

# **Proyecto Gemini**

Informe actualizado al cierre del año 2020

Oficina Gemini Argentina

# Índice

<b>1. Antecedentes</b>	<b>3</b>
<b>2. El Observatorio Gemini actual</b>	<b>4</b>
2.1. El consorcio Gemini	4
2.2. Las facilidades Gemini	4
2.3. La Oficina Gemini Argentina	6
2.4. Operaciones científicas	7
2.4.1. Proyectos observacionales argentinos	9
2.4.2. Programas de observación argentinos	13
<b>3. Producción científica y tecnológica</b>	<b>17</b>
3.1. Publicaciones científicas y su impacto	17
3.2. Eficiencia en publicaciones	22
3.3. Desarrollo instrumental	22
3.4. Vinculación tecnológica, científica y académica	23
<b>4. Sumario y perspectivas futuras</b>	<b>23</b>

# 1. Antecedentes

El Observatorio Gemini es un observatorio astronómico internacional. Consiste en dos telescopios gemelos, de 8.1 metros de diámetro, capaces de obtener datos en las bandas óptica e infrarroja del espectro electromagnético y ubicados en dos de los mejores sitios astronómicos del planeta (montañas de Hawaii y norte de Chile), lo que les permite acceder conjuntamente a toda la esfera celeste.

Los países participantes en el Observatorio Gemini han ido cambiando con el tiempo. Los únicos que se mantienen desde el inicio son los **Estados Unidos de América, Brasil, Canadá, Chile y Argentina**. El Reino Unido, que fue uno de los miembros fundadores, se retiró en 2012, mientras que Australia participó entre 1998 y 2014. Por otra parte, en 2018 **Corea del Sur** ingresó como miembro pleno. Estos cambios hicieron que la distribución de la carga financiera para los países miembros fuera cambiando con el tiempo. La situación actual al respecto se detalla en la Sección 2.1.

La República Argentina ingresó a esta colaboración internacional en el año 1994, algunos meses después que se firmara el primer convenio internacional Gemini (*Gemini Agreement*) en octubre de 1993. El telescopio del norte produjo su primera imagen (primera luz) en 1999 y el del sur en 2000. Poco después, en 2001, comenzaron a producir los primeros datos científicos.

Inicialmente, los signatarios del convenio por la parte argentina fueron la Secretaría de Ciencia y Técnica y el CONICET, mientras que la Oficina Gemini Argentina (OGA) funcionaba en la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAG) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), siendo atendida por docentes de la misma. Poco después de su creación, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCyT) realizó un proceso de evaluación del proyecto Gemini, con participación de la comunidad astronómica argentina y consultas a expertos internacionales. Al cabo del mismo, en 2008, resolvió que nuestro país continuara participando del convenio Gemini y el MinCyT asumió la representación de Argentina en el mismo.

Los **primeros años** de la participación argentina en el Observatorio Gemini se caracterizaron por una **fuerte inestabilidad**, debida fundamentalmente a que sus derechos de observación fueron suspendidos en los semestres 2003A y B, 2004A, 2007B y 2008A por la falta de pago de la contribución financiera acordada. La inevitable incertidumbre que generaron en la comunidad las suspensiones concretas y amenazas de futuras suspensiones por falta de pago, también conspiró contra el desarrollo, puesto que resultaba riesgoso formar recursos humanos para aprovechar un observatorio al cual no se sabía si se iba a tener acceso siquiera en el semestre siguiente. Después de 2008, la incorporación de la OGA al MinCyT, la clara definición de su estructura, la continuidad en los pagos y la supervisión del MinCyT al desarrollo del proyecto, dieron paso a una situación de **crecimiento sostenido** en todos los sentidos, que se evidencia claramente en la producción científica (ver Sección 3).

La participación continua en Gemini ha dotado a los astrónomos argentinos de una herramienta que les permite **entablar colaboraciones** de igual a igual con científicos de importantes centros de investigación en el extranjero. Esto se debe a que los argentinos pueden aportar no sólo ideas y experiencia, sino también recursos efectivos, como es el uso de estos telescopios.

En el presente informe, en la Sección 2 se describe la situación actual del Observatorio Gemini, en lo que hace a su composición y características generales de su funcionamiento. Se detalla la instrumentación disponible y en desarrollo, así como el funcionamiento de la OGA y la manera en que opera desde el punto de vista científico. Luego se analiza la producción científica derivada de la participación argentina en Gemini, tanto en su globalidad como en su evolución temporal e impacto (Sec. 3). Por último se resume, desde la perspectiva de la OGA, la situación actual y se proponen algunas perspectivas para el futuro (Sec. 4).

## 2. El Observatorio Gemini actual

### 2.1. El consorcio Gemini

El Observatorio Gemini, desde el punto de vista jurídico, se sustenta en un convenio internacional (*international agreement*) renovado en 2015 por Argentina, Brasil, Canadá, Chile y los Estados Unidos de América, al cual se sumó Corea del Sur en el año 2018. Los firmantes de dicho convenio son las agencias nacionales de investigación científica de cada uno de los países participantes. Este convenio se renueva cada 6 años. El mismo prevé que el costo de la operación y del desarrollo instrumental del Observatorio se comparta entre los participantes, mediante contribuciones anuales de acuerdo a los siguientes porcentajes:

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Argentina)	3.10 %
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (Brasil)	6.51 %
National Research Council (Canada)	18.15 %
Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Chile)	0.00 %
Korea Astronomy and Space Science Institute	5.00 %
National Science Foundation (USA)	67.24 %

**El tiempo total disponible para ciencia en cada uno de los telescopios se reparte proporcionalmente a dichos porcentajes.** Por hospedar en su territorio los telescopios, participan de esta distribución también Chile, que puede usar hasta el 10 % del tiempo disponible en el telescopio del sur, y la Universidad de Hawaii, que puede usar el mismo porcentaje en el telescopio del norte. Por ese motivo, los porcentajes de tiempo utilizables para cada participante<sup>1</sup> son ligeramente menores<sup>2</sup>.

Existen además instituciones que participan como colaboradores durante un plazo más breve (*limited term collaborators*), realizando una contribución financiera que se acuerda caso por caso, según el tiempo de observación que pretenden utilizar.

Cada participante puede utilizar el tiempo que tiene disponible bajo el concepto de *tiempo soberano*, vale decir que **cada participante decide libremente qué observar en el tiempo que le corresponde**. Esto está limitado únicamente por las condicionantes técnicas, instrumentales, astronómicas, etc., las cuales se conocen antes de que cada participante tome su decisión, o en caso que sea imposible, se establece cómo administrar su impacto en el uso del tiempo.

La gobernanza del Observatorio Gemini integra el funcionamiento de numerosos órganos con diferentes competencias y articulaciones. **En los principales comités de gobierno, se requiere siempre la presencia de representantes de los países participantes, con derecho a voz y voto.** En la Tabla 1 se detallan los comités de gobernanza y los principales comités asesores.

La agencia ejecutiva (*executive agency*) del Observatorio es la National Science Foundation, mientras que la organización de gerenciamiento (*managing organization*) es la Association of Universities for Research in Astronomy (AURA).

### 2.2. Las facilidades Gemini

El Observatorio Gemini posee, opera y desarrolla dos telescopios, cada uno de los cuales tiene **un espejo primario de 8.1 metros de diámetro**, ubicados en el hemisferio norte y sur. Se trata de telescopios idénticos, de donde proviene el nombre Gemini. Uno de ellos se encuentra en la isla mayor (*Big Island*) del archipiélago de Hawaii, en la cima del volcán Mauna Kea, a 4200 metros de altura sobre el nivel del mar. El otro está en la Región de Coquimbo (Chile) en la cima del cerro Pachón, a 2700 metros de altura. Ambos se encuentran en **sitios geográficos con una excelente calidad de imagen natural**.

Los telescopios fueron diseñados para proporcionar la **mejor calidad de imagen posible desde la**

---

<sup>1</sup>Al interno del Observatorio Gemini, cuando se mencionan las instituciones que pueden utilizar el tiempo de observación se utiliza la palabra *partners*, dentro de los cuales se incluye por tanto también a la Universidad de Hawaii. A los efectos de este informe utilizaremos indistintamente la palabra "participante" tanto para referirnos a los participantes en sentido estricto, o miembros "plenos", como a los *partners*.

<sup>2</sup>Dichos porcentajes se denominan habitualmente "el *share*" y de ese modo los referiremos en lo que sigue.

Tabla 1: Principales órganos de gobernanza del Observatorio Gemini

Comités de Gobernanza	Breve descripción
Board	Directorio, integrado por representantes de los países participantes.
Finance Committee	Elaboración financiera y presupuestal.
Science and Technology Advisory Committee	Planificación técnica e instrumental.
Management Oversight Council	Supervisa a la organización de gerenciamiento del Observatorio.
<hr/>	
Comités Asesores	
Operations Working Group	Asesora en uso y programación de los telescopios, soporte a los usuarios y conexión con las comunidades nacionales.
Users Gemini Committee	Proporciona retroalimentación de los usuarios en todas las áreas de operaciones.
International Time Allocation Committee	Fusiona los rankings de los participantes y recomienda los programas a ser ejecutados
Oficinas Gemini Nacionales (NGOs)	Proporciona enlace entre las comunidades locales y el Observatorio.

**superficie terrestre** para telescopios de ese tamaño. Ambos además se diseñaron para **optimizar las capacidades de observación en el banda del infrarrojo cercano**. Poseen un sistema de óptica activa, que permite compensar las deformaciones mecánicas del telescopio debidas al peso de sus estructuras. Además, tienen un sistema de movimiento “*tip – tilt*” en el espejo secundario (de 1 metro de diámetro) para compensar las vibraciones debidas al viento, a los motores, a sismos, etc. A ello se agrega un sistema de óptica adaptable, que introduce en el camino de la luz un espejo deformable cientos de veces por segundo, que corrige el efecto de la turbulencia atmosférica.

El **sistema de óptica adaptable** requiere para poder operar que haya de una estrella relativamente brillante en el campo de visión del telescopio. Cuando esta no existe, los telescopios cuentan con un láser de alta potencia que se propaga a la atmósfera y genera un punto brillante (una “estrella” artificial) que permite usar la óptica adaptable igualmente. Gemini Sur fue el primer telescopio de clase 8 – 10 m con un sistema multiconjugado de óptica adaptable, y con un láser que genera una pequeña constelación de 5 estrellas artificiales. Usando la óptica adaptable, Gemini puede alcanzar una resolución espacial equivalente a la del telescopio espacial Hubble.

Ambos telescopios cuentan con numerosos instrumentos propios y visitantes<sup>3</sup>. En la Tabla 2 se detallan los instrumentos actualmente disponibles en ambos telescopios. Los astrónomos argentinos pueden utilizar cualquiera de esos instrumentos.

El Observatorio Gemini desarrolla además sus propios instrumentos. En la Tabla 3 pueden verse aquellos que se encuentran actualmente en diferentes etapas de diseño y/o construcción. El desarrollo instrumental del Observatorio es definido por el Board con el asesoramiento del *Scientific and Technical Advisory Committee* (STAC). En ambos órganos hay siempre representantes argentinos.

