

## FRACTAL SLNE

# Servicios y Capacidades

Ingeniería para proyectos científicos

Code: N/A

**Issue:** 1.A

**Date:** 19 – Abril - 2021

Pages: 55



## **INDICE**

1.	R	RESU	MEN	6
2.	I	NTRO	ODUCCIÓN	6
	2.1	Dat	tos administrativos de la empresa: Capacidad administrativa	6
	2.2	Nu	estro equipo humano: Capacidad técnica	7
3.	C	CONT	RATOS DE FRACTAL	8
	3.1	Cor	nsultoría y servicios de Gestión e Ingeniería de Sistemas	8
	3.2	Ser	vicios Software en Cliente	12
	3.3	Ser	vicios de soporte científico y servicios de operaciones en Cliente	14
	3.4	Des	sarrollo de instrumentación astronómica	15
	3.5	Des	sarrollo de Software	25
	3.6	Tra	nsferencias de Tecnología	28
			aboración en Proyectos de Investigación y Desarrollo (solo se listan los proy	
4			ICIOS DE FRACTAL	
4.	<b>3</b> 4.1		jetivos estratégicos	
	4.1	•	vicios de FRACTAL	
		.2.1	Realización de proyectos tecnológicos con objetivos científicos	
		.2.2	Servicios de Soporte Científico y de Ingeniería en las instalaciones del Clie	
		.2.3	Consultoría	
	7.	4.2.3		
			3.2 CCDs y Sistemas de Adquisición	
		.2.4	Redes holográficas de Volumen (Volume Phase Holographic Gratings) y p nados	royectos
	4.	.2.5	Ingeniería de Sistemas	34
		4.2.5	5.1 Consultoría de Ingeniería de Sistemas	34
		4.2.5	5.2 Definición del Plan de Ingeniería de Sistemas	35
		4.2.5	5.3 Plan RAMS	35
	4.	.2.6	Desarrollo de Software Científico	37
		4.2.0	5.1 Software de control basado en Beckhoff para CfCs	38
	4.	.2.7	Herramientas de Software para Ingeniería de Sistemas	<i>3</i> 8
	4.	.2.8	Formación especializada	43
	4.	.2.9	Servicios Web y de "hosting" para proyectos científicos	44
	4.	.2.10	Servicio "AstroJobs" de búsqueda de talento para Astronomía	44





## Lista de acrónimos y abreviaturas

AOR Astronomical Observing Request

AT Auxiliary Telescope

CfC Continuous Flow Cryostat

CNIG Centro Nacional de Información Geográfica (National Centre for Geographic

Information)

CS Control Software

CV Curriculum Vitae

DDL Differential Delay Line

ESA European Space Agency

ESAC European Space Astronomy Center

ESO European Southern Observatory /

European Organization for Astronomical Research in the Southern Hemisphere

ESOC European Space Operations Center

GTC Gran Telescopio CANARIAS

HIFI Heterodyne Instrument for the Far Infrared

IA Instituto de Astronomía

IAA Instituto de Astrofísica de Andalucía

IAC Instituto de Astrofísica de Canarias

ISO Infrared Space Observatory

ISS Interferometer Supervisor Software

ITA Instituto Tecnológico de Aragón

IUE Internacional Ultraviolet Explorer

JPL Jet Propulsión Laboratory

MEGARA Multi-Espectrógrafo en GTC de Alta Resolución para Astronomía

OAN Observatorio Astronómico Nacional (National Astronomical Observatory)

OPD Optical Path Difference

PD Preliminary Design

PDR Preliminary Design Review



PPARC Particle Physics and Astronomy Research Council

SOW Statement Of Work

TCS Telescope Control System

UAM Universidad Autónoma de Madrid

UC Universidad de Cantabria

UCM Universidad Complutense de Madrid

ULL Universidad de La Laguna

UNAM Universidad Nacional Autónoma de México

US Universidad de Salamanca

VLT Very Large Telescope

VLTI Very Large Telescope Interferometer

VO Virtual Observatory

WBS Work Breakdown Structure

WP Work Package



## 1. RESUMEN

Este documento presenta la Sociedad Limitada Nueva Empresa denominada GARCIA VARGAS, MARIA LUISA 000852081X S.L.N.E., cuyo nombre comercial es FRACTAL S.L.N.E. Para facilitar la lectura de este documento utilizaremos en la redacción del mismo el nombre comercial. Este documento contiene la presentación de la empresa, la descripción detallada de las actividades y servicios de FRACTAL, la descripción de su equipo de consultores y una lista detallada de contratos ejecutados con las referencias correspondientes.

## 2. INTRODUCCIÓN

FRACTAL SLNE es una empresa privada perteneciente al sector tecnológico que brinda servicios de consultoría en diferentes áreas de ingeniería. FRACTAL se fundó en agosto de 2005, siendo, por tanto, una empresa asentada con casi 15 años de experiencia. Nuestros objetivos principales son: consolidarnos como una empresa especializada en servicios de ingeniería para proyectos científicos, enfocándonos principalmente en los centros de investigación y universidades (que a veces precisan de servicios adicionales específicos de gestión y/o ingeniería), así como colaborar con otras empresas, universidades y centros de investigación en proyectos de I+D para aplicaciones científicas.

### 2.1 Datos administrativos de la empresa: Capacidad administrativa

Nombre comercial de la empresa: FRACTAL SLNE.

Nombre "legal": GARCIA VARGAS, MARIA LUISA 000852081X S.L.N.E.<sup>1</sup>

Código de Identificación Fiscal o NIF: ESB38829107

Dirección y datos de contacto:

C/Tulipán nº 2, portal 13, 1ºA. E-28231 Las Rozas de Madrid. Madrid (España)

Socios de la empresa:

Dr. María Luisa García Vargas (Dr. en Astrofísica). Directora

<sup>1</sup> SLNE es el acrónimo de Sociedad Limitada Nueva Empresa, una forma legal para pequeñas empresas en España promovida por el Ministerio de Industria; el nombre proviene del apellido del primer socio más una combinación alfanumérica obtenida mediante un algoritmo matemático. La empresa está registrada en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 53 Libro 0 Folio 46 Sección: SLNE Hoja: M.1250 Inscripción 3ª el 10/06/2009.



 Pedro Gómez-Cambronero Álvarez (Master en Astrofísica). Responsable del Área de Software.

Los documentos oficiales de constitución de la empresa y demás documentos administrativos están a disposición de nuestros clientes bajo pedido expreso, así como los certificados oficiales actualizados de estar al día con los pagos de la Seguridad Social y el Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas.

## 2.2 Nuestro equipo humano: Capacidad técnica

Nuestra principal área de especialización es el desarrollo de instrumentación y software para la astrofísica profesional.

FRACTAL cuenta, además de con los socios, con la colaboración de un grupo de profesionales autónomos consultores y colaboradores altamente cualificados, todos con formación universitaria en disciplinas científicas y de ingeniería, que conforman un conjunto multidisciplinar con entre 20 y 30 años de experiencia en el desarrollo de instrumentación astronómica de alta precisión, con conocimientos de gran valor en proyectos de ingeniería y, en particular, experiencia en el dominio de control de telescopios y en el diseño, desarrollo, pruebas y explotación de instrumentos científicos, operados desde Tierra y Espacio, así como en el desarrollo de software comúnmente utilizado en estos entornos, y en proyectos científicos en realidad.

En particular, la experiencia de nuestros socios y colaboradores proviene principalmente de estas tres ramas específicas: (1) Instrumentación astronómica (que incluye Óptica, Mecánica, Electrónica, Detectores, Criogenia, etc.); (2) Control y desarrollo de software (control en tiempo real, incluido software astronómico para operaciones de telescopios, bucles ópticos activos, control de mecanismos, bases de datos y gestión y procesamiento de datos) y (3) Gestión de Proyectos e Ingeniería de sistemas.

Gran parte del equipo y colaboradores de FRACTAL son profesionales que trabajaron en la empresa GRANTECAN, desarrollando el proyecto del telescopio GTC de 10 m. La Directora General de FRACTAL fue durante más de nueve años la responsable del Grupo de Instrumentación en la Oficina de Proyectos de GTC. Nuestros consultores también han trabajado en la operación de diversas instalaciones científicas (en particular misiones de la ESA, como ISO, e IUE) y en el desarrollo de software científico altamente especializado. En el área de prestación de servicios del software, los consultores de FRACTAL han desarrollado software científico en las siguientes áreas: programación y planificación de misiones en operación (mission planning), desarrollo de bases de datos científicos resultados de la explotación de las misiones, análisis de sistemas y desarrollo de software para observatorios científicos, servicios de operaciones científicas para misiones de la ESA, análisis y reducción de datos tanto en tiempo real como en cadenas de procesado de datos (data analysis y pipelines) y algoritmos automáticos y con supervisión de control de calidad, distribución y soporte a los usuarios de la comunidad



astronómica internacional. Además, parte de los consultores de FRACTAL, incluida su directora, han trabajado como astrónomos soporte de misiones de la ESA durante su operación.

Esta experiencia tan especializada nos ha permitido participar en el desarrollo de los grandes proyectos actuales de la astrofísica global, como la instrumentación para el telescopio de 10m GTC, el telescopio de 6.5m de San Pedro Mártir en México, el telescopio HEXA de 6.5m en CAHA, los instrumentos MEGARA para GTC, CARMENES para Calar Alto, o SCORPIO para los observatorios Norte y Sur de Gemini.

Los CV de nuestros socios y colaboradores están a disposición de nuestros clientes bajo petición expresa, respetando la legislación actual de Protección de Datos.

En el siguiente apartado se incluye una lista detallada de los contratos relevantes realizados como empresa, incluyendo algunas personas de referencia que pueden avalar la idoneidad técnica de la empresa FRACTAL para acometer servicios científicos y de ingeniería. No se han incluido todos los contratos de la empresa, únicamente los más significativos.

#### 3. CONTRATOS DE FRACTAL

#### 3.1 Consultoría y servicios de Gestión e Ingeniería de Sistemas

## [1] Servicios de Gestión e Ingeniería de Sistemas para TARSIS

Cliente: Observatorio de Calar Alto, CAHA

**Descripción**: Servicios de Gestión e Ingeniería de Sistemas para el instrumento TARSIS, espectrógrafo para el telescopio de 3.5m en el Observatorio CAHA. TARSIS está en la fase de Estudio de Viabilidad.

#### Referencia:

- Dr. Jesús Aceituno (aceitun@caha.es), Director de CAHA
- Dr Armando Gil de Paz, (<u>agil@fis.ucm.es</u>), co-PI (co-Investigador Principal) de TARSIS. Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica & Instituto de Física de Partículas y del Cosmos, IPARCOS, Universidad Complutense de Madrid.
- Dr Jorge Iglesias, (jiglesia@iaa.es), co-PI (co-Investigador Principal) de TARSIS, IAA-CSIC.

Contrato en progreso hasta abril 2021.

#### [2] Servicios de Gestión e Ingeniería de Sistemas para MEGARA

Cliente: UCM (Universidad Complutense de Madrid)

**Descripción**: Servicios de Gestión e Ingeniería de Sistemas para el instrumento MEGARA (instrumento de Unidad de Campo Integral para el telescopio de 10m de



GTC) a lo largo de toda la vida del instrumento [2010-2017], de acuerdo a los requerimientos del Cliente, las restricciones de las interfases impuestas por GTC y los requisitos científicos y de gestión provenientes de los diferentes socios científicos del proyecto: UCM, INAOE (México), UPM e IAA. Los consultores de FRACTAL María Luisa García Vargas y Ana Pérez Calpena han sido la Gestora y la Ingeniera de Sistemas del proyecto MEGARA. MEGARA fue puesto en marcha en el verano de 2017 y está en operación desde julio de 2018.

**Referencia**: Dr. Armando Gil de Paz, (<u>agil@fis.ucm.es</u>). Investigador Principal del proyecto MEGARA, Departamento de Astrofísica de la Universidad Complutense de Madrid.

[3] Servicios de Gestión e Ingeniería de Sistemas para el proyecto CARMENES en CAHA

#### **Clientes:**

LWS (Landessternwarte Königstuhl-ZAH (Heidelberg, Germany)

IAA (Instituto de Astrofísica de Andalucía, Granada, Spain)

#### **Observatorio CAHA**

**Descripción**: Servicios de Gestión e Ingeniería de Sistemas para el instrumento CARMENES, a espectrógrafo echelle de doble brazo para el telescopio de 3.5m CAHA. Los consultores de FRACTAL María Luisa García Vargas y Ana Pérez Calpena han sido la Gestora y la Ingeniera de Sistemas del proyecto CARMENES.

#### Referencias:

Dr. Andreas Quirrenbach (aquirren@lsw.uni-heidelberg.de)

Dr. Pedro J. Amado González, (pja@iaa.es), Investigador Principal (IP) y co-IP del Proyecto CARMENES.

Dr. Jesús Aceituno (aceitun@caha.es), Director de CAHA y sus dos directores previos Dr. David Barrado and Dr. José María Quintana.

[4] Gestión y Plan de Ingeniería de Sistemas para el diseño y construcción del Telescopio de 6.5m de San Pedro Mártir (2015 – 2019)

**Cliente**: **IA-UNAM** (Instituto de Astronomía. Universidad Nacional Autónoma de México)

**Descripción**: Servicios de Gestión e Ingeniería de Sistemas para el telescopio de 6.5m de apertura en San Pedro Mártir, siendo los consultores de FRACTAL María Luisa



García Vargas y Ana Pérez Calpena la Gestora y la Ingeniera de Jefe de Sistemas, respectivamente, y María Peñataro la Ingeniera de Configuración. El trabajo implica la comunicación con los diferentes socios del Proyecto (IA-UNAM, University of Arizona (Steward Observatory, INAOE y Smithsonian Astronomical Observatory, Center for Astronomy, Harvard (SAO, CfA) y la participación de las empresas (M3 Engineering) y Centros tecnológicos (CIDESI).

#### Referencias:

Dr. William Lee wlee@astro.unam.mx

Coordinador de Investigación Científica UNAM y

**Director TSPM** 

Dr. J. Jesús González <u>jesus@astro.unam.mx</u> Director IA-UNAM

[5] Gestión y Plan de Ingeniería de Sistemas para el diseño y construcción del Telescopio de 6.5m de San Pedro Mártir (2014 – 2015)

**Cliente**: **IA-UNAM** (Instituto de Astronomía. Universidad Nacional Autónoma de México)

**Descripción**: Servicios de Gestión e Ingeniería de Sistemas para el telescopio de 6.5m de apertura en San Pedro Mártir. Nuestros servicios incluyeron también la producción de requerimientos, especificaciones y documentos de control de interfases.

#### **Referencias:**

M.I. Beatriz Sánchez y Sánchez beatriz@astro.unam.mx

Dr. William Lee <u>wlee@astro.unam.mx</u> Coordinador de Investigación Científica UNAM y Director TSPM

Dr. J. Jesús González jesus@astro.unam.mx Director IA-UNAM

[6] Gestión y Plan de Ingeniería de Sistemas para el diseño y construcción de dos telescopios gemelos de 6.5m en San Pedro Mártir (proyecto previo, 2007)

**Cliente**: **IA-UNAM** (Instituto de Astronomía. Universidad Nacional Autónoma de México)

**Descripción**: Plan de Gestión de acuerdo a los requisitos y restricciones del Cliente, para producir una distribución justa, retorno industrial y reparto de tareas y responsabilidades y tareas entre los socios. Realizamos la definición y organización de los paquetes de trabajo, descripción de las tareas organizativas del Proyecto, establecimiento del cronograma de proyecto y sus hitos, dimo estimaciones coste y flujo de caja, y se debatió sobre el retorno industrial y otros asuntos relativos a los socios.



Tuvimos varios contratos desde el principio de la propuesta. Las referencias para los contratos de gestión fueron:

#### **Referencias:**

Dr José Franco, (pepe@astroscu.unam.mx) Ex - Director del Departamento de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Dr. William Lee <u>wlee@astro.unam.mx</u> Coordinador de Investigación Científica UNAM y Director TSPM

Dr. J. Jesús González jesus@astro.unam.mx Director IA-UNAM

## [7] Consultoría para el estudio de mercado de VIA-SKA

Cliente: IAA

**Referencia**: Dr. Lourdes Verdes-Montenegro (<u>lourdes@iaa.es</u>), investigadora del IAA, responsable SKA

**Descripción**: Servicios de consultoría para estudiar la viabilidad de la participación industrial española en el proyecto "Square Kilometer Array" (SKA). Este trabajo es parte de las acciones llevadas a cabo por el proyecto VIA-SKA, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) e incluye investigadores e ingenieros del Instituto Geográfico Nacional, Universidad de Granada, Universidad de Barcelona, Universidad Carlos III, Instituto de Física de Cantabria / Universidad de Cantabria, Universidad de Valencia, Centro de Astrobiología e Instituto Astrofísico de Canarias.

## [8] Plan de Seguridad y Mantenimiento para el LST del proyecto CTA

Cliente: UCM (Departamento de Altas Energías)

Referencia: Dr. José Miguel Miranda miranda@fis.ucm.es

**Descripción**: Desarrollo de un Plan de Seguridad y un Plan de Mantenimiento para el LST del Proyecto CTA, el mayor array de telescopios de radiación Cherenkov en construcción en la actualidad.

## [9] Gestión y Plan de ingeniería de Sistemas para el telescopio de 6.5m HEXA en CAHA

Cliente: CAHA

Referencia: Dr. David Barrado, (barrado@caha.es), ex-Director de CAHA

**Descripción**: Servicios de Gestión e Ingeniería de Sistemas para el desarrollo del telescopio de 6.5m HEXA y su instrumentación, para el Observatorio de CAHA.



[10] Servicios de Gestión para el paquete de documentación del PDR. Proyecto Dos Torres.

Cliente: INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial)

#### Referencia:

Dr. Héctor Guerrero Padrón, (<u>guerreroph@inta.es</u>). Departamento de Instrumentación. Laboratorio de optoelectrónica. Programas Espaciales y Ciencia Espacial, INTA.

**Descripción**: Servicios de soporte de gestión al INTA en el marco de la preparación del paquete de documentación del diseño preliminar para el proyecto Dos Torres, para SEOSAT Ingenio.

## 3.2 Servicios Software en Cliente

[11] Desarrollo de Software para el software de planificación de la misión EUCLID.

Cliente: Telespazio for ESA (European Space Agency)

Service Contract No. TVUK/AG/17/02052 (01Jul2017 – 30Jun2021)

Referencia: Anna Corlyon (Anna.Corlyon@telespazio.com)

**Descripción**: FRACTAL está trabajando en las oficinas del Cliente en ESAC (Madrid) para desarrollar el sistema de software de planificación de la misión EUCLID-ESA.

FRACTAL participa en el contrato marco de la ESA para servicios de Software y Científicos como subcontratista de la empresa Telespazio-Vega.

[12] Desarrollo de Software de reducción de datos (pipelines) de los instrumentos del VLT.

Cliente: European Southern Observatory, ESO

Service Contract No. 20147/ESO/08/18366/GWIE

**Referencias**: Gerd Wieland (gwieland@eso.org) y Pascal Ballester (pballest@eso.org)

Director del Departamento de Compras y Contratación y Director del Departamento de *Pipelines*.

**Descripción**: Un consultor trabajó en las oficinas del Cliente en Garching (Munich) durante 2 años (abril 2008 – abril 2010) para desarrollar un software a medida de reducción y análisis de datos tomados con los instrumentos de los telescopios VLT (4 telescopios de 8m de diámetro ubicados en Cerro Paranal, Chile). Entre sus tareas, ha



contribuido al desarrollo del sistema de reducción de datos de los instrumentos HAWK-I y SINFONI.

[13] Preparación de los procedimientos de reducción de datos para el software de reducción de datos (*pipelines*) del VLT de la ESO, y la implementación de estas partes en ANSI-C con la biblioteca ESO-CPL

Cliente: European Southern Observatory, ESO

Service Contract No. 32518/ESO/10/32982/YWE

#### Referencia:

Pascal Ballester (pballest@eso.org). Director del Departamento de Análisis de Datos

**Descripción:** Un consultor trabajó en las oficinas del Cliente en Garching (Munich) durante 2 años (abril 2010 – abril 2012) para desarrollar un software a medida para *pipelines* del VLT de ESO.

[14] Consultoría de Software para el desarrollo de una base de datos astronómicos para almacenar y manejar los datos de la misión HIFI/Herschel (ESA)

Cliente: Centro Nacional de Información Geográfica, CNIG

#### Referencia:

Dr. Pere Planesas (<u>p.planesas@oan.es</u>), actualmente jubilado. Investigador del CNIG y responsable de contratos.

**Descripción**: Un consultor trabajó en Cliente durante 1,5 años para desarrollar aplicaciones personalizadas para administrar una base de datos de productos finales resultantes de observaciones científicas astronómicas. La base de datos (en MySQL) es administrada por una aplicación Java local. Los usuarios (con diferentes perfiles) pueden conectarse a esta base de datos a través de Internet. Desde Internet, un usuario puede interactuar con la base de datos de acuerdo con sus permisos y con una herramienta básica para un análisis rápido de las imágenes calibradas y los espectros. Las principales funcionalidades son la gestión de:

- Herschel/HIFI (espectros) Data Catálogo de fuentes de radio (de SIMBAD)
- Catálogo de líneas espectrales (del JPL Molecular Spectroscopy).
- Gestión de grupos y usuarios
- Permisos de acuerdo con la política de propiedad de datos

A través de Internet será posible:



- Hacer consultas a la base de datos
- Muchos criterios de búsqueda disponibles
- Visualizar y / o descargue los espectros (con los permisos adecuados)
- El applet para los espectros calibrados permite suavizado/cambio de unidad/zoom
- [15] Consultoría de Software (tiempo parcial) para el Desarrollo y mantenimiento de una base de datos astronómicos y otras instalaciones de software para el HIFI/Herschel (ESA)

Cliente: Instituto Geográfico Nacional / Observatorio Astronómico Nacional. OAN

**Referencia:** Dr. Valentín Bujarrabal (<u>v.bujarrabal@oan.es</u>), Investigador del OAN y responsable de contratos.

**Descripción**: Un consultor trabajó en Cliente durante 2 años (julio de 2008 – junio de 2010) para desarrollar aplicaciones personalizadas para administrar una base de datos de productos finales resultantes de observaciones científicas astronómicas y otros desarrollos de software e instalaciones relacionadas con el proyecto HIFI / Herschel.

- 3.3 Servicios de soporte científico y servicios de operaciones en Cliente
- [16] Apoyo astronómico para el Observatorio Astronómico Nacional de España (Radioastronomía) en el desarrollo de una plataforma de apoyo al usuario para el instrumento HIFI (misión Herschel, ESA).

Cliente: Centro Nacional de Información Geográfica, CNIG

**Referencia**: Dr. Pere Planesas (p.planesas@oan.es), actualmente jubilado.

Investigador del CNIG y responsable de contratos.

[17] Apoyo operativo previo al lanzamiento del Observatorio Astronómico Nacional de España (Radioastronomía) para el instrumento HIFI (misión Herschel, ESA).

Cliente: Centro Nacional de Información Geográfica, CNIG

**Referencia**: Dr. Pere Planesas (<u>p.planesas@oan.es</u>), actualmente jubilado. Investigador del CNIG y responsable de contratos.

**Descripción**: Los dos contratos previos para operaciones científicas implicaban que dos personas estuvieran trabajando en las oficinas del Cliente para desarrollar el alcance del contrato acordado. En particular, tenían las siguientes tareas asociadas de apoyo a los



usuarios otorgados con el "Programa de clave de tiempo garantizado" del OAN para HIFI:

#### Tareas científicas

- Simulaciones
- Reducción de datos
- Propuesta de entrega de observaciones milimétricas desde el suelo.

## Tareas de Soporte

- Instalación y actualizaciones del software HSPOT ESA
- Apoyo a los astrónomos de OAN en el uso de HSPOT
- Reuniones con el responsable de ESA HIFI / HSPOT
- Preparación de la AOR, Observación Astronómica
- Solicitud del programa clave OAN
- Reuniones y charlas en OAN
- Página web de soporte al usuario HIFI / OAN
- Twiki, listas de distribución, páginas web internas y de divulgación (públicas)
- Documentación

#### 3.4 Desarrollo de instrumentación astronómica

## [18] Estudio de Viabilidad de TARSIS, espectrógrafo para el telescopio de 3.5m en CAHA

Cliente: Observatorio de Calar Alto, CAHA

**Descripción**: Estudio de viabilidad de TARSIS, espectrógrafo para el telescopio de 3.5m en CAHA. FRACTAL está a cargo de la gestión del proyecto, la ingeniería de sistemas, el diseño óptico y el mecánico.

#### Referencia:

- Dr. Jesús Aceituno (aceitun@caha.es), Director de CAHA
- Dr Armando Gil de Paz, (agil@fis.ucm.es), co-PI (co-Investigador Principal) de TARSIS. Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica & Instituto de Física de Partículas y del Cosmos, IPARCOS, Universidad Complutense de Madrid.



Dr Jorge Iglesias, (jiglesia@iaa.es), co-PI (co-Investigador Principal) de TARSIS, IAA-CSIC.

Contrato en progreso hasta abril 2021

- [19] Finalización de cuatro Criostatos de Flujo Continuo estándar de ESO para los siguientes proyectos de ESO:
  - IRLOS: Sistema detector
  - HARMONI: Criostato de Prueba del plano focal en visible
  - Infrared Detector Laboratory: criostato de prueba de los detectores Saphira
  - Cryogenic Laboratory: Banco de pruebas para los sistemas de criogenia del ELT

**Cliente: European Southern Observatory (ESO)** 

Referencia: Matteo Accardo (maccardo@eso.org)

**Descripción**: Fabricación, integración y pruebas de 4 CFCs para ESO

[20] Contrato final para los elementos de Óptica, Mecánica y Criogenia del instrumento generador de imágenes y espectrógrafo SCORPIO para Gemini (Norte y Sur)

Cliente: South West Research Institute, SwRI (San Antonio, Texas, USA)

Referencia: Pete Roming (proming@swri.edu), Gestor de Proyecto de SCORPIO

**Descripción**: Paquetes de óptica, mecánica y criogenia: diseño completo (desde preliminar a detallado), seguimiento de fabricación, integración y pruebas del instrumento SCORPIO para Gemini, el espectrógrafo de resolución media de 8 canales para el Observatorio Gemini. Contracto actualmente en curso.

[21] Diseño conceptual de óptica, mecánica y criogenia para OCTOCAM (Gemini)

Cliente: IAA

Referencia: Antonio de Ugarte Postigo (adeugartepostigo@gmail.com)

**Descripción**: Diseño conceptual de la óptica, la mecánica y la criogenia del espectrógrafo de resolución media de 8 canales para el Observatorio Gemini.

[22] MEGARA, un espectrógrafo de resolución media-intermedia para GTC

Cliente: Universidad Complutense de Madrid



Referencia: Dr. Armando Gil de Paz (agil@fis.ucm.es)

Profesor/ Investigador de UCM y Responsable del Contrato

**Descripción:** Servicios y productos para diseñar y desarrollar MEGARA: un espectrógrafo para el GTC. Estos servicios se acordaron para toda la duración del proyecto [2010-2017] e incluyen: diseño e integración de paquetes de fibra óptica; Diseño de Óptica, Mecánica y Detector del espectrógrafo, integración final y pruebas, así como el WP de Ingeniería de Sistemas y Gestión. Además, FRACTAL se encarga de especificar y adquirir todo el conjunto de elementos basados en VPH y de la arquitectura del sistema de control de MEGARA.

## [23] Diseño Conceptual de MEGARA, un espectrógrafo de resolución media-intermedia para GTC

Cliente: Universidad Complutense de Madrid

Referencia: Dr. Armando Gil de Paz (agil@fis.ucm.es)

Profesor/ Investigador de UCM y responsable del contrato

**Descripción**: Realizamos el diseño conceptual de MEGARA: un espectrógrafo para el GTC. FRACTAL estuvo a cargo de la Óptica, Mecánica y Detector del espectrógrafo, así como de la los paquetes de trabajo de Gestión e Ingeniería de Sistemas.

## [24] Diseño óptico preliminar del Telescopio San Pedro Mártir

**Cliente: IA-UNAM** 

Descripción: Diseño óptico preliminar del Telescopio San Pedro Mártir

**Referencias:** 

Dr. Michael Richer richer@astro.unam.mx Director OSPM

Dr. Jesús González <u>jesus@astroscu.unam.mx</u> Director IA-UNAM

## [25] Especificaciones de diseño óptico y filtro para la cámara PAU para el 4.2m WHT

Cliente: Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña (IEEC)

Referencia: Ricard Casas (casas@ieec.uab.es)

Investigador del IEEC y responsable del contrato



**Descripción:** Diseño óptico y especificación de los filtros para la cámara PAU, una cámara de campo de visión (FOV) amplio para el telescopio William Herschel de 4.2 m en La Palma

### [26] Diseño y desarrollo del espectrógrafo ARES y enlace de fibra

Cliente: Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña (IEEC)

Referencia: Dr. Ignasi Ribas (<u>iribas@ice.csic.es</u>)

Investigador del IEEC y responsable del contrato

**Descripción**: Diseño y desarrollo del espectrógrafo alimentado por fibras ARES para el IEEC a R=12000. El proyecto comenzó al nivel de los requisitos y terminó con la instalación en el telescopio.

## [27] Diseño y desarrollo del laboratorio LICA para la Universidad Complutense

Cliente: Grupo GUAIX, Departamento de Astrofísica, UCM

Referencia: Dr. Jaime Zamorano (<u>jzamorano@fis.ucm.es</u>)

Profesor/ Investigador de UCM y responsable del contrato

**Descripción**: Desarrollo del diseño del Laboratorio de Instrumentación Científica Avanzada del grupo GUAIX en la UCM (Departamento de Astrofísica).

## [28] Diagnóstico de la cámara TROBAR para el Observatorio ARAS de los Olmos

Cliente: Universidad de Valencia

Referencia: Dra. Julia Suso (julia.suso@uv.es)

Profesor/ Investigador de la UV y responsable del contrato

**Descripción**: Desarrollamos un diagnóstico de la cámara CCD del telescopio TROBAR en el Observatorio Aras de los Olmos (perteneciente a la Universidad de Valencia - España)

#### [29] Pedidos de Wasatch Photonics

Socio: Wasatch Photonics

Cliente: Varios Clientes / distribuidor único autorizado en Europa



Especificamos y proporcionamos redes holográficas de volumen o VPH a diferentes clientes para su utilización en sus aplicaciones para proyectos de instrumentación en tierra y espacio. En particular, estas redes también se han producido para grandes observatorios terrestres (como los de MEGARA para el telescopio 10m GTC y ARES para el Observatorio de Montsec) y también para Espacio, en el marco del espectrógrafo RAMAN Exo-Mars, bajo contrato con INTA.

## [30] Redes holográficas para el espectrógrafo RAMAN a bordo del Rover de la misión ExoMars

Cliente: INTA

Referencia: María Colombo Bueno (colombobm@inta.es)

Gestora de Proyecto del espectrógrafo (INTA)

**Descripción**: Diseño y provisión de 37 redes VPH para cualificar y finalmente volar en la misión ExoMars.

## [31] Diseño conceptual de Acam (instrumento futuro para el 4.2 WHT en el ORM)

Cliente: PPARC / Isaac Newton Group of telescopes, ING

**Referencia**: Dr. René Rutten (<u>rgmr@ing.iac.es</u>), en la actualidad en la oficina de proyecto de GTC

Director el grupo de telescopios Isaac Newton

**Descripción**: Llevamos a cabo el estudio de viabilidad y el diseño conceptual óptico de una nueva cámara y espectrógrafo para el telescopio William Herschel de 4,2 m.

## [32] Diseño Preliminar para ampliar el campo de visión de OASIS (instrumento existente en el 4.2 WHT)

**Cliente: PPARC / ING** 

**Referencia**: Olivier Martin (olivier@ing.iac.es)

Ingeniero de instrumentación en el ING y responsable del contrato

**Descripción**: Desarrollamos una actualización de la óptica de entrada del instrumento OASIS para ampliar el FOV. Además, el estudio incluye un análisis detallado de luz difusa para mejorar las prestaciones del instrumento.

#### [33] Especificación y seguimiento de fabricación de filtros z para Elmer (GTC)



Cliente: IAC

Referencia: Dr. José Alfonso López Aguerri (jalfonso@iac.es)

Investigador del IAC y responsable del contrato

**Descripción:** Hicimos las especificaciones de fabricación finales para un conjunto de filtros de banda estrecha para el instrumento Elmer, a partir de los requisitos de alto nivel del usuario (requisitos científicos puros).

## [34] Diseño, especificación y seguimiento de fabricación de soportes de los filtros y máscaras para Elmer

Cliente: Instituto de Astrofísica de Canarias, IAC

Referencia: Dr. José Alfonso López Aguerri (jalfonso@iac.es)

Investigador del IAC y responsable del contrato

**Descripción**: Realizamos el diseño final (incluidos los planos de fabricación, el seguimiento de la fabricación, la integración y las pruebas de los soportes para el nuevo conjunto de filtros de banda estrecha para el instrumento Elmer (contrato anterior).

## [35] Diseño y desarrollo del enlace de fibra para ESTRANGIS

Cliente: Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)

Referencia: Dr. Enric Pallé (epalle@iac.es)

Investigador del IAC y responsable del contrato

**Descripción:** Diseño y desarrollo del enlace de fibra del espectrógrafo de dos brazos ESTRANGIS, para observaciones solares.

#### [36] Reacondicionamiento de ALBIREO para el Observatorio de Sierra Nevada

Cliente: IAA

#### **Referencias:**

José Manuel Vílchez (jmv@iaa.es) Director IAA

Olga Muñoz (olga@iaa.es) Sub-Director (IAA)

**Descripción:** Remodelación global del espectrógrafo ALBIREO para el Observatorio de Sierra Nevada (Granada, España) bajo contrato con el IAA. El proyecto incluye diseño,



fabricación, nuevas redes de difracción y modos de observación y un nuevo módulo de Adquisición & Guiado y calibración, así como varios desarrollos de software.

[37] Diseño y desarrollo del diseño óptico conceptual de un nuevo telescopio para CAHA

Cliente: CAHA

**Descripción:** Diseño conceptual de un nuevo telescopio para el Observatorio CAHA.

Referencia: Dr. David Barrado, (barrado@caha.es), Director de CAHA

[38] Diseño y desarrollo de HECATE: un espectrógrafo alimentado por fibras ópticas para el telescopio HEXA en CAHA

Cliente: CAHA

**Descripción**: Diseño conceptual de un espectrógrafo de alta resolución espectral para el telescopio HEXA, el próximo telescopio de 6.5 m en el Observatorio CAHA.

Referencia: Dr. David Barrado, (barrado@caha.es), Director de CAHA

[39] Diseño Preliminar de IACAT: Simulador de atmósfera y de telescopios para sistemas de óptica adaptativa.

Cliente: Instituto de Astrofísica de Canarias, IAC

Referencia: D. Luis Fernando Rodríguez (lrr@iac.es)

Jefe del Departamento de Electrónica del IAC

**Descripción**: Realizamos el diseño preliminar óptico, mecánico y de control del sistema IACAT: un simulador de atmósfera y telescopio para probar instrumentos con un sistema de óptica adaptativa en el laboratorio. Se simularon tres telescopios: OGS, WHT y GTC. Este sistema incluía un sensor de frente de onda y un sistema completo de simulador de estrellas capaz de proporcionar una sola estrella, dos estrellas y un cúmulo estelar.

[40] Diseño conceptual mecánico para el instrumento NAHUAL para el GTC

Cliente: Instituto de Astrofísica de Canarias, IAC

Referencia: Dr. Eduardo Martín (ege@iac.es)

Investigador del IAC y responsable del contrato



**Descripción:** Llevamos a cabo el diseño mecánico conceptual del instrumento NAHUAL: un espectrógrafo de echelle (R = 130,000) en el IR cercano (1 a 2.5 micras) para el GTC.

## [41] Diseño conceptual para NIRINTS, un espectrógrafo intermedio de alta resolución para el GTC

Cliente: Instituto de Astrofísica de Canarias, IAC

Referencia: Dr. Eduardo Martín (ege@iac.es)

Investigador del IAC y responsable del contrato

**Descripción**: Hemos llevado a cabo el diseño conceptual de NIRINTS: un espectrógrafo de IR cercano para el GTC. FRACTAL estuvo a cargo del diseño óptico.

## [42] Diseño conceptual óptico para ACTUEL, un telescopio de rastreo de 2,5 m en Javalambre

Cliente: Instituto tecnológico de Aragón, ITA

**Referencia**: Emilio Esco (eesco@aragon.es)

**Descripción**: Llevamos a cabo el diseño conceptual óptico de un telescopio de 2.5 m con un campo de visión (FOV) de 10 grados cuadrados optimizado para programas de rastreo.

## [43] Diseño conceptual mecánico para ACTUEL, un telescopio de rastreo de 2,5 m en Javalambre

Cliente: Instituto tecnológico de Aragón, ITA

Referencia: Emilio Esco (eesco@aragon.es)

**Descripción**: Llevamos a cabo el diseño conceptual mecánico de un telescopio de 2.5 m con un campo de visión (FOV) de 10 grados cuadrados optimizado para programas de rastreo.

## [44] Coronógrafo para CAHA

Cliente: Universidad de Cantabria

Referencia: Dr. Manuel Pérez Cagigal (perezcm@unican.es)

Profesor/ Investigador y responsable del contrato



**Descripción**: Llevamos a cabo el diseño completo del sistema, especificaciones, seguimiento de fabricación, integración del sistema y pruebas de un coronógrafo para visible.

### [45] Espectrógrafo infrarrojo y cámara para la Antártida (nuevos instrumentos)

Cliente: Universidad Autónoma de Madrid, UAM

Referencia: Dr. Carlos Eiroa de San Francisco (carlos.eiroa@uam.es)

Profesor/ Investigador y responsable del contrato

**Descripción**: Llevamos a cabo el diseño óptico conceptual de dos instrumentos de infrarrojos: un espectrógrafo y una cámara para infrarrojo cercano (1,0  $\mu$ m a 2,5  $\mu$ m), PNIRC, y un espectrógrafo y una cámara para infrarrojo medio en el rango extendido de 8  $\mu$ m a 40  $\mu$ m, PMIRIS. Ambos instrumentos fueron diseñados para el telescopio de 2.5 m, PILOT, que se preveía estuviera en funcionamiento en Dome C, en la Antártida (el proyecto en la actualidad está desestimado por falta de financiación).

## [46] Diseño de una red holográfica de difracción de alta resolución para el instrumento Elmer

Cliente: Instituto de Astrofísica de Canarias, IAC

Referencia: Dra. Casiana Muñoz Tuñón (cmt@iac.es)

Investigadora del IAC y responsable del contrato

**Descripción**: Llevamos a cabo el diseño completo y detallado de una nueva red holográfica de volumen VPH capaz de producir una resolución relativamente alta (10.000 a 15.000) con alto rendimiento y en configuración Littrow. El elemento será un prototipo fabricado para el instrumento Elmer.

## [47] Unidad de filtro sintonizable (actualización para usar en un instrumento existente)

Cliente: Universidad Complutense de Madrid

Referencia: Dr. Jesús Gallego Maestro (j.gallego@fis.ucm.es)

Profesor/ Investigador de la UCM y responsable del contrato

**Descripción**: Realizamos un diseño de un filtro sintonizable en el IR cercano (en particular en la banda K) para instalarlo en los instrumentos CIRCE y / o EMIR en el telescopio GTC de 10 m.



[48] Estudio de viabilidad para el espectrógrafo MSIX para el telescopio de 3,5 m en CAHA

Cliente: Universidad Complutense de Madrid

Referencia: Dr. Jesús Gallego Maestro (j.gallego@fis.ucm.es) / Armando Gil de Paz

Profesor/ Investigador de la UCM y responsable del contrato

**Descripción**: Llevamos a cabo un estudio de viabilidad del instrumento MSIX, una red de 6 - 9 espectrógrafos alimentados por una Unidad de Campo Integral (IFU) en el rango visible, para el telescopio CAHA de 3,5 m.

[49] Estudio de viabilidad del espectrógrafo echelle de alta resolución XHAIRS, para el telescopio de 3,5 m en CAHA

Cliente: Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña, IEEC-CSIC, Barcelona

Referencia: Dr. Ignasi Ribas (iribas@aliga.ieec.uab.es)

Investigador del IEEC y responsable del contrato

**Descripción**: Llevamos a cabo el estudio de viabilidad del instrumento X-HAIRS, un espectrógrafo echelle de muy alta resolución en el rango de infrarrojo cercano para el telescopio CAHA de 3,5 m.

[50] Criostatos para experimentos con temperaturas muy bajas

Cliente: Universidad de Salamanca

**Referencia**: Dr. Enrique Díez (enrisa@usal.es)

Investigador de la Universidad de Salamanca y responsable del contrato

**Descripción**: Llevamos a cabo el diseño detallado y la especificación de fabricación correspondiente y el seguimiento de dos criostatos optimizados para experimentos de muy baja temperatura.

[51] Prototipo de oftalmoscopio digital

Cliente: Proyecto de I+D

**Descripción**: Desarrollo de un prototipo funcional de un oftalmoscopio digital para diagnóstico temprano de glaucoma.



#### 3.5 Desarrollo de Software

## [52] FMAT (Fiber MOS Assignment Tool) para MEGARA

Cliente: IAA

Referencia: Dr. Jorge Iglesias (jiglesia@iaa.es)

Investigador del IAA y representante del IAA en el Consorcio MEGARA

**Descripción**: Desarrollo de una herramienta software para permitir a los astrónomos preparar y optimizar las observaciones en modo multi-objeto con el instrumento MEGARA para el GTC.

## [53] Quick Look y Cube viewer para MEGARA

Cliente: Universidad Complutense de Madrid

Referencia: Dr. Armando Gil de Paz (agil@fis.ucm.es)

Investigador en la UCM e Investigador Principal en el Consorcio MEGARA

**Descripción**: Desarrollo de una herramienta software para visualización de los datos de MEGARA (Quick-look) y el visor de espectros y cubos MEGARA.

## [54] Biblioteca de Base de datos para MEGARA-GTC e Interfaz gráfica de usuario GUI

**Cliente: CIEMAT & INAOE** 

**Referencia**: Dra. Mercedes Mollá <u>mercedes.molla@ciemat.es</u>

Dra. Esperanza Carrasco bec@inaoep.mx

**Descripción**: Desarrollamos una base de datos completa y los servicios web correspondientes para el soporte del usuario en la administración de las observaciones de la biblioteca MEGARA-GTC.

## [55] Interfaz Web para la base de datos de observaciones de CALIFA

Cliente: CAHA

Referencia: Dr. Sebastián Sánchez (sanchez@caha.es)

Investigador Ramón & Cajal en IAA/CAHA



**Descripción**: Desarrollamos una interfaz web completa para la base de datos del proyecto CALIFA (<a href="http://www.caha.es/CALIFA/public\_html/">http://www.caha.es/CALIFA/public\_html/</a>)

## [56] Base de datos para las observaciones del telescopio de 10m GTC

Cliente: Instituto de Astrofísica de Canarias, IAC

Referencia: Dra. Casiana Muñoz Tuñón (cmt@iac.es)

Investigadora del IAC y responsable del contrato

**Descripción**: Desarrollamos la base de datos y los servicios web correspondientes para el soporte de usuarios en la administración de las observaciones de GTC del proyecto "Estallidos" del IAC.

## [57] Servicio de "Hosting" para las herramientas de la Suite de FRACTAL

Clientes y usuarios: UCM, IAA, UPM, CSIC, CNRS, LSW, MPIA, IAG, HS, TLS, INAOE, IA-UNAM

**Descripción**: Proporcionamos nuestras herramientas software (GECO, DOCMA, MANATEE, SUMO, LLAMA) en modo de "hosting" en nuestros servidores a diferentes clientes.

## [58] Servicios Web para el proyecto "Estallidos"

Cliente: Instituto de Astrofísica de Canarias, