIANAM” come parte integrante dal ISM del CNR e il LRM de GAIYANN, CNEA, dopo la firma del presente da entrambe le parti

#### Articolo 2 – Obiettivi.

L'obiettivo di “LIANAM” è il programma scientifico congiunto che è descritto nell'allegato 3 come parte della presente Convenzione.

Questo obiettivo sarà raggiunto attraverso

- Ricerca di eccellenza, volta alla comprensione dei processi di magnetizzazione e dei meccanismi microscopici alla base del comportamento magnetico e delle prestazioni tecnologiche dei materiali magnetici nanostrutturati.
- interazione con le industrie attive nei settori di applicazioni delle nanotecnologie ai materiali magnetici.
- formazione di giovani ricercatori attraverso scambi e soggiorni di studio nei due Istituti.

Il Laboratorio Congiunto si propone inoltre come centro di nucleazione di un network di centri di ricerca italiani e argentini dedicati alla scienza e tecnologia dei materiali magnetici strutturati su scala nanometrica.

La formalizzazione del Laboratorio Congiunto consentirà di definire un quadro giuridico adeguato per gestire i rapporti tra le due istituzioni e le attività comuni.

## TITOLO II – COMPOSIZIONE E DOMICILIAZIONE

### Articolo 1 – Composizione

Il Laboratorio Congiunto “LIANAM” è costituito da:

- Istituto di “Struttura della Materia” del CNR, sito in Roma, con sede in Via Fosso del Cavaliere 100, Roma, Repubblica Italiana.
- Laboratorio de Resonancias Magnéticas della Comisión Nacional de Energía Atómica, con sede a presso il Centro Atomico Bariloche a San Carlos de Bariloche, Provincia de Río Negro, Repubblica Argentina.

### Articolo 2 - Domiciliazione

La sede del Laboratorio Congiunto “LIANAM” è fissata presso il Centro Atomico Bariloche, Av. Bustillo 9500, San Carlos di Bariloche, Provincia de Río Negro, Repubblica Argentina.

## TITOLO III - ORGANIZZAZIONE DEL “LIANAM”

### Articolo 1 – Coordinatori

Sono designati coordinatori del laboratorio “LIANAM” al Dino Fiorani (ISM) e Roberto Zysler (LRM).

### Articolo 2 - Ruolo dei Coordinatori

I Coordinatori sono responsabili della programmazione ed attuazione del programma di ricerca congiunto, dei mezzi finanziari necessari per realizzarlo e del loro impiego. Per ogni contratto di ricerca, di cui all’articolo 3.5, Titolo V, i coordinatori nominano la Parte Responsabile per la gestione, nel rispetto delle convenzioni concordate tra le Parti.

## TITOLO VI – MEZZI FINANZIARI E RISORSE UMANE

### Articolo 1 – Finanze

Ogni anno, le Parti definiranno il budget necessario alla realizzazione dell’attività di ricerca nell’ambito del “LIANAM”. Questo budget comprende le esigenze espresse ed i dettagli delle risorse ottenute come indicato nell’allegato 4.

Nel presente allegato, che fa parte del presente accordo, sono riassunte le risorse finanziarie per l’anno di creazione. Esso verrà aggiornato ogni anno tramite delibera delle Parti.

Ognuna delle Parti stanzia e gestisce i crediti budgetari che corrispondono al proprio finanziamento.

Oltre a questi mezzi finanziari, ogni Parte gestisce, sotto la propria responsabilità e le proprie competenze, secondo le regole che gli appartengono, tutti i mezzi che essa mette a disposizione nel quadro della presente Convenzione: le attrezzature, i locali, le installazioni ed il personale.

Ogni anno, ciascuna Parte deve giustificare all’altra i mezzi effettivamente stanziati nel scorso anno (compreso il personale e le attrezzature) a titolo della cooperazione scientifica concordata nella presente Convenzione. Per realizzare ciò, ogni Parte stabilisce un rendiconto dei mezzi finanziari nonché il loro uso.

## **Articolo 2 – Personale**

I responsabili delle due Parti si concertano sulle modalità, il calendario e l'entità della partecipazione del loro personale all'esecuzione del programma scientifico comune. L'Allegato 5 ricapitola i termini della partecipazione per il primo anno di creazione di "LIANAM". Ogni modifica deve essere comunicata all'altra Parte e approvata da entrambe le parti. Quanto deciso sarà riportato nell'Allegato 5 così da garantirne l'aggiornamento.

Il personale del CNEA, la sua apparecchiatura tecnologica e di laboratorio e di altre infrastrutture connesse ai Progetti derivanti dal presente accordo possono essere dismessi a causa della necessità o motivazioni specifiche per il servizio quando è dichiarato dall'Istituzione. Ciò dovrà essere comunicato con un anticipo di 30 giorni, impegnandosi a sostituire il personale con profilo equivalente e fornendo infrastruttura simili, a soddisfazione dell'altra parte.

## **TITOLO V - PROPRIETÀ INTELLETTUALE**

### **Articolo 1 – Pubblicazioni**

Ogni Parte si impegna a comunicare all'altra tutte le informazioni necessarie alla realizzazione dei lavori comuni di ricerca. La pubblicazione dei risultati scientifici procede secondo le regole in uso nella comunità scientifica.

Le pubblicazioni effettuate in collaborazione riporteranno, oltre alle affiliazioni delle due Parti, la menzione "Ricerche effettuate nel quadro delle attività di ricerca del Laboratorio Congiunto LIANAM".

Per tutta la durata della presente Convenzione e nei due anni che seguono, ogni Parte si impegna a chiedere l'assenso dell'altra alla pubblicazione di dati risultanti da attività sviluppate nell'ambito del Laboratorio "LIANAM".

### **Articolo 2 – Riservatezza**

Durante il periodo in vigore del presente contratto e per un periodo di quattro (4) anni dopo la sua scadenza, le parti devono essere in possesso di tutte le informazioni esplicitamente identificate come "confidenziale" con la massima riservatezza e faranno ogni sforzo per proteggerlo per:

- 1) limitare la responsabilità di accedere ad informazioni personali solo a quanto richiesto nello svolgimento delle loro funzioni.
- 2) Disporre che il personale mantenga riservate le informazioni ricevute ai sensi del presente contratto.
- 3) Non divulgare le informazioni riservate fornite da una parte ("Parte Rivelatrice") a terzi senza l'esplicito consenso di questa Parte.
- 4) Nel caso in cui a domanda o specifiche disposizioni delle Autorità di Governo, che diventano obbligatorie per qualsiasi dirigente, dipendente, consulente o persona collegati con le Parti, venga richiesto di divulgare o diffondere di qualche modo informazioni, prima di conformarsi a tale richiesta, e senza pregiudizio per la sua tempestiva attuazione, la persona deve informare l'altra parte su richiesta o disposizione imperativa in questione, in modo che questa Parte proceda e/o richieda le azioni e disposizioni ritenute più idonee. Gli obblighi a norma del presente paragrafo restano in vigore anche dopo la cessazione del presente contratto.
- 5) Dare alla "Parte Rivelatrice", alla sua richiesta, ogni informazione che è stata consegnata o ottenuta da l'altra Parte ("Parte Ricevente"), comprese tutte le copie, e l'eliminazione di ogni informazione che è stata conservata in maniera visibile.

Tutti i dati scientifici, nuovi, scoperta o invenzione frutto della ricerca di "LIANAM" saranno protetti ai sensi della legge di Proprietà Intellettuale 11.723 (Argentina) ed i suoi regolamenti e godono della protezione giuridica del regime di segretezza o dei brevetti di invenzione.

## ARTICOLO 3 – RISULTATI

### 3.1 Proprietà dei risultati

I risultati, comprese tutte le informazioni, dati tecnici, il know-how, protetti o non, e i relativi diritti di proprietà intellettuale (in seguito denominato "Risultati") ottenuti nel quadro della presente Convenzione, appartengono in comproprietà alle Parti, in seguito denominati Comproprietari in proporzione ai loro rispettivi apporti intellettuali, fisici e finanziari.

Ogni Comproprietario conserva la proprietà delle conoscenze da lui acquisite al di fuori della presente collaborazione. Per la sola esecuzione delle ricerche condotte nel quadro della presente Convenzione, i Comproprietari si concedono un diritto di uso di queste conoscenze che saranno attuate in forma scritta nel contesto di ogni specifico progetto.

### 3.2 Designazione di un committente

Il Comproprietario il cui apporto intellettuale, materiale e finanziario risulta più importante (sulla base di criteri concordati dalle Parti), viene designato come "Committente".

### 3.3 Protezione dei risultati per ogni brevetto

Le domande di brevetti sono depositate al nome e beneficio comune dei comproprietari, con le percentuali che corrispondono ai contributi di cui al punto 3.1, menzionando il nome del o degli inventori

Il "Committente" dispone di un mandato espresso dall'altro comproprietario al fine di garantire la gestione del deposito delle domande di brevetti nonché l'ottenimento ed il mantenimento dei brevetti che ne risultano.

Il "Committente" prende in carico la direzione e l'attuazione delle procedure di deposito prioritario e informa l'altro Comproprietario dello stato di avanzamento del dossier e della lista dei Paesi stranieri dove saranno depositate le estensioni.

Se l'altro Comproprietario rinuncia a depositare o a mantenere in vigore un brevetto e/o una parte delle estensioni deve informare l'altro tempestivamente affinché questo possa proseguire da solo la procedura.

Il Comproprietario che rinuncia si impegna a firmare ogni documento che permetta all'altro Comproprietario di diventare l'unico proprietario del o dei brevetti in questione. Il Comproprietario che prosegue la procedura a suo nome e spese sarà il beneficiario di eventuali redditi di valorizzazione proveniente dall'uso del brevetto nel o nei paesi per i quali l'altro comproprietario avrà rinunciato a proseguire la procedura.

I costi delle procedure relative al brevetto, cioè il deposito, la manutenzione e l'estensione dei brevetti sono ripartiti tra i comproprietari in proporzione ai rispettivi apporti intellettuali, materiali e finanziari.

### 3.4 - Valorizzazione dei risultati

Il Committente, su esplicito mandato dell'altra Parte e dopo previa accettazione, dovrà effettuare tutte le operazioni di valorizzazione. In particolare esso negozierà e concluderà per conto della comproprietà i contratti con soggetti industriali interessati allo sviluppo e/o sfruttamento dei risultati.

Il Committente dovrà regolarmente informare l'altro Comproprietario sui risultati della ricerca e delle sue negoziazioni, trasmettendogli copia degli accordi di licenza firmati.

Il Committente riverserà all'altra Parte firmataria una quota dei canoni provenienti dalla concessione a terzi di licenza sui risultati, in proporzione al suo contributo intellettuale, fisico e finanziario.

### 3.5 - Contratti di ricerca

I contratti di ricerca che il "LIANAM" desidera stabilire con organismi terzi, siano essi pubblici o privati, nazionali o stranieri, saranno co-firmati dalle Parti.

Tali contratti possono essere negoziati da ciascuna delle Parti. C'è il dovere, per la Parte che li porta avanti, di fornire informazioni dettagliate sullo stato di sviluppo dei negoziati.

I contratti di ricerca vengono gestiti dalla Parte che ha condotto la negoziazione.

I contratti possono prevedere delle clausole di confidenzialità, riservando tuttavia la facoltà per i ricercatori interessati di presentare i loro lavori nel rapporto di attività.

I contratti identificano precisamente le risorse e le spese previste. Le somme corrispondenti, stabilite dopo concertazione tra le Parti, vengono prese in conto nel budget del "LIANAM".

## TITOLO VI - ALTRE DISPOSIZIONI

### Articolo 1 - La struttura della convenzione

La presente Convenzione è costituita da un Corpo Principale (Titolo I a Titolo VI) e 6 Allegati. (Attività Scientifiche del ISM e LRM, Pubblicazione Congiunta, Programma di Ricerca, le Risorse Finanziarie, Risorse Umane e Formazione del Personale e Laboratori).

### Articolo 2 - Durata della convenzione

La presente convenzione che definisce l'istituzione del laboratorio congiunto "LIANAM" ha una durata di QUATTRO (4) anni a partire dalla data della firma della convenzione. Questa può essere prorogata di comune accordo delle Parti mediante sottoscrizione di una apposita clausola aggiuntiva.

### Articolo 3 - Adesione

Le Parti possono accettare nuovi Laboratori membri. Ogni adesione come membro del "LIANAM" deve costituire l'oggetto di una clausola alla presente convenzione, con l'accordo dei firmatari della convenzione iniziale.

#### Articolo 4 - Risoluzione

Le Parti possono convenire congiuntamente alla risoluzione anticipata del presente atto con un preavviso di SEI (6) mesi. In questo caso le Parti si sforzeranno di realizzare le azioni comuni che si sono impegnate ad effettuare.

La rinuncia da parte di una delle Parti pone termine immediatamente alla presente Convenzione.

#### Articolo 5 – Modifica

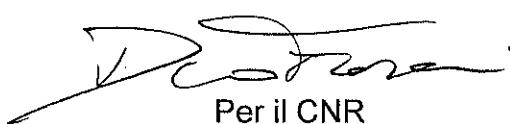
Qualsiasi modifica alla presente Convenzione stabilito tramite clausola aggiuntiva deve raccogliere l'accordo tra le Parti.

#### Articolo 6 - Disposizioni finali

Il presente accordo è regolato dalla legge del paese in cui è domiciliato il "LIANAM".

Le parti si impegneranno a risolvere eventuali problemi in via amichevole. In caso contrario essi saranno risolti secondo il Regolamento di conciliazione e di arbitraggio della Camera di Commercio Internazionale da uno o più arbitri nominati in conformità con questo regolamento.

La presente Convenzione è stata redatta in QUATTRO (4) originali, DUE (2) in lingua spagnola e due (2) in lingua italiana, tutte e QUATTRO (4) facenti egualmente fede.



Per il CNR  
Dino FIORANI  
Presidente del ISM



Per la CNEA  
Norma Luisa BOERO  
Presidente

## ALLEGATO 1

### ATTIVITÀ SCIENTIFICA DI ISM E LRM

L'Istituto ISM ed il Laboratorio LRM sono riconosciuti a livello internazionale per l'eccellenza della loro attività di ricerca sulle nanostrutture magnetiche. Ambedue gli Istituti hanno un numero elevato di collaborazioni con prestigiosi gruppi di ricerca in tutto il mondo.

L'ISM è un Istituto del CNR che afferisce al Dipartimento Materiali e Dispositivi. Il personale dell'ISM è composto da 39 ricercatori, 37 tecnici e 6 amministrativi. Al momento partecipano alla ricerca un elevato numero di studenti (tesi di laurea e di dottorato) e 10 giovani ricercatori a contratto. L'attività scientifica è rivolta alla ingegnerizzazione e fabbricazione su scala nanometrica di nuovi materiali funzionali, allo studio delle loro proprietà fisiche (magnetiche, ottiche, di trasporto) e chimiche (chemiadsorbimento, catalisi) ed allo loro correlazione con gli stati elettronici e alla struttura delle superfici ed interfacce. I materiali sono preparati mediante tecniche chimiche (chimica colloidale, Langmuir-Blodgett, spin coating, deposizione elettrochimica) e fisiche (epitassia da fasci molcolari, deposizione laser pulsata, deposizione in ultra alto vuoto). Le indagini strutturali e lo studio delle proprietà fisiche e chimiche vengono effettuate per mezzo di tecniche diagnostiche avanzate sviluppate in Istituto (tecniche a raggi X, microscopi a sonda locale, spettroscopia in assorbimento e fotoemissione, usando la radiazione di sincrotrone ed altre tecniche di superficie, magnetometria) e calcoli teorici mediante un approccio "materials modelling".

L'attività della linea di ricerca "Proprietà magnetiche di materiali strutturati su scala atomica e nanometrica" è volta al disegno teorico, ingegnerizzazione e fabbricazione di aggregati di dimensione atomica (cluster, catene, fili quantici) e di dimensione nanometrica (particelle, film), allo studio ed all'ottimizzazione delle loro proprietà funzionali magnetiche e di trasporto per applicazione nei mezzi di registrazione magnetica e dispositivi microelettronici e sensori.

Il Laboratorio LRM fa parte della Gerencia de Física del GAIANN, che costituisce un'unità della CNEA. Il LRM fu fondato alla degli anni '60, alcuni anni dopo la scoperta della tecnica di risonanza elettronica e la sua applicazione alla fisica della materia da un punto di vista fondamentale e applicativo. Il personale di LRM consiste di 17 ricercatori. Attualmente partecipano alla ricerca un elevato numero di studenti (master e di dottorato), un giovane ricercatore a contratto e 3 tecnici.

L'attività di ricerca del LRM è volta allo studio unitario delle proprietà fisiche dei materiali associate al loro comportamento magnetico. LRM rappresenta un laboratorio di eccellenza per il Magnetismo in Argentina, con un parco strumentale unico, specializzato negli ultimi anni nello studio delle proprietà magnetiche e di magnetotrasporto (trasporto polarizzato in spin, semiconduttori magnetici, magnetoresistenza colossale) di materiali nanostrutturati (nanoparticelle, fili, tubi, nastri, film, multistrati, nanostrutture patternate). I materiali vengono preparati con metodi chimici, spray pyrolysis, evaporazione, sputtering e tecniche nanolitografiche.

## ALLEGATO 2

### PUBBLICAZIONI COMUNI

In riviste:

1. **Magnetic relaxation in interacting small iron particles**, D.Fiorani, J.L.Dormann, A.M.Testa, R.Zysler; *Nanophase Materials*, G.C.Hadjipanayis and R.W.Siegel (eds.), 645-652 (1994).
2. **Magnetic properties of ultrafine  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  antiferromagnetic particles**, R.Zysler, D.Fiorani, J.L.Dormann, A.M.Testa; *J. Magn. Magn. Mater.* **133**, 71 (1994).
3. **Chemical substitution on antiferromagnetism in  $\text{La}_2\text{Cu}_{1-x}\text{Zn}_x\text{O}_4$** , R.Zysler, D.Fiorani, A.Testa, F.Licci, *Physica C* **235-240**, 1571 (1994).
4. **Magnetic Properties of  $\text{La}_2\text{Cu}_{1-x}\text{Zn}_x\text{O}_{4+\delta}$** , D. Fiorani, A.M. Testa, R.D. Zysler, V. Rybachuk, F. Licci; *Physica C* **268**, 71 (1996).
5. **Size and shape effect on the magnetic properties of  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  nanoparticles**, L. Suber, R. Zysler, A. García Santiago, D. Fiorani, M. Angiolini, A. Montone and J.L. Dormann, *Materials Science Forum Vol. 269-272*, 937 (1998).
6. **Sintesis, caracterizacion y propiedades magneticas de nanoparticulas del tipo Fe-M-B ( M=metal de transicion)**, H.Romero, A.Ortega, D.Fiorani, L.Suber y R.Zysler, *Revista Mexicana de Física 44 suplemento 3*, 115 (1998).
7. **Structure and magnetic properties of amorphous  $\text{Fe}_{10}\text{Mn}_{70}\text{B}_{20}$  ultrafine powder**, H. Romero, R. Zysler, C. Ramos, L. Suber, D. Fiorani, *Adv. Mat. Sci. & Tech.*, **2** (1999), 1-7.
8. **Effects of thermal treatments on structural and magnetic properties of acicular  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  nanoparticles**; S. Suber, D. Fiorani, P. Imperatori, S. Foglia, A. Montone, R. Zysler, *Nanostruc. Mater.* **11**, 797 (1999).
9. **Interparticle interactions in  $(\text{Fe}_{1-x}\text{Ni}_x)_{100-y}\text{By}$  magnetic nanoparticles**; H. Romero, A. Ortega, R.D.Zysler, C. A. Ramos, E. De Biasi, D. Fiorani, *Physica Status Solidi (b)* **220**, 401-407 (2000).
10. **Effect of interparticle interactions in  $(\text{Fe}_{0.26}\text{Ni}_{0.74})_{50}\text{B}_{50}$  magnetic nanoparticles**, R.D.Zysler, C. A. Ramos, E. De Biasi, H. Romero, A. Ortega, D. Fiorani, *J. Magn. Magn. Mater.* **221**, 37-44 (2000).
11. **Investigation of magnetic properties of interacting  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  nanoparticles**; R. D. Zysler, D. Fiorani, A. M. Testa, *J. Magn. Magn. Mater.* **224**, 5-11 (2001).
12. **Magnetic relaxation measurements of  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  antiferromagnetic particles below 1K**; E. del Barco, M. Duran, J.M. Hernández, J. Tejada, R.D. Zysler, M. Vasquez Mansilla, D. Fiorani, *Phys. Rev. B* **65**, 052404 (2002)

13. Annealing effects on magnetic properties of acicular hematite nanoparticles, M. Vasquez Mansilla, R. Zysler, D. Fiorani, and L. Suber, Physica B **320**, 206-209 (2002).
14. Evidence of large surface effects in Co-Ni-B amorphous nanoparticles, R.D. Zysler, H. Romero, C.A. Ramos, E. De Biasi, D. Fiorani, J. Magn. Magn. Mater., **266**, 233-242 (2003).
15. Size dependence of the spin-flop transition in hematite nanoparticles, R.D. Zysler, D. Fiorani, A.M. Testa, L. Suber, E. Agostinelli, M. Godinho, Physical Review B **68**, 212408 (2003).
16. Size effects in the spin-flop transition of hematite nanoparticles, R.D. Zysler, D. Fiorani, A.M. Testa, M. Godinho, E. Agostinelli, L. Suber, J. Magn. Magn. Mater., **272–276**, 1575–1576 (2004).
17. Surface effects in  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  nanoparticles, R.D. Zysler, M. Vasquez Mansilla, D. Fiorani, Europ. J. Phys. B **41**, 171 - 175 (2004).
18. Surface and magnetic interaction effects in  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  nanoparticles, E. Winkler, R.D. Zysler, D. Fiorani, Physical Review B **70**, 174406 (2004).
19. Surface anisotropy and surface/core interaction in Co-Ni-B and Fe-Ni-B dispersed amorphous nanoparticles, E. De Biasi, R.D. Zysler, C.A. Ramos, H. Romero, D. Fiorani, Phys. Rev. B **71**, 104408(6) (2005).
20. Surface anisotropy effects in NiO nanoparticles, E. Winkler, R.D. Zysler, M. Vasquez Mansilla, D. Fiorani, Phys. Rev. B **72**, 132409 (2005).
21. Metropolis algorithm for simulating hysteresis in ferromagnetic nanoparticles, E. De Biasi, C.A. Ramos, R.D. Zysler, D. Fiorani, Physica B **372**, 345-349 (2006). DOI 10.1016/j.physb.2005.10.082.
22. Surface effect in the magnetic order of antiferromagnetic nanoparticles, R.D. Zysler, E. Winkler, M. Vasquez Mansilla, D. Fiorani, Physica B **384** (1-2), 277-281 (2006). DOI 10.1016/j.physb.2006.06.010
23. Magnetic properties of Co nanoparticles in a  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  antiferromagnetic matrix, E. Winkler, R.D. Zysler, H.E. Troiani, D. Fiorani, Physica B **384** (1-2), 268-270 (2006). DOI 10.1016/j.physb.2006.007
24. Surface spin glass freezing in interacting core-shell NiO Nanoparticles, E. Winkler, R.D. Zysler, M. Vasquez Mansilla, D. Fiorani, D. Rinaldi, M. Vasilakaki and K.N. Trohidou, Nanotechnology **19**, 185702 (8pp) (2008). doi:10.1088/0957-4484/19/18/185702
25. Exchange bias of Co nanoparticles embedded in  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$  matrices, D. Tobia, E. Winkler, R. D. Zysler, M. Granada, H. E. Troiani and D. Fiorani, J. Appl. Phys. **106**, (2009) in press. doi:10.1063/1.3259425
26. Exchange Bias in  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  nanocomposites  
D. Peddis, S. Laureti, M.V. Mansilla, E. Agostinelli, G. Varvaro, C. Cannas and D. Fiorani, Superlattices and microstructures Volume 46, Issue 1-2, (2009) p. 125-129

**27. Ordered arrays of FePt nanoparticles on unoxidized silicon surface by wet chemistry**

A. Mari , E. Agostinelli, D. Fiorani , A. Flamini , S. Laureti , D. Peddis , A.M. Testa , G. Varvaro , M. Vasquez Mansilla , A. Mezzi, S. Kaciulis

Superlattices and Microstructures 46 (2009) 100

**28. L10 FePt-filled carbon nanotubes by wet chemical synthesis.**

Capobianchi, A.; Foglia, S.; Palange, E.; Arrizza, L.; Veroli, C.; Mansilla, M.V.; Fiorani, D. *Solid State Phenomena* (2009), 151(Nanocomposite Materials), 166-170

Capitolo di libro:

1. **Surface and Interparticle effects in amorphous magnetic nanoparticles**, R.D. Zysler, E. De Biasi, C.A. Ramos, D. Fiorani, and H. Romero, *Surface Effects in Magnetic Nanoparticles*, D. Fiorani, Ed., Springer, 2005, XIV, pp. 239 - 260. ISBN: 0-387-23279-6.

## ALLEGATO 3

### PROGRAMMA DI RICERCA

I programmi di ricerca d' interesse comune si articoleranno nell' ambito dei materiali magnetici nanostrutturati e relativa dispositivistica che, grazie ad un utilizzo sempre più esteso di tecniche microscopiche e nanolitografiche ed allo sviluppo di nuovi materiali dimensionalmente confinati (es. nanoparticelle, film ultrasottili, multistrati), stanno producendo un sensibile impatto tecnologico e di mercato, in particolare nei settori della registrazione magnetica e della dispositivistica ibrida magnete-semiconduttore (es. spintronica). In particolare, la comprensione fondamentale dei fenomeni che avvengono all' interfaccia tra uno strato antiferromagnetico (AFM) ed uno ferromagnetico (FM) richiede ancora studi sperimentali e teorici, per poter sfruttare l' interazione di scambio di interfaccia come uno strumento per governare l'anisotropia magnetica efficace in dispositivi magnetici miniaturizzati, aprendo importanti prospettive per i futuri sviluppi tecnologici.

La ricerca sarà rivolta allo studio delle proprietà magnetiche ed alle applicazioni tecnologiche di due tipi di materiali:

**a) Materiali nanocompositi per mezzi di registrazione magnetica ad alta densità.**

L'ottimizzazione delle prestazioni di materiali come mezzi di registrazione ad alta densità richiede nello stesso tempo un aumento di stabilità termica dei grani e condizioni di scrivibilità delle informazioni attraverso il controllo del campo coercitivo tramite accoppiamento di scambio all'interfaccia. A tal fine è necessario comprendere appieno i meccanismi di scambio all'interfaccia e i processi di inversione della magnetizzazione. Ciò verrà perseguito attraverso lo studio della dipendenza angolare della magnetizzazione in sistemi con assi di facile magnetizzazione inclinati (mezzi tilted), lo studio della dipendenza dell'anisotropia totale dalla storia magneto-termica e dalle caratteristiche morfologico-strutturali dell' interfaccia Ferromagnete(FM)/antiferromagnete(AFM) oppure FMhard/FMsoft nei mezzi di registrazione "Exchange Coupled". Tale studio verrà effettuato su: film magnetici FM/ AFM (es. Co/CoO e CoPt/CoO), film FMhard/FMsoft (es. Co/CoPt) e film FMhard tilted (es. CoPt su Pt(111)) depositati mediante laser su substrati single crystal (Si, MgO); sistemi di nanoparticelle ferromagnetiche (es. Co) disperse in matrice antiferromagnetica (es Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Verranno studiati anche i materiali "patterned", costituiti da un arrangiamento regolare di unità magnetiche, che saranno realizzati mediante tecniche nanolitografiche e tecniche chimiche di ancoraggio covalente selettivo di particelle magnetiche (es. FePt) su superfici preventivamente attivate utilizzando opportuni cross-linker.

Grazie alla presenza nei laboratori proponenti di competenze complementari nell' ambito sia delle metodologie chimiche e fisiche di fabbricazione di materiali magnetici, sia delle tecniche di studio delle proprietà strutturali e magnetiche, tale attività (attualmente corso di svolgimento) produrrà risultati la cui ricaduta scientifica può essere quantificata in:

a) ottimizzazione delle prestazioni di materiali per impiego come mezzi di registrazione ad alta densità. b) produzione su scala di laboratorio di materiali magnetici nanostrutturati mediante la messa a punto di metodologie fisiche e chimiche che consentano l'ottenimento di materiali con caratteristiche controllate e riproducibili; c) pubblicazioni su riviste internazionalmente riconosciute aventi per oggetto materiali magnetici (e fenomenologie fisiche associate) di interesse tecnologico in settori quali, ad es. la sensoristica magnetica, la registrazione magnetica ad alta densità.

**b) Materiali a strutture spin-valve per sensoristica e memorie magnetiche**

Si intendono sviluppare soluzioni innovative basate sull' impiego opportunamente ottimizzato di materiali ad elevata magnetostrizione (utilizzando quindi la loro risposta

magnetostrettiva inversa, (effetto Villani) e materiali a magneto-resistenza gigante (GMR) e magneto-resistenza di tunnel (TMR) per la realizzazione di sensori di deformazione di nuova generazione. Infatti tali strutture magnetostrettive-magnetoresistive possono mostrare, in linea di principio, dei fattori di guadagno e di deformazione relativa ben superiori (da 30-600%) a quelli tipici dei sensori basati su materiali metallici o semiconduttori piezoelettrici 40-180%. Un aspetto comune sia ai sensori di campo magnetico sia alle memorie MRAM è l'utilizzo di strutture multistrato nella cosiddetta configurazione "spin-valve" (SV). Tale struttura è del tipo substrato/ strato antiferromagnetico (AFM, es NiO)/ strato ferromagnetico (FM1, es Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>) / strato metallico non magnetico (es Cu)/ strato ferromagnetico (FM2). L'interazione di scambio presente all'interfaccia FM1/AFM fissa la direzione della magnetizzazione dello strato ferromagnetico (strato bloccato) in contatto con AFM, una volta che il sistema sia raffreddato al di sotto della temperatura di Néel dell'AFM in presenza di campo magnetico esterno o, che la deposizione avvenga in presenza di campo magnetico. In tal caso si sviluppa un'anisotropia unidirezionale (exchange anisotropy) lungo la direzione del campo applicato e il ciclo d'isteresi del FM1 risulta traslato lungo tale direzione. La magnetizzazione del secondo strato ferromagnetico (FM2, strato libero) è invece libera di orientarsi in risposta al campo magnetico applicato.

La struttura SV è caratterizzata da una molteplicità di soluzioni sia in termini della scelta dell'ordine di successione dei singoli strati (strato AFM oppure strato FM libero cresciuti direttamente sul substrato) sia per la scelta dei materiali e spessori dei singoli strati e in generale delle condizioni di deposizione che, a loro volta, ne influenzano la microstruttura. Un aspetto che condiziona in modo rilevante la scelta della soluzione operativa della SV risiede nella rigorosa selezione del materiale AFM. Esso infatti deve possedere un'anisotropia magnetocristallina sufficientemente elevata da esercitare una azione di pinning efficace sulla magnetizzazione del layer FM adiacente, in modo da renderlo "rigido" rispetto a moderati valori di campo magnetico esterno. La microstruttura dello strato AFM ne determina l'anisotropia effettiva condizionando la stabilità termica del campo di exchange bias in termini della così detta temperatura di bloccaggio (cioè la temperatura alla quale l'effetto di bias scompare). In definitiva, grazie alla versatilità della struttura SV nella modulazione dei propri parametri caratteristici, è possibile sviluppare ed ottimizzare soluzioni innovative nel campo dei sensori di deformazione. L'attività di ricerca sarà volta all'ottimizzazione di tali parametri.

### c) Controllo dell'anisotropia magnetica di nanoparticelle in sistemi composti.

Uno dei fattori di grande importanza che determina la stabilità del magnetismo nelle nanostrutture è la loro anisotropia magnetica. L'anisotropia magnetica di materiali nanostrutturati può essere controllata dalla composizione chimica, il grado di cristallinità e l'interazione magnetica tra le diverse interfacce. Quest'ultima ha permesso la progettazione di materiali nanostrutturati con controllo fine dell'anisotropia. Per comprendere questo processo si propone la sintesi e lo studio di sistemi di nanoparticelle magnetiche composte da un *core* ferromagnetico e una *shell* antiferromagnetica e viceversa. Un'altra possibilità è la crescita e studio di film di nanoparticelle ferromagnetiche disperse in una matrice antiferromagnetica e viceversa. L'interazione all'interfaccia tra le diverse fasi magnetiche permetterà una modulazione dell'anisotropia magnetica e quindi di ottimizzare le prestazioni di materiali nanocompositi funzionali.

## ALLEGATO 4

### RISORSE FINANZIARIE

Nel anno 2009 le risorse finanziarie a sostegno della collaborazione tra ISM e LRM sono provenute dal progetto di Grande Rilevanza dal Ministero degli Affari Esteri (MAE) *"Materiali magnetici nanostrutturati per la registrazione magnetica ad alta densità"*.

Per il 2010 il finanziamento da parte dell'ISM al Laboratorio Congiunto graverà su un progetto europeo denominato "Terabit magnetic storage technologies" (scadenza nel 2011)" nella misura di 30000 Euro l'anno. Fonti di finanziamento per gli anni successivi saranno reperite mediante presentazione di progetti al MAE e all'Unione Europea.

Nel 2010, il preventivo necessario per il finanziamento del LRM nel laboratorio congiunto sarà compreso con fondi assegnati al CNEA nel progetto di investimento per lo sviluppo del Laboratorio de Nanoscienza e Nanotecnologie, BAPIN N° 36.073 – Programática 23-00-03-00-5., con un investimento annuale di \$39.000 nel 2011 e 2012 e per sussidi del CONICET e l'ANPCyT (MINCYT) per progetti della stessa linea di ricerca.

Negli anni successivi i fondi verranno da cooperazione internazionale e dal MinCyT mediante l'acquisizione di sovvenzioni concorsati.

## ALLEGATO 5

### RISORSE UMANE E FORMAZIONE DEL PERSONALE

Parteciperanno direttamente allo sviluppo dei programmi scientifici del Laboratorio Congiunto il gruppo di magnetismo ed i gruppi di diagnostica avanzata dei materiali dell'ISM e la totalità del personale del LRM.

Lo sviluppo delle risorse umane rappresenta un obiettivo di importanza strategica: esso sarà perseguito attraverso la realizzazione di programmi di formazione di dottorandi e post-doc provenienti da entrambe le Istituzioni. A tal proposito, un esempio significativo è quello del Dr. M. Vasquez Mansilla, che ha effettuato un soggiorno di post-dottorato presso l'ISM (2005-2007) e al suo ritorno in patria (Bariloche) ha ottenuto una posizione di ricercatore a tempo indeterminato presso il CONICET, per l'ottenimento della quale la formazione in Italia ha avuto un ruolo importante.

#### **Personale ISM**

##### *Ricercatori*

	<i>Competenze</i>
Dino Fiorani	magnetometria (SQUID, VSM vettoriale)
Alberto Maria Testa	magnetometria (SQUID, VSM vettoriale), modellistica
Elisabetta Agostinelli	crescita film (PLD)
Lorenza Suber	sintesi chimica di nanoparticelle
Alberto Flamini	funzionalizzazione di superfici per via chimica
Aldo Capobianchi	sintesi chimica e deposizione film via Langmuir-Blodgett
Paola De Padova	crescita film (MBE), spettroscopia di fotoelettroni
Carlo Bellitto	sintesi chimica
Elvira Bauer	sintesi chimica
Valerio Rossi Albertini	struttura con tecniche a raggi X
Barbara Paci	struttura con tecniche a raggi X
Amanda Generosi	struttura con tecniche a raggi X
Antonio Cricenti	microscopia a scansione di sonda (AFM, SNOM, STM)
Marco Girasole	microscopia a scansione di sonda (AFM, SNOM, STM)
Carlo Carbone	spettroscopia magnetica (XMCD; luce di sincrotrone)
Paolo Moras	spettroscopia magnetica (XMCD; luce di sincrotrone)
Nicola Zema	spettroscopia di fotoelettroni
Giorgio Contini	spettroscopia di fotoelettroni
Stefano Turchini	spettroscopia di fotoelettroni
Carlo Ottaviani	informatica

##### *Ricercatori a tempo determinato, assegnisti e associati.*

Gaspare Varvaro	magnetometria (SQUID e VSM vettoriale)
Sara Laureti	crescita film (PLD)
Mari Alessandra	sintesi chimica di nanoparticelle
Davide Peddis	Sintesi chimica e magnetometria

##### *Tecnici*

Guido Righini  
Luca Petrilli  
Enrico Patrizi

Analisi strutturale  
Analisi chimiche  
misure magnetiche

### **Personale LRM**

<i>Ricercatori</i>	<i>Competenze</i>
Gabriela Alejandro	MM /magnetotrasporto/RM/ AFM-MFM (Ricercatore "Assistente" Conicet)
Alejandro Butera	MM/RM/ AFM-MFM/sintesi films (Ricercatore "Independente" Conicet)
Javier Curiale	MM/magnetotrasporto/ RM/sintesi nanotubi (Ricercatore "Assistente" Conicet)
Emilio De Biasi	MM/RM/simulazioni (Ricercatore "Assistente" Conicet)
Mara Granada	MM /magnetotrasporto/RM/ AFM-MFM (Ricercatore "Assistente" Conicet)
Enio Lima Júnior	MM /Mössbauer/RM/ sintesi nanoparticelle (Ricercatore a contratto Conicet)
Julián Milano	MM/magnetotrasporto/RM/ AFM-MFM (Ricercatore "Aggiunto" Conicet)
Carlos A. Ramos	MM /RM/ AFM-MFM/Films/MS (Ricercatore CNEA)
Horacio R. Salva	MM /RM/ME (Ricercatore CNEA - Ricercatore "Independente" Conicet))
Rodolfo Sánchez	MM / magnetotrasporto /RM/sintesi nanotubi (Ricercatore "Principale" Conicet)
Martín Sirena	MM / magnetotrasporto /RM/ AFM-MFM (Ricercatore "Adjunto" Conicet)
Manuel Tovar	RM (Ricercatore CNEA – Ricercatore "Principale" Conicet)
Marcelo Vasquez Mansilla	MM /sintesi di nanoparticelle e film (Ricercatore "Assistente" Conicet)
Elin Winkler	MM/ RM/ sintesi nanoparticelle (Ricercatore "Aggiunto " Conicet)
Roberto Zysler	MM/RM/Mössbauer/simulazioni (Ricercatore "Principale" Conicet)

### *Studenti di dottorato*

Carlos Rojas	MM/magnetotrasporto/RM/ AFM-MFM (Borsista Posdottorando Conicet)
Martín Saletta	MM/magnetotrasporto/RM/ sintesi nanotubi (Borsista dottorando Conicet)
Dina Tobia	MM/ RM/ síntesis nanoparticelle (Borsista dottorando Conicet)
Federico Fernandez Baldis	MM/magnetotransporto/AFM-MFM (Borsista dottorando Conicet)

### *Tecnici*

Ruben Benavidez  
Julio Cesar Perez  
Nicolás Seoane

officina meccanica - CNEA  
officina elettronica - CNEA  
laboratorio chimico – borsista tecnico CNEA

MM: misure magnetiche  
RM: risonanza magnetica  
ME: Modulo Elastico  
MS: magnetostrizione

## ALLEGATO 6

### LABORATORI

#### ISM

Laboratorio di sintesi chimica

Laboratori di deposizione di film con metodi fisici e chimici

Laboratorio di magnetometria

Laboratorio di spettroscopia di fotoelettroni

Laboratorio di Raggi X

Laboratorio di microscopie a sonda locale

Laboratori per misure di spettroscopia con luce di sincrotrone (a Trieste)

#### LRM

Sezione sintesi chimica

Sezione deposizione di film con metodi fisici e chimici

Sezione di misure di magnetometria e suscettibilità

Sezione Risonanza Magnetica

Sezione spettroscopia Mössbauer

Sezione microscopia AFM/MFM

Sezione magnetotrasporto

Sezione proprietà magnetoelastiche