Por último, es importante señalar que la participación en Gemini permite a los astrónomos argentinos acceder también el uso del telescopio Subaru, un telescopio de 8.2 metros de diámetro, operado por Japón, también situado en la cima de Mauna Kea. Este telescopio posee una instrumentación en ciertos aspectos complementaria de la de Gemini Norte y ya fue utilizado por varios astrónomos argentinos.

<sup>3</sup>Los instrumentos visitantes son aquellos que pertenecen a un grupo de investigación y se instalan en el Observatorio durante algunos años, pero pueden ser usados por todos los participantes.

Tabla 2: Instrumentos actualmente disponibles en el Observatorio Gemini

Gemini Norte		Gemini Sur	
Banda Visible	Infrarrojo cercano	Banda Visible	Infrarrojo cercano
GMOS-N: cámara y espectrógrafo ranura larga, multiobjeto y campo íntegro	NIRI: cámara de alta resolución	GMOS-S: cámara y espectrógrafo ranura larga, multiobjeto y campo íntegro	GSAOI: cámara de alta resolución espacial
GRACES: espectrógrafo de alta resolución espectral	NIFS: espectrógrafo de campo íntegro	IGRINS: espectrógrafo de alta resolución	Flamingos-2: cámara y espectrógrafo ranura larga
'Alopeke: cámara tipo speckle	GNIRS: espectrógrafo ranura larga y dispersión cruzada	Zorro: cámara tipo speckle	
MAROON-X: espectrógrafo de muy alta resolución espectral			

Tabla 3: Instrumentos que están siendo desarrollados para el Observatorio Gemini

Instrumento	Características	Estado	Destino	Previsto
GHOST	espectrógrafo alta resolución (banda visible)	Listo para instalar.	Sur	2021B
SCORPIO	cámara y espectrógrafo ranura larga (visible + NIR)	Diseño concluido.	Sur	2023
IGRINS-2	espectrógrafo de alta resolución (NIR)	Contrato para detector concluido. Memorandum de entendimiento completo.	Norte	2024
GPI-2	coronógrafo, polarímetro y espectrómetro campo íntegro (NIR)	Financiado. Instrumento en actualización.	Norte	2024
GIRMOS	espectrógrafo multiobjeto de campo íntegro (NIR)	En diseño.	Norte	2026

### 2.3. La Oficina Gemini Argentina

Todos los participantes del consorcio mantienen una Oficina Gemini Nacional (*National Gemini Office*, NGO) cuyas tareas y responsabilidades están definidas por un convenio internacional complementario del que sustenta el Observatorio, denominado *Agreement on User Support*. El convenio de las NGOs fue renovado en 2019. En nuestro país la Oficina Gemini Argentina (OGA) pasó a ser parte del MinCyT en 2008 (resolución 787/08).

Desde el punto de vista del Observatorio Gemini, las principales funciones de la OGA son: **promover el uso de Gemini** a nivel nacional y **proveer el enlace entre el Observatorio y la comunidad de usuarios argentinos**, especialmente en lo referido al procesamiento de las propuestas y programas de observación en todas sus etapas. También es responsable de **proveer delegados a los comités del Observatorio**, trasladar los planteos de los usuarios, representar al Observatorio en las reuniones astronómicas nacionales, etc. Desde el punto del MinCyT, la resolución 787/08 mencionada y varias subsiguientes establecieron las funciones y la estructura actual de la OGA, que se describe sintéticamente en la Tabla 4.

Las funciones de la OGA se realizan en parte mediante la colaboración *ad honorem* de astrónomos docentes y/o investigadores de las universidades nacionales y de CONICET. Al momento de incorporarse la OGA al MinCyT se acordó que – además de la contribución financiera anual ya mencionada en la Sec. 2.1 – el MinCyT financiaría ciertos gastos para el funcionamiento de la OGA (e.g. viáticos para las

reuniones) mientras que las universidades nacionales crearían los cargos rentados que fueran necesarios. Con esa finalidad, la FCAG de la UNLP creó en total 3 cargos rentados y el Observatorio Astronómico de Córdoba (OAC) de la UNC un cargo.

Tabla 4: Estructura de la Oficina Gemini Argentina

Coordinación	Dr. Gabriel Ferrero	Ad honorem
Representante ante el Board	Dr. Guillermo Bosch	Ad honorem
Representante ante el STAC	Dr. Damián Mást	Ad honorem
Representante ante el UGC	Dra. Celeste Parisi	Ad honorem
Consejo Asesor de Usuarios	Dr. Guillermo Hägele (coordinador, UNLP)	Ad honorem
	Dra. Celeste Parisi (OAC)	Ad honorem
	Dr. Gerardo Juan Manuel Luna (IAFE)	Ad honorem
	Dr. Carlos Saffe (ICATE)	Ad honorem
Comité Nacional de Asignación de Tiempo (NTAC)	Se renueva cada semestre	Ad honorem
Secretaría Técnica	Dr. Carlos Escudero	Rentado (UNLP)
	Dr. Luciano García	Rentado (UNC)
	Dr. Leandro Sesto	Rentado (UNLP)
	Dr. Gabriel Ferrero	Rentado (UNLP)

Una consecuencia importante de la participación en Gemini, es que numerosos astrónomos argentinos han hecho la experiencia directa de integrar comités de un consorcio científico internacional. De este modo han adquirido una **experiencia de gobernanza** que luego ha sido útil para nuestras facilidades nacionales.

## 2.4. Operaciones científicas

El uso del tiempo de los telescopios se planifica sobre una **base semestral** a través de un proceso articulado y complejo, que comienza aproximadamente 6 meses antes del semestre en cuestión. Cualquier astrónomo profesional que esté afiliado a una institución argentina puede solicitar el uso del tiempo argentino en los telescopios.

Es oportuno mencionar aquí que los telescopios Gemini proporcionan los únicos instrumentos de observación en el infrarrojo a los cuales tiene acceso directo y soberano todos los astrónomos argentinos. En la banda óptica, este acceso directo es posible también a través de los instrumentos del Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO).

Para solicitar tiempo argentino en Gemini, el astrónomo Investigador Principal (PI) del proyecto observacional debe presentar una *propuesta de observación*. Esta se envía al Observatorio a través de un software específico. La propuesta suele incluir a otros investigadores (con afiliación nacional o extranjera) que participan del proyecto como *coinvestigadores*. Es posible solicitar, en una misma propuesta, tiempo de varios participantes del consorcio. En ese caso se denomina una *propuesta conjunta*, y debe incluir coinvestigadores de todos los participantes a los cuales se solicita tiempo.

Se puede presentar una propuesta por diferentes caminos, que se resumen en la Tabla 5. La mayor parte de las propuestas se presentan a través del proceso semestral, que se describe a continuación.

Existen también distintos **modos de observación** (ver también Tabla 5). El modo más común es el modo fila (*queue*), cuya característica principal es que las observaciones las realiza un astrónomo del Observatorio, en el momento en que el objeto está visible y se cumplen las condiciones astroclimáticas requeridas por el PI, siguiendo un orden de prioridad (la fila) que se acuerda entre todos los participantes del consorcio.

Las observaciones se categorizan por **bandas de prioridad**. La banda 1 corresponde a las observaciones de máxima prioridad, que usualmente son las que requieren las mejores condiciones climáticas. La banda 2 tiene menor prioridad y usualmente las observaciones de esa banda requieren condiciones climáticas un poco menos exigentes. Con el mismo criterio, siguen las bandas 3 y 4.

Para las **propuestas estándar**, la OGA publica a comienzos de marzo y de septiembre de cada año un

Tabla 5: Posibilidades de uso del Observatorio Gemini para astrónomos argentinos

Rutas de propuestas*	Modos de observación*
<b>Estándar semestrales</b> (se puede pedir tiempo argentino o presentar propuestas conjuntas) Respuesta rápida <sup>†</sup> ( <i>Fast Turnaround, FT</i> )  Tiempo Discrecional del Director <sup>†</sup>  Banda 4 <sup>†</sup> ( <i>Poor Weather, PW</i> )	<b>Fila</b> ( <i>queue</i> )  Objetos de Oportunidad ( <i>Target of Opportunity, ToO</i> ) Intercambio de tiempo con el telescopio Subaru (8.2 m)

El camino más habitual es presentar propuestas estándar por la ruta semestral para observar en modo fila. \*: las rutas de las propuestas se pueden combinar de diferentes maneras con los modos de observación. Por ejemplo, es posible presentar una propuesta por la ruta estándar semestral para observar un ToO, y también para pedir un intercambio de tiempo con Subaru. Algunas combinaciones, sin embargo, no son posibles. Por ejemplo, no se puede presentar un FT para intercambio con Subaru. †: las propuestas se pueden presentar en cualquier momento del año.

*llamado a propuestas*, que permanece abierto aproximadamente 30 días. En dicho Llamado se especifica el tiempo total disponible para la Argentina en el siguiente semestre y cuáles son los instrumentos disponibles, así como cualquier limitante que pueda existir para las observaciones (e.g.: trabajos de mantenimiento en algún instrumento). En promedio, entre 2001 y 2020 el tiempo disponible para Argentina ascendió a 114 horas anuales, sumando Gemini Norte y Gemini Sur. En la Fig. 1 se muestra la evolución de ese tiempo entre 2001 y 2020.

Tiempo ofrecido (Gemini Norte + Sur)

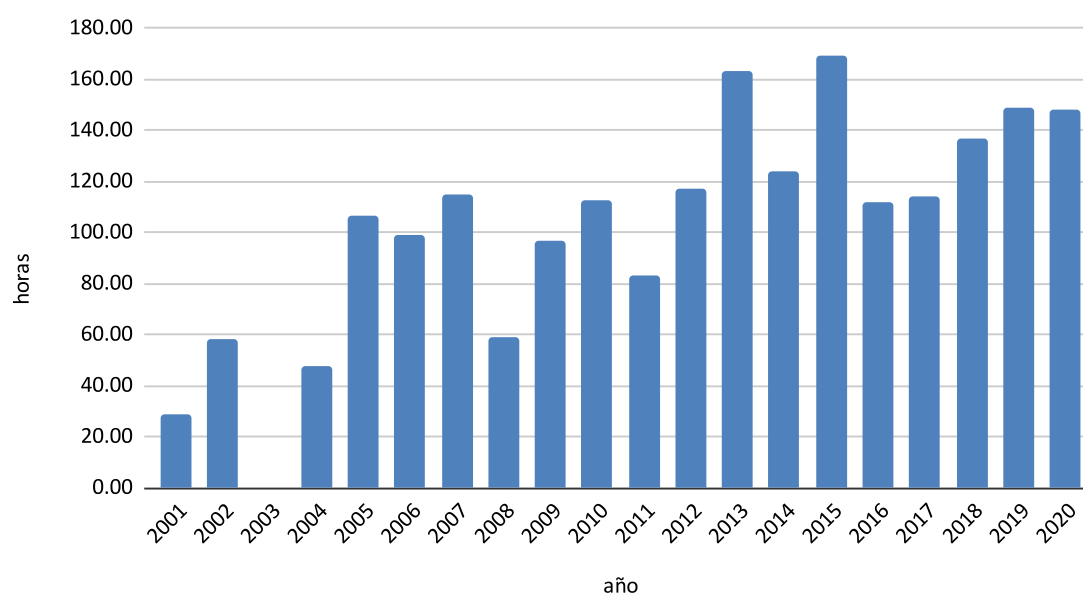


Figura 1: Evolución del tiempo total (Gemini Norte + Sur) ofrecido anualmente a la comunidad astronómica argentina.

