

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Carrera de Física
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FÍSICAS
Fundado en 1952

2017, La Paz Bolivia



Figura 1: Observatorio de Rayos Cósmicos y Estacion GAW/CHC de Chacaltaya a 5240 msnm.



Figura 2: Antigua Oficina Central en Cota Cota hasta el año 2015 de la Carrera de Física e Instituto de Investigaciones Físicas.



Figura 3: Primera planta concluida del nuevo edificio de cinco pisos de la Oficina Central de la Carrera de Física y el Instituto de Investigaciones Físicas en el mismo terreno en Cota Cota.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FÍSICAS
 UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
 CAMPUS UNIVERSITARIO, COTA COTA CALLE 27
 Casilla. 8635, Tel. 2792999, Fax. 2792622
 email: www.fiumsa.edu.bo/iif/
 LA PAZ BOLIVIA

1. Presentación

El *Instituto de Investigaciones Físicas (IIF)*, es dependiente de la Carrera de Física de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales (FCPN) de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), fue creado el año 1952 para dedicarse, en gran parte, al estudio de los Rayos Cósmicos en altura, como la consecuencia del resultado del primer trabajo realizado en Chacaltaya el año 1946-1947, con resultados que condujeron a la entrega de dos premios nobel. Un elegante relato histórico del IIF se encuentra en el libro *Medio Siglo de Ciencia en Bolivia*.

Con los años, el IIF ha incrementado las líneas de investigación, actualmente son: Física de la Atmósfera, Física Teórica, Geofísica, Física Aplicada y Rayos Cósmicos, Los ambientes están en cuatro diferentes predios; el primero en el Campus Universitario de Cota cota, compartiendo oficinas y laboratorios con la Carrera de Física; el segundo en la Montaña de Chacaltaya en los Laboratorios de Rayos Cósmicos y Atmósfera a 5240 msnm.; el tercero, en la localidad de Patacamaya con un primer Observatorio Geomagnético y estudio de energías alternativas, y el cuarto, mas reciente, en la localidad de Villa Remedios que involucra un segundo observatorio Geomagnético.

La gestión de la ciencia contempla: la presentación y aprobación de proyectos de investigación, control de avance, y presentación final de proyectos. Los resultados se publican en el Resumen de labores, en la Revista Boliviana de Física y en Revistas Internacionales. En Recursos Humanos se tiene a 26 investigadores (la mayoría con títulos doctorales), dedican a la investigación solo 64 horas de las 160 mensuales, y 24 administrativos entre asistentes, técnicos y otros. Los fondos para la investigación provienen del Tesoro General de la Nación (TGN) y de los convenios de colaboración con importantes centros internacionales de investigación. En estos últimos años también se contaron con recursos de Impuestos de Hidrocarburos (IDH).

En este afán de contribuir al conocimiento en ciencias físicas, desde el IIF de la UMSA, nos hemos convertido en fuente importante para la Carrera de Física en la superación académica, actualmente se otorgan grados de Licenciatura, Maestría y Doctorado en Física. Es la primera carrera completa en el sistema universitario boliviano con esta capacidad. Lo que a un principio significaba actualización en el conocimiento, para tener catedráticos probos, hoy representa la institución que puede realizar proyectos de investigación libres y administrados. Para los universitarios, en los ambientes del IIF se realizan trabajos de investigación de pregrado y postgrado, y se dispone del apoyo necesario para cumplir con su trabajo de tesis.

Al haber transcurrido mas de 70 años de actividad en investigación científica, en el campo de la Física, existe tradición en el desarrollo de trabajos teóricos y prácticos. Quiero mediante este resumen del IIF, reconocer el trabajo de investigadores, técnicos y administrativos, y mostrar a la sociedad boliviana un listado de nuestros resultados sumándose al desarrollo del país.

Ing. Pedro P. Miranda Loza
DIRECTOR IIF

AUTORIZACION CONSTRUCCION DEL OBSERVATORIO DE CHACALTAYA.

9 de enero de 1952

DECRETO SUPREMO Nro 2921

Gral. de Brig. HUGO BALLIVIAN R.

Presidente de la Junta Militar de Gobierno

CONSIDERANDO

Que por Decreto Supremo de 2 de Agosto de 1939 es atribución del Ministerio de Agricultura la declaración y constitución de Parques Nacionales;

Que mediante Decreto Supremo de 4 de Julio de 1942, se declara Parque Nacional el grupo andino comprendido entre los pasos de Condoriri y de Yungas, incluyendo la cumbre de Chacaltaya;

Que el Ministerio de Agricultura tiene instalado, en la mencionada cumbre de Chacaltaya, desde el año de 1942, un Observatorio Meteorológico;

Que la Universidad Mayor de San Andrés tiene definida la instalación de un Observatorio de Física Cósmica al pie de la cumbre de Chacaltaya;

Que estos estudios son de trascendencia e importancia nacional, pues incorporan a Bolivia en el primer plano de la investigación científica en radiación cósmica;

Que es procedente otorgar las facilidades conducentes a la efectividad de tales estudios que tienen carácter de utilidad pública;

En Junta militar de Gobierno,

DECRETA:

Artículo único.- Declarase de necesidad y utilidad pública y autorízase la construcción de un Observatorio de Física Cósmica por la Universidad Mayor de San Andrés, en el Parque Nacional de Chacaltaya, que estará ubicado al pie del actual Observatorio Meteorológico del Ministerio de Agricultura.

El señor Ministro en el Despacho de de Agricultura, Ganadería y Riegos, queda encargado de la ejecución y cumplimiento del presente Decreto.

Es dado en el Palacio de Gobierno de la ciudad de La Paz, a los nueve días del mes de Enero de mil novecientos cincuenta y dos años.

(Fdo.) GRAL, DE BRIG. HUGO BALLIVIAN.- Cnl.Tomás A Suarez.- Gral. Donato Cardozo.- Gral. Antonio Seleme.- Tcnl. Luis Martínez.- Gral. Francisco Careaga.- Cnl. C. Montero.- Tcnl. Sergio Sánchez.- Tcnl. Carlos Ocampo.- Tcnl. Facundo Moreno.- Cnl. Valentin Gómez.

Decreto Supremo N. 170/42, de 4 de julio de 1942

GENERAL ENRIQUE PEÑARANDA, Presidente Constitucional de la República.

Art. 1o.- Declárase "Parque Nacional" el grupo andino comprendido entre pasos del condoriri y de Yungas, denominado por sus picos más altos **Huayna Potosí, Chacaltaya y la Laguna de Milluni.**

Art. 2o.- Se prohíbe dentro de los límites del Parque Nacional, la caza de cóndores, venados, zorros, vizcachas y otros de la fauna andina.

Art. 3o.- Asígnase a la Patrulla Andina, organizada por el Club Andino Boliviano, las siguientes atribuciones; a) Vigilancia, protección y conservación del Parque Nacional; b) Prevención de accidentes y prestación de primera ayuda dentro de los límites del Parque Nacional; c) Conservación de caminos y control de tránsito.

Art. 4o.- La Patrulla Andino tendrá el carácter de Policía Rural dentro del Parque y en las actividades relacionadas con su objeto.

Art. 5o.- La construcción de caminos, edificaciones, extracción de hielo de los ventisqueros, etc., solo podrán efectuarse, con permiso especial de la Patrulla Andina, a fin de no dañar las bellezas naturales de la región. El señor Ministro de Educación y Bellas Artes queda encargado de la ejecución y cumplimiento del presente Decreto.

Dado en el Palacio de la ciudad de La Paz, a los cuatro días del mes de julio de 1942 años.

Índice

1. Presentación	3
2. Reseña	7
3. Objetivos	8
4. Áreas de Investigación	8
4.1. Física Cósmica	9
4.1.1. Monitor de Neutrones (12NM64)	9
4.1.2. Monitor de Neutrones Solares (SNM)	9
4.1.3. Latin American Giant Observatory (LAGO)	10
4.1.4. ALPACA	11
4.2. Física de la Atmósfera	12
4.2.1. Laboratorio de Física de la Atmósfera	12
4.2.2. Estación GAW/CHC Chacaltaya	13
4.3. Geofísica	15
4.3.1. Observatorio geomagnético de primera generación en Patacamaya	15
4.3.2. Laboratorio de Energías Alternativas y Meteorología en Patacamaya	16
4.3.3. Observatorio geomagnético de Villa Remedios	17
4.4. Física Teórica	17
4.4.1. Grupo de Sistemas complejos y Dinámica No Lineal	17
4.4.2. Grupo de Teoría del Estado Sólido	18
4.5. Física Aplicada	19
4.5.1. Grupo de Materia Condensada	19
4.5.2. Laboratorio de Materia Condensada	20
5. Organismos de Cooperación	21
6. Incidencia a Nivel nacional	22
7. Organización y Recursos Humanos	22
7.1. Organigrama	22
7.1.1. Investigadores Titulares	23
7.1.2. Técnicos y Administración	23
7.2. Datos Geográficos de predios	24
7.2.1. Oficina Central, Campus Universitario de Cota cota	24
7.2.2. Laboratorio de Física Cósmica y Estación GAW/CHC de Chacaltaya	24
7.2.3. Observatorio de Patacamaya	24
7.2.4. Observatorio Geomagnético de Villa Remedios	24
7.3. Cronología de los directores	24
7.4. Presupuesto de Investigación	25
8. Interacción Académica e Investigación	25
9. Servicios	26
9.1. Laboratorio de Materia Condensada - LMC	26
9.2. Laboratorio de Materiales y Ensayos	26

10. Proyectos en ejecución aprobados	27
10.1. Proyectos en ejecución gestión 2017	27
10.2. Proyectos gestión 2016	28
10.3. Proyectos IDH 2011 2017	29
11. Publicaciones	29
11.1. Publicaciones Internacionales	29
11.1.1. Física Teórica	29
11.1.2. Física de la Atmósfera	30
11.1.3. Física Aplicada	32
11.1.4. Rayos Cósmicos	32
11.2. Publicaciones Nacionales, Revista Boliviana de Física	33
11.3. Publicación en otras Revistas Nacionales	36
12. Gestión del proyecto de Investigación	36
12.1. Formulario de presentación de proyecto	37
12.2. Formulario control avance del proyecto	38
12.3. Formulario informe final	38

2. Reseña

El Instituto de Investigaciones Físicas (IIF) nace con la construcción de un *Observatorio de Rayos Cósmicos* en el nevado de la Montaña de Chacaltaya, a 5240 m.s.n.m. distante 35Km de la ciudad de La Paz Bolivia, dentro del Parque Nacional (declarado así mediante el Decreto Supremo N°140/42 de 4 de julio de 1942). La construcción de dicho observatorio data de 1952 (a través del Decreto Supremo Nro. 02921 de 9 de enero de 1952), estableciéndose de esta forma como el primer instituto dedicado al estudio de Rayos Cósmicos en altura. Los trámites fueron realizados por el Dr. Ismael Escobar, docente de Ciencias Exactas de la UMSA. Con los años, los estudios y sus correspondientes publicaciones, fueron internacionalmente reconocidos.

Para lograr este interesante nacimiento del IIF concurren tres aspectos que podemos destacar, el primero es la existencia del Servicio Meteorológico de Bolivia creado el año 1942, para apoyar los trabajos del Ministerio de Agricultura sobre estudios de la climatología local dirigida por el Dr. Ismael Escobar. Esto fue posible gracias al camino construido por el Club Andino Boliviano facilitando el acceso a la montaña. El segundo aspecto fue la llegada a Bolivia, el año 1946, del Físico brasileño Cesar Lattes para colocar detectores de Emulsiones Nucleares¹ en sitios de gran altura, con el objetivo de detectar cierto tipo de partículas secundarias producidas por los rayos cósmicos al ingresar a nuestra atmósfera. Luego de varios meses de exposición, al revelar y estudiar las trazas dejadas por los Rayos Cósmicos, se evidencia el decaimiento de una nueva partícula: el mesón pi y su decaimiento en mesón mu. El tercer aspecto y muy importante fue, que el nuevo descubrimiento del mesón pi y su decaimiento en mesón mu, partículas constituyentes de la materia, y responsables de las fuerzas nucleares, fue prevista teóricamente por el japonés Prof. Hideki Yukawa por lo que se hizo acreedor al Premio Nobel de Física el año 1949 y, por la importancia de la técnica utilizada, el inglés Prof. Cecil F. Powell de la Universidad de Bristol (Gran Bretaña) obtuvo también el mismo premio en 1950.

Estos aspectos hacen que el Dr. Ismael Escobar, alentado por varios científicos del exterior del país, presente en 1949 al Consejo Universitario el proyecto de creación de un laboratorio de investigación científica en física de Rayos Cósmicos que sería ubicado en Chacaltaya. Finalmente el Gobierno declara este proyecto como **“necesidad y utilidad pública”** en 1952 y se construye el Observatorio, dando inicio a la actividad científica en Física Cósmica.

El año 1962 se inició uno de los proyectos de mayor duración en cooperación con el Tokio Institute of Technology (TIT) de la Universidad de Tokio-Japón, fundando el grupo Bolivian Air Shower Joint Experiment (BASJE), para estudiar los Chubascos producidos por los Rayos Cósmicos y caracterizar la química de partículas, este concluyó el año 2015.

El año 1970 el Laboratorio cambia de nombre a IIF, debido a que en 1966 la Universidad decidió concentrar las materias básicas en el *Instituto de Ciencias Básicas* (Posteriormente Facultad de Ciencias Puras y Naturales), Siendo el mismo Dr. C. Aguirre el encargado de esta transformación. En el año 1996 el Dr. Carlos Aguirre en su libro: *Medio Siglo de Ciencia en Bolivia*² relata aspectos importantes del desarrollo de la ciencia en el área de Física de Rayos Cósmicos, y como resultados se destacan; en artículos publicados 600 contribuciones originales, Monografías 78, Tesis de Grado (Licenciatura, Maestría y Doctorado) 120 y Resúmenes de labores 30. Todos los trabajos fueron realizados bajo convenios de colaboración con grupos de científicos de todos los continentes y los resultados fueron presentados en las máximas instancias científicas.

¹Las Emulsiones Nucleares son placas fotográficas rodeadas de un gel uniforme de granos grandes, instaladas en un sobre, estas placas se intercalan con placas de plomo, formando una columna, se expone un tiempo y se revelan, luego con un microscopio se miden las trazas dejadas por simples partículas como los mesones

²Es autor del libro *Medio Siglo de Ciencia en Bolivia* de 56 páginas, el académico Dr. Carlos Aguirre Bastos, editado el año 1996 por la Fundación Universitaria Simón I. Patiño, en conmemoración al aniversario del Laboratorio de Física Cósmica de Chacaltaya

Los grupos antes mencionados, fueron naciendo por las necesidades de ampliar proyectos en física, siguiendo la evolución semejante a países desarrollados, aunque el factor económico siempre fue difícil, los cinco grupos se consolidaron.

El año 2012, se da un renacimiento del Laboratorio de Chacaltaya, vuelve a crecer esta vez en el estudio del clima. El trabajo de varios años del Dr. Francesco Zaratti logra atraer el interés de la World Meteorological Organization (WMO) para construir el tercer laboratorio en Sud América dedicado al estudio de **cambios climáticos**. En su informe *“Puesta en operación de la Estación Regional de Cambio Climático del Global Atmosphere Watch (GAW/WMO) en el monte Chacaltaya”* destaca que se cuenta con los instrumentos más avanzados para dicho estudio de interés mundial y se inaugura con mucha esperanza de contribuir al estudio, y de continuar haciendo ciencia en altura.

En esta década se ha visto intenso trabajo en física teórica y en consecuencia la mayor cantidad de publicaciones en la Revista Boliviana de Física (RBF). Otro campo fue el de Física aplicada que impulsados por la relación Sociedad Universidad se activan temas de Ciencia de Materiales, esta vez con recursos del IDH.

En materia de Servicios se tiene la capacidad de realizar proyectos que pueden competir fácilmente en la solución de problemas tecnológicos, estos se describirán mas adelante.

3. Objetivos

Realizar Investigación de acuerdo a proyectos presentados por los investigadores y publicar los resultados revistas nacionales e internacionales como contribución al conocimiento.

Crear y mantener las condiciones necesarias para sostener y desarrollar la investigación científica.

Convertir a la investigación en el sustento material para el desarrollo y mejoramiento académico de la Carrera de Física a fin de producir profesionales en física con una sólida formación científica.

Impulsar la investigación en áreas de interés económico - social del país.

Impulsar la investigación en áreas específicas en relación a las condiciones y oportunidades especiales en el país.

Los proyectos de investigación que se desarrollan son un soporte para la oferta y desarrollo de temas de tesis para los estudiantes.

Pasar al postgrado en Física, teniendo como sustento la investigación que se realiza en el IIF y la sostenibilidad de proyectos.

4. Áreas de Investigación

Las líneas de investigación del Instituto de Investigaciones Físicas se desarrollan en cinco grupos de investigación: Rayos Cósmicos, Física de la Atmósfera, Física Teórica, Geofísica y Física Aplicada. El IIF para lograr sus objetivos de investigación, cuenta con cuatro predios que están ubicados en: Campus de Cota Cota, Chacaltaya, Villa Remedios y Patacamaya. En el Campus de Cota Cota se encuentra la oficina central donde cada grupo cuenta con su oficina y/o laboratorio para la ejecución de los proyectos.

La modalidad de presentación de proyectos responde al reglamento interno que consiste en exposición oral de los trabajos, ante la asamblea docente-estudiantil, en las etapas de: Aprobación de Proyectos de Investigación el mes de septiembre, control de Avance de Proyectos en el mes de mayo, y Presentación Final de forma oral y escrita a principio del mes de septiembre. Durante el mes de septiembre se realiza la Evaluación Anual Docente, basándose en el informe de cada grupo e individual.

4.1. Física Cósmica

Responsables: Dr. Hugo Rivera, Dr. Martín Subieta, Dr. Rolando Ticona, M.Sc. Mirko Raljevic, Ing. Pedro Miranda, y Técnicos de investigación Tec. Juan Salinas, Tec. Lic. Carlos Nina.

Es el grupo más antiguo del IIF. Los proyectos se realizan principalmente en el Laboratorio de Chacaltaya mediante experimentos permanentes, en los que la actividad científica radica en el estudio de partículas fundamentales, decaimientos, la composición química, las fuentes puntuales provenientes del cosmos y astronomía de rayos gamma, entre otros. El rango de energía de 10^{15} a 10^{17} eV es de mayor estudio y es en el que Chacaltaya ha realizado mayores aportes. Los experimentos en Rayos Cósmicos que actualmente están en funcionamiento son:

4.1.1. Monitor de Neutrones (12NM64)

Neutron Monitor Station (12NM64).- El Monitor de Neutrones, consiste en 12 contadores proporcionales, funciona desde 1966 y está destinado a ver las variaciones solares, cuya incidencia en la tierra puede cuantificarse en los casos de erupciones. La información es un conteo cada 10 segundos para cada uno de los 12 detectores con los que se construye la variación temporal diaria. Con estos datos se estudia la intensidad de la radiación cósmica en periodos cortos y largos. Estas variaciones que producen fluctuaciones en la intensidad de rayos cósmicos son debidas a variaciones diurnas y semi diurnas, variaciones de 27 días del Sol, erupciones solares y actividad solar. La electrónica está basado en tecnología FPGA/microprocesador, el registro de datos es en un computador Raspberry-pi. Las publicaciones son internas al IIF. Históricamente el equipo de detección y almacenamiento de datos sufrió al menos cuatro diferentes etapas; el original transistorizado de 1966, en 1998 uso de microprocesador, en 1991 usa una PC laptop y el actual, todas generan los datos esperados.



Figura 4: Monitor de Neutrones 12NM64

4.1.2. Monitor de Neutrones Solares (SNM)

Solar Neutron Monitor (SNM).- Este experimento, en colaboración con el Laboratorio del Medio Ambiente Solar-Terrestrial de la Universidad de Nagoya y la UMSA, se inició el 21 de septiembre de 1992, gracias a su gestor el Prof. Y. Matsubara. Es útil para el estudio de neutrones solares

discriminando neutrones de protones, está destinado a la observación de las erupciones solares, discriminando la energía de los neutrones en 40,80,160 y 240 MeV. A partir de esta información se deduce el tiempo de producción de neutrones solares. El proceso se realiza midiendo las energías de los protones de retroceso producidos en centelladores plásticos. Este detector es el complemento de otros dos detectores: en Norikura#1 y #2 localizados uno en Japón y otro en México. Como referencia el artículo publicado el 2016 en Solar Physics, se titula *Simultaneous Observation of Solar Neutrons from the International Space Station and High Mountain Observatories in Asociation with a Flare on July 8, 2014*



Figura 5: Monitor de Neutrones Solares; el conjunto de detectores y la electrónica de registro de datos

4.1.3. Latin American Giant Observatory (LAGO)

LAGO .- Este experimento nació el año 2008 en convenio con Argentina y México. Inicialmente se llamó Large Aperture GRB Observatory, pero debido a la inclusión de otros países latinos (ahora son 8), el nombre actual cambia a Latin American Giant Observatory.



Figura 6: Experimento LAGO a 5240msnm: Detector Cherencov y su electrónica, basados en tanque de agua. Tres similares cubren un total de $10m^2$ de superficie, equivalen a $10000mt^2$ de superficie a nivel del mar

El experimento espera detectar las fulguraciones de rayos gamma (GRB), de corta duración (inferiores a un segundo) y larga duración (del orden de dos a tres segundos) con la finalidad de conocer

más las fuentes de partículas en el universo, la radiación atmosférica en tierra, y la variación temporal. Las ventajas de altura a 5240 msnm, han hecho que se construya este experimento basado en la técnica de detección de simple partícula, que utiliza detectores de agua, permite observar la producción de luz Cherenkov cuando pasa un muón por el detector. Hasta 2015 funcionaron tres detectores construidos con tanques de agua de 2500lts y dos de 5000lts cubriendo un área de 10m^2 . El estudio en conjunto con los demás países propone interesantes contribuciones presentadas el año 2016 ante la máxima instancia de Rayos Cósmicos que es el International Cosmic Ray Conference (ICRC). El experimento se ampliará a mayor cantidad de detectores.

4.1.4. ALPACA

Bajo el nuevo convenio de investigación científica en Rayos Cósmicos, con el Institute for Cosmic Ray Research (ICRR) de la Universidad de Tokyo-Japon, este año 2017, se inicia un nuevo proyecto localizado en un cerro cercano a la montaña de Chacaltaya conocida como Cerro Estuquería, Dispone de una meseta de 13 hectáreas a 4720msnm donde se instalarán 401 detectores de centelleo, y 96 detectores subterráneos de muones, hasta el año 2019. En la figura 7 se muestra la distribución y tipo de detectores. Nuestros objetivos son: Medida del espectro de energías de rayos cósmicos cerca la rodilla (100TeV - 100PeV), Medida de altas energías de rayos gamma (5TeV - 1PeV), Medida de anisotropía de rayos cósmicos mayores a 5TeV en tiempo sidereal, Medida de la sombra del Sol en rayos cósmicos mayores a 5TeV.

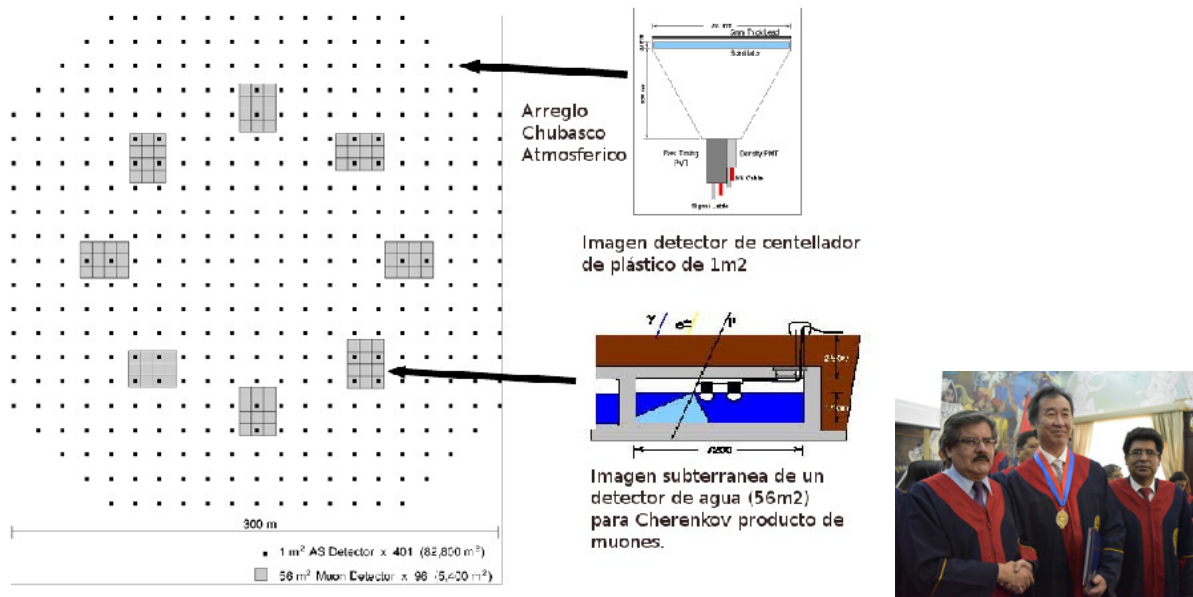


Figura 7: Esquema del experimento ALPACA. Los puntos negros pequeños indican 401 detectores de centelleo de 1m^2 formando un arreglo de 83000m^2 para chubascos atmosféricos denominados AS. Los rectángulos de color plomo indican ocho detectores de muones subterráneos, cada uno de 56m^2 . Un total de 5400m^2 como detector de muones denominados MD. Estará ubicado a 4720msnm. distante 30Kmts de la Ciudad de La Paz. A la derecha una foto del Premio Nobel Prof. T. Kajita con el Rector de la UMSA y el Decano de la FCPN

Este nuevo proyecto sustituye al anterior denominado *Bolivian Air Shower Joint Experiment (BAS-JE)* que fue iniciado el año 1962 y concluyó el año 2015. Para esta nueva etapa que durará mas de quince años, fue el director del ICRR el Prof. Takaaki Kajita, galardonado con el Premio Nobel de Física el año 2015, quien vino a anunciar el 1 de mayo del 2016 la realización del proyecto denominado ALPACA que significa *Andes Large Particle detector for Cosmic ray physics and*

Astronomy, en conferencia de prensa; luego en el Paraninfo universitario el proff. Masato Takita hizo conocer al público boliviano los detalles del experimento.

Este proyecto tendrá una primera fase de instalación, el prototipo ALPAQUITA formado por solo 45 detectores de centelleo, que se localizan en la parte central del experimento. En la página web www.fiumsa.edu.bo/iif/ puede hallarse información adicional.

4.2. Física de la Atmósfera

Responsables: Dr. Marcos Andrade, Dr. Luis A. Blacutt, Lic. Ricardo Forno, Lic. René Gutiérrez, Técnicos de investigación Ing. Fabricio Ávila, Dra. Isabel Moreno y Lic. Fernando Velarde.

Las actividades están concentradas en el estudio de; Meteorología, Radiación Solar, Gases, Aerosoles y LIDAR, destinados para estudio de la Física de la Atmósfera. Las medidas con instrumentos dedicados, son permanentes y en tiempo real, dispone de una página web exclusiva www.chacaltaya.edu.bo, donde la población en general puede informarse diariamente.

4.2.1. Laboratorio de Física de la Atmósfera

El grupo nace el año 1995 para el estudio del medio ambiente con la creación del *Laboratorio de Ozono y RUV* en el Campus Universitario bajo la dirección de su impulsor Dr. Francesco Zaratti. El año 1996, en el marco de un convenio de cooperación entre el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) del Brasil dirigido por el Dr. Volker Kirchoff y el IIF, se planifican los estudios de monitoréo de la capa de ozono sobre La Paz y las variaciones de la Radiación Ultravioleta (RUV) a diferentes alturas en el territorio e instalan el primer equipo de precisión el espectrometro Brewer, monitor foto acústico, analizador portátil de CO₂ y estaciones meteorológicas.

Ante lo atractivo del área, crece el número de investigadores así como los temas de investigación, y el año 1998 se convierte en el *Laboratorio de Física de la Atmósfera* e inaugura su propia instalación para estudiar además los gases de efecto invernadero y fotobiología. En esta etapa de crecimiento cuenta con el apoyo económico de instituciones nacionales e internacionales tales como; de naciones unidas para el desarrollo PNUD, OPS-OMS, FONAMA, LIDEMA, FO-AR con los que ha establecido cooperación científica internacional.

El estudio se diversifica en diferentes áreas clasificándose en estudios de; gases, radiación solar,



Figura 8: Instrumentos en Cota Cota, Espectrometro Brewer, Estación meteorológica

partículas en el aire, meteorología, aerosoles, y otros. Los equipos fueron adquiridos mediante convenios de colaboración y soporte de diversas organizaciones y universidades. Los resultados fueron

las publicaciones nacionales e internacionales y la organización de congresos en temas como *La radiación Ultravioleta y la Capa de Ozono* el año 1997, al que asistieron tanto extranjeros y bolivianos, abrió la necesidad de investigar científicamente el comportamiento de la atmósfera en nuestro territorio.

Un equipo importante que ha merecido especial dedicación en estos años es el LIDAR (Light Detection and Ranging), usado para el estudio de la contaminación del aire y medida de la capa límite atmosférica. Desde el año 2009, gracias a la colaboración del grupo Raman LIDAR del Goddard Space Flight Center de la NASA (GSFC - NASA) el LFA pudo disponer de un nuevo láser de Nd:YAG junto con otros instrumentos ópticos. Esta colaboración permitió a los investigadores del LFA rediseñar y reensamblar un nuevo sistema Lidar, el cual fue bautizado como LIPAZ (Lidar en La Paz, ver figura 9).



Figura 9: LIDAR en Cota cota; Domo, Lidar

4.2.2. Estación GAW/CHC Chacaltaya

El año 2008, inician un trabajo altamente ostentoso, el de construir un nuevo laboratorio de importancia mundial aprovechando el mayor recurso que tiene el IIF, el Laboratorio de Chacaltaya ubicado a 5240 m.s.n.m. Toda la gestión dirigida por el Dr. Francesco Zaratti y Dr. Marcos Andrade tiene finalmente el 14 de junio del 2010 la aceptación de la estación de Chacaltaya como Global Atmospher Watch (GAW), enviada por la World Meteorological Organization (WMO) firmada por el Co-Director del Research Department y Director del Atmospheric Research and Environment Branch.

En solo dos años bajo el Convenio Interinstitucional para la ejecución del Proyecto Especial IDH de la UMSA, se tiene el informe del año 2012 *“Puesta en operación de la estación regional de cambio climático del Global Atmosphere Watch (GAW/WMO) en el Monte Chacaltaya”*, entre; la UMSA, El Laboratoire de Glaciologie Et Géophysique de L’Environnement (LGGE) y la fundación EV-K2-CNR. Firman la Rectora, Dra. Teresa M. Rescala Nemtala, Dr. Francesco Zaratti S., Dr. Paolo Laj, Director del LGGE y el Sr. Agostino Da Polenza, Presidente fundación EV.K2-CNR.

Para la UMSA es un orgullo de contar con esta magnitud de estudio en la investigación con el reconocimiento internacional, pero también nacen obligaciones para la institución y para el personal científico y técnico. Los datos que actualmente se producen son únicos y son leídos en tiempo real desde cualquier parte del mundo. Cuesta apoderarse de la ciencia y el conocimiento pero lo estamos haciendo. Los dos laboratorios uno en Cota cota y otro en Chacaltaya es de mayor responsabilidad a la que el grupo se dedica con la intención de realizar todas las actividades científicas.

INSTRUMENTOS Aportados por la contraparte internacional.

1 Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS)

2 Multi Angle Absorption Photometer (MAAP)

- 3 Neutral Cluster and Air Ions Spectrometer (NAIS)
- 4 Humidified Tandem Differential Mobility Analyzer (HTDMA)
- 5 Contador de Partículas totales
- 6 Aethalometer
- 7 Nephelometer
- 8 Analizador de CO (HORIBA)
- 9 Analizador de CO₂ (LICOR)
- 10 AnalizadoR de CO₂ (PICARRO)
- 11 Analizador de Ozono
- 12 Analizador de Mercurio (TEKTRAN)
- 13 Analizador de vapor de agua e Isótopos O₁₈ y H₂
- 14 Muestreador químico de Alto Volumen
- 15 Estación Meteorológica en la cumbre
- 16 Estación Meteorológica en el techo del laboratorio
- 17 INLET

INSTRUMENTOS con fondos IDH

Fuente de aire cero para calibración de instrumentos. 54.900

Albedómetro CM6 con accesorio datalogger. 50.700

Monitor de SO₂. 126.343

Cilindro de gas de calibración de CO.

Vagoneta Toyota, cilindrada 4200, para transporte



Figura 10: Instrumentos: Distribuidor de aire a todo los equipos, Medidores de CO, CO₂ y contador de Partículas

Adicionalmente, se esta trabajando en el Aeropuerto de la Ciudad de El Alto realizando medidas con Ceilómetro

En consecuencia, las tareas regulares y supervisión permanente de equipos son:

Monitoreo de propiedades físicoquímicas de los aerosoles en Chacaltaya

Monitoreo de concentración de gases: CO, CH₄ y CO₂ en Chacaltaya

Estudio de fuentes de contaminación (aerosoles) en el área metropolitana de La Paz

Estudio de la capa de fusión a través de radar vertical (desde Cota-Cota)

Investigación y estudio de Capa Límite Planetaria en La Paz

Diseño y Desarrollo de equipos de revisión de calidad de gafas de sol



Figura 11: Estación GAW/CHC Chacaltaya, foto Panorámica de los instrumentos en el laboratorio

4.3. Geofísica

Responsables: Diplom. Ing. Edgar Ricaldi, M.Sc. René Tórrez, Ing. Pedro Miranda, Técnico de investigación Lic. Javier Quispe

El grupo de Geofísica esta especializada en: medición de Campo Magnético Terrestre; medida de intensidad y cantidad de rayos temporales, y ocasionalmente a proyectos de Geofísica utilizando técnicas Geoeléctricas y otros. Desde el año 2010 se ha incluido el estudio de energías alternativas como la eólica y solar, cuenta con estaciones meteorológicas en el laboratorio de Patacamaya, en Villa Remedios con medidas hidrológicas.

En Patacamaya funcionaba el complejo Astronómico construido por la URSS en el año 1974 para fotografiar satélites artificiales, determinación de la capa de ozono y efecto de rayos solares en la tierra. Este proyecto concluyó el año 1980.

Se desarrollaron proyectos de Geofísica para el estudio de Los Andes por mas de treinta años, con el proyecto Sonderforschungsbereich 267 de la Universidad Libre de Berlin.

4.3.1. Observatorio geomagnético de primera generación en Patacamaya

La localidad e Patacamaya queda a 101 Km de la Ciudad de La Paz, en el altiplano a 4800msnm. con clima frio, pero con mas de 200 días soleados y viento por la tarde. a cinco kilómetros del pueblo en el lado Este, la UMSA dispone de un área de 500 Hectáreas para la agricultura y ganadería coordinado por la Facultad de Agronomía, en medio, el IIF tiene instalado el “*Observatorio Geomagnético de Patacamaya*”. Este observatorio es el resultado de la transferencia del Observatorio Geomagnético de Seguencoma por la Carnegie Institution de Washington. La construcción donde funciona el variógrafo permanente se terminó en noviembre de 1982, el principal investigador fue el Ing. Salvador del Pozo, en la gestión del Rector Hugo Mancilla, Decano Ing. Antonio Saavedra y el Director del IIF Ing. Ricardo Anda.

El variógrafo consiste en un sistema óptico de reflexión, gobernado por agujas magnéticas que orientan los espejos siguiendo los cambios del campo magnético terrestre la luz quema un papel para generar el magnetograma. Las trazas resultantes corresponden a las componentes H, D, y Z del campo magnético terrestre. Para completar las medidas, con un equipo Flux-Gate Bartington y un magnetómetro de protones, cada 15 días se miden los valores absolutos de las componentes. Los magnetogramas son rebelados y digitizados, luego se construye el anuario de datos magnéticos y se publican en fascículos que se envían a los centros con los que se trabaja. Los datos son el fiel reflejo de la actividad magnética de la tierra y la influencia de la actividad solar, se distinguen flare solares de corta y larga variación.

Como resultado científico, se han publicado varios artículos referidos especialmente a la actividad solar, donde se comentan los flares solares, cuantificando la energía, la duración y las implicancias.

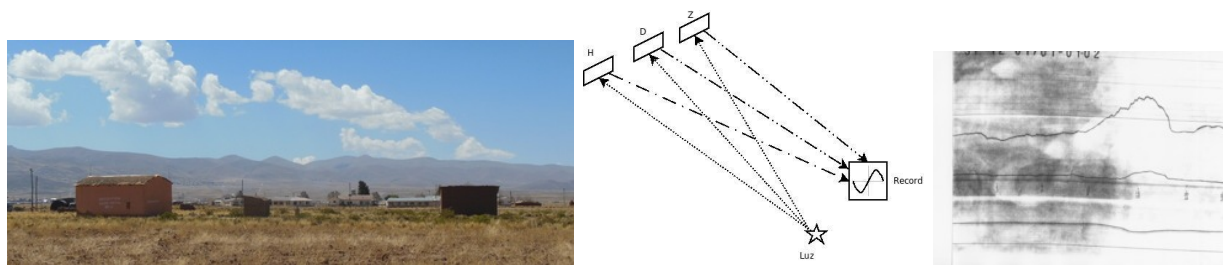


Figura 12: Observatorio Geomagnético en Patacamaya: Observatorio, tecnica variografo Lacour y magnetograma

Los seguidores de descargas eléctricas atmosféricas (STORMTRACKERS) en Patacamaya

Dos Seguidores de Descargas Eléctricas Atmosféricas (Stormtrackers) del Área de Geofísica. El primero instalado en Enero del 2012 y el segundo en Enero del 2015. Con cuyos datos ya se elaboraron Mapas de densidad de Descargas Eléctricas Atmosféricas en un área de 600Km a la redonda de Patacamaya denominado *Mapas Ceraúnicos* representado por líneas isoceraúnicos de la distribución de los rayos que caen en área y en tiempo determinado, se pretende definir zonas de riesgo en una buena parte del sector occidental de Bolivia.

4.3.2. Laboratorio de Energías Alternativas y Meteorología en Patacamaya



Figura 13: Instrumentos instalados en Patacamaya: estación meteorológica, celdas solares y generador eólico

LAS ESTACIONES METEOROLOGICAS.

Desde el año 2010, constituida por dos *Estaciones Meteorológicas* una donada por una misión alemana y la segunda conseguida por concurso IDH. Se ha establecido como objetivos fundamentales determinar la Termodinámica y efectos de las bajas temperaturas en particular en la época invernal, la alta incidencia de la radiación solar la mayor parte del año, y la escasa precipitación anual, el papel de los vientos, etc. que determinan sus actuales características climáticas.

PLANTA PILOTO HIBRIDA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA Y AERO-GENERADOR

El año 2014 con recursos del IDH, un Parque de Energía de aprovechamiento solar y eólico constituida por: un Aerogenerador de 12 m de altura genera 5 Kw de Potencia y una Central de Energía Solar constituida por una parrilla de 28 paneles solares, con una salida nominal de 5 kW, del Grupo de Energías Alternativas, para el estudio de la valoración en altura donde existe mayor radiación UV. Los resultados del monitoreo se publican en anuarios y en la página web del IIF. Con estos datos se realizan estudios temporales y seculares que se publican en la RBF.

4.3.3. Observatorio geomagnético de Villa Remedios

Villa Remedios es un pueblo distante a 35Km de la ciudad, es altiplano con aproximadamente 4800msnm, soleado y viento por la tarde. En un extremo del pueblo de Villa Remedios desde finales del año 2002 está funcionando un observatorio geomagnético automático, bajo el convenio de cooperación con el área de investigación del Geoforschungszentrum Potsdam (Centro de Estudios Geocientíficos de Potsdam de Alemania), los datos permiten estudiar el clima espacial debidos principalmente a la interacción Sol-Tierra y las variaciones del campo magnético de la tierra y su estructura.



Figura 14: Instrumento instalado en Villa Remedios: Magnetómetro Fluxgate, Datalogger y Energía basada en eólico y celda solar

4.4. Física Teórica

El grupo de Física Teórica se formó el año 1998 para dedicarse a Sistemas Complejos y Dinámica no lineal, actualmente se desarrollan proyectos conjuntos en Materia condensada. Otro grupo es el de Teoría del estado sólido.

4.4.1. Grupo de Sistemas complejos y Dinámica No Lineal

Responsables: Dr. Marcelo Ramírez, Dr. Deterlino Urzagasti, Lic. Roy Bustos, e interinos, Lic. Verónica Subieta.

El grupo trabaja activamente tanto en lo que concierne a investigación como en la organización de cursos y conferencias como en colaboración con grupo de Materia Condensada.

En la formación de nuevos profesionales; en licenciatura tiene el mayor numero de tesis, varios tesis de postgrado de la maestría y el doctorado realizan sus trabajos bajo la supervisión de docentes del Grupo.

Los temas de investigación tales como; sincronización, solitones, efectos del ruido en sistemas dinámicos, econofísica, computación cuántica, auto-organización, caos e hipercaos, oscilaciones, análisis de series temporales, redes complejas, dinámica no lineal aplicada, computación cuántica, modelos de evolución, etología, sistemas cardiovasculares, sistemas neuronales, sistemas magnéticos y transiciones de fase, todos estos lograron desde el año 2000 la publicación de mas de 50 artículos

tanto en revistas bolivianas como extranjeras.

Periódicamente, al menos una vez al año, participa de conferencias nacionales y/o internacionales, donde se muestran los resultados de las diferentes investigaciones realizadas por miembros del Grupo.

En organización de cursos nacionales de 20 horas, con una frecuencia anual, se organiza el Curso Boliviano de Sistemas Complejos que al presente está en su XIII versión; en estos cursos se tocaron temas como ser: Mecánica Estadística No Extensiva, Redes Complejas, Sincronización, Modelo de envejecimiento de Penna, Neurociencia, Auto-organización en Insectos, Láseres, Plasmas, Análisis No Lineal de Series Temporales, Acústica y Física de Instrumentos Musicales, Física de Coloides, Modelos de Autómatas, Transiciones de Fase, y Física Cardiovascular y Problemas Relacionados a la Apnea del Sueño, y el curso de Física Estadística de Sistemas de Formación de Opinión en su XV versión.

En Conferencias Internacionales en el país se organizó la *Jornadas Andinas de Dinámica No Lineal* y se coadyuvó en las organizadas en Perú y Chile.

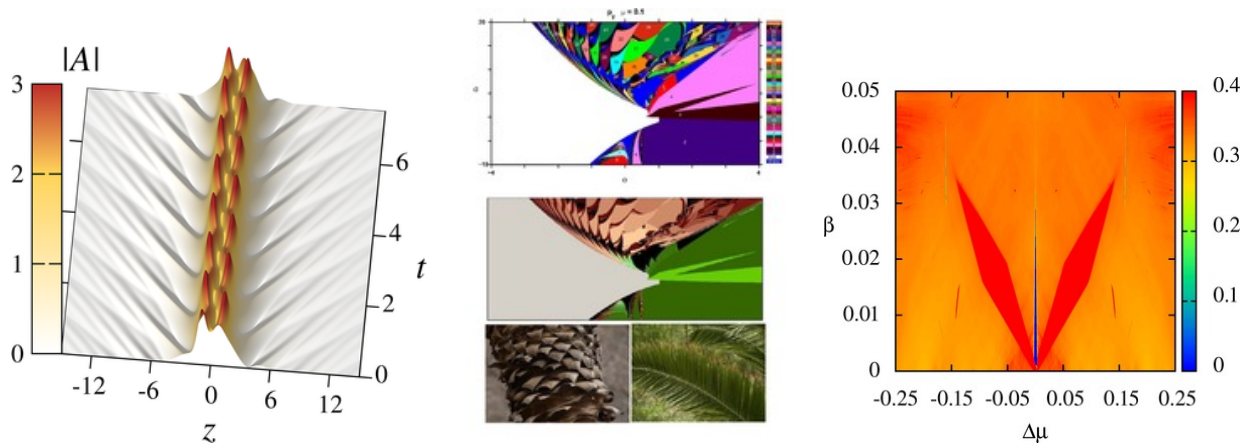


Figura 15: (Izquierda) Diagrama espacio-temporal de una molécula compleja de solitones o estado ligado. Autor: Deterlino Urzagasti. (Centro) Espacio de parámetros α vs. σ vs. del modelo discreto de neurona de Rulkov, caracterizado por la periodicidad en la variable y (py). Se especifican los valores de periodicidad dentro de algunas de las zonas. Se hace notar que los patrones observados tienen formas similares a los que se presentan en troncos y follaje de algunas especies de palmera, autor: Marcelo Ramires. (Derecha) Regiones de sincronización en el plano Fuerza de acoplamiento β vs. descomposición de parámetros $\Delta\mu$ en términos de factor de sincronización σ (Barra de color 0-0.4), autor: Roy Bustos

4.4.2. Grupo de Teoría del Estado Sólido

Responsables: Dr. Diego Sanjinés, interinos, Dr. Marcelo Calcina, Lic. Evaristo Mamani.

Las actividades actuales del grupo se concentran en investigaciones con estudiantes de postgrado doctorales: Dinámica de una partícula en un potencial de Coulomb en la red (Javier Velasco) e Interacciones efectivas de largo alcance en una red de enlace fuerte bajo la aproximación semiclásica (Evaristo Mamani). En el primer caso el objetivo general es describir la dinámica de una partícula cargada que se mueve en una red unidimensional bajo el efecto de un potencial coulombiano provocado por otra partícula fija en el origen. En el segundo caso el objetivo general es desarrollar y sistematizar el método semiclásico de promediación temporal que permiten deducir un hamiltoniano efectivo para interacciones inducidas de largo alcance, como efecto de la acción combinada de un campo homogéneo rápidamente oscilante y un potencial estático no-homogéneo arbitrario

sobre una partícula cargada que se mueve sobre la red, de acuerdo al modelo físico dado por el hamiltoniano de enlace fuerte.

Las actividades realizadas y los resultados obtenidos comprenden el cálculo del hamiltoniano efectivo, con elementos de salto efectivos que dependen de las componentes de Fourier asociadas al campo externo oscilante, a partir del hamiltoniano modificado.

Se escribió el artículo *Long range effective interactions in a lattice in the semiclassical approximation* (Mamani E., Calcina M., Sanjinés D.) para ser arbitrado en Phys. Lett. A.. Aquí se encuentran las deducciones detalladas de los resultados anunciados arriba. Como uno de los antecedentes importantes en esta investigación se usó los resultados publicados previamente en *Semiclassical tight-binding dynamics in rapidly oscillating fields plus a static arbitrary potential* (Martínez L.A., Sanjinés D., Gallinar J.-P., Int. J. of Mod. Phys. B 28 (2014) 1450173).

4.5. Física Aplicada

A partir de 1970, se estableció estudios de Criogenia, Ciencia de materiales, Ensayos destructivos y no destructivos, en el que se incorporaron el uso de rayo-X, Ultrasonidos, y otros. Al crecer los proyectos también nace la necesidad de realizar trabajos de aplicación.

4.5.1. Grupo de Materia Condensada

Responsables: Dr. Flavio Ghezzi, Dr. Armando Ticona, y Dr. Wilfredo Tavera, y co-responsables Lic. Elba Colque, Lic. Leonardo Apaza

El grupo de materia condensada en la parte teórica realiza estudios de materiales mesoscópicos y simulaciones de dinámica molecular; en su parte aplicada cuenta con laboratorios de materia condensada, biofísica y viveros de experimentación.

En teoría.- La Dinámica Molecular estudia la materia y sus características a nivel atómico. Ésta tiene un desarrollo importante con la llegada de las simulaciones computacionales en las cuales se adoptan métodos numéricos que permiten ver el comportamiento representativo de sistemas moleculares complejos con grandes números de partículas. El programa DL.POLY facilita las simulaciones de macromoléculas, polímeros, sistemas iónicos y otro tipo de sistemas atómicos.

Usando el programa DL.POLY se han simulado comportamientos de líquidos iónicos sencillos y complejos, tomando en cuenta las interacciones entre átomos. Asimismo se han simulado el comportamiento de estos mismos líquidos iónicos en presencia de campos eléctricos y potenciales generados por superficies con diferentes geometrías tomando en cuenta diversos rangos de temperaturas. Bajo el mismo enfoque, actualmente se están realizando simulaciones para la caracterización de biopolímeros.

En laboratorio.- El Laboratorio de Materia Condensada está equipado para la caracterización eléctrica, magnética de muestras sólidas y de líquidos iónicos.

El laboratorio de biofísica realiza trabajos sobre organismos biológicos a todo nivel de la materia. Uno de los equipos de investigación actualmente se encarga de trabajar en respuestas a nivel de síntesis y degradación de compuestos en plantas, además de respuestas a nivel de crecimiento, forma y estructura bajo diferentes tratamientos de irradiación en campo (Solar - difusa) y en laboratorio (UV, Blanca e infrarroja). Se han realizado trabajos sobre el efecto de la radiación blanca y ultravioleta en *Baccharis latifolia* y luz blanca en *Baccharis papillosa* subsp. *papillosa* para determinar el efecto de este factor sobre la producción de compuestos fenólicos, principalmente flavonoides y derivados de ácido shikímico (ácido siquímico).

Se cuenta con viveros de experimentación acondicionados para replicar condiciones ambientales y además generar escenarios de estrés enfocados a promover, algún tipo de compuesto o metabolismo de interés o evaluar efectos del cambio climático, como por ejemplo, incremento en la radiación ultravioleta, infrarroja u horas luz. Además se cuenta con laboratorios especializados en la toma y análisis de datos.

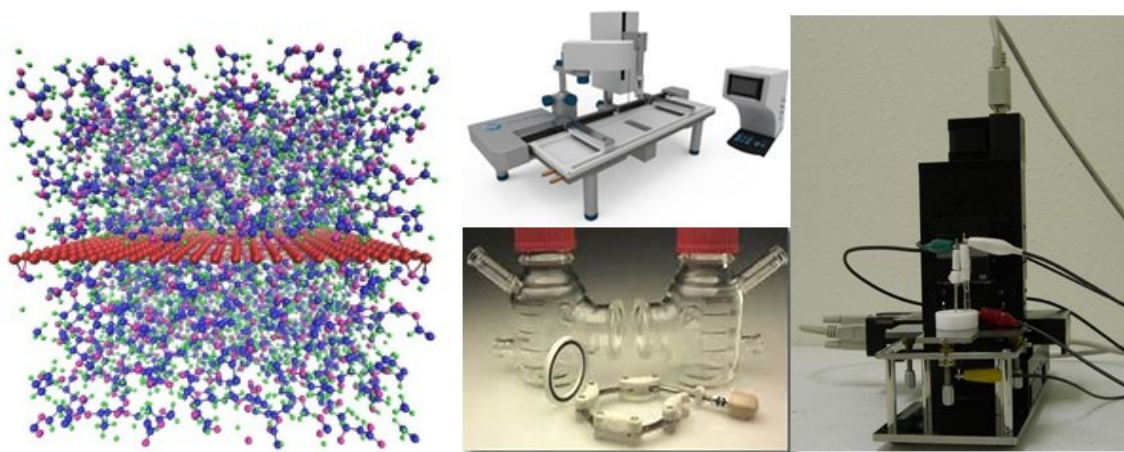


Figura 16: (Izquierda) Moléculas de PHB interactuando con una placa. (Derecha) Equipos Lagmuir Blodgett para films, voltametría cíclica y celda de combustible microbiana.

4.5.2. Laboratorio de Materia Condensada

Responsables: Dr. Eduardo Palenque, Dr. Wilfredo Tavera, Inv. Asociado. Lic. Peter Zabala, Ing. Gabriel Taquichiri, y Universitarios.

En el Laboratorio de Materia Condensada se especializa en la caracterización de las propiedades físicas de los materiales, sean mecánicas, térmicas, eléctricas, ópticas o magnéticas. Se investiga con dos líneas básicas, orientadas ambas en la caracterización de materiales que por su origen se pueden clasificar como de origen vegetal o inorgánicos y además se ofrece la caracterización de muestras como servicio al interior o exterior de la universidad.

En la línea de origen vegetal se destaca la medida de las propiedades térmicas de cortezas (publicación en el caso de keñuas) y maderas (con muestrario de ejemplares amazónicos), y de la resistencia mecánica a la ruptura en madera y hojas (2 tesis sobre jatatas). Adicionalmente se trabajó con las medidas de los efectos de los niveles de radiación solar (visible y UV) sobre la producción de resveratrol en uvas (colaboración con el IPN y la UAJMS). También se están caracterizando películas en base a almidones y glicoles (papel comestible para empaques) producidas en el laboratorio y en el IPN (tesis en Ing. Alimentos). Se colaboró en la caracterización de secadores de granos de chíca (tesis de Ing. Química) y en la caracterización de la eficiencia de las cocinas solares.

En el caso de materiales inorgánicos se tienen tres subproyectos: **hormigones, arcillas y materiales** para energías alternativas. **En hormigones**, en colaboración con el Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón se trabaja tanto en la producción de hormigones especiales (para blindaje cámaras con rayos X o gamma, sistemas aliviados, etc.) como en la determinación de las propiedades mecánicas de elementos de estructuras actualmente en pie (edificios, puentes, carreteras, etc.) a través de Ensayos No Destructivos, principalmente con tomografía ultrasónica (4 tesis). Este sistema de caracterización permite la evaluación de estructura in situ sin producir daños a las mismas (como la tradicional toma de testigos cilíndricos para ruptura en laboratorio). Este es un servicio que se ofrece a través del IIF.

En el proyecto arcillas (minerales no metálicos, con el IGEMA y el IIQ) se caracterizan bentonitas provenientes del altiplano buscando sus ventajas comerciales (2 tesis, dos publicaciones).

En el proyectos de energías alternativas se trabaja (en colaboración con institutos de la UMSA: IIQ, IGN, IIMEC, IIMETMAT, IGEMA y del exterior KTH y LTU) tanto en la producción y caracterización de celdas solares, como en baterías de ión – litio y sistemas de catálisis (seis tesis y artículos correspondientes)

De forma interdisciplinario, sobre sustancias como metabolitos secundarios, glicoalcaloides, polímeros, líquidos iónicos, entre otras. Actualmente se realiza el estudio de la interacción de los materiales con superficies en forma experimental.

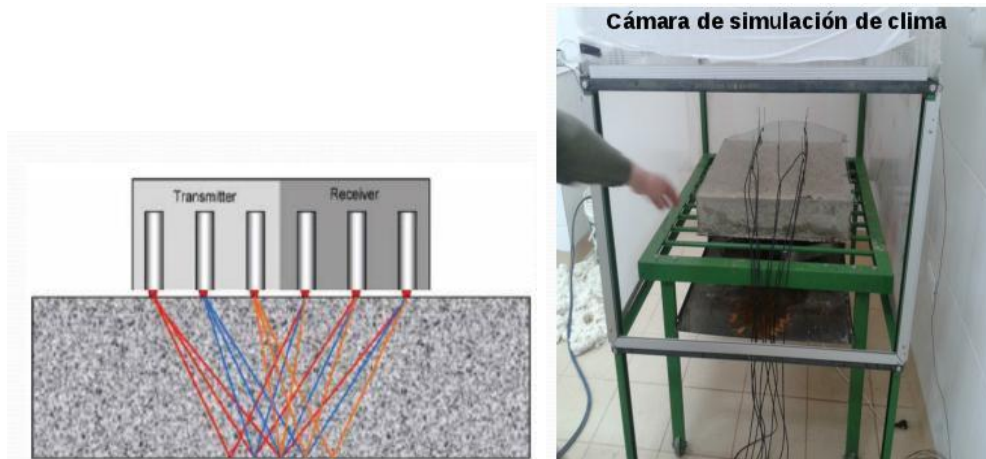


Figura 17: Análisis de estructura de hormigon con ultrasonido, Cámara de simulación de clima

5. Organismos de Cooperación

El IIF mantiene relaciones de carácter científico con universidades y centros de investigación de diversos países, entre las que se destacan;

En Rayos Cósmicos; Universidad de Saitama, Instituto Investigaciones en Rayos Cósmicos (ICRR) de la Universidad de Tokio Japon, Universidad de Nagoya, en Japón; Universidad de Campinas (UNICAMP), Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS) e Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) en Brasil; Departamento de Física General de la Universidad de Torino, Universidad de Roma e INFN en Italia;

En Física Teórica; Universidad Libre de Bruselas en Bélgica; Instituto de Alta Investigación (IAI) de la Universidad de Tarapacá en Chile; UTA, Arica, Chile; Universidad de Las Palmas, España; Udelar, Montevideo, Uruguay; UFP, João Pessoa, Brasil; UNSA, Arequipa, Perú; HU, Berlín, Alemania.

En Geofísica Centro de Investigaciones Geocientíficas (GFZ) de Potsdam Alemania.

En Física de la Atmósfera

– Centro Nacional de Investigación Científica CNRS, Francia

Glaciología y Geofísica del Medio Ambiente (LGGE), Grenoble Meteorología Física (LAMP), Clermont-Ferrand.

Ciencias de la Atmósfera (LSCE), Paris. Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD-Francia)

– Instituto Leibniz de Investigación Troposférica, TROPOS- (antes IFT), Leipzig, Alemania

– Departamento de ciencias Atmosféricas Aplicadas de la Universidad de Estocolmo (ITM), Estocolmo-Suecia

– Consejo Nacional de Investigación, CNR-Italia.

Instituto para el Estudio de la atmósfera y del clima (ISAC), Bologna.

Comité Ev-K2-CNR, Bergamo

- Instituto Paul Scherrer (PSI) Villigen-Suiza
 - Maryland, Howard University y Goddard Space Flight Center (NASA) en USA.
 - Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, SENAMHI, La Paz-Bolivia
 - Universidad Simón Bolívar (USB) y Universidad de Zulia en Venezuela; Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) en México.
- En Física Aplicada** IIQ, IGN, IIMEC, IIMETMAT, IGEMA y del exterior KTH y LTU.

6. Incidencia a Nivel nacional

El conocimiento generado por el IIF se publica en; la Revista Boliviana de Física (RBF), Resúmenes de Labores, en la página web de la carrera y en revistas internacionales como, Physical Review.

Los artículos de la RBF y determinadas colecciones de datos obtenidos en los diferentes laboratorios pueden ser libremente descargados de la página web www.fiumsa.edu.bo/rbf.

El IIF, para la UMSA tiene gran incidencia en la suma de su producción intelectual, y a nivel nacional, se constituye en uno de los pilares del conocimiento científico. La sociedad se beneficia con la divulgación de estos conocimientos en campañas regionales y nacionales. Responde con información científica ante diversos fenómenos naturales que ocurren en el planeta. Informa sobre el cambio climático y otros fenómenos sobre la base de datos experimentales y análisis científico de interés nacional. En servicios cubre varios requerimientos especializados de escasa existencia en el país.

7. Organización y Recursos Humanos

El personal comprende; Investigadores, Técnicos y Administrativos de Apoyo. En el siguiente cuadro se detallan los investigadores que ocupan 64 horas de su tiempo mensual en actividades de investigación. Desde mucho antes de la unión Carrera e Instituto, el IIF mantiene el equivalente a 12 ítems de tiempo completo para la investigación.

7.1. Organigrama

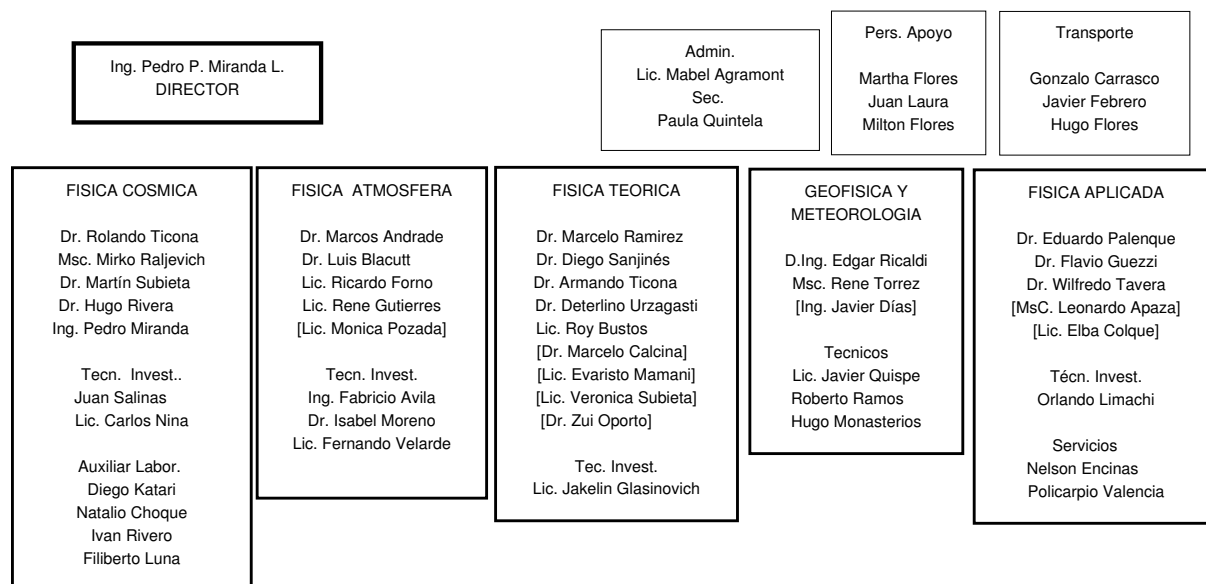


Figura 18: Personal científico y técnico en las áreas

Investigadores (26)	Phd	MSc	Lic.	
Titulare	11	4	4	
Interinos	2	1	4	
Administrativos(24)	Phd	MSc	Lic	Tec
Técnicos Investigación	1	1	4	11
Chóferes				3
Administración			1	3

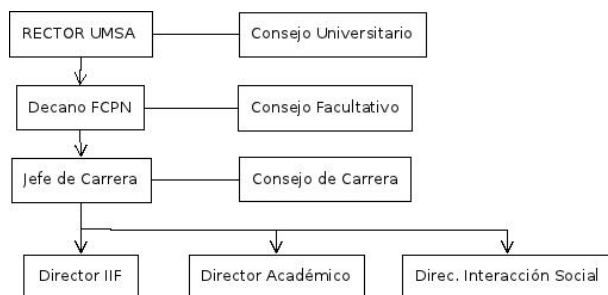


Figura 19: Estructura gerarquica UMSA

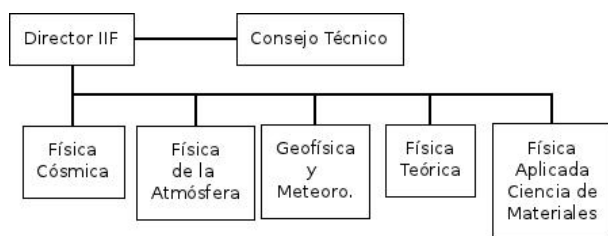


Figura 20: Estructura interna del IIF

7.1.1. Investigadores Titulares

Andrade Flores Marcos F., PhD.
 Blacutt Benavides Luis A., PhD.
 Bustos Espinoza Roy O. , Lic.
 Forno Gisbert Ricardo, Lic.
 Ghezzi Moris Flavio, PhD.
 Gutierrez Colque René L., Lic.
 Miranda Loza Pedro P., Ing.
 Palenque Vidaurre Eduardo, M.Sc.
 Raljevic Ergueta Mirko, M.Sc.
 Ramirez Avila G. Marcelo , PhD.
 Ricaldi Yarvi Edgar L., Dip. Ing.
 Rivera Bretel Hugo, PhD.
 Sanjinés Castedo Diego, PhD.
 Subieta Vasquez Martín, PhD.
 Tavera Llanos Wilfredo, PhD.
 Ticona Bustillos Armando, PhD.
 Ticona Peralta Rolando, PhD.
 Tórrez Santalla René, M.Sc.
 Urzagasti Guerrero Deterlino, PhD.

Interinos

Apaza Pilco Leonardo, M.Sc.
 Calcina Nogales Marcelo, PhD.
 Colque Sacarías Elba, Lic.
 Días Vidaurre Javier, Ing
 Mamani Carlo Evaristo, Lic.
 Oporto Almaráz Zui, PhD.
 Pozada Mónica, Lic.
 Subieta de Woitech Verónica, Lic.

Asociados

Gerard Arnaud, Lic.
 Peñafiel Nava Miguel, PhD.
 Zabala Peter, Lic.
 Gallas Jason A.C, Prof. PhD.
 Conde Gabriela, Lic.
 Oporto Almaráz Sorge A.,Lic.
 Depickére Stephanie, PhD.

7.1.2. Técnicos y Administración

Moreno Rivadeneira Isabel, PhD.
 Velarde Apaza Fernando, Lic.
 Glasinovic Rivamontan Jacqueline, Lic.
 Agramont Virreira Mabel, Lic.
 Avila Elias Fabricio, Ing.
 Limachi Kantuta Orlando
 Salinas Saavedra Juan
 Nina Choque Carlos Lorenzo, Lic.
 Quispe Mamani Javier, MSc.
 Encinas Laguna Nelson
 Valencia Quino Policarpo
 Carrasco Quispe Gonzalo
 Febrero Vila Javier
 Flores Terán Hugo
 Laura Pérez Juan
 Quintela Cordero Paula
 Catari Escobar Diego
 Choque Jihuacuti Natalio
 Luna Laura Filiberto
 Monasterios Guanto Hugo
 Rivero Marquez Manuel Ivan
 Ayala Mamani Roberto
 Flores Tancara Martha
 Flores Laruta Milton Felix

7.2. Datos Geográficos de predios

7.2.1. Oficina Central, Campus Universitario de Cota cota

Altura 3420 m.s.n.m.
Presión Atmosférica Media: 495 mmHg(660mb)
Gravedad: 977.467Gales (cm/seg^2)
Coord. Geográficas: Lt. 16°53'S Lg. 68°06'W
Coord. Magnéticas: Lt. 05°03'S Lg. 00°54'E
Area disponible: 5000m²
Area construida: 1000m² edificio de cinco pisos (en construcción)
p. web: www.fiumsa.edu.bo/iif

7.2.2. Laboratorio de Física Cósmica y Estación GAW/CHC de Chacaltaya

Altura: 5240 m.s.n.m.
Pico de la Montaña 5300 m.s.n.m.
Presión Atmosférica media: 408mmHg.(544mb)
Coord. Geográficas: Lt. 16°33'S Lg. 68°11'W
Coord. Magnéticas: Lt. 04°50'S Lg. 00°50'20"E
Rigidez Geomagnética: 12.5GV
Profundidad atmosférica: 530 g/cm^2 .
Dist. desde oficina central de Cota Cota: 35 Km
Area: disponible 16 ha, construida: 0.5 ha
Facilidad de Internet: www.chacaltaya.edu.bo
www.chacaltaya.umsa.bo

7.2.3. Observatorio de Patacamaya

Altura: 3794 m.s.n.m
Presión Atmosférica media: 473 mmHg.(630mb)
Coord. Geográficas: Lt. 17°15'39"S Lg. 67°56'53"W
Coord. Magnéticas: Lt. 06°08'09"S Lg. 01°26'02"E
Declinación 07°04'49", Inclinación 11°57'50", Horizontal 23145nT
Area: 6 ha disponible, 250m² construida.
Distancia desde Cota Cota: 115 Km
Temperatura: 8 ± 3 inv. 17 ± 3 ver.
Viento: 4.3 m/s media diaria, N S predominio.
humedad: 15 % inv. 80 % ver.
Rad. Solar: 200W/m² inv. +60 % Ver, 5KWh/m² energía diaria.
Eólico: 3m radio, 3 aspas, 170Wh/m² energía, 5KW media semidiaria.

7.2.4. Observatorio Geomagnético de Villa Remedios

Altura: 3945 m.s.n.m.
Coord. Geográficas: Lt. 16°46'15"S, Lg. 68°10'12"W
Coord. Magnéticas: Lt. 08°06'37"S Lg. 01°39'12"E
Declinación 08°05'45", Inclinación 11°57'18", Horizontal 23279nT
Area: 5000m² disponible, 150m² construida
Distancia desde Cota Cota: 40 Km

7.3. Cronología de los directores

Identificación original: Observatorio de Física Cósmica

1947-1963 Dr. Ismael Escobar
1963-1967 Ing. Rafael V. Harjit Ahlualia
1967-1968 Dr. Oscar Saavedra
1968-1973 Ing. Gastón Mejía
Nueva Identificación: **Instituto de Investigaciones Físicas**

1973-1978 Dr. Carlos Aguirre B.
1978-1980 Ing. Ricardo Anda Peters
1980-1980 Dr. Manuel Arellano
1980-1982 Ing. José Antonio Selaya
1982-1983 Dr. Nicolás Martinic
1983-1988 Ing. Oscar Villegas
1989-1992 Ing. Orlando Asturizaga
1992-1995 Lic. Alfonso Velarde Ch.
1995-2002 Ing. Pedro P. Miranda L.
2002-2008 Lic. Alfonso Velarde Ch.
2008-2014 Dr. Wilfredo Tavera Ll.
2014-2020 Ing. Pedro P. Miranda L.

Reconocimiento Profesor Honorarios

1988 Matano Tsuneo, PhD. Japón.
1992 Kawasumi Norio, PhD. Japón.
1995 Honda Ken, PhD. Japón.
2005 Kaneko Tatsunosuki, PhD. Japón.
2008 Yoshii Hisashi, PhD. Japón.

Reconocimiento Dr. Honoris Causa

2009 Saavedra Oscar, PhD. Italia.
2016 Kajita Takaaki, PhD. Premio Nobel 2015, Japón.

7.4. Presupuesto de Investigación

El presupuesto principal viene del Gobierno Central como dispone la Constitución Política del Estado (CPE), Sección II Educación Superior, Artículo 93. La Universidad dispone una fracción para la investigación, divide el Presupuesto Operativo Anual (POA) en trece facultades mas la administración central, Las facultades subdividen en Carreras, y cada Carrera tiene uno o mas institutos de investigación. El POA de nuestra Facultad de ciencias Puras y Naturales está subdividida en siete partes, (seis carreras mas administración facultativa). La carrera de Física en particular recibe el 23 % del presupuesto facultativo, de ese porcentaje el IIF recibe el 15 %. Este presupuesto el año 2016 alcanzó a 164778Bs (23540\$us), adicionalmente los ingresos propios por servicios y contribución extranjera, fueron de 90620Bs (12940 \$us), mas saldos en Caja de año anterior.

Los gastos están distribuidos por partidas para atender las Oficinas y laboratorios en Cota cota, y laboratorios a distancia, en su mayoría para: Combustibles y mantenimiento de vehículos; funcionamiento del IIF, Proyectos de investigación y estipendios para viajes. El año 2016 este monto de gasto fue de 306000Bs (43715\$us).

Como referencia, el estipendio día por viajes a Chacaltaya, o Patacamaya es de 32Bs, en el caso de Pernocite sube a 40Bs. En chacaltaya los 365 días del año pernocta un auxiliar de laboratorio, equivalen a 104 viajes al año tan solo para cambio de cuidador. En este aspecto la administración central de la UMSA contribuye con un fondo exclusivo para el cuidado de Chacaltaya.

La actividad de Investigación se suma a estos viajes y hasta duplica la cantidad de viajes a Chacaltaya entre personal técnico y científico de tres a seis personas mas por viaje. A los laboratorios de Villa Remedios y Patacamaya están programados 24 viajes anuales con cuatro personas como mínimo, en temporadas estos viajes se duplican.

Los instrumentos con los que cuenta el IIF en los diferentes Laboratorios, fueron en base a convenios de proyectos de investigación con entidades extranjeras, bajo fines y objetivos específicos. Otra fuente que destacar para equipamiento en estos últimos años son los proyecots con presupuesto de IDH.

8. Interacción Académica e Investigación

Desde sus inicios, el IIF ha permitido realizar trabajos de tesis de; licenciatura, ingeniería, maestria y doctorados, comenzando por la Carrera de Física de la que hoy depende, a universitarios de otras facultades como ingeniería, al universitarios del interior dependientes del Sistema Universitario, a universitarios que dependen de los convenios de diversas entidades extranjeras, estas acciones demuestran que la presencia del IIF de la UMSA, permite culminar sus estudios a todo universitario del país y del exterior.

En la actualidad, la Carrera de Física cuenta con el título académico de Licenciatura, y el postgrado de maestría y doctorado, obtienen los títulos de Licenciado en Física (Lic.), Maestro en Ciencias (M.C.) y Doctor en Ciencias (Dr.C.), aprobado por el Consejo Universitario de la UMSA Nro 447/04. En la organización del postgrado el director del IIF es parte del Consejo Académico de Postgrado (CAP).

La estructura académica e investigación, está ligada como para que el estudiante universitario en Ciencias Físicas, interactúe en los laboratorios de investigación con proyectos dirigidos por investigadores hasta la licenciatura, varios de estos trabajos son publicados en la Revista Boliviana de Física. En el caso del postgrado el proyecto es aprobado como una tarea o un proyecto de investigación, puesto que deben llegar a publicación internacional, aspecto que los hace mas comprometedor y formal para el IIF

Esta actividad hace que los universitarios puedan participar tempranamente en el desarrollo de la ciencias físicas, ellos impulsan, coadyuvan y se benefician en la participación a nivel internacional en congresos y seminarios que la sociedad internacional organiza en diversos países.

9. Servicios

El IIF proporciona servicios a la sociedad, en empresas de construcción y otros, tenemos variedad de técnicas en, Ensayos No Destructivos (END), Ensayos Destructivos (ED), para hormigones, Sonometría, Radiografías en tuberías de hierro y otros, también medimos diversas propiedades de los materiales, se disponen dos laboratorios.

9.1. Laboratorio de Materia Condensada - LMC

En este laboratorio se miden diferentes propiedades físicas, estos son:

Propiedades eléctricas: Conductividad (Resistividad), permitividad eléctrica, y sus variaciones con la temperatura, en un rango desde 200°C hasta 900°C

Propiedades Térmicas: Coeficiente de conducción de calor, coeficiente de expansión lineal, capacidad calorífica.

Propiedades Magnéticas: permeabilidad magnética, y sus variaciones con la temperatura en un rango desde -200°C hasta 400°C , coercitividad magneto resistencia.

Propiedades Acústicas: coeficiente de absorción, coeficiente de reflectividad.

Propiedades Ópticas: coeficiente de absorción, coeficiente de reflectividad.

Ensayos No Destructivos en Hormigones, realizados en el Laboratorio de Materia Condensada (IIF – UMSA)

A1) Medida de la resistencia mecánica de hormigón (en bloques para vías o elementos estructurales).- Con ultrasonido (utilizando el tomógrafo) y por número de rebote (con esclerómetro). El método ha sido estandarizado para diferentes dosificaciones (relación entre cemento, agua, áridos) de hormigones y morteros (mezclas con cemento y arena) y condiciones ambientales.

B1) Caracterización de elementos en estructuras por ultrasonido (tomógrafo).-El tomógrafo portátil para hormigones permite la caracterización de elementos de estructuras de hormigones (vigas, columnas, losas, etc.) ya que al realizar el barrido con ondas ultrasónicas (50 kHz) determina las zonas con diferentes impedancias acústicas, que están directamente relacionadas con la densidad. Esta cualidad permite no sólo obtener una imagen tridimensional del interior del elemento analizado (tomografía) sino que además diferencia hormigones de armaduras, pudiéndose localizar y medir estas últimas. Además, las diferencias relativas en densidad permite la identificación (localización y medida) de cangrejas (oquedades), segregación de mezcla, cuerpos extraños, etc.

C1) Medida de las propiedades térmicas.- Se cuenta con un sistema especialmente diseñado y construido para la medida del coeficiente térmico de dilatación de hormigones, que puede utilizarse también para la medida de otros materiales.

D1) Tratamiento de imágenes de fractura.-Los hormigones fraguados en malas condiciones tienden a producir fracturas superficiales (grietas o fisuras) que afectan al rendimiento de las piezas producidas. El LMC cuenta con un sistema de análisis de la distribución superficial de las fisuras, capaz de cuantificar tanto la extensión como profundidad de las fisuras. El análisis se realiza a través de la toma de fotografías (directas o con microscopio) y un tratamiento de software sobre los contrastes de los píxeles.

Medidas Acústicas.- Medición y certificación de niveles de ruido; respuesta en frecuencia, respuesta en intensidad, direccionalidad, adecuación y certificación de sonómetros, curvas de corrección por altura.

9.2. Laboratorio de Materiales y Ensayos

En materiales de hierro usados para la industria se realizan diversas pruebas y estudios, estos son:

Ensayos destructivos (ED).- En las propiedades mecánicas se realizan; Tracción, Plegado, Flexión y Compresión. En propiedades físicas; Ensayos metalografico y micrografía.

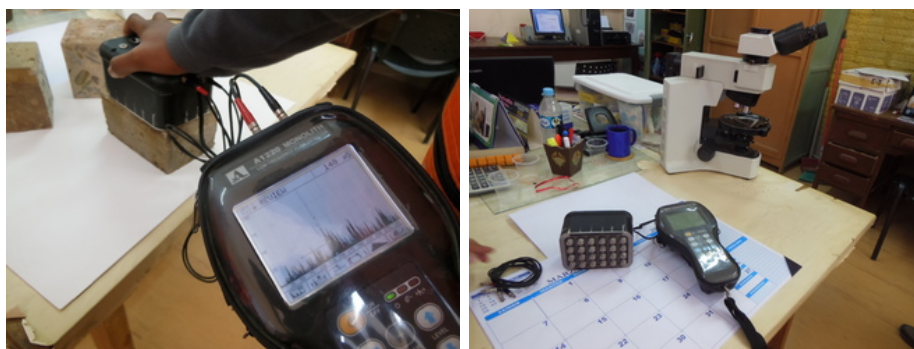


Figura 21: Instrumentos de Servicios: Tomógrafo y microscopio para micrografía.

Ensayo de tracción en alambres, fibras naturales y sintéticas

En Ensayos No Destructivos (END).- Control de Soldadura industrial con Radiografía industrial mediante Rayos-X, Inspección Ultrasónica de soldaduras, Medida de espesor por Ultrasonido, Caracterización de propiedades eléctricas, magnéticas y ópticas, Radiografía de probetas de tubería de 2,3,5,4,6,10 pulgadas, Radiografía en probetas en plancha en T, en plancha tope, traslape y L. Ensayos de tracción, ensayo metalográfico, ensayo de plegado, ensayo dimensional.

Servicios especializados.- Diseño y calificación de uniones soldadas (WPS y QPR), Calificación de soldadores y operadores de soldadura, Supervisión de calidad de soldaduras de montaje y mantenimiento industrial.

Capacitación de personal.- Cursos de Ensayos No Destructivos, preparación de soldadores para homologación para contratos especializados.

Otros Ensayos; Ensayos de características de precinto termocontraíble, Ensayos de características de tapones de seguridad, Ensayos de precinto de seguridad para cisternas de GLP.

10. Proyectos en ejecución aprobados

Como información de los proyectos que se vienen desarrollando, se listan los de este año 2017 y como referencia del año 2016 que se da por concluidas, sin embargo los laboratorios que adquieren datos continúan generando datos y el personal técnico y científico supervisan los experimentos.

10.1. Proyectos en ejecución gestión 2017

A manera de hacer conocer la realización de proyectos aprobados en asamblea docente estudiantil para las últimas gestiones, presentamos una lista de estos proyectos.

1. ANÁLISIS DE SISTEMAS COMPLEJOS, Marcelo Ramírez, Flavio Ghezzi, Verónica Subieta, Roy Bustos, Pedro Miranda
2. ESTUDIO TEÓRICO DEL EFECTO DE LA RADIOTERAPIA EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DE CÉLULAS CANCEROSAS, Marcelo Ramírez
3. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN MATERIA CONDENSADA, Eduardo Palenque, Wilfredo Tavera, Peter Zabala
4. MATERIALES MESOSCÓPICOS, Flavio Ghezzi, Wilfredo Tavera, Armando Ticona, Eduardo Palenque
5. INGENIERIA DE INTERACCIONES EN UNA RED, Diego Sanjines.

6. PATRONES LOCALIZADOS Y EXTENDIDOS EN SISTEMAS NO LINEALES, Deterlino Urzagasti.
7. ESTRUCTURAS LOCALIZADAS EN FERROMAGNETOS BIDIMENSIONALES, Deterlino Urzagasti.
8. EXPERIMENTOS DE RAYOS CÓSMICOS Y FÍSICA DE PARTÍCULAS, Martin Subieta , Mirko Raljevic, Hugo Rivera B., Rolando Ticona, Pedro Miranda.
9. CONDICIONES DE SINCRONIZACION DE OSCILADORES MÓVILES ACOPLADOS, Roy Bustos E.. Marcelo Ramírez.
10. ENRGIAS ALTERNATIVAS EN PATACAMAYA, ANALISIS DE LOS DIFERTENTES ASPECTOS QUE DETERMINAN SU RENDIMIENTO, ESTABILIDAD, FALLOS, ETC., Rene Torrez.
11. PARTES 1 Y 2, HIDROMETRIA Y GEOLOGIA APLICADA A LA HIDROLOGIA DE LA CUENCA DEL RIO KUSILLANI "DEL PROGRAMA "BALANCE HIDRICO DE LA CUENCA DEL RIO KUSILLANI", Edgar L. Ricaldi Yarvi.
12. PROGRAMAS FISICA ATMOSFERICA, Marcos Andrade, Ricardo Forno, Luis Blacutt, Rene Gutierrez

10.2. Proyectos gestión 2016

1. Materiales Mesoscópicos; Flavio Ghezzi, Wilfredo Tavera, Armando Ticona.
2. Análisi de sistemas complejos; Marcelo Ramirez, Flavio Ghezzi, Pedro Miranda.
3. Estudio Teórico de la radioterapia en la dinámica poblacional de células cancerosas; Marcelo Ramirez.
4. Programa de Investigación en Materia Condensada; Eduardo Palenque, Wilfredo Tavera.
5. Programa GAW Chacaltaya; Marcos andrade, Ricardo Forno, Luis Blacur, René Gutierrez.
6. Patrones localizados y extendidos en sistemas no lineales; Deterlino Urzagasti.
7. Patrones localizados extendidos en sistemas ferromagnéticos no lineales; Deterlino Urzagasti.
8. Experimentos en Chacaltaya relacionado con el estudio de rayos cósmicos y el clima espacial; Martin Subieta, Hugo Rivera, Pedro Miranda, Rolando Ticona, Mirko Raljevic
9. Difusión y moderación de neutrones, Isaac poma.
10. Disección de los datos seguidores de descargas eléctricas atmosféricas características principales en cielo boliviano, Edgar Ricaldi.
11. Evaluación de los efectos de la temperatura y la RUV sobre la eficiencia de paneles solares, Rene Torres.
12. Caracterización de la sincronización de osciladores móviles acoplados, Roy bustos.
13. Efectos de campos no homogéneos y campos armónicos en una red de enlace fuerte bajo la aproximación semi clásica; Diego Sangines, Evaristo Mamani

10.3. Proyectos IDH 2011 2017

Los proyectos IDH son de duración plurianual, se listan las fechas de inicio.

Año 2016

1. Hidrometría y Balance hidrológicos de la Cuenca del Rio Kusillani La Paz, Ing. E. Ricaldi.
2. Fitoquímica en Hojas y Frutos de Papas para productos con Valor Agregado de Combaya y La Paz, Dr. Flavio G. Ghezzi Moris
3. Estudio de la Capa Límite Planetaria en La Paz, Dr. Marcos Andrade Flores
4. Desarrollo de un Equipo para Certificar la Calidad de Gafas, Dr. Luis A. Blacutt Benavides

Año 2014

5. Planta Piloto Híbrida de Energía Solar Fotovoltaica y Aerogenerador, Est. Exp. Patacamaya, MSc.. Rene Torrez.

Año 2012

6. Puesta en Operación Estación Regional GAW/WMO-Chacaltaya, Dr. Francesco Zaratti.
7. Análisis de Hormigones por Ultrasonido en Bolivia, Estudio de Ultrasonico de Hormigones y Suelo para Vías, Dr. Eduardo Palenque

Año 2011

8. Fortalecimiento en Laboratorio de Materia Condensada, Dr. E. Palenque

11. Publicaciones

11.1. Publicaciones Internacionales

11.1.1. Física Teórica

1. **D. Urzagasti**, *Two-dimensional localized chaotic patterns in parametrically driven systems*, PHYSICAL REVIEW E 95, 052216 (2017).
2. **D. Urzagasti**, *Soliton interaction and further merging in normal-dispersion fiber lasers modeled with the cubic-quintic CGLE*, International Journal of Modern Physics B. Vol. 30, No. 32 (2016) 1650231 (14 pages), World Scientific Publishing Company.
3. **D. Urzagasti**, *Seesaw drift of bright solitons of the nonlinear Schrodinger equation with a periodic potential*, Journal of Nonlinear Optical Physics & Materials Vol. 25, No. 3 (2016) 1650038 (8 pages), World Scientific Publishing Company.
4. **D. Urzagasti**, *Hyper-Chaotic and Chaotic Synchronisation of Two Interacting Dipoles, Nonlinear Dynamics: Materials, Theory and Experiments. Selected Lectures, 3rd Dynamics Days South America*, Valparaiso 3–7 November 2014.
5. **D. Urzagasti**, D. Becerra-Alonso, L. M. Pérez, H. L. Mancini, D. Laroze, *Hyper-chaotic Magnetisation Dynamics of Two Interacting Dipoles*. Journal of Low Temperature Physics (2015), 181:211-222
6. **D. Urzagasti**, A. Aramayo, D. Laroze, *Soliton–antisoliton interaction in a parametrically driven easy-plane magnetic wire*. Physics Letters A 378 (2014) 2614–2618.
7. **D. Urzagasti**, D. Laroze, H. Pleiner, *Localized chaotic patterns in weakly dissipative systems*. The European Physical Journal Special Topics (2013).

8. **D. Urzagasti**, D. Laroze · M. G. Clerc · H. Pleiner, *Breather soliton solutions in a parametrically driven magnetic wire*. EPL (Europhysics Letters) (2013).
9. **G.M. Ramírez Ávila**, J. Kurths, J.L. Guisset, J.L. Deneubourg. *How do small differences in nonidentical pulse-coupled oscillators induce great changes in their synchronous behavior?*. The European Physical Journal-Special Topics 223. 2759-2773 (2014).
10. **G.M. Ramírez Ávila**, A. Gapelyuk, N. Marwan, H. Stepan, J. Kurths, Th. Walther, N. Wessel. *Classifying healthy women and preeclamptic patients from cardiovascular data using recurrence and complex network methods*. Autonomic Neuroscience: Basic, Clinical 178, 103-110 (2013).
11. **G.M. Ramírez Ávila**, A. Gapelyuk, N. Marwan, Th. Walther, H. Stepan, J. Kurths, N. Wessel. *Classification of cardiovascular time series based on different coupling structures using recurrence networks analysis*. Philosophical Transactions of the Royal Society A 371; 20110623 (2013).
12. **Ramírez Ávila G.M.**, Kurths J. (2016): Unraveling the primary mechanisms leading to synchronization response in dissimilar oscillators. The European Physical Journal-Special Topics 225. 2487-2506.
13. **Bustos Espinoza R.O.E., Ramírez Ávila G.M.** (2016): Synchronization of coupled maps using periodicities. The European Physical Journal-Special Topics 225. 2697-2705.
14. **Gérard A.**, Yapu-Quispe L., Sakuma S., **Ghezzi F., Ramírez Ávila G.M.**, (2016): Nonlinear behavior of the tarka flute's distinctive sounds. Chaos 26, 093114.
15. Schultz P., Peron T., Eroglu D., Stemler T., **Ramírez Ávila G.M.**, Rodrigues F.A., Kurths J. (2016): Tweaking synchronization by connectivity modifications. Physical Review E 93, 062211.
16. **Ramírez Ávila G.M.**, Kurths J., Guisset J.L., Deneubourg J.L. (2014): How do small differences in nonidentical pulse-coupled oscillators induce great changes in their synchronous behavior? The European Physical Journal-Special Topics 223. 2759-2773.
17. Tellería Narvaez C.A., Fernández Alcázar S., Barrientos Zamora F.G., Chungara Castro J., Luna Lauracia I., Mamani Tola H., Mita Peralta E., Muñoz Gosálvez A.O., Romero Bolaños L.E., **Ramírez Ávila G.M.** (2014): X-Ray Fluorescence to Determine Zn in Bolivian Children using Hair Samples. Nuclear Data Sheets 120, 258-260.

11.1.2. Física de la Atmósfera

1. Marcos Andrade flores, Nestor rojas, Megan L. Melamed. Olga L. Mayol Bracero, Michel Grutter, Laura Dawidowski, Juan Carlos Antuña, Carlos rudamas, Laura Gallardo, Rubén Mamani Paco, María de Fátima A., nicolas Huneues. *Fostering a collaborative Atmospheric Chemistry, Research community in the Latin America and Caribbean Region*, International Journal of Climatology, DOI: 10.1002, 5037 (2017)
2. Pérez-Ramírez, D., **M. Andrade-Flores** , D., T. Eck, A. Stein, N. O'Neill, H. Lyamani, S. Gassó, D. N. Whiteman, I. Veselovskii, F. Velarde and L. Alados-Arboledas, (2017), *Multiyear Aerosol Characterization in the Tropical Andes and in Adjacent Amazonia Using Aeronet Measurements*, Atmos. Environ.

3. Hunziker, S., S. Brönnimann, J. Calle, I. Moreno, **M. Andrade**, L. Ticona, W. Lavado, A. Huerta (2017) Effects of undetected data quality issues on climatological analyses. *Climate of the Past, Discussions*.
4. Hunziker S., S. Gubler, J. Calle, I. Moreno, **M. Andrade, F.**, F. Velarde, L. Ticona, G. Carrasco, Y. Castellon, C. Oria, M. Croci- Maspoli, T. Konzelmann, M. Rohrer, S. Bronnimann, Identifying, attributing, and overcoming common data quality issues of manned station observations, *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.5037, (2017).
5. Rose C., K. Sellegri, I. Moreno, F. Velarde, M. Ramonet, K. Weinhold, R. Krejci, **M. Andrade, A.** Wiedensohler, P. Ginot, and P. Laj., CCN production by new particle formation in the free troposphere, *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 1529–1541, (2017).
6. Perry L.B., A. Seimon, **M. F. Andrade-Flores**, J. L. Endries, S. E. Yuter, F. Velarde, S. Arias, M. Bonshoms, E. J. Burton, I. R. Winkelmann, C. M. Cooper, G. Mamani, M. Rado, N. Montoya & N. Quispe, Characteristics of Precipitating Storms in Glacierized Tropical Andean Cordilleras of Peru and Bolivia, *Annals of the American Association of Geographers*, Vol. 107, <http://dx.doi.org/10.1080/24694452.2016.1260439> (2017)
7. Mok, J. N. A. Krotkov, A. Arola, O. Torres, H. Jethva, **M. Andrade**, G. Labow , T. F. Eck , Z. Li, R. R. Dickerson, G. L. Stenchikov, S. Osipov & X. Ren, Impacts of brown carbon from biomass burning on surface UV and ozonephotochemistry in the Amazon Basin. *Scientific Reports*, 6, 36940; doi: 10.1038/srep36940 (2016).
8. **Andrade-Flores M.**, N. Rojas, M. L. Melamed, O. L. Mayol-Bracero, M. Grutter, L. Dawidowski, J.C. Antuña-Marrero, C. Rudamas, L. Gallardo, R. Mamani-Paco, M. de F. Andrade, N. Huneus, Fostering a collaborative atmospheric chemistry research community in the Latin America and Caribbean Region, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, <http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00267.1>, (2016).
9. Molina, L. T., Gallardo L., **M. Andrade**, D. Baumgardner, M. Borbor-Córdova, R. Bórquez, G. Casassa, F. Cereceda-Balic, L. Dawidowski, R. Garreaud, N. Huneus, F. Lambert, J. L. McCarty, J. Mc Phee, M. Mena-Carrasco, G. B. Raga, C. Schmitt, and J. P. Schwarz (2015), Pollution and its Impacts on the South American Cryosphere, *Earth’s Future*, 3, 345–369, doi:10.1002/2015EF000311, (2016).
10. **Andrade M., F. Zaratti, R. Forno, R. Gutiérrez**, I. Moreno, F. Velarde, F. Ávila, M. Roca, M.F. Sánchez, P. Laj, J.L. Jaffrezo, P. Ginot, K. Sellegri, M. Ramonet, O. Laurent, K. Weinhold, A. Wiedensohler, R. Krejci, P. Bonasoni, P. Cristofanelli, D. Whiteman F. Vimeux, A. Dommergue & O. Magand, Puesta en marcha de una nueva estación de monitoreo climático en los Andes centrales de Bolivia: la estación GAW/Chacaltaya, *Rev. Bol. Fís.*, 26, 6–15, 2015.
11. **Blacutt, Luis A.**, Herdies, Dirceu L., de Goncalves, Luis Gustavo G., Vila, Daniel A., **Andrade Marcos**, Precipitation Comparison for the CFSR, MERRA, TRMM3B42 and Combined Scheme datasets in Bolivia, *Atmospheric Research* (2015), doi: 10.1016/j.atmosres.2015.02.002
12. Rose C., K. Sellegri, F. Velarde, I. Moreno, M. Ramonet, K. Weinhold, R. Krejci, **M. Andrade**, A. Wiedensohler , P. Laj, Frequent nucleation events at the high altitude station of Chacaltaya (5240 m a.s.l.), Bolivia, *Atmospheric Environment*, 102, 18-29, 2015.
13. Pérez-Ramírez, D., D. N. Whiteman, A. Smirnov, H. Lyamani, B. N. Holben, R. Pinker, **M. Andrade**, and L. Alados-Arboledas, Evaluation of AERONET precipitable water vapor

versus microwave radiometry, GPS, and radiosondes at ARM sites, J. Geophys. Res. Atmos., 119, doi:10.1002/2014JD021730, 2014.

14. Jungbin Mok, Nickolay A. Krotcov, Antti Arola, Omar torres, Hiren Jethva, Marcos andrade, Gordon Labow, Thomas F. Eck, Zhanqing Li, Russel R. Dickerson, Georgiy L. Stenchikov, Sergey Osipov & Xinrong Ren, Impact of brown carbon from biomass burning on surface UV and ozone photochemistry in the Amazon Basin. Scientific Reports, Sientific Reports, 6:36940, DOI:10.1038/srep36940
15. Eduardo Landulfo, Fabio Juliano da Silva Lopes, Ricardo N. Forno, Maria Fernanda Sánchez + 22 mas, ALINE/LALINET NETWORK STATUS, EPJ Web of Conferences 19004 (2016), ILRC 27, DOI: 10.1051/epjconf/2016 11919004
16. Juan Luis Guerrero-Rascado, Eduardo Landulfo, Juan Carlos Antuña, Ricardo Forno, Maria Fernanda Sánchez, +25 mas, Latin American Lidar Network (LALINET) for aerosol research: Diagnosis on network instrumentation, Journal of Atmospheric and Solar -Terrestrial Physics 138-139:112-120, February 2016
17. Juan Carlos Antuña-Marrero, Eduardo Landulfo, René Estevan, Boris Barja, Alan Robock, Elián Wolfram, Pablo Ristori, Barclay Clemesha, Francesco Zaratti, Ricardo Forno, Errico Armandillo, Álvaro E. Bastidas, Ángel M. de Frutos Baraja, David N. Whiteman, Eduardo Quel, Henrique M. J. Barbosa, Fabio Lopes, Elena Montilla-Rosero, and Juan L. Guerrero-Rascado, LALINET The First Latin American–Born Regional Atmospheric Observational Network, BAMS-D-15-00228, June 2017 <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-15-00228.1>

11.1.3. Física Aplicada

1. Efecto de los cambios climáticos sobre los bosques de altura del altiplano, V. Serrudo et .al + E.Palenque, en Japones; Cap. 9 en Naturaleza Andina; Kazuhara Mizuno, ed. Tokio, 2016.
2. High Levels of Resveratrol in Grapes Cultivated at High Altitude Valleys in Bolivia, Marco Taquichiri, Ruth Ayarde, Pastor Gutierrez, Atma-Sol Bustos, Carolina Paredes, Juan Carlos Callisaya, Juan Carlos Surco, **Eduardo R. Palenque**, **Flavio Ghezzi**, Juan Antonio Alvarado and J. Mauricio Peñarrieta, International Journal of Fruit Science Vol. 14 , Iss. 3 (2014)

11.1.4. Rayos Cósmicos

1. *Simultaneous Observation of Solar Neutrons from the ISS and High Mountain Observatories in association with a flare on July 8, 2014*, Y. Muraki¹, **D. Lopez**, K. Koga, F. Kakimoto, T. Goka, L.X. González, S.Masuda, Y. Matsubara, H. Matsumoto, **P. Miranda**, O. Okudaira, T. Obara, J. Salinas, T. Sako, S. Shibata, **R.Ticona**, Y. Tsunesada, J.F. Valdés-Galicia, K. Watanabe, T. Yamamoto. Solar Physics (2016), 291:1241-1265, Springer
2. *Simultaneous observation at sea level and at 5200 m.a.s.l. of high energy particles in the South Atlantic Anomaly*, C.R.A. Augusto, C.E. Navia, K.H.Tsui, H.Shigueck, **P.Miranda**, **R.ticona**,**A.Velarde**, O.Saavedra, Elsevier Astroparticle Physics, <https://doi.org/10.1016/j.astropartphys.2010.04.005>
3. LAGO Collaborations,.H. Asoray,X. Bertou,A.De Castro,P.Miranda,H. Rivera, M. Subieta,R. Ticona,...+88 mas., *The Latin American Giant Observatory: Contributions to the 34th International Cosmic Ray Conference* (ICRC 2015),<https://arxiv.org/abs/1605.02151>

4. LAGO Collaboration (H. Asorey , **P. Miranda**, A. Núñez-Castiñeyra, L. A. Núñez, J. Salinas, C. Sarmiento-Cano, **R. Ticona**, **A. Velarde**, C. Sarmiento-Cano), *Analysis Of Background Cosmic Ray Rate In The 2010-2012 Period From The Lago-Chacaltaya Detectors Background Analysis At Lago Chacaltaya*, INSPIRE, SISSA (2015-08-25), C15-07-30, p.58-65, <http://inspirehep.net/record/1478306#>
5. *New Air Cherenkov Light Detectors to Study Mass Composition of Cosmic Rays with Energies Above the Knee Region*, Yoshiki Tsunesada, Ryoichi Katsuya, Yu Mitsumori, Fumio Kakimoto, Hisao Tokuno, Norio Tajima, Katsuo Nishi, Hisashi Yoshii, **Pedro Miranda**, **Alfonso Velarde**, **Wilfredo Tavera**, Juan Salinas, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A, Volume 763, P 320-328, 2014 ELSEVIER B.V., code 2014 NIMPA,763..320T, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900214007967!

11.2. Publicaciones Nacionales, Revista Boliviana de Física

Hasta el año 1994 las publicaciones fueron en el resumen de labores del IIF, estos resúmenes contemplan todo el trabajo de los grupos. A partir de 1995 es la **Revista Boliviana de Física** nuestro portavoz de publicaciones como resultado de las investigaciones del IIF, cumpliendo formalmente la modalidad ISSN 1562-3823 y poniéndose al servicio de Bolivia a través de la sociedad Boliviana De Física.

A continuación listamos los resultados en investigación Publicaciones 2010-2017

2010, RBF NRO. 16, Revista Boliviana de Física

1. EVALUACION DEL MODELO CLIMATICO REGIONAL PRECIS PARA EL AREA DE BOLIVIA: COMPARACION CON DATOS DE SUPERFICIE , Marcos F. Andrade F. & Luis A. Blacutt B.
2. EVALUACION DEL POTENCIAL DE RADIACION SOLAR GLOBAL EN EL DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA UTILIZANDO MODELOS DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA E IMAGENES SATELITALES, Marcelo J. Lucano & Ivan E. Fuentes M.
3. OBSERVACION DE NEUTRONES SOLARES Y EFECTOS SOBRE EL CAMPO MAGNETICO TERRRESTRE ASOCIADOS CON LA FULGURACION SOLAR DEL 2 DE NOVIEMBRE DE 2003 Chamani W. et al.
4. DISEÑO DE UN OSCILOSCOPIO MULTICANAL CON FPGA (PROYECTO LAGO), Pedro Miranda Loza & Fabricio G. Avila Elías
5. DOS PASIONES: LA FISICA COSMICA Y LAS NIEVES ANDINAS, Gral. Ing. Jose Antonio Zelaya

2010, RBF NRO.17

6. CONDICIONES DE SINCRONIZACION EN DOS PENDULOS ACOPLADOS A. R. Ticona Bustillos & G. M. Ramírez Avila
7. MEDIDAS DE ALBEDO EN UV-B EN EL SALAR DE UYUNI Francesco Zaratti et al.
8. EFECTO DEL CAMPO ELECTRICO ATMOSFERICO SOBRE EL CONTEO DE PARTICULAS CARGADAS DETECTADAS POR UN CENTELLADOR EN EL LABORATORIO DE FISICA COSMICA DE CHACALTAYA Winkelmann R.
9. KINKS Y SOLITONES EN LA ECUACION DE GINZBURG-LANDAU CUBICA-QUINTICA REAL, D. Urzagasti . POST-COMPRESION DE PULSOS CON DIFERENTES PERFILES TEMPORALES, F. Flores & J. San Román
10. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMATICO EN EL SUR DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ: PATACAMAYA Y CALACOTO Andrés W. Burgoa Mariaca
11. SUCESSION GENERALIZADA DE FIBONACCI APLICADA A CIRCUITOS TIPO ESCALERA Diego Sanjinés C.

2011, RBF NRO. 18

12. AUTOSIMILARIDADES EN EL ESPACIO DE PARAMETROS DEL CIRCUITO DE CHUA CON NO-LINEALIDADES DISCRETAS Y CONTINUAS, G.M. Ramirez Avila y J.A.C. Gallas
13. FUNCION EMPIRICA DE DISTRIBUCION LATERAL MUONICA, R. Bustor, A. Herrera, Y. Tsunesada y I. Poma

14. ENSAYOS DE IMPACTO SOBRE LA JATATA (GONOMA DEVERSA) BAJO DIVERSOS TRATAMIENTOS FISICOS, E.R. Palenque, F. Ghezzi y C. Vargas
15. CARACTERIZACION DE LA CONCENTRACION DE OZONO SUPERFICIAL EN LA CIUDAD DE LA PAZ EN EL REGIMEN DE MADRUGADA, Wilmer Tapia Portugal, Marcos Andrade
16. EL SONOGRAMA UNA REPRESENTACION PRACTICA DE LOS SONIDOS, Arnaud Gerard A.
2011, RBF NRO. 19
17. CARACTERIZACION DE SISTEMAS DINAMICOS MEDIANTE PERIODICIDADES, G.M. Ramirez Avila y J.A.C. Gallas
18. BUSQUEDA DE LA COMPONENTE DE ALTA ENERGIA DE DESTELLOS DE RAYOS GAMA (GRB) CON EL EXPERIMENTO INCA II, Wara Chamani y Alfonso Velarde
19. SIMULACION DEL PROBLEMA DE N CUERPOS CARGADOS: EL ATOMO CLASICO, V.M. Peñafiel
20. SOLUCION DE ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES POR EL METODO DE MONTE CARLO, Franz Suxo Mamani
21. TRATAMIENTO DE ABERRACION ESFERICA MEDIANTE SERIE FOCAL, Arian Tellería
22. DISTRIBUCION DE POTENCIA ELECTROMAGNETICA EN UN RECINTO METALICO, Evaristo Mamani y Diego Sanjinés C.
2011, RBF NRO. 20
23. ONE YEAR OF CLOUD OPTICAL DEPTH MEASUREMENTS WITH SUNPHOTOMETER IN CAMARGUEY, CUBA, Boris Barja et al.
24. OPTIMIZED DATA-GLUING METHOD FOR MIXED ANALOG/PHOTONCOUNTING LIDAR SIGNALS, Diego Lange et al
25. CONSTRUCCION DE UN LIDAR MONOESTATICO COAXIAL DE RETRODISPERSION ELASTICA EN MEXICO PARA EL MONITOREO AMBIENTAL, Reynoso Lara E. et. Al
26. MEDICION DE LOS LOBULOS FONTAL Y RETRODIPERSION DE SEIS DIFERENTES LINEAS, DE LOS LASERES DE AR Y HENE AL ATRAVERAR NEBLINA CON DIFERENTES DENSIDADES, Reynoso Lara E. et al.
27. SYSTEMATIC OZONE AND SOLAR UV MEASURENENTS IN THE OBSERVATORIO ATMOSFERICO DE LA PATAGONIA AUSTRAL ARGENTINA, Wolfram E. et al.
28. STUDY ON AEROSOL PROPERTIES OVER MADRID (SPAIN) BY MULTIPLE INSTRUMENTATION DURING SPALI 10 LIDAR CAMBPAIGN, F. Molero et. Al.
29. EVALUATION OF INVERSION ALGORITHM SENSITIVITY IN STRATOSPHERIC OZONE DIAL PROFILE, Orte F. et al.
30. SOUTHERN BRAZIL: ANALYSIS OF AEROSOLS FRON DIFFERENT SOURCES THROUGH THE SENSORS MODIS AND CALIOP, Glauber Lopes Mariano et al.
31. RAMAN LIDAR MONITORS EMISSIONS FROM SUGAR CANE FIRES IN THE STATE OF SAO PAULO: A PILOT-PROJECT INTERGRATING RADAR, SODAR, AEROSOL AND GAS OBSERVATIONS, G. Held et al.
32. COMPRARISON OF AOD MEASUREMENTS AND FORECASTS OF SHARAN DUST EVENTS AT CAMAGUEY, CUBA, Juan Carlos Antuña et al
33. REMOTE CONTROL AN TELESCOPE AUTO-ALIGNMENT SYSTEM FOR MULTIANGLE LIDAR UNDER DEVELOPMENT AT CELAP, ARGENTINA, Juan V. Pallotta et al
34. RAYLEIGH LIDAR TEMPERATURE PROFILES BETWEEN 15 - 60 KM DURING OZITOS CAMPAIGN IN RÍO GALLEGOS (5155'S, 6914'W), ARGENTINA, Salvador J. et al.
35. OPTICAL STUDY OF THE LASER BEAM PROPAGATION ON ND: YAG CRYSTAL SLAB FOR SPACE LIDAR MISSIONS, Kosmas Gazeas et al.
36. IMAGING LIDAR PERFORMANCE MODEL DEVELOPMENT AND SIMULATION SIMULATION, Kosmas Gazeas and João Pereira do Carmo
37. AEROSOL TRANSPORT TO THE ANDEAN REGION: A NEW GAW STATION, Andrade M. et al.
38. DETERMINATION OF THE SEASONAL VARIATION OF THE NITROGEN DIOXIDE AND OZONE VERTICAL COLUMN DENSITY AT RIO GALLEGOS, PROVINCE, ARGENTINA, USING A ZENITHSKY DOAS SYSTEM SANTA CRUZ, Marcelo Raponi et al.

39. USING SPACE-BORNE LIDAR TO IDENTIFY TROPOSPHERIC AEROSOLS, Patrick Hamill and Araceli Lopez-Garibay
40. AEROSOLS MEASUREMENTS WITH A CIMEL CE-318 SUN PHOTOMETER IN CAMAGUEY, CUBA, René Estevan et al.
41. THERMAL ANALYSIS OF LD PUMPED ND: YAG LASER SLAB AND FAILURE ANALYSIS, Dimitrios T. Kokkinos et al.

2012, RBF 21

42. MEDIDAS DE RADIACION ULTRA VIOLETA SOLAR EN EL MUNICIPIO DE SICA SICA, L. Fanola, D. Guzmán, M. Peñaloza y F. Zaratti
43. ANALISIS DEL BALANCE DE MASA MENSUAL Y ANUAL DEL GLACIAR TROPICAL ZONGO (BOLIVIA), Leonardini G. et al.
44. MODELO GEOMETRICO Y CARACTERIZACION ESPECTRAL DE TUBOS FLUORESCENTES DE LUZ ULTRAVIOLETA, E. Juaniquina, F. Zaratti, F. Ghezzi, F. Velarde y A. R. Ticona Bustillos
45. CORRELACION DE LA ACTIVIDAD SOLAR CON LOS EXPERIMENTOS NM64 Y LAGO, Vladimir Miranda

2012, RBF 22

46. CONDICIONES DE SINCRONIZACION DE DOS OSCILADORES MÓVILES, E. Bustos Espinoza y G. M. Ramirez Avila
47. PRUEBAS DE ALINEALIDAD POR DATOS SUBROGADOS SOBRE SERIES EXPERIMENTALES, V. M. Peñafiel
48. UN CRITERIO PARA LOCALIZACION DINAMICA CON BASE EN EL ESQUEMA DEL PENDULO DE KAPITZA EN LA RED, Diego Sanjinés
49. SIMULACION MONTE CARLO PARA REGISTROS DE PRECIPITACION PLUVIAL, V.M. Peñafiel y M. Andrade

2013, RBF 23

50. MODELOS DE ESTIMACION DE LA RADIACION SOLAR PARA EL ALTIPLANO CENTRAL DE BOLIVIA, R. Torrez, A. Burgoa y E. Ricaldi
51. ANALISIS ESTOCASTICO SOBRE REGISTROS DE TEMPERATURA, V. M. Peñafiel y M. Andrade
52. FENOMENOS NO LINEALES EN LA REACCION DE BELOUSOV - ZHABOTINSKY. ESTABILIDAD, S. A. Oporto Alamaraz y G. M. Ramirez Avila
53. ENFRIAMIENTO DE AGUA MEDIANTE EL USO DE AIRE LIQUIDO, G. F. Meyer F., E. Berazain y A. Paredes

2014, RBF 24

54. APLICACION DE FLUORESCENCIA DE RAYOS-X POR REFLEXION TOTAL EN LA DETERMINACION DE CONCENTRACION DE ZINC EN CABELLO DE NIÑOS PARA LA ESTIMACION DE NIVELES NUTRICIONALES, C. A. Telleria Narvaez, S. Fernandez Alcazar, F. G. Barrientos Zamora, A. O. Muñoz Gosalvez, L. E. Romero Bolaños y G. M. Ramirez Avila
55. RESULTADOS DEL EXPERIMENTO ALICE PARA LA FISICA DE RAYOS COSMICOS, M. A. Subieta Vasquez
56. BITS CUANTICOS EN UN CIRCUITO LC CON CARGA DISCRETA, M. Calcina Nogales
57. EXPERIMENTO LAGO CHACALTAYA 2013, P. Miranda, R. Ticona, A. Velarde, H. Rivera y M. Subieta

2014, RBF NRO. 25

58. ANALISIS ESTADISTICO DE TEMPERATURAS EXTREMAS SOBRE TERRITORIO BOLIVIANO, V. M. Peñafiel y M. Andrade
59. SINCRONIZACION Y ESTABILIDAD EN UN SISTEMA COMPUESTO POR DOS OSCILADORES QUIMICOS IDENTICOS S. A., Oporto Almaraz y G. M. Ramirez Ávila
60. DINAMICA SEMICLASICA DE ENLACE FUERTE EN CAMPOS RAPIDAMENTE OSCILANTES MAS UN POTENCIAL ESTADISTICO ARBITRARIO, L. A. Martínez, D. Sanjinés y J. P. Gallinar

61. MOVIMIENTO ORBITAL DE LA LUNA, D. Sanjinés

2015, RBF 26

62. DINAMICA ROTACIONAL RELATIVISTA, M. L. Peñafiel y V. M. Peñafiel

63. PUESTA EN MARCHA DE UNA NUEVA ESTACION DE MONITOREO CLIMATICO EN LOS ANDES CENTRALES DE BOLIVIA: LA ESTACION GAW/CHACALTAYA, M. Andrade et al.
64. CONDICIONAMIENTOS A LA SISMICIDAD EN BOLIVIA , E. Ricaldi
2015, RBF 27
65. ANALISIS DEL PLANO DE FASES DE UN MODELO DISCRETO DE NEURONA BASADO EN LA DETERMINACION DE PERIODICIDADES, G. M. Ramirez Avila, M. Gallas & J. Gallas.
66. ESPACIOS DE PARAMETROS PARA EL ESTUDIO DE LA TURBULENCIA MEDIADA POR DEFECTOS Y OTROS FENOMENOS NO LINEALES EN SISTEMAS ESPACIALMENTE DISTRIBUIDOS, J. Sirpa & G. M. Ramírez Avila
67. VARIACION DEL ESPESOR OPTICO DE AEROSOL EN LA ESTACION ANTARTICA PERUANA MACHU PICCHU, J. S. Suazo & R. A. Vasquez
68. CARACTERISTICAS DEL VIENTO Y EL POTENCIAL EOLICO DEL ALTIPLANO CENTRAL, J. Encinas, R. Torrez, F. Ghezzi & E. Palenque.
2016, RBF 28
69. EL DESCUBRIMIENTO DE LAS OSCILACIONES DE LOS NEUTRINOS, T. Kajita
70. UN POSIBLE PULSO DE ANTINEUTRINOS DE ORIGEN EXTRATERRESTRE, K. Lande et al.
71. RECORDANDO LA SN1987A DESPUES DE 23 AÑOS O. Saavedra.
72. DE LA VELOCIDAD DE LOS NEUTRINOS DEL FLUJO CNGS CON EL DETECTOR DE GRAN VOLUMEN, N. Yu. Agafonova et al.
73. DESCUBRIMIENTO DE LA OSCILACION DE NEUTRINOS EN EL CANAL $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$, RESULTADOS FINALES DEL EXPERIMENTO OPERA, E. Medinacelli
74. EL PROYECTO ALPACA, M. Takita
75. ACERCA DEL NUEVO PROYECTO ALPACA DE RAYOS COSMICOS EN LAS CERCANIAS DEL MONTE CHACALTAYA , H. Rivera et. al.
2016, RBF 29
76. RESULTADOS DEL TALLER *INSTRUMENTACION EN FÍSICA DE PARTICULAS ELEMENTALES* COMO PARTE DEL PROYECTO ESCARAMUJO EN LA PAZ-BOLIVIA, N. Guachalla, S.Yañez & C. Calle.
77. SOLUCION DE ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES CON CONDICIONES DE CONTORNO ABIERTAS POR EL METODO DE MONTECARLO, F. Suxo
78. ANALISIS DEL DAÑO POR FRETTING EN ALAMBRES DE NITINOL, C.E. Callisaya, S.Soria & H. Soul.

11.3. Publicación en otras Revistas Nacionales

1. Oporto Almaraz S.A., **Ramírez Ávila G.M.** (2013): Análisis del comportamiento oscilatorio de las concentraciones en la reacción de Belousov-Zhabotinsky. Revista Boliviana de Química 30, 2, 102-114.
2. Inquietudes y Perspectivas del Laboratorio de Física de la Atmósfera-UMSA, Ricardo Forno Gisbert, Khana-Revista Municipal de Culturas No 53 (2013).
3. Syntesis and characterizaation of CuInS₂(CIS-TYPE) produced by the method solvothermal. V. Aliaga et. al. + E. Palenque, Rev .Bol. Quimica Vol32, N 4, 2015

12. Gestión del proyecto de Investigación

En gestión de control se generan cuatro acciones, tres en asamblea general son presentaciones orales donde el docente y estudiante vierte su opinión, estos son; 1) presentación y aprobación del proyecto anual el mes de septiembre; 2) control de avance del proyecto el mes de julio; 3) presentación final del proyecto el mes de septiembre. 4) Luego en octubre se presenta el documento del informe escrito en formato de artículo, este sirve para la evaluación anual de cada docente-investigador.

En cada uno se presentan documentación de referencia para cuantificar los resultados obtenidos a lo largo del año, estos documnetos son los siguientes formularios:

12.1. Formulario de presentación de proyecto

FORMULARIO DE PRESENTACION DEL
PROYECTO DE INVESTIGACION AÑO 2016-2017
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FISICAS
CARRERA DE FISICA-UMSA

FECHA ENTREGA SECRETARIA IIF:
PRESENTACION PARA APROBACION:

1. Título del proyecto de Investigación:

2. Resumen:

3. Datos del proyecto:

Tipo de investigación:

Básica() Aplicada()

Proyecto: Nuevo() Antiguo()

Area de Investigación:

Tarea 3. Rayos Cósmicos ()

Tarea 4. Física de la Atmósfera ()

Tarea 5. Geomagnetismo ()

Tarea 6. Física Teórica ()

Tarea 7. Física Aplicada ()

Carga horaria: 32 () 64 () 96 ()

Investigador Responsable:

Co-Investigador(es):

Estudiantes participantes:

Antecedentes:

4. Metas y Objetivos:

5. Cronograma de Actividades:

Actividades Meses

detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
activ. 1												
activ. 2												
..												
activ. n												

6. Resultados esperados verificables:

7. Infraestructura disponible:

8. Aspectos financieros:
Monto solicitado: Bs.

9. Detalle por partidas.

A fin de tratar de tener un
presupuesto real,
coloque lo que, en su concepto,
es absolutamente indispensable.

Partida Descripción

Detalle Monto (Bs.)

200 SERVICIOS NO PERSONALES

221 Pasajes

222 Viáticos

223 Transporte de personal

SUB TOTAL

300 MATERIALES Y SUMINISTROS

330 Textiles y Vestuarios

340 Combustibles, Prod. Químicos

390 Materiales de Lab, etc.

323 Libros y Revistas

SUBTOTAL

430 MATERIALES Y EQUIPOS

431 Equipos de computación

436 Equipo Educacional y Recreativo

437 Herramientas y Equipos de Laboratorio.

SUB TOTAL

TOTAL Costos Directos

(Suma de subtotales partidas
200+300+400)

INGRESOS Aportes de contrapartida

(Especificar Otras Fuentes)

MONTO SOLICITADO TGN-UMSA

(Diferencia de Egresos - Ingresos)

OBSERVACIONES AL PRESUPUESTO:

.....

fecha

Nombre:.....

RESPONSABLE DEL PROYECTO

12.2. Formulario control avance del proyecto

FORMULARIO CONTROL DE AVANCE DE
PROYECTOS DE INVESTIGACION 2016-2017
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FISICAS
CARRERA DE FISICA-UMSA
Fecha: 31 de mayo de 2017

1.- Título del proyecto de investigación:

1.1. Responsable Principal:

1.2. Fecha de inicio del proyecto: ...

1.3.- Presupuesto ejecutado (hasta la fecha):.....

1.4.- Porcentaje de avance estimado: ..

2.- Valoración de resultados, impactos y cumplimientos de los objetivos.

2.1. Actividades Realizadas:

.....

2.2. Resultados obtenidos:

.....

3.- Propuesta y recomendaciones:

3.1 Dificultades encontradas:

.....

3.2 Comentarios y Observaciones:...

.....

4.- Documentación presentada:

.....

5.- Artículos publicados hasta la fecha.

(Puede incluir Guías y Reportes):

.....

Firma del Responsable

12.3. Formulario informe final

FORMULARIO DE INFORME FINAL DE
PROYECTOS DE INVESTIGACION 2015-2016
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FISICAS
CARRERA DE FISICA-FCPN-UMSA

1.- Título del proyecto de investigación:

.....

1.1. Responsable Principal:.....

1.2. Participantes y carga horaria:...

1.3. Fecha de Presentación:.....

2.- Información retrospectiva del programa.

3.- Valoración de resultados, impactos y cumplimientos de los objetivos.

3.1. Actividades Realizadas.

3.2. Resultados obtenidos

4.- Propuesta y recomendaciones:

4.1 Dificultades encontradas

4.2 Comentarios y Observaciones

5.- Presupuesto ejecutado (por partidas hasta la fecha):

6.- Porcentaje de avance estimado anual.

7.- Documentación presentada.

8.- Título del artículo final para publicación. (Puede incluir Guías y Reportes)

8.1.- Artículos publicados hasta la fecha

Firma del Responsable

Otros datos de interés

9.- Producción intelectual

Número de publicaciones

Libros

Artículos científicos indexados

Artículo científico no indexado

Texto académico

Revistas

10 Vinculación del área

Convenios suscritos

Convenios suscritos (homologados por el Rectorado)

11 Organización o participación de actividades especializadas

Coloquios

Conferencias

Congresos

Jornadas

Mesas Redondas

Seminarios

Talleres

Cursos

Otros

12 Divulgación científica y de producción intelectual

Organización

Ferias

Exposiciones

Foros

Coloquios

13 Número de premios y otras distinciones

14 Número de servicios



Figura 22: Visita a Chacaltaya durante el Aniversario de la FCPN junio/2015



Figura 23: Recepcion en Aeropuerto al Premio Nobel de Física 2015, Prof. Takaaki Kajita y Estudiantes de la Carrera de Física, 1 de mayo 2016, visita para anuncio de proyecto ALPACA en el aniversarios 50 de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales (FCPN)



Figura 24: Observatorio de Chacaltaya vista desde la montaña



Figura 25: Observatorio Geomagnético de Villa Remedios



Figura 26: Ambientes Observatorio de Patacamaya (Geomagnetismo y Energías Alternativas)