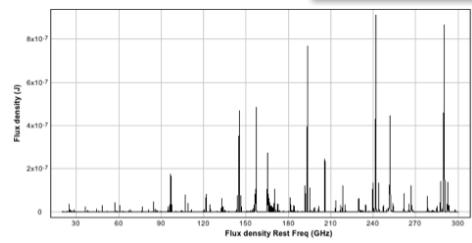
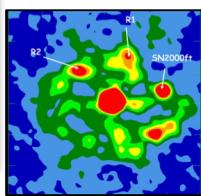
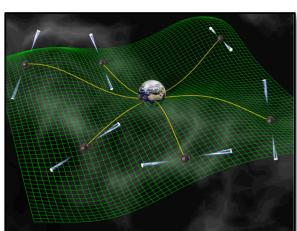
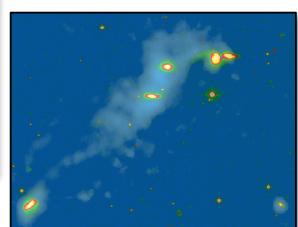
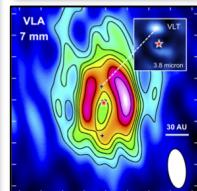
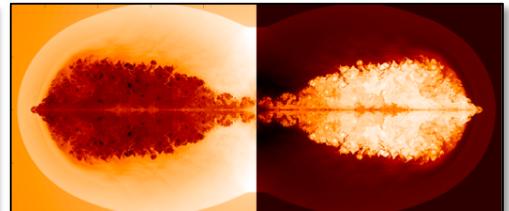


# The Spanish Square Kilometre Array White Book

## Editors

Miguel Pérez-Torres  
Lourdes Verdes-Montenegro  
José Carlos Guirado  
Antonio Alberdi  
Jesús Martín-Pintado  
Rafael Bachiller  
Diego Herranz  
Josep Miquel Girart  
Simone Migliari  
José Miguel Rodríguez-Espinosa







## **Editors**

Miguel Pérez-Torres (Editor-in-chief; Instituto de Astrofísica de Andalucía, IAA-CSIC, Spain & Centro de Estudios de la Física del Cosmos de Aragón, CEFCA, Spain)  
Lourdes Verdes-Montenegro (Instituto de Astrofísica de Andalucía, IAA-CSIC, Spain)  
José Carlos Guirado (Observatori Astronòmic, Universitat de València, Spain; Departament d'Astronomia i Astrofísica, Universitat de València, Spain)  
Antonio Alberdi (Instituto de Astrofísica de Andalucía, IAA-CSIC, Spain)  
Jesús Martín-Pintado (Centro de Astrobiología, INTA-CSIC, Spain)  
Rafael Bachiller (Observatorio Astronómico Nacional, IGN, Spain)  
Diego Herranz (Instituto de Física de Cantabria, IFCA/CSIC-UC), Spain  
Josep Miquel Girart (Institut de Ciències de l'Espai, CSIC-IEEC, Spain)  
Javier Gorgas (Departamento de Astrofísica y Física de la Atmósfera, Universidad Complutense de Madrid, Spain)  
Carlos Hernández-Monteagudo (Centro de Estudios de la Física del Cosmos de Aragón, CEFCA, Spain)  
Simone Migliari (European Space Astronomy Centre, European Space Agency, Spain; Departament d'Astronomia i Meteorologia, Universitat de Barcelona, Spain)  
José Miguel Rodríguez-Espinosa (Instituto de Astrofísica de Canarias, IAC, Spain; Departamento de Astrofísica, Universidad de La Laguna, Spain)

**This publication is endorsed by the Red de Infraestructuras de Astronomía**

**© 2015 Sociedad Española de Astronomía**

**ISBN 978-84-606-8955-3 Sociedad Española de Astronomía**

**Cover design and layout:** Lourdes Verdes-Montenegro

**Cover images** show artist impressions of the Square Kilometre Array (SKA) configuration and of the different antenna types used in the SKA, as well as images from different chapters in this White Book. Image credits (from top to bottom, clockwise): SKA Organisation, Perucho et al. (this book), Anglada et al. (this book), Verdes-Montenegro (HCG 16 VLA-HI data, priv. comm.), SKA Organisation, Pérez-Torres et al. (this book), Jiménez-Serra & Martín-Pintado (this book), and Max Planck Institute for Radio Astronomy (D. Champion).

Reproduction is permitted, provided the source is acknowledged. Neither the editors, nor any person that contributed to this “White Book” is responsible for the use by others of the information contained in this publication or can be held responsible for any errors that may remain in the text.

# **The Spanish Square Kilometre Array White Book**

## **Contributing authors**

Acosta Pulido J. A. (Instituto de Astrofísica de Canarias), Spain), Agudo I. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Alberdi A. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Alcolea J. (Observatorio Astronómico Nacional, IGN, Spain), Alfaro E.J. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Alonso-Herrero A. (Instituto de Física de Cantabria, CSIC-UC, Spain), Anglada G. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Arnalte-Mur P. (Observatori Astronòmic de la Universitat de València, Spain), Ascasibar Y. (Departamento de Física Teórica, Universidad Autónoma de Madrid, Spain), Ascaso B. (GEPI, Observatoire de Paris, CNRS, Université Paris Diderot, France), Azulay R. (Departamento de Astronomía y Astrofísica, Universidad de Valencia, Spain), Bachiller R. (Observatorio Astronómico Nacional, IGN, Spain), Báez-Rubio A. (Centro de Astrobiología, CSIC/INTA, Spain), Battaner E. (Departamento de Física Teórica y del Cosmos, Universidad de Granada, Spain; Instituto Carlos I de Física Teórica y Computacional, Universidad de Granada, Spain), Blasco J. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Brook C.B. (Departamento de Física Teórica, Universidad Autónoma de Madrid, Spain), Bujarrabal V. (Observatorio Astronómico Nacional, IGN, Spain), Busquet G. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Caballero-Garcia M. D. (Czech Technical University in Prague, Faculty of Electrical Engineering, Czech Republic), Carrasco-González C. (Centro de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM, Mexico), Casares J. (Instituto de Astrofísica de Canarias, Spain; Departamento de Astrofísica, Universidad de La Laguna, Spain), Castro-Tirado A.J. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain; Unidad Asociada Ingeniería de Sistemas y Automática, ISA-UMA, Universidad de Málaga, Spain), Colina L. (Astrophysics Department, Center for Astrobiology, CSIC-INTA, Spain), Colomer F. (Observatorio Astronómico Nacional, Alcalá de Henares, Spain), de Gregorio-Monsalvo I. (Joint ALMA Observatory, Chile), del Olmo A. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Desmurs J-F (Observatorio Astronómico Nacional, IGN, Spain), Diego J.M. (Instituto de Física de Cantabria, CSIC-UC, Spain), Domínguez-Tenreiro R. (Departamento de Física Teórica, Universidad Autónoma de Madrid, Spain), Estalella R. (Departament d'Astronomia i Meteorologia, Univ. de Barcelona, Spain), Fernández-Soto A. (Instituto de Física de Cantabria, Universidad de Cantabria-CSIC, Spain; Unidad Asociada Observatorio Astronómico, Universitat de València-IFCA, Spain), Florido E. (Departamento de Física Teórica y del Cosmos, Universidad de Granada, Spain; Instituto Carlos I de Física Teórica y Computacional, Universidad de Granada, Spain), Font J. (Instituto de Astrofísica de Canarias, Spain), Font J.A. (Departamento de Astronomía y Astrofísica, Universitat de València, Spain; Observatori Astronòmic, Universitat de València, Spain), Fuente A. (Observatorio Astronómico Nacional, IGN, Spain), García-Burillo S. (Observatorio Astronómico Nacional-Observatorio de Madrid, Spain), García-Benito R. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), García-Lorenzo B. (Instituto de Astrofísica de Canarias, Spain; Departamento de Astrofísica, Universidad de La Laguna, Spain), Gil de Paz A. (Dept. Astrofísica, U. Complutense, CC. Físicas, Spain), Girart J.M. (Institut de Ciències de l'Espanya, CSIC-IEEC, Campus UAB, Spain), Goicoechea J.R. (Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, ICMM-CSIC, Spain), Gómez J.F. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), González-García M. (Group of Molecular Astrophysics, ICMM, CSIC, Spain), Gonzalez-Martin O. (Centro de Radioastronomía y Astrofísica, CRyA-UNAM, Mexico), González-Serrano J.I. (Instituto de Física de Cantabria (Universidad de Cantabria-CSIC),

Spain), Gorgas J. (Departamento de Astrofísica y Física de la Atmósfera, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain), Gorosabel<sup>1</sup> J. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain; Unidad Asociada Grupo Ciencias Planetarias, UPV/EHU, IAA-CSIC, Departamento de Física Aplicada I, E.T.S. Ingeniería, Universidad del País Vasco, UPV/EHU, Spain; Ikerbasque, Basque Foundation for Science, Spain), Guijarro A. (Centro Astronómico Hispano Alemán, Calar Alto, Spain), Guirado J.C. (Observatori Astronòmic, Universitat de València, Spain; Departament d'Astronomia i Astrofísica, Universitat de València, Spain), Hernández-García L. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Hernández-Monteagudo C. (Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón, Spain), Herranz D. (Instituto de Física de Cantabria, CSIC-UC, Spain), Herrero-Illana R. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Hu Y-D (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Huélamo N. (Centro de Astrobiología, INTA-CSIC, Spain), Huertas-Company M. (GEPI, Observatoire de Paris, CNRS, France), Iglesias-Páramo J. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Jeong S. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Jiménez-Serra I. (University College London, Department of Physics and Astronomy, UK), Knapen J.H. (Instituto de Astrofísica de Canarias, Spain; Departamento de Astrofísica, Universidad de La Laguna, Spain), Lineros R.A. (Instituto de Física Corpuscular, CSIC-UV, Spain), Lisenfeld U. (Departamento de Física Teórica y del Cosmos, Universidad de Granada, Spain; Instituto Universitario Carlos I de Física Teórica y Computacional, Facultad de Ciencias, Spain), Marcaide J.M. (Dept. Astronomia i Astrofísica, Universitat de València, Spain), Márquez I. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Martí J. (Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior de Jaén, Universidad de Jaén, Spain), Martí J.M. (Dept. d'Astronomia i Astrofísica. Universitat de València, Spain; Obs. Astronòmic. Universitat de València, Spain), Martínez-González E. (Instituto de Física de Cantabria, CSIC-UC, Spain), Martín-Pintado J. (Centro de Astrobiología, INTA-CSIC, Spain), Martí-Vidal I. (Onsala Space Obs., Chalmers University of Technology, Sweden), Masegosa J. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Mayen-Gijon J.M. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Mezcua M. (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, USA), Migliari S. (European Space Astronomy Centre, European Space Agency, Spain; Departament d'Astronomia i Meteorologia, Universitat de Barcelona, Spain), Mimica P. (Dept. d'Astronomia i Astrofísica. Universitat de València, Spain), Moldón J. (Departament d'Astronomia i Meteorologia, Institut de Ciències del Cosmos, Universitat de Barcelona, IEEC-UB, Spain; ASTRON, the Netherlands Institute for Radio Astronomy, the Netherlands), Morata Ó. (nstitute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica,Taiwan), Negueruela, I. (Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal, Universidad de Alicante, Spain), Oates S.R. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Osorio M. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Palau A. (Centro de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, México), Paredes J.M. (Departament d'Astronomia i Meteorologia, Institut de Ciències del Cosmos, Universitat de Barcelona, Spain), Perea J. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Pérez-González P.G. (Departamento de Astrofísica, Facultad de CC. Físicas, Universidad Complutense de Madrid, Spain), Pérez-Montero E. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Pérez-Torres M.A. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC,

---

<sup>1</sup>Deceased

Spain; Centro de Estudios de la Física del Cosmos de Aragón, Spain; Departamento de Física Teórica, Universidad de Zaragoza, Spain), Perucho M. (Dept. d'Astronomia i Astrofísica, Universitat de València, Spain; Observatori Astronòmic, Universitat de València, Spain), Planelles S. (Astronomy Unit, Department of Physics, University of Trieste, Italy; INAF, Osservatorio Astronomico di Trieste, Italy), Pons J.A. (Departament de Fisica Aplicada, Universitat d'Alacant, Spain), Prieto A. (Instituto de Astrofísica de Canarias, Spain; Departamento de Astrofísica, Universidad de La Laguna, Spain), Quilis V. (Dept. d'Astronomia i Astrofísica. Universitat de València, Spain; Obs. Astronòmic. Universitat de València, Spain), Ramírez-Moreta P. (IAA-CSIC, Spain), Ramos Almeida C. (Instituto de Astrofísica de Canarias, Spain; Departamento de Astrofísica, Universidad de La Laguna, Spain), Rea N. (Anton Pannekoek Institute for Astronomy, University of Amsterdam, The Netherlands; Institute of Space Sciences, CSIC-IEEC, Campus UAB, Spain), Ribó M. (Departament d'Astronomia i Meteorología, Institut de Ciències del Cosmos, Universitat de Barcelona, IEEC-UB, Spain; Serra Húnter Fellow), Rioja M.J. (Onsala Space Observatory, Chalmers Univ. of Technology, Sweden; Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea; International Centre for Radio Astronomy Research, Univ. Western Australia, Australia; Observatorio Astronómico Nacional, Alcalá de Henares, Spain), Rodríguez Espinosa J.M. (Instituto de Astrofísica de Canarias, Spain; Departamento de Astrofísica, Universidad de La Laguna, Spain), Ros E. (Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Germany; Dept. Astronomia i Astrofísica, Universitat de València, Spain; Observatori Astronòmic, Universitat de València, Spain), Rubiño-Martín J.A. (Instituto de Astrofísica de Canarias, Spain; Departamento de Astrofísica, Universidad de La Laguna, Spain; Instituto de Física Corpuscular, CSIC-UV, Spain), Ruiz-Granados B. (Instituto de Física de Cantabria, CSIC-Universidad de Cantabria, Spain), Sabater J. (Institute for Astronomy (IfA), University of Edinburgh, Royal Observatory, UK), Sánchez Contreras C. (Centro de Astrobiología, INTA-CSIC, Spain), Sánchez S. (Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autonóma de Mexico, México), Sánchez-Monge A. (I. Physikalisches Institut, Universität zu Köln, Germany), Sánchez-Ramírez R. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain; Unidad Asociada Grupo Ciencias Planetarias, UPV/EHU, IAA-CSIC, Departamento de Física Aplicada I, E.T.S. Ingeniería, Universidad del País Vasco, UPV/EHU, Spain; Ikerbasque, Basque Foundation for Science, Spain), Sintes A.M. (Departament de Física, Universitat de les Illes Balears and Institut d'Estudis Espacials de Catalunya, Spain), Solanes J.M. (Departament d'Astronomia i Meteorología and Institut de Ciències del Cosmos, Universitat de Barcelona, Spain), Sopuerta C.F. (Institut de Ciències de l'Espai, CSIC-IEEC, Campus UAB, Spain), Tafalla M. (Observatorio Astronómico Nacional-IGN, Spain), Tello J.C. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Tercero B. (Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC), Spain), Toribio M.C. (Netherlands Institute for Radio Astronomy, ASTRON, The Netherlands), Torrelles J.M. (Instituto de Ciencias del Espacio, CSIC-UB/IEEC, Spain), Torres M. A. P. (European Southern Observatory, Chile; SRON Netherlands Institute for Space Research, The Netherlands), Usero A. (Obs. Astronómico Nacional-Obs. de Madrid, Spain), Verdes-Montenegro L. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Vidal-García A. (UPMC-CNRS, UMR7095, Institut d'Astrophysique de Paris, France), Vielva P. (Instituto de Física de Cantabria, CSIC-UC, Spain), Vilchez J. (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain), Zhang B-B (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Spain)

# Foreword

Spain has a proud and strong tradition in radio astronomy. Spain has built and operates observatories at Yebes near Madrid, the IRAM 30-m dish on Pico Veleta in the Sierra Nevada near Granada, and is now constructing a small network of 12-m dishes for geodetic VLBI. Spanish astronomers make use of all major radio observatories around the world to conduct their science, as well as using facilities operating in wavebands other than radio. Spain is, of course, a member state of ESO. The Spanish astronomical community has maintained a close interest in the development of the Square Kilometre Array (SKA). Currently, approximately 2 M€ of staff time and other resources is focused on several of the SKA design consortia and, of course, Spanish astronomers are keen to see SKA built so they can conduct their science.

I am extremely impressed with the range of science in which Spanish astronomers are interested; it covers most of the key science areas in which SKA will deliver. As you, the reader, will see in the chapters in this White Book below, Spanish groups wish to use the SKA to participate in several of the areas identified as SKA key science, including the so-called Cosmic Dawn and the Epoch of Reionisation and fundamental physics through the detection and understanding of gravitational waves. They have strong interests in many other aspects of SKA-related science from the study of neutral hydrogen, the most common element in the Universe, through to how young stars form in our own Milky Way.

There are several chapters reminding us of the synergy that SKA will have with the other major instruments, such as ALMA, high-energy space observatories, Euclid, J-PAS and more. This is a demonstration of the modern multi-wavelength approach to astronomy and astrophysics; we do not truly understand an object, a surveyed region or a physical phenomenon until we have observed it across all of the available spectrum.

With this Spanish SKA White Book, the Spanish astronomy community has laid down a clear statement of their intent to be an integral part of the SKA project, to be engaged in the design and construction and to be leaders of SKA science. I congratulate all authors on developing an excellent set of chapters.

**Philip Diamond**  
*Director General*  
*SKA Organisation*

# Preface

During the last century, Radio astronomy has made fundamental contributions to our understanding of the Universe, as it allows the study of phenomena and components that cannot be observed with any other technique. Thanks to facilities like LOFAR, EVN, JVLA, NOEMA and ALMA<sup>2</sup>, as well as other major worldwide ground-based radio telescopes and interferometers, and space and airborne observatories, radio astronomy covers now the range from submillimetre to metre wavelengths.

The Square Kilometre Array (SKA) will ensure that centimetre and metre wave Radio astronomy plays a central role in Astronomy for several decades. The SKA precursors (LOFAR, APERTIF, MWA, e-MERLIN, EVN, ATCA, JVLA, ASKAP, MeerKAT<sup>3</sup>) already show the potential of the new generation of centimetre wavelength radio interferometers with improvements in sensitivity, angular resolution, and field of view, which supersede, by at least one order of magnitude, the performances of present radio astronomical facilities.

The SKA, with a collecting area of one square kilometre, will have the potential to revolutionise essentially all areas of Astrophysics. In fact, the interest in SKA goes beyond radio astronomers, since it will be an extremely powerful tool for all astronomers, with relevance also in other fields of research in Physics and Astrobiology.

The Spanish scientific community officially showed its very strong interest in the SKA during the meeting “Science and Technological Opportunities in the SKA Era” of the Astronomy Infrastructures Network (RIA) in May 2011. Since then, several projects funded by the former MICINN led eventually to the creation of a “Spanish SKA network of academic institutions” and to the production of a feasibility study of the Spanish technological participation in the SKA construction.

At the beginning of 2014, the Steering Committee of the RIA issued a recommendation for Spain to explore the possibility of participate in the SKA project as a full member before the start of the construction phase in 2017. In October 2014, the “Spanish SKA day” meeting of the RIA brought together members of 18 academic institutions and 17 companies.

Spanish researchers and engineers are active members of several SKA working groups since 2012. Currently, 9 Spanish research centres and 11 companies contribute to the design of the SKA in 7 work packages, valued by the SKA Board at 2 M€. Since October 2013, a Spanish state representative is regularly invited to participate in the SKA Board meetings.

The Spanish participation as a full member in the SKA Project will multiply the economic value for the academic institutions and companies, as well as the scientific and technological return for Spain.

---

<sup>2</sup>European VLBI Network (EVN); Low-Frequency ARray (LOFAR); Jansky Very Large Array (JVLA); NOrthern Extended Millimiter Array (NOEMA); Atacama Large Millimeter Array (ALMA)

<sup>3</sup>APERture Tile in Focus (APERTIF); Murchison Widefield Array (MWA); electronic Multi-Element Radio Linked Interferometre Network (e-MERLIN); Australian Telescope Compact Array (ATCA); Australian SKA Pathfinder (ASKAP); South African Karoo Array Telescope (MeerKAT)

This White Book is the result of the coordinated effort of 119 astronomers, and clearly shows the strong interest of the Spanish astrophysical community in the SKA. It also shows the scientific capability of the research groups and the synergies between them, as well as the synergies of the SKA with other astronomical observatories. All of this indicates a very promising potential for an optimum Scientific exploitation of the SKA in Spain.

**The Editors**

# Prólogo

La radioastronomía ha realizado a lo largo del último siglo aportaciones fundamentales a la comprensión del Universo, ya que nos permite estudiar componentes y fenómenos que no pueden observarse mediante ninguna otra técnica astronómica. Gracias a instrumentos como LOFAR, EVN, JVLA, NOEMA y ALMA<sup>4</sup>, así como otros grandes radiotelescopios e interferómetros repartidos por todo el planeta y el espacio, la radioastronomía cubre un rango que va del métrico hasta el submilimétrico.

El Square Kilometre Array (SKA) garantizará que la radioastronomía a longitudes métricas y centimétricas continúe siendo gran protagonista de la astrofísica durante, al menos, varias décadas. De hecho, los instrumentos precursores del SKA (LOFAR, APERTIF, MWA, e-MERLIN, EVN, ATCA, JVLA, ASKAP, MeerKAT<sup>5</sup>) ya muestran el potencial de la nueva generación de radiotelescopios, con mejoras en sensibilidad, resolución angular, resoluciónpectral y campo de visión que superan en al menos un orden de magnitud las prestaciones de las infraestructuras radioastronómicas actuales.

Con un área colectora de un kilómetro cuadrado, el SKA será una herramienta con el potencial de revolucionar prácticamente todos los ámbitos de la astrofísica. Así, el SKA va mucho más allá del interés de los radioastrónomos, pues se revela como una herramienta poderosísima para todos los astrónomos, y que también será relevante en otros campos de la física y astrobiología.

La comunidad científica española mostró oficialmente su enorme interés en el proyecto SKA en mayo de 2011, durante una reunión de la Red de Infraestructuras de Astronomía (RIA) sobre “Ciencia y Oportunidades Tecnológicas en la era de SKA”. Desde entonces, una serie de proyectos financiados por el extinto MICINN culminó en la creación de una red de instituciones académicas para el SKA y la elaboración del Estudio de viabilidad de la participación tecnológica española en el SKA. A principios de 2014, el Comité Directivo de la RIA emitió una recomendación para que España explorara la posibilidad de participar en el proyecto SKA como miembro de pleno derecho antes del comienzo de la fase de construcción, en 2017. En octubre de 2014 tuvo lugar la reunión de la RIA “Spanish SKA day”, que congregó a miembros de 18 instituciones académicas y 17 empresas.

Los investigadores españoles participan en varios grupos de trabajo del SKA desde 2012. Actualmente, 9 centros de investigación españoles y 11 empresas contribuyen a los esfuerzos de diseño del SKA en 7 paquetes de trabajo por un valor estimado de 2 M€, reconocido por el Board del SKA. Desde octubre de 2013 se invita regularmente a un representante del gobierno español a participar en las reuniones del Board del SKA. Una participación oficial de España en el proyecto multiplicaría el valor económico para instituciones y empresas, además del retorno científico y tecnológico para el país.

<sup>4</sup>European VLBI Network (EVN); Low-Frequency ARray (LOFAR); Jansky Very Large Array (JVLA); NOrthern Extended Millimiter Array (NOEMA); Atacama Large Millimeter Array (ALMA)

<sup>5</sup>APERture Tile in Focus (APERTIF); Murchison Widefield Array (MWA); electronic Multi-Element Radio Linked Interferometer Network (e-MERLIN); Australian Telescope Compact Array (ATCA); Australian SKA Pathfinder (ASKAP); South African Karoo Array Telescope (MeerKAT)

Este Libro Blanco, fruto de un esfuerzo coordinado de 119 astrónomos, muestra el interés de la comunidad astrofísica española en el SKA, así como la capacidad científica de nuestros grupos de investigación y las sinergias existentes entre ellos, y del SKA con otros observatorios astronómicos. Todo ello representa un prometedor potencial para una óptima explotación científica del SKA en nuestro país.

**Los editores**



# Contents

## Cosmology and Large Scale Structure in the Universe

Cosmology with the SKA: Theoretical Prospectives <i>P. Arnalte-Mur et al.</i>	1
The Cosmic Dawn and the Epoch of Reionization <i>J. M. Diego et al.</i>	11
Synergies with the Cosmic Microwave Background Radiation <i>J. M. Diego et al.</i>	20
Gravitational waves with the SKA <i>J. A. Font et al.</i>	29
Galaxy clusters with the Square Kilometer Array <i>B. Ascaso et al.</i>	37

## Galaxy Evolution

HI and Galaxy Evolution <i>L. Verdes-Montenegro et al.</i>	47
Galaxy Evolution in Clusters with the Square Kilometer Array <i>B. Ascaso et al.</i>	63
Active Galactic Nuclei at kiloparsec scales and their Cosmological Evolution <i>M. Perucho et al.</i>	74
Active Galactic Nuclei on parsec scales <i>I. Agudo et al.</i>	88
The Far-Infrared-Radio Correlation in Galaxies <i>U. Lisenfeld et al.</i>	101
How is star formation fed and quenched in massive galaxies at high redshift? <i>P. G. Pérez-González et al.</i>	109
Nearby Normal and Luminous Infrared Galaxies with the SKA <i>M. Pérez-Torres et al.</i>	118
Spectral Line Mapping of the Milky Way <i>J. F. Gómez &amp; E. J. Alfaro</i>	133

## **Magnetism in the Universe**

Cosmic Magnetism <i>E. Battaner et al.</i>	141
---	-----

Zeeman Observations: Measuring Magnetic Fields in the Atomic and Molecular ISM <i>J. M. Girart</i>	146
---	-----

## **The Cradle of Life and its Chemistry**

The Earliest Stages of Star Formation: Massive Protostars and the SKA <i>M. Osorio et al.</i>	153
--	-----

Protoplanetary Disks, Jets, and the Birth of the Stars <i>G. Anglada et al.</i>	169
--	-----

Chemical Complexity in the Universe: Pre-biotic Chemistry with the SKA <i>I. Jiménez-Serra &amp; J. Martín-Pintado</i>	183
---	-----

## **Stellar Astrophysics**

Gamma-Ray Bursts with the SKA <i>A.J Castro-Tirado et al.</i>	190
--	-----

Ultraluminous X-ray Sources with the SKA <i>M. Mezcua et al.</i>	196
---	-----

Core-Collapse and Type Ia Supernova Studies with the SKA <i>M. Pérez-Torres et al.</i>	204
---	-----

Pulsar Science with the SKA <i>N. Rea &amp; J. A. Pons</i>	215
---	-----

Microquasar Perspectives with the Square Kilometre Array <i>J. M. Paredes &amp; J. Martí</i>	220
---	-----

Circumstellar Envelopes and their Descendents <i>J. Alcolea et al.</i>	225
---	-----

## **SKA Precursors**

Spanish Involvement in Precursors and Pathfinders for the SKA <i>The Editorial Board</i>	233
---	-----

## **Synergies with other Facilities**

Synergies between the SKA and J-PAS <i>A. Fernández-Soto &amp; M. Pérez-Torres</i>	239
Synergies of high-energy facilities with the SKA <i>M. Ribó &amp; J. Moldón</i>	246
SKA and VLBI synergies <i>E. Ros et al.</i>	254
SKA Astrometry <i>J. C. Guirado et al.</i>	264