La Secretaría Técnica de la OGA realiza una evaluación de viabilidad técnica de cada una de las propuestas y la remite, junto con las propuestas, al **NTAC**. Este las **evalúa desde un punto de vista científico**, decide cuáles pueden recibir tiempo de observación y cuánto tiempo, y las ordena en un **ranking** de prioridades, definiendo cuáles considera que deben ir a banda 1, 2, 3 y 4. Antes de la reunión del NTAC, el Observatorio calcula cuánto tiempo tendrá disponible cada participante en cada una de las bandas 1, 2 y 3. En la banda 4 no hay limitaciones de tiempo.

El ranking de las propuestas aprobadas se envía al ITAC, el cual **unifica los rankings** de los participantes



utilizando un procedimiento automático, supervisado por representantes de todos los participantes. Una vez consensuado un ranking general, este es aprobado por el Director del Observatorio. A continuación, se comunica a los PI el resultado de sus propuestas, junto con una devolución preparada por el NTAC y la Secretaría Técnica.

Los PI que recibieron tiempo deben implementar, con el asesoramiento y la supervisión del personal de la Secretaría Técnica, un **programa de observación**, utilizando un software específico para ello. El programa confeccionado es revisado también por personal del staff del Observatorio. Todo este proceso ocupa por completo los meses siguientes al Llamado a propuestas. Los programas deben estar listos para ejecutarse antes del primer día del semestre.

#### 2.4.1. Proyectos observacionales argentinos

En Argentina, los proyectos observacionales (o propuestas de observación) que se presentan al NTAC cada semestre solicitan siempre una cantidad total de tiempo mayor a la disponible. Esto se cuantifica a través de la tasa de sobrepedido (o tasa de sobresuscripción), la cual se calcula como el cociente entre el tiempo total solicitado en las propuestas y el 80 % del tiempo disponible para ciencia para la Argentina. Se considera solamente el 80 % porque este es el tiempo máximo que puede asignar el NTAC a las bandas 1+2+3. El restante 20 % se considera que no tendrá condiciones astroclimáticas adecuadas para observaciones óptimas (*Poor Weather*). Los programas que el NTAC asigne a banda 4 se ejecutarán en *Poor Weather*.

En la Fig. 2 se presenta la evolución a lo largo del tiempo de **la tasa de sobrepedido en Argentina**. Ha sido siempre superior a 1, generalmente mayor que 1.5, y **desde el año 2013 ha sido siempre mayor que 2**. Más allá de la esperable fluctuación estadística por ser Argentina el participante más pequeño del consorcio, se puede apreciar en dicha figura una tendencia creciente en el largo plazo. Esto indica la existencia de una comunidad de usuarios interesada en el uso del Observatorio, cuya demanda de observaciones crece con el tiempo.

Sobrepedido Gemini Norte + Sur (al 80% de llenado de fila)

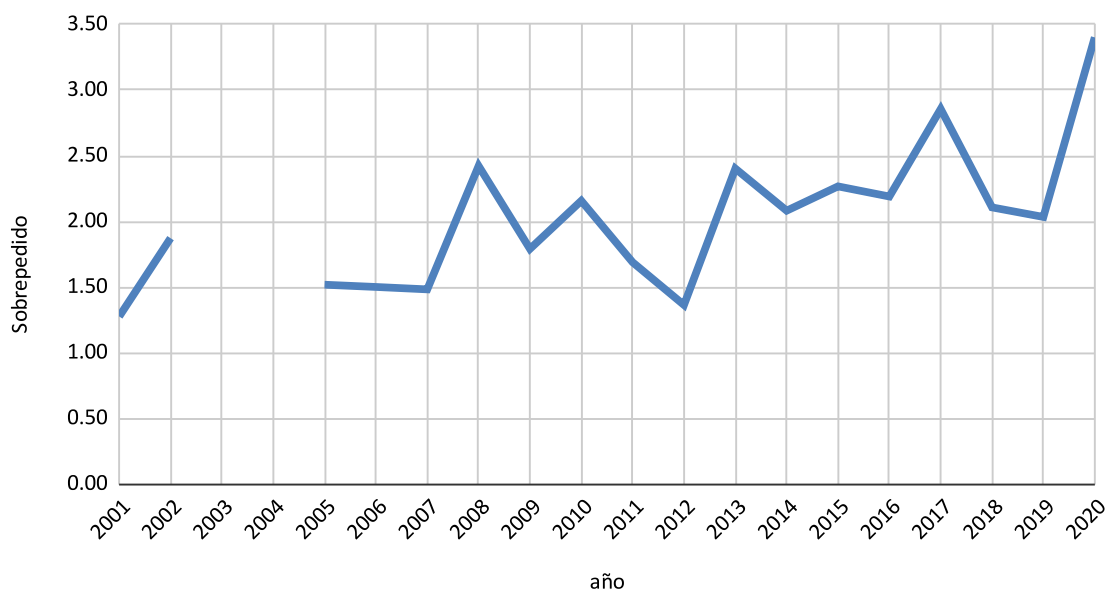


Figura 2: Evolución de la tasa anual de sobrepedido (tiempo solicitado dividido por 80 % del tiempo disponible) considerando los dos telescopios conjuntamente.

La cantidad de astrónomos afiliados a instituciones argentinas que utilizan el Observatorio Gemini, puede cuantificarse a partir del número de investigadores que integran los equipos que reciben tiempo. En

los últimos 4 años, ha sido utilizado por un **promedio de 76 astrónomos cada año**<sup>4</sup>. En la Fig. 3 se representa la evolución en los últimos años.

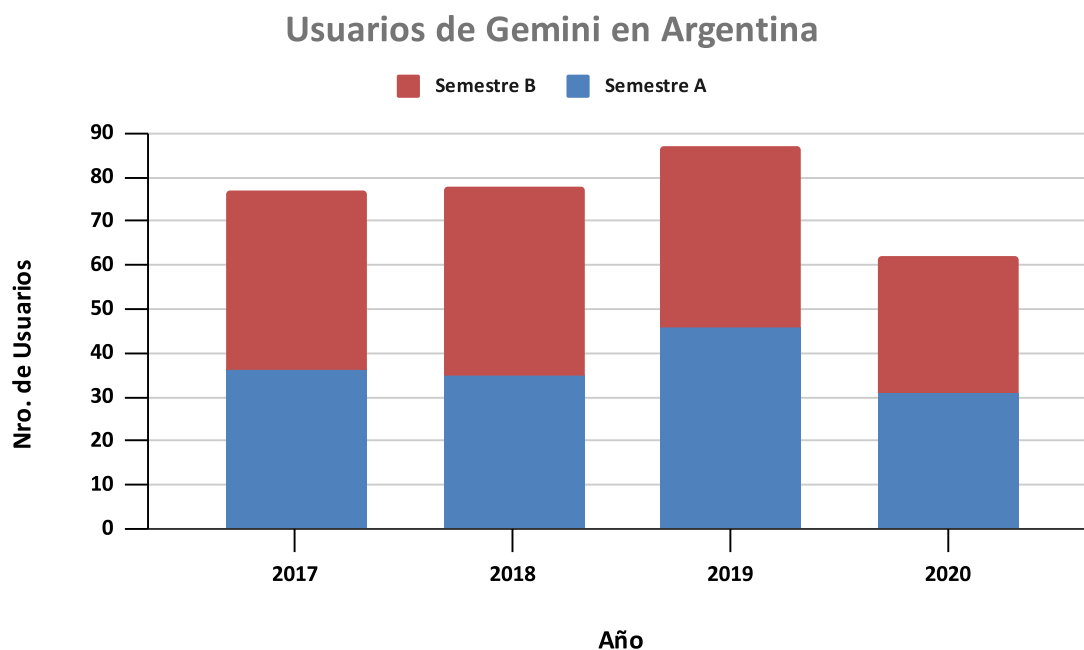


Figura 3: Número de usuarios de Gemini con afiliación en instituciones argentinas durante los últimos años. Se consideran solamente los investigadores principales y coinvestigadores de los programas que recibieron tiempo argentino.

La comunidad de usuarios de Gemini en Argentina se encuentra **distribuida entre las principales zonas geográficas donde se nuclean los astrónomos argentinos**, reproduciendo aproximadamente el tamaño numérico de las comunidades locales. Esto se refleja en el número de propuestas de observación presentadas por región geográfica, como puede verse en la Fig. 4. En ella las propuestas presentadas en los últimos 10 semestres se clasifican de acuerdo a la ubicación geográfica de la institución a la cual está afiliado el PI de cada propuesta<sup>5</sup>.

Se trata además de una **comunidad de usuarios con intereses muy diversos**, lo cual tiene su origen en la propia historia de la astronomía argentina, y en la variedad y versatilidad de la instrumentación disponible en Gemini. Así, sus intereses incluyen tanto la astronomía galáctica como la extragaláctica, y van desde la astronomía estelar hasta los núcleos activos de galaxias, pasando por los estudios de atmósferas de exoplanetas, medio interestelar, cúmulos de galaxias, etc. Esto se refleja en las palabras claves (*keywords*) más usadas en las propuestas de observación, como puede verse en la Fig. 5. Allí se representan, del total de las palabras claves utilizadas en los últimos 10 semestres, aquellas que acumulan el 80% del total.

La comunidad utiliza además **técnicas de observación muy diversas**: obtención de imágenes, incluso con muy alta resolución espacial, espectroscopía de ranura larga, multiobjeto, de campo íntegro, también con alta resolución espectral, y todo ello tanto en la banda óptica como en el infrarrojo cercano. Esto se ve reflejado en los instrumentos solicitados en los últimos 10 semestres, como puede verse en la Fig. 6. Los instrumentos más usados por los astrónomos argentinos son los GMOS (Norte y Sur), en lo cual coinciden con los demás participantes del consorcio.

<sup>4</sup>La Asociación Argentina de Astronomía cuenta en la actualidad con 340 socios aproximadamente.

<sup>5</sup>Se cuentan también las propuestas conjuntas cuyos PI no son argentinos, pero se presentan con co-investigadores argentinos y solicitan tiempo argentino.

## Propuestas por institución de los Investigadores Principales

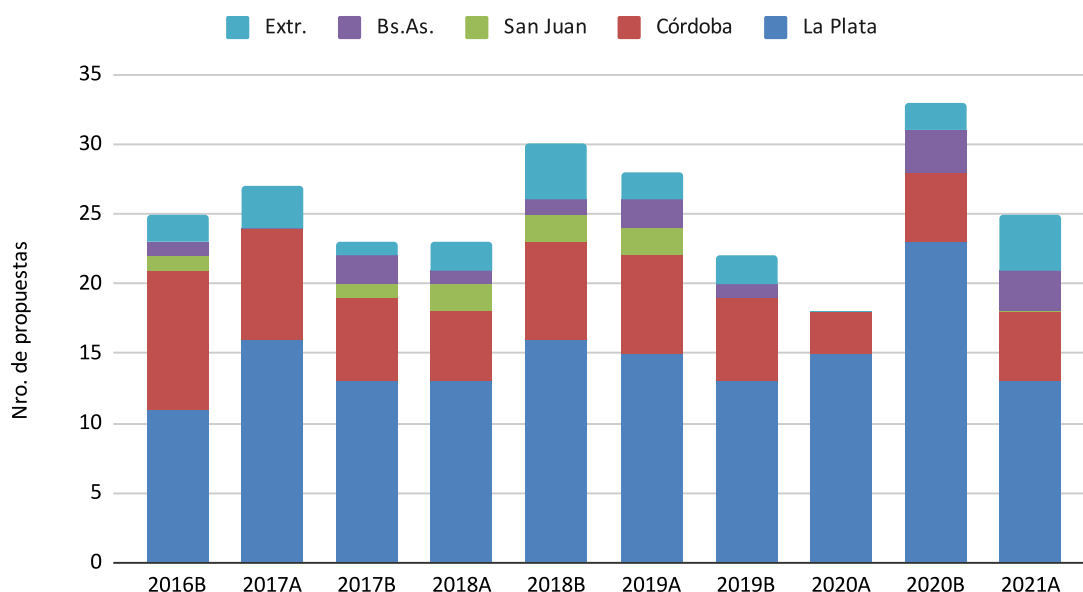


Figura 4: Evolución de la distribución de las propuestas presentadas, de acuerdo a la región de afiliación de los investigadores principales (PI). La Plata (azul): UNLP, IALP y IAR; Córdoba (rojo): OAC y IATE; San Juan (verde): ICATE, UNSJ y CASLEO; Bs.As. (violeta): IAFE; Extr. (celeste): PI con afiliación en instituciones de otros participantes.

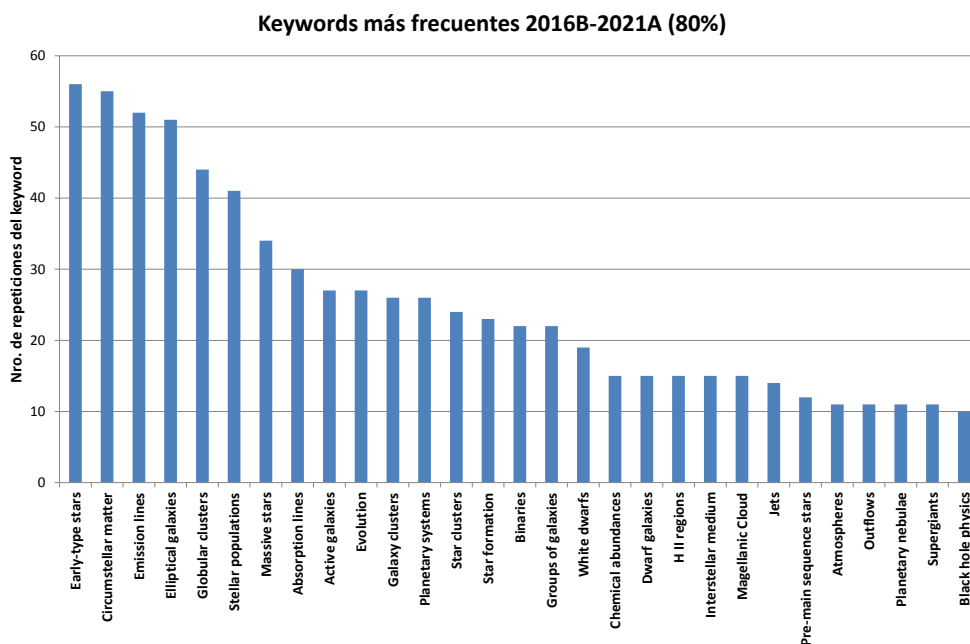


Figura 5: Palabras clave (*keywords*) más frecuentes en las propuestas de los últimos 10 semestres (2016B a 2021A). Se muestran los *keywords* que completan los 4 primeros quintiles (80% del total de *keywords* relevados).

### Distribución de propuestas por instrumento (2016B - 2021A)

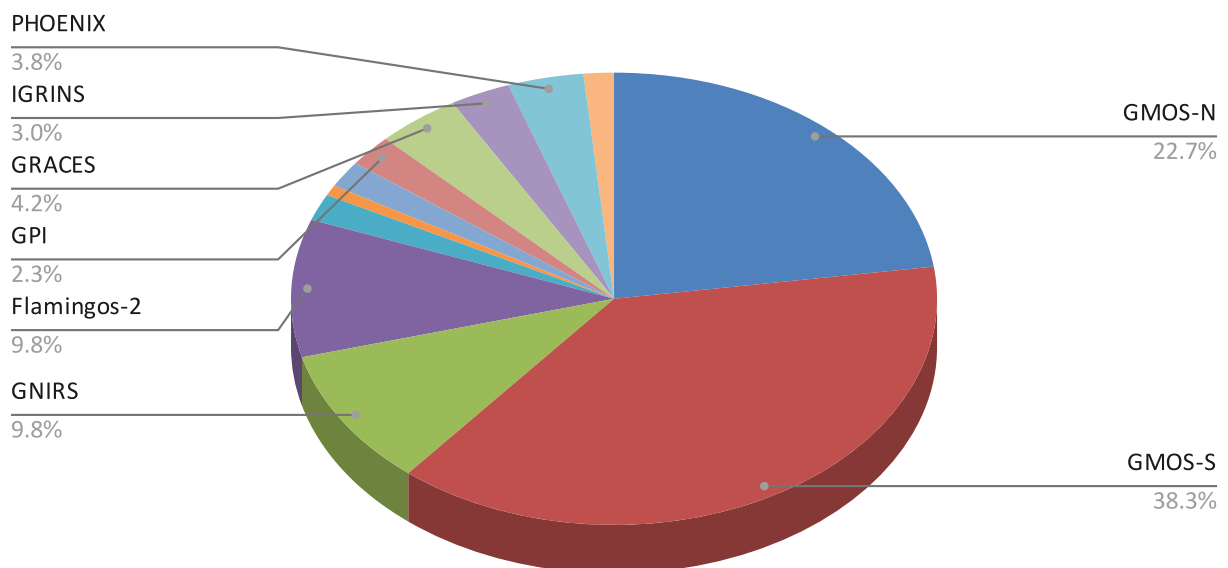


Figura 6: Distribución de las propuestas presentadas de acuerdo a los instrumentos solicitados en los últimos 10 semestres (2016B a 2021A).

## 2.4.2. Programas de observación argentinos

Las propuestas de observación presentadas cada semestre, luego de ser evaluadas y eventualmente recomendadas por el NTAC y por el ITAC se convierten en **programas de observación**. Cuando se originan en propuestas conjuntas se denominan *programas conjuntos* (es decir que utilizan tiempo de varios participantes del consorcio). El número de programas aprobados por el NTAC ha ido creciendo con el tiempo (ver Fig. 7) desde aproximadamente 15 programas por año en el período 2005<sup>6</sup> – 2011 hasta más de 25 por año desde 2013. En los últimos dos años (2019 y 2020) se aprobaron más de 30 programas cada año. Esto se debió fundamentalmente al incremento en el número de programas de banda 4, a través de los cuales Argentina utiliza un tiempo considerablemente mayor al que le permitiría su *share*.

Una parte importante de los programas de observación permiten obtener datos para la realización de **tesis doctorales**. Como puede verse en la Fig. 8, en los últimos años<sup>7</sup> se han aprobado alrededor de 10 programas por año con esta finalidad<sup>8</sup>. Nótese que esto representa alrededor del 30 % de los programas aprobados cada año. Este es un claro resultado de la participación estable de Argentina en Gemini, puesto que implica que se diseñan planes para tesis doctorales basados en la obtención de datos con Gemini, que son aceptados por las correspondientes Facultades y son evaluados positivamente por las agencias y entidades que otorgan becas (CONICET, Agencia y universidades nacionales). Por otra parte, esto forma investigadores especializados en la obtención y análisis de este tipo de datos, que se convierten en nuevos usuarios luego que se doctoran. Esto explica también el crecimiento en la demanda de Gemini.

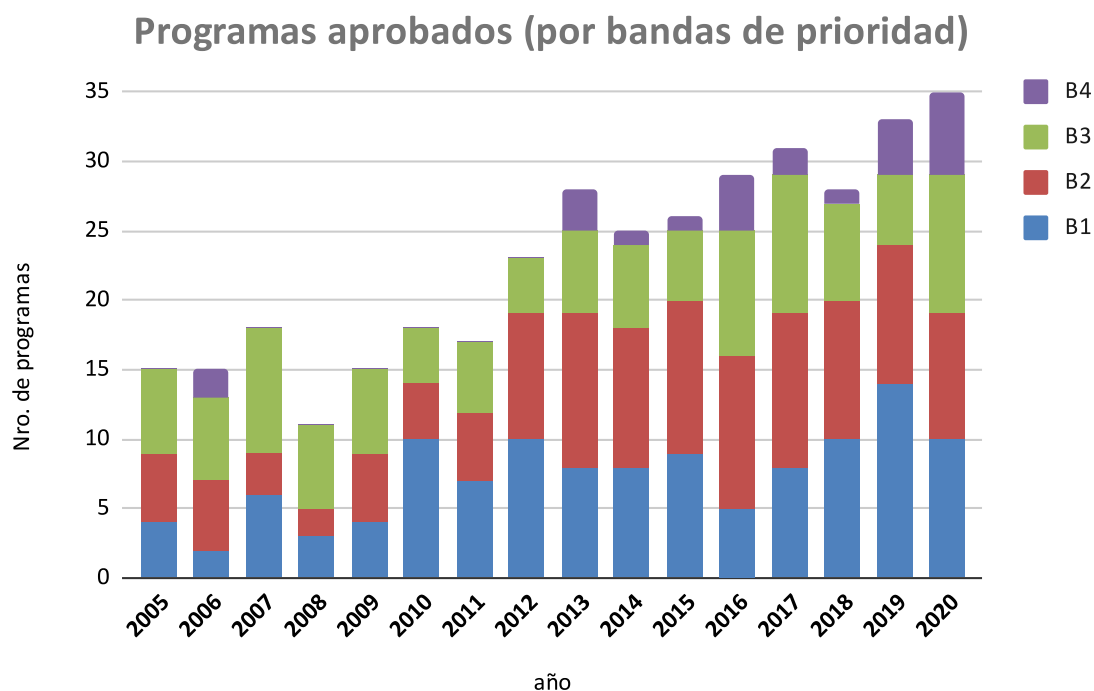


Figura 7: Evolución del número de programas aprobados por el Comité Nacional de Asignación de Tiempo (NTAC). Se indican las bandas de prioridad. B1 (azul): banda 1, máxima prioridad; B2 (rojo) banda 2, menos prioridad; etc.

<sup>6</sup>En los años 2001 – 2004 no son accesibles desde la base de datos actual.

<sup>7</sup>La Secretaría Técnica de la OGA está recuperando los datos de los años anteriores a 2013.

<sup>8</sup>Se cuentan aquí solamente los programas cuyo PI es el propio tesista. También se aprueban todos los semestres programas con tesistas como coinvestigadores.

## Programas aprobados para tesis doctorales

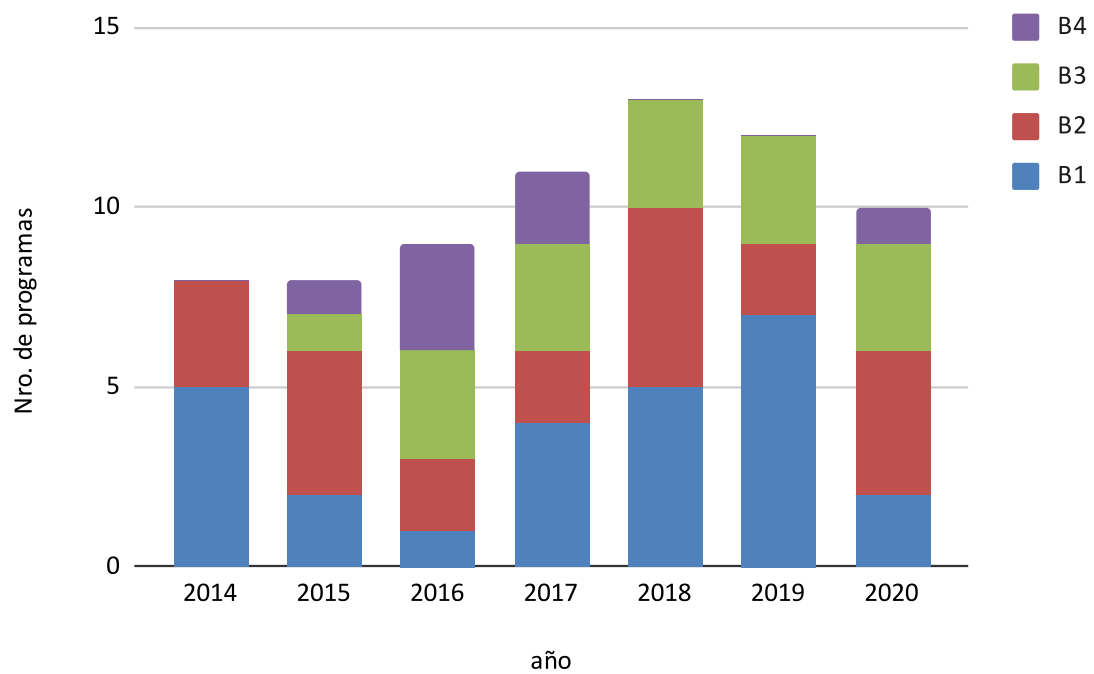


Figura 8: Evolución del número de programas aprobados por el Comité Nacional de Asignación de Tiempo (NTAC) para tesis doctorales en los últimos años. Se cuentan solamente los programas cuyo PI es el tesista. Colores como en la Fig. 7.

El **tiempo total**<sup>9</sup> asignado por el NTAC en las bandas 1, 2 y 3 varía ligeramente con los años (ver Fig. 9) aunque puede notarse un pequeño aumento en los últimos años, situándose actualmente en **aproximadamente 100 horas anuales**<sup>10</sup>. Las oscilaciones se deben en primer lugar al hecho que el tiempo total disponible para ciencia en el Observatorio tiene ligeros cambios cada año debido a múltiples motivos (mantenimiento, trabajos de ingeniería, etc.). Además, cada partner puede participar o no en diferentes tipos de propuestas (*Large and Long Programs, Fast Turnaround*, etc.) en distintos años, e incluso puede haber cambios en el *share* (e.g. cuando el Reino Unido se retiró de la colaboración).

Nótese que aunque las condiciones astroclimáticas en la banda 4 se considera que no son óptimas para observar, los astrónomos argentinos han descubierto hace ya varios años que muchos proyectos científicos pueden realizarse con éxito en esas condiciones<sup>11</sup>. Por ese motivo, en realidad **Argentina utiliza cada año una cantidad de tiempo mayor que la que le permitiría su *share***.

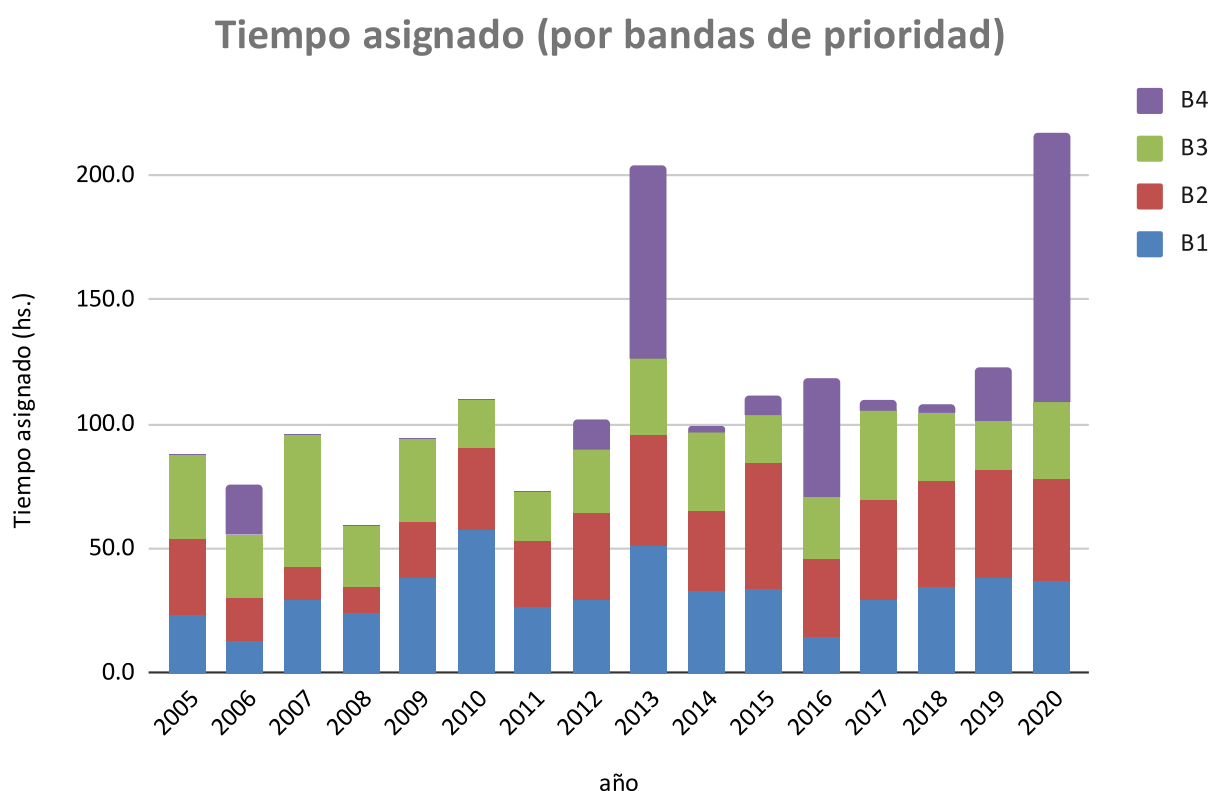


Figura 9: Evolución del tiempo asignado por el Comité Nacional de Asignación de Tiempo (NTAC). En banda 4 (*Poor Weather*) no hay límite para el tiempo asignado. Colores como en la Fig. 7.

El Observatorio tiene como máxima prioridad completar cada semestre la observación de todos los programas con tiempo asignado en banda 1, asegurando siempre una calidad óptima en los datos entregados al astrónomo. Con menor prioridad se intenta completar los programas de banda 2, y así sucesivamente. Sin embargo, puede suceder que por varios motivos (principalmente meteorológicos) no sea posible completar un programa mientras el objeto de estudio está visible.

Por estos motivos, el Observatorio evalúa su propia eficiencia a través del grado de completitud que alcanzan sus programas de observación. En la Fig. 10 se observa la evolución de la *fracción de completitud* de los programas argentinos. Para un programa dado, esta fracción es el cociente entre el tiempo asignado

<sup>9</sup>Con la expresión “tiempo total” nos referimos a la suma del tiempo asignado en Gemini Sur, más Gemini Norte, más Subaru.

<sup>10</sup>El promedio de horas asignadas anualmente, sumando ambos telescopios, fue de 92.7 hs. entre 2005 y 2020 y de 105.0 hs. entre 2017 y 2020.

<sup>11</sup>Debe recordarse que lo que se considera *Poor Weather* en un telescopio de 8.1 metros, en un sitio de alta calidad de cielo y con la instrumentación de Gemini, corresponde a condiciones de observación mucho mejores que las que habitualmente pueden acceder los astrónomos argentinos en las otras facilidades que tienen directamente disponibles.

a ese programa y el tiempo realmente observado, y se expresa en porcentaje. Para cada banda de prioridad se calcula luego la mediana de las fracciones de completitud de los programas individuales.

Como es de esperarse, en la banda 1 (línea azul de la Fig. 10) se alcanza normalmente una completitud mayor al 100 %. Esto sucede porque para lograr datos óptimos a veces es necesario repetir algunas observaciones o separarlas en varias noches, lo cual hace que se observe durante un tiempo mayor que el previsto. En las restantes bandas se alcanza una completitud un poco menor. Es importante notar sin embargo, que cuando se consideran todas las bandas conjuntamente, **la completitud es del orden del 100 %**. Esto indica que la relación entre las bandas de prioridad asignadas y las condiciones astroclimáticas requeridas por los programas es sustancialmente correcta. Esto último corresponde a una habilidad que la comunidad de usuarios argentina ha ido adquiriendo con la experiencia.

### Fracción de completitud (% por banda)

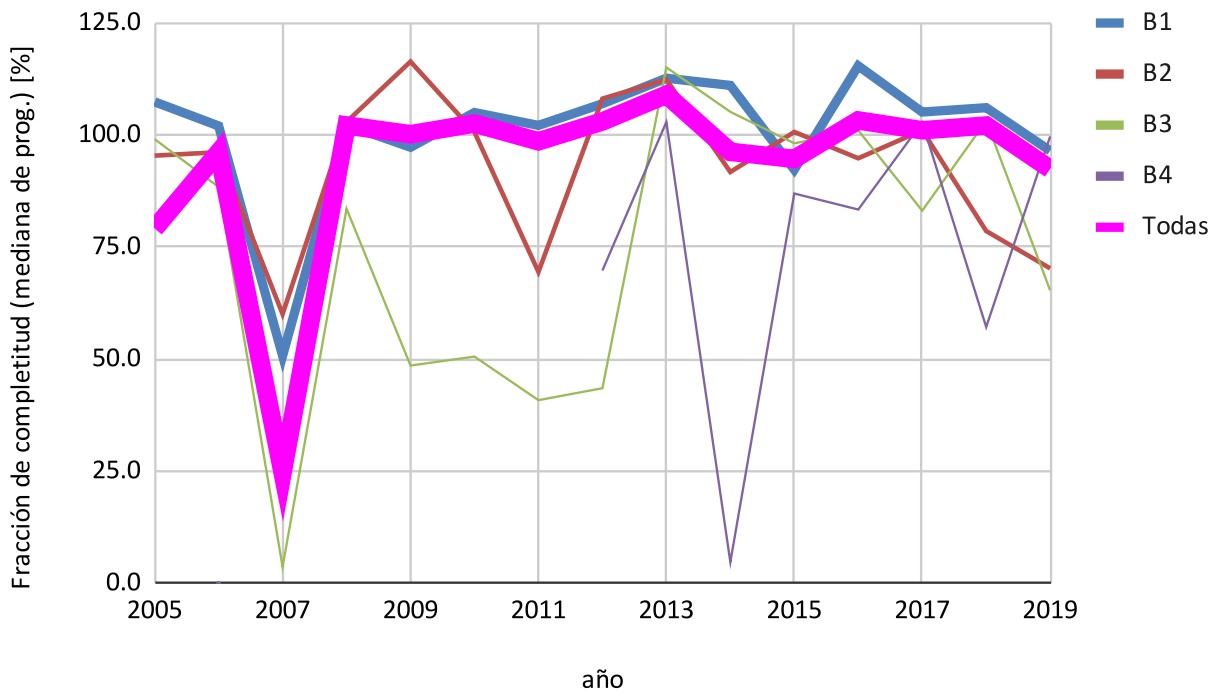


Figura 10: Evolución de la fracción de completitud porcentual por banda de prioridad. Mediana de los porcentajes de completitud de los programas individuales. Completitud: (tiempo observado) / (tiempo asignado). “Todas” indica el conjunto de todas las bandas. El valor 100 indica que para la mitad de los programas fue observado al menos un 100 % del tiempo asignado. En 2007B la Argentina fue suspendida por falta de pago después de que el NTAC había asignado el tiempo y por tanto ningún programa se observó.



### 3. Producción científica y tecnológica

#### 3.1. Publicaciones científicas y su impacto

Presentamos a continuación la información estadística acerca de las publicaciones científicas relacionadas con el Proyecto Gemini relevantes para Argentina. Esta información ha sido elaborada por la Secretaría Técnica de la OGA tomando como fuentes:

- los datos disponibles en [The SAO/NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#), la base de datos de papers de astronomía de mayor completitud que existe y que constituye el standard de búsquedas de publicaciones utilizado por la comunidad astronómica internacional;
- datos disponibles en la página web de la [Asociación Argentina de Astronomía](#) e
- información recogida por la propia OGA a partir de consultas directas a los autores de las publicaciones.

Se distinguen entre las publicaciones producidas distintos casos según la afiliación del autor, o de los coautores, la naturaleza de la publicación, el proceso de arbitraje (si lo hubo o no) y el origen de los datos utilizados. Consideramos aquí solamente las publicaciones que utilizan datos obtenidos utilizando el Observatorio Gemini y cuyos autores o coautores (al menos uno) declararon afiliación en una institución argentina al momento de la publicación. Se adjunta un documento ([Publicaciones20210204.pdf](#)) con la lista completa de dichas publicaciones.

En base a estas distinciones, se clasifican las publicaciones en las categorías de la Tabla 6.

Tabla 6: Categorías de publicaciones consideradas

	Tipo	Medio	Arbitraje	Tiempo argentino*	Nro. total
1	Paper	Revista internacional	Sí	Sí	124
2	Paper	Revista internacional	Sí	No <sup>†</sup>	45
3	Paper	Boletín de la Asoc. Argentina de Astronomía	Sí	Sí	92
4	Proceeding	Actas de congreso internacional	No	Sí	68
5	Proceeding	Actas de congreso nacional	No	Sí	57
6	Comunicación	Presentación oral o mural en reunión internacional	No	Sí	61
7	Comunicación	Presentación oral o mural en reunión nacional	No	Sí	126
8	Tesis doctoral <sup>#</sup>		Sí	Sí	26
9	Tesis de licenciatura <sup>#</sup>		Sí	Sí	12
10	Libro		Sí	Sí	1
11	Capítulo de libro		Sí	Sí	3
12	Artículo destacado	Revista electrónica	No	Sí	12

Tabla 7: En cada categoría se indica el número total de publicaciones relevadas hasta el 31 de enero de 2021. \*: Se consideran datos obtenidos con tiempo argentino aquellos provenientes de programas con tiempo asignado por el NTAC, ya sean programas estándar de la fila (*queue*), programas de *Poor Weather* o intercambios de tiempo con Subaru. También se incluyen los programas de respuesta rápida (*Fast Turnaround*) y los *Large and Long Programs* aprobados mientras Argentina participaba de estos programas. <sup>†</sup>: se incluyen debido a la existencia de muy variadas situaciones en las cuales la presencia de uno o varios astrónomos argentinos está ligada a la obtención, el procesamiento y/o el análisis de esos datos. <sup>#</sup>: Se refiere a las tesis ya defendidas.

De acuerdo a esta información, desde enero del año 2003 hasta enero de 2021 se publicaron **124**

**papers en revistas internacionales arbitradas**<sup>12</sup>, cuyos autores o coautores son astrónomos afiliados a instituciones argentinas al momento de la publicación del paper, y utilizan datos obtenidos a partir de observaciones realizadas por el Observatorio Gemini **con tiempo argentino**<sup>13</sup>. Su evolución puede verse en la Fig. 11. Nótese el incremento en la velocidad de crecimiento producido entre los años 2010 y 2014 aproximadamente. Esto se produce un par de años después de la reestructuración de la OGA y de toda la participación argentina en Gemini, y coincide con la provisión de cargos rentados para la OGA por parte de las universidades nacionales.

En el mismo período (2003 – 2020) se publicaron **46 papers en revistas internacionales arbitradas** cuyos autores o coautores son astrónomos de instituciones argentinas, utilizan datos de Gemini, pero los mismos fueron obtenidos **con tiempo de otros participantes**<sup>14</sup>. Estos corresponden a situaciones muy variadas en las cuales la presencia de los astrónomos argentinos está ligada a la obtención, el procesamiento y/o el análisis de esos datos<sup>15</sup>. También se incluyen en este número los papers en las mismas revistas, con autores argentinos, que usan datos obtenidos con tiempo discrecional del director.

Además, se publicaron **92 papers en revistas nacionales arbitradas** (la gran mayoría en el Boletín de la Asoc. Argentina de Astronomía). Si bien estas publicaciones representan un número considerable, tienen menor impacto que las anteriores<sup>16</sup>. La evolución conjunta de estas tres categorías de papers apenas indicadas es similar a la mencionada (ver Fig. 12).

Papers arbitrados de autores argentinos basados en tiempo argentino

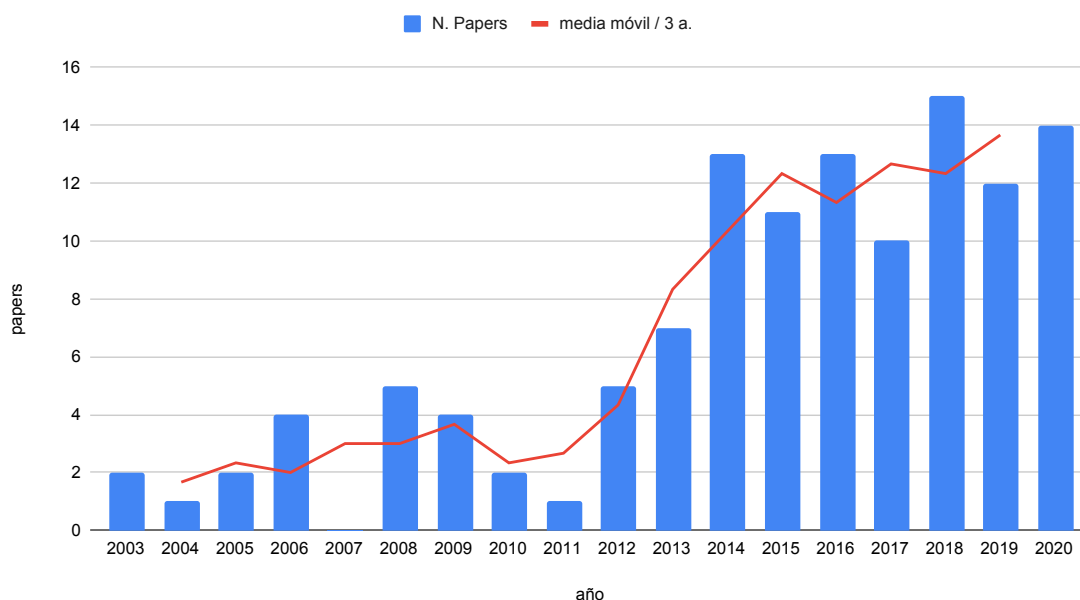


Figura 11: Evolución del número de papers arbitrados en revistas internacionales de autores argentinos que usan datos de Gemini obtenidos con tiempo argentino. La línea roja representa la media móvil cada 3 años.

Los papers arbitrados de autores argentinos con tiempo argentino recibieron (hasta febrero de 2021) **citas en 1647 papers arbitrados en revistas internacionales**. Esto representa un promedio de **13.6 papers arbitrados citando a cada paper**. La evolución del número de citas a lo largo del tiempo puede verse [aquí](#).

<sup>12</sup>La lista completa de los papers de autores argentinos en revistas internacionales arbitradas con tiempo argentino puede verse [aquí](#).

<sup>13</sup>Por brevedad, en adelante, denominaremos a estos "papers arbitrados de autores argentinos con tiempo argentino".

<sup>14</sup>La lista de los papers de autores argentinos en revistas internacionales arbitradas con tiempo de otros participantes puede verse [aquí](#).

<sup>15</sup>Algunos ejemplos de estas situaciones: el astrónomo argentino era PI o coinvestigador de una propuesta conjunta que no recibió tiempo argentino pero sí de otros participantes; o el astrónomo argentino fue invitado a colaborar en la implementación de las observaciones, o en el procesamiento de los datos de Gemini, debido a su experticia en el manejo de los mismos; etc. La determinación de la vinculación precisa entre cada autor o coautor argentino y los datos de Gemini utilizados está aún en curso.

<sup>16</sup>La lista de los papers de autores argentinos en revistas nacionales arbitradas puede verse [aquí](#).

### Papers arbitrados de autores argentinos usando Gemini

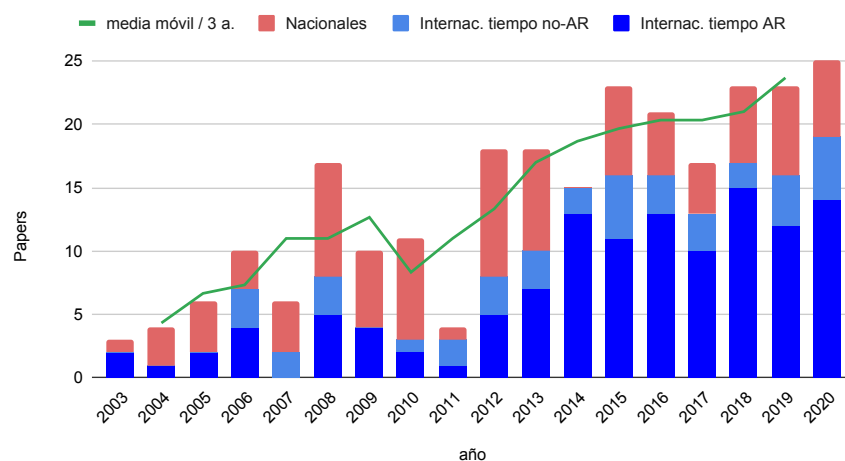


Figura 12: Evolución del número de papers arbitrados en revistas internacionales y nacionales de autores argentinos que usan datos de Gemini. Barra azul: en revistas internacionales usando tiempo argentino; celeste: en revistas internacionales con tiempo de otros participantes; rojo: en revistas nacionales. Línea verde: media móvil cada 3 años.

verse en la Fig. 13. En ella se observa también un importante aumento en la velocidad de crecimiento a partir de 2013 – 2014. La disminución en el año 2020 es un fenómeno común a varios participantes del consorcio Gemini.

### Citas en papers arbitrados a papers arbitrados

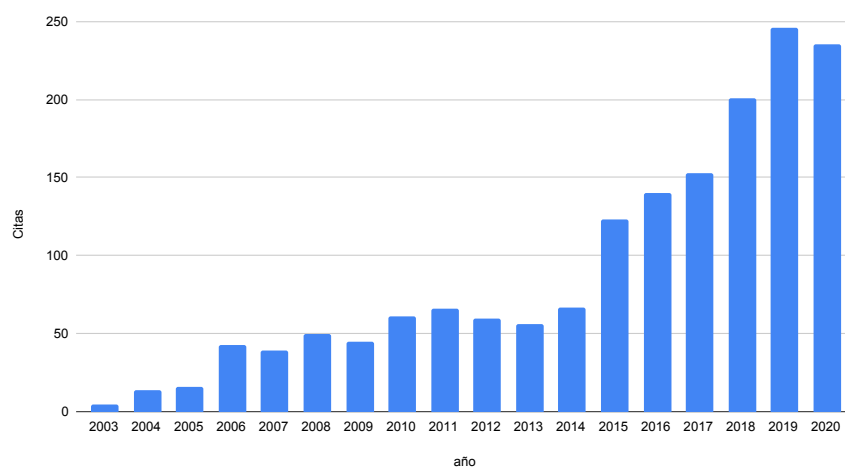


Figura 13: Evolución de las citas en revistas internacionales arbitradas a papers de autores argentinos que usan datos de Gemini obtenidos con tiempo argentino.

El índice  $h$  global actual<sup>17</sup> de los papers arbitrados de autores argentinos con tiempo argentino es  $h = 21$ . El índice  $i10$  global actual<sup>18</sup> de dichos papers es  $i10 = 54$ .

Esos mismos papers, entre 2003 y 2020 **fueron descargados 52261 veces** de la base de datos ADS, o sea **431 veces por paper** en promedio, mientras que la mediana fue 339 descargas por paper. Dicha base de datos considera como descarga tanto la del paper completo como la su registro bibliográfico completo (que contiene título, autores, abstract y códigos bibliográficos). En el mismo período, el **número total de descargas de los textos completos fue 24689**, es decir **204 descargas por paper** en promedio, con una mediana de 156.

<sup>17</sup>El índice  $h$  se define aquí como el mayor número  $h$  tal que  $h$  papers tienen por lo menos  $h$  citas. Aquí "global actual" indica que se consideran todos los papers conjuntamente, con información actualizada hasta el 31 de enero de 2021.

<sup>18</sup>El índice  $i10$  se define aquí como el número de papers que fueron citados al menos 10 veces.

En las Figuras 14, 15 y 16 puede verse la evolución de los índices  $h$  e  $i10$  y del número de descargas a lo largo del tiempo. Los índices  $h$  e  $i10$  han aumentado su tasa de crecimiento en los últimos años. Lo mismo sucede con el número de descargas a partir del año 2011. La disminución en el número de descargas en 2020 es también un fenómeno común a varios participantes del consorcio Gemini.

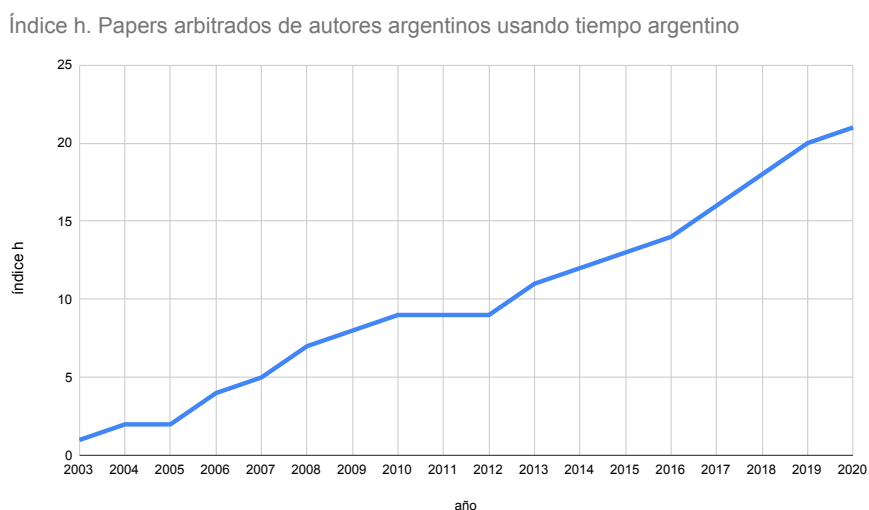


Figura 14: Izq. (Der.): Evolución del índice  $h$  ( $i10$ ) de los papers arbitrados en revistas internacionales de autores argentinos con tiempo argentino.

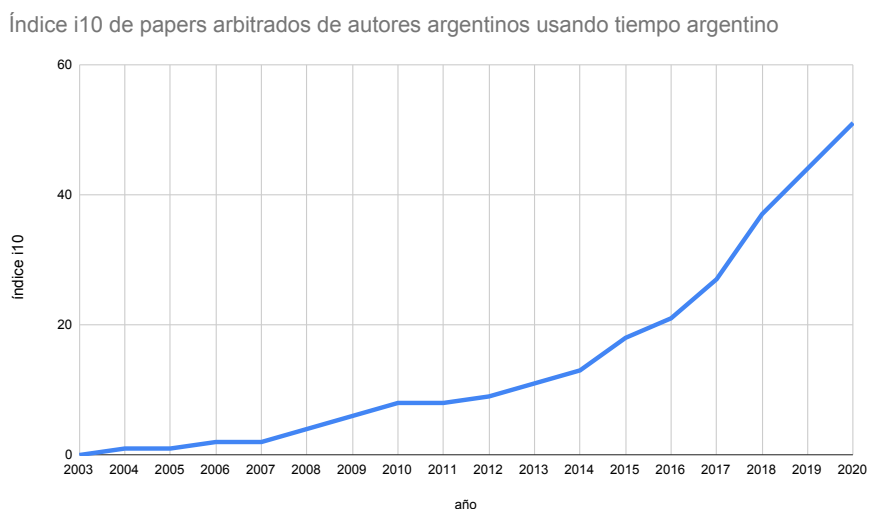


Figura 15: Evolución del índice  $i10$  de los papers arbitrados en revistas internacionales de autores con afiliación en instituciones argentinas y que usan datos de Gemini obtenidos con tiempo argentino.

Como ya se mencionó, una parte importante de los programas que se ejecutan y por lo tanto también del tiempo argentino, corresponde a propuestas presentadas para obtener datos para tesis doctorales. En la Fig. 17 se representa en número de tesis doctorales finalizadas, o en desarrollo, ordenadas de acuerdo a las universidades nacionales donde están inscriptas. Hasta ahora en total **se han defendido 26 tesis doctorales** que utilizaron datos de Gemini y **están en desarrollo otras 14**.

Descargas en ADS de papers arb. de autores argentinos usando tiempo argentino

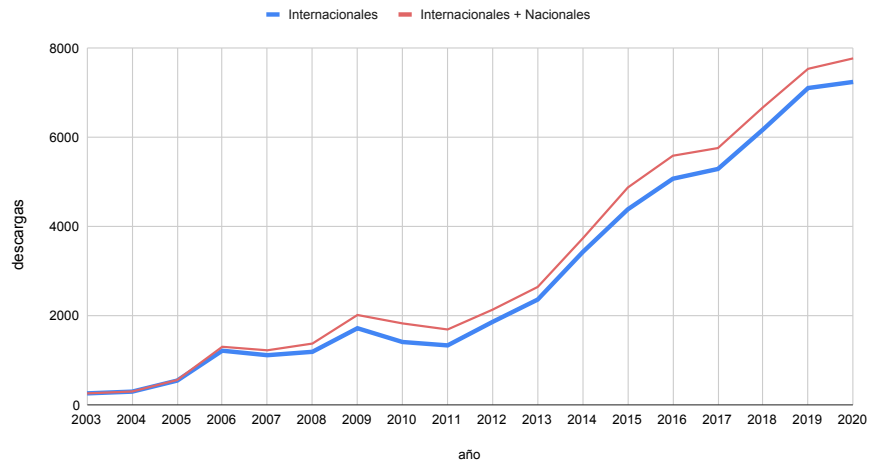


Figura 16: Descargas desde la base de datos ADS de los papers arbitrados de autores argentinos y que usan datos obtenidos con tiempo argentino. Se considera tanto la descarga del texto completo como la del registro bibliográfico. Línea azul: papers en revistas internacionales; roja: en revistas internacionales más nacionales.

Tesis doctorales

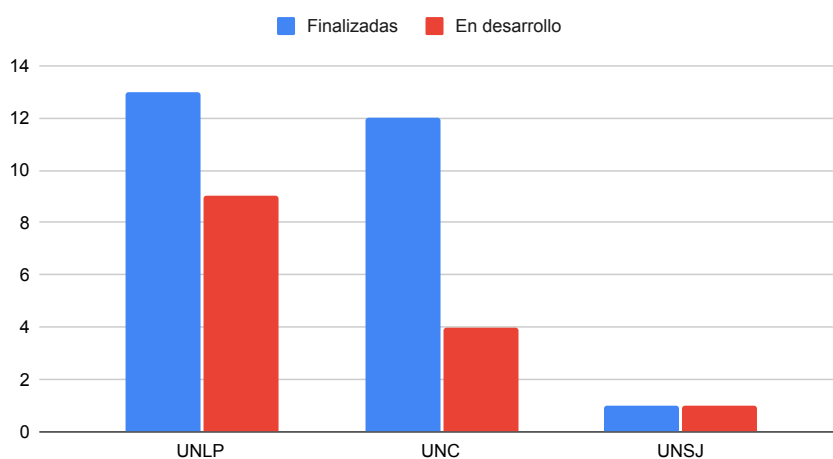


Figura 17: Tesis doctorales finalizadas (y en desarrollo) utilizando datos obtenidos con el Observatorio Gemini usando tiempo argentino.

### 3.2. Eficiencia en publicaciones

En la Fig. 18 puede observarse la evolución a lo largo de 20 años, para Argentina y otros 4 participantes del consorcio Gemini, del **número de papers arbitrados (promediados cada 5 años) dividido por el share de cada participante**. El cociente se expresa en papers por año por punto porcentual de contribución al presupuesto del Observatorio. En esa figura es posible por tanto comparar el número de publicaciones de cada participante normalizado por su contribución financiera y ver cómo evoluciona este cociente a lo largo del tiempo. Nótese que el cociente para Argentina ha sido siempre creciente (algo que sucede también en el participante nro. 5) y además se ha incrementado fuertemente en el último quinquenio considerado. Actualmente, **Argentina es el participante con el segundo mejor cociente**.

#### Papers arb. por año normalizados por contribuciones financieras

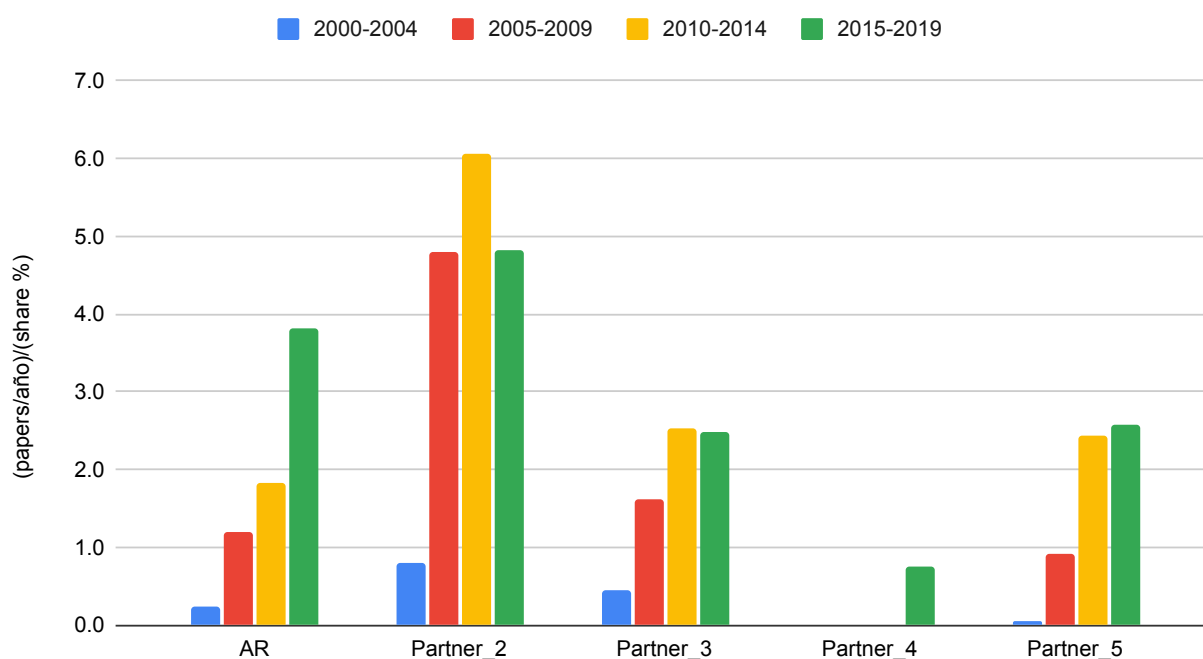


Figura 18: Papers (en revistas internacionales arbitradas de autores argentinos con tiempo argentino) publicados por año, por punto porcentual del *share* de cada participante del consorcio Gemini.

### 3.3. Desarrollo instrumental

Astrónomos argentinos han participado en diferentes etapas del diseño de uno de los próximos instrumentos de Gemini, denominado SCORPIO<sup>19</sup>. Se trata de un instrumento que integra una cámara para toma de imágenes y un espectrógrafo, que podrá observar simultáneamente en 4 bandas ópticas y 4 bandas infrarrojas. Estas características lo convierten en un instrumento esencial para la caracterización de fenómenos transitorios, una capacidad que será requerida para la astronomía de dominio temporal (*Time Domain Astronomy*) la cual se prevé que tendrá un desarrollo importante en los próximos años. Su instalación en Gemini Sur está prevista para 2023.

Otro grupo de astrónomos argentinos integra una colaboración internacional denominada RAMSES II, la cual concursó y obtuvo financiamiento del Observatorio para un programa de actualización instrumental (*Instrument Upgrade Program*). Los investigadores propusieron una actualización para el instrumento GMOS-S, la cual fue realizada, y participaron del proceso de diseño de los requerimientos, compra de las piezas ópticas, test y puesta a punto para la comunidad. Además del financiamiento, obtuvieron tiempo de observación garantizado para sus objetivos científicos.

<sup>19</sup>En las etapas iniciales de proyectación el instrumento se denominaba OCTOCAM.

### 3.4. Vinculación tecnológica, científica y académica

El Observatorio Gemini ha propiciado desde sus inicios la interacción y vinculación con la comunidad nacional en varios aspectos, lo cual se implementó con la cooperación de universidades nacionales y CASLEO. Entre estas actividades se destacan:

- financiamiento por parte de Gemini de becas doctorales para astrónomos argentinos;
- pasantías y visitas de diversas duraciones (desde 10 días hasta 2 meses) de becarios doctorales, tesis y investigadores argentinos a las instalaciones de Gemini Sur y Gemini Norte. La mayor parte de estas pasantías fueron financiadas total o parcialmente por algunas universidades nacionales, mientras que el Observatorio colaboró con el alojamiento o con los pasajes aéreos, total o parcialmente, y en algunos casos también con un estipendio. Ya se han realizado más de 30 de estas pasantías y visitas (ver documento adjunto Publicaciones20210204.pdf);
- participación de astrónomos argentinos en los congresos científicos organizados por el Observatorio (*Gemini Science Meeting*), para los cuales también financió total o parcialmente inscripciones, estadías y pasajes;
- estadías de trabajo y visitas de ingenieros y astrónomos de CASLEO a Gemini Sur: se trata de un programa que comenzó a implementarse con la estadía de un ingeniero durante 2 meses. Debía continuar en 2020 con la visita de un grupo de 2 ingenieros y 2 astrónomos. Fue suspendido por la pandemia, pero se prevé retomarlo cuando las condiciones sanitarias lo permitan.
- integración de varios astrónomos argentinos al staff del Observatorio, algunos con posiciones transitorios y otros en posiciones estables, que continúan desempeñando su profesión allí.

## 4. Sumario y perspectivas futuras

A modo de sumario y balance de la participación argentina en Gemini, resaltamos algunos aspectos importantes.

- La participación en el Observatorio Gemini ha permitido a la comunidad astronómica nacional:
  - tener acceso directo a observaciones en ambos hemisferios celestes, desde sitios con excelentes condiciones astroclimáticas, algo que antes no era posible;
  - utilizar instrumentos de última generación. Especialmente, acceder a la astronomía infrarroja, que no existe para nuestra comunidad fuera de Gemini. Es importante destacar que el instrumental del Observatorio está en permanente evolución y actualización, y que la óptica adaptable multiconjugada es un área en la que Gemini lidera el desarrollo a nivel mundial. Por otra parte, cabe mencionar que el costo de uno de esos instrumentos supera la contribución argentina acumulada desde el inicio de las operaciones;
  - incorporar nuevas técnicas observacionales que antes no se utilizaban en nuestra comunidad, como por ejemplo la espectroscopía multiobjeto y la de campo íntegro, la fotometría y la espectroscopía en las bandas infrarrojas, espectroscopía de alta resolución, etc. Antes de participar en Gemini, el acceso a este tipo de observaciones sólo era posible si un astrónomo tenía alguna relación personal de colaboración con colegas de otros países, o si se usaban datos de archivos públicos. Actualmente, el acceso directo está abierto a cualquier astrónomo y sólo depende de la relevancia científica de su investigación y de su capacidad de demostrarla ante sus pares;
  - obtener directamente datos de alta calidad, comparables con los que se obtienen en cualquier otro de los grandes telescopios a nivel mundial;
  - abrir nuevos campos de desarrollo profesional, ligados al gerenciamiento, desarrollo tecnológico, soporte técnico y operación de grandes telescopios.

- Las estadísticas muestran que la comunidad astronómica argentina, una vez que se dió continuidad a la participación en Gemini, y luego de un tiempo de aprendizaje, adquirió las capacidades necesarias para utilizar con eficiencia los telescopios Gemini, alcanzando una productividad científica alta en relación con la inversión que se realiza.
- El número de astrónomos que utilizan o han utilizado el Observatorio Gemini para sus trabajos de investigación, así como la cantidad de tesis doctorales producidas o en desarrollo utilizando datos de dicho Observatorio, muestran que el mismo se ha afianzado como una de las facilidades más relevantes para nuestra comunidad. Junto con CASLEO, constituyen las principales fuentes de datos observacionales en las bandas óptica e infrarroja.
- Permanecen sin embargo varios desafíos por afrontar:
  - la evolución de la producción científica con datos de Gemini muestra que se requieren períodos de varios años de utilización continua de este tipo de instrumentación para que la comunidad logre aprovecharlos de una manera eficiente. En vista de eso, sería conveniente proporcionar a la comunidad horizontes del orden de 10 años, aproximadamente, durante los cuales se prevé que nuestro país permanezca en esta colaboración;
  - las estadísticas muestran que existe una demanda importante de uso de esta facilidad, superior a la oferta de tiempo de observación disponible. Por otra parte, con el tiempo disponible, no parece posible un aumento notorio de la producción científica. Esto indica que un incremento de la producción requeriría acceso a una cantidad de tiempo mayor, para el cual existe ya una demanda. Si no existiera la posibilidad de comprometer una contribución financiera mayor durante el ciclo completo del convenio (6 años), quizás se podría estudiar la posibilidad de incrementar nuestra participación durante un período acotado, sujeta a realizar un conjunto de proyectos científicos previamente determinados;
  - el Observatorio Gemini está desarrollando una importante sinergia con el Observatorio Vera Rubin, cuyo telescopio de 8 metros de diámetro se está instalando a 1 km de distancia de Gemini Sur. Esta sinergia permitirá a los astrónomos argentinos participar desde sus inicios en la astronomía de dominio temporal, un nuevo campo que se prevé tendrá un importante crecimiento en la próxima década.
  - la participación argentina en el desarrollo técnico y tecnológico de instrumentación y en la provisión de servicios y suministros al Observatorio Gemini es muy escasa. Los esfuerzos realizados por los miembros de la OGA en ese sentido no han encontrado respuesta en instituciones ni empresas que potencialmente podrían interesarse en estos desarrollos. Es posible que una gestión articulada desde el MinCyT fuera más exitosa.
  - la producción científica de los astrónomos argentinos con Gemini podría ser muy atractiva para la población en general, tanto para actividades divulgativas como educativas. Sin embargo este aspecto no se ha desarrollado a nivel masivo. Entendemos que sería conveniente explorar las posibilidades de un mayor desarrollo en este sentido.