

**CAPACIDADES Y OPORTUNIDADES
PARA LA
INDUSTRIA Y ACADEMIA EN LAS
ACTIVIDADES
RELACIONADAS O DERIVADAS DE
LA
ASTRONOMÍA Y LOS GRANDES
OBSERVATORIOS
ASTRONÓMICOS EN CHILE**

Estudio realizado para el Ministerio de Economía de
Chile,
División de Innovación
Addere Consultores, 2012

ANEXOS

INFORMACIÓN DE SOPORTE

CONTENIDO

ANEXOS E INFORMACIÓN DE SOPORTE

1	EMPRESAS VINCULADAS A SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO PARA LA ASTRONOMÍA.	1
1.1	EMPRESAS A NIVEL MUNDIAL	2
1.2	EMPRESAS EN CHILE QUE PROVEEN SERVICIOS A LOS CENTROS ASTRONÓMICOS	44
1.3	LISTA DE ENTIDADES ACADÉMICAS EN CHILE QUE PROVEEN SERVICIOS A LOS CENTROS ASTRONÓMICOS	55
1.4	MUESTRA DE EMPRESAS NACIONALES	60
2	TURISMO ASTRONÓMICO EN CHILE.	98
2.1	Centros de astronomía en Chile.	100
2.1.1	Observatorios científicos	101
2.1.2	Observatorios Turísticos	102
2.1.3	Puntos de observación	104
2.2	Actividades y costos de los Observatorios Turísticos en Chile.	105
2.2.1	Costo de observaciones astronómicas turísticas.	106
2.2.2	Tarifa promedio de Tours astronómicos.	107
2.2.3	Precio promedio de cursos básicos de astronomía.	109
2.3	Atracción de Turistas Europeos	109
2.4	Ingresos por turismo	110
2.5	Iniciativas público – privadas para potenciar el turismo astronómico	112

3	INFORMACIÓN DE SOPORTE	114
3.1	EJEMPLO DE ESTRUCTURA DE UN SERVICE LEVEL AGREEMENT PARA CONTRATOS DE SERVICIOS DE UN OBSERVATORIO	114
3.2	30 BEST SMALL ELECTRONICS COMPANIES	116
3.3	Ejemplos de entidades y programas de fomento en la Unión Europea	118
3.3.1	Reino Unido	118
3.3.2	Francia	118
3.3.3	ESA (European Space Agency)	119
3.3.4	LOSTESC (Leveraging on Space Technologies to Enhance SMEs' Competitiveness)	121
3.3.5	Technology Transfer at ESO	122
3.4	MUESTRA DE ENTIDADES DE APOYO A LA ASTRONOMÍA	123
3.4.1	REINO UNIDO	123
3.4.2	BRASIL	127
3.4.3	ESPAÑA	132
3.5	LA ASTRONOMÍA CHILENA EN EL MUNDO	134
3.6	ESTUDIO SOBRE ASTRONOMÍA EN LATINOAMÉRICA	140
3.7	Astroingeniería	142
3.8	Astro-Informática	146
3.8.1	Proyectos en el mundo	146
3.8.2	Grandes Volúmenes de Datos Astronómicos: de Data-Driven a Data-Intensive	148
3.8.3	Minería de Datos (DM)/Aprendizaje de Máquina (ML)	153
3.8.4	Computación de Alto Rendimiento	154

3.8.5	Innovaciones en Descubrimiento y Ofrecimiento de Datos	159
3.8.6	Investigaciones de Tecnologías Emergentes	160
3.8.7	Infraestructura Computacional	164
3.8.8	Cambios Educativos.	164
3.8.9	Observatorio Virtual (VO)	166
3.8.10	Plataforma de alto rendimiento para análisis de datos de gran volumen.	169
3.8.11	Minería de datos e inteligencia computacional para extracción de información	171
3.9	Desafíos de I+D para los Datos a nivel de Petascale en el LSST	174
3.9.1	Temas de fiabilidad y rendimiento para BD muy grandes	174
3.9.2	Evaluación automatizada de calidad de datos eficiente	175
3.9.3	Control operacional y supervisión del DMS	175
3.9.4	Alcanzar Tasas aceptablemente bajas de alertas de Falsos Transientes	175
3.9.5	Detección eficiente y determinación de órbita para objetos del sistema solar	176
3.9.6	Alcanzar exactitud fotométrica y precisión requerida	176
3.9.7	Alcanzar exactitud astrométrica y precisión requerida	176
3.9.8	Alcanzar detección óptima de objetos y medida de forma de las pilas de imágenes	177
3.9.9	Necesidad de desarrollar un enfoque flexible que permita la clasificación sumamente confiable de objetos	177
3.9.10	Resintonía adaptativa del comportamiento del algoritmo	178
3.9.11	Necesidad de verificar la utilidad científica del esquema de BD del LSST y su implementación con queries realistas	178
3.10	Óptica Adaptativa	178

3.11	Casos de Desarrollo de Astroinformática en Chile	180
3.11.1	CONTROL Code Generation Refactoring	181
3.11.2	DocuShare customization, web spider	182
3.11.3	ACS Code Generation	183
3.11.4	Software Quality Assurance	184
3.11.5	Logging service for ACS based on DDS	184
3.11.6	Array scheduling problem in ALMA	185
3.11.7	Transporter and Antenna Scale Design	186
3.11.8	Artificial Intelligence for the Very Large Telescope	186
3.11.9	Generic State Machine Engine Project	186
3.11.10	Hevelius	187

1 EMPRESAS VINCULADAS A SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO PARA LA ASTRONOMÍA.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

1.1 EMPRESAS A NIVEL MUNDIAL

HITECH		
Ámbito	Nombre de la empresa	comentarios
Interferometría	4D Technology Corp.	
Óptica Adaptativa	ALPAO	Spin-off de la empresa Grenoble (Univerisidad Joseph Fourier) y Floralis
	CSEM	Posee acuerdos de colaboración con industrias como BASF y también con centro de investigación y universidades como: Alpict, MCCS, Swissmem, EUCEMAN entre otros
	Canon Inc.	sedes en prácticamente todos los países
Óptica Activa	Sagem	Pertenece al grupo Safran
Filtros Ópticos	Asahi Spectra USA Inc.	
Componentes Mecánicos	AMOS	
	ASTELCTO Systems GmbH	
	ETEL S.A	
Correlador	Fujitsu	
Construcción Espejos	Hextek	No Aplica
	Schott	
Detectores/ receptores de radiofrecuencia	e2v technologies	E2v technologies (uk) ltd, e2v ltd, e2v sas, e2v scientific instruments, e2v semiconductors, e2v aerospace and defense inc., e2v asia pacific.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

HITECH		
Ámbito	Nombre de la empresa	comentarios
<u>Camaras/sensores/ espectrografos opticos</u>	Apogee Instruments Inc.	
	ASTELCO Systems GmbH	
	e2v technologies	
	First Light Imaging	Compañía derivada de los centros de investigación más grandes en Francia como laboratoire d'Astrophysique de Marseille, Laboratoire d'Astrophysique de l'Observatoire de Grenoble y Observatoire de Haute-Provence
	General Dynamics SATCOM Technologies	Vertex Antennentechnik GmbH.
	Astronomical Research Cameras Inc	
	Nikon	
	Blue Line Engineering	
	Fogale Nanotech	
<u>Software</u>	Observatory Sciences Ltd.	
	EOS Technologies Inc.	EOS-AUS
	ASTELCO Systems GmbH.	
<u>Fotonica</u>	Toptica Photonics	
	Teraxion Inc.	

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

HITECH		
Ámbito	Nombre de la empresa	comentarios
<u>Diseño y/o Construcción telescopios/antenas y componentes estructurales</u>	Vertex Antennentechnik GmbH	Division de General Dynamics SATCOM Technologies
	AMOS	
	ASTELCO Systems GmbH	
	EOS Technologies	EOS-AUS
	General Dynamics SATCOM Technologies	
	AEM Consortium (Filial en Chile MT-Mecatronica Ltda.)	Thales Alenia Space, Thales Alenia Space France, European Industrial Engineering S.r.L, MT-Mechatronics
	M3 Engieneering	
	Mitsubishi Electric Corp.	Parte de Mitsubishi Global.
	AMEC	
Encoders	Heidenhein	
Gratings	Centre Spatial de Liège	Grupo de investigación de la Université de Liège
	Richardson Gratings	Parte de Newport Corp.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

SISTEMAS Y SERVICIOS		
<u>Criogenicos</u>	ColdEdge Technologies	Posee acuerdos de colaboración con diversas empresas como Valley Research, AVACO, Quantum Design, Hostirad, VALTEX-ST
	Cryoconnect	Division de Tekdata Interconnections Ltd.
<u>Fibra Optica</u>	CeramOptec Industries Inc.	
	Le Verre Fluoré	
<u>Limpieza y/o Recubrimiento de espejos</u>	Dynavac	
	Evaporated Metal Films Corp.	
	Australian Centre for Precision Optics	Forma parte de Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization
	SESO	
	IRSA Lackfabrik	
<u>Fabricación Domo o infraestructura de subsistemas</u>	Triodetic	
	CST Industries	Temcor, Conservatek
	Stutzki Engieneering	

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	4D Technology Corp.
Pais(es)	Estados Unidos.
Productos	<p>Empresa dedicada principalmente a instrumentación orientada al campo de la interferometría. Los productos que ofrece son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AccuFiz: Interferómetro Fizeau Laser. • PhaseCam: Interferómetro Twyman-Green Laser. • NanoCam SQ: Dynamic Profiler. • FizCam: Interferómetro Fizeau Laser dinámico. • 4Sight Software: Software de análisis de datos
Servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Soluciones a la medida en área de interferometría óptica. • Servicios de Mantenimiento y QA en soluciones a la medida.
Principales Clientes	<ul style="list-style-type: none"> • NASA • Ball Aerospace • Boeing • ITT Industries • Sandia National Laboratory • University of Arizona Mirror Lab • Nikon • Lockheed Martin • Lawrence Livermore National Laboratory • Steward Observatory • Corning • Alcatel
Principales Proyectos para observatorios en el extranjero	<ul style="list-style-type: none"> • Vendedor principal de productos de metrología al telescopio JWST (James Webb Space Telescope , NASA).
¿Específico en Astronomía?	<p>No.</p> <p>Las aplicaciones de los productos y servicios apuntan a las siguientes áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Testing de Óptica • Óptica de gran envergadura • Astronomía • Telescopios espaciales y Satélites de defensa • Sistemas de almacenamiento de datos ópticos y magnéticos.
Cantidad de empleados	22 empleados aprox.
Facturación Anual	US\$17.5 Millones
Proyectos para Chile	Ninguno.
Página Web	http://www.4dtechnology.com

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	ALPAO
Integrantes	Spin-off de la empresa Grenoble (Universidad Joseph Fourier) y Floralis
Pais(es)	Francia
Productos	ALPAO se especializa en productos relacionados con Óptica Adaptativa. Entre ellos se destaca: Espejos deformables: Se ofrecen una gamma de espejos deformables con un "actuador-pitch" tanto de 1.5 mm como de 2.5mm. También se ofrece fabricación a la medida. Ultra-sensitive wavefront sensors: sensores ultra sensibles dedicados a la óptica adaptativa y que son multi propósito. ALPAO Core Engine: Software (framework) para óptica adaptativa.
Servicios	No ofrece servicios
Principales Clientes	ESO Observatoire de la Côte d'Azur University of California Observatories ONERA Kitami Institute of Technology University of Victoria
Principales Proyectos para observatorios en el extranjero	Uso de espejos deformables DM-1 y DM-2 para proyecto "Night/day identification of aerial targets" (ONERA) Desarrollo de espejo deformable con 52 grados de libertad para implementación de Óptica Adaptativa del Shane Telescope (Universidad de California)
¿Específico en Astronomía?	No. Sus productos están orientados a otras áreas tales como: Tecnología Laser Microscopía Comunicación Fibra Óptica Oftalmología
Cantidad de empleados	10 empleados. [2]
Facturación Anual	No Público
Proyectos para observatorios en Chile	Phasing E-ELT with Adaptive optics Control Experiment [1]
Página Web	www.alpao.fr

[1] <https://www.eso.org/wiki/bin/view/PEACE/PEACEproject>

[2] <http://www.photonics.com/Company.aspx?CompanyID=17248>

"Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile"

ADDERE

- 7 -

ANEXOS E INFORMACIÓN DE SOPORTE.

Nombre	AMEC Dynamic Structures
Integrantes	División de la empresa AMEC
País(es)	Inglaterra
Productos y Servicios	Provee consultorías, servicios de ingeniería y de gestión de proyectos en áreas de energía miería, nuclear, infraestructura industrial y proyectos no convencionales.
Principales Clientes	<ul style="list-style-type: none"> ⤴ Thirty Meter Telescope ⤴ Atacama Cosmology Telescope (ACT)
Principales Proyectos	<p>AMEC ha realizado una amplia cantidad de proyectos para áreas no relacionadas en la astronomía como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⤴ Gestion de proyectos e ingeniería para minera Carmen de Andacollo, Chile ⤴ Instalación de 6 plantas eléctricas de ciclo combinado de 550MW. (Dominion Energy) ⤴ Programa de provision, servicios de ingeniería y gestión en la construcción de planta Nuclear en Canada. (Bruce Power) <p>Un proyecto relacionado con astronomía es:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⤴ Contrato para servicios de ingeniería en el diseño y construcción del Thirty Meter Telescope.
¿Especifico en Astronomía?	No
Cantidad de empleados	44000 empleados
Facturación Anual	USD \$8 Billiones
Proyectos relacionados con astronomía para Chile	<ul style="list-style-type: none"> ⤴ Parte del equipo encargado en la construcción del telescopio ACT (Atacama Cosmology Telescope).
Página Web	www.amec.com

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	AMOS
País(es)	Bélgica
Productos	No se ofrecen productos particulares (Se realizan productos a la medida). De ellos se enumeran: Construcción de telescopios en su totalidad. Desarrollo de componentes mecánicos/ópticos de telescopios: rotadores mecánicos, sistemas de posicionamiento mecánico, espejos, etc. Desarrollo de componentes mecánicos de propósitos no específico (i.e: sistema de rieles de movimiento de telescopios)
Servicios	Ofrece servicios de diseño y manufactura de sistemas opto-mecánicos altamente específicos a la medida.
Principales Clientes	ESO AURA GHESA GTC (Gran Telescopio Canarias) UK ATC
Principales Proyectos para observatorios en el extranjero.	Diseño, manufactura, ensamble y pruebas del telescopio ARIES de 3600mm. Diseño, manufactura, ensamble e instalación en sitio del Multi-Application Solar Telescope (MAST) (Telescopio de 50cm de diámetro) para Udaipur Solar Observatory (USO) Producción del Espejo terciario (M3 Unit) y la torre para el Gran Telescopio Canarias.
¿Específico en Astronomía?	No. Otra de las áreas en la que AMOS ofrece sus servicios es en los ámbitos de: Manufactura Compleja para sistemas de defensa Estructuras mecánicas y ópticas para propósitos espaciales (i.e: Satélites)
Cantidad de empleados	75 empleados especializados
Facturación Anual	No Público
Proyectos para Chile	Diseño manufactura total de los AT (Auxiliary Telescopes) para el VLTI (incluyendo la óptica). Lifting Platform and Carriage for VLT Primary Mirrors Washing Unit for VLT Primary Mirrors Diseño, Producción y testing de dos "Cassegrain Rotators and Cable Wrap Assemblies" para el Observatorio GEMINI. Desarrollo de 12 "Adapter-Rotators" (8 del tipo "Nasmyth" y 4 del tipo "Cassegrain" "Adapter-Rotators") para el VLT
Página Web	www.amos.be

"Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile"

Nombre	Apogee Instruments Inc.
País(es)	Estados Unidos
Productos	Apogee ofrece una serie de productos orientados principalmente al área de cámaras CCD. Dentro de ellos se destacan: Alta U Serie: Plataforma compatible con una serie de sensores CCD. Ascent® Camera Series: Cámaras CCD de alto rendimiento y con adaptadores de montura para multipropósito. Filter Wheels: Filtros para cámaras de la serie Ascent Liquid Recirculation: Sistema de refrigeración líquida para las cámaras CCD. Software: Soporte y desarrollo de Drivers para las cámaras y software utilitario como MaxIm DL Pro (Procesamiento general de imágenes), KestrelSpec (Espectroscopia), Astroart 4.0 (Astronomía general) entre otros.
Servicios	No ofrece
Principales Clientes	Lund Observatory (Sweden) Institute for Astronomy, Hawaii Institute of Astronomy (Switzerland) Instituto de Astrofísica de Canarias (Spain) Mauna Loa Observatory National Solar Observatory Gemini Telescope Project
Principales Proyectos	no especificados públicamente
¿Específico en Astronomía?	No. Las soluciones son aplicables también en: Microscopía Sistemas de Defensa Industria Aeroespacial
Cantidad de empleados	12 empleados aprox.
Facturación Anual	US\$690,000
Proyectos para Chile	Upgrade de cámaras a la Apogee Alta E57+ CCD camera en Gemini.
Página Web	http://www.ccd.com/

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Asahi Spectra USA Inc.
País(es)	Estados Unidos
Productos	Asahi spectra se ha dedicado desde sus inicios a proveer Filtros ópticos para distintos propósitos. Se ofrecen: Filtros pasa baja Filtros pasa alta Filtros pasa banda Filtros de densidad neutral Super Cold Filters Filtros UV Filtros Astronómicos Filtros ópticos e infrarrojos para tecnología militar Filtros para fotolitografía
Servicios	Provee servicios de diseño y fabricación de filtros a la medida.
Principales Clientes	U.S. Army Harvard University Hawaii University Max Planck Institute for Astrophysics Astrophysikalisches Institut Potsdam Osservatorio Astronomico di Torino
Principales Proyectos para observatorios en el extranjero	(No especificados públicamente)
¿Específico en Astronomía?	No. El desarrollo de filtros ópticos tiene como propósito abarcar diversas áreas como Astronomía, Semiconductores, Biotecnología, Fines de investigación entre otros
Cantidad de empleados	Staff entre 1 y 4 empleados.[1]
Facturación Anual	Menor a US\$500,000
Proyectos para observatorios en Chile	Implementación de filtro óptico para el instrumento FORS1 en VLT.
Página Web	www.asahi.spectra.com

[1] <http://www.manta.com/c/mm83lps/asahi-spectra-usa-inc>

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

ADDERE

- 11 -

ANEXOS E INFORMACIÓN DE SOPORTE.

Nombre	ASTELCO Systems GmbH
Pais(es)	Alemania
Productos	Se especializan en la construcción de telescopios modernos tipo Alt-Azm. También ofrecen productos más específicos como: Tecnologías modernas para monturas de telescopios Tubos ópticos: Configurables con espejos "Cassegrain" or "Ritchey-Chrétien". Construcción de domos. Componentes específicos de telescopios: sensores de frente de onda, autoguiers, derotators, sistema de autofocus, correctors, reducers, widefield lens systems. Instrumentación: Cámaras CCD, Shutters, espectrógrafos, espectropolarímetros. Software: sistemas de control de telescopio AstelOS.
Servicios	Servicio de mantención y soporte de forma remota para AstelOS Ofrecimiento de servicios de cualquier índole a la medida relacionados con Observatorios.
Principales Clientes	ESO Instituto de Astrofísica de Andalucía Universidad de Viena Kayser-Threde GmbH Universitätssternwarte der Ludwig-Maximilians-Universität München Kefalonia Universidad de Valencia
Principales Proyectos para observatorios en el extranjero	2 monturas robóticas NTM-500 para Observatorio Astrofísico Las Palmas, Canarias Construcción 60cm GRB survey telescope (BOOTES-2); Construcción telescopio 2.1m (Cherenkov Telescope); Construcción domo de 4m con telescopio con operación sincronizada con telescopio BOOTES-IR; Construcción telescopio IR de 60cm robotizado (BOOTES-IR); Construcción telescopio de 40cm para el Institute of Quantum Optics (Newton Telescope); Construcción telescopio de 1.4m robotizado tipo Alt-Azm (Constantine Caratheodory Telescope)
¿Específico en Astronomía?	Sí.
Cantidad de empleados	El Staff se compone de 8 empleados.
Facturación Anual	US\$ 2.5 ~ 5 Millones [1]
Proyectos para observatorios en Chile	Montura robótica NTM-500 para Observatorio Paranal, Chile (07/02/2007) Montura robótica NTM-500 para Observatorio Paranal, Chile (30/11/2006) 5m tower and 2m dome para Observatorio Paranal, Chile (28/06/2006) 2 Monturas robóticas NTM-500 para Observatorio Paranal, Chile (23/02/2006)
Página Web	www.astelco.com

[1] <http://www.manta.com/c/mmgcsck/astelco-inc>

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

ADDERE

- 12 -

ANEXOS E INFORMACIÓN DE SOPORTE.

Nombre	Australian Centre for Precision Optics	
Integrantes	Forma parte de Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization	
País(es)	Australia	
Productos	Desarrollo de óptica a la medida Componentes electro-ópticos. Producción de óptica microlitografica Diseño y producción de recubrimientos de espejos.	
Servicios	Servicios de metrología para mediciones de alta precisión en productos ópticos.	
Principales Clientes	Observatorio Hida (Japon) NASA jet Propulsion Laboratory Canon Inc. Nikon Universidad de Tokio Australian Astronomical Observatory Germany National Metrology institute Univeristy of Washington. Laser Interferometry Gravity Observatory (LIGO)	
Principales Proyectos	Metrology of LIGO pathfinder optics Manufacture of LIGO Core Optics Development of precision double corner cubes for the Space Interferometer Mission	
¿Específico en Astronomía?	No. Abarca áreas como: Industria del espacio. Industria de semiconductores y fotolitografía Fibra óptica y sistemas fotonicos Fines de Investigación y Educación Óptica para instrumentación	
Cantidad de empleados	No Público.	
Facturación Anual	No Público.	
Proyectos para observatorios en Chile	Ninguno.	
Página Web	http://www.acpo.csiro.au	

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Ash Dome
País(es)	Estados Unidos
Productos y Servicios	Fabricación de domos de de cubierta de acero a la medida para observatorios cuyos telescopios sean desde 2.4m hasta 9.2m.
Principales Clientes	Valwalt Observatory Jaffe Estate
Principales Proyectos	Fabricación Domo al Observatorio Valwalt en Japon Fabricación Domo para telescopio turístico en la viña Jaffe Estate, California.
¿Específico en Astronomía?	Si
Cantidad de empleados	No Público
Facturación Anual	No Público
Proyectos de astronomía para Chile	Ninguno.
Página Web	www.ashdome.com

Nombre	Astronomical Research Cameras Inc.
País(es)	Estados Unidos
Productos	Se ofrecen 4 tipos de productos: Controller Boards: Placas electrónicas orientadas a propósitos como interfaz de controlador (vía fibra óptica) a host o también proveer funciones intermedias. Video Processor Boards: Placas electrónicas orientadas a procesamiento de video de CCD. Housings and Power Supplies: racks y sistemas de abastecimiento de placas controladoras. CCD Systems: Sistemas completos basados en sensores CCD.
Servicios	Consultorías para tecnologías aplicadas al Campo de cámaras CCD, Controller Boards Desarrollo y soporte continuo de productos a través de Drivers.
Principales Clientes	ESO
Principales Proyectos	Diseño de "Compact Power Control Board" para ESO. Implementación de electrónica del detector para el espectrógrafo HRS. (Southern African Large Telescope)
¿Específico en Astronomía?	No. El proveedor se dedica a R+D en el área de cámaras CCD, video procesadores y placas controladoras para múltiples propósitos.
Cantidad de empleados	10 ~ 19 empleados [1]
Facturación Anual	US\$ 1 ~ 2.5 Millones [1]
Proyectos en Chile	Diseño de CCD control System para Observatorio Paranal.
Página Web	www.astro-cam.com

[1] http://www.lead411.com/company_AstronomicalResearchCamerasInc_1151684.html

"Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile"

ADDERE

- 14 -

ANEXOS E INFORMACIÓN DE SOPORTE.

Nombre	Asturfeito S.A	
País(es)	España	
Servicios	Servicios de Ingeniería de fabricación, hidráulica, mecánica, neumática y eléctrica Servicios de puesta en marcha Mantenimiento de sistemas Servicios de fabricación y esamble de componentes tales como soldadura, galvanizado, ajuste y montaje, pintura, acopio de materias primas entre otros.	
Principales Clientes	ALMA (ESO)	
Principales proyectos para observatorios en el extranjero.	Ninguno relacionado con observatorios fuera de Chile. Proyecto afín: Participación en la construcción del acelerador de partículas LHC para CERN.	
¿Específico en Astronomía?	No	
Cantidad de empleados	155 empleados [1]	
Facturación Anual	25000000 € [1]	
Proyectos para observatorios en Chile	Integración de subsistemas de accionamiento y control para proyecto ALMA. Suministro y fabricación de estructuras de acero para 32 antenas de 12m para proyecto ALMA.	
Página Web	http://www.asturfeito.com	

[1]<http://www.midest.com/>

Nombre	Boostec	
País(es)	Francia	
Productos	Boostec se especializa en ofrecer Espejos de alto rendimiento de carburo de silicio (SiC). Las características de estos son: Livianos, capaces de pulirlos con las técnicas estándares, estables a variaciones térmicas, entre otros.	
Principales Clientes	ESO, ESA	
Principales Proyectos	Fabricación espejo de carburo de silicio de 3.5m al telescopio espacial Herschel. El peso del espejo es de 300 kg y con una apertura focal de 28.5m Fabricacion espejo de de carburo de silicio de 1.5m a ALADIN Telescope (Telescopio espacial)	
¿Específico en Astronomía?	Si.	
Cantidad de empleados	No Público	
Facturación Anual	No Público	
Proyectos relacionados con astronomía para Chile	Estudio en la construcción prototipo del espejo M5 en colaboración con SAGEM para telescopio E-ELT.	
Página Web	www.boostec.com	

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Blue line Engienering
País(es)	Estados Unidos
Productos	Se ofrecen productos relacionados con sistemas de posicionamiento diferenciado y de metrología: Space Flight Qualified Fine Position Sensors (SFQ Series): Sensores de posicionamiento diferencial Edge Sensors FAST Systems: Sistemas activos de espejos segmentados de pequeña envergadura. Industrial grade Differential Displacement Sensors (DDS Series).
Servicios	Diseño de actuadores para sistemas opticos de control y aplicaciones derivadas. Soluciones a la medida de alineamiento de espejos segmentados (Segmented Active Mirror System)
Principales Clientes	Hobby-Eberly Telescope (McDonald Observatory)
Principales Proyectos con proyectos relacionados con astronomía en el extranjero	Desarrollo de sistema de alineación segmentada para el telescopio de 9.1m Hobby-Eberly Telescope. Se utilizaron 480 inductive edge sensors y tilt sensors desarrollados por Blue line para monitorear la posición de los 91 espejos hexagonales que posee el telescopio.
¿Especifico en Astronomía?	No
Cantidad de empleados	Entre US\$ 1 y US\$2.5 Millones
Facturación Anual	Staff entre 5 y 9 personas
Proyectos relacionados con astronomía para Chile	Ninguno con observatorios en Chile.
Página Web	www.bluelineengineering.com

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Canon Inc.
Integrantes	Multinacional con representante en Chile.
País(es)	Japón
Productos	Se ofrecen productos relacionados con la óptica de consumo, equipamiento de oficina, videocámaras entre otros. En el área industrial se destacan productos como: <ul style="list-style-type: none"> ⌘ Maquina de producción de semiconductores ⌘ Equipamiento Medico ⌘ Alineadores de Mascaras de Proyección sobre Espejo para LCD's
Servicios	Servicios de I+D: Canon maneja tecnologías en áreas como: Fotolitografía Captura de imágenes: sensores, tecnologías de procesamiento de imágenes, sistemas de alta resolución entre otros.
Principales Clientes	Subaru Telescope
Principales Proyectos	Prime-Focus Corrector Lens System for the Subaru Telescope.
¿Específico en Astronomía?	No.
Cantidad de empleados	26,019 empleados (2010)
Facturación Anual	US\$ 10.370 millones (2009)
Proyectos para observatorios en Chile	Ninguno.
Página Web	www.canon.com

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	ColdEdge Technologies
País(es)	Estados Unidos
Productos	Ofrece componentes y sistemas criogénicos. Específicamente se destacan: Closed Cycle Cryostat: Estos se presentan en configuraciones para sistemas de espectroscopía óptica, óptica general y no-óptica. También se ofrecen con sample area en vacío o vapor. UHV Closed & Open Cycle Cryocoolers Open Cycle Cryostats LH/LN2: Criostatos con capacidad de abastecimiento tanto por Nitrógeno líquido o Helio Líquido. 1000K Cryocooler Interface: Interfaz para sistemas criogénicos menores a 1000K.
Servicios	Mantenimiento de equipamiento criogénico. Consultorías en sistemas criogénicos. Upgrade de sistemas criogénicos con el soporte en el diseño e implementación de sistemas criogénicos.
Principales Clientes	Boeing Raytheon Lockheed Martin NASA JPL
Principales Proyectos	(no especificados públicamente)
¿Específico en Astronomía?	No.
Cantidad de empleados	Staff de 5 empleados
Facturación Anual	US\$500,000
Proyectos para Chile	(no especificados públicamente)
Página Web	www.coldedgetech.com

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Centre Spatial de Liège
Integrantes	Centro de investigación de la Université de Liège
País(es)	Belgica
Productos y Servicios	El Centre Spatial de Liège se especializa en el desarrollo e investigación para tres áreas: testing para la industria espacial, desarrollo de instrumentación óptica y desarrollos tecnológicos. Se ofrecen productos y servicios en los siguientes tópicos: Vibración: Sistemas de vibración para simulación de terremotos, fatiga de materiales entre otras aplicaciones. Diseño y fabricación de óptica. Desarrollo de sensores inteligentes Microfabricación: desarrollo de micro-óptica, texturizado de superficies, entre otros (fabricación desde 500 micrones hasta 500 nm) Servicios educacionales y capacitación Desarrollo de instrumentación Diseño de piezas limpias y maquinas de control de contaminación.
Principales Clientes	James Webb Space Telescope ESO
Principales Proyectos	Manufactura de Volume Phase Holographic Gratings para el desarrollo de tecnologías para la ESO. Desarrollo de instrument control electronics (ICE) box, Interface Optics and Calibration (IOC) unit, Double Prism, and Phase Mask para James Webb Space Telescope.
¿Específico en Astronomía?	No
Cantidad de empleados	85 empleados
Facturación Anual	No Público
Proyectos relacionados con astronomía para Chile	Ninguno
Página Web	http://www.csl.ulg.ac.be/

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	CeramOptec Industries Inc.
País(es)	Estados Unidos
Productos	Se ofrecen una amplia gama de productos orientados a fibra óptica. Entre ellos se destacan para el campo de la astronomía: Productos de fibra óptica de baja pérdida de rango IR a UV: UV Non Solarized Silica/Silica Fiber Optran PUV/PWF Optran MIR (Mid Infrared) High NA Silica Fiber Bundles (Conjunto de multiples cables de fibra óptica con un extremo común).
Servicios	Diseño e implementación de sistemas a la medida en fibra óptica.
Principales Clientes	NASA CERN Harvard University NAIC (Observatorio Puerto Rico) NAOJ
Principales Proyectos	CeramOptec ha realizado diversos estudios para resolver problemas de la industria o investigación. Se destacan las siguientes publicaciones: Computerized Infrared Fiber Optic System for Gas Analysis Based on Diode Lasers (Institute of General Physics of the USSR Academy of Sciences) Optical Fibers for Improved Low Loss Coupling of Optical Components Reliability of High NA, UV Non-Solarizing Optical Fibers Properties & Reliability of Improved Large Acceptance Optical Fibers Mechanisms of Optical Losses in Polycrystalline Fibers Reliable Large Acceptance Optical Fibers for High Power Transmission
¿Específico en Astronomía?	No. Otra áreas de aplicación son: Industria aérea/aeroespacial Microscopía Comunicaciones Robótica Medicina/Biomedicina Industria militar Entre otras.
Cantidad de empleados	45 empleados
Facturación Anual	US\$10 ~ 20 Millones
Proyectos para Chile	No Público.
Página Web	www.ceramoptec.com

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Cryoconnect
Integrantes	Division de Tekdata Interconnections Ltd.
País(es)	Inglaterra
Productos	Se ofrecen soluciones relacionadas con sistemas de conexión en ambientes criogénicos. Si bien las soluciones son a la medida se categorizan por: Blindajes: blindaje individual de cables o por compartimiento Tejido de Arnese para organización de cableado criogénico. Ensamble sistemas de cableado en ambientes criogénicos.
Servicios	Diseño, manufactura y testing de sistemas de comunicación en ambientes criogénicos.
Principales Clientes	Alguno de los principales clientes son: NASA ESO CERN ESA UK Astronomy Technology Centre Royal Observatory Edinburgh
Principales Proyectos para observatorios (o proyecto afín) en el extranjero.	Interconexiones eléctricas de los instrumentos NIRCam (Near Infrared Camera), NIRSpec (Near Infrared Spectrograph) y MIRI (Mid-Infrared Instrument) para James Webb Space Telescope. Diseño y manufactura del Instrumento “Spire” para el Herschel Space Observatory. CERN: Cryoconnect supplied 3000 miniature assemblies for the ATLAS instrument
¿Específico en Astronomía?	No. El mercado objetivo es también para instrumentación general y para la industria aeroespacial.
Cantidad de empleados	120 empleados aprox. (*)
Facturación Anual	US\$8,818,299 (*)
Proyectos para observatorios en Chile	Uso de Arnese Cryoconnect para criostatos y detectores (ALMA Cryostats, NOVA ALMA Band 9 Receivers, ALMA Band 3 Receivers, NRAO ALMA Band 6 Receivers) Para el proyecto ALMA Estudio del estado del arte de cables de niobio titanio para el instrumento APEX-SZ y posterior ensamble del sistema de cableado. (APEX)
Página Web	www.cryoconnect.com

(*) los datos consideran ingresos y empleados de Tekdata Interconnections Ltd.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	CSEM SA
País(es)	Suiza. Sede en Emiratos Arabes Unidos y Brasil
Productos	Tecnología de microsistemas Nanotecnología Nano medicina Sistemas de Ingeniería Sistemas Integrados e inalámbricos Fotónica Micro robótica Óptica
Servicios	Contratos de R+D (research and develop) Transferencia tecnológica Incubadora para proyectos de investigación e innovación tecnológica.
Principales Clientes	ESO ESA Abilis Systems CIBA Hager Security Osmotex RUAG Aerospace
Principales Proyectos	Elegant bread board development of caesium for space (ESA) Optical correlator for push-broom imagers (ESA) Programmable micro-diffraction gratings (ESA) Space qualified assembly technique for optical systems Development, manufacturing, test and integration of configurable slit mask unit for the Multi-object Spectrometer For Infra-red Exploration Instrument (MOSFIRE) to be mounted on the Keck Observatory Telescope, Hawaii Development, demonstration, manufacturing and test of a closed loop controlled, pico-radians resolution, tilt mirror, as "point ahead angle mechanism" for the LISA-LPT
¿Específico en Astronomía?	No. Otras áreas aplicables son: Medicina y biotecnología Innovación tecnológica Robótica Sistemas de ingeniería
Cantidad de empleados	Más de 390 empleados en Suiza
Facturación Anual	Facturación de 68.5M Francos Suizos anuales (ref.: año 2010).
Proyectos para observatorios en Chile	Development, demonstrator manufacturing and test of a field stabilization unit (FSU) for the M5 mirror on the future E-ELT telescope of ESO.
Página Web	www.csem.ch

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Dynavac
Pais(es)	Estados Unidos
Productos	Sistemas de recubrimiento de capas delgadas en espejos astronómicos. Sistemas de simulación espacial para pruebas en tierra de componentes. Se compone principalmente subsistemas como: Superficies Criogénicas Control Termal Monitor de contaminación Sistema de control Adquisición de data para monitoreo real-time Vibración aislada. Cámaras de Vacío.
Servicios	Servicios a la medida en áreas de Ingeniería y manufactura
Principales Clientes	Lowell Observatory
Principales Proyectos para observatorios en el extranjero.	Implementación y diseño del sistema de recubrimiento de espejos para el Discovery Channel Telescope.
¿Específico en Astronomía?	No. Se dedica también a propósitos de ingeniería en general.
Cantidad de empleados	No Público
Facturación Anual	US\$7.5 Millones [1]
Proyectos para observatorios en Chile	Ninguno.
Página Web	www.dynavac.com

[1] <http://www.indeed.com/cmp/Dynavac>

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	E2v technologies plc group	
Integrantes	E2v technologies (uk) ltd, e2v ltd, e2v sas, e2v scientific instruments, e2v semiconductors, e2v aerospace and defense inc., e2v asia pacific.	
Pais(es)	Inglaterra	
Productos	Se desarrollan productos en tres áreas: Radio Frecuencias Power Solutions: Radares, sistemas de radioterapia, sistemas transmisión de televisión digital entre otros. High Performance Imaging Solutions: diseño, manufactura e implementación de sensores y cámaras CMOS, CCD y EM. Hi-rel Semiconductor Solutions: Soluciones a la medida de semiconductores hi-rel.	
Servicios	Diseño y consultorías en las áreas de aplicación de la empresa (Radio Frec. , Imaging Solutions y Hi-rel semiconductors)	
Principales Clientes	NASA ESA JAXA CSA ESO	
Principales Proyectos	Upgrade de sensor de imagen a uno e2v (e2v CCD for Wide Field Camera 3) para el telescopio Hubble. Diseño, implementación y desarrollo de sensor CCD e2v para NASA Mars Reconnaissance Orbiter Diseño e implementación de sensor CCD para el Solar Dynamics Observatory Implementación de 42 sensores e2v de gran área para satélite Kepler Diseño e implementación de sensor CCD (e2v plate assembly) para el US Naval Observatory.	
¿Específico en Astronomía?	No. Las aplicaciones de la OCAM están diseñadas para otros propósitos como sistemas de defensa o biomedicina.	
Cantidad de empleados	1481 empleados (ref.: año 2011)	
Facturación Anual	228.6 millones de euros (ref.: año 2011)	
Proyectos para observatorios en Chile	Implementación de sensor e2v L3 Vision wavefront sensor para Observatorio Paranal Implementación de sensor CCD220 para OCam en Observatorio Paranal. Desarrollo de Sensores CCD para investigación de materia oscura en observatorio LSST	
Página Web	www.e2v.com	

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	EOS Technologies Inc.
Integrantes	EOS-AUS
País(es)	Estados Unidos, Australia
Productos	Se ofrecen soluciones integrales tanto en sistemas espaciales/astronómicos como en defensa. En el área espacial/astronómica se ofrecen diseño y manufactura de telescopios del tipo Alt-Azm. Otros productos complementarias son: Diseño, fabricación y testing de óptica a la medida Fabricación de software de control para telescopios.
Servicios	Diseño y análisis de sistemas para construcción de telescopios o componentes de estos. Servicios de ingeniería aplicados a sistemas opto-mecánicos.
Principales Clientes	RCT Consortium NASA Magdalena Ridge Observatory Indian Institute of Astrophysics Universidad de California
Principales Proyectos para observatorios en el extranjero	Principal contratador para la construcción del telescopio keck Outrigger (telescopio de 1.8m) para el Interferómetro Keck en Hawaii (NASA) Manufactura del Himalayan Chandra Telescope (telescopio IR de 2-m de apertura) para el Indian Astronomical Observatory. Restauración de telescopio de 1.3m para RCT consortium en Arizona. Construcción de telescopio de 1.3m de campo de visión amplio para el SkyMapper Telescope en Siding Spring, Australia.
¿Específico en Astronomía?	No. Otras áreas de aplicación son en el campo de defensa, específicamente en el desarrollo de tecnología de combate y armamento remoto.
Cantidad de empleados	Staff de 4 empleados. [1]
Facturación Anual	US\$3,000,000
Proyectos para observatorios en Chile	Acuerdo de cooperación para el establecimiento del Giant Magellan Telescope (Observatorio Las Campanas) a través del Gobierno Australiano.
Página Web	www.eostech.com www.eos-aus.com

[1] <http://www.manta.com/c/mm3q451/eos-technologies-inc>

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

ADDERE

- 25 -

ANEXOS E INFORMACIÓN DE SOPORTE.

Nombre	Evaporated Metal Films Corp.
Pais(es)	Estados Unidos
Productos	Se ofrecen productos orientados al recubrimiento de espejos. Entre ellos se enumeran: Recubrimientos anti-reflectantes para sustratos de hasta 90 pulgadas Recubrimiento de aluminio de sustratos de hasta 2.3m Recubrimientos de oro para sustratos de hasta 2.8 metros Sustratos para óptica de gran tamaño Filtros de densidad neutra.
Servicios	Servicio de limpieza de espejos Diseño e implementación de recubrimientos acorde a requerimientos particulares.
Principales Clientes	Hawaii University (*) No se especifican mas clientes.
Principales Proyectos	Recubrimiento de espejos para el Hartung Boothroyd Observatory
¿Específico en Astronomía?	No. Los productos y servicios son orientados a la industria aeroespacial, automovilística, óptica general entre otros
Cantidad de empleados	20 empleados
Facturación Anual	USD\$4M
Proyectos para Chile	No especificado
Página Web	www.emf-corp.com

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	First Light Imaging
Integrantes	Compañía derivada de los centros de investigación más grandes en Francia como: Laboratoire d'Astrophysique de Marseille Laboratoire d'Astrophysique de l'Observatoire de Grenoble Observatoire de Haute-Provence
Pais(es)	Francia
Productos	Fabricación de OCAM2: La cámara astronómica más sensible y más rápida en la actualidad y que es la segunda versión de la OCAM.
Servicios	Ninguno
Principales Clientes	Gran Telescopio Canarias ESO
Principales Proyectos	No especificados públicamente
¿Específico en Astronomía?	No. Las aplicaciones de la OCAM están diseñadas para propósitos de defensa, aviación e imágenes Biomédicas.
Cantidad de empleados	No Público.
Facturación Anual	No Público.
Proyectos para Chile	Producción de cámara OCAM para instrumentos de óptica adaptativa de segunda generación para el Observatorio Paranal (VLT)
Página Web	www.firstlight.fr

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Fogale Nanotech
País(es)	Francia
Productos	Se ofrecen productos relacionados con sistemas de metrología ópticos, capacitivos, inductivos y ultrasónicos. Productos relacionados con el área de astronomía son: Low coherence Interferometric Sensor (LISE): Para multiples aplicaciones como para metrología óptica. Sensores: Desarrollo de sensores para monitoreo de temperatura, sistemas críticos (radiación, magnetismo, alta presión, ec.), sensores capacitivos de alta resolución. Extensómetros de fibra óptica
Servicios	Desarrollo de sistemas de metrología y sensores a la medida para aplicaciones en industria de fabricación de espejos, instrumentación astronómica, robótica, defensa, control de turbinas, entre otros.
Principales Clientes	ESO Gemini South African Large Telescope (SALT)
Principales Proyectos para observatorios extranjeros	Fabricación de sistema de medición para alineamiento segmentado (SAMS) para alineamiento de espejos segmentados del South African Large Telescope. El sistema posee 480 edge sensors y 20 racks conectados a un computador via fibra óptica. Desarrollo del sistema "LISE-LD" para medir la distancia entre el spherical aberration corrector (SAC) y el espejo primario. (South African Large Telescope)
¿Específico en Astronomía?	No.
Cantidad de empleados	Staff de 2 empleados [1]
Facturación Anual	US\$130,000
Proyectos relacionados con astronomía para Chile	Desarrollo de control Tip-Tilt para óptica adaptativa en el instrumento NAOS (VLT) Desarrollo de control Tip-Tilt para óptica adaptativa en el instrumento MACAO (VLTi) Desarrollo de control Tip-Tilt para óptica adaptativa en el instrumento ALTAIR (Gemini) Desarrollo de control Tip-Tilt para estabilizador de imagen en el instrumento MACAO (VLTi)
Página Web	www.fogale.fr

[1] <http://www.manta.com/c/mr4hk6g/fogale-nanotech>

"Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile"

Nombre	Fujitsu
País(es)	Japón
Productos	Ofrece una amplia gama de productos del área tecnológica: Productos computacionales: computadores de uso personal, sistemas de almacenamiento, servidores y supercomputadores. Software: Middleware : Interstage, Systemwalker, Symfoware. Soluciones ERP Herramientas de desarrollo Aplicaciones empresariales Telecomunicaciones: Soluciones de gestión de redes, comunicación submarina, soluciones fotónicas, etc. Microelectrónica: micro-controladores, sistemas de memoria, componentes electromecánicos entre otros. Otro tipo de productos: sistemas de aire acondicionado y sistemas de audio/video.
Servicios	Soluciones a la medida para sistemas en el mercado retail. Soluciones móviles para ámbitos empresariales. Servicios TI para industria automovilística. Automatización de procesos. Cloud Computing
Principales Clientes	ALMA NAOJ
Principales Proyectos para observatorios en el extranjero	Migration from UNIX to Linux on PRIMERGY boosts large-scale image processing and system resource sharing at Japan's National Astronomical Observatory Construcción del Japanese Virtual Observatory (JVO) para conexión remota con Subaru Telescope.
¿Específico en Astronomía?	No.
Cantidad de empleados	172.438 empleados en todo el mundo.
Facturación Anual	US\$54.559 billion (ref.: año 2010)
Proyectos para observatorios en Chile	Fabricación correlacionador Japonés para proyecto ALMA.
Página Web	http://www.fujitsu.com

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Vertex Antennentechnik GmbH.
Integrantes	Forma parte de la empresa General Dynamics SATCOM Technologies
País(es)	Vertex Antennentechnik (Alemania) General SATCOM Technologies (Estados Unidos)
Productos	La empresa está dedicada principalmente al área de comunicaciones inalámbricas. Los productos que se ofrecen son: Diseño, producción e instalación de antenas de propósito astronómico, espacial, comunicaciones y defensa (radiofrecuencia y microondas) Implementación de sistemas de control de tráfico aéreo. Sistemas de monitoreo y control de antenas satelitales Electrónica asociada: Amplificadores de estado sólido, SSPB's, amplificadores de bajo ruido, multiplexor nodal satelital, convertidor de frecuencia sintetizada, entre otros. Productos a investigación científica: manufactura de radiotelescopios, telescopios ópticos o radares.
Servicios	Mantenimiento y soporte en sistemas de comunicación y antenas. Servicios de capacitación y entrenamiento.
Principales Clientes	NASA APEX Experiment NRAO Italian Space Agency Universidad de California Hobby-Eberly Telescope
Principales Proyectos para observatorios en el extranjero.	Contratador para la construcción de Observatorio Keck (telescopio 10m), Mauna Kea Hawaii. Construcción antena de 25m para proyecto de radioastronomía VLBA (Very Large Baseline Array) Establecimiento de contrato de USD\$40.7 Millones para proveer una nueva generación de antenas de comunicación en espacio profundo para la NASA Diseño radiotelescopio SRT de 64 metros para la Italian Space Agency. Diseño inicial de la estructura del telescopio para el Hobby-Eberly Telescope.
¿Específico en Astronomía?	También área de comunicaciones inalámbricas y sistemas de defensa.
Cantidad de empleados	91200 empleados
Facturación Anual	US\$ 31981 billones (2009) [2]
Proyectos para observatorios en Chile	Fabricación de 25 antenas norteamericanas de 12m para el proyecto ALMA [1] Fabricación de antena de 12m para proyecto APEX.
Página Web	www.vertexant.com www.gtmo.org

[1] <http://www.gdsatcom.com/email/11-24-09.htm>

[2] <http://www.google.com/finance?q=NYSE:GD>

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

ADDERE

- 30 -

ANEXOS E INFORMACIÓN DE SOPORTE.

Nombre	Heidenhain	
País(es)	Alemania	
Productos	La empresa se dedica principalmente a la manufactura de encoders. Específicamente se ofrecen: Encoders Lineales: Encoders lineal absoluto o incremental en versiones selladas (libres de exposición a polvo y otros) y expuesta Encoders Angulares y Rotatorios: encoders de alta precisión (menor a +- 5") especial para uso en dispositivos de precisión, antenas y telescopios Herramientas para medición e inspección de elementos de forma computarizada	
Principales Clientes	ESO Gran Telescopio Canarias	
Principales Proyectos	Uso de encoder angular "ERA 780C" para posicionamiento del Gran Telescopio Canarias	
¿Específico en Astronomía?	No	
Cantidad de empleados	No Público	
Facturación Anual	\$17.5 Million	
Proyectos relacionados con astronomía para Chile	Desarrollo exitoso de high precision strip encoders para telescopio VLT, Observatorio Paranal. encoders angulares "ERA 880" para los sistemas de posicionamiento del telescopio VISTA, Observatorio Paranal.	
Página Web	www.heidenhain.com	

Nombre	Hextek	
País(es)	Estados Unidos	
Productos	Diseño y manufactura de sustratos de espejos livianos.	
Principales Clientes	Astronomical Research Institute; James Webb Space Telescope , NASA Goddard , Lowell Observatory; Subaru Telescope; Smithsonian Astrophysical Observatory; Las Cumbres Observatory	
Principales Proyectos para observatorios en el extranjero	Sustratos para los espejos de 1m para los 21 telescopios en red Observatorio las Cumbres. Fabricación de espejo plano auto-colimador para pruebas en tierra del James Webb Space Telescope. Fabricación de espejo colimador de 1.4m de forma de panel para Subaru Telescope.	
¿Específico en Astronomía?	No..	
Cantidad de empleados	Staff de 1 a 4 personas [1]	
Facturación Anual	US\$ 0.5 ~ 1 Millon	
Proyectos para observatorios en Chile	Producción de sustratos para los espejos de 1m de los telescopios a instalarse en cerro Tololo del observatorio las cumbres.	
Página Web	http://www.hextek.com/	

[1] <http://www.manta.com/g/mmd2g3l/richard-wortley>

"Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile"

ADDERE

- 31 -

ANEXOS E INFORMACIÓN DE SOPORTE.

Nombre	IRSA Lackfabrik
País(es)	Alemania
Productos	Barnices, disolvente y pinturas para protección de pisos e infraestructura. - Recubrimientos para preservación de estructuras. - Maquinaria para pulir superficies - Productos y otros químicos para uso industrial.
Principales Clientes	ESO
Principales Proyectos	Uso de producto "Super XL 5" para limpieza de espejos por parte de la ESO.
¿Específico en Astronomía?	No
Cantidad de empleados	90 Empleados.
Facturación Anual	No Público
Proyectos relacionados con astronomía para Chile	-
Página Web	www.irsa.de

Nombre	ETEL S.A
País(es)	Suiza
Productos	ETEL se dedica al rubro de motores y sistemas de movimiento. Entre ellos se ofrecen productos como: Motores lineales: Motores de producción en serie en modelos basados en núcleo de acero o sin presencia de núcleo de acero. Diseñados para tener una densidad de fuerza de 10 N/cm ² y de alta precisión. Motores de Torque: Se ofrecen más de 100 modelos distintos de este tipo de motores con un peak de densidad de fuerza de 10 N/cm ² y con opción de refrigeración por aire o por agua. Sistemas de movimiento a la medida Sistemas de control de movimiento: Software y electrónica asociada.
Principales Clientes	ESO
Principales Proyectos	-
¿Específico en Astronomía?	No
Cantidad de empleados	No Público
Facturación Anual	No Público
Proyectos relacionados con astronomía para Chile	Uso de "direct drives torque motors" para 12 actuadores/rotadores para telescopio VLT. Desarrollo de "direct brushless cooled torque motor" para el telescopio NTT de observatorio la Silla.
Página Web	www.etel.ch

"Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile"

Nombre	Le Verre Fluoré
País(es)	Francia
Productos	<p>La empresa es la única en el mundo que provee productos relacionados con fibra óptica de cristal de fluoruro (Fluoride glass fiber optics). Se ofrecen los siguientes productos:</p> <p><u>Items específicos de fibra óptica:</u> Multimode fluoride glass infrared fibers, Fluoride glass single-mode infrared fibers, Fluoride glass polarization-maintaining infrared fibers, entre otros.</p> <p><u>Accesorios de dispositivos de fibra óptica:</u> Broadband fluoride glass fiber infrared beam combiner, Fluoride glass fiber broadband splitters single mode and multimode, Broadband infrared fiber spatial filters, nfrared fluoride glass fiber-optic probes (IR y NIR), entre otros.</p> <p><u>Fibres Bundle Assemblies:</u> Multimode infrared fluoride glass fibers and assemblies, Single-mode fluoride glass infrared fibers and assemblies, Armored fluoride glass infrared fiber (hasta 100 metros), Upconversion and downconversion fluoride glass laser, entre otros.</p>
Servicios	Diseño y desarrollo a la medida de fluoride glass material y fibra infrarroja. Servicio de ingeniería y soporte: prototipados, soporte a clientes, diseño y gestión de proyectos relacionados al area de fibra optica.
Principales Clientes	ESO Keck Telescope
Principales Proyectos	Desarrollo de fluoride glass single-mode fibers para pruebas interferometricas entre los dos telescopios separados entre si a 85metros en el Keck Telescope, Hawaii.
¿Específico en Astronomía?	No
Cantidad de empleados	No Público
Facturación Anual	No Público
Proyectos relacionados con astronomía para Chile	Desarrollo de IR fibre-optic beam combiner para instrumento VINCI (VLT Interferometer Commissioning Instrument), usado en el telescopio VLTi, Observatorio Paranal.
Página Web	http://leverrefluore.com/

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	M3 Engineering Tucson Arizona
País(es)	Estados Unidos
Productos	Ninguno.
Servicios	<p>La empresa provee servicios de diseño de proyectos de distinta índole que van desde infraestructura para minería como así también observatorios pasando por laboratorios y otro tipo de estructuras.</p> <p>Se ofrecen servicios dentro de las siguientes disciplinas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ingeniería Civil Ingeniería Estructural Ingeniería Mecánica Ingeniería Eléctrica Ingeniería Metalúrgica Arquitectura Gestión de proyectos <p>Entre otros.</p>
Principales Clientes	<ul style="list-style-type: none"> Lowell Observatory Magdalena Ridge Observatory Large Binocular Telescope Corp. National Optics Astronomy Observatory (NOAO) National Radio Astronomy Observatory (NRAO) Steward Observatory Thirty Meter Telescope Corp. Carnegie Observatories
Principales Proyectos internacionales relacionados con astronomía	<p>Diseño de domo para el Large Binocular Telescope (LBT, Tucson Arizona) diseñado para soportar condiciones climáticas dificultosas y ser compatible con la compleja forma del telescopio.</p> <p>Desarrollo de diseño conceptual del observatorio Thirty Meter Telescope , Mauna Kea, Hawaii.</p>
¿Específico en Astronomía?	<p>No.</p> <p>Otras áreas de aplicación son en el campo de la minería, manufactura, reestructuración de infraestructura histórica, entre otros.</p>
Cantidad de empleados	50 a 149 empleados
Facturación Anual	Mayor a US\$ 100 Millones.
Proyectos de astronomía para observatorios en Chile	<ul style="list-style-type: none"> Diseño de domo liviano (hecho con fibra de vidrio) para Observatorio SOAR Diseño de domo termalmente estable para ambos telescopios para el Magellan Observatory, Cerro las Campanas. Diseño conceptual de domo para el Giant Magellan Telescope, Cerro las Campanas.
Página Web	www.m3eng.com

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Mitsubishi Electric Corp.	
Integrantes	Parte de Mitsubishi Global.	
País(es)	Japón	
Productos	Se provee una serie de productos orientados a tecnología para el hogar, equipamiento automotriz, sistemas de automatización, semiconductores, sistemas de transporte entre otros. Específicamente, en el área de Sistemas Espaciales se ofrecen: Fabricación de telescopios ópticos y radio Fabricación de sistemas de comunicación terrestre. Programas de fabricación y lanzamiento de satélites.	
Servicios	Servicios R+D (Research and Development)	
Principales Clientes	Rainbow Interferometer ALMA (NAOJ) Subaru Telescope VERA	
Principales Proyectos	Fabricación antenas de 20m para proyecto de radio-astronomía VERA dirigido por NAOJ. Diseño y manufactura de 16 antenas para la parte japonesa del consorcio que compone el proyecto ALMA. Construcción del telescopio óptico/infrarrojo SUBARU para NAOJ localizado en el monte Mauna Kea, Hawaii.	
¿Específico en Astronomía?	No.	
Cantidad de empleados	102,835	
Facturación Anual	US\$ 32,965.0 Millones	
Proyectos para Chile	Fabricación antena 10m submilimétrica para el interferómetro RAINBOW, Atacama	
Página Web	http://www.mitsubishielectric.com	

Nombre	Nikon	
País(es)	Japón	
Productos	Productos orientados a áreas de óptica industrial, óptica profesional, equipamiento de precisión e instrumentación. Algunas tecnologías que se manejan en general son: Óptica: lentes asféricas, elementos de precisión óptica de microresolución, capas delgadas de alta resolución, sistemas de óptica confocal, sensores CMOS. - Algoritmos de procesamiento de imágenes - Materiales: recubrimiento con nanopartículas, nanotubos de carbono, entre otros..	
Servicios	Servicios de R+D (Research and Development)	
Principales Clientes	Subaru Telescope	
Principales Proyectos	Fabricación del instrumento FOCAS (Faint Object Camera and Spectograph) para el Subaru Telescope.	
¿Específico en Astronomía?	No	
Cantidad de empleados	24409 empleados alrededor del mundo.	
Facturación Anual	US\$ 10709.60 Millones	
Proyectos para Chile	Ninguno en el área de astronomía en Chile.	
Página Web	www.nikon.com	

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	MT-Mechatronics
Integrantes	Parte de MT-Aerospace AG.
País(es)	Alemania
Productos	Fabricación de: Antenas para radioastronomía Telescopios ópticos: Se provee el sistema opto-mecánico.
Servicios	Servicios para sistemas opto-mecánicos: Quality Assurance Reparación/Mantenimiento/Ensamble Software específico Entrenamiento de personal especializado Consultorías para reemplazo o modernización. Diseño y Análisis
Principales Clientes	Observatorio TIGO ALMA (ESO) Effelsberg Telescope Advanced Technology Solar Telescope Cherenkov Telescope IRAM E-ELT (ESO) Sardinia Radio Telescope SRT European Solar Telescope
Principales Proyectos para observatorios en el extranjero	Fabricación antena de 64m para radiotelescopio Sardinia, Italia. Fabricación 4 antenas de 15m para el Telescopio IRAM. Fabricación antena de 100m para telescopio Effelsberg. Estudio en fabricación de sistemas opto-mecánicos para European Solar Telescope (telescopio óptico de 4m).
¿Específico en Astronomía?	No. Otras áreas son el ensamble o fabricación de sistemas médicos, estaciones de comunicación satelital y estaciones de lanzamiento aeroespacial.
Cantidad de empleados	750 empleados
Facturación Anual	US\$ 432 Millones.
Proyectos para observatorios en Chile	Estudio del diseño de sistemas opto-mecánicos para observatorio E-ELT Fabricación antena transportable de 6m para Observatorio Geodesico TIGO (UDEC) Acuerdo en fabricación de 25 antenas de 12m para proyecto ALMA.
Página Web	http://www.mt-mechatronics.com

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Observatory Sciences Ltd.
País(es)	Inglaterra
Productos	Se ofrecen soluciones orientadas a sistemas de control: EPICS: Framework de control para proyectos de astronomía o física de partículas. Corresponde a conjunto de herramientas de software (drivers, software especializado, bibliotecas entre otros) para el desarrollo de sistemas de control escalable, distribuido y multiplataforma. Soluciones a la medida usando NI LabView (herramienta para programar aplicaciones de monitoreo, pruebas y control) Implementación de sistemas de Pointing usando TPoint Software.
Servicios	Consultorías Diseño e implementación de sistemas a la medida. Experiencia en: Software distribuido: CORBA, Ice, DDS (Data Distribution Service). Otro tipo de Software: VLT Common Software, EPICS, TPOINT, NI LabView. Gestión de proyectos
Principales Clientes	AURA Gemini Observatory ESO Isaac Newton Group Particle Physics and Astronomy Research Council Large Synoptic Survey Telescope Lowell Observatory
Principales Proyectos para observatorios en el extranjero.	Implementación de sistema de control de telescopio para el Discovery Channel Telescope US National Solar Observatory: Design of telescope control system for Advanced Technology Solar Telescope (ATST) Isaac Newton Group, La Palma: Upgrading adaptive optics (NAOMI) software Isaac Newton Group, La Palma: migration of legacy control systems to Unix-based systems UK Astronomy Technology Centre: Design, development and implementation of VISTA telescope's primary mirror (M1 control) system software Accel Instruments has contracted consultancies services to assist with beamline software for the Australian Synchrotron in Melbourne.
¿Específico en Astronomía?	No. Si bien el enfoque principal es el desarrollo de software de control para el área astronómica, también se enfocan a aceleradores de partículas.
Cantidad de empleados	No Público.
Facturación Anual	No Público.
Proyectos para observatorios en Chile	Gemini Observatory: Design and development of Telescope Control System (TCS) sub-system interfaces Gemini Observatory: Design and development of the Telescope Control System (TCS) Software Study for European Extremely Large Telescope (E-ELT)
Página Web	http://www.observatorysciences.co.uk

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Richardson Gratings
Integrantes	Parte de la empresa Newport.
País(es)	Estados Unidos
Productos	<p>Se ofrecen una amplia cantidad de gratings con distintas especificaciones y para distintos propósitos: Telecomunicación de fibra óptica, Dye LASER Tuning, Laser molecular, grandes proyectos astronómicos, compresión de pulsos.</p> <p>Los distintos gratings varían principalmente en características como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Grooves per mm Nominal Blaze Wavelength Nominal Blaze Angle Maximum ruled Area Diffraction Angle <p>Entre otros.</p>
Servicios	Ninguno.
Principales Clientes	ESO Subaru Telescope
Principales Proyectos	Desarrollo de monolithic replicated echelle mosaic gratings para Subaru Telescope
¿Específico en Astronomía?	No
Cantidad de empleados	650 empleados (Newport Corp.)
Facturación Anual	USD\$107.8 Millones (2010, Newport Corp.)
Proyectos relacionados con astronomía para Chile	Desarrollo de monolithic replicated echelle mosaic gratings para Instrumentos EMMI y UVES del telescopio VLT, Observatorio Paranal.
Página Web	http://gratings.newport.com

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	SAGEM	
Integrantes	Parte del Consorcio Safran Group	
País(es)	Francia	
Productos y Servicios	<p>SAGEM ofrece una variada gamma de productos y servicios específicos para la industria aeroespacial, Defensa, Naval y científica. En dichas áreas se ofrecen soluciones como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sistemas de control de vuelo Electronica onboard y software critico para aviones Modernizacion de aviones de combate Desarrollo de UAV's Electronica y óptica para satélites y construcción de estos. Semiconductores <p>En relación al área de la astronomía SAGEM ofrece productos y servicios relacionados específicos relacionados con:</p> <ul style="list-style-type: none"> Optica de alto desempeño para telescopios Sistemas de Optica Activa Soluciones para telescopios robotizados remotamente. 	
Principales Clientes	<p>ESO Gran Telescopio Canarias James Webb Space Telescope (NASA) Gemini SOFIA</p>	
Principales relacionados con astronomía en el extranjero	Proyectos con en el	<p>Desarrollo de uno de los 3 NIRSpec (Near Infrared Spectrograph) para el James Webb Space Telescope. Desarrollo de espejo de 11m para Gran Telescopio Canarias Desarrollo de espejo secundario ultraliviano para telescopio SOFIA</p>
¿Específico en Astronomía?	en	No
Cantidad de empleados	7000 empleados (2010)	
Facturación Anual	1240 Millones de Euros (2010)	
Proyectos relacionados con astronomía para Chile	<p>Desarrollo de 4 espejos monolíticos de 8m (M1 Mirror) y sistema de óptica activa para el VLT, Observatorio Paranal. (A través de REOSC correspondiente al departamento de Óptica de SAGEM) Desarrollo de prototipos de espejos asfericos para espejo de 42m y estudio en óptica activa para espejo M2 para el telescopio que será alojado en el E-ELT. Desarrollo de espejos monolíticos para Gemini (Hawaii y Chile)</p>	
Página Web	www.sagem-ds.com	

<http://www.sagem-ds.com/spip.php?article928&lang=en>

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Schott
País(es)	Alemania. Es una multinacional con representantes en Norteamérica.
Productos	Schott es una empresa dedicada principalmente a la manufactura de espejos, materiales especializados y desarrollo de tecnología. Entre los productos que se ofrecen se destacan: Óptica avanzada: filtros ópticos, obleas de sustratos, espejos planos, óptica personalizada por CNC, recubrimiento de superficies, espejos segmentados, entre otros. Espejos personalizados para fines arquitectónicos Concentradores solares para plantas de energía solar.
Servicios	
Principales Clientes	ESO SOFIA (NASA) Gran Telescopio Canarias Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope (LAMOST) GREGOR
Principales Proyectos	Desarrollo de espejo ultravioleta de 2.7m para telescopio aeroespacial SOFIA. El espejo cuenta con un peso aproximado de 850kg y 35cm de espesor. Desarrollo de 35 espejos hexagonales de 1.9m de largo diagonal, 8.5 cm de espesor y 500kg de peso para conformar el espejo primario del Gran Telescopio Canarias. Desarrollo de espejos hexagonales segmentados de forma hexagonal para espejo primario del telescopio LAMOST Manufactura de sustrato de 1.5m resistente a temperaturas extremadamente altas para telescopio solar GREGOR
¿Específico en Astronomía?	No
Cantidad de empleados	400 Empleados
Facturación Anual	
Proyectos relacionados con astronomía para Chile	Desarrollo de 4 espejos de 8.2m para telescopio VLT, Observatorio Paranal.
Página Web	www.schott.com

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	SESO
País(es)	Francia
Productos	Recubrimientos de espejos: reflectantes, anti-reflectantes, tolerancia a laser de alta potencia, recubrimientos de metales (Ag, Au,Al-MgF2,X-RAY) Manufactura de espejos y mecánica piezoeléctrica (óptica activa).
Servicios	Calculo fotométrico Pulido de amplia variedad de sustratos (vidrio, cobre , aluminio, Berilio, Sic, ZnSe, CaF2, entre otros) Testing interferométrico de alta precisión
Principales Clientes	ESO ESA EOS Technologies ALCATEL Space Gran Telescopio Canarias United-Kingdom Astronomy Technology Center
Principales Proyectos	Contrato con ESO en la evaluación de diseño y análisis de una planta de producción masiva de los espejos primarios y secundarios para la nueva generación del telescopio E-ELT (Overwhelmingly Large Telescope) Implementación de la óptica para el espectrógrafo ELMER del Gran Telescopio Canarias. Manufactura de la óptica para la Wild Field Infrared Camera (WFCAM) instalada en el UK Infrared Telescope, Hawaii.
¿Específico en Astronomía?	No. Otros campos de enfoque son en el área de equipamiento militar, aeroespacial y microelectrónica.
Cantidad de empleados	No Público
Facturación Anual	No Público
Proyectos para Chile	Producción de prototipos de espejos hexagonales (1 metro de largo compuesto de carburo de silicio) y capas delgadas de 650mm para futuras implementaciones de óptica adaptativa en proyectos de ESO.
Página Web	www.seso.com

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Stutzki Engineering	
País(es)	Estados Unidos	
Servicios	Stutzki Engineering ofrece servicios de ingeniería (diseño, optimización de procesos, etc.) para proyectos de arquitectura, infraestructura civil y estructuras de espejos ópticos.	
Principales Clientes	CCAT Hobby Eberly Telescope	
Principales Proyectos extranjeros relacionados con astronomía	Diseño conceptual para el armazón del espejo primario del Hobby Eberly Telescope.	
¿Específico en Astronomía?	No	
Cantidad de empleados	7 empleados	
Facturación Anual	US\$ 680,000	
Proyectos relacionados con astronomía para Chile	Ingeniería en la armadura para la instalación del espejo primario para el telescopio CCAT.	
Página Web	www.stutzkiengineering.com	

Nombre	Texarion Inc.	
País(es)	Canada	
Productos	ClearSpectrum: Compensadores de dispersión ajustables y estáticos PureSpectrum: Módulos Laser especializados PowerSpectrum: Componentes Laser como reflectores, filtros, compresores de pulso entre otros.	
Servicios	Soluciones a la medida en fotónica en Radiofrecuencia: Optical Delay Lines - Laser Phase-Locking - Narrow Band Optical Filtering -Chromatic Dispersion Compensation - Metrología Laser	
Principales Clientes	ALMA (NRAO)	
Principales Proyectos para observatorios en el extranjero.	Ninguno relacionado con astronomía para observatorios en el extranjero.	
¿Específico en Astronomía?	No. Otros mercados son: Defensa, Industria Aeroespacial, Telecomunicaciones e Industria en general.	
Cantidad de empleados	150 empleados aprox.	
Facturación Anual	US\$ 11 Millones	
Proyectos para observatorios en Chile	Diseño e implementación del subsistema de oscilador fotónico central y unidad Laser central para ALMA [1]	
Página Web	http://www.texarion.com	

[1] http://www.texarion.com/html/en/about/releases_detail.php?com_id=57

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Nombre	Thales Alenia Space
Integrantes	Es parte del Thales Group S.A. Se compone de: Thales Air Defence Limited, Thales Underwater Systems, Thales Nederland, Thales Optronics, Thales Rail Signalling Solutions, Thales Information Systems Belgium
País(es)	Francia
Productos y Servicios	Thales Alenia Space desarrolla productos y servicios a la medida de componentes o subsistemas para las áreas de Telecomunicaciones, Infraestructura espacial, meteorología terrestre y geostacionaria, sistemas terrestres de telecomunicaciones y de observación astronómica y observatorios espaciales. Se destacan: Antenas terrestres de 5.5m ,9m, 11m y 13m para observaciones terrestres y telecomunicaciones Traveling Wave Tubes para Satelites para aplicaciones en Radiofrecuencia y Microondas. Instrumentación para física fundamental y planetología: sensores rayos X y Gamma, detectores gravitacionales entre otros
Principales Clientes	ALMA (NRAO)
Principales Proyectos para observatorios en el extranjero.	Implementación de electrónica para instrumentación óptica y sistemas de comunicación para SEOSAT-INGENIO (Satélite espacial español para observaciones astronómicas y terrestres)
¿Específico en Astronomía?	No
Cantidad de empleados	68000 empleados en 50 países
Facturación Anual	13.1 billones de euros
Proyectos para Chile	Contrato de 147 Millones de euros para implementación de 25 antenas para ALMA
Página Web	www.thalesgroup.com

Nombre	Toptica Photonics
País(es)	Alemania
Productos	Diodos Laser, Ultrafast Fiber Lasers: pulsos laser del orden de los 100fs de duración. Multi Color Systems: Maquinas Laser ajustables. Medidores de longitud de onda de alta precisión: Distintos modelos que abarcan desde el espectro IR a UV (192 a 11 micrones)
Servicios	Ninguno.
Principales Clientes	ESO Keck Observatory
Principales Proyectos	Implementación de Laser TOPTICA SodiumStar en el Keck Observatory, Hawaii.
¿Es empresa HiTech?	Si
¿Específico en Astronomía?	No.
Cantidad de empleados	120 Empleados [1]
Facturación Anual	No público.
Proyectos para observatorios en Chile	Implementación de Laser TOPTICA SodiumStar de 589nm y 20W de potencia diseñado en conjunto con ESO para el VLT (Observatorio Paranal).
Página Web	www.toptica.com

[1] http://www.toptica.com/pr_news/news/news_single/article//toptica-sells-till-photonics-to-fei.html

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

1.2 EMPRESAS EN CHILE QUE PROVEEN SERVICIOS A LOS CENTROS ASTRONÓMICOS

Ámbito de especialidad	Empresa Privada
Fabricación PCB's y circuitos electrónicos	AXYS S.A
Sistemas Eléctricos	Gismac
Automatización de Procesos	ASINPRO
Integración de sistemas y obras civiles especializadas	Arcadis
	Ocegtel S.A
	Conpax
	DCS
Construcción Sitio/Rutas	Constructora Agua Santa S.A
	Consortio Vial y Vives
Recubrimiento y aislantes térmicos	CYM San Pascual S.A
Servicios de operación	AstroNorte

Ámbito de especialidad	Grupo académico
Interferometría	Centro de Óptica y Fotónica Universidad de Concepción
Óptica Adaptativa	Centro de AstroIngeniería Pontificia Universidad Católica de Chile
Receptores de radiofrecuencia	RadioAstronomical Instrumentation Group Universidad de Chile
Informática	Depto. Informática UTFSM (ALMA-UTFSM) CMM (Universidad de Chile)
Meteorología	Grupo Astrometeorología Universidad de Valparaiso.
Redes Avanzadas.	REUNA

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

ARCADIS S.A:	
País de origen	Chile (filial de empresa Holandesa).
Productos	Geotecnia e ingeniería civil Tiene como mercado los sectores Minería, Energía, Transporte y Obras Públicas, Forestal e Industrial en general
Actividades Servicios	Evaluación geomecánica de interfases de materiales granulares, estudios geotécnicos de estabilidad de taludes; estudios hidrológicos y de manejo de aguas, caracterización geotécnica de relaves
Observatorios / consorcios con que ha trabajado	NRAO, LSST
¿Específico en Astronomía?	No
Servicios a otras industrias.	Minería
Cantidad de empleados	16,000 empleados a nivel mundial
Facturación Anual	2 mil millones de euros
Labores desempeñadas / Proyectos	Arquitectura e Ingeniería de Detalles para las Instalaciones de Apoyo del Gran Telescopio de Rastreo Sinóptico (LSST) Proyecto y asesoría en licitación y construcción excavación en roca Cerro Pachón, proyecto LSST, para AURA INC. Características Geológico-Geotécnicas preliminares Área Cerro Tolar, para AURA INC., Telescopio SOAR 4,2 m edificio de apoyo y cúpula Cerro Pachón, para AURA,
Locación de las oficinas	Avda. Antonio Varas 621 - Providencia - Santiago – Chile.
Locación de los servicios entregados (para astronomía)	Santiago, Norte de Chile.
Página Web	http://www.arcadis.cl

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

AXYS S.A	
País de origen	Chile
Productos	Diseño y Fabricación de PCB's a la medida Armado de circuitos electrónicos
Actividades Servicios	Servicio de integración de tecnologías de comunicación por fibra óptica, wireless, satelital y banda ancha Soporte técnico 24/7 Mantenimiento de sistemas electrónicos y de redes Consultorías y capacitación Reingeniería de equipos y sistemas electrónicos
Observatorios / consorcios con que ha trabajado	NRAO, ALMA
¿Específico en Astronomía?	No
Servicios a otras industrias	Minería, comunicaciones, industria, defensa
Cantidad de empleados	No Público.
Facturación Anual	No Público.
Labores desempeñadas / Proyectos	Estudio y evaluación del comportamiento de la fibra óptica en grandes alturas para ALMA (ESO) Integración en Chile de los racks de electrónica para los 60 radiotelescopios para ALMA Licitación para instalación de fibra óptica para proyecto ASTELCO que interconecta REUNA con telescopios de Cerro Paranal y Cerro Armazones. Entrenamiento y capacitación en tecnologías de fibra óptica para 28 Ingenieros de ALMA Diseño de ingeniería para los sistemas de acoplamiento por fibra óptica para los Pad de fundación de antenas de radiotelescopios, instalación y comprobación en los primeros pad (5 y 7) Instalación de sistemas de distribución y terminación de fibra óptica en el A.O.S (Array Operations Facilities) a 5.050 metros de altura.
Locación de las oficinas	Avenida 5 de Abril 4454-3B - Estación Central – Santiago - Chile
Locación de los servicios entregados (para astronomía)	Santiago, Norte de Chile.
Página Web	www.axys.cl

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

ASINPRO	
País de origen	Chile
Productos	Se ofrecen productos a la medida relacionados con la Ingeniería de control de procesos y automatización.
Actividades Servicios	Asesorías Gestión de procesos Capacitación: cursos de Sistemas de automatización y Accionamiento certificado por SIEMENS.
Observatorios / consorcios con que ha trabajado	ESO
¿Específico en Astronomía?	No.
Servicios a otras industrias	Minería, Generadores y distribuidoras eléctricas
Cantidad de empleados	No Público.
Facturación Anual	No Público.
Labores desempeñadas / Proyectos	Cambio Sistema a Scada Versión 6.0. Se dio aumento a la supervisión de sistema a dos monitores. (ESO, Paranal) Modernización de Sistemas de Control y Supervisión de los generadores hacia la actual plataforma tecnológica de sistemas de control Siemens. (ESO, Paranal) Modernización de accionamientos de rotación de cúpulas (ESO, Paranal)
Locación de las oficinas	Diagonal Oriente 1759 - Ñuñoa – Santiago - Chile
Locación de los servicios entregados (para astronomía)	Santiago, Norte de Chile.
Página Web	www.asinpro.cl

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Astro Norte	
País de origen	Chile
Productos	No tiene
Actividades Servicios	Servicios de soporte a la operación de telescopios radio-astronómicos.
Observatorios / consorcios con que ha trabajado	Observatorio Chajnantor CBI NANTEN2 QUIET ASTE ACT SAINT ARM CCAT
¿Específico en Astronomía?	Si
Servicios a otras industrias distintas a la astronomía	No
Cantidad de empleados	No Público
Facturación Anual	No Público
Labores desempeñadas / Proyectos	Outsourcing de servicios de soporte a la operación a los radiotelescopios CBI,NANTEN2, QUIET,ACT,ASTE, CCAT.
Locación de las oficinas	Pasaje San Juan S/N, Ayllu de Larache, San Pedro de Atacama, II Región, Chile
Locación de los servicios entregados (para astronomía)	San Pedro de Atacama.
Página Web	www.astro-norte.cl

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Conpax S.A	
País de origen	Chile
Productos	No
Actividades Servicios	La empresa se ofrece servicios en tres áreas: Construcciones de gran envergadura: obras hidráulicas, obras sanitarias, metro, infraestructura vial y urbanización. Minería y Montajes: Obras subterráneas, montajes, relaves, construcciones para centrales energéticas y construcciones y montajes para observatorios. Inmobiliaria: oficinas y habitaciones
Observatorios / consorcios con que ha trabajado	Atacama Cosmology Telescope ALMA AURA Inc. (Gemini Sur)
¿Específico en Astronomía?	No
Servicios a otras industrias distintas a la astronomía	Principales proyectos no relacionados con el área de la astronomía: Construcción obras civiles para metro S.A en estación Bilbao, Las Mercedes y tramo 4 viaducto extensión línea 5 Maipú Construcción y montaje planta de Pellet en Romeral (Compañía Minera del Pacífico S.A.) Montaje electromecánico Proyecto Cambio Tecnológico Fundación Potrerillos (Codelco División Salvador) Construcción y puesta en operación planta PRECO 2 (Codelco Norte). Servicio integral de operación del sistema de deposición de relaves (Codelco División Andinas)
Cantidad de empleados	No Público
Facturación Anual	No Público
Labores desempeñadas / Proyectos	Construcción de obras civiles y montajes estructural (Edificio Auxiliar y Edificio del Telescopio) para Gemini Sur, Cerro Pachón. "AOS Technical Building Completion": Montaje de equipos, sistema HVAC, instalaciones sanitarias, incendio, eléctricas y arquitectura para proyecto ALMA. Obras civiles y montajes para radiotelescopio de ACT.
Locación de las oficinas	Palacio Riesco 4583, Huechuraba, – Santiago - Chile
Locación de los servicios entregados (para astronomía)	Santiago, Norte de Chile.
Página Web	http://www.conpax.cl/

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Constructora Vial y Vives S.A	
País de origen	Chile
Productos	No
Actividades Servicios	La constructora Vial y Vives se dedican exclusivamente al ámbito inmobiliario industrial (obras civiles de gran envergadura, fabricas, montajes electromecánicos, etc.)
Observatorios / consorcios con que ha trabajado	ALMA ESO (Paranal)
¿Específico en Astronomía?	No
Servicios a otras industrias distintas a la astronomía	Servicios inmobiliarios a grandes empresas como Metro de Santiago, Soquimich, Hidroeléctrica el Manzano entre otros
Cantidad de empleados	No Público
Facturación Anual	No Público
Labores desempeñadas / Proyectos	Obras civiles, pavimentos, montajes de edificios técnicos y estructuras metálicas. Instalaciones eléctricas, sanitarias, de incendio y aire acondicionado, montaje de equipos y arquitectura para proyecto ALMA (en conjunto con la constructora. Obras civiles y trabajos misceláneos asociados a telescopios auxiliares y construcción de obras para el Survey Telescope del observatorio Paranal. Fabricación de oficinas y Hotel "The Residencia" del Observatorio Paranal.
Locación de las oficinas	Camino La Vara Parcela 29-B N, San Bernardo - Chile
Locación de los servicios entregados (para astronomía)	Santiago, Norte de Chile.
Página Web	www.vialyvives.cl

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Constructora Agua Santa S.A	
País de origen	Chile
Productos	No.
Actividades Servicios	Servicios de construcción de inmobiliario, infraestructura, excavaciones para minería, industrias de energía y otro tipo de industrias.
Observatorios / consorcios con que ha trabajado	ALMA
¿Específico en Astronomía?	No
Servicios a otras industrias distintas a la astronomía	Codelco Aguas Andinas Autopista Central S.A Vespucio Norte S.A Cencosud Entre otros
Cantidad de empleados	No Público
Facturación Anual	No Público
Labores desempeñadas / Proyectos	Participación en el proyecto "AOS/Road Construction" para el proyecto ALMA.
Locación de las oficinas	Av. Santa María No 2450 Piso 2 - Providencia, Santiago - Chile
Locación de los servicios entregados (para astronomía)	Santiago, Norte de Chile.
Página Web	http://www.asanta.cl/

"Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile"

CYM San Pascual S.A	
País de origen	Chile
Productos	Recubrimientos de aluminio y acero inoxidable Aislantes térmicos: Lana Mineral, Poliuretano Rígido, Silicato de Calcio, Lana de Vidrio.
Actividades Servicios	Mantenimiento Industrial Montaje Industrial: Equipos, estanques, galpones, estructuras de soporte, cañerías, entre otros. Aislación térmica en estructuras.
Observatorios / consorcios con que ha trabajado	ALMA (Mitsubishi Electric)
¿Específico en Astronomía?	No
Servicios a otras industrias distintas a la astronomía	Ha desarrollado una serie de proyectos relacionados con aislación térmica y recubrimientos en grandes mineras de Chile como CODELCO Andina y Corporación Nacional del Cobre División El Teniente.
Cantidad de empleados	No Público
Facturación Anual	No Público
Labores desempeñadas / Proyectos	Suministro e instalación de Aislación Térmica para las antenas Japonesas de ALMA fabricadas por Mitsubishi Electric.
Locación de las oficinas	El Roble 793, Recoleta, Santiago - Chile.
Locación de los servicios entregados (para astronomía)	Santiago, Norte de Chile.
Página Web	www.cymsanpascual.com

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

GISMAC S.A	
País de origen	Chile
Productos	No
Actividades Servicios	Ensayos Eléctricos Fibra óptica: tendido de fibra aéreo o subterráneo, pruebas en terreno, fusión de fibras y capacitación. Cableado estructurado de enlaces de datos UTP y fibra óptica. Medición de sistemas de puesta a tierra. Pruebas de Transformadores eléctricos. Ensayos dieléctricos HIPOT de alta tensión (hasta 70 kV).
Observatorios / consorcios con que ha trabajado	ALMA
¿Específico en Astronomía?	No
Servicios a otras industrias distintas a la astronomía	Se han desarrollado varios proyectos con grandes mineras como CODELCO, Minera Esperanza, Minera CAP Romeral, Minera SPENCE, entre otros.
Cantidad de empleados	No Público
Facturación Anual	No Público
Labores desempeñadas / Proyectos	Realización de ensayos y mediciones a transformadores de media tensión para proyecto ALMA.
Locación de las oficinas	<i>Av. del Mar 1900, La Serena - Chile.</i>
Locación de los servicios entregados (para astronomía)	<i>La Serena, Norte de Chile.</i>
Página Web	www.gismac.cl

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

OCEGTEL S.A	
País de origen	Chile
Productos	No
Actividades Servicios	La empresa ofrece servicios en la área de la construcción y montajes industriales.
Observatorios / consorcios con que ha trabajado	ESO NANTEN2
¿Específico en Astronomía?	No
Servicios a otras industrias distintas a la astronomía	Soquimich, CODELCO, Minera Escondida entre otros.
Cantidad de empleados	No Público
Facturación Anual	No Público
Labores desempeñadas / Proyectos	Construcción Fundación radiotelescopio proyecto Nanten2 Montaje domo Steel para observatorio Paranal. Obras civiles y montaje de anillos embebidos interior exterior del telescopio VST (Observatorio Paranal) Obras civiles para Proyecto VISTA (Observatorio Paranal)
Locación de las oficinas	Calle <i>Potrillo</i> s 4383 . Calama, Antofagasta - Chile.
Locación de los servicios entregados (para astronomía)	Calama, Norte de Chile.
Página Web	www.ocegtel.cl

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

1.3 LISTA DE ENTIDADES ACADÉMICAS EN CHILE QUE PROVEEN SERVICIOS A LOS CENTROS ASTRONÓMICOS

Centro de Optica y Fotonica UDEC	
Áreas de Investigación	<p>Investigación y desarrollo en sistemas de sensores basados en arreglos y también en detectores ópticos. Las áreas de investigación son:</p> <p>Infrared Imaging:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Diseño e implementación de Hardware y Software para algoritmos de corrección no uniforme(NUC). - Calibración de arreglos planos focales infrarojos array calibration. - Detector modeling, characterizing and performance evaluation. <p>Hyperspectral Imaging:</p> <ul style="list-style-type: none"> Diseño e implementación de algoritmos para Striping Noise Correction Calibración de arreglos planos focales hyperespectrales Evaluación de desempeño de detectores Radiometría aplicada Sensores Ópticos eVLBI Data Transferring: investigación en la transferencia de datos masiva para técnicas eVLBI (electronic Very Long Baseline Interferometer). Interferometría óptica Diseño de antenas de microondas
Principales observatorios/organismos en los que se colabora	Colaboración directa con los siguientes observatorios: TIGO, CBI/QUIET
Labores desempeñadas / Proyectos para observatorios en Chile	<p>Desarrollo de técnica multipath routing para transferencia de datos para el observatorio TIGO</p> <p>Desarrollo de eVLBI (electronic Very Long Baseline Array) para observatorio TIGO.</p> <p>Desarrollo de 3 tesis doctorales y 2 tesis de pregrado relacionadas con interferómetro QUIET</p> <p>Donación de antena (arreglo de sensores) para proyecto CBI y soporte directo para el proyecto CBI.</p> <p>Desarrollo de más de 40 publicaciones en conferencias internacionales como American Journal of Physics, Applied Optics, SPIE, Elsevier Computer and geoscience, etc.</p> <p>Colaboración con distintas instituciones internacionales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Universidad de México ,Departamento de eléctrica y electrónica Departamento de astronomía de Caltech CA,USA Departamento aeroespacial Universidad de Liege, Belgica Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Alemania Centro de estudios en Telecomunicaciones, Universidad Católica de Rio, Brasil
Locación de las oficinas	Esteban Iturra, piso 6, Universidad de Concepción, Concepción – Chile.
Página Web	http://www.cefop.cl/

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Centro de Astro Ingeniería PUC (AIUC)	
Áreas de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación y desarrollo en tecnologías orientadas a: <ul style="list-style-type: none"> - Óptica Adaptativa: Wide-field Adaptive Optics, Beam shaping for Laser guide stars, CN2 characterization. - Espectrografos Echelle ópticos e infrarrojos de alta resolución. - Detectores IR - Electrónica de lectura - Fibra óptica para astronomía - HPC • Testing “on-site” de tecnologías para proyectos astronómicos de radiofrecuencias sub/milimétricas y ópticos. • Programas educativos en cursos orientados a instrumentación astronómica (actualmente 7 cursos)
Principales observatorios/telescopios/organismos en los que se colabora	<ul style="list-style-type: none"> • Observatorio Santa Martina (PUC) • ESO • Gemini • ACT
Labores desempeñadas / Proyectos para observatorios en Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Using the laser beacons to implement SLODAR techniques for Cn2 characterization (Gemini South) • vibration mitigation for the Multi-conjugate Adaptive Optics (Gemini South) • characterization and use of optical fibres in astronomical instruments (ESO) • Soporte científico al MPG/ESO 2.2 m telescope en la Silla • Desarrollo de espectrógrafo de alta resolución “PUCHEROS” para observatorio PUC • Participación para el desarrollo de algunos instrumentos como “SIMPLE” para el futuro observatorio E-ELT. • Acuerdo de colaboración entre Gemini y PUC reflejados en proyectos, publicaciones y tesis (en progreso).
Servicios a otras industrias distintas a la astronomía	<p>Defensa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radar Signal Processing • Tracking Systems <p>Industria y medicina:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spectrometers for on-line sensors Imagen por resonancia magnética (medicina) • Visual sensors, optical & infrared)
Locación de las oficinas	Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago – Chile.
Página Web	http://aiuc.puc.cl

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Departamento Informática UTFSM	
Áreas de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de Software para la astronomía. • Investigación y desarrollo de tópicos relacionados con HPC y Algoritmos de Inteligencia artificial para astronomía.
Principales observatorios/telescopios/organismos en los que se colabora	ALMA ESO NRAO/AUI
Labores desempeñadas / Proyectos para observatorios en Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Papers en conferencias internacionales: SPIE y WCC/IFIP-AI. • Serie de Tesis de pregrado por miembros del grupo ALMA-UTFSM. • Acuerdo de marco UTFSM-NRAO/AUI para incentivo actividades asociadas a la Astronomía • Acuerdo Colaboración ESO y UTFSM para desarrollo de software en ACS para ALMA. • Adjudicación 3 fondos ALMA-Conicyt para desarrollo de proyectos para ALMA: • ALMA-CONICYT #31090034: “Software Development for ALMA: Strengthening Development Expertise and Collaboration Networks” • ALMA-CONICYT #31080031: “Computer Science for ALMA - Strengthening Research and Development within a Chilean university.” • ALMA-CONICYT #31060008: “Software development for ALMA: Building up expertise to meet ALMA software requirements within a Chilean University”
Locación de las oficinas	Avenida Santa María 6400, Vitacura, Santiago – Chile.
Locación de los servicios entregados	Santiago, Valparaíso, Norte de Chile.
Página Web	http://csrg.inf.utfsm.cl

Grupo de Astro-meteorología UV, Parte del centro de Astrofísica de la Universidad de Valparaíso	
Áreas de Investigación	Desarrollo de técnicas relacionadas con la astro-meteorología tales como aplicar modelos meteorológicos avanzados como WRF/MM5.
Principales observatorios/telescopios/organismos en los que se colabora	ESO Gemini Sur. ALMA
Labores desempeñadas / Proyectos para observatorios en Chile	Proyectos: <ul style="list-style-type: none"> • Implementación de una herramienta de pronóstico meteorológico para GEMINI SUR • Estudio de Vapor de Agua Precipitable (PWV) en el Llano de Chajnantor. • Implementación del modelo meteorológico mesoescalar WRF para el Observatorio Paranal de ESO
Locación de las oficinas	Av. Gran Bretaña 1111, Valparaíso – Chile.
Locación de los servicios entregados	Valparaíso, Norte de Chile.
Página Web	www.dfa.uv.cl

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Radio Astronomical Instrumentation Group Universidad de Chile	
Áreas de Investigación	Investigación y desarrollo de instrumentación astronómica para radiotelescopios. Actualmente se está trabajando en temas relacionados con fotónica y receptores para antenas de radioastronomía.
Principales observatorios/telescopios/organismos en los que se colabora	ALMA
Labores desempeñadas / Proyectos para observatorios en Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Heterodyne Receivers: investigación y desarrollo de heterodyne receivers para radiotelescopios. Se cuenta con la participación de un ingeniero de ALMA que trabaja en receptores de la banda 5 (160 - 180 GHz) • Terahertz Photonics: creación de un laboratorio de fotónica para investigación: • Distribution of ultra-stable terahertz phase references through long fiber links (Soporte de ALMA-NRAO) • More efficient continuous-wave photonic near-infrared mixers as terahertz sources • Desarrollo de Heterodyne Receivers para ALMA: El primer receiver del que se está trabajando será parte de ALMA cubriendo las frecuencias de 30 GHz a 45 GHz.
Locación de las oficinas	Cerro Calán, Camino el Observatorio # 1515, Las Condes, Santiago – Chile.
Locación de los servicios entregados (para astronomía)	Santiago, Norte de Chile.
Página Web	www.cec.uchile.cl

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Reuna	
Áreas de Investigación	<p>La Corporación Red Universitaria Nacional (REUNA) cuenta con la única infraestructura tecnológica de Red Académica dedicada a la investigación, educación e innovación en Chile. REUNA está interconectada globalmente con las Redes Académicas Internacionales. A través de esta conexión, las instituciones que la integran conectan a sus académicos con sus pares en América Latina (mediante RedCLARA), América del Norte (Internet2 y Canarie), Europa (GÉANT), Asia (APAN) y Oceanía (AARNET).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Provee servicios avanzados de comunicación y conectividad nacional e internacional. • Propicia la formación de comunidades de colaboración docentes y de investigación. • Articula iniciativas y proyectos que promueven el trabajo conjunto entre los socios y de estos con sus pares internacionales. • Impulsa la investigación, desarrollo e innovación en nuevas tecnologías.
Principales observatorios/telescopios/organismos en los que se colabora	<p>AURA ESO ALMA (NAOJ)</p>
Labores desempeñadas / Proyectos para observatorios en Chile	<ul style="list-style-type: none"> • AURA (Observatorios USA) socio pleno de REUNA • ESO, alianza estratégica de 10 años para el desarrollo de la Red de alta velocidad. • ALMA, desde inicios 2011 piloto conjunto para probar la transferencia de los ARCs desde Chile hacia USA, Europa y Japón. • NAOJ alianza estratégica con REUNA • Proyecto EVALSO, Proyecto FP7 que permitió construir una infraestructura de vanguardia que conecta a los observatorios de ESO Paranal y Cerro Armazones a Europa generando grandes sinergias con la comunidad académica chilena. El proyecto promueve nuevas formas de interactuar con las instalaciones remotas, tanto con fines científicos como de operación, mediante la utilización de las nuevas capacidades de comunicación de alta-capacidad.
Locación de las oficinas	Canadá 239, Providencia – Santiago - Chile
Locación de los servicios entregados (para astronomía)	Santiago, Norte de Chile.
Página Web	www.reuna.cl

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

1.4 MUESTRA DE EMPRESAS NACIONALES

Se realizó una encuesta que fue enviada a todos los asociados de la AIE (Asociación de la Industria eléctrica y electrónica), de la ACTI (Asociación Chilena de Tecnologías de la Información) y de la GECHS (Grupo de empresas chilenas de software). Adicionalmente, se envió a las empresas que no pertenecen a estas asociaciones y que figuran en la base de datos mencionada en el punto anterior.

La información que se presenta a continuación es la que las empresas entregan. Se ha evitado hacer juicios de valor o evaluaciones sobre dicha información.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

EMPRESA AXYS S.A	
Razón Social	AXYS.S.A.
Representante Legal	Alvaro Urzua
Rut	99.570.450-1
Actividad	Ingeniería y Telecomunicaciones
Año de inicio de actividad	1994
Región	Metropolitana
Comuna	Estación Central
Dirección	Avda. 5 de abril 4454
Teléfono	02-7765357
Tipo de sociedad	Sociedad anónima cerrada
e-mail	aurzua@axys.cl
Personal que trabaja en la empresa	Entre 51 a 100
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos	1.000 a 5.000
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas	1% a 10%
Exportaciones	1. México: \$120.000.- 2. Brasil: \$ 8.000.- 3. Alemania: \$78.000.-

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

Desarrollo y Fabricación Electrónica

ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA

Desarrollo de proyectos de Ingeniería, diseño y fabricación de equipos industriales, Ejecución de proyecto de Instalación de Fibra Óptica

ÁREAS PRIORITARIAS

TIC, Comunicaciones, Óptica, Infraestructura y obras civiles

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:
<ul style="list-style-type: none">• ESO - Observatorio La Silla: Terminación de fibras existentes en Administration Building and Vertex antenna y certificación del enlace.• ESO - Observatorio Paranal: Instalación de fibra óptica SMF and MMF entre main computer room and VLT complex on the platform. Instalación de Patch panel, conectorización y certificación de los enlaces.• ESO - Evalso Project : Implementación de enlace de fibra óptica entre Basecamp y cruce La Varilla, vía ruta B710. Basecamp y Observatorio Armazones• ESO – Radio Observatorio ALMA : Diseño de ingeniería de Signal vault and installation for IPT level (sistema de acople de fibras ópticas para radiotelescopios)• ESO - Observatorio Paranal : Instalación de fibra óptica entre Basecamp to computer room and Basecamp to Astrotaller. Conectorización y certificación de los enlaces• ESO - Observatorio La Silla : Certificación de fibras ópticas• NRAO - Radio Telescopio ALMA : Integración de todos los racks, análogos y digitales, para los 60 radio telescopios, testeo y certificación., incluye las componentes de salidas y entradas ópticas• ESO - Radio Telescopios ALMA : Suministro / Instalación de signal vaults,(sistemas de acople por fibra óptica) para fundaciones 3, 4, 5, 6 y 7• NRAO - Radio Telescopios ALMA : Implementación y certificación de enlaces de fibra óptica para transporte de control de radio telescopios• NRAO - Radio Telescopios ALMA : Implementación y certificación de sistema de distribución de fibra óptica para control de radio telescopios en AOS• NRAO - Radio Telescopios ALMA : Estudio de comportamiento de la fibra óptica a grandes alturas (5500msnm)• ALMA : Estudio de factibilidad técnica para conexión de Fibra óptica ALMA-CALAMA• ESO: Modificación UT4 Fiber Network

Bienes o servicios que provee la empresa
Integración de sistemas ; Comunicaciones, ópticos, radiofrecuencia Desarrollos de Ingeniería y consultoria Instalación y Certificación de Sistemas de fibra óptica para instrumentación astronómica. Montaje de proyectos de Telecomunicaciones. Capacitacion

Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual
No

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
Alto

Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales de su mismo giro
Alto

Equipamiento que posee o necesita para el desarrollo o fabricación o prestación de servicios para los observatorios instalados o por instalarse en Chile
Equipos de fabricación: Todos los sistemas para fabricación de electrónica y microelectrónica Sistemas de fusión de fibra Equipos de test y medición: Reflectómetros ópticos, Analizadores de espectro de RF y microondas, Generadores de señal en todas las bandas hasta 38 GHz. Software de Diseño: MATLAB, PROTEL, INVENTOR

Necesidades en términos de nueva infraestructura, certificaciones o capacitación para abordar desarrollos o proyectos para los observatorios astronómicos o sus instalaciones relacionadas
Los servicios actuales ya son ofrecidos y contratados por los observatorios, nueva infraestructura y capacitaciones, serán en función de los proyectos a los que se pueda tener acceso.

Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>ofrecidos actualmente</u> a los observatorios astronómicos
Los servicios actuales ya son ofrecidos y contratados por los observatorios,

Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>adaptados</u> para ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Integración de sistemas ; Comunicaciones, ópticos, radiofrecuencia Desarrollos de Ingeniería y consultoria Instalación y Certificación de Sistemas de fibra óptica para instrumentación astronómica. Montaje de proyectos de telecomunicaciones. Capacitación

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

--

Áreas en que la empresa podría <u>desarrollar otros bienes o servicios</u> que pudieran ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Sistemas de Energía, y control de procesos. Mantenimiento y soporte de sistemas complejos

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos
Ingenieros especializados en instalaciones astronómicas

Número de ingenieros	técnicos nivel superior	personas con otras profesiones	personas sin profesión
14	25	16	
Número de personas con Post-grado en la empresa			0

ALIANZAS

Alianzas, acuerdos, proyectos conjuntos con empresas internacionales

Participación en proyectos conjuntos de investigación y desarrollo con universidades de Chile o en el extranjero

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

CONTROL & LOGIC

Razón Social	Control & Logic Ingeniería Limitada	
Representante Legal	Lucía Pinto Jonas	
Rut	52.002.113-2	
Actividad	Ingeniería en Automatización y Control	
Año de inicio de actividad	2004	
Región	Metropolitana	
Comuna	Independencia	
Dirección	Olivos 984	
Teléfono	77 77 209	
Tipo de sociedad	Sociedad de responsabilidad Ltda	
e-mail	lpinto@controlandlogic.cl	
Personal que trabaja en la empresa	1 a 10	
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos	51-500	
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas	10% a 20%	
Exportaciones		

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

Ingeniería en Automatización y Control

ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA

Software, Automatización y Control Industrial, Comunicaciones.

CERTIFICACIONES

no

ÁREAS PRIORITARIAS

Manufactura, Minería, Vitivinícola

ORIGEN DE SUS PRODUCTOS O SERVICIOS

Venta de bienes y/o sistemas Importados	
Integración	X
Fabricación	

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Desarrollo	X
Servicios	X
Consultoría	X

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:
NO

Bienes o servicios que provee la empresa
Automatización y Control Programación de PLC – HMI y pantallas operador Configuración de redes industriales Montaje industrial

Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual
No

Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
Excelente calidad

Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales de su mismo giro
Si, muy competitiva en relación precio y calidad

Equipamiento que posee o necesita para el desarrollo o fabricación o prestación de servicios para los observatorios instalados o por instalarse en Chile
REQUIERE: PLC y licencia, Licencia del HMI

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Necesidades en términos de nueva infraestructura, certificaciones o capacitación para abordar desarrollos o proyectos para los observatorios astronómicos o sus instalaciones relacionadas

Depende de lo que soliciten las bases, a modo de comparación nosotros estamos aptos para trabajar para las mineras

Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser ofrecidos actualmente a los observatorios astronómicos

Automatización y control
Registro histórico de variables
Control de señales

Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser adaptados para ser ofrecidos a los observatorios astronómicos

Control de variables
Monitoreo de señales a través de Internet
Mensaje a celulares o e_mail cada vez que ocurre alguna alerta

Áreas en que la empresa podría desarrollar otros bienes o servicios que pudieran ser ofrecidos a los observatorios astronómicos

Todo lo que tenga que ver con automatización, control, almacenamiento de base de datos, desarrollos web

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos

2 Ingenieros civiles industriales con diplomado en gestión de proyectos innovadores
2 Ingeniero informático
2 Ingeniero en automatización y control

Número de ingenieros	técnicos nivel superior	personas con otras profesiones	personas sin profesión
3	1	0	0
Número de personas con Post-grado en la empresa			2

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

EMPRESA DESA Ltda	
Razón Social	Desarrollos de Automatización S.A.
Representante Legal	Ricardo Cortés E.
Rut	96.668.990-0
Actividad	Desarrollo de Sistemas Electrónicos
Año de inicio de actividad	1992
Región	Metropolitana
Comuna	Macul
Dirección	Diagonal Oriente 1721
Teléfono	056 – 2 - 2050141
Tipo de sociedad	Sociedad anónima cerrada
e-mail	rcortes@desachile.cl
Personal que trabaja en la empresa	Entre 11 a 25
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos	51 - 500
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas	1% a 10%
Exportaciones	No

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

Diseño, desarrollo y comercialización de sistemas electrónicos y computacionales

ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA

Software, Desarrollo Electrónico, Automatización y Control Industrial, Comunicaciones, Óptica, Consultoría

ÁREAS PRIORITARIAS

TIC, Defensa

ORIGEN DE SUS PRODUCTOS O SERVICIOS

Integración	X
Fabricación	X
Desarrollo	X
Consultoría	X

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:
NO

Bienes o servicios que provee la empresa
Sistemas complejos de instrumentación, control y automatización orientados principalmente al área de Defensa.

Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual
NO

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
De primer nivel. La permanente confianza de las ramas de las FFAA es prueba de ello.

Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales de su mismo giro
Si. Ha logrado mantenerse en el rubro por 20 años, a pesar de alta competencia externa, donde existe madurez en desarrollo de productos comerciales

Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>ofrecidos actualmente</u> a los observatorios astronómicos
<ul style="list-style-type: none"> -Desarrollo de sistemas de control en tiempo real -Óptica (incluye óptica adaptativa) -Servomecanismos de posicionamiento -Software de procesamiento de imágenes -Software de control y monitoreo -Software de análisis y registro -Diseño y construcción de arquitecturas complejas de procesamiento de señales (FPGA, DSPs, etc) -Receptores RF, procesamiento FI digital

Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>adaptados</u> para ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
<ul style="list-style-type: none"> -Sistemas electrónicos y ópticos -Software y hardware de procesamiento, monitoreo y control en tiempo real

Áreas en que la empresa podría <u>desarrollar otros bienes o servicios</u> que pudieran ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
<ul style="list-style-type: none"> -Almacenamiento y análisis de datos -Análisis de servomecanismos y mitigación de vibraciones

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos
Capacidad de diseño, construcción, integración y pruebas de sistemas electrónicos y ópticos avanzados

ALIANZAS

Alianzas, acuerdos, proyectos conjuntos con empresas internacionales
NO

Participación en proyectos conjuntos de investigación y desarrollo con universidades de Chile o en el extranjero
NO

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

DMH INGENIEROS

Razón Social	DARWIN MONTOYA HENRIQUEZ	
Representante Legal	Darwin Montoya Henríquez	
Rut	4.465.695-7	
Actividad	Ingeniería	
Año de inicio de actividad	1971	
Región	Metropolitana	
Comuna	La Cisterna	
Dirección	Las Dalias 0249	
Teléfono	5596922	
Tipo de sociedad	Persona natural	
e-mail	dmontoya@dmhingenieros.cl	
Personal que trabaja en la empresa	1 a 10	
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos	51-500	
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas	20% a 50%	
Exportaciones		

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

Ingeniería, Electricidad industrial, Automatización de procesos, Desarrollo de líneas de producción, Consultoría

ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA

Venta, Desarrollo y Fabricación Eléctrico – Electrónico, Automatización y Control Industrial, Consultoría

CERTIFICACIONES

no

ÁREAS PRIORITARIAS

Minería, Alimentos, Manufactura

ORIGEN DE SUS PRODUCTOS O SERVICIOS

Venta de bienes y/o sistemas Importados	X
Integración	X
Fabricación	X
Desarrollo	X
Servicios	X
Consultoría	X

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:

NO

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

ADDERE

ANEXOS E INFORMACIÓN DE SOPORTE.

Bienes o servicios que provee la empresa
Automatización de procesos, eléctricos, mecánicos, hidráulicos y neumáticos. Utilización de energía solar para procesos industriales eléctricos e hidráulicos. Electricidad industrial. Iluminación industrial con lámparas LED
Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual
No
Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
Bueno
Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales de su mismo giro
es competitiva
Equipamiento que posee o necesita para el desarrollo o fabricación o prestación de servicios para los observatorios instalados o por instalarse en Chile
POSEE: Maestranza para gabinetes eléctricos Taller de integración de equipos eléctricos y de automatización industrial electrohidráulica y electro-neumática Equipos de test y medición Todos los equipos de medición de acuerdo a nuestra actividad Software de Programación Rockwell, Siemens, otros
Necesidades en términos de nueva infraestructura, certificaciones o capacitación para abordar desarrollos o proyectos para los observatorios astronómicos o sus instalaciones relacionadas
Desarrollar las certificaciones que se requieran
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>ofrecidos actualmente</u> a los observatorios astronómicos
Automatización de procesos hidráulicos para el tracking de cuerpos celestes bajo observación. Electrificación con energía solar y eólica para áreas claves. Accionamientos neumáticos y oleo-neumáticos bajo control automático. Control remoto de procesos, vía radio. Control de condiciones ambientales. Suministro de tableros eléctricos de fuerza y control. Sub-estaciones eléctricas. Mallas de tierra Instalación de grupos electrógenos y tableros de transferencia
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>adaptados</u> para ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Los bienes y servicios ofrecidos no requieren ser adaptados. Basta con indicar las condiciones de trabajo bajo las cuales van a operar para diseñarlos o fabricarlos para ese propósito.
Áreas en que la empresa podría <u>desarrollar otros bienes o servicios</u> que pudieran ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Una vez en funciones los observatorios, principalmente el área de operación

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos
Ingenieros y técnicos

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Número de ingenieros	técnicos nivel superior	personas con otras profesiones	personas sin profesión
2	8	1	1

Número de personas con Post-grado en la empresa	2
---	----------

ALIANZAS

Alianzas, acuerdos, proyectos conjuntos con empresas internacionales
Existen alianzas con Rocwell Automtización para la provisión de software especializado y apoyo en la actividad industrial

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

IMPORTADORA POIROT S.A.,

Razón Social	IMPORTADORA POIROT S.A.,	
Representante Legal	LUIS LUND	
Rut	96,632,900-9	
Actividad	Importación de herramientas y equipos para la reparación y ensamblaje de circuitos impresos electrónicos, y herramientas para la mantención en terreno de electricidad, electrónica e instrumentación.	
Año de inicio de actividad	1992	
Región	METROPOLITANA	
Comuna	SANTIAGO	
Dirección	Paseo Bulnes 111	
Teléfono	+56-2-6884466	
Tipo de sociedad	Sociedad anónima cerrada	
e-mail	luis.lund@poirot.cl	
Personal que trabaja en la empresa	1 a 10	
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos	501-1.000	
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas	0 % a 1%	
Exportaciones	Argentina Colombia Perú Uruguay Venezuela Panamá	

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

Comercio

ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA

Importación de herramientas y equipos para la reparación y ensamblaje de circuitos impresos electrónicos, y herramientas para la mantención en terreno de electricidad, electrónica e instrumentación.

CERTIFICACIONES

No. Las representadas tienen certificaciones ISO

ÁREAS PRIORITARIAS

Defensa Minería, Telecomunicaciones

ORIGEN DE SUS PRODUCTOS O SERVICIOS

Venta de bienes y/o sistemas Importados	X
Integración	
Fabricación	
Desarrollo	
Servicios	
Consultoría	

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:
Desde hace 3 años estamos proveyendo a la astronomía en Chile, PARANAL, ALMA, TOLOLO, CERRO CALAN, LA SILLA, en total aprox. \$25 millones de pesos netos.
Bienes o servicios que provee la empresa
Representaciones exclusivas para Centro y Sud America Oeste de: 1) Estaciones para soldar y desoldar componentes de circuitos impresos, y equipos especiales de soldadura, ERSA de Alemania. 2) Herramientas de mano y maletines para electrónica (antiestáticas), electricidad (aisladas para 1,000V) e instrumentación, BERNSTEIN y WIHA de Alemania. 3) Material para manejo de electrostática, ELME de Italia, 3M y CHARLESWATER de EE.UU, K&K de Israel, BOKAR de Polonia. 4) Bancos de trabajo modulares y ergonómicos LISTA de Canadá, Gabinetes de almacenamiento de alta capacidad LISTA de EE.UU. 5) Sistemas Esteroscópicos de Inspección VISION ENGINEERING de Inglaterra, y estereo microscopios MOTIC de China 6) Máquinas para fabricación de prototipos de circuitos impresos BUNGARD de Alemania. 7) Máquinas para el ensamblaje de circuitos impresos de montaje superficial, en lotes de prototipos, y de bajo a mediano volumen, ESSEMTEC de Suiza. 8) Equipos de test y medición eléctrica FLUKE y AMPROBE de EE.UU (compra local) 9) Consumibles tales como: Soldadura y flux COOKSON de Brasil, flux INTERFLUX de Bélgica y SANWA de Japón, aerosoles para limpieza, protección y aplicaciones especiales CRAMOLIN de Alemania.
Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual
No

Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
Calidad de excelencia en : 1) Disponibilidad y funcionalidad de productos provistos directamente de fabricantes de la mejor categoría mundial, básicamente europeos. 2) Asesoría para la compra y el funcionamiento, basados en el conocimiento técnico entregado exclusivamente por nuestras representadas. 3) Provisión de repuestos y ejecución de garantías
Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales de su mismo giro
Absolutamente
Equipamiento que posee o necesita para el desarrollo o fabricación o prestación de servicios para los observatorios instalados o por instalarse en Chile
POSEE:
Necesidades en términos de nueva infraestructura, certificaciones o capacitación para abordar desarrollos o proyectos para los observatorios astronómicos o sus instalaciones relacionadas
Necesidades de mejora en el ámbito de la administración de la empresa, por ejemplo, reemplazar el

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

ERP y CRM

Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser ofrecidos actualmente a los observatorios astronómicos

- 1) Todos los indicados anteriormente
- 2) Entrenamiento de soldadura y manejo de electrostática en electrónica.
- 3) Diseño de líneas de producción de prototipos de circuitos impresos.
- 4) Diseño de líneas de ensamblaje de circuitos impresos, desde prototipos hasta lotes de tamaño mediano.

Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser adaptados para ser ofrecidos a los observatorios astronómicos

Los bienes y servicios que ofrece nuestra empresa no requieren ser adaptados, sin embargo, si es necesario ofrecer despacho directo desde fábrica a algún centro de astronomía, con flete y proceso de internación manejados por el cliente en vez de nosotros, también lo podemos ofrecer.

Áreas en que la empresa podría desarrollar otros bienes o servicios que pudieran ser ofrecidos a los observatorios astronómicos

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos

Ingeniería civil mecánica, de ejecución en electrónica, técnico superior en electrónica, y administración de comercio exterior, todos orientados a garantizar la óptima selección, logística y utilización de nuestros equipos.

Número de ingenieros	Número de técnicos nivel superior	Número de personas con otras profesiones	Número de personas sin profesión
2	2	3	2

Número de personas con Post-grado en la empresa | 1

ALIANZAS

Alianzas, acuerdos, proyectos conjuntos con empresas internacionales

Alianza de representación exclusiva de las marcas de importación, indicadas en el punto 2.2.1, no sólo para Chile, sino que también para Centro y Sud America Oeste.

Participación en proyectos conjuntos de investigación y desarrollo con universidades de Chile o en el extranjero

No

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

EMPRESA KONCEPT Ltda

Razón Social	KONCEPT Ltda.	
Representante Legal	Antonio Manterola	
Rut	77289120-2	
Actividad	Consultoría de negocios en innovación y tecnología	
Año de inicio de actividad	1999	
Región	RM	
Comuna	Las Condes	
Dirección	Loma Verde 926	
Teléfono	2 342 0953	
Tipo de sociedad	Responsabilidad Ltda	
e-mail	Amanterola@koncept.cl	
Personal que trabaja en la empresa	Entre 1 a 10	
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos	0-50	
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas	1% a 10%	
Exportaciones	No	

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

Consultoría de negocios en innovación y tecnología, diseño funcional de productos, seminarios y talleres en innovación y diseño de productos

ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA

Diseño funcional estructurado de nuevos productos

CERTIFICACIONES

Certificación AIE

ÁREAS PRIORITARIAS

TIC

ORIGEN DE SUS PRODUCTOS O SERVICIOS

Servicios	x
Consultoría	x

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:
El Gerente de la empresa participó como ingeniero de diseño y desarrollo en varios proyectos para el Observatorio Cerro Tololo
Bienes o servicios que provee la empresa
Diseño funcional estructurado de equipos y productos electrónicos (incluyendo hardware, firmware y software). Seminarios y talleres de gestión de proyectos de diseño y desarrollo de nuevos equipos
Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual
La empresa posee varios registros de marcas comerciales. Asimismo, tiene registrada la propiedad intelectual de varios conceptos y modelos de gestión

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

asociados a la innovación y la tecnología.
Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
Muy alto nivel
Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales de su mismo giro
muy competitiva en los nichos que se abarcan
Equipamiento que posee o necesita para el desarrollo o fabricación o prestación de servicios para los observatorios instalados o por instalarse en Chile
Requiere SW de diseño y modelado de procesos
Necesidades en términos de nueva infraestructura, certificaciones o capacitación para abordar desarrollos o proyectos para los observatorios astronómicos o sus instalaciones relacionadas
Sólo si los observatorios exigieran certificaciones
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>ofrecidos actualmente</u> a los observatorios astronómicos
Diseño funcional estructurado de equipos y productos electrónicos (incluyendo hardware, firmware y software). Seminarios y talleres de gestión de proyectos de diseño y desarrollo de nuevos equipos
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>adaptados</u> para ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Ídem
Áreas en que la empresa podría <u>desarrollar otros bienes o servicios</u> que pudieran ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Sin información

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos
Socio principal No se considera contratar más recursos

ALIANZAS

Alianzas, acuerdos, proyectos conjuntos con empresas internacionales
No hay acuerdos internacionales
Participación en proyectos conjuntos de investigación y desarrollo con universidades de Chile o en el extranjero
Sí. Participación en proyectos con la Universidad de Chile, con la Universidad Alberto Hurtado y con CAMCHAL

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

LEYTON ALVAREZ

Razón Social	Benjamín Leyton Alvarez
Representante Legal	Benjamín Leyton Alvarez
Rut	12.204.235-9
Actividad	Contratista
Año de inicio de actividad	1996
Región	Cuarta
Comuna	La Serena
Dirección	Cerro Grande 2925
Teléfono	9-3690534
Tipo de sociedad	Persona natural
e-mail	benjaminleytonalvarez@gmail.com
Personal que trabaja en la empresa	
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos	
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas	
Exportaciones	

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

Contratista

ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA

Venta, Desarrollo y/o Fabricación Mecánica, Infraestructura y obras civiles

CERTIFICACIONES

no

ÁREAS PRIORITARIAS

Astronomía

ORIGEN DE SUS PRODUCTOS O SERVICIOS

Venta de bienes y/o sistemas Importados	
Integración	
Fabricación	
Desarrollo	
Servicios	X
Consultoría	

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:
Si (Sala blanca para Tololo)
Bienes o servicios que provee la empresa
Servicios en el área de construcción y montaje.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual
No
Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
Óptimos
Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales de su mismo giro
Es competitiva
Equipamiento que posee o necesita para el desarrollo o fabricación o prestación de servicios para los observatorios instalados o por instalarse en Chile
Necesidades en términos de nueva infraestructura, certificaciones o capacitación para abordar desarrollos o proyectos para los observatorios astronómicos o sus instalaciones relacionadas
Certificaciones
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>ofrecidos actualmente</u> a los observatorios astronómicos
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>adaptados</u> para ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Áreas en que la empresa podría <u>desarrollar otros bienes o servicios</u> que pudieran ser ofrecidos a los observatorios astronómicos

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos

ALIANZAS

Alianzas, acuerdos, proyectos conjuntos con empresas internacionales
No
Participación en proyectos conjuntos de investigación y desarrollo con universidades de Chile o en el extranjero
No

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

MEC. IND. MJM S.A

Razón Social	MEC. IND. MJM S.A.
Representante Legal	Maria Julia Bravo Maturana
Rut	96636820-9
Actividad	Ingeniero
Año de inicio de actividad	1992
Región	Metropolitna
Comuna	Estacion Central
Dirección	Obispo Umaña 1282
Teléfono	6402300
Tipo de sociedad	Sociedad anónima cerrada
e-mail	jbravo@mjm.cl
Personal que trabaja en la empresa	101 a 200
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos	1.000-5.000
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas	0 % a 1%
Exportaciones	

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA**Metal mecanico****ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA**

Venta, Desarrollo y/o Fabricación Eléctrico – Electrónico, Venta, Desarrollo y/o Fabricación Mecánica, Automatización y Control Industrial

CERTIFICACIONES

no

ÁREAS PRIORITARIAS

Minería, Servicios, Telecomunicaciones

ORIGEN DE SUS PRODUCTOS O SERVICIOS

Venta de bienes y/o sistemas Importados	
Integración	
Fabricación	X
Desarrollo	
Servicios	
Consultoría	

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:
NO
Bienes o servicios que provee la empresa
Tecnología de primer nivel, en maquinarias como corte de plasma hasta 32mm, punzonadoras mono y multipunzon. desarrollo de maquinaria automatizada, como muestreadora de catodos de

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

cobre. protocolos y calificaciones de soldadores hasta 6G
Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual
No
Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
De muy bien nivel, llegando a superar calidad de celdas eléctricas importadas, por ejemplo
Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales de su mismo giro
Competitivo
Equipamiento que posee o necesita para el desarrollo o fabricación o prestación de servicios para los observatorios instalados o por instalarse en Chile
POSEE: Plasma, Punzonadoras, Plegadoras, Maquina de soldar, Soldadura, Espesores de recubrimiento, Instrumentos de medicion laser, Radan, Solideig, Autocad 3D
Necesidades en términos de nueva infraestructura, certificaciones o capacitación para abordar desarrollos o proyectos para los observatorios astronómicos o sus instalaciones relacionadas
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>ofrecidos actualmente</u> a los observatorios astronómicos
Servicio de corte de plasma de alta precisión. Servicios de soldadura de alto nivel
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>adaptados</u> para ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Servicios de matriceria por ejemplo
Áreas en que la empresa podría <u>desarrollar otros bienes o servicios</u> que pudieran ser ofrecidos a los observatorios astronómicos

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos
Dos Ingenieros de alto nivel en desarrollo de estructuras metálicas y mecanizados en general

ingenieros	técnicos nivel superior	personas con otras profesiones	personas sin profesión
9	16	22	83

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

NECTIA S.A	
Razón Social	Nectia S.A.
Representante Legal	Pablo Caroca
Rut	99.552.620-4
Actividad	Tecnologías de la Información
Año de inicio de actividad	2003
Región	Metropolitana
Comuna	Providencia
Dirección	Las Urbinas 53 of. 103
Teléfono	56-2-5716500
Tipo de sociedad	Sociedad anónima cerrada
e-mail	pcaroca@nectia.com
Personal que trabaja en la empresa	101 a 200
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos	1.000-5.000
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas	0 % a 1%
Exportaciones	

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

4 unidades de Negocios especialistas orientadas a las Soluciones TI
 Desarrollo de Software e integración de Sistemas
 Soporte Infraestructura y Monitoreo (Bases de Datos, App. Server, Middleware)
 Gestión Documental y Digitalización

ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA

Software, Consultoría

CERTIFICACIONES

Tienen gente certificada: PMP, Oracle specialist, Java Architect,, Herramientas IBM y Microsoft

ÁREAS PRIORITARIAS

Banca, Retail, Servicios

ORIGEN DE SUS PRODUCTOS O SERVICIOS

Venta de bienes y/o sistemas Importados	X
Integración	X
Fabricación	
Desarrollo	X
Servicios	
Consultoría	

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:
NO
Bienes o servicios que provee la empresa
Experiencia en desarrollo de software e Integración de sistema, así como en el soporte a

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

infraestructura 7x24, lo cual puede ser de gran utilidad para estos proyectos astronómicos, donde las tecnologías de la información son una parte fundamental
Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual
No
Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
Tenemos una alto nivel de calidad en los productos y servicios que entregamos.
Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales
Frecuentemente competimos con Consultoras y Empresas de TI internacionales
Equipamiento que posee o necesita para el desarrollo o fabricación o prestación de servicios para los observatorios instalados o por instalarse en Chile
POSEE: Equipos de desarrollo, Servidores (Lab, QA), Licencias para Desarrollo en diversas tecnologías. Representaciones y partnerships con las principales marcas de SW.
Necesidades en términos de nueva infraestructura, certificaciones o capacitación para abordar desarrollos o proyectos para los observatorios astronómicos o sus instalaciones relacionadas
Dispuestos a invertir en nuevas certificaciones si estas son necesarias para participar.
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>ofrecidos actualmente</u> a los observatorios astronómicos
Desarrollo de software e Integración de sistema. Soporte a infraestructura 7x24 (Base Datos, Middleware)
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>adaptados</u> para ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Soluciones de Gestión Documental que pueden ser interesantes de analizar y adaptar
Áreas en que la empresa podría <u>desarrollar otros bienes o servicios</u> que pudieran ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Know-how en TI y en otras industrias

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos
Gerentes con gran experiencia, jefes de proyectos y colaboradores muy preparados

Número de ingenieros	técnicos nivel superior	personas con otras profesiones	personas sin profesión
82	10	12	
Número de personas con Post-grado en la empresa			4

ALIANZAS

Alianzas, acuerdos, proyectos conjuntos con empresas internacionales
Partners de Oracle, IBM, RedHat y Microsoft desde el 2005. Alianzas con 2 empresas de Argentina.
Participación en proyectos conjuntos de investigación y desarrollo con universidades de Chile o en el extranjero
Participación en un proyecto de investigación de la Comunidad Económica Europea (FP7) en conjunto con universidades (UTEM, UPLA) y centros de investigación (Conicyt)

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

NET SERVICE & CONSULTING LTDA

Razón Social	NET SERVICE & CONSULTING Ltda	
Representante Legal	Patricia Huerta Arias	
Rut	77.034.150-7	
Actividad	SERVICIOS TIC	
Año de inicio de actividad	1997	
Región	Metropolitana	
Comuna	Lo Barnechea	
Dirección	Lago Leman 3668	
Teléfono	244 2942	
Tipo de sociedad	Sociedad de responsabilidad Ltda	
e-mail	eduardo.reyes@netservice.cl	
Personal que trabaja en la empresa	101 a 200	
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos	51-500	
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas	1% a 10%	
Exportaciones		

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

Servicios y consultoría en áreas de tecnologías de información y comunicaciones (TIC), climatización y electricidad

ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA

Automatización y Control Industrial, Comunicaciones, Consultoría, proyectos eléctricos y fibra óptica

CERTIFICACIONES

no

ÁREAS PRIORITARIAS

Retail, Pesquera,

ORIGEN DE SUS PRODUCTOS O SERVICIOS

Venta de bienes y/o sistemas Importados	X
Integración	X
Fabricación	
Desarrollo	
Servicios	X
Consultoría	X

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:
NO
Bienes o servicios que provee la empresa
Equipamiento informático, Materiales y servicios para habilitación de infraestructura eléctrica, fibra

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

óptica, telefonía, datos y climatización.
Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual
NETMONITOR, producto para monitoreo remoto via Internet de instalaciones eléctricas.
Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
Adecuados para realidad nacional
Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales de su mismo giro
Equipamiento que posee o necesita para el desarrollo o fabricación o prestación de servicios para los observatorios instalados o por instalarse en Chile
POSEE: Herramientas para realizar instalaciones eléctricas, datos, fibra óptica y telefonía. Multímetros, Monitoreo eléctrico, Monitoreo de temperatura/humedad, Medidor de atenuación para fibra óptica
Necesidades en términos de nueva infraestructura, certificaciones o capacitación para abordar desarrollos o proyectos para los observatorios astronómicos o sus instalaciones relacionadas
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>ofrecidos actualmente</u> a los observatorios astronómicos
Servicios de instalación de equipamiento eléctrico, informático, telefónico, comunicaciones, fibra óptica y de climatización. Servicios de mantención para este equipamiento.
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>adaptados</u> para ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Áreas en que la empresa podría <u>desarrollar otros bienes o servicios</u> que pudieran ser ofrecidos a los observatorios astronómicos

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos
Ingenieros eléctricos e informáticos y técnicos calificados

Número de ingenieros	Número de técnicos nivel superior	Número de personas con otras profesiones	Número de personas sin profesión
1	3	2	
Número de personas con Post-grado en la empresa			1

ALIANZAS

Alianzas, acuerdos, proyectos conjuntos con empresas internacionales
Con Schneider Electric para desarrollo y comercialización de sistemas de monitoreo eléctrico y eficiencia energética desde el año 2009

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

RIEGEL E.I.R.L.	
Razón Social	Riegel E.I.R.L.
Representante Legal	Christof Riegel Drexel
Rut	76.324.570-5
Actividad	Diseño y comercialización de productos electrónicos
Año de inicio de actividad	2005
Región	Valparaíso
Comuna	Valparaíso
Dirección	Blanco 1623, oficina 1504
Teléfono	32 2595227 - 2591203
Tipo de sociedad	EIRL
e-mail	christof.riegel@flux.cl
Personal que trabaja en la empresa	11 a 25
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos	501-1.000
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas	1% a 10%
Exportaciones	

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

Diseño y comercialización de productos electrónicos

ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA

Venta, Desarrollo y/o Fabricación Eléctrico – Electrónico, Automatización y Control Industrial

CERTIFICACIONES

Certificación de calidad 2909 CORFO

ÁREAS PRIORITARIAS

Minería, Servicios, Defensa

ORIGEN DE SUS PRODUCTOS O SERVICIOS

Venta de bienes y/o sistemas Importados	X
Integración	X
Fabricación	X
Desarrollo	X
Servicios	X
Consultoría	X

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:
NO
Bienes o servicios que provee la empresa
Flujómetros y Sensores para fluidos. Presostatos digitales, Indicadores de flujo. Servicios de Ingeniería en control y automatización, bombas de agua, plantas de tratamiento de aguas servidas, entre otros. Diseño y desarrollo electrónico a medida
Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Patente en trámite para Sistema GPS Inteligente.
Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
La calidad de los productos y servicios es alta. Certificación de calidad 2909 CORFO.
Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales de su mismo giro
Nos enfocamos en buscar soluciones integrales para nuestros clientes. Somos dinámicos, pro activos y cumplidores.
Equipamiento que posee o necesita para el desarrollo o fabricación o prestación de servicios para los observatorios instalados o por instalarse en Chile
POSEE: Equipamiento Profesional para el desarrollo, Diseño y fabricación de equipos electrónicos Osciloscopios Analizador de espectro Multitesters Fluke EAGLE 5,11,0 Professional Diseño de circuitos impresos Visual Studio 2010 Professional C18 C30 y C32 de microchip Compilador C PCWHD de CCS Todas las licencias de Rockwell Automation
Necesidades en términos de nueva infraestructura, certificaciones o capacitación para abordar desarrollos o proyectos para los observatorios astronómicos o sus instalaciones relacionadas
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>ofrecidos actualmente</u> a los observatorios astronómicos
- Flujoímetros e Indicadores de flujo, Sensores de flujo - Capacitaciones - Tratamiento de aguas servidas - Control y automatización - Diseño y desarrollo electrónico a medida
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>adaptados</u> para ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Diseño y desarrollo electrónico a medida
Áreas en que la empresa podría <u>desarrollar otros bienes o servicios</u> que pudieran ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Área electrónica: GPS Geo referencial Diseño y desarrollo electrónico a medida

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos
- Ingenieros civiles electrónicos - Ingenieros en prevención de riesgos - Licenciados en biología marina (tratamiento de aguas) - Diseñadores industriales

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Número de ingenieros	técnicos nivel superior	personas con otras profesiones	personas sin profesión
9	12		

Número de personas con Post-grado en la empresa	0
---	----------

ALIANZAS

Alianzas, acuerdos, proyectos conjuntos con empresas internacionales
Representación exclusiva en Chile de ARKON FLOW SYSTEM LTDA.(República Checa) - 2011 Representación exclusiva en Chile de SHANGHAI LEEG INSTRUMENTS CO. LTD. - 2011 Integradores oficiales de ROCKWELL AUTOMATION

Participación en proyectos conjuntos de investigación y desarrollo con universidades de Chile o en el extranjero
No

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

SCHÄDLER Y CÍA. LTDA..

Razón Social	Electrónica Industrial Schädler y Cía. Ltda..
Representante Legal	Sergio Abarzúa Graziani
Rut	85.572.900-8
Actividad	Representaciones de componentes electrónicos
Año de inicio de actividad	1979
Región	Metropolitana
Comuna	Providencia
Dirección	Antonio Varas 1871
Teléfono	2747430
Tipo de sociedad	Sociedad de responsabilidad Ltda.
e-mail	finanzas@schadler.com
Personal que trabaja en la empresa	26 a 50
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos	1.000-5.000
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas	0 % a 1%
Exportaciones	

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

Importación y comercialización de componentes electrónicos para la industria

ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA

Automatización y Control Industrial

CERTIFICACIONES

ISO 9001:2008

ÁREAS PRIORITARIAS

Minería, Forestal, Alimentos

ORIGEN DE SUS PRODUCTOS O SERVICIOS

Venta de bienes y/o sistemas Importados	X
Integración	
Fabricación	
Desarrollo	
Servicios	
Consultoría	

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:
ESO (European Southern Observatory)
Bienes o servicios que provee la empresa
Productos electrónicos relacionados con automatización, instrumentación y control. Elementos de seguridad (scanners) para protección de áreas

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Elementos de medición y análisis de energía Bus de campo Dupline Convertidores y separadores para señales de instrumentación Autómatas programables (PLC)
Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual
No
Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
Óptimos (representamos a empresas europeas de altos estándares de calidad).
Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales de su mismo giro
Es competitiva
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>ofrecidos actualmente</u> a los observatorios astronómicos
Productos electrónicos relacionados con automatización, instrumentación y control. Elementos de seguridad (scanners) para protección de áreas Elementos de medición y análisis de energía Bus de campo Dupline Convertidores y separadores para señales de instrumentación Autómatas programables (PLC)
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>adaptados</u> para ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Áreas en que la empresa podría <u>desarrollar otros bienes o servicios</u> que pudieran ser ofrecidos a los observatorios astronómicos

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos
Departamento Ingeniería compuesto de un Ingeniero Civil Electrónico que lidera un equipo de cuatro Técnicos de Nivel superior

Número de ingenieros	técnicos nivel superior	personas con otras profesiones	personas sin profesión
2	20	2	11
Número de personas con Post-grado en la empresa			0

ALIANZAS

Alianzas, acuerdos, proyectos conjuntos con empresas internacionales
Representantes en Chile para 10 marcas europeas, de las cuales se destacan: SICK AG, Alemania, desde el año 1985 IFM GMBH, Alemania, desde el año 1988 Carlo Gavazzi AG, Italia, desde el año 1980

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

**SISTEMAS CRIOGÉNICOS PARA ASTRONOMÍA - DICTUC
CHRISTIAN DANI GUZMÁN**

Razón Social	DICTUC S.A.	
Representante Legal	Felipe Bahamondes Cid	
Rut	96.691.330-4	
Actividad	Ingeniería	
Año de inicio de actividad	1994	
Región	Metropolitana	
Comuna	Macul	
Dirección	Vicuña Mackenna 4860	
Teléfono	Ingeniería	
Tipo de sociedad	Sociedad anónima cerrada	
e-mail	cdguzman@ing.puc.cl	
Personal que trabaja en la empresa		
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos		
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas		
Exportaciones	BRASIL: 66.000 USD	

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

Servicios tecnológicos y de laboratorio; asesorías y diseño de ingeniería;
Ensayos y certificaciones; investigaciones científicas y tecnológicas

ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA

Cámaras y Sistemas Criogénicos para Astronomía

CERTIFICACIONES

no

ÁREAS PRIORITARIAS

Astronomía

ORIGEN DE SUS PRODUCTOS O SERVICIOS

Venta de bienes y/o sistemas Importados	
Integración	X
Fabricación	X
Desarrollo	X
Servicios	X
Consultoría	X

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:

Cámaras CCD criogénicas para instrumento BTFI, Universidad de Sao Paulo, Brasil
Varias consultorías en instrumentación astronómica a Universidad de Sao Paulo, Brasil

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Bienes o servicios que provee la empresa
Conceptualización, diseño, desarrollo, fabricación, integración, puesta en marcha, caracterización y comisionamiento de cámaras científicas para astronomía. Una cámara consta de un sistema óptico, un (o más) detector de grado científico, un sistema de enfriamiento criogénico, una electrónica dedicada y software de adquisición.

Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual
No

Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
Nivel científico y de estándar astronómico profesional
Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales de su mismo giro
Es competitiva La competencia principal son los grupos de instrumentación astronómica en universidades en diversas partes del mundo.

Equipamiento que posee o necesita para el desarrollo o fabricación o prestación de servicios para los observatorios instalados o por instalarse en Chile
REQUIERE: Fresa CNC, Leak checker (vacío), Instalación para suministro continuo de nitrógeno líquido, Equipos de test y medición, Mesa Limpia, Bomba de vacío, Software de Diseño Altium

Necesidades en términos de nueva infraestructura, certificaciones o capacitación para abordar desarrollos o proyectos para los observatorios astronómicos o sus instalaciones relacionadas

Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>ofrecidos actualmente</u> a los observatorios astronómicos
La capacidad de diseño y desarrollo de cámaras astronómicas puede ser ofrecida a los grupos de instrumentación astronómica en el mundo que construyen los instrumentos astronómicos. Los observatorios generalmente no toman estas decisiones, sino que las instituciones. Sin embargo, todas las instituciones detrás de los observatorios poseen grupos de desarrollo de cámaras. Por ejemplo, la ESO posee 2 grupos así: el de detectores ópticos y el de detectores infrarrojos, ambos en Garching, Alemania. Todos los detectores para instrumentos de la ESO son desarrollados ahí. Estamos en condiciones de ofrecer nuestra capacidad de ingeniería a cualquiera de estos grupos

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos
El investigador principal tiene un PhD en instrumentación astronómica de Durham University (Reino Unido) y experiencia en detectores astronómicos en Caltech (USA) y Observatorio Gemini Se necesitan ingenieros y físicos.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

ALIANZAS

Alianzas, acuerdos, proyectos conjuntos con empresas internacionales
No
Participación en proyectos conjuntos de investigación y desarrollo con universidades de Chile o en el extranjero
Colaboraciones con las siguientes instituciones: Harvard University: colaboración en el desarrollo del instrumento G-Clef, para el GMT. A cargo de las 2 cámaras CCD del instrumento Durham University: colaboración de largo plazo en investigación de la siguiente generación de sistemas de óptica adaptativa para astronomía.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

SOLSIS LTDA

Razón Social	INGENIERIA ELECTRÓNICA SOLSIS LTDA.	
Representante Legal	Víctor Pino Domínguez	
Rut	76.564.380-5	
Actividad	Electrónica	
Año de inicio de actividad	1995	
Región	RM	
Comuna	Colina	
Dirección	Alba 2, Parcela 10, Sitio 5	
Teléfono	(2) 738 8451	
Tipo de sociedad	Sociedad de responsabilidad Ltda	
e-mail	vapino@solsis.cl	
Personal que trabaja en la empresa	1 a 10	
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos	0-50	
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas	50% y más	
Exportaciones	BRASIL : 66.000 USD	

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

Desarrollo y venta de equipos de control

ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA

Venta, Desarrollo y/o Fabricación Eléctrico – Electrónico, Automatización y Control Industrial

CERTIFICACIONES

no

ÁREAS PRIORITARIAS

Alimentos, Pesquera, Agroindustria

ORIGEN DE SUS PRODUCTOS O SERVICIOS

Venta de bienes y/o sistemas Importados	X
Integración	X
Fabricación	X
Desarrollo	X
Servicios	X
Consultoría	X

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:
No
Bienes o servicios que provee la empresa
Sistemas de hardware y software para monitoreo, registro y automatización de parámetros climáticos

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual
No
Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
Bueno
Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales de su mismo giro
Es competitiva
Equipamiento que posee o necesita para el desarrollo o fabricación o prestación de servicios para los observatorios instalados o por instalarse en Chile
Necesidades en términos de nueva infraestructura, certificaciones o capacitación para abordar desarrollos o proyectos para los observatorios astronómicos o sus instalaciones relacionadas
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>ofrecidos actualmente</u> a los observatorios astronómicos
Sistemas de hardware y software para monitoreo, registro y automatización de parámetros
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>adaptados</u> para ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Sistemas de hardware y software para monitoreo, registro y automatización de parámetros
Áreas en que la empresa podría <u>desarrollar otros bienes o servicios</u> que pudieran ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Sistemas de hardware y software para monitoreo, registro y automatización de parámetros

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos
Ingenieros electrónicos

Número de ingenieros	Número de técnicos de nivel superior	Número de personas con otras profesiones	Número de personas sin profesión
4			
Número de personas con Post-grado en la empresa			0

ALIANZAS

Alianzas, acuerdos, proyectos conjuntos con empresas internacionales
No
Participación en proyectos conjuntos de investigación y desarrollo con universidades de Chile o en el extranjero
No

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

TECNOCAL

Razón Social	Cortés y Aracena CIA. Ltda.	
Representante Legal	Mauricio Cortés	
Rut	78.230.760-6	
Actividad	Desarrollo de soluciones electrónicas a la medida	
Año de inicio de actividad	1992	
Región	Metropolitana	
Comuna	Providencia	
Dirección	Av. Francisco Bilbao 3771, of. 309	
Teléfono	2692665	
Tipo de sociedad	Sociedad de responsabilidad Ltda	
e-mail	mcortes@tecnocal.cl	
Personal que trabaja en la empresa	11 a 25	
Intervalo de ventas anuales en millones de pesos	501-1.000	
Porcentaje en investigación y desarrollo de la empresa respecto de las ventas	1% a 10%	
Exportaciones	SI	

GIRO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

Desarrollo de soluciones electrónicas a la medida

ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA

Venta, Desarrollo y/o Fabricación Eléctrico - Electrónico

CERTIFICACIONES

ISO 9001: 2008

ÁREAS PRIORITARIAS

Defensa, Retail, Transporte

ORIGEN DE SUS PRODUCTOS O SERVICIOS

Desarrollo

X

EXPERIENCIA Y CAPACIDADES RELEVANTES PARA LA ASTRONOMÍA

Experiencia con observatorios astronómicos:
No
Bienes o servicios que provee la empresa
Desarrollo y producción de soluciones electrónicas a la medida, que incluye: diseño conceptual, diseño de detalle, diseño industrial, certificación de las normas que correspondan de acuerdo al sector.
Patentes de invención, modelos de utilidad u otros instrumentos de protección intelectual
No

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Autocalificación del nivel de calidad de los productos o servicios de la empresa
Máxima calidad. actualmente tanto en Chile como en el extranjero, tenemos cerca de 30.000 equipos o tarjetas operando sin problemas. Destacamos asimismo que muchos de nuestros desarrollos fueron certificados con normas de EMC, Vibración, Shock, etc
Autocalificación del nivel de competitividad respecto de empresas internacionales de su mismo giro
Absolutamente. Hemos desarrollado soluciones electrónicas compitiendo con empresas europeas, norteamericanas y australianas.
Equipamiento que posee o necesita para el desarrollo o fabricación o prestación de servicios para los observatorios instalados o por instalarse en Chile
POSEE: Osciloscopios, generadores de señales, Orcad, Matlab, Sistemas de desarrollo en varias plataformas REQUIERE: Maquina para soldar componentes BGA. Analizador de espectros. Up grade licencias de Orcad, Matlab. Sistemas de desarrollo
Necesidades en términos de nueva infraestructura, certificaciones o capacitación para abordar desarrollos o proyectos para los observatorios astronómicos o sus instalaciones relacionadas
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>ofrecidos actualmente</u> a los observatorios astronómicos
Desarrollo y producción de equipos o instrumentos de medición específicos que se requieran.
Bienes o servicios que provee la empresa que podrían ser <u>adaptados</u> para ser ofrecidos a los observatorios astronómicos
Con la experiencia actual, es posible ejecutar trabajos para los observatorios astronómicos
Áreas en que la empresa podría <u>desarrollar otros bienes o servicios</u> que pudieran ser ofrecidos a los observatorios astronómicos

RECURSOS HUMANOS

Recursos humanos de la empresa más relevantes para abordar proyectos relacionados con los observatorios astronómicos
Por el tipo y forma de trabajo que ejecutamos, todo el personal técnico de la empresa es relevante para abordar proyectos de este tipo.

Número de ingenieros	Número de técnicos de nivel superior	Número de personas con otras profesiones	Número de personas sin profesión
7	5	6	
Número de personas con Post-grado en la empresa			1

ALIANZAS

Alianzas, acuerdos, proyectos conjuntos con empresas internacionales
Alianzas con empresas en Taiwán para: certificación de productos y fabricación de productos.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

2 TURISMO ASTRONÓMICO EN CHILE.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

El turismo astronómico en Chile surge como externalidad de la actividad científica ligada a la astronomía y ha generado una gran atracción de diversos segmentos.

El turismo astronómico no se limita a la visita de observatorios o centros astronómicos. Se ha convertido en un foco para generar más turismo junto a su entorno. Existe una gran cantidad de paquetes turísticos que tienen como foco el turismo astronómico, pero suelen complementarlos con distintas actividades tales como:

- Cabalgatas.
- Alojamientos.
- Servicios de transporte.
- Degustaciones de vinos o pisco (sobre todo en la región de Coquimbo).
- City tour por viñas u otros paraderos de interés turístico.
- Trekking.
- Ingresos a parque nacionales.
- Ingresos a reservas nacionales
- Arqueología.

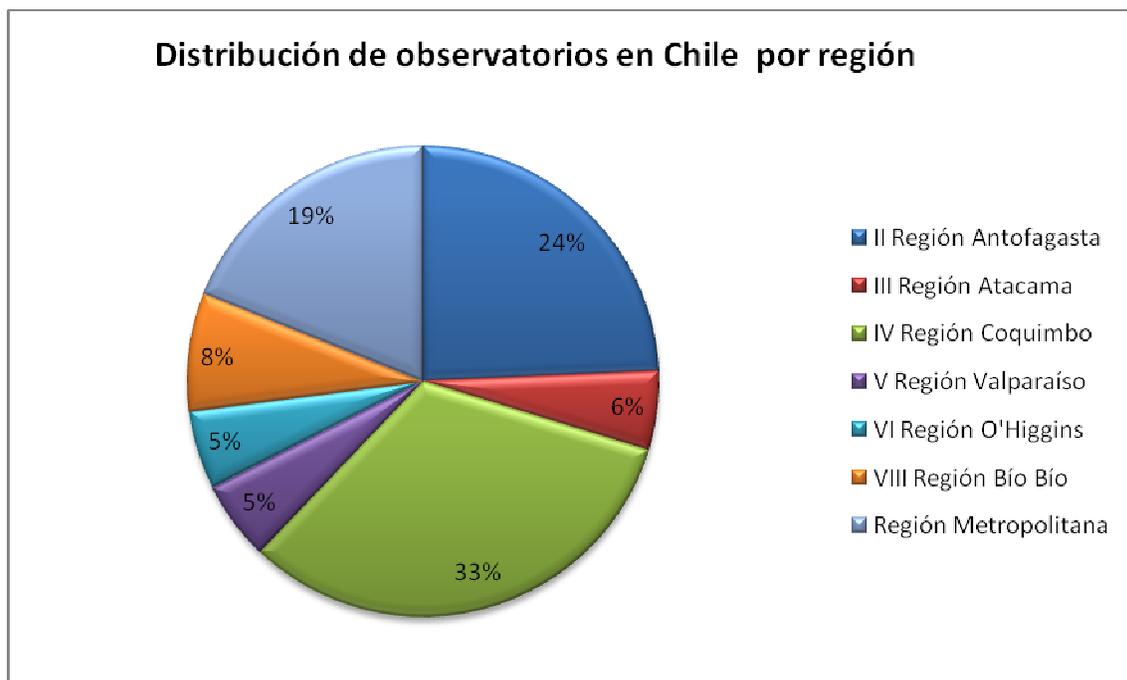
Las perspectivas del turismo astronómico son auspiciosas. De acuerdo a Jorge Fernández, encargado del Observatorio Mayu, en el año 2008, 4500 personas visitaron el observatorio significando un aumento del 10% respecto del año 2007. Por otro lado el observatorio de La Silla, señala que por año entre 700 y 1000 astrónomos profesionales, visitan el observatorio científico.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

2.1 Centros de astronomía en Chile.

El Norte de Chile se ha convertido en un polo astronómico, dada sus buenas condiciones climáticas, las que permite la generación de observaciones en la mayor parte del año. Junto con ello, existe una baja contaminación lumínica.

Las regiones elegidas principalmente han sido II, III y IV región de Chile. Sin embargo, existen diversos observatorios desde la II a la VIII región.



Fuente: elaboración propia a partir de información en Internet

La IV Región de Coquimbo, aloja al menos un 32% de los observatorios científicos y turísticos. Actualmente esta región se ha posicionado como la región de 'las estrellas', por la gran cantidad de centros astronómicos que posee.

De los 37 centros astronómicos en Chile, se pueden diferenciar entre Centros Astronómicos Científicos, Observatorios de Turismo y Puntos de Observación Amateur.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

2.1.1 Observatorios científicos

2.1.1.1 Centros astronómicos científicos sin actividades de difusión.

El objetivo principal es la ciencia y no abren sus puertas al público.

- ALMA
- VLT
- APEX
- Observatorio Chajnantor.
- Observatorio de la Universidad de Tokyo Atacama (TAO)
- The Cornell Caltech Atacama Telescope (CCAT)
- Atacama Submillimeter Telescope Experiment (ASTE)
- El Observatorio Cerro Armazones (OCA)
- Observatorio Científico Las Campanas

2.1.1.2 Centros astronómicos científicos con actividades de difusión.

Realizan ciencia, pero además dedican cierto tiempo de manera mensual a la difusión.

- Observatorio Científico Cerro Tololo.
- Observatorio Científico La Silla
- Observatorio Astronómico Melaga.

2.1.1.3 Centros astronómicos científicos con actividades de educación.

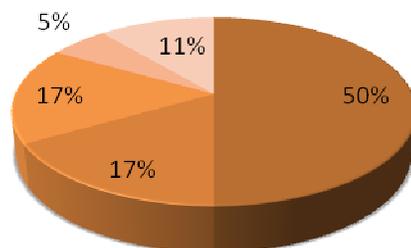
Realizan ciencia, pero además tienen convenios con universidades por lo cual estudiantes de carreras afines pueden beneficiarse y utilizar sus dependencias.

- Observatorio Científico SOAR
- Observatorio Científico Gemini Sur.
- Observatorio UC
- Observatorio Astronómico Nacional, Cerro Calán
- Observatorio UMCE
- Observatorio el Roble.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Tipos de actividades que realizan los centros astronómicos Científicos

- Solo Ciencia
- Ciencia y Educación
- Ciencia, educación y Difusión
- Ciencia y Difusión
- Educación y Difusión.



Fuente: elaboración propia a partir de información en Internet

2.1.2 Observatorios Turísticos

Dentro de esta categoría, se considera observatorio turístico, aquel abierto al turismo y a la difusión de la astronomía.

Los observatorios que sólo se dedican al turismo astronómico, en los cuales dentro de sus servicios se encuentran Tours, observaciones, o diversos packs turísticos, en los cuales además de la visita al observatorios, también dedican tiempo a visitar otros tipos de pasajes turísticos son:

- Observatorio Turístico Inca de Oro (CAIO)
- Observatorio Turístico Cerro Mayu
- Observatorio Turístico Mamalluca
- Observatorio Cancana Cochiguaz
- Observatorio Turístico Cruz del Sur
- Observatorio Turístico Collowara

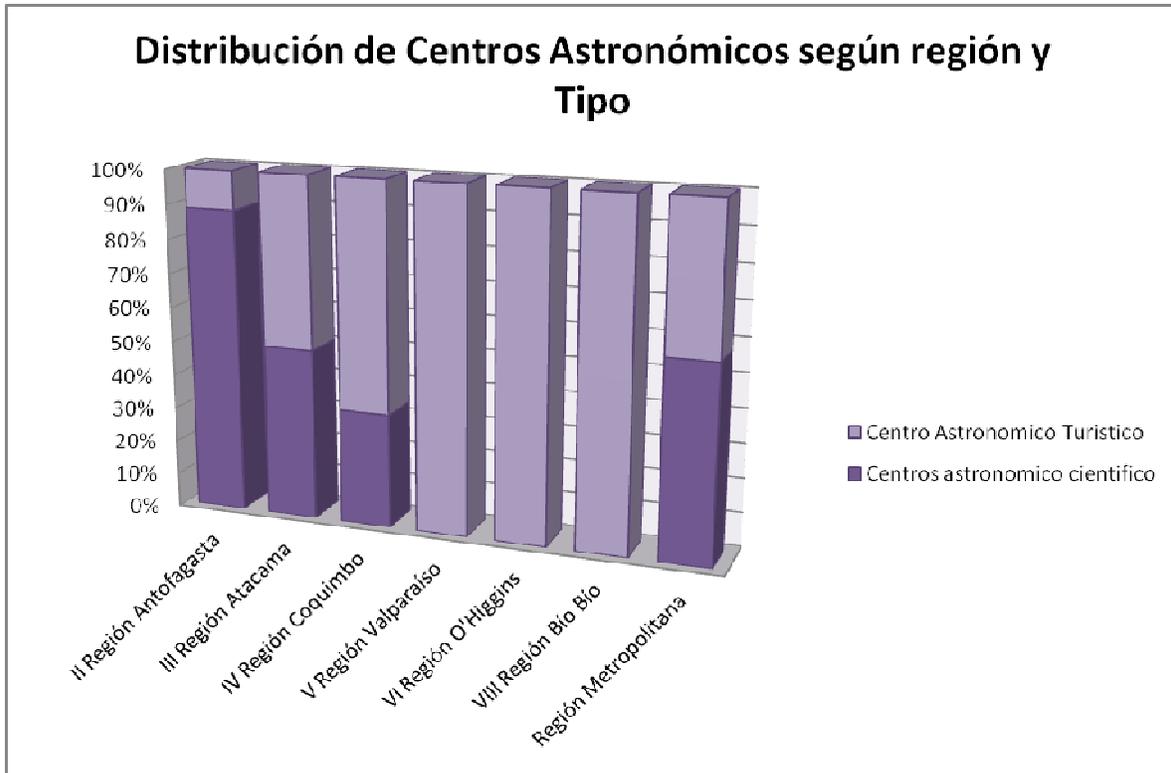
“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

- Observatorio Turístico del Pangué
- Hacienda de las Estrellas (L'Hacienda des Étoiles)
- Observatorio Turístico Mamana(noche) / Observatorio Turístico Inti-Runa (solar)

Observatorios que se dedican al turismo y la difusión de la astronomía, entendiéndose como difusión, cursos o talleres de astronomía básica hacia la comunidad general, ya sean estudiantes de enseñanza básica, media, público en general y aficionados:

- Observatorio Astronómico Pucuro – Valle del Aconcagua
- Observatorio Cerro Pochoco
- Observatorio Astronómico Andino (OAA)
- Observatorio Turístico Roan – Jasé
- Observatorio Turístico Cerro Chamán (Viña Santa Cruz)
- Centro Astronómico Tagua Tagua
- Observatorio Turístico Elke
- Observatorio Astronómico Cielos de Shangril-La
- Observatorio Astronómico Amateur Antares
- SPACE : San Pedro de Atacama Celestial Explorations.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”



Fuente: elaboración propia a partir de información en Internet

2.1.3 Puntos de observación

En estos lugares aficionados a la astronomía pueden realizar sus observaciones. Actualmente existen algunas agencias de viajes que contemplan estos lugares como escalas dentro de un pack turístico.

II Región Antofagasta.

- Hito trópico capricornio
- Chiu Chiu
- Tamaguro
- Caspana

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

- Canar
- Beter
- Machuca-Cuesta el quirquincho
- Aldea de Tolor
- Toconao-Quebrada de Jerez.
- Crater de Monartaraqui
- Tilo Monto.

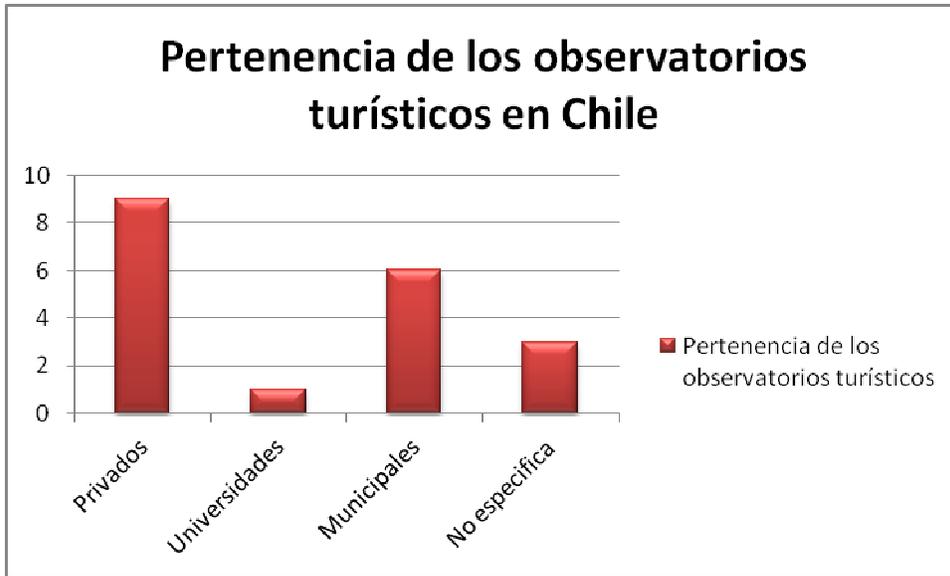
IV región Coquimbo.

- Tres cruces
- Camino cerro la silla
- Chañar
- Andacollo
- Romeral alto
- Ovalle e interiores
- Cerro Mamalluca
- Diaguitas
- La campana
- Paihauano
- Quebrada de Pinto
- Monte Grande
- Cochiguaz-Rio Magico
- Pisco Elqui-Horcon.

2.2 Actividades y costos de los Observatorios Turísticos en Chile.

De 19 observatorios turísticos en Chile, alrededor de 9 pertenecen a agentes privados, 6 a la municipalidad del lugar donde se encuentran, uno universitario y tres que no especifican su pertenencia.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”



Fuente: elaboración propia a partir de información en Internet

2.2.1 Costo de observaciones astronómicas turísticas.

De 23 observatorios que reciben visitas a sus dependencias, tanto observatorios turísticos como observatorios científicos que han abierto sus puertas para realizar difusión de la astronomía en Chile, 20 son pagados.

Los costos por observación se presentan en la siguiente tabla.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Costos de observación de observatorios turísticos en Chile.

	Adultos	Estudiantes y niños	Otros estudiantes/ delegaciones/ 3ra edad
Observatorio Turístico Inca de Oro (CAIO)	\$ 2.000	\$ 1.000	
Observatorio Turístico Cerro Mayu	\$ 2.500	\$ 1.000	\$ 1.500
Observatorio Turístico Mamalluca	\$ 3.500	\$ 1.500	\$ 2.500
Observatorio Turístico Cruz del Sur	\$ 2.500	\$ 1.500	
Observatorio Turístico Collowara	\$ 3.500	\$ 2.500	\$ 2.500
Observatorio Turístico Mamana(noche) Observato	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000
Observatorio Cerro Pochoco	\$ 2.500	\$ 1.500	
Observatorio UC	\$ 2.500	\$ 1.000	
Observatorio Turístico Roan – Jasé	\$ 7.000	\$ 5.000	
Observatorio Astronómico Melaga	\$ 10.000	\$ 5.000	
Observatorio Cancana Cochiguaz	\$ 6.000		
Centro Astronómico Tagua Tagua	\$ 5.000	\$ 3.000	
Observatorio Turístico Elke	\$ 1.000	\$ 500	
Observatorio Astronómico Cielos de Shangril-La	\$ 8.000		
	Adultos	Estudiantes y niños	Otros estudiantes/ delegaciones/ 3ra edad
promedio	\$ 4.429	\$ 2.458	\$ 3.125
menor costo	\$ 1.000	\$ 500	\$ 1.500
Mayor costo	\$ 10.000	\$ 6.000	\$ 6.000

Fuente: elaboración propia a partir de información en Internet

El rango de precios una observación astronómica turística según rango etario es:

Adulto: el precio de la observación va desde \$1.000 a \$ 10.000 CLP.

Estudiantes y Niños: el precio de la observación va desde \$ 500 a \$ 6000 CLP.

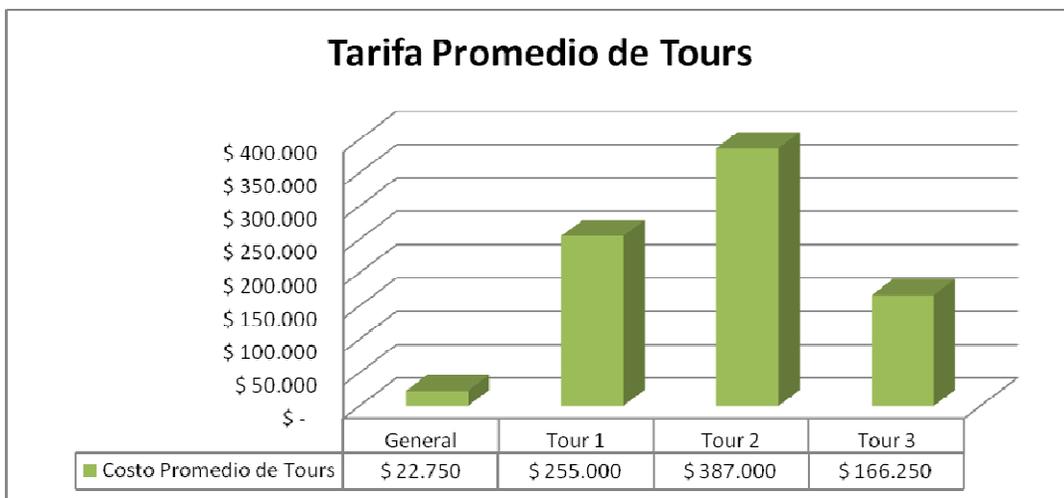
Otros estudiantes, 3era edad, o delegaciones: el precio de la observación va desde \$ 1.500 a \$ 6.000.

Para cada observación existe una cantidad de cupos disponibles promedio de 15 personas, en general la cantidad mínima es de 8 personas por grupo de observación.

2.2.2 Tarifa promedio de Tours astronómicos.

La tarifa promedio de los Tours se calcula en base a 6 observatorios que cuentan con este servicio. Los tours suelen poseer servicios de hospedaje, transporte, guía turístico, entre otros servicios. Cada organización tiene su propio paquete de servicios.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”



Fuente: elaboración propia a partir de información en Internet

Los observatorios que cuentan con servicios de Tours, tiene al menos 3 distintos formatos a los cuales pueden optar los visitantes, junto con ello existe una tarifa general. Las tarifas asociadas a los distintos tours son los siguientes.

General: esta tarifa tiene un valor que va entre los \$ 15.000 a \$ 45.000 CLP.

Tour 1, 2 y 3: Poseen una tarifa que va desde los \$ 52.000 a \$ 630.000 CLP.

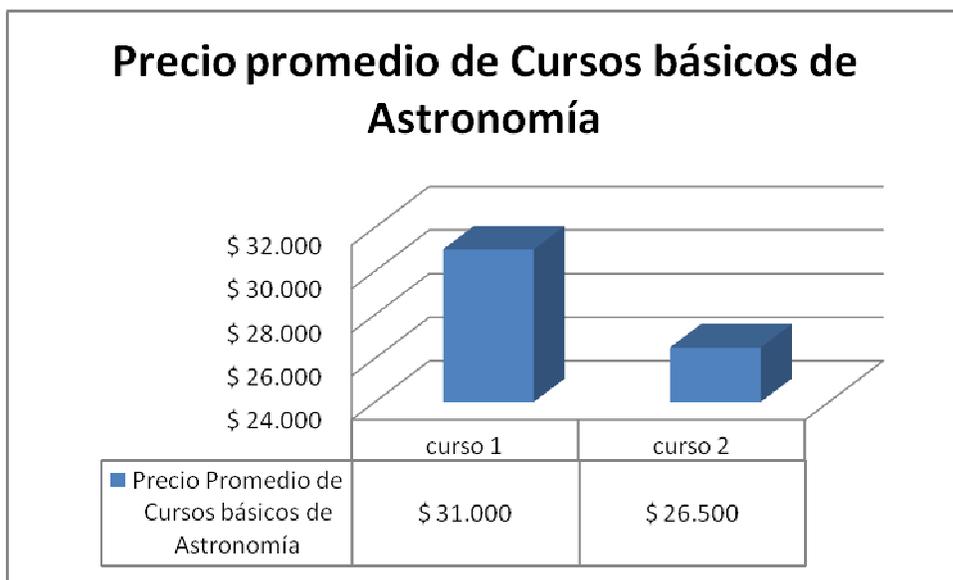
Para cada tour existe una cantidad de cupos disponibles promedio de 15 personas, sin embargo la cantidad mínima para hacer este tipo de tours es mayor a 2 personas.

2.2.3 Precio promedio de cursos básicos de astronomía.

Existen 3 observatorios en Chile que ofrecen cursos de astronomía básica a la comunidad, los cuales son:

- Observatorio Astronómico Nacional, Cerro Calán
- Observatorio Turístico Roan – Jasé
- Observatorio Turístico Elke.

Sus precios promedios se presentan en el siguiente grafico.



Fuente: elaboración propia a partir de información en Internet

2.3 Atracción de Turistas Europeos

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

El turismo astronómico en Chile está primordialmente dirigido al turista Europeo. Agencias web como AndesWines¹, o Ingservtur², han hecho enormes esfuerzos de marketing en Europa desde el año 2008, poniendo énfasis en los atractivos turísticos relacionados con la astronomía en Chile. Según el estudio de marketing realizado por Gabriel Ayala, ingeniero industrial de la Universidad de Chile, el turista europeo viene a países tan lejanos como Chile por un turismo específico y su comportamiento es mucho menos estacional que el de los turistas nacionales.

Esto también es influido por variables, culturales, de residencia, géneros, demografía en general.

Hasta el momento Chile no cuenta con las condiciones óptimas para recibir a este tipo de extranjeros, puesto que regiones astronómicas como Atacama, Antofagasta o Coquimbo, poseen una pobre gama de servicios de hospedajes y transportes.

Localidades cercanas a los observatorios turísticos no cuentan con hoteles de 4 o 5 estrellas.

2.4 Ingresos por turismo

Según el último informe de turismo realizado por INE en el año 2010, la cantidad de extranjeros llegados a Chile fue de 935 Millones.

Según el mismo INE³, las Regiones que abarcan el mayor número de pernoctaciones son Santiago, Valparaíso, y Antofagasta.

Se estima un aporte en divisas para Chile igual a US\$ 2.039,8 millones sólo por visitantes extranjeros. INE en su reporte anual de turismo, informó que el aporte del Turismo a la economía nacional, en el año 2010, fue de un 3, 23% del PIB nacional, donde el aporte

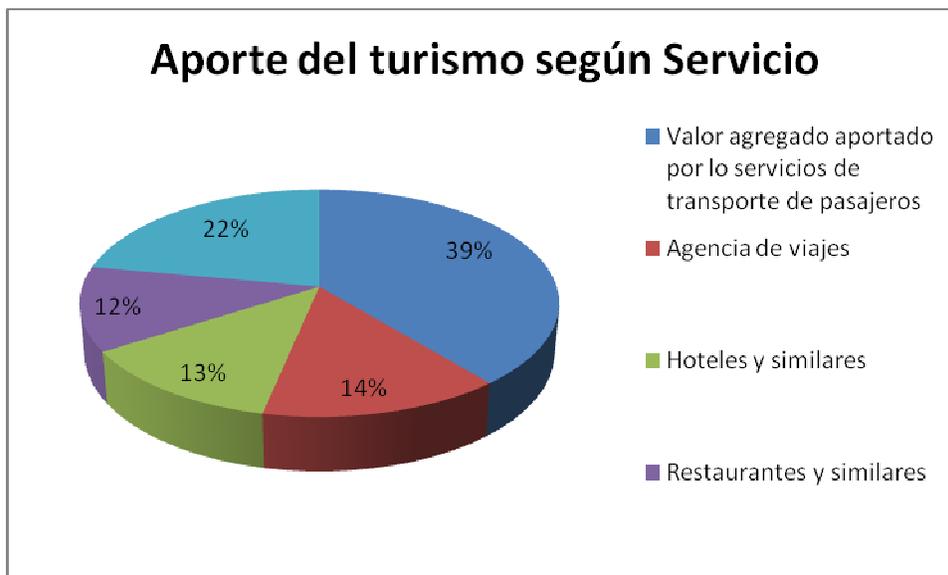
¹Primera agencia que relaciona las rutas del vino con el turismo, en países Italia, Portugal, España, Inglaterra y Suramérica. <http://www.andeswines.com>

² Agencia de viaje perteneciente de la región de Coquimbo, <http://www.ingservtur.cl/>

³ Informe anual de turismo año 2010 INE, anexo 4.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

porcentual según actividad relacionada con el turismo se representa en el siguiente gráfico.



Fuente: elaboración propia a partir de información en Internet

En cuanto al turismo interno, es posible determinar que durante el año 2010 se registró un total de 3.336.612 llegadas de chilenos a establecimientos de alojamiento turístico, de los cuales el 53,0% provenía de la región Metropolitana, seguidas de Bío Bío con un 8,5%, y Antofagasta con un 7,6%.

En cuanto a la cantidad total de pernoctaciones en hoteles, moteles, apart hoteles, residenciales o cabañas, fue de 6.642.634, donde las regiones que alojan la mayor cantidad de turistas chilenos son la Metropolitana, Valparaíso, Antofagasta y Biobío.

Entre visitantes extranjeros y nacionales que recorren Chile existe una gran diferencia sobre el gasto dispuesto para el turismo y sus derivados. El año 2010 el gasto individual promedio diario de extranjeros, fue de US\$ 53,1, equivalentes a unos \$ 26.531 CLP (Dólar al 14/11/11 = 499,66), lo cual es el doble de lo que un turista nacional está dispuesto a gastar en promedio por día: 10.508,5 CLP. Estos datos fueron obtenidos de los reportes “Principales características del turismo extranjero que visita Chile, nivel de gasto promedio individual año 2009-2010”, del Servicio Nacional de Turismo, junto con el Informe Anual

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

del Turismo 2010 desarrollado por INE.

2.5 Iniciativas público – privadas para potenciar el turismo astronómico

- Proyecto Junaeb- Observatorio Cruz del Sur. Astroturismo Cultural: “Acercando la Astronomía a la Comunidad Escolar”.
- Feria VYVA donde Sernatur expuso al turismo astronómico un nuevo atractivo de la región de Coquimbo
- II Congreso de Profesionales de Turismo, poniendo énfasis en el turismo y emprendimiento derivado de la astronomía. Con charlas afines.
- AstroDay y viaje al universo; actividad realizada por Sernatur en conjunto con la Universidad de la Serena y el municipio local, con el objeto de acercar la astronomía a la comunidad chilena.
- Planificación y desarrollo de proyectos en conjunto con la mesa regional del turismo, donde la Corporación de Desarrollo Productivo junto a Sernatur, Sercotec, Fosis, Sence y Pro- Chile y con el respaldo del Seremi de Economía, realizó la cuarta sesión de la mesa de trabajo que permite la integración entre entes públicos y privados para el desarrollo turístico regional. El turismo astronómico fue uno de los temas a discutir.
- Corfo por su parte en el año 2010, invirtió más de 10 mil millones para fomentar la competitividad del sistema productivo de la región de Coquimbo.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Bibliografía.

INE informe anual turismo 2009.
INE informe anual turismo 2010.
Comercio y servicios informe anual 2009.
Turismo interno: comportamiento de turistas según su procedencia.
Observatorios astronómicos.
Flujos de demanda turismo interno 2010, sernatur.
Turismo receptivo en Chile 2010.
Andeswine.com
ingservtur.cl
www.circuloastronomico.cl/observatorios/observatorios.html
www.turismoastronomico.cl/observatorios-astronomicos.html
<http://www.seti.cl/listado-de-observatorios-astronomicos-cientificos-y-turisticos-de-chile/>
http://odp-e.blogspot.com/2009/11/tarifas-y-reservas_22.html
<http://www.observatoriocruzdelsur.cl/tarifas.htm>
<http://astrochili.free.fr/situation.html>
<http://observatorio-chile.blogspot.com/>
http://www.lobarnechea.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=261&Itemid=307
<http://issuu.com/lacalavera/docs/oa1>
<http://www.seti.cl/listado-de-observatorios-astronomicos-en-chile/>
http://www.das.uchile.cl/cursos_astro.php
<http://www.astro.puc.cl/observatorio/Visitas/>
<http://www.roanjase.cl/observatorio/ofertasypromos.php>
<http://observatorioroanjase.blogspot.com/>
<http://www.jaja.cl/?a=96353>
<http://mesdelcielo.blogspot.com/>
<http://www.seti.cl/listado-de-observatorios-astronomicos-en-chile/>

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

3 INFORMACIÓN DE SOPORTE

3.1 EJEMPLO DE ESTRUCTURA DE UN SERVICE LEVEL AGREEMENT PARA CONTRATOS DE SERVICIOS DE UN OBSERVATORIO

El contenido del SLA de un servicio de tecnologías de la información es⁴:

Introduction:

- ⤴ Who is involved into the SLA-agreement?
- ⤴ Has the SLA-project a title?
- ⤴ How can the SLA-project briefly be described?
- ⤴ Who are the signatories?
- ⤴ What dates are set for Start?
- ⤴ What dates are set for End?
- ⤴ What dates are set for Review(s)?
- ⤴ What is covered and what is excluded within the agreement?
- ⤴ What are the responsibilities of both sides?
- ⤴ What are the responsibilities on the side of the company
- ⤴ What are the responsibilities on the side of ESO
- ⤴ What services are covered?

Service hours:

- At what times is the service normally required?
- What arrangement(s) is/are there in case of extending the service?
- How are special Hours covered?
- Is there some sort of service calendar?
- If so, which are the details?

Availability:

1. What is the target for availability?
2. What is the target for the overall service?
3. What is the target for the underpinning process?
4. What is the target for the critical components?

⁴ STUDY of ESO's IT INFRASTRUCTURE & SERVICE REQUIREMENTS, TEKOM Industrielle Systemtechnik GmbH

Reliability:

1. How high might be the Mean Time Between Failures (MTBF)?
2. Which kinds of service breaks are allowed?

Support:

- When are the support hours?
If the support hours different from service hours:
- What arrangement is there for extending support incl. special hours?
- What arrangement is there for extending support on Fridays?
- What arrangement is there for extending support for the weekend?
- What arrangement is there for extending support on holidays?
- What arrangement is there for extending support before holidays?
- What is the target time for a response to incidents?
- What is the target time for incidents resolving – according to priorities?

Throughput:

1. What are the range of the traffic volumes?
2. What are the range of the traffic throughput (performance issue)?

Transaction response times:

1. What is the target time for workstation response times?
2. What is the target time for workstation average response times?
3. What is the target time for workstation minimum response times?

Batch turnaround times:

- What time span is appropriate for delivery of input?
- What time span is appropriate for delivery of output?

Change:

1. How will changes be handled (in general)?
2. How will targets changes be handled?
3. How will priorities changes be handled?

IT Service Continuity and Security:

- ⚡ What IT Service Continuity Plans are there?
- ⚡ How will they be invoked? What security issues are covered (e.g. back-up)?

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

- △ What happens if there is no SLA for a given disaster?

Charging:

1. Have you are charging formula?
2. What are the charging details?
3. What are the charging periods?

Service reporting and reviewing:

- △ What agreements are set for reporting?
- △ What agreements are set for reviewing?
- △ What agreements are set for content?
- △ What agreements are set for frequency?
- △ What agreements are set for distribution of service reports?
- △ What agreements are set for service review meetings

Performance incentives/penalties:

1. What agreements are set for such cases?
2. What are the details of the agreement?
3. What are the details of the financial incentives?
4. What are the details of the penalties?

3.2	30 BEST SMALL ELECTRONICS COMPANIES
------------	--

(Ranked by annual revenue growth 2004-2006) Published June 12, 2007 by Electronic Business (www.edn.com)

Company		Revenue (\$ millions)	Annual Revenue Growth %
		FY 2006	FY 2005
Acme Packet	Telecom network equipment	\$84.1	129.3%
Metretek Technologies	Technologies Energy	\$120.5	85.0%

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

	measurement products		
VASCO Data Security	Data Security Security software	\$76.1	59.5%
Mellanox Technologies	Interconnect products	\$48.5	54.6%
IPG Photonics	Fiber lasers and amplifiers	\$143.2	53.6%
Numerex	Wireless communication and security	\$52.8	51.5%
Hittite Microwave	Microwave Semiconductors	\$130.3	45.3%
Measurement Specialties	Sensors	\$121.4	42.0%
Vital Images	Medical imaging software	\$70.5	39.7%
Semitool	Semiconductor equipment	\$243.2	32.0%
CalAmp	Microwave amplification & conversion components	\$217.5	30.0%
Quality Systems	Medical software	\$119.3	29.7%
Oplink Communications	Networking components	\$54.9	26.5%

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

3.3 Ejemplos de entidades y programas de fomento en la Unión Europea

3.3.1 Reino Unido

STFC Science and Technology Facilities Council y en particular la Technology Transfer Office.

The role of STFC Innovations is to support STFC by identifying and brokering deals that exploit STFC's intellectual property (IP) through spinouts and licence agreements. We also manage all aspects of STFC's IP rights including registering, maintaining, protecting, building and defending its IP portfolio.

In addition our Technical Sales team provide valuable links with industries through managing access to facilities/skills and expertise and direct sales of products and services.

The Science and Technology Facilities Council is one of Europe's largest multidisciplinary research organisations supporting scientists and engineers world-wide in the physical sciences. The Council operates world-class large scale research facilities, provides strategic advice to the government on their development and manages international research projects in support of a broad cross-section of the UK research community, in addition to directing, coordinating and funding research, education and training.

3.3.2 Francia

DPI (Direction de la politique industrielle) Objetivo: Acelerar y facilitar la transferencia de resultados de los laboratorios del CNRS hacia la sociedad.

FIST, France Innovation Scientifique et Transfert

SPV, Service du Partenariat et de la Valorisation

SATT Société d'Accélération du Transfert de Technologies⁵

⁵ Investissements d'Avenir, premier appel à projets « Sociétés d'Accélération du Transfert de Technologies (SATT) » Dotée d'un milliard d'euros, l'action « Fonds national de valorisation », a pour objectif d'accroître l'efficacité du

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

3.3.3 ESA (*European Space Agency*)

SME Policy Office

The [SME Policy Office](#) manages and coordinates, ESA-wide, development and application of SME policies, and is the focal point for SMEs and all external actors concerned with any aspect of such policies (institutional actors, National Agencies, Industrial organisations, etc.)

The SME Policy Office has put in place a number of measures to reinforce the technical capabilities and sustainability of high technology SMEs in order to facilitate their involvement in ESA activities.

Encouraging SME involvement in ESA activities

Leveraging the involvement of SMEs is pursued through special types of Announcements of Opportunities (AOs). These include:

[Leading-Edge Technologies for SMEs \(LET-SME\)](#)

These AOs are fully reserved for SMEs. The LET-SME programme is dedicated to encouraging the "spin-in" to space applications of leading-edge technologies conceived and developed by SMEs.

[Procurements governed by C1-C4 clauses](#)

This refers to AOs which incorporate special policy provisions on the types of enterprises expected to tender for the procurement award. The C1-C4 clauses have been put in place to guarantee fair access to ESA's procurements from all categories of company.

Technical support to SMEs

Several measures have been taken to provide technical support to SMEs:

[ESA training and technical assistance](#)

Each year, ESA organises a number of training programmes targeted towards

dispositif français de valorisation de la recherche publique et d'améliorer significativement ses résultats, que ce soit sous forme de licences, de partenariats industriels, de création d'entreprises ou en facilitant la mobilité des chercheurs. Le fonds financera les actions de valorisation de la recherche publique et en particulier la maturation. Une part majoritaire de cette action, à hauteur de 900 M€, sera consacrée à la création d'une dizaine de « sociétés d'accélération du transfert de technologies » (SATT) ;

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

industries operating in, or looking to enter, the space sector. Priority is given to SMEs, and courses cover key aspects of doing business in space-related industrial fields.

[access to ESA facilities and laboratories](#)

A special scheme has been put in place to permit access by SMEs to ESA's testing facilities and laboratories under favourable conditions.

[SineQuaNet](#)

In November 2005, ESA and the European Commission launched SineQuaNet, a mechanism able to organise, structure and deliver access to technical facilities, expert support and training services for SMEs.

Adaptation of ESA rules and tools

To improve the bidding process and simplify contract conditions, two measures have been taken:

[upgrading ESA's online procurement tool, EMITS](#)

The Electronic Mail Invitation to Tender System (EMITS) is used to publish AOs, and to automatically distribute invitations to tender (ITT) to EMITS registrants. Upgrades made from time-to-time to EMITS aim not only to enhance system usability, but also to improve transparency of ESA's procurement process, and to facilitate networking between prospective industrial partners.

[simplification and streamlining of procedures for small contracts](#)

SMEs are prime beneficiaries of these measures, as many of the contracts awarded to SMEs fall into the class of "small contracts" (<250.000 Euros).

Improved opportunities for business partnership and networking

ESA in general, and the SME Policy Office in particular, have implemented several means to improve networking, information flow, and business partnering - all intended to be of particular benefit to SMEs:

[SME Project](#) and [SME company](#) databases,

the [ESA Industry Portal](#), and the [SME Portal](#)

Bi-yearly [Industry Space Days](#)

The mission of the SME Policy Office translates into the following objectives:

encourage SME involvement in ESA's research & development (R&D) programmes

facilitate access by SMEs to technical support from ESA experts and laboratories

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

adapt ESA's rules and tools to the context of doing business with SMEs

provide relevant information and opportunities for business partnership and networking

This "SME Projects" website is managed by the SME Policy Office. Its aims are:

- to present searchable information on projects and companies, aiming to promote the distinctive competence of SMEs which have already executed projects for ESA, and therefore help create new partnership and business opportunities
- to assist SMEs headquartered in ESA's member, cooperating, and associated States, to gain insights and improve knowledge on business opportunities and potential partners in the space sector.

3.3.4 LOSTESC (Leveraging on Space Technologies to Enhance SMEs' Competitiveness)

Lostesc was an indirect action co-funded by the European Commission - under the 5th Framework Programme - and by the European Space Agency - under the SME Initiative and its Transfer of Technology Programme.

Support for Lostesc project and proposal montage was provided by a group of six consulting companies, each able to tap into their national base of SMEs to identify project & partnering opportunities. The group of six, under the leadership of Technofi (France), comprised:

- Mind Consult OEG, Austria
- Yellow Window, Belgium
- Technofi, France
- Innova S.r.l., Italy
- Printlnova, Portugal
- Asesoria Industrial Zabala S.A., Spain.

Lostesc was tailored to promote the technological skills of innovative SMEs with strong activities in developing space and aeronautics applications. The programme aimed to support their capabilities to reach new markets based on their know-how, and to leverage creation of new business opportunities both within and beyond Europe.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

The goals were threefold:

To detect space or aeronautics technologies within innovative SMEs, capable of adaptation to satisfy needs for similar functionality and levels of performance, in other (non-aerospace) applications' sectors.

To build research & technology development (RTD) projects, where aerospace industry SMEs would be RTD providers for customers having activities in new (non-aerospace) sectors of application.

To build and submit these project proposals for evaluation and eventual selection for funding, according to the procedures of the EC's 5th & 6th Framework Programmes.

Descriptions of the RTD projects selected by the Commission can be found under the menu item "Search Lostesc".

3.3.5 Technology Transfer at ESO

The transfer of ESO developed or promoted technologies to industry can take several forms.

1. Novel technologies that have been developed by ESO or pushed beyond customary limits, or novel combinations of technologies that have been developed by ESO and made available for industrial exploitation.
2. Technologies that have been developed or extended in collaboration with industry through ESO development contracts.
3. Technologies that have been developed or extended by industry through the execution of an ESO procurement contract.
4. ESO developments that have been used for other similar projects elsewhere.
5. ESO patents.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

3.4 MUESTRA DE ENTIDADES DE APOYO A LA ASTRONOMÍA

3.4.1 REINO UNIDO

El Programa de Astronomía de la *Science and Technology Facilities Council* (STFC, <http://www.stfc.ac.uk/>) del Reino Unido ofrece apoyo a una amplia gama de servicios, a grupos de investigación y particulares con el fin de investigar en astronomía.

Las actividades del Programa STFC se encapsulan en temas de Astronomía, Ciencias del Espacio, Oportunidades de financiamiento, contactos y recursos varios.

Las oportunidades de financiamiento incluyen ayudas a la investigación, becas, becas para estudiantes, tiempo de telescopio y otras oportunidades de financiamiento.

Programa STFC de Astronomía en Reino Unido

El programa de astronomía y de ciencias espaciales de la STFC es el encargado de los proyectos de mayor prioridad e instalaciones identificadas por la Comisión de Ciencia de Física de Partículas, Astronomía y Física Nuclear (PPAN).

STFC está desarrollando una hoja de ruta (roadmap) de la ciencia, con aportes de paneles asesores, haciendo referencia a las preguntas científicas claves para la astronomía y la ciencia espacial europea, según lo publicado por Astronet (2009) en nombre de la Comunidad Europea. Estas son:

- ¿Entendemos los extremos del Universo?
- ¿Cómo se forman las galaxias y evolucionan?
- ¿Cuál es el origen y la evolución de las estrellas y los planetas?
- ¿Cómo encajan?

El programa en astronomía y ciencia espacial STFC está diseñado para contribuir a estas preguntas, centrándose en aquellas en las que la comunidad del Reino Unido cuenta con fortalezas y experiencia.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

El programa incluye estudios que van desde el nacimiento del universo hasta el sistema solar en que vivimos. Considera programas de observación desde la Tierra y el espacio con longitudes de onda que van desde los rayos gamma al radio, además de la búsqueda de ondas gravitatorias y la comprensión de los fenómenos de alta energía, tales como estallidos de rayos gamma, plasma astrofísico y el origen de la masa perdida en el universo. Estos estudios observacionales son apoyados y complementados con investigación teórica, computación y recursos para administrar datos, estudios de laboratorio y desarrollo tecnológico.

El programa de astronomía STFC tiene como objetivo garantizar que los vínculos y las sinergias mejoren. Trabaja en estrecha colaboración con la Dirección de Innovación de la STFC, el Consejo de Estrategia Tecnológica (TSB) y la industria del Reino Unido para asegurar que las nuevas ideas y técnicas se desarrollen, fomentando las asociaciones para concretar los beneficios para la economía del Reino Unido.

Agencia Espacial del Reino Unido (UK Space Agency)

Desde abril de 2010, la Agencia Espacial del Reino Unido tiene la responsabilidad sobre el desarrollo y ejecución del programa de ciencia espacial en el Reino Unido. Los astrónomos utilizan una variedad de instrumentos para abordar preguntas claves, y muchos de ellos necesitan tener acceso tanto a las instalaciones terrestres como espaciales para disponer de capacidades específicas.

El gobierno del Reino Unido ve el sector espacial como parte importante del motor para el crecimiento económico. La industria británica se esfuerza por llevar la innovación a las formas de hacer negocio, y todo el sector busca la oportunidad de explorar vías para el crecimiento. Hay también un gran esfuerzo que se hizo en el cumplimiento de los exigentes objetivos establecidos en la estrategia de crecimiento e innovación. Esta estrategia se esboza un plan a 20 años para la industria espacial del Reino Unido y su objetivo es ver a Gran Bretaña convertirse en un líder en el panorama mundial del espacio, así como los ingresos que contribuye, puestos de trabajo y valor a la economía del Reino Unido.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

STFC ofrece un entorno estratégico en ciencias para los aspectos de la astronomía del programa de ciencia espacial. STFC trabaja en estrecha colaboración con la Agencia Espacial del Reino Unido para asegurar el apoyo a la explotación de las misiones espaciales. También apoya el desarrollo de nuevas tecnologías relacionadas con la investigación espacial genérica, principalmente a través de subvenciones a las universidades e instituciones de investigación.

Según la misma STFC, uno de los componentes claves del programa de astronomía STFC es que es miembro de ESO, lo que proporciona acceso a los cuatro telescopios ópticos de clase de 8m/IR (VLT) de ESO en Chile y el interferómetro óptico asociado (VLTI), el telescopio de rastreo VISTA, los telescopios ópticos más pequeños/IR en La Silla, el telescopio sub-mm APEX y ALMA, en construcción en el desierto de Atacama.

ESO también construirá la instalación óptica/IR más grande del mundo conocida como el Telescopio Europeo Extremadamente Grande (E-ELT), que también tendrá su sede en Chile.

Algunos hitos de STFC son:

- Ha apoyado la construcción de instrumentos para el VLT, en particular, el espectrógrafo KMOS desarrollado por UK ATC, una variedad de contratos de subsistemas para ALMA y trabajos en instrumentos para el E-ELT.
- Lidera los esfuerzos europeos en I+D del proyecto del radiotelescopio SKA, a través del programa PrepSKA del FP7.
- Proporciona acceso a los telescopios ópticos/IR líderes en el mundo (Géminis, BLANCO, UKIRT, LT) y otros telescopios sub-mm (JCMT) para la astronomía a través de asociaciones internacionales y a través de las instalaciones de propiedad de STFC operadas en conjunto con colegas internacionales. De hecho, el JCMT está poniendo en marcha una cámara de nueva tecnología, SCUBA-2, que se espera proporcionará una visión vital en el universo frío en la era de ALMA.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

- Ha apoyado el desarrollo de la cámara DES (Dark Energy Survey) para el telescopio Blanco en Chile (de propiedad estadounidense). El DES proporciona mediciones de precisión de la energía oscura usando cuatro técnicas independientes: cuenta de los cúmulos de galaxias, tomografía de corte de lente débil; desplazamientos al rojo de supernovas y oscilaciones acústicas de bariones.
- Ofrece subvenciones a las universidades e instituciones de investigación para apoyar el desarrollo de tecnologías genéricas, la teoría de la astronomía y la explotación de las instalaciones de la astronomía y la ciencia espacial. Gran parte de este financiamiento se destina a apoyar a los posdoctorados asociados de investigación, que son la columna vertebral de los esfuerzos de investigación del Reino Unido.

Solicitud de tiempo de telescopio

STFC opera con dos semestres por año con un semestre A de ejecución de febrero a julio y un semestre B que va desde agosto hasta enero. Las fechas límite para la recepción de las propuestas, excepto Gemini⁶, son 15 de septiembre (para el semestre A) y 15 de marzo (para el semestre B).

La STFC tiene una gran cantidad de documentos en que se explica la forma, los formularios, el proceso, y la reglamentación del cómo postular a los fondos para cubrir pasajes y viáticos para las estadias en los sitios en que se encuentran los telescopios a los que tengan que viajar los astrónomos.

Sólo se puede postular a fondos para utilizar telescopios que se encuentran en una lista de la STFC. Para un telescopio para ser incluido en esta lista, no sólo debería ofrecer instalaciones de clase mundial, pero el proceso de solicitud debe incluir la competencia de revisión por pares.

Para la mayoría de los telescopios en esta lista se considera que un solo observador puede llevar a cabo la campaña de observación. Por lo tanto los fondos sólo se debe

⁶ La fecha límite para las propuestas de GEMINI son 30 de septiembre (semestre A) y 31 de marzo (semestre B).

utilizar para financiar un observador y no se debe utilizar en absoluto si un observador extranjero estará presente durante la ejecución de la observación.

3.4.2 BRASIL

En Brasil, la astronomía muestra una gran diversidad que los propios astrónomos desean mantener, justificado en que en una disciplina de ciencia básica no conviene adoptar medidas para dirigir determinado rumbo de la investigación. Al contrario, tal como las fuerzas del mercado auto-regulan la economía libre, sucede lo mismo con la investigación en un área como la astronomía: Los investigadores siguen líneas de investigación más prometedoras científicamente, dando preferencia a la búsqueda de respuestas para cuestiones importantes, de forma que áreas obsoletas reciben cada vez menos atención, existiendo aún así espacio para lo imprevisible e inesperado. El hecho de que la mayor parte de los focos temáticos de la astronomía brasileña está relacionada a las grandes preguntas actuales de la astronomía, identificadas por la comunidad astronómica internacional, demuestra que las “fuerzas del mercado” funcionan. Por lo tanto, imponer prioridades artificialmente no es el camino correcto.

Por otro lado, los recursos financieros necesarios para crear las condiciones para la investigación son limitados y generalmente insuficientes para atender toda la demanda. De esta forma se abre un dilema obvio: Como distribuir los recursos observando la situación descrita? Cuáles son los criterios para la aplicación de los mismos? Se debe buscar una forma para maximizar el retorno científico y para minimizar el impacto negativo en áreas con menor representación en la comunidad, pero no necesariamente de menor importancia.

El establecimiento de prioridades para los proyectos de la comunidad astronómica brasileña, sean de naturaleza teórica, manipulación de datos u observacional, tendrá que realizarse mediante un examen detallado de los proyectos y el cotejo entre ellos en las diversas áreas.

Además, la mayor parte de las propuestas de infra-estructura astronómica que se tiene

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

planificada desarrollar en Brasil, necesitan de una cantidad elevada de recursos para su realización, aún sin encontrarse en una fase de planificación y detalle suficiente para una evaluación consistente.

Por el mismo motivo, en la mayor parte de los casos aún no se puede asociar un costo a los proyectos. Por lo tanto, es imposible estimar por adelantado la cantidad de recursos financieros necesarios para el adecuado desarrollo de la astronomía brasileña en los próximos años a través de una simple priorización de proyectos y suma de los costos.

Por lo tanto, la **Comisión Especial de Astronomía** (CEA) propone otra forma para el dimensionamiento financiero del área en los próximos 10 años; un camino que estimula la competencia de ideas, dando más oportunidad de realización a los mejores proyectos: la Comisión sugiere que el **Ministerio de Ciencia y Tecnología** (MCT) adopte un esquema de apertura de llamados para financiamiento, pues con ello el juicio de los proyectos podrá ser realizado con el debido cuidado.

El esquema de prioridades general propuesto por la CEA:

- 1) Verificar la posibilidad de entrada de Brasil como socio de *European Southern Observatory* (ESO), que representaría un avance extraordinario para la astronomía brasileña.
- 2) En segunda opción, en caso que la adhesión a la ESO no sea viable, se propone la participación en uno de los tres proyectos de telescopios gigantes: E-ELT (Chile) de ESO, GMT (Chile), y TMT (Hawai). Entre ellos, hay una clara preferencia de la comunidad brasileña para que sea un telescopio en Chile.
- 3) En paralelo a lo anterior, y para cubrir una gran gama de proyectos de tamaño medio, se solicita que sean instituidos los Llamados.

Dependiendo del tamaño, ellos serían abiertos p.ej., por la FINEP, por el FNDCT para llamados de mayor tamaño financiero, y por el CNPq y las Fundaciones de Amparo a la Investigación estadual (a través de convenios como el MCT) para llamados menores.

Se propone, por lo tanto, la implementación de un esquema de llamados periódicos en

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

cuatro categorías:

A. Llamados para proyectos con valores entre R\$ 100.000⁷ y R\$ 1.000.000.

Elegibles para financiamiento en esta categoría están proyectos de infraestructura de menor tamaño, tanto para estudios conceptuales para proyectos mayores. Se recomienda la publicación de llamados de este tipo una vez por año con una asignación total de cerca de R\$ 3.000.000.

B. Llamados para proyectos con valores entre R\$ 1.000.000 y R\$ 4.000.000

Se enmarcan en esta categoría, p.ej., proyectos de instrumentación astronómica de tamaño medio, inversiones mayores en infra-estructura computacional, proyectos de gran reforma y modernización de instalaciones observacionales, participación en proyectos internacionales con necesidades financieras limitadas, entre otros. Llamados de este tipo podrán ser lanzados una vez cada dos años con una asignación total de cerca de R\$ 12.000.000.

C. Llamados para proyectos grandes con valores entre R\$ 4.000.000 y R\$ 30.000.000

Esta categoría tiene como objetivo financiar nuevos proyectos de infra-estructura observacional de tamaño medio (p.ej., telescopios en Brasil), o participación en proyectos internacionales con mayor necesidad financiera, etc. Se sugiere el lanzamiento de llamados de este tipo una vez cada 5 años (la primera vez por lo menos dos años después de la publicación del primer anuncio de la categoría A para viabilizar estudios conceptuales de proyectos candidatos) con una asignación total de cerca de R\$ 45.000.000.

D. Llamados para proyectos grandes con valores sobre R\$ 30.000.000

Esta categoría deberá quedar reservada para proyectos de infra-estructura de mayor tamaño y con alto impacto. Se considera ideal el lanzamiento de llamados una vez cada 10 años con una asignación total de cerca de R\$ 60.000.000.

⁷ R\$ 1 = USD 0.543774

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

E. Se sugiere que la Agencia Espacial Brasileña, atendiendo a sus especificidades, presente por separado llamados para el desarrollo de pre-proyectos que tengan como objetivo el desarrollo de proyectos para explorar nichos científicos a través de misiones espaciales. Este tipo de acción incentivará las oportunidades para que las universidades brasileñas se involucren con proyectos asociados a las actividades espaciales. Para esta iniciativa, se sugiere 5 llamados para proyectos de hasta R\$ 2.000.000 a lo largo de los próximos 10 años (un anuncio cada 2 años), cada uno de ellos con una asignación total de R\$ 5.000.000. Esa cantidad es modesta, tratándose de investigación espacial. La realización de los proyectos de satélites en conjunto con otros países deberá ser objetivo de financiamiento separado. Para una participación expresiva en dos proyectos internacionales de mayor tamaño en 10 años se necesita de por lo menos R\$ 100.000.000.

En el caso de proyectos de infraestructura observacional y de participaciones en proyectos internacionales de largo plazo, podrán incidir, además de los costos iniciales para la construcción e implementación, también costos operacionales que no podrán ser financiados con recursos de los llamados. Por lo tanto, deberán ser previstos en el presupuesto del MCT recursos para la mantención de estos emprendimientos, incluso para la mano de obra necesaria. Entre tanto, considerando el tiempo necesario para implementar una nueva infra-estructura observacional, ese tipo de costo solamente incidirá en la segunda mitad del horizonte temporal de 10 años considerado en el Plan del decenio 2010-2020.

Además del financiamiento de proyectos como los referidos antes, se propone también el financiamiento de un programa de capacitación para preparar a la comunidad astronómica para aprovechar las oportunidades futuras no solo a través de la participación formal, sino también hacer mejor uso científico de los mismos, maximizando, por lo tanto, el retorno de las inversiones financieras. Una asignación financiera anual de R\$ 1.000.000 parece razonable.

De esta forma, la estimación de la demanda financiera para el desarrollo del área de la astronomía en el decenio 2010-2020, es a grosso modo la siguiente:

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Ítem a financiar	Valor medio anual (en millones de reales)	Valor total en 10 años (en millones de reales)
Telescopio gigante*	20	200
Llamado Categoría A	3	30
Llamado Categoría B	6	60
Llamado Categoría C	9	90
Llamado Categoría D	6	60
Proyecto Espacial de gran tamaño	10	100
Operaciones**	7	70
Capacitación	1	10
TOTAL	62	620

* En el caso de la asociación de Brasil a la ESO, esto incluye la llamada “contribución especial”; costos operacionales no van a incrementar el presupuesto del MCT. En el caso de una participación en el GMT o TMT el valor representa la contribución en capital. Costos operacionales solo incidirán después del horizonte temporal de 10 años de este Plan.

** Esto incluye los costos operacionales de la infra-estructura observacional actual y un componente pequeño para la mantención de nueva infra-estructura en la segunda mitad del horizonte temporal de 10 años.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

3.4.3 ESPAÑA

La Astronomía en España es una disciplina claramente en auge, con un marcado crecimiento tanto en instalaciones y personal como en producción científica. La comunidad astronómica española tiene acceso a una impresionante batería de grandes instalaciones astronómicas, de las que se puede encontrar una lista detallada en el portal web de la Red de Infraestructuras de Astronomía (<http://www.riastronomia.es/>).

Según el estudio realizado por ASTRONET, la red europea de agencias financiadoras de la Astronomía (<http://www.astronet-eu.org/>), el papel de la Astronomía española en el ámbito mundial es cada vez más relevante.

En España se encuentran actualmente unos 500 astrónomos (incluyendo doctorandos). De ellos, 350 doctores realizando su propia investigación. El ritmo de crecimiento es alto, alrededor de 25 nuevos doctores por año. España tiene una relación de 12 astrónomos por millón de habitantes. Aproximadamente la mitad se encuentran en las universidades y los demás en Organismos Públicos de Investigación. Los grupos de investigación están muy distribuidos, llevándose a cabo investigación en Astronomía en al menos un total de 30 diferentes lugares. Todavía el número de técnicos dedicados a investigación astronómica es pequeño, unos 150.

En España cada vez hay más becas de doctorado, de manera que en los últimos años se ha alcanzado un número de becas ofertado que ya alcanza a una fracción importante de los interesados.

España no cuenta con un Plan específico en Astronomía, como en el caso de Brasil, pero le da prioridad a través de su Plan Nacional de I+D+i.

España: Plan Nacional de I+D+i

En España se elabora un Plan Nacional de I+D+i cuatrienal que cuenta con una participación de todo el sistema de Ciencia-Tecnología-Empresa-Sociedad (más de 450 expertos de universidades, organismos públicos, centros tecnológicos y empresas),

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

incluidas las Comunidades Autónomas, departamentos ministeriales y otras instancias (Consejo Asesor, Consejo Económico y Social). En la elaboración del Plan se trata de involucrar y hacer partícipes a todos los elementos que forman la sociedad en uno de los aspectos clave para el desarrollo económico y social de cualquier país.

El Plan define una serie de objetivos sobre los que se van a vertebrar las diferentes actuaciones: la búsqueda del incremento del nivel de la ciencia y la tecnología españolas; aumentar los recursos humanos dedicados a la I+D+i, tanto en el sector público, como en el privado; reforzar los derechos y las garantías de los investigadores; fortalecer la dimensión internacional de la ciencia y la tecnología españolas, especialmente en el Espacio Europeo de Investigación; nuevas actuaciones en grandes instalaciones; potenciar el papel de la investigación básica, y mejorar la comunicación a la sociedad de los avances que se vayan produciendo son los elementos más destacables de este Plan Estratégico.

El Plan del cuatrienio 2004-2007 apostó por un crecimiento del gasto en investigación sostenido y asequible: gasto en I+D del 1,22% del PIB en 2005, 1,4% en 2007. El gasto en innovación: 2,1% en 2005 y 2,5% en el año 2007. Pasando de 4.000 millones de euros anuales destinados a la I+D+i a más de 4.800 millones de euros.

El Plan 2008-2011 identifica 4 áreas, en donde el área 1 es "Generación de Conocimientos y de Capacidades Científicas y Tecnológicas", que está orientada a generar conocimientos y capacidades, tanto desde el sector público como del privado, ya que se incluyen programas de formación e incorporación de tecnólogos, técnicos y gestores para el tejido productivo, entre otros.

Los ámbitos contemplados en el cuatrienio 2008-2011 son los mismos contemplados en el Plan Nacional de I+D+i del cuatrienio anterior (2004-2007):

Biomedicina, Tecnologías para la Salud y Bienestar, Biotecnología, Biología Fundamental, Recursos y Tecnologías Agroalimentarias, Ciencias y Tecnologías Medioambientales, Biodiversidad, Ciencias de la Tierra y Cambio Global, Espacio, **Astronomía y Astrofísica**, Física de Partículas, Matemáticas, Física, Energía, Ciencias y Tecnologías Químicas,

"Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile"

Materiales, Diseño y Producción Industrial, Seguridad, Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones, Tecnologías Informáticas, Tecnologías y Servicios de la Sociedad de la Información, Seguridad y Confianza en los Sistemas de Información y Comunicación de la Sociedad de la Información, Medios de Transporte, Construcción, Humanidades, Ciencias Sociales, Económicas y Jurídicas, Tecnologías Turísticas, Nanociencia y Nanotecnología, Deporte y Actividad Física, Fomento de la Igualdad de Oportunidades entre Mujeres y Hombres, Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología y Fomento de la Cultura Científica y Tecnológica.

3.5 LA ASTRONOMÍA CHILENA EN EL MUNDO

Líneas de astronomía desarrolladas en Chile.

El nacimiento y la evolución de las estructuras en el Universo.

Las sub-áreas son:

- Galaxias primordiales
- Clusters de galaxias
- Formación y evolución de agujeros negros
- Núcleos Galácticos Activos

Las preguntas fundamentales de esta área son:

¿Cómo y cuándo se formaron las primeras galaxias?

¿Cuál es la distribución de la materia oscura en los clusters de galaxias?

¿Cómo se formaron los agujeros negros masivos en el centro de las galaxias?

Poblaciones estelares en el Universo local.

Las sub-áreas son:

- Clusters globulares
- Galaxias cercanas
- Vía Láctea

Las preguntas fundamentales de esta área son:

¿Cuál es la naturaleza y distribución de la materia oscura en las galaxias?

¿Cómo se formó y evolucionó la Vía Láctea?

La escala de distancias extragalácticas.

Las sub-áreas son:

- Las Cefeidas
- Largo período de estrellas variables

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Las preguntas fundamentales:

¿Cuáles son las mejores candelas para la determinación de distancias extragalácticas?

Formación de estrellas.

Las sub-áreas son:

- Las maternidades estelares
- Colapso
- Búsqueda de las maternidades de estrellas masivas
- Búsqueda de chorros ionizados hacia objetos protoestelares de gran masa
- Chorros ionizados y maternidad estelar de flujos bipolares Moleculares

La pregunta fundamental es: ¿Dónde y cómo se forman las estrellas?

Planetas extrasolares y enanas marrones.

Las sub-áreas son:

- Planetas extrasolares
- Enanas marrones
- Discos proto-planetarios

La pregunta fundamental es: ¿Qué tipo de planetas se forman alrededor de otras estrellas?

Supernovas y Energía Oscura.

Cuya pregunta fundamental es: ¿Cuál es la naturaleza de la energía oscura?

Otras Tecnologías asociadas desarrolladas en Chile se resumen en:

- **Instrumentación Astronómica:**
 - L. Bronfman (U. de Chile) está a cargo del proyecto “Construcción de un receptor para Banda 1 de ALMA” (31-45 GHz).
 - Creación de un laboratorio de longitud de onda milimétrica. Máquina perforadora de alta precisión y fresadora: KERN CNC (2009) con una precisión de posicionamiento de $\pm 1 \mu\text{m}$.
- **HPC:**
 - A. Clocchiatti (PUC) a cargo de la construcción de un Centro de HPC.
 - Cluster Gerion instalado y funcionando con 64 nodos/128 CPUs Intel Xeon Quad-Core (512 núcleos) y 896 GB de RAM 40 TB en disco.
 - Resultados científicos en simulaciones cosmológicas con alta resolución espacial:
 - Detección de filamentos, clusters y detalles dentro de ellos.
 - Determinación de parámetros cosmológicos.
- **Robotica en Astrofísica:**
 - M. Hamuy (U. de Chile) a cargo del desarrollo de un telescopio robótico para búsqueda SN.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Cada área de investigación en Astronomía tiene diversos problemas que resolver, y para resolver esos problemas en Astroinformática se usan técnicas conocidas en otros ámbitos, pero que se pueden ajustar específicamente para ese problema en particular.

John Hearnshaw (2006) de la Universidad de Canterbury realizó un estudio⁸ sobre cómo el apoyo a la astronomía en los países depende de su economía.

Según el estudio, no parece viable estudiar astronomía a nivel universitario sin contar con los instrumentos necesarios para realizar las investigaciones, por lo que es necesario disponer de cierta infraestructura que posibilite la enseñanza y la investigación, en lo cual Chile supera ampliamente no solo a todos los países de la región, si no que es prácticamente líder a nivel mundial en cuanto a tiempo de observación astronómica se refiere.

De esta forma es fundamental contar con formas de medir las actividades relacionadas con astronomía para tener una idea de si el carácter de líder en tiempo de observación en el mundo guarda alguna relación con la actividad en astronomía.

Existen diversos índices para determinar la actividad astronómica, pero un índice simple para medirla en un país es el basado en el número de miembros de la Unión Astronómica Internacional (UAI)⁹ por millón de habitantes, que es reconocida como la principal organización para los astrónomos profesionales. Chile cuenta en el último registro de la UAI (2010) con 90 miembros, debajo de Argentina que tiene 134 miembros y Brasil con 171.

Del estudio surgen interesantes aspectos al usar estos índices y correlacionar los resultados con el PBN/cápita (Producto Bruto Nacional). El usar esta medida en Chile parece adecuado para corregir el hecho de que muchos astrónomos extranjeros trabajan en el país, dado que esta medida se define como el valor de todos los bienes y servicios producidos por los ciudadanos de un país (residentes y no residentes), pero se excluye a

⁸ <http://www.noticiasdelsol.com/2009/08/como-depende-la-astronomia-de-la.html>

⁹ <http://www.iau.org/>

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

los extranjeros trabajando en el país y se incluye a los nacionales trabajando en el extranjero.

Hearnshaw recolectó datos del año 2006 sobre miembros individuales de UAI, población por país y PBN/cápita. La Figura 1 muestra el resultado. Lo destacable es:

- Los miembros de UAI/millón están principalmente en el rango de 0 a 13;
- Como se esperaba, hay una fuerte correlación entre los miembros UAI/millón y PBN/cápita;
- Estonia tiene la mayoría de astrónomos por millón con una tasa de 17.7, según Hearnshaw una anomalía que surge luego de la separación de la Unión Soviética más que una cuestión educativa especial del gobierno;
- Varios países "saludables" tienen llamativamente pocos astrónomos, especialmente Noruega, Austria, Japón, Taiwán y Corea del Sur.

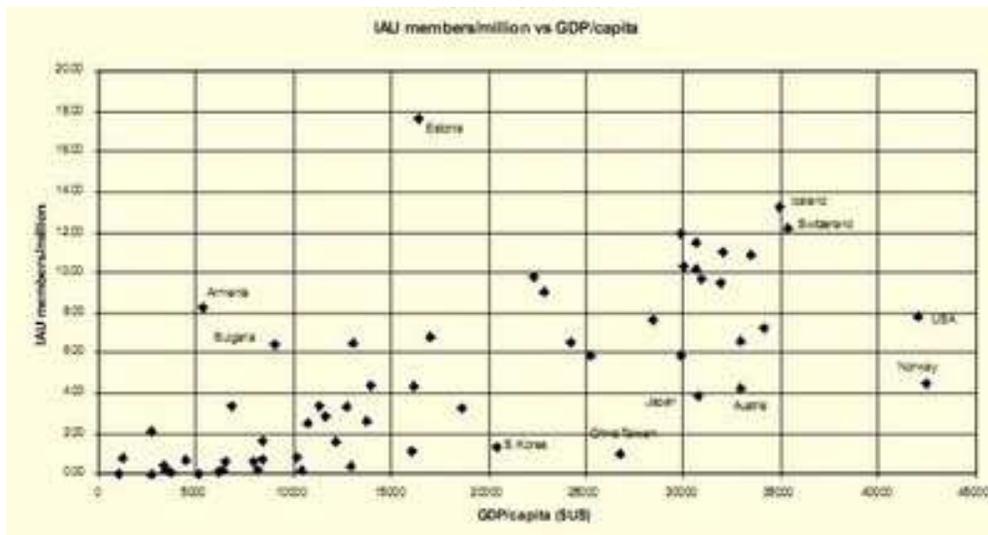


Figura 1: Número de miembros UAI por millón de población contra PBN/cápita para los 62 países miembros de UAI en 2006.

Otro índice para medir la actividad astronómica puede ser la cantidad de artículos científicos de autores que residen en un país, pero las dificultades que surgen son el

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

cómo contar artículos de autores provenientes de varios países (como usualmente es en el ámbito de la astronomía) o cómo contar los artículos si la base de datos a veces omite los datos de afiliación del autor, como es el caso de ADS¹⁰.

El mismo estudio usa los campos de afiliación de la Base de Datos ADS para contar los artículos publicados entre 1976 y 2005 inclusive. Para artículos de varios autores del mismo país, se cuenta una única vez; pero si N autores provienen de N países, el paper se cuenta N veces. Luego encontró N por astrónomo de UAI. Este índice es una medida de la productividad del astrónomo, a pesar del hecho de que un significativo número de astrónomos no son miembros individuales de UAI.

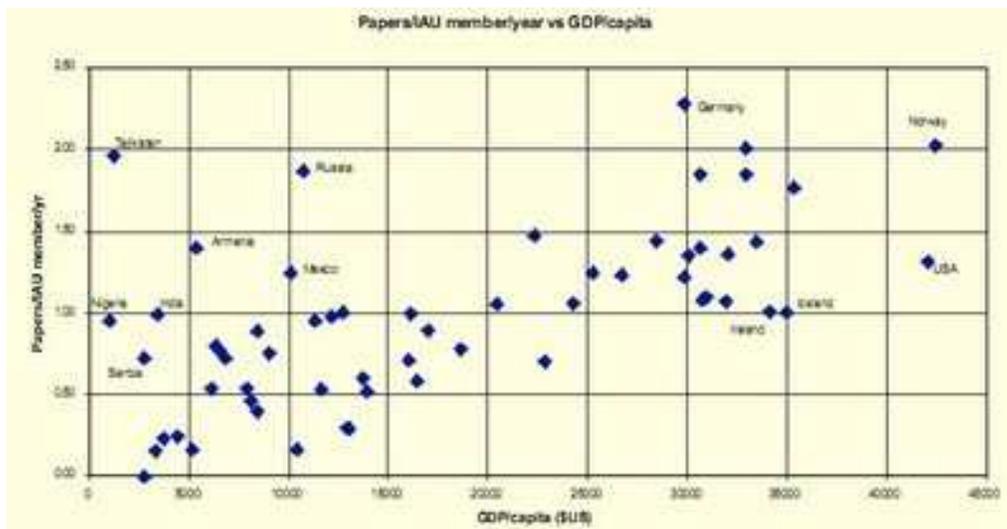


Figura 2: Artículos por astrónomo de UAI por año (promediado sobre 30 años de período) contra PBN/cápita para los 62 países miembros UAI en 2006.

Una vez más, hay una fuerte correlación entre las economías más fuertes que tienen los astrónomos más productivos. El análisis es el siguiente:

¹⁰ <http://adswww.harvard.edu/>

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

- Rusia, Alemania y Noruega tienen los astrónomos más productivos. Alemania está en la cima de la lista con unos 2,3 artículos/miembros UAI/año.
- Tajikistan, con 2 artículos de miembros UAI anuales también es alto, pero no parece confiable ya que surge de sólo 6 astrónomos miembros.
- Noruega con menos astrónomos que otros países, tiene sin embargo una alta productividad.
- Los astrónomos en Irlanda, Islandia y EE.UU aparecen de alguna forma menos productivos en relación con sus economías, por debajo de la tendencia principal.

Hearnshaw deduce de estas correlaciones, que:

- Para promover la astronomía a través del mundo, la mejor manera es tener economías fuertes.
- Desafortunadamente la mayoría de los gobiernos ven la astronomía como cara, no como una prioridad nacional y, más aún, los políticos son generalmente ciegos a los beneficios educativos de promover la ciencia astronómica en sus universidades.
- Quizás merezca otro estudio las implicancias de las variables climatológicas/geográficas. Está claro que no es lo mismo hacer astronomía en las Islas Canarias que en Madrid; o en el desierto de Atacama que en Santiago de Chile. Por lo tanto, si un país no posee áreas en las que sea viable la observación astronómica, o bien que posea pocas áreas en relación a otros países con mayor cantidad de superficie disponible, tenderá a restarle importancia, ergo, fondos, a esta actividad que depende en gran medida de las condiciones apropiadas de observación.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

3.6 ESTUDIO SOBRE ASTRONOMÍA EN LATINOAMÉRICA

Un análisis similar se realizó para América Latina el año 2006, en el que se resume los programas educativos universitarios en diferentes países y se diferencian tres grupos: 1.- con carreras bien desarrolladas, 2.- países que necesitan esfuerzos para consolidar incipientes carreras y 3.- países que necesitarían grandes esfuerzos para desarrollar la educación formal en astronomía.

Chile pertenece al primer grupo junto a Argentina, Brasil, y México, con más de 500 profesionales en astronomía y astrofísica trabajando en sus instituciones.

Al igual que en el estudio anterior, se usa el PNB per cápita y los datos de UAI. Los resultados no difieren del cuadro general presentado anteriormente, con una fuerte relación entre PNB y miembros UAI.

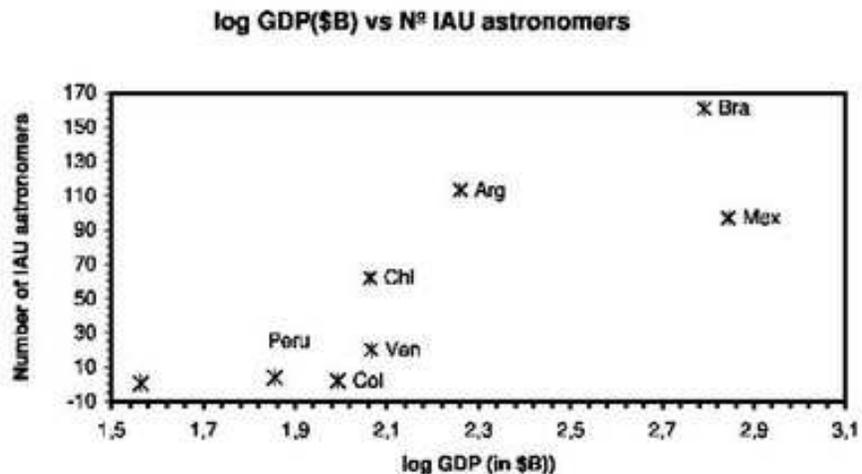


Figura 3: Relación entre el número de miembros UAI y PNB

De la Figura 3 se puede concluir que probablemente México requiere más astrónomos miembros de UAI de acuerdo a su nivel de PNB.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

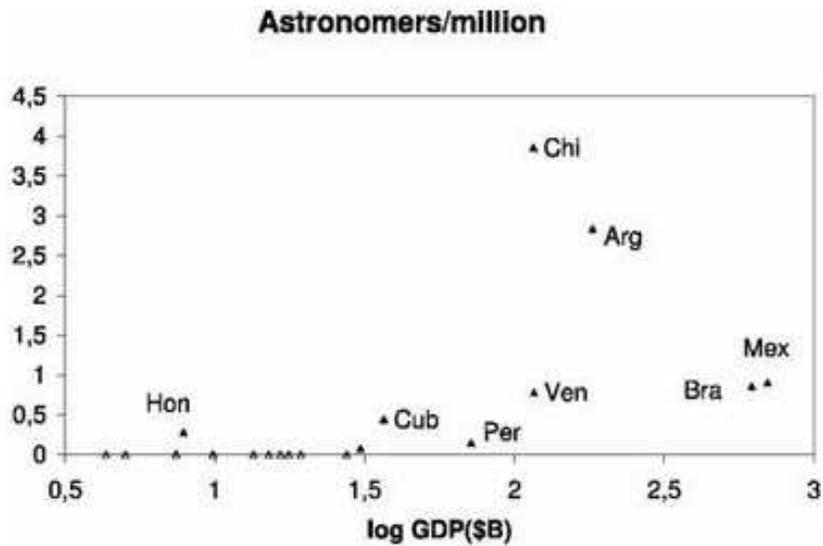


Figura 4: Número de astrónomos UAI por millón de habitantes contra el logaritmo del PBN en mil millones de dólares

Cuando se toma en cuenta la población, se ve en la Figura 4 que Chile y Argentina tienen más astrónomos por millón de habitantes que la tendencia general. En este caso, México y Brasil cuentan con pocos miembros de UAI en relación al gran número de habitantes que tienen.

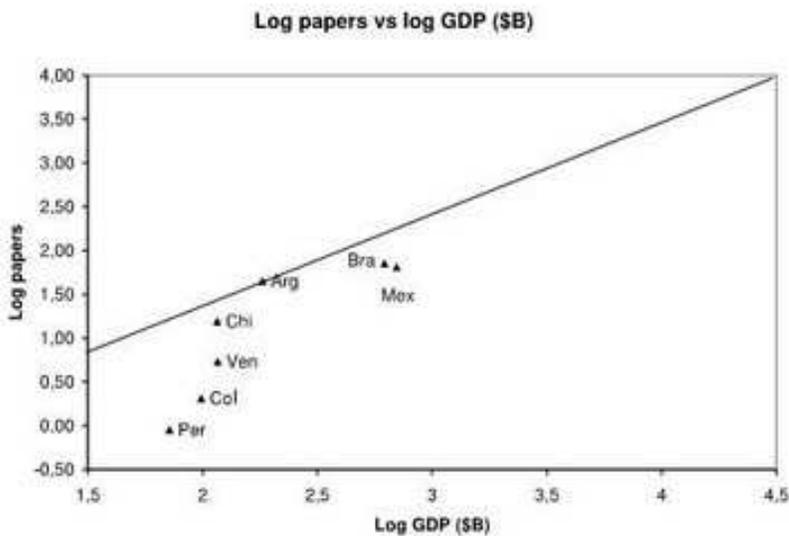


Figura 5: Logaritmo del número de artículos contra el log del PBN

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

En la Figura 5, se observa que hay una fuerte tendencia en el número de artículos. Chile debería incrementar sus artículos para seguir la tendencia de acuerdo a su PBN.

3.7 Astroingeniería

Se define informalmente la **Astroingeniería** como la “*ingeniería de instrumentos astronómicos*”. Los instrumentos astronómicos son de una gran diversidad dependiendo de su función, tales como por ejemplo:

- **Colección de fotones desde fuentes astronómicas:** óptica (sistema de reflexión y refracción): espejos, lentes, paneles reflectores, tecnología de revestimiento y difusión, etc.
- **Detección de fotones:** cámaras CCD (*Charge-Coupled Device*), tecnología de lectura de CCD, fotómetros, detectores de potencia, diodos, sensores de bolómetros, etc.
- **Procesamiento de datos:** imágenes y espectroscopía. Una gran variedad de sistemas complejos mecáno-eléctro-ópticos para procesar la luz detectada, software de procesamiento de datos.
- **Tecnología auxiliar:** crióstatos, sensores (detectores ambientales, de posición y movimiento), sistemas de posicionamiento de espejos opto-mecánicos (sistemas cuadrúpedo, hexápodos, etapas de traducción mecánicas), óptica activa y adaptativa, lasers, etc.

La astronomía óptica y de radio se puede realizar con observatorios terrestres, porque la atmósfera es relativamente transparente a las longitudes de onda a ser detectadas. Los observatorios se encuentran normalmente en elevadas altitudes a fin de minimizar la absorción y la distorsión causada por la atmósfera de la Tierra. Algunas longitudes de onda de luz infrarroja son fuertemente absorbidas por el vapor de agua, por lo que

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

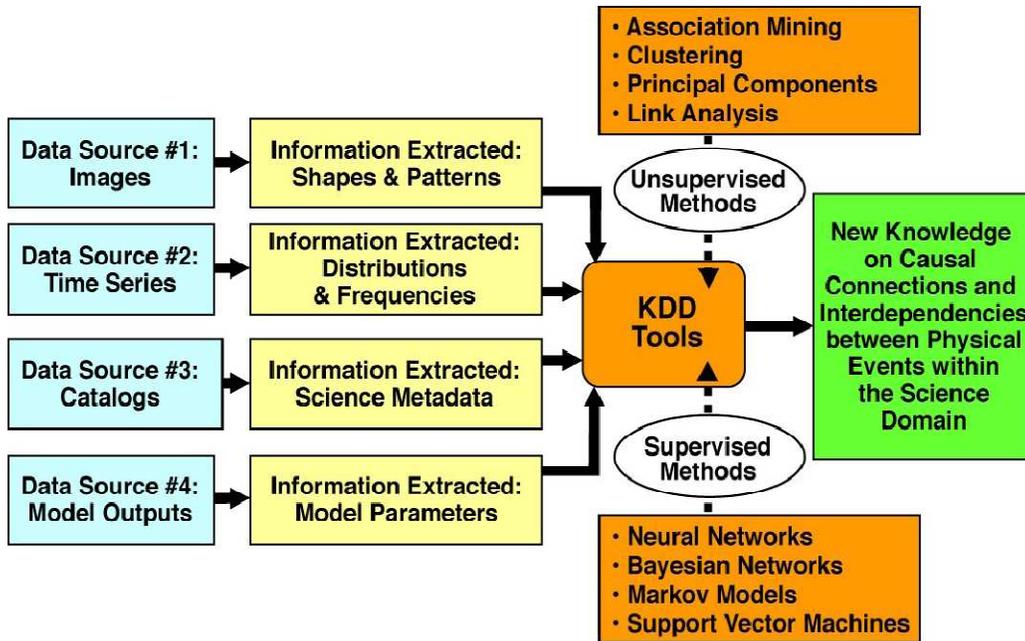
muchos observatorios infrarrojos se encuentran en lugares secos a gran altura, o en el espacio.

La atmósfera es opaca a las longitudes de onda utilizadas por la astronomía de rayos X, la astronomía de rayos gamma, la astronomía UV y (a excepción de algunas "ventanas" de longitudes de onda) la astronomía más allá del infrarrojo, por lo que las observaciones deben ser realizadas en su mayoría desde globos u observatorios espaciales. Los rayos gamma de gran alcance pueden, sin embargo, ser detectados por las grandes lluvias de partículas que producen, y el estudio de los rayos cósmicos es una rama de la astronomía con rápida expansión.

El desarrollo de instrumentos capaces de extender nuestra "vista" en todas las longitudes de onda del espectro electromagnético permite a los científicos saber mucho más sobre la estructura y las dinámicas del universo. La astronomía de múltiples longitudes de onda revela el universo en toda su luz.

En este sentido, **Astroingeniería** tiene relación con el diseño y construcción de los instrumentos anteriormente mencionados, entre los cuales aparece "Procesamiento de datos", que es un área relativamente joven, llamada **Astroinformática**, y se define informalmente como el "*procesamiento de grandes volúmenes de datos astronómicos*".

En la Figura 1, se muestra el esquema de lo que se define como X-Infomática (donde X = Bio, Geo, Astro, etc). En el esquema de la Figura 1, el cuadro denominado **KDD Tools** (*Knowledge Discovery in Databases*) es el que toma la forma de minería de datos (DM: *Data Mining*) y aprendizaje de máquina (ML: *Machine Learning*) para descubrir conocimiento en los grandes volúmenes de datos astronómicos.



Esquema de X-Informática

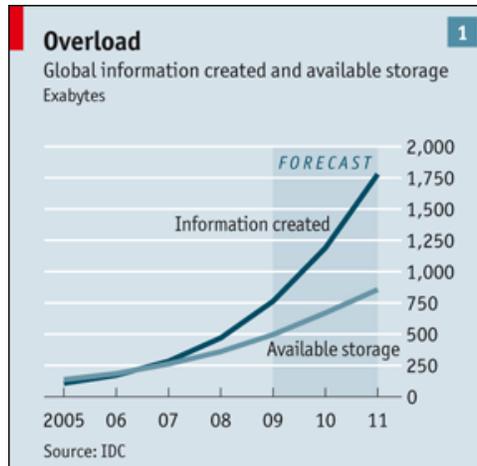
De acuerdo a la conocida Ley de Moore, el poder computacional se duplica cada 18 meses, esto es 100x en 10 años. Sin embargo, el ancho de banda de I/O se incrementa aproximadamente 10% por año, siendo menor que 3x en 10 años.

Por otro lado, los datos se duplican cada año, lo que significa 1000x en 10 años, y 1,000,000x en 20 años.

Un ejemplo es el del *National Center for Supercomputing Applications* (NCSA), que en los primeros 19 años generó 1 **Petabytes (PB)** de datos, al año 20 (el 2007) generó 2 PB, el año 21 (2008) 4 PB, por lo que se proyecta que al 2020 será aproximadamente 20 Exabytes (EB), y en el año 2525 10156 PB.

Este crecimiento en los datos creados trae consigo otro problema presentado en la Figura 2. La capacidad de almacenamiento disponible es menor a la capacidad de almacenamiento requerida para almacenar estos grandes volúmenes de datos creados.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”



Información creada versus Capacidad de almacenamiento.

En la medida que los volúmenes de datos crecen, sobre todo en las ciencias (donde los fondos económicos para financiar la ciencia no son guiados por los volúmenes de datos), se caerá cada vez más lejos de la capacidad de analizar, asimilar, y extraer conocimiento desde las colecciones de datos. La solución a este problema es desarrollar y aplicar algoritmos y métodos más poderosos, novedosos, innovadores, y disruptivos para salvar la situación que se presenta en la Figura 3. El desarrollo de software "innovador" y "disruptivo" no solo debe ser rápido, barato, o hacer lo que le decimos que haga, sino que debe ser capaz de "descubrir" lo inesperado y demostrarlo. Requiere entender lo que sabemos, y cómo aprendemos.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

3.8 Astro-Informática

En REUNA (2011) se indica que los científicos chilenos están apostando por la astroinformática, ya que permite manejar adecuadamente estos grandes volúmenes de datos que se pronostica producir. Se trata de un trabajo inter-disciplinario que permite estudiar las imágenes astronómicas en tiempo real con la ayuda de la computación de alto rendimiento (HPC, *High Performance Computing*).

Cada año, los centros de investigaciones astronómicas demandan un gran número de científicos y especialistas del más alto nivel en la materia, situación que en los últimos años pareciera ir en aumento, al considerar que las mejoras en las herramientas técnicas y metodológicas utilizadas en los estudios del universo han permitido obtener un número significativo de datos cuyo crecimiento exponencial desafía las técnicas de análisis e investigación astronómica.

Bajo este contexto, la astroinformática se impone como una respuesta a las necesidades futuras de la astronomía. Pero qué es la astroinformática? En términos simples corresponde a una disciplina emergente cuyo nacimiento se debe a la gran cantidad de datos provenientes de los nuevos instrumentos utilizados en la investigación astronómica. La astroinformática aspira a desarrollar otra “*expertise*” que permita manejar diferentes ámbitos de la ciencia, e incluye especialidades relacionadas con la organización y descripción de datos, visualización de imágenes, astroestadística, descripción de conceptos astronómicos y su posterior clasificación.

3.8.1 Proyectos en el mundo

Existen diversos proyectos en desarrollo en el mundo. Uno de ellos es *Grid Data Mining for Astronomy* (Grist), el cual busca investigar e implementar métodos para intercomunicar proyectos de astronomía con computación grid (GRIST: *Project Description*, 2004). Entre sus objetivos se encuentran: comprender las arquitecturas orientadas a servicios para aplicaciones grid, minería de datos del estudio *Palomar-Quest* (PQ) para detección de

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

fuentes tenues y proveer el PQ de forma compatible con el *National Virtual Observatory* (NVO).

NVO tiene por objetivo hacer que todos los datos de la astronomía sean accesibles de forma rápida y fácilmente. Este proyecto será como un motor de búsqueda de Internet para los datos de la astronomía, a disposición no sólo de los astrónomos, sino para el público en general. Durante los últimos años, los científicos del proyecto han estado trabajando para desarrollar las normas, para permitir que los datos sean compartidos por todo el mundo, aunque está específicamente orientado a la educación.

Infrastructure for Astrophysics Applications Computing, busca realizar investigación y desarrollo de infraestructura para aplicaciones de física y astronomía usando arquitecturas *multi-core*, lo cual reduce drásticamente la escalabilidad de las soluciones del proyecto, ya que no incluye *cluster*, *grid* o VO.

Enabling Virtual Access to Latin-American Southern Observatories (EVALSO), tiene por objetivo integrar las instalaciones creadas por la comunidad astronómica europea en Chile y crear una infraestructura física para conectar esas instalaciones a Europa, y así obtener un acceso rápido a los datos, presencia virtual y nuevos nodos de observación. Este proyecto se concentra en tres actividades: "*network activities*" (abarca la gestión del proyecto, estudios de mercado y la difusión), actividades de servicios (despliegue de la infraestructura de red necesaria) y actividades conjuntas de investigación. EVALSO usa la infraestructura de REUNA y de RedCLARA y asume el tránsito de los datos por medio de la red federal europea de investigación (ALICE, GEANT y las NRENs europeas). El resultado de EVALSO es el incremento de la velocidad de transferencia de datos a una capacidad total de 10 Gbps, lo cual es un beneficio y una ventaja que se puede aprovechar en todos los proyectos de astronomía.

Con el fin de crear una plataforma basada en Internet para apoyar las investigaciones en astronomía, la red de investigación nacional canadiense, CANARIE junto a CANFAR (Red Avanzada de Canadá para la Investigación Astronómica) están realizando una serie de estudios sobre astroinformática. El proyecto es liderado por la Universidad de Victoria en

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

British Columbia junto con el Centro de datos de Canadá (CADC) y cuenta con la participación de otras 11 universidades de ese país.

Los nuevos proyectos (ALMA, LSST, SKA y E-ELT) que comenzarán a operar durante la segunda mitad de esta década, demandarán una nueva generación de astrónomos capaces de manejar herramientas estadísticas e informáticas mucho más avanzadas para procesar los grandes volúmenes de datos que se obtendrán gracias a estos mega telescopios.

El desafío, entonces, apunta a preparar esta nueva generación de científicos cuya capacidad de trabajo interdisciplinario estaría a la vanguardia en cuanto a su formación profesional. En Chile, ya hay iniciativas en este sentido:

El proyecto “*AURA-CMM Astroinformatics Initiative*” es una iniciativa que cuenta con el apoyo de la asociación norteamericana AURA (*Association of Universities for Research in Astronomy*), operadores en Chile de los observatorios Tololo, Gemini y SOAR.

3.8.2 Grandes Volúmenes de Datos Astronómicos: de Data-Driven a Data-Intensive

La Astronomía ha sido siempre una ciencia dirigida por los datos (*data-driven*). Ahora es una ciencia de datos intensivos, en donde surge la Astroinformática y se hará aún más intensivo en datos en la(s) siguiente(s) década(s).

Algunas preguntas claves de los astrónomos para generar conocimiento con el esquema *data-driven* son:

- ¿Qué es?
- ¿Dónde está?
- ¿Qué causa ese comportamiento?
- ¿Cuándo se formó?
- ¿Cómo se formó?

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

- ¿Por qué hizo esto?
- ¿Quién me dejará usar su telescopio para conseguir más datos?...

Como una solución para evitar tendencias causadas por datos limitados, los astrónomos estudian ahora sistemáticamente el cielo, barriéndolo con estudios llamados **Sky Surveys**, que plantean nuevos desafíos.

Estos **Sky Surveys** son usados para medir y recoger datos de todos los objetos que están contenidos en grandes regiones del cielo, en una manera sistemática, controlada, y repetible. Estos estudios incluyen, entre otros, los siguientes en los que se indica la cantidad de datos capturados, donde se demuestra que pasa de una ciencia *data-driven* hacia una del tipo *data-intensive*:

- *Digitized Palomar Sky Survey (DPSS)*: 3 Terabytes (TB)
- *2-Micron All-Sky Survey (2MASS)*: 10 TB
- *GALEX (ultraviolet all-sky survey)*: 30 TB
- *Sloan Digital Sky Survey (1/4 del cielo)*: 40 TB
- *Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System (Pan—STARRS)*: ¡40 PB!
- El gran *survey* de esta década: *Large Synoptic Survey Telescope (LSST)*: ¡100 PB!
(<http://www.lsst.org>)

Los *drivers* claves de ciencia del LSST para “Trazar un mapa del Universo” son:

- Mapa del Sistema Solar (objetos en movimiento, NEOs, asteroides: censo y seguimiento)
- Naturaleza de la Energía Oscura (supernovas distantes, *lensing* débil, cosmología)
- Transientes Ópticos (de todas las clases, con notificaciones de alertas dentro de 60 segundos)

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

- Estructura Galáctica (movimientos propios, poblaciones estelares, flujos de estrellas)

LSST está planificado para operar entre el 2015 y el 2025 en Cerro Pachón (Chile). Con este telescopio se obtendrá una serie de tiempo de diez años de imágenes del cielo nocturno - mapeando el Universo con unos 100,000 eventos cada noche (<http://www.lsst.org>).

La Estrategia de Observación del LSST es capturar un par de imágenes cada 40 segundos para cada punto en el cielo, luego sigue a través del cielo continuamente cada noche durante 10 años (2015-2025), con el muestreo de dominio del tiempo en intervalos de $\log(\text{tiempo})$ (para capturar el rango dinámico de los transientes).

El arreglo plano focal del LSST es una cámara con 201 CCDs de 4096x4096 pixeles cada una. Esto da origen a 3 Gigapixeles, es decir, 6 GB por imagen, cubriendo 10 grados cuadrados. Esto significa unas 3000 veces el área de una imagen del telescopio espacial Hubble.

Los desafíos de los datos en LSST se pueden resumir en (Borne, 2011):

- Obtener una imagen del cielo de 6 GB en 15 segundos.
- Procesar esa imagen en 5 segundos.
- Obtener y procesar otra imagen co-localizada para la validación de ciencia dentro de unos 20 seg (= 15 segundos la exposición + 5 segundos procesando).
- Procesar las 100 millones de fuentes en cada par de imagen, catalogar todas las fuentes, y generar alarmas por todo el mundo dentro de 60 segundos (p.ej., un asteroide asesino entrante)
- Generar 100,000 alarmas por noche (mensajes de alarmas de eventos VO).
- Obtener 2000 imágenes por noche.
- Producir ~30 TB por noche.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

- Mover diariamente los datos desde Sudamérica hacia EE.UU.
- Repetir esto cada día durante 10 años (2015-2025).
- Proporcionar un acceso rápido a las Bases de Datos (BD) a la comunidad mundial:
 - archivo de imágenes de **60-100 PB**
 - catálogos de BD de **10-20 PB**
- ~2 TB por hora deben ser extraídos en tiempo real.
- Más de 10 mil millones de objetos serán supervisados por variaciones importantes en tiempo real.
- Extracción de conocimiento en tiempo real.

Como parte de la solución al problema de desafío de datos de ciencia del LSST se requiere computación a escala Peta (*Petascale*). El encontrar una solución óptima simultánea para las 100,000,000 formas de objetos a través de 2000 planos de imágenes, cada una de las cuales tiene 201x4096x4096 pixeles, requiere la exorbitante cantidad de ¡10²² operaciones de punto flotante!, dando origen a otros desafíos astronómicos.

Los modelos de computación *Petascale* de los fenómenos astrofísicos permitirá realizar simulaciones numéricas que generarán datos de salida del orden de los PB. En muchos casos, múltiples generaciones de modelos serán simuladas para contrastar los datos obtenidos de los telescopios de observación. Esta correspondencia modelo-a-datos (teoría-a-observación) conduce a la validación del modelo y nuevo entendimiento científico, pero también conduce a enormes desafíos combinatoriales, dado que en la medida que el número de parámetros de entrada y parámetros de salida del modelo continúa creciendo el modelo se refina.

El desafío de computación *Petascale* existe en las áreas de muestreo de Monte Carlo, optimización, la estimación de probabilidad máxima, y la gestión computacional. En la medida que las simulaciones numéricas crecen en tamaño y complejidad, también se

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

busca métodos más rápidos de integración numérica y diferenciación sobre estructuras de datos malladas densamente.

Las áreas de la astronomía en la que se debe investigar durante los próximos 10 años se pueden resumir en:

- Escalabilidad de los algoritmos estadísticos, computacionales y de minería de datos a escalas multi-PB.
- Algoritmos para la optimización de multipunto simultáneo cruzando a través de cubos de datos masivos multidimensionales.
- Métodos jerárquicos multiresolución, multipolo, fractales, y estructuras para la exploración de las representaciones condensadas en BD a escala Peta.
- Analítica *Petascale* para el análisis de datos de exploración visual de BD masivas (incluyendo detección de características, reconocimiento de patrones, análisis de correlación, *clustering*, descomposición, descubrimiento de *eigenvector*, reducción de dimensión, etc).
- Índice y técnicas de memoria asociativa (árboles, grafos, redes) para BD PB altamente dimensionales.
- *Query* rápida y algoritmos de búsqueda para BD PB.

La revolución tecnológica en curso está relacionada principalmente con cómo capturar la complejidad del espacio de parámetro. Longo (2011) indica que la mayor parte de los datos nunca serán vistos por la gente, por lo que existe una necesidad de almacenar datos, disponer de redes de alta velocidad, desarrollar tecnologías relacionadas con BD, normas, etc. De otra forma, la mayor parte del conocimiento ocultado detrás de la complejidad de los datos está potencialmente perdido. En otras palabras, la mayor parte de (si no todas) las relaciones empíricas conocidas hasta ahora dependen de 3 parámetros. (p.ej. el plano fundamental de las galaxias E e incrementos).

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Talvez, una de las aseveraciones más importantes es que la mayor parte de los datos (y constructores de datos) no pueden ser comprendidos directamente por la gente, existiendo entonces la necesidad urgente de minería de datos (DM, *Data Mining*), KDD, tecnologías de comprensión de datos, visualización hiperdimensional, Inteligencia Artificial (IA)/descubrimiento asistido por máquina.

3.8.3 Minería de Datos (DM)/Aprendizaje de Máquina (ML)

Minería de Datos (DM) es la extracción no trivial de información implícita potencialmente útil y previamente desconocida de los datos. Se basa en la exploración y análisis por medios automáticos (p.ej. Aprendizaje de Máquina) o medios semiautomáticos, de grandes cantidades de datos para descubrir patrones significativos.

Aprendizaje de Máquina (ML) tiene como objetivo reproducir algunos comportamientos simples del cerebro humano.

Particularmente, la *Astro-Data Mining* (A-DM) tiene las siguientes características:

- Los datos son complejos: cientos de rasgos (con alta degeneración).
- Los datos son heterogéneos: p.ej. fotometría, espectros, etc.
- Los datos son distribuidos (repositorio de datos en *VO-Virtual Observatory*).
- Una buena metadata es crucial para su comprensión.
- La alta dimensionalidad implica automáticamente el aumento escasez.

En el procesamiento de los datos, los astrónomos requieren considerar errores, tales como:

- Ruido de entrada: propagación de error sobre el parámetro de entrada (Ball et al. 2008)
- Discrepancia del Modelo: modelos diferentes hacen predicciones diferentes (Collister y Lahav, 2004)

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

- Tendencia del Modelo: modelos diferentes son afectados por tendencias diferentes.
- Ruido objetivo: en algunas regiones del espacio de parámetros, los datos pueden representar pobremente la relación entre lo caracterizado y los objetivos (Laurino, 2009).

3.8.4 Computación de Alto Rendimiento

Para entender el rol que juega la Computación de Alto Rendimiento o *High Performance Computing* (HPC) en la astroinformática se debe tener en cuenta que una gran parte de la información que los astrónomos obtienen de sus observaciones son imágenes y el análisis de estas imágenes se realiza utilizando herramientas estadísticas. Para la descarga de estas imágenes, generalmente, los astrónomos utilizan computadores de escritorio. Sin embargo, con esta nueva generación de telescopios se obtendrán mega imágenes, por lo que es urgente contar con tecnología de computación de alto rendimiento para procesar la creciente cantidad de información que se manejará. Esto ocurre no sólo en astronomía sino en muchos ámbitos de la ciencia.

HPC es una disciplina que se dedica a resolver problemas que dada su alta complejidad computacional, así como por la gran abundancia de datos disponibles para ser analizados, no pueden ser resueltos en un computador de escritorio. Para lograr este objetivo la HPC o Computación de Alto Rendimiento se apoya en equipos que poseen una mayor potencia y capacidad de cálculo, ya sea a través de computadores con múltiples CPU's y/o por grandes cantidades de computadores de múltiples CPU's conectados por redes de alta velocidad.

Pero según Igor Chilingarian (2011) en su conferencia ***The true bottleneck of modern scientific computing in astronomy*** (*Astronomical Data Analysis Software and Systems XX*) en Boston, dice que el problema de la Astroinformática no es un problema de infraestructura de hardware. Su argumento es que:

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

*“El poder de la CPU está creciendo exponencialmente en el tiempo siguiendo la ley de Moore. Similar comportamiento muestra la cantidad de datos almacenados por unidad de costo. Sin embargo, en la astronomía nosotros no vemos la avalancha exponencialmente creciente de resultados científicos producidos con este poder computacional. ¿**Dónde está el verdadero cuello de botella de la informática científica?**”*

Su respuesta: **software**.

Su planteamiento es: *"La única solución que prevemos es mejorar el background en Computación/Algoritmos de los estudiantes de ciencias naturales como ya está ocurriendo de hecho en algunas universidades. Cuando el poder de CPU y/o el almacenamiento de datos sean el cuello de botella de la computación científica será el principio de una nueva era científica "exponencial" "*.

El conocimiento astronómico (número de píxeles en el cielo) creció en 22 años duplicando el tiempo durante 400 años después de la invención de los sensores super-humanos, como telescopios, platos grandes, imágenes integradas por tiempo. El repositorio de datos astronómico se duplicó cada 2.25 años durante 40 años. Mientras que la capacidad instrumental para nuevos datos se duplicó cada año durante 30 años.

Se sabe que el universo es contablemente finito (aunque observándolo tomará bastante tiempo). Se requieren 30 PB para caracterizar todas las galaxias fuera del horizonte de tiempo del universo; 200 PB para caracterizar todo el cielo LSST con cobertura de tiempo, lo cual es posible y factible económicamente con los sistemas de almacenamiento de hoy en día.

Una cosa es almacenamiento y otra es el movimiento de los datos (del almacenamiento al procesador, o de sitio a sitio) lo cual será un cuello de botella fundamental previsible en el futuro (LSST, SKA...). Para resolver estos problemas se requiere accesibilidad jerárquica al almacenamiento ("escalonado") (Szalay ...), puede requerirse el movimiento físico de los medios de datos, y las capacidades dependen de nuevas tecnologías de almacenamiento.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

La astronomía ya está inundada de datos: actualmente 1 PB de datos públicos es accesible electrónicamente, y este volumen crece en 0.5 PB por año. La disponibilidad de estos datos ya ha transformado la investigación en la astronomía, y el Instituto de Ciencia de Telescopio Espacial (STScI: *Space Telescope Science Institute*) reporta ahora que más artículos se publican con conjuntos de datos archivados que con conjuntos de datos recién adquiridos (<http://scidb.org>).

Este crecimiento en el tamaño de los datos y el uso esperado se acelerará en los próximos años con los nuevos proyectos como el LSST, ALMA y SKA cuando entren en operación. Estos nuevos proyectos usarán arreglos de telescopios y detectores mucho más grandes o tasas de adquisición de datos mucho más altas que las usadas hoy en día. Las proyecciones indican que hacia 2020, más de 60 PB de datos archivados serán accesibles para los astrónomos (Hanish, 2011).

El tsunami de datos ya está afectando el funcionamiento de repositorios de astronomía y centros de datos (*Data Centers*). Un ejemplo es el Archivo de Ciencia Infrarrojo (IRSA: *Infrared Science Archive*) del Centro de Análisis y Procesamiento Infrarrojo de la NASA (IPAC: *Infrared Processing and Analysis Center*), que archiva y ofrece conjuntos de datos de las misiones infrarrojas de la NASA. Está pasando por un período de crecimiento excepcional en su *holding* de ciencia, porque está asumiendo la responsabilidad de curar los conjuntos de datos liberados por el telescopio espacial *Spitzer* y la misión del *Wide-field Infrared Survey Explorer* (WISE).

El volumen de estos dos conjuntos de datos por separado excede el volumen total de los 35 y más misiones y proyectos ya archivados. La disponibilidad de los datos, juntos con el crecimiento rápido de programa basados en *queries*, han hecho subir el uso del repositorio (lo que se puede probar con el crecimiento anual en el volumen de datos descargado). Se espera que el uso se acelere cuando nuevos conjuntos de datos sean liberados en el repositorio, aunque los tiempos de respuesta a las preguntas ya han sufrido demoras, debido principalmente al crecimiento en las solicitudes de grandes volúmenes de datos.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

La degradación del rendimiento no se puede corregir añadiendo simplemente más infraestructura en la medida que aumenta el uso, tal como es común en plataformas comerciales, porque los repositorios de astronomía generalmente operan con presupuestos limitados que se fijan por varios años. Sin intervención, el acceso actual a los datos y el modelo de computación usado en astronomía, en el que los datos descargados de archivos se analizan en máquinas locales, no servirá más. La misma escala de los conjuntos de datos tales como los descritos anteriormente transformará el diseño y la operación de archivos como lugares que no sólo hacen los datos accesibles a los usuarios, sino que también apoyarán *in situ* el procesamiento de estos datos con software de los usuarios finales: las limitaciones del ancho de banda de las redes advierten no transferir datos a esta escala, y que los *desktops* de los usuarios no tienen generalmente el poder de procesar datos a escala PB.

Además, el descubrimiento de datos, el acceso, y el procesamiento serán posiblemente distribuidos a través de varios archivos, dado que el retorno máximo de ciencia involucrará federaciones de datos de varios repositorios, usualmente sobre un amplio rango de longitudes de onda, y en algunos casos involucrará la comparación con grandes y complejas simulaciones. La gestión del impacto de conjuntos de datos de archivos a escala Peta y la comunidad es reconocido como un tema importante de infraestructura en el informe del *Decadal Survey of Astronomy and Astrophysics (2010)*, realizado por la *National Academy of Sciences* para recomendar prioridades nacionales en astronomía para la década que viene.

La Figura 4 muestra el impacto del crecimiento de retener archivos. En la medida que crece la conservación de archivos, también lo hace la demanda por los datos, por los tipos de *queries* que son más sofisticadas, y por las nuevas áreas de apoyo, tales como el análisis de nuevos conjuntos de datos masivos para entender cómo los objetos astronómicos varían con el tiempo, descrito en el *Decadal Survey (2010)* como "última frontera en la astronomía". Así, el crecimiento en la conservación hace subir los gastos de almacenamiento, como también el costo de procesar y de las BD, y el repositorio debe cargar con todos esos costos. Considerando que los repositorios probablemente operan

"Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile"

con presupuestos ajustados para el futuro proyectado, se debe analizar las estrategias y técnicas para gestionar el tsunami de datos.

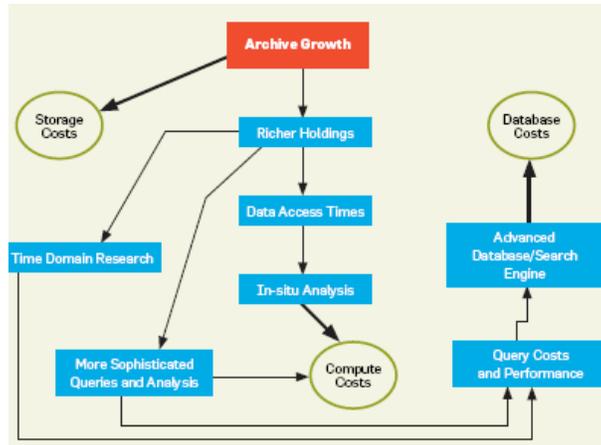


Figura 4: relación del costo de archivar datos y las consultas.

En el workshop sobre “Innovaciones en Astronomía Intensiva en datos” realizado en Green Bank el 2011, los participantes reconocieron que los problemas de gestionar y ofrecer conjuntos de datos masivos requerirá un esfuerzo de la comunidad y una asociación con programas nacionales de ciber-infraestructura. Las soluciones requerirán una rigurosa investigación sobre tecnologías emergentes y esquemas innovadores para descubrir y ofrecer, sobre todo si los repositorios van a seguir funcionando con presupuestos limitados. ¿Cómo pueden los repositorios desarrollar modos nuevos y eficientes de descubrir datos? ¿Cuándo debería, por ejemplo, un repositorio adoptar tecnologías tales como GPUs (*Graphical Processing Units*) o *cloud computing*? Qué clases de tecnologías son necesarias para administrar la distribución de datos en el tiempo, trabajos de computación intensiva para acceder datos, y trabajos de procesamiento de usuario final.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

3.8.5 Innovaciones en Descubrimiento y Ofrecimiento de Datos

La disciplina de astronomía necesita de nuevas técnicas de descubrimiento de datos que respondan al crecimiento esperado en el tamaño de los conjuntos de datos y que apoyen el descubrimiento eficiente de grandes conjuntos de datos a través de archivos distribuidos. Estas técnicas deben apuntar a ofrecer descubrimiento de datos y acceso a los conjuntos de datos de tamaño Peta (por ejemplo, descubrir imágenes sobre muchas longitudes de onda en una tajada grande del cielo como el plano galáctico) previniendo cargas excesivas en los servidores.

El Observatorio Astronómico Virtual (VAO) (<http://us-vao.org>), es parte de un esfuerzo mundial para ofrecer servicios de descubrimiento de datos astronómicos internacionales, explora las técnicas mencionadas anteriormente. Se encuentran desarrollando un esquema de índice basado en *Rtree* que apoya el acceso rápido y escalable a las BD de fuentes astronómicas masivas y conjuntos de datos de imágenes (*Rtree* son estructuras de datos de tipo árbol usadas para indexar información multidimensional. Son usados comúnmente para indexar registros de BD y acelerar los tiempos de acceso).

En la implementación actual, los índices se almacenan fuera de la BD, en archivos mapeados en memoria que residen en un *cluster* Linux dedicado. Este ofrece aceleraciones de hasta 1,000 veces para el *scan* de tablas de BD y se ha implementado en BD que contienen dos mil millones de registros y conjuntos de imágenes de escala TB. Ya se encuentra en operación en el *Spitzer Space Telescope Heritage Archive* y en los servicios de imágenes del VAO y del catálogo de descubrimiento. La extensión de estas técnicas hacia datos de escala Peta es el siguiente paso importante.

Estas soluciones a la medida pueden demostrar mayor utilidad que adaptar un Sistema de Información Geográfico (GIS) caro a la astronomía. Estos sistemas son más complejos que lo necesario en astronomía, donde la esfera celestial es por definición una esfera perfecta y las huellas en el cielo de los instrumentos y conjuntos de datos son generalmente formas geométricas simples.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

3.8.6 Investigaciones de Tecnologías Emergentes

Un número cada vez más creciente de investigadores participa en un esfuerzo concertado y riguroso para entender como los archivos y *Data Centers* pueden aprovechar las nuevas tecnologías para reducir costos computacionales y financieros.

Barsdell et al. (2010) y Fluke et al. (2011) han investigado la aplicabilidad de GPU en astronomía. Las GPU consisten de muchos procesadores de punto flotante que fueron desarrolladas para acelerar la salida de una imagen en un dispositivo de despliegue. Los autores indican que lograr acelerar más de 100 veces como lo prometen los fabricantes se aplica estrictamente a usos gráficos; las GPU apoyan el cálculo de precisión simple más que las precisiones dobles que son más necesarias en astronomía; y su funcionamiento a menudo es limitado por la transferencia de datos hacia y desde la GPU. Ambos estudios indican que aplicaciones del tipo "paralelización de fuerza bruta" tienen mejor rendimiento con mínimo esfuerzo de desarrollo; ellos muestran que el perfil del código ayudará probablemente a la optimización y proporcionan una primera lista de los tipos de aplicaciones astronómicas que pueden beneficiarse de las GPU. Estas aplicaciones incluyen simulaciones de mallas de resolución fija, como también paquetes de aprendizaje de máquina y de visualización de volumen 3D.

Otros investigan cómo explotar el *cloud computing* para astronomía. Las aplicaciones que mejor calzan con nubes comerciales son aquellas que exigen procesamiento intensivo y uso intensivo de memoria, que aprovechan los costos relativamente bajos de procesamiento bajo la estructura actual de cobro (Berriman et al, 2011). Las aplicaciones intensivas en I/O, que en astronomía implican usualmente grandes cantidades de procesamiento de datos de imágenes, son sin embargo poco económicos para correr debido al alto costo de transferencia de datos y almacenamiento. Estas aplicaciones requieren de redes de alto rendimiento y sistemas paralelos de archivos para alcanzar un mejor desempeño.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Bajo la estructura actual de cobro, arrendar espacio de almacenamiento masivo en *Amazon cloud* es más caro que comprarlo. Ninguna de las opciones ofrece una solución al problema fundamental del negocio que es que el costo de almacenamiento escala con el volumen, mientras que el financiamiento no. Cualquier uso de nubes comerciales debería de hacerse después de un estudio cuidadoso de costo-beneficio. Puede ser que las nubes comerciales sean mejores para tareas a corto plazo, como las pruebas de regresión de aplicaciones y manipulación excesiva de la carga del servidor, o a tareas de procesamiento en masa, así como apoyar el procesamiento de usuario final.

La implementación y gestión de nuevas tecnologías siempre tienen un costo de negocio. Canon (2011) proporciona una evaluación realista del impacto de negocio de *cloud computing*. Estudios como estos son necesarios para todas las tecnologías emergentes.

A pesar de los altos costos normalmente asociados con *cloud*, las tecnologías de virtualización usadas en nubes comerciales pueden demostrar ser valiosas cuando son usadas dentro de un *data center*. De hecho, el *Canadian Astronomy Data Center* (CADC) está trasladando su operación completa hacia una nube académica llamada *Canadian Advanced Network for Astronomical Research* (CANFAR), "un sistema operativo para la entrega, procesamiento, almacenamiento, análisis, y distribución de *datasets* astronómicos muy grandes. El objetivo de CANFAR es apoyar grandes proyectos canadienses de astronomía" (Hemsoth, 2011). Según Gaudet (2010), CANFAR es el primer archivo de astronomía que ha emigrado a tecnologías *cloud*. Puede ser considerado un primer modelo del archivo del futuro, y consecuentemente la comunidad debería supervisar su funcionamiento.

SKA rechazó el uso de plataformas de nubes comerciales. En cambio, después de un exitoso experimento de prototipado, propone un diseño basado en tecnología de software de código abierto (OSS, *Open Source Software*) llamado *Nereus V Cloud* (Nereus, 2011), seleccionada por su código base en *Java* y esquemas de seguridad. El banco de pruebas del prototipo usó 200 clientes de la Universidad de Australia Occidental, la Universidad Curtin, e IVEC, con dos servidores desplegados para la administración del dominio *NereusCloud*. Los clientes incluyen máquinas *Mac Minis* y máquinas de escritorio en

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Linux. Cuando esté listo, "*theskynef*", como se lo llama, proporcionará acceso abierto a los conjuntos de datos de SKA para profesionales y ciudadanos como igualmente a científicos (Hutchinson, 2011). El diseño ofrece una alternativa más barata y mucho más verde (en términos ecológicos) que diseños previos que se basan exclusivamente en un *cluster* centralizado de GPU.

Los grandes proyectos de astronomía posicionados hoy en Chile generan grandes volúmenes de datos. Estos datos son del orden de TBs y PB por jornada de observación o año, respectivamente, los cuales deben ser primero transmitidos a través de redes de comunicación de alta velocidad, luego se debe disponer de una alta capacidad de almacenamiento para guardar estos grandes volúmenes de datos, y también disponer de una gran capacidad de procesamiento de alto rendimiento para manipular los datos para las distintas tareas astronómicas.

Uno de los problemas en Chile proviene del hecho de que los datos generados por los observatorios instalados en Chile transmiten este gran volumen de datos hacia los centros de almacenamiento y procesamiento (*data centers*) de los respectivos observatorios distribuidos principalmente en el hemisferio norte (EEUU, Europa y Japón). Estos datos se deben mover todos los días del ciclo de vida de un observatorio (típicamente 10 años), desde Chile hacia los centros del hemisferio norte, exigiendo una gran capacidad de comunicación de datos.

Una situación que no resiste análisis, reconocida por los propios observatorios, es que los astrónomos chilenos al disponer del 10% del tiempo de observación, deban traer estos datos nuevamente de vuelta a Chile utilizando tiempo de comunicación innecesario si estos datos fuesen almacenados localmente. En el caso de ALMA, todos los datos serán de acceso público en forma libre después de un año de haber sido adquiridos por los astrónomos extranjeros, lo que indica que todos los datos capturados podrían potencialmente ser transmitidos de vuelta hacia Chile. Este problema puede superarse si se posee la capacidad de almacenamiento en forma local, permitiendo no sólo evitar pérdidas de tiempo en transmisión innecesaria de datos, sino que ahorrando tiempo al disponer de ellos localmente.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Es importante destacar que las necesidades computacionales que se requieren para el almacenamiento de datos son diferentes a las necesidades computacionales que se requieren para el análisis de grandes volúmenes de datos (capacidad de cómputo). No se obtiene ninguna ventaja si se propone crear un Observatorio Virtual (VO, *Virtual Observatory*) local para almacenar grandes volúmenes de datos, si al mismo tiempo no se propone desarrollar capacidades de exploración de esos datos para primero buscarlos eficientemente, y luego procesarlos localmente.

Lo anterior debe permitir registrar y detectar los cambios significativos o la evolución de ciertos datos, a la vez de poder tener acceso a los datos con posterioridad. De esta forma se puede realizar procesamiento e investigación de forma local, también conocido como procesamiento "*offline*", usando telescopios de rastreo (*survey telescope*, que es el caso de LSST).

Este procedimiento es todo un desafío para Chile, dado que la infraestructura de almacenamiento para grandes volúmenes de datos es un tema de desarrollo incipiente. Por otro lado, se cree además que a nivel mundial sólo los primeros cinco super-computadores del mundo serían capaces de realizar procesamiento de datos de esta magnitud.

Es por lo anteriormente señalado que a medida que los últimos grandes proyectos que se instalan en Chile (como ALMA, E-ELT, GMT y LSST) sean puestos en marcha, requerirán de centros especializados para poder almacenar y procesar la cantidad de datos que obtengan para el cumplimiento de sus objetivos. El proyecto ALMA en particular obtendrá 380 TB al año sólo en los sistemas de *Archive* y *Control*. Por otro lado, la estimación del proyecto LSST es de 30 TB por noche de observación. Por último, se debe hacer minería en tiempo real con datos del orden de 2 TB por hora.

Tomando en cuenta lo anterior, se ha identificado una debilidad como país: Los centros de procesamiento de datos astronómicos aún no se han desarrollado en Chile. Esto significa que la comunidad científica chilena se encuentra frente a una oportunidad única de poder forzar un punto de inflexión en este sentido. El desarrollo de centros de

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

procesamiento de datos astronómicos en Chile permitiría crear una interacción directa entre los observatorios ubicados en el territorio nacional, las universidades locales y centros de investigación emergentes en áreas de procesamiento de datos y astronomía, vinculando así a todos los actores involucrados para poder generar mejores capacidades y tecnologías en Chile.

3.8.7 Infraestructura Computacional

La astronomía tiene que entablar conversación y asociarse con iniciativas de infraestructura cibernéticas nacionales. La mayor parte de la infraestructura para optimizar el *scheduling* de tareas y el rendimiento del *workflow* y apoyar el procesamiento distribuido de los datos es guiado por las necesidades de las aplicaciones de ciencia. De hecho, la comunidad TI ha adoptado el motor de imagen *Montage*¹¹ (<http://montage.ipac.caltech.edu>) para desarrollar la infraestructura (por ejemplo, *schedulers* de tareas en entornos distribuidos y técnicas de optimización de *workflow*). Estos esfuerzos, sin embargo, no han sido formalmente organizados, y esfuerzos futuros bien pueden beneficiarse de ello.

3.8.8 Cambios Educativos.

Un modelo de archivo que incluye el procesamiento de datos en servidores locales a los datos tendrá profundas implicaciones en usuarios finales, que generalmente carecen de las habilidades no sólo para administrar y mantener el software, sino también para

¹¹ **Montage** (nombre completo **Montage Astronomical Image Mosaic Engine**) es una herramienta de software usada en astronomía para ensamblar imágenes astronómicas en formato FITS (*Flexible Image Transport System*) en imágenes compuestas, llamadas mosaicos, que conservan la calibración y fidelidad posicional de la imagen original de entrada.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

desarrollar software sin importar el ambiente que además sea escalable a grandes conjuntos de datos. Merali (2010) muestra casos convincentes de que el auto-aprendizaje en desarrollo de software es la raíz de la causa de este fenómeno. En particular, Chilingarian y Zolotukhin (2010), presentan algunos ejemplos sobre diseño torpe e ineficaz en astronomía.

Una solución sería hacer que la ingeniería de software fuera una parte obligatoria en el postgrado de astronomía, con una demostración de competencia como parte de las exigencias formales para la graduación. Tal como en las clases de instrumentación se prepara a los estudiantes para una carrera en la cual ellos diseñarán experimentos para obtener nuevos datos, entonces la enseñanza en computación debe prepararlos para hacer minería de datos masiva y procesamiento de tareas. El software se ha transformado de hecho en un instrumento científico. La curricula de ingeniería de software debería incluir los principios de requerimientos de software, diseño y mantención (control de versiones, documentación, fundamentos de diseño para pruebas adecuadas); cómo trabaja un computador y qué limita su rendimiento; por lo menos un lenguaje de bajo nivel y un lenguaje de scripting, desarrollo de código portable, técnicas de procesamiento paralelo, principios de BD, y cómo usar plataformas HPC como *clouds*, *clusters*, y *grids*. La enseñanza de técnicas de HPC es particularmente importante, dado que la carga en los servidores debe mantenerse bajo control. Tal curricula colocaría a los astrónomos a desarrollar su propio código escalable y trabajar con los informáticos apoyando las aplicaciones de las nuevas generaciones.

Los diseñadores de planes de estudios pueden aprovechar los métodos de enseñanza existentes. El software *Carpentry* (<http://software-carpentry.org>) es un proyecto OSS que proporciona clases en línea en los fundamentos de ingeniería de software y fomenta a la comunidad de usuario a realizar contribuciones. Loffler et al. (2011) describen una clase de postgrado en HPC en la Universidad del Estado de Louisiana en la cual usan el *TeraGrid* para instruir a los estudiantes en técnicas HPC que luego podrían usar en la investigación cotidiana. Los estudiantes adquieren experiencia al correr códigos de simulación en *TeraGrid*, incluyendo códigos para modelar hoyos negros, predecir los

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

efectos de huracanes, y optimizar la producción de aceite y de gas en depósitos subterráneos.

Pero no sólo será suficiente contar con un computador de alto desempeño sino que además se necesita una infraestructura de red de punta para la transmisión de estos datos, por lo que la Corporación REUNA juega un importante rol en este contexto, debido a que es necesario contar con redes de alta capacidad para acceder a este tipo de infraestructuras de supercomputación promoviendo, así, la conectividad entre la Región Metropolitana y los nodos del norte de Chile.

3.8.9 Observatorio Virtual (VO)

Actualmente para solucionar el problema de procesamiento de datos a gran escala existen soluciones similares, pero orientadas a menores envergaduras, como el *Data-to-Knowledge (D2K)* de *Automated Learning Group*, para la generación del modelo lineal predictivo óptimo. Una de las vetas inexploradas en el procesamiento de datos masivos en Chile es integrar estas soluciones a un observatorio virtual sobre el cual se puedan realizar búsquedas eficientes para posterior procesamiento.

Surgen diversas alternativas para implementar un VO. Una primera opción es considerar la construcción de un lugar físico enfocado sólo a la realización del proyecto, lo que eleva su costo total a un valor difícil de financiar en forma sustentable. Por otro lado, se puede analizar la contratación de servicios de almacenamiento de información tipo *data centers* y contratación de tiempo de cómputo en *clusters* dedicados tipo *cloud computing*, lo que podría ser financiado directamente por los observatorios astronómicos con un costo muy alto según lo presentado anteriormente, que además no tiene beneficios para la comunidad científica chilena.

Por estos motivos, se plantea que la utilización de los recursos de las universidades en forma colaborativa, permite optimizar el uso de los recursos como lo son los *clusters* en el Centro de Astro-ingeniería de la PUC, el del NLHPC del CMM en la U. de Chile, y otros

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

esfuerzos que puedan incorporarse a una solución integrada. Esta colaboración permitirá sentar las bases para desarrollar futuros proyectos a nivel nacional considerando la necesidad de país de fomentar la investigación y desarrollo científico en un área tan prioritaria como lo es la astronomía.

Una línea importante consiste en la creación de VOs soportados sobre tecnologías semánticas. En este sentido, las tecnologías de búsqueda semántica sobre datos de VOs generalmente operan sobre información consolidada sobre ontologías. La representación del conocimiento basada en ontologías permite expresar clases, propiedades, relaciones e instancias de objetos de datos facilitando la interoperabilidad entre fuentes de datos heterogéneas y favoreciendo el desarrollo de herramientas de consulta sobre estos repositorios. Uno de los principales desafíos existentes en esta área consiste en disponer de herramientas de anotación semántica que permitan marcar intencionalmente con *metadata* los datos procedentes de las observaciones. Otro importante problema consiste en proveer de estrategias adecuadas de integración entre fuentes de observación heterogéneas. Finalmente, el desarrollo de herramientas de procesamiento y minería de los datos consolidados es también un aspecto relevante.

El desarrollo de los estándares de VO es coordinado por el IVOA (*International Virtual Observatory Alliance*), organismo que fue formado en junio del 2002 y ahora comprende 16 proyectos de VO. Todos los estándares actuales a nivel internacional respecto a esto se encuentran en la página de IVOA: www.ivoa.net.

Hoy día las tecnologías de la información son indispensables para el procesamiento y el análisis de las imágenes y señales captadas por los instrumentos astronómicos.

Para ello, las políticas y programas en los países europeos, Estados Unidos, Australia, tiene entre sus objetivos el desarrollo de plataformas de alto rendimiento para análisis de datos de gran volumen.

En el desarrollo de software, cobra importancia la minería de datos e inteligencia computacional de mayor performance para la extracción de información a partir de los datos astronómicos.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Los principales tópicos son:

1. Clasificación de objetos:
2. Separación de estrellas y galaxias:
3. Morfología de galaxias:
4. Otras clasificaciones de galaxias:
5. Quásares y núcleos galácticos activos:

Según el estudio del “Estado del Arte Nacional e Internacional en las áreas Clima, Biociencia y Tecnología Grid” realizado en enero de 2010 por la UCN, UFRO y Reuna, otras áreas de interés del uso de computación grid en la UCN se ve en Astronomía, donde se cultiva esta ciencia a través del uso de distintos instrumentos (telescopios) ubicados en Cerro Armazones. La adopción de la grid supondrá la creación de nuevos estándares de interoperación e intercambio de datos de datos astronómicos, la consolidación del concepto de Observatorio Virtual, la integración de modelos astrofísicos y Observatorios Virtuales, la definición de “observación” como servicio de Internet, y la extensión del concepto Internet interplanetario. La grid tendría un gran impacto en las formas de colaboración y de producción científica. Así, permitiría la explotación eficiente de los recursos observacionales existentes, la posibilidad de establecer centros de excelencia en servicios especializados que complementen las funciones y los servicios de los observatorios terrestres y espaciales existentes, coordinados con centros similares en otros países, la definición de líneas de investigación en la “Nueva astronomía”, basada en el análisis masivo de datos e integración de modelos y datos, y el trabajo en redes de investigación con infraestructura común y nuevas formas de compartir conocimiento.

Como parte de la iniciativa de los talleres de e-Ciencia desarrollados por REUNA a partir del año 2006 y las reuniones KAWAX, se trató la necesidad de usar tecnología grid en

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Astronomía, como imperante a corto plazo, para facilitar a los astrónomos hacer ciencia más rápida y de modo más confiable¹².

La conclusión era que con la llegada de nuevos telescopios que generarán masivas cantidades de datos, se demandará un nuevo enfoque para desarrollar ciencia en el área. También está la necesidad de integrar los telescopios creando un VO, lo que le permite al astrónomo tener en su computadora personal el conjunto de datos astronómicos que él desee investigar.

El desarrollo del VO permitirá hacer uso de una gama de nuevas tecnologías de cómputo distribuido que provienen del mundo del grid computing, como se está haciendo en diferentes centros astronómicos en el mundo.

Distintos centros de astronomía en el país, que cuentan con instrumentación idónea (tales como telescopios), ven la necesidad imperiosa de estar al día con la tecnología grid para sostener la docencia y la investigación en esta área de la ciencia, y contribuir al desarrollo de un VO.

3.8.10 Plataforma de alto rendimiento para análisis de datos de gran volumen.

Chile como anfitrión de proyectos líderes mundiales en materia de astronomía, posee un gran número (en aumento) de observatorios que producen diariamente una cantidad exponencial de datos. Si se quisiera procesar estos datos utilizando computadores y plataformas de software tradicionales, el tiempo requerido sería prohibitivo y haría infactible un análisis eficiente y continuo. Esta alta demanda de procesamiento debe ser cubierta con una plataforma distribuida de desarrollo basada en HPC; la carga debe ser distribuida en una gran cantidad de unidades de procesamiento trabajando en paralelo donde cada una procesa una porción de los datos, obteniéndose una mejora sustancial en

¹² http://www.reuna.cl/documentos/DOC2008/KawaxAstronomia_nov2008.pdf

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

el rendimiento que hace factible el análisis de datos de gran volumen, obteniéndose una solución escalable.

La aproximación computacional de hacer uso de HPC y arquitecturas de *cluster* escalables a *grid* se basa en el hecho de que el 84.80% del *top 500* de supercomputadores del mundo posee dichas arquitecturas. Incluso, el estudio presentado por Astronet recomienda hacer uso de estas arquitecturas y paradigmas de computación.

En términos de comunicaciones, ya está establecido el disponer de redes de alta velocidad, del orden de 1 Gbps que permite satisfacer la demanda de transmisión de datos de escala Peta en tiempos razonables. Esta red de comunicación de alta velocidad permite la conexión a redes como CLARA aprovechando las capacidades de cómputo de sus participantes alrededor del mundo. Es importante mencionar que el año 2011 la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) de Chile, anunció que los países pertenecientes a UNASUR construirán un anillo sudamericano de fibra óptica, interconectando a todos los países y favoreciendo así el costo de las conexiones, lo cual permitirá tener un acceso de mayor velocidad a servidores de otros lados de Sudamérica, Estado Unidos y Europa.

Un problema que se genera al tener un gran volumen de datos es cómo buscamos eficientemente en ese mar de datos. Las tecnologías de búsqueda semántica se tornan fundamentales. Entre las tecnologías de búsqueda semántica existentes destacan por ejemplo SSW (*Semantic Sensor Web*), un *framework* que permite marcar semánticamente data satelital. SSW permite realizar anotaciones temporales, espaciales y temáticas basadas en RDF/OWL sobre observaciones de la superficie terrestre. Las anotaciones semánticas se corresponden con ontologías, las cuales facilitan una etapa de razonamiento basado en reglas. El observatorio virtual terrestre (VSTO) sigue una estrategia similar, almacenando los datos de observaciones en correspondencia con una ontología temática OWL-DL. La ontología permite marcar *metadata* específica a dominio de observatorios terrestres y observatorios solares, facilitando el procesamiento de consultas en *SparQL*.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

El problema de integración de fuentes de datos heterogéneas es abordado por ObsDB, un sistema que permite integrar fuentes de observatorios terrestres. Para ello, introduce un modelo semántico que permite representar diversos objetos de datos asociados a observaciones terrestres, los cuales finalmente son almacenados en RDF/OWL, en correspondencia con una ontología. ObsDB luego permite consultar los datos, a través de un sistema de consultas estructuradas. Recientemente, el problema de anotación semántica ha sido abordado por Cao et al., quienes han planteado el problema de anotación semántica como un problema de correspondencia entre un esquema de datos y una ontología. El supuesto básico consiste en que los datos originales consideran un esquema de datos, y luego a través del *mapping* entre este esquema y la ontología es posible marcar con *metadatos* cada objeto observado. Esta estrategia es aplicada a data satelital de observaciones terrestres, permitiendo en una etapa posterior el procesamiento de consultas estructuradas sobre el repositorio de observaciones.

3.8.11 Minería de datos e inteligencia computacional para extracción de información

Para el análisis de grandes volúmenes de datos se requiere el diseño de algoritmos eficientes que sean capaces de extraer información no trivial que reside de manera implícita en los datos. Esta información es de utilidad para la mejora de procesos, lo cual involucra técnicas de predicción, clasificación y segmentación. Las herramientas que se deben desarrollar para la extracción de información se basan principalmente en técnicas de minería de datos e inteligencia artificial capaces de construir procesos que al ser ejecutados sobre una arquitectura computacional de alto desempeño, producen acciones o resultados que maximizan una medida de rendimiento determinada, basándose en los datos percibidos y en el conocimiento almacenado en tal arquitectura. La selección de estas herramientas como parte de la solución se debe a los buenos resultados obtenidos al aplicarlas en distintas áreas para la solución de problemas de gran complejidad, como

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

deducción, razonamiento, aprendizaje, planificación o control de procesos, similares en envergadura y dificultad a los que se deben abarcar en astronomía. Se propone usar técnicas de DM que permitan identificar eventos u objetos de interés en los datos adquiridos. El uso de estas técnicas favorece el registro de datos con información relevante, descartando tempranamente el almacenamiento de datos con información de relevancia marginal. El estado del arte muestra el desarrollo de algunas técnicas con buenos resultados en este sentido. Se debe estudiar el uso de nuevas técnicas de máquinas de aprendizaje y el desarrollo de técnicas específicas para los tipos de datos procesados. Lo anterior permitiría disminuir el volumen de datos a almacenar, disminuyendo el tiempo de procesamiento de estos datos y disminuyendo los requerimientos de espacio necesarios para su almacenamiento.

Por otra parte, varias soluciones para problemas específicos, tales como *clustering* y árboles de decisión entre otros, han sido creadas por astrónomos que utilizan algoritmos de DM. Además, al igual que otras ciencias como la física de alta energía o la medicina, la astronomía ha producido muchos *sets* de datos de gran escala los cuales se trabajan con el enfoque de DM y se han convertido en objetivo de expertos en DM de datos, lo cual ha contribuido en la generación de soluciones. Algunas de estas aplicaciones deben ser transformadas en algoritmos escalables para procesar grandes volúmenes de datos.

Algunas de estas aplicaciones son **la Clasificación de objetos:**

- a) **Separación de estrellas y galaxias:** Algoritmos como Redes Neuronales Artificiales (ANN), árboles de decisión y redes de mapas auto-organizados (SOM).
- b) **Morfología de galaxias:** Las galaxias se pueden encontrar en distintas formas y tamaños. La clasificación de tipos de galaxias más utilizada es la Secuencia Hubble, que las agrupa en categorías. De esta forma se puede entrenar a un algoritmo supervisado para que asigne una categoría a una imagen de la cual se pueden extraer parámetros. En se aplica ANN para predecir la categoría de la galaxia obteniendo una precisión similar a la de un experto humano. SOM y ANN han sido usadas para clasificar galaxias desde las imágenes del telescopio

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Hubble. Un enfoque alternativo ha sido tomado por el proyecto Galaxy Zoo para la clasificación morfológica, empleando *crowdsourcing*: una aplicación se habilitó en internet en la cual el público general puede ver imágenes del *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS) y clasificarlas de acuerdo a un esquema trazado. El proyecto logró en seis meses que más de cien mil personas proporcionaran alrededor de 40 millones de clasificaciones para casi 900 mil galaxias.

- c) **Otras clasificaciones de galaxias:** Siendo la población estelar de una galaxia un factor determinante en las propiedades físicas de éstas, el espectro también se puede utilizar como método de clasificación. Diversos estudios han utilizado directamente el análisis de componente principal (PCA) para clasificación espectral. PCA también es usado en el paso de pre-procesamiento antes de una clasificación espectral usando ANN.
- d) **Quásares y núcleos galácticos activos:** La mayoría de la radiación electromagnética en el Universo proviene de estrellas o de discos crecientes que rodean hoyos negros super-masivos en los núcleos activos de galaxia (AGN). El último fenómeno es importante en el caso de los quásares, donde la luz de la región central puede eclipsar al resto de la galaxia. La selección de quásares y otros AGN desde bases de datos astronómicos es un problema importante y bien conocido, además de ser muy adecuado para la ejecución de minería de datos. Varios grupos han usado ANNs y árboles de decisión (DT) para seleccionar quásares candidatos desde distintos estudios, mostraron que el método DT mejora la fiabilidad de la selección en un 85% comparada con un 60% obtenido con criterios simples. Otros algoritmos utilizados incluyen PCA, máquinas de soporte vectorial (SVM), árboles KD, *clustering*, y estimación de densidad de *kernel*.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

3.9 Desafíos de I+D para los Datos a nivel de Petascale en el LSST

El diseño de la arquitectura de sistema de DM (*Data Management*) es influenciado por la tecnología. Se espera la implementación, comenzando la construcción en 2011-2014 y siguiendo durante el período de *survey* principal hasta 2024. Esta tecnología incluye no sólo componentes más poderosos, sino que arquitecturas de sistema completamente nuevas y tecnologías potencialmente disruptivas. La mayoría de las mejoras de rendimiento computacional no vendrán de los incrementos de velocidad de reloj de CPU como en el pasado, sino de concentraciones más grandes de CPU/núcleos y arquitecturas avanzadas de computación. La tecnología de estado sólido puede cambiar el almacenamiento y el modo que físicamente se organizan los datos. Las fallas de hardware serán rutinarias en el sistema de datos de LSST debido al gran número de CPU y unidades de disco, y la confianza en la conectividad de red de alta velocidad. Esto es un desafío para crear un sistema suficientemente robusto a estas fallas. Se debe predecir suficientemente bien las características de CPU, red, hardware de almacenamiento, y software de sistema para ver si el diseño es apropiado. Más aún, se debe aislar el diseño lo más posible de la dependencia de la plataforma.

3.9.1 Temas de fiabilidad y rendimiento para BD muy grandes

Los productos principales de los datos del LSST de los 20,000 *surveys* de grado cuadrado con 2000 imágenes sobre 10 años por pedazo de cielo están en la forma de tablas de BD relacionales. Estas tablas son muy grandes (50 mil millones de filas en la tabla de Objetos, 600 mil millones de filas en la tabla de Fuentes). Éstas deben ser extendidas, particionadas e indexadas para facilitar el alto rendimiento de *query*, y replicadas a través de múltiples centros. Las *queries* en el dominio del tiempo (Tabla Fuente) será probablemente de igual importancia que aquellas en el dominio espacial. Dado que éstas son tradicionalmente optimizadas por diferentes organizaciones de BD, no es clara la

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

opción que funcionará mejor para LSST. Algunas aplicaciones intensivas involucrarán correlaciones de n puntos de atributos de objetos sobre todos los objetos. Todos estos factores sugieren que el rendimiento y la fiabilidad de la BD son áreas de riesgo.

3.9.2 Evaluación automatizada de calidad de datos eficiente

LSST producirá grandes volúmenes de datos de ciencia. El Sistema de Gestión de Datos (DMS, *Data Management System*) produce productos derivados para uso científico tanto durante la observación (p. ej. alertas como apoyar la imagen y datos de la fuente) y en el reprocesamiento diario y periódico. El reprocesamiento periódico también resulta productos de ciencia liberados. El análisis de los datos nocturnos también proporcionará una percepción de la salud del sistema de telescopio/cámara. Un sistema de evaluación automatizado de calidad de datos se debe desarrollar, de manera tal que sea eficiente en buscar outliers en las imágenes de datos crudos y correlaciones inusuales. Esto involucrará aspectos de aprendizaje de máquina.

3.9.3 Control operacional y supervisión del DMS

El DMS será un sistema distribuido complejo con flujos de datos enormes operando en modalidad 24/7. El DMS debe ser supervisado y controlado continuamente para asegurar el funcionamiento apropiado de todo el hardware computacional, conexiones de red, y software, incluyendo la calidad de datos de los *pipelines* de ciencia. La mayor parte de las tareas de supervisión, y algunas tareas de control, deben ser altamente automatizadas, ya que los volúmenes de datos excluyen el examen humano de todos excepto una pequeña fracción de los datos.

3.9.4 Alcanzar Tasas aceptablemente bajas de alertas de Falsos Transientes

La misión de ciencia coloca una alta demanda sobre la capacidad del LSST a detectar rápidamente y con exactitud y clasificar la variación y objetos transientes y alcanzar una tasa baja de falsa alarma. Considerando el alto volumen de datos producidos por el LSST, el correspondiente gran número de detecciones en cada imagen (hasta un millón de objetos detectados por imagen), así como la probabilidad de clases completamente

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

nuevas de transientes, el LSST no será capaz de confiar en la validación tradicional en que se emplea mucha mano de obra de detecciones, clasificaciones, y alarmas. Para alcanzar los niveles de exactitud requeridos, nuevos algoritmos para la detección y la clasificación se deben crear, así como técnicas innovadoras automatizadas para filtrar y validar alarmas.

3.9.5 Detección eficiente y determinación de órbita para objetos del sistema solar

Una de las misiones de ciencia del LSST es catalogar la población de objetos del sistema solar, con un foco en particular de objetos potencialmente peligrosos. Debido a la profundidad de las imágenes del LSST, aproximadamente 300 objetos del sistema solar por grado cuadrado serán detectados cerca de la eclíptica. La cadencia del LSST sobre el cielo no es optimizada únicamente para rastrear objetos del sistema solar, entonces este enjambre denso de objetos de fuentes fidedignas se debe rastrear con *gaps* considerables en el tiempo. Los algoritmos que deben ser desarrollados deben ser robustos a las posibles malas-asociaciones de detecciones en diferentes épocas, y tener una escalabilidad computacional aceptable.

3.9.6 Alcanzar exactitud fotométrica y precisión requerida

El Documento de Exigencias de Ciencia de LSST (SRD, *Science Requirements Document*) requiere un nivel de exactitud y precisión fotométrica (datos de intensidad) que puede ser difícil de alcanzar sobre el cielo entero, en particular ya que el LSST funcionará con una amplia variedad de vistas, brillo o resplandor del cielo, y extinción atmosférica. Alcanzar estos niveles requiere un procedimiento de calibración probado a fondo y el *pipeline* de procesamiento de imágenes asociado. Además de las exigencias de la fuente de puntos en el SRD, los desplazamientos al rojo fotométricos exactos requieren fotometría de precisión para objetos espacialmente extendidos.

3.9.7 Alcanzar exactitud astrométrica y precisión requerida

El SRD de LSST requiere un nivel de exactitud y precisión astrométrica (posición en el cielo) que es difícil de alcanzar sobre el cielo entero. Alcanzar este rendimiento

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

astrométrico requiere una solución numérica global, del cielo entero, para todas las cantidades astrométricas por cuadro que minimizen una función de costo. Requerirá un trabajo considerable desarrollar una función de costo eficaz.

3.9.8 Alcanzar detección óptima de objetos y medida de forma de las pilas de imágenes

La mayor parte de los objetos que serán usados para la materia oscura y la ciencia de energía son demasiado débiles para ser medidos útilmente en una única exposición de LSST. En cambio, el LSST debe detectar y medir las propiedades de los objetos combinando información de múltiples exposiciones de la misma región del cielo (pilas de imagen). Las medidas de forma de galaxia con lentes débiles son particularmente vulnerables a efectos sistemáticos introducidos por errores en la determinación de la función de punto extendido local (PSF, *Point-Spread Function*), y estos efectos sistemáticos deben ser minimizados. Las exposiciones pueden variar considerablemente en su señal-a-ruido y la calidad PSF, y la definición de cómo combinar óptimamente la información de todos ellos es un problema de investigación. Ver <http://universe.ucdavis.edu/docs/MultiFit-ADASS.pdf> para más información.

3.9.9 Necesidad de desarrollar un enfoque flexible que permita la clasificación sumamente confiable de objetos

La clasificación de objetos astronómicos es importante y difícil. Una amplia variedad de información se debe evaluar para clasificar un objeto en forma confiable. Esto incluye morfología espacial en múltiples colores, fotometría en múltiples colores, comportamiento dependiente del tiempo, y movimiento astrométrico. Más aún, las mejores clasificaciones harán uso de *surveys* en otras regiones de longitud de onda y la información espectral donde esté disponible, no únicamente la información del LSST. La experiencia de muchos *surveys* ha mostrado que ningún algoritmo único puede hacer un buen trabajo sobre todos los objetos. Más bien los buenos algoritmos tienden a ser especialistas, limitados a clases particulares de objetos, p.ej. binarias eclipsantes o supernovas. Un sistema exitoso debe

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

permitir el desarrollo y la incorporación de una amplia variedad de algoritmos de manera flexible.

3.9.10 Resintonía adaptativa del comportamiento del algoritmo

Varios algoritmos claves empleados en los pipelines de aplicación del LSST son complejos, conteniendo muchas decisiones dependientes de los datos y un gran número de parámetros de ajuste que afectan su comportamiento. En la medida que las condiciones de observación cambian, un algoritmo puede comenzar a fallar para un ajuste de parámetros en particular. El volumen extremadamente grande de datos del LSST hace que la intervención humana en tales casos sea impracticable, pero es esencial que los *pipelines* sigan funcionando satisfactoriamente.

3.9.11 Necesidad de verificar la utilidad científica del esquema de BD del LSST y su implementación con queries realistas

El esquema de BD del LSST debe apoyar en forma eficiente las *queries* de los datos que tienen muchas relaciones entre múltiples posiciones en el cielo, épocas de observación, y filtros empleados. Una implementación de alto rendimiento de este esquema tiene muchas complejidades que son abordadas en la arquitectura de BD de escala Peta y tarea de análisis. La prueba definitiva de cuan bien se han realizado estas tareas es haciendo ciencia con la BD. Para hacer esto en forma útil, se debe simular los datos del LSST, usando datos de *surveys* actuales, e involucrando la comunidad científica con colaboraciones de ciencia del LSST.

3.10 Óptica Adaptativa

FUENTE: Observatorio Europeo Austral (ESO)

http://www.eso.org/public/chile/teles-instr/technology/adaptive_optics.html

Mientras la óptica activa asegura que el espejo principal del telescopio mantenga siempre una forma perfecta, la atmósfera de la Tierra es turbulenta aún en las mejores locaciones

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

del mundo para astronomía, incluido Paranal, en Chile, donde está ubicado el Very Large Telescope (VLT) de ESO. Esta turbulencia causa el titilar de las estrellas de una forma que deleita a los poetas pero frustra a los astrónomos, puesto que distorsiona los más finos detalles del cosmos. Observar directamente desde el espacio puede evitar el efecto distorsionador de la atmósfera, pero los altos costos de operar telescopios espaciales comparados a usar instalaciones terrestres limitan el tamaño y alcance de los telescopios que podemos ubicar fuera de la Tierra.

Por lo tanto, los astrónomos se han volcado a un método llamado **óptica adaptativa**. **Sofisticados espejos deformables, controlados computacionalmente, pueden corregir en tiempo real las distorsiones causadas por la turbulencia de la atmósfera terrestre**, logrando que las imágenes obtenidas sean casi tan nítidas como las tomadas en el espacio. La óptica adaptativa permite que el sistema óptico sea corregido posibilitando observar detalles mucho más finos en objetos astronómicos débiles que de otra forma serían invisibles desde la Tierra.

La óptica adaptativa requiere una estrella de referencia medianamente brillante que esté muy cerca del objeto en estudio. Esta estrella de referencia es usada para medir el efecto distorsionador causado por la atmósfera local de modo que el espejo deformable pueda corregirlo. Puesto que estas estrellas no están disponibles en todas partes del cielo nocturno, los astrónomos pueden, en cambio, crear estrellas artificiales al iluminar con un poderoso rayo láser hacia la atmósfera superior de la Tierra. Gracias a las estrellas guías láser casi todo el cielo puede ahora ser observado con óptica adaptativa.

Desde 1989, el Observatorio Europeo Austral (ESO) ha liderado el camino en el desarrollo de la óptica adaptativa y tecnologías de estrellas guías láser. El Laser Guide Star Facility en el VLT fue el primero de su tipo en el hemisferio sur. A medida que han pasado los años, ESO ha colaborado con varios institutos e industrias europeos, manteniéndose como líder mundial en este campo. Por consiguiente, el Observatorio Paranal posee en operación hoy en día la mayor cantidad y más avanzados sistemas de óptica adaptativa.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Las instalaciones de óptica adaptativa de ESO han obtenido resultados científicos sobresalientes. Éstos incluyen las primeras observaciones directas de un planeta extrasolar cerca de una estrella brillante, así como también caracterizaciones claves del agujero negro ubicado en el centro de la Vía Láctea.

La próxima generación de óptica adaptativa está en camino tanto para el VLT como para el European Extremely Large Telescope (E-ELT), gracias al apoyo de los contratos de financiamiento para investigación de la Comisión Europea. Los proyectos previstos para el VLT incluyen el uso de varias estrellas guías láser al mismo tiempo, así como instrumentos de óptica adaptativa avanzada como el buscador de planetas SPHERE. También están en desarrollo sistemas avanzados hechos a la medida para enfrentar el desafío del E-ELT, que tendrá un revolucionario espejo principal de 42 metros de diámetro. El reciente y significativo progreso también ha pavimentado el camino para lograr un campo de visión corregido más amplio, un resultado que tendrá un impacto en el diseño de futuros sistemas de óptica adaptativa para el VLT y E-ELT.

3.11 Casos de Desarrollo de Astroinformática en Chile

ALMA Common Software (ACS) es una plataforma distribuida común para el software de ALMA (Figura 5). ACS puede y está siendo usado en otros sistemas de control y proyectos de software distribuido.

ACS ha sido desarrollado por varias instituciones alrededor del mundo, y el grupo de ALMA-UTFSM es uno de los grupos de apoyo en el desarrollo de ACS.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

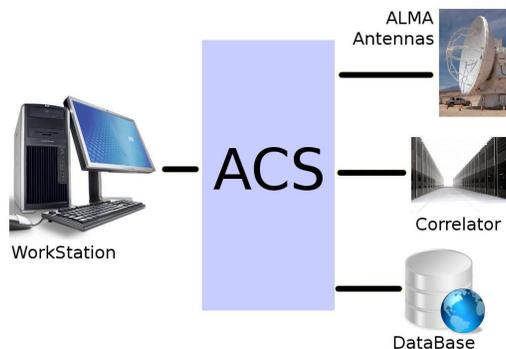


Figura 5: ACS

Los proyectos desarrollados por el grupo de la UTFSM se describen brevemente a continuación.

3.11.1 CONTROL Code Generation Refactoring

Los objetivos de este proyecto apuntan a crear conocimientos para la generación de código y familiarizarse con el subsistema de control y su generador de código. Con esto se mejora el código de control de mantenimiento del generador y se realiza limpieza del código del framework de generación de código y las plantillas (Figura 6). Se genera optimización de código de control común. Con este proyecto se guía el desarrollo futuro y se propone posibilidades de refactorización y trabajo requerido.

La Figura 6 muestra los elementos involucrados en la generación de código.

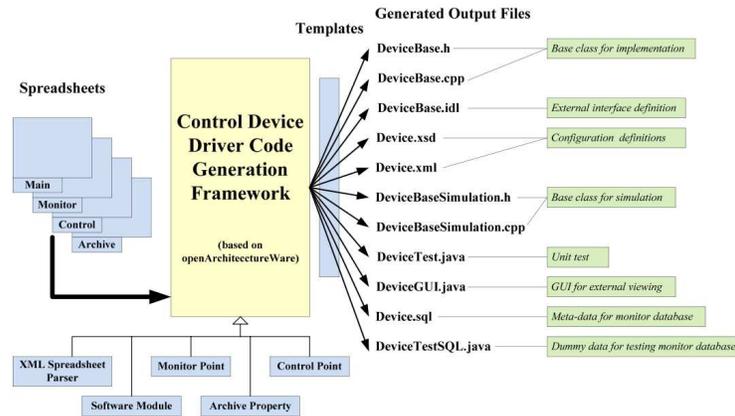


Figura 6: Generación de Código.

3.11.2 DocuShare customization, web spider

El Observatorio Gemini consta de dos telescopios de 8.1m de diámetro situados en Hawái y en Chile. Los telescopios del Observatorio Gemini pueden tener acceso a todo el cielo de manera colectiva. Este telescopio fue construido y es operado por un consorcio de siete países, incluyendo EEUU, Reino Unido, Canadá, Chile, Australia, Brasil y Argentina.

El Grupo de Sistemas de GEMINI es el responsable de dar servicios a los usuarios del observatorio. Uno de los servicios más importantes es el software de gestión de contenidos DocuShare y se utiliza para gestionar toda la información producida en el GEMINI Sur, incluyendo fotos, videos, informes técnicos, artículos científicos, documentos administrativos, etc

Surge entonces la necesidad de migrar todo lo que no sea DocuShare al servidor DocuShare. En este caso se trata de migrar del foro SITESCAPE al servidor de DocuShare, para lo cual se debe descargar todos los archivos de SiteScape con su información (autor, fecha, descripción) y cargar todos con el servidor de DocuShare.

Otro objetivo en este proyecto es personalizar DocuShare, produciendo algunas mejoras en las páginas web de DocuShare que requieren modificar algunos núcleos de DocuShare VDF y los archivos JSP.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

Dado que DocuShare corre bajo Linux y los clientes son Mac, se desarrolló un cliente standalone en Java para descargar y cargar varios documentos al mismo tiempo con facilidad.

3.11.3 ACS Code Generation

Un software moderno comienza con un diseño sólido, pero está sujeto a cambios, por lo que la solución es una programación orientada por modelo, como se muestra en la Figura 7.

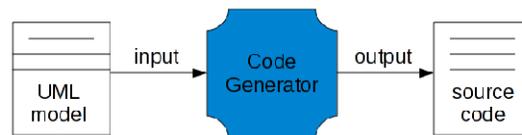


Figura 7: Generador de Código a partir de UML.

El objetivo de este proyecto es generar código fuente basado en el modelo UML, obteniendo un desarrollo de código adaptable y evitando tareas repetitivas. Las tareas desarrolladas pasan por crear modelos UML, desarrollar plantillas para interpretar modelos UML, y generar el código sobre ACS (Figura 8).

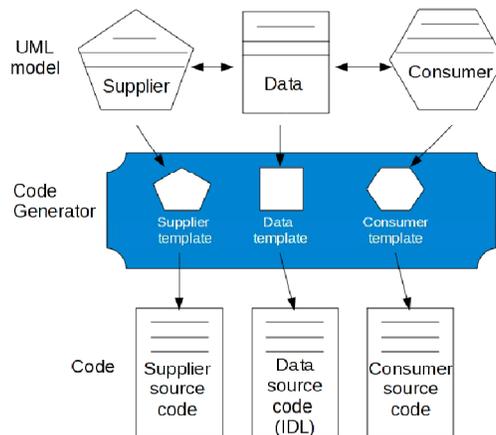


Figura 8: Generador de Código en ACS.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

3.11.4 Software Quality Assurance

El término calidad es fundamental para cualquier tipo de organización. El hecho de encontrar un modelo de calidad adecuado en una organización no es una tarea fácil. La implementación de un modelo de calidad de software para mejorar el desarrollo de software, tiempo y costos.

Así surge este proyecto para "Evaluar el nivel de madurez del software de ALMA", para lo cual se revisan los indicadores existentes para medir la calidad del software. Encontrar cuál de los modelos existentes es el modelo de calidad más adecuado para el área de desarrollo de software del proyecto ALMA, e investigar sobre la situación actual del software de ALMA para mejorar su calidad.

3.11.5 Logging service for ACS based on DDS

Los sistemas construidos correctamente deben registrar el estado (*logs*) y la información de error. El *login* en un escenario con una sesión en un computador único puede ser tan fácil como el uso de instrucciones *fprintf*. Es decir, no hay ningún problema. Pero, en un sistema distribuido se debe proporcionar una forma de centralizar de todos los datos de *loggings*. Servicio de *loggings* en ACS provee una infraestructura en la que cada *log* tiene una prioridad asociada y una marca de tiempo, además permite el filtrado en los diferentes niveles del sistema (aplicaciones, servicios y clientes).

En la actualidad el servicio *loggings* de ACS usa una implementación del servicio de *log* de CORBA Telecom. La característica más relevante utilizada por ACS es la capacidad para el tratamiento de los *logs* como eventos que se distribuyen por la red en un paradigma de publicador-suscriptor (Figura 9).

El Servicio de Distribución de Datos (DDS) ofrece un estándar alternativo para la comunicación editor-suscriptor en sistemas de tiempo real, ofreciendo un mejor rendimiento y procesamiento de mensajes descentralizado.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

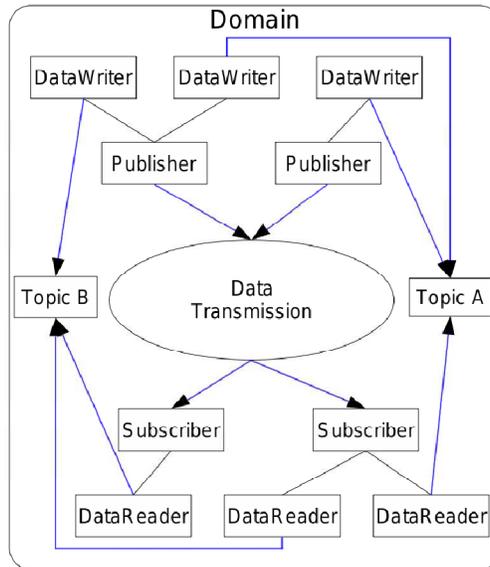


Figura 9: Paradigma publicador-suscriptor.

3.11.6 Array scheduling problem in ALMA

Este proyecto es un intento de modelar los requerimientos actuales de scheduling que están presentes en el scheduler de observación de ALMA. Este observatorio consiste de un grupo de antenas de radiotelescopios que pueden ser agrupadas en hasta 6 arreglos, donde cada arreglo puede tener diferentes configuraciones y su disponibilidad puede cambiar dinámicamente.

Dependiendo de la evaluación científica y el grado de avance del proyecto de observación al cual pertenece un Scheduling Block, se rankea de acuerdo a parámetros internos y externos. Cada tarea de observación requiere conocer además las condiciones climáticas para verificar su factibilidad de observación.

Los objetivos de la implementación de un algoritmo de scheduling son minimizar tiempo ocioso de las antenas, maximizar el número de proyectos ejecutados, optimizar la producción científica (asignando la mayor cantidad de proyectos con mejor evaluación científica), y entregar la factibilidad de las soluciones con al menos 15 min de anticipación.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

3.11.7 Transporter and Antenna Scale Design

En este proyecto se desarrollaron maquetas de Lego de las antenas y los transportadores de antenas, que son capaces de simular los movimientos reales de estos elementos. Este modelo fue desarrollado utilizando el programa Lego Digital Designer.

El objetivo fue desarrollar un manual de instrucciones paso a paso del montaje de la antena con Lego usando el modelo del transportador.

3.11.8 Artificial Intelligence for the Very Large Telescope

Desarrollo de una herramienta basada en Neuro Evolution (usando NEAT) para clasificar un conjunto de FITS como plana o no (Figura 10).

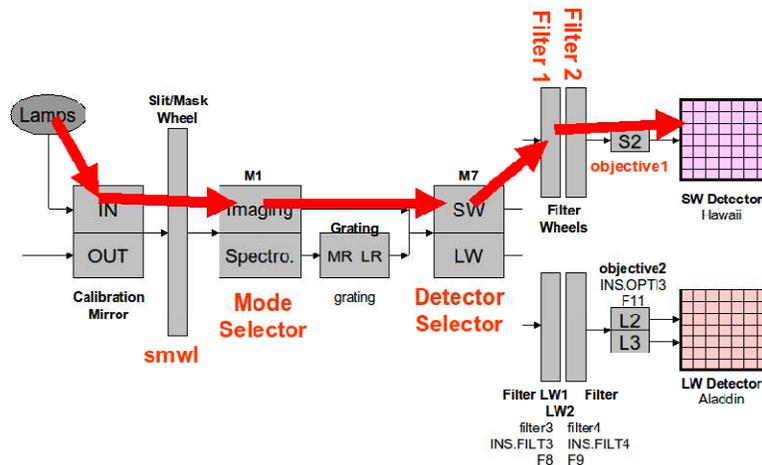


Figura 10: Generador de Código en ACS.

3.11.9 Generic State Machine Engine Project

Un enfoque MDA (*Model Driven Architecture*) para el desarrollo de software es altamente valorado en un proyecto que tiene un gran tamaño, como es el caso de ALMA. Este enfoque permite mantener la columna vertebral en la comunicación del desarrollo, desde el primer diseño, hacia el código finalmente entregado, e incluso más allá, la automatización de la implementación. Esto permite la maximización de los modelos

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”

reutilizables, y aumenta la propagación de la arquitectura y el diseño del proyecto a otros niveles de la línea de desarrollo de software. Hasta el momento, existe uso de estos modelos en el desarrollo de ALMA, pero sólo en las etapas más altas del desarrollo del software. La generación de código permite el uso de modelos para crear rápidamente transformaciones reutilizables que traducen modelos hacia código. El objetivo principal de esta área de investigación es la generación de código de máquinas de estado, lo que permite una creación rápida de aplicaciones funcionales de ALMA, que tiene un comportamiento determinado, todo ello desde un modelo gráfico simple.

3.11.10 Hevelius

BrainStorm a través del producto LegoFarm, entrega un entorno de simulación del movimiento de las antenas del proyecto ALMA a través de kits Lego Mindstorms NXT. Dicho software tiene como objetivo lograr movimientos coordinados de las antenas simuladas. El resultado final de LegoFarm es útil como un ejemplo para los distintos cursos y congresos que están siendo realizados con la idea de enseñar acerca de Sistemas Distribuidos.

Hevelius es un sistema de control de telescopio con interfaz gráfica de usuario, diseñado y desarrollado para operar un telescopio amateur. El objetivo principal de Hevelius es ser una referencia para el control genérico de telescopios. Hevelius fue desarrollado en lenguaje Java, para el framework ACS que garantiza que es un software útil y de calidad.

“Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile”