

X Iberoamerican Optics Meeting / XIII Latinamerican Meeting on
Optics, Lasers and Applications/Mexican Optics and Photonics Meeting

Cancún, México
September 23 - 27



EDITORS

Eduardo Tepichín Rodríguez,
Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica Puebla, México.

Josué Álvarez Borrego,
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada Baja California, México.

Amalia Martínez García,
Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. Guanajuato. México.

RIAO



ACADEMIA MEXICANA
DE ÓPTICA, A.C.



RIAO-OPTILAS-MOPM 2019

SEPTEMBER 23 - 27

X IBEROAMERICAN OPTICS MEETING
XIII LATINAMERICAN MEETING ON OPTICS, LASERS AND APPLICATIONS
MEXICAN OPTICS AND PHOTONICS MEETING
CANCÚN · MÉXICO



COMMITTEE

CONFERENCE GENERAL CHAIR

Josué Álvarez Borrego, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, México.

GENERAL CO-CHAIRS

Eduardo Tepichín Rodríguez, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Puebla, México

Amalia Martínez García, Centro de Investigaciones en Óptica, León, Gto., México

STEERING COMMITTEE

Efraín Solarte, RIAO President

Pedro Andrés, RIAO Past President

Eric Rosas, RIAO Secretary and RIAO Appointed VP to the International Commission for Optics

Yezid Torres, Colombia Counselor

Juan G. Darías, Cuba Counselor

César Costa, Ecuador Counselor

Josué Álvarez-Borrego, México Counselor

Manuel F. Costa, Portugal Counselor

Inmaculada Pascual, Spain Counselor

José L. Paz, Venezuela Counselor

LOCAL ORGANIZING COMMITTEE

Diana Tentori Santa Cruz, CICESE

Ponciano Rodríguez Montero, INAOE

Selene Solorza-Calderón, UABC

Francisco Javier Cuevas de la Rosa, CIO

Manuel Iván Ocegueda Miramontes, UABC

LOGISTICS COMMITTEE

Annette Torres-Toledo, Technical Secretary, CIO

Francisco Javier Omedes-Alrich, Web Page, CIO

Lucero Alvarado-Ramírez, Design, CIO

José Ignacio Diego-Manrique, Video Conferences, CIO

TECHNICAL PROGRAM SUBCOMMITTEES

Amalia Martínez-García, Program Chair

ATMOSPHERIC AND OCEAN OPTICS

Rubén Lara-Lara, CICESE, México. Co-Chair

Sandra Isabel Pinto-Mogo, Universidade de Beira Interior, Portugal. Co-Chair

Bóris Barja, Laboratorio de Investigaciones Atmosféricas, Universidad de Magallanes, Chile

Pablo Ristori, Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa, Argentina

René Estevan, Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú

Edith Rodrigues, Finnish Meteorological Institute, Helsinki, Finland

ATOMIC AND MOLECULAR PHYSICS

Alvaro Posadas-Amarillas, UNISON, México. Co-Chair

Alessandro Fortunelli, Consiglio Nazionale delle Ricerche (National Research Council, CNR), Italia. Co-Chair

Octavio Juárez-Sánchez, UNISON, México

José Luis Cabellos-Quiroz, UNISON, México

Faustino Aguilera-Granja, Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México

José Oscar Carlos Jiménez-Halla, Departamento de Química, Universidad de Guanajuato, México

BIO PHOTONICS AND BIOMEDICAL APPLICATIONS

Rubén Ramos-García, INAOE, México. Co-Chair

Martín Rafael Pedroza-Montero, Universidad de Sonora, México. Co-Chair

Jürgen Czarske, Institute of Circuits and Systems at TU Dresden, Germany

COHERENCE AND STATISTICAL OPTICS

Javier Sánchez-Mondragón, INAOE, México. Co-Chair

DIFFRACTION AND GRATINGS

Ponciano Rodríguez Montero, INAOE, México. Co-Chair

Víctor Manuel Arrizon Peña, INAOE, México. Co-Chair

FIBER OPTICS, SENSORS AND OPTICAL COMMUNICATIONS

Diana Tentori Santa Cruz, CICESE, México. Co-Chair
 Miguel Andrés Bou, Universidad de Valencia, España. Co-Chair
 Cristiano M. B. Cordeiro, UNICAMP, Brazil
 Pedro Torres, Universidad Nacional de Colombia, Colombia
 Christian Cuadrado-Laborde, CONICET-UNR, Argentina
 José Manuel Baptista, University of Madeira, Portugal
 Beatriz Ortega, Universidad Politécnica de Valencia, España

FOURIER OPTICS AND SIGNAL PROCESSING

Luis Raúl Berriel Valdós, INAOE, México, Co-Chair
 Félix Aguilar Valdez, INAOE, México, Co-Chair
 Enrique Landgrave Manjarrez, CIO, México
 Silvia Ledesma, Universidad de Buenos Aires, Argentina
 George Stanciu, Universidad de Rumania, Rumania

GEOMETRIC OPTICS

José Zacarías Malacara-Hernández, CIO, México. Co-Chair
 Daniel Malacara Doblado, CIO, México. Co-Chair
 Enrique Landgrave Manjarrez, CIO, México
 Armando Gómez Vieyra, Universidad Metropolitana Atzacapozalco, México
 Jorge Luis García Márquez, OLEDCOMM SAS, Francia
 Juan Camilo Valencia, OLEDCOMM SAS, Francia
 Josep Arasa Martí, Universitat Politècnica de Catalunya, España

DIGITAL HOLOGRAPHY

Rosario Guadalupe Porrás Aguilar, University of North Carolina at Charlotte, USA. Co-Chair
 Konstantinos Falaggis, University of North Carolina at Charlotte, USA. Co-Chair
 Percival Almoro, University of the Philippines, Philippines
 Fabian Cruz Menses, BUAP, Mexico
 Tomasz Kozacki, Warsaw University of Technology, Poland
 Nikolay Petrov, ITMO University, Russia
 Ulises Ruiz Corona, INAOE, Mexico
 Guohai Situ, Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, CAS, China

IMAGE PROCESSING, VISION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Eduardo Cabal Yepez, Universidad de Guanajuato, México. Co-Chair

Marcelo Trivi, CONICET La Plata-CIC, Argentina. Co-Chair

Guillermo Botella-Juan, Department of Computer Architecture and Automation, Complutense University of Madrid, Spain

Amir Hooshang Mazinan, Electrical Engineering, Islamic Azad University, Iran

Igor V. Guryev, Multidisciplinary Studies Department, Engineering Division, Campus Irapuato-Salamanca, University of Guanajuato, México

Juan Manuel Ramos-Arreguin, Faculty of Informatics, Universidad Autónoma de Querétaro, México

Luis Manuel Ledesma-Carrillo, Multidisciplinary Studies Department, Engineering Division, Campus Irapuato-Salamanca, University of Guanajuato, México

Carlos Rodríguez-Donate, Multidisciplinary Studies Department, Engineering Division, Campus Irapuato-Salamanca, University of Guanajuato, México

Geovanni Hernández-Gómez, Multidisciplinary Studies Department, Engineering Division, Campus Irapuato-Salamanca, University of Guanajuato, México

Misael López-Ramírez, Tecnológico Nacional de México/I. T. de Aguascalientes, México

Sebastián Salazar-Colores, Faculty of Informatics, Universidad Autónoma de Querétaro, México

IMAGING SYSTEMS

Jorge Ojeda-Castañeda, Universidad de Guanajuato, México. Co-Chair

Cristina Margarita Gómez-Sarabia, Universidad de Guanajuato, México. Co-Chair Nestor Bolognini, CIOp, Argentina

Martha Molina-Prado, Universidad de Pamplona, Colombia

Tatiana Alieva, Universidad Complutense de Madrid, Spain

Ángel Saucedo Carvajal, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

Omar López Cruz, INAOE, México

Gilberto Gómez Rosas, CUCEI, Universidad de Guadalajara, México

David J. Brady, Duke University, USA

Jurgen Jahns, Fernuniversitaet, Germany

Lia Zerbino, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

INSTRUMENTATION, MEASUREMENT, AND METROLOGY

Amalia Martínez-García, CIO, México. Co-Chair
 Katia Genovese, University of Basilicata, Italia. Co-Chair
 Darío Gabriel Pérez Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile
 Myrian Tebaldi Centro de Investigaciones Ópticas, Universidad de La Plata, Argentina
 Matias Roberto Viotti, Univ. Federal de Santa Catarina, Brasil
 José Antonio Ferrari Damiano, Universidad de la República, Uruguay
 Joanna Schmit, 4D Technology, USA
 José Xavier, New University of Lisbon, Portugal
 María Josefa Yzuel Giménez, Universidad Autónoma de Barcelona, Spain
 Fabian Mosso, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile
 Miguel Asmad, Pontificia Universidad Católica De Perú

INTEGRATED OPTICS

Gloria Verónica Vázquez, CIO, México. Co-Chair
 Heriberto Márquez Becerra, CICESE, México. Co-Chair
 Gustavo Torchia, CIOp, Argentina. Co-Chair
 Ginés Lifante Pedrola, UAM, España
 Rebeca Martínez Vázquez, Institute for Photonics and Nanotechnologies IFN, Italian National Research Council, Italia

LASER AND LASER OPTICS

Roger Sean Cudney-Bueno, CICESE, México. Co-Chair

MACHINE VISION

Horacio Rostro-González, Universidad de Guanajuato, México. Co-Chair
 Gustavo Olague, CICESE, México. Co-Chair
 Raúl E. Sánchez Yáñez, Universidad de Guanajuato, México
 Mario A. Ibarra Manzano, Universidad de Guanajuato, México
 José H. Barrón Zambrano, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México

MATERIALS PROCESSING WITH LASERS

Citlali Sánchez-Aké, ICAT-UNAM, México. Co-Chair
 Esther Rebollar, Instituto de Química Física, Rocasolano, CSIC, España. Co-Chair
 Carlos Rinaldi, Universidad de San Martín, Argentina
 Oscar Bomati-Miguel, Universidad de Cádiz, España
 Pablo Moreno, Universidad de Salamanca, España
 Peter Gregorcic, University of Ljubljana, Slovenia
 Santiago Camacho López, CICESE, México

MEDICAL OPTICS AND BIOTECHNOLOGY

Guillermo García Torales, Universidad de Guadalajara, México. Co-Chair
Gabriel Ramos Ortíz, CIO, México. Co-Chair
Hilda Josefina Mercado Uribe, CINVESTAV Monterrey, México
Jorge Luis Flores Núñez, Universidad de Guadalajara, México
Gerardo Gutiérrez Juárez, Universidad de Guanajuato, México
Gabriel Alejandro Galaviz Mosqueda, CICESE Unidad Monterrey, México

MICROSCOPY

Chris Wood, UNAM, México. Co-Chair
Israel Rocha-Mendoza, CICESE, México. Co-Chair

NANO PHOTONICS AND METAMATERIALS

Jorge Alberto Gaspar-Armenta, Universidad de Sonora, México. Co-Chair
Víctor Manuel Coello Cárdenas, Unidad Monterrey CICESE, México. Co-Chair
Paulina Segovia Olvera, CICESE, México. Co-Chair
Rodolfo Cortes Martínez, CICESE, Unidad Monterrey, México
Cesar Garcia Ortiz, CICESE, Unidad Monterrey, México
Ricardo Tellez Limon. CICESE, Unidad Monterrey, México
Jesus Gómez Correa. CICESE, Unidad Monterrey, México
Manuel García Méndez. FCFM, UANL, México
Eduardo Pisano Chavez. CIO, México
Mary Peña-Gomar, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, México
Sergey Novikov, Moscow Institute of Physics and Technology, Rusia

NONLINEAR OPTICS

Raúl Rangel-Rojo, CICESE, México. Co-Chair
María Teresa Flores-Arias, Universidad de Santiago de Compostela, España. Co-Chair
Diego Grosz, Comisión Nacional de Energía Atómica CNEA, Argentina
Jorge Alejandro Reyes Esqueda, Instituto de Física, UNAM, México
Humberto Michinel, Universidad de Vigo, España
Antonio Diez Cremades. Universidad de Valencia, España

NOVEL OPTICAL MATERIALS AND 3D PRINTING

Edén Morales-Narváez, CIO, México. Co-Chair
Israel de León Arizpe, ITESM, México. Co-Chair
Arturo Hernández-Serrano, University of Warwick, UK
Hamed Golmohammadi, Chemistry and Chemical Engineering Research Center of Iran
Héctor Alán Aguirre Soto, Tecnológico de Monterrey, México
Alejandro Reyes Coronado, UNAM, México

OPTICS IN COMPUTING

John Fredy Barrera Ramírez, Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia Co-Chair
Ricardo A. Depine, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Co-Chair

OPTICAL DATA STORAGE

Jorge Alejandro Reyes Esqueda, Instituto de Física, UNAM, México. Co-Chair

OPTICAL DESIGN AND FABRICATION

Daniel Malacara Hernández, CIO, México. Co-Chair
Maximino Avendaño Alejo, ICAT-UNAM, México. Co-Chair
Rufino Díaz-Uribe, CCADET, UNAM, México. Co-Chair
Alejandro Cornejo Rodríguez, INAOE, México. Co-Chair
Guillermo Baldwin-Olguín, Pontificia Universidad Católica de Perú
Yobani Mejia, Universidad Nacional de Colombia, Colombia
Juan Carlos Miñano, Universidad Politécnica de Madrid, España
Miguel A. Alonso González, The Institute of Optics, University of Rochester, USA

OPTICAL DEVICES

Jorge Enrique Rueda Parada, Universidad de Pamplona, Colombia. Co-Chair
Edgar Rueda, Universidad de Antioquía, Colombia. Co-Chair
Carlos Rios, MIT, USA
Álvaro Bastidas, UNAL, Colombia
Jorge Gómez, Politécnico Jaime Isaza Cadavid, Colombia
Miguel Ángel Suárez, Univ. Bourgogne Franche-Comté, Francia

OPTICAL MICRO AND NANO MANIPULATION INCLUDING OPTOFLUIDICS AND MICROFLUIDICS

Víctor Ruíz-Cortés, CICESE, México. Co-Chair
Karen Volke-Sepúlveda, IFUNAM, México. Co-Chair
Salomón Elieser Márquez Villalobos, CIO, México
Raúl Josué Hernández Hernández, UNAM-ICN, México
Julio César Ramírez San Juan, INAOE, México
José Luis Hernández Pozos, UAM-I, México

OPTICS AT SURFACES

Manuel Filipe-Costa, Universidade do Minho, Portugal. Co-Chair
Anatoly Khomenko, CICESE, México. Co-Chair
Alfonso Lastras Martínez, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Co-Chair
José Benito Vazquez-Dorrio, University of Vigo, España
Rogério Nogueira, University of Aveiro, Portugal
Orlando Frazão, University of Porto, Portugal
Joaquim Carneiro, Department of Physics, University of Minho, Portugal

OPTICS AND PHOTONICS IN THE INDUSTRY

Alfredo Solís-Ventura, SolexVintel, México. Co-Chair

Víctor Dolores-Calzadilla, Photonic Integration Technology Centre - TU Eindhoven, The Netherlands. Co-Chair

Aura Higuera Rodríguez, Synopsis, The Netherlands

Alonso Millán Mejía, SMART Photonics, The Netherlands

Osslan Osiris Vergara Villegas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

Luis Manuel Ledesma Carrillo, Universidad de Guanajuato, México

Rodolfo Iván Rodríguez Montoya, INAOE, México

OPTOELECTRONICS, DETECTORS AND SOURCES

Mario Enrique Rodríguez García, UNAM, México. Co-Chair

Elena Tchaikina Kolesnikova, CICESE, México. Co-Chair

Rafael García Gutiérrez, UNISON, México

Patricia Puente Ramírez, UANL, México

T. V. L'vova, Ioffe Institute, Rusia

Yury Bliokh, Technion-Israel Institute of Technology, Israel

Alfonso Lastras Martínez, UASLP, México

ORGANIC AND HYBRID OPTOELECTRONICS

José Luis Maldonado Rivera, CIO, México. Co-Chair

Gerko Oskam, CINVESTAV-Mérida, México. Co-Chair

Bernardo A. Frontana-Uribe, CCIQS, UAEMex-UNAM, México

Juan José Alvarado Gil, Cinvestav-Mérida, México

Antonio E. Jiménez González, IER-UNAM, México

Ignacio González Martínez, UAM-I, México

PHYSICAL OPTICS

Gabriel Martínez Niconoff, INAOE, México. Co-Chair

Eduardo Tepichín Rodríguez, INAOE, México. Co-Chair

QUANTUM OPTICS

Alfred U'Ren, UNAM, México. Co-Chair

Héctor Manuel Moya Cessa, INAOE, México. Co-Chair

REMOTE SENSING AND SENSORS

Erna Frins, Universidad de la Republica, Uruguay. Co-Chair

Boris Escalante-Ramírez, UNAM, México. Co-Chair

Alejandra López Caloca, Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial (Centro Geo), México

Jimena Olveres, Facultad de Ingeniería, UNAM, México

SCATTERING

Rafael Espinosa-Luna, CIO, México. Co-Chair

Augusto García-Valenzuela, ICAT-UNAM, México. Co-Chair

Gelacio Atondo Rubio, Universidad Autónoma de Sinaloa, México

Rubén Gerardo Barrera, Instituto de Física, UNAM, México

Oscar Gabriel Rodríguez Herrera, Instituto de Ciencias Aplicadas a la Tecnología, ICAT, UNAM, México

Héctor Pérez Aguilar, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

SPECTROSCOPY

J. Oracio C. Barbosa-García, CIO, México. Co-Chair

Víctor Ulises Contreras Loera, UNAM, México. Co-Chair

Gabriel J. Vázquez-Torres, UNAM, México

Horacio Martínez-Valencia, UNAM, México

Marco Antonio Meneses, CIO, México

Ignacio Rosas, CIO, México

THIN FILMS

Roberto Machorro-Mejía, UNAM, México. Co-Chair

Francisco Villa Villa, CIO, México. Co-Chair

Gonzalo Gálvez, Pontificia Universidad Católica de Perú

THZ, MICROWAVES AND MILLIMETER-WAVES PHOTONICS

Mariana Alfaro Gómez, Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. Co-Chair

Carlos Treviño-Palacios, INAOE, México. Co-Chair

Elodie Strupiechonski, CINVESTAV, México

Francisco Javier González Contreras, UASLP, México

Naser Qureshi, ICAT-UNAM, México

ULTRAFAST OPTICS

Ramón Carriles Jaimes, CIO, México. Co-Chair

Jesús Garduño-Mejía, ICAT-UNAM, México. Co-Chair

Gustavo Torchia, CIOp, Argentina

Jorge Luis Domínguez Juárez, CFATA, UNAM, México

VISION, COLOR, AND VISUAL OPTICS

Walter D. Furlan, Universidad de Valencia, España. Co-Chair

María Sagrario Millán, Universitat Politècnica de Catalunya, España. Co-Chair

Esther Perales, Universidad de Alicante, España

Justo Arines, Universidad de Santiago de Compostela, España

X-RAY OPTICS

Mourad Idir, Brookhaven National Laboratory, USA, Co-Chair

Daniele Cocco, Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California,
Co-Chair

Bernd Meyer, LNLS, Brazil

Hidekazu Mimura, The University of Tokyo, Japan

Guillaume Dovillaire, Imagine Optic, France

Josep Nicolas, Cells-Alba, España

Makina Yabashi, Riken, Japan

Amparo Vivo, ESRF, USA



RIAO-OPTILAS-MOPM 2019, CANCÚN, QUINTANA ROO, MÉXICO

Preface

Started in September 1992, and meant to take place every three years in an Iberoamerican country, the Ibero American Optics Meeting (RIO) joined the Latin American Meeting of Optics, Lasers and their Applications (OPTILAS) in 1998, and as of then, they have been held jointly, thus becoming RIO-OPTILAS. In its current edition, RIO-OPTILAS coincided with the Mexican Optics and Photonics Meeting (MOPM).

The “Red Iberoamericana de Óptica, RIO” (Ibero-American Network for Optics) organized the RIO-OPTILAS 2019 Conference-X Iberian American Optics Meeting and XIII Latin American Meeting on Optics, Lasers and Applications. It was hosted by the “Academia Mexicana de Óptica, AMO” (Mexican Academy for Optics), holding it jointly with the Mexican Optics and Photonics Meeting 2019, and thus, RIO-OPTILAS-MOPM-2019 were held in Cancún, Quintana Roo, México, from September 23rd to 27th, 2019.

The meetings offered a space to

- communicate progress, achievements, research and experiences related to the fields of Optics and Photonics in Iberian America and the world,
- encourage contact, dialogue and exchange among researchers linked to these areas, and
- stimulate and strengthen the collaborative network between researchers from different iberoamerican centers.

RIO-OPTILAS-MOPM 2019 published a total of 393 papers (138 from students and 255 from researchers) through a review process; out of these articles, 32 were selected as invited.

La Revista Mexicana de Física received 19 papers, and after the strict review process involving at least two reviewers, we gathered 9 papers on 14 different topics.

We very sincerely thank the authors for their contribution to this special issue and the referees for their work reviewing the quality of the submitted contributions. Our sponsors support, given in various forms, is likewise gratefully acknowledged.

Eduardo Tepichín Rodríguez
Josué Álvarez Borrego
Amalia Martínez García

Prefacio

Iniciado en septiembre de 1992, y destinado a tener lugar cada tres años en un país Iberoamericano, la Reunión Iberoamericana de óptica (RIAO) se unió al Encuentro Latinoamericano de óptica, Láseres y Sus Aplicaciones (OPTILAS) en 1998, y a partir de entonces, se han celebrado conjuntamente, convirtiéndose así en RIAO-OPTILAS. En su actual edición, RIAO-OPTILAS coincidió con la Reunión Mexicana de óptica y Fotónica (MOPM).

La Red Iberoamericana de óptica, RIAO, organizó la Conferencia RIAO-OPTILAS 2019 - X Encuentro Ibérico Americano de La óptica y el XIII Encuentro Latinoamericano sobre óptica, Láser y Aplicaciones. Siendo la Academia Mexicana de óptica, AMO, la anfitriona, y coincidiendo con Reunión Mexicana de óptica y Fotónica -2019, se llevaron a cabo conjuntamente, RIAO-OPTILAS-MOPM-2019 en Cancún, Quintana Roo, México, del 23 al 27 de septiembre de 2019.

Las reuniones ofrecieron un espacio para

- comunicar progresos, logros, investigaciones y experiencias relacionadas con los campos de la óptica y la fotónica en Iberoamérica y el mundo.
- fomentar el contacto, el diálogo y el intercambio entre investigadores vinculados a estas áreas, y
- estimular y fortalecer la red de colaboración entre investigadores de diferentes centros Iberoamericanos.

RIAO-OPTILAS-MOM 2019 publicó un total de 393 artículos (138 de estudiantes y 255 de investigadores) a través de un proceso de revisión; de estos artículos, 32 fueron seleccionados como invitados.

La Revista Mexicana de Física recibió 19 artículos, y después del estricto proceso de revisión en el que participaron al menos dos revisores, reunimos 9 artículos sobre 14 temas diferentes.

Agradecemos muy sinceramente a los autores por su contribución a este número especial y a los árbitros por su trabajo revisando la calidad de las contribuciones presentadas. El apoyo de nuestros patrocinadores, dado en varias formas, también es reconocido con gratitud.

Eduardo Tepichín Rodríguez
Josué Álvarez Borrego
Amalia Martínez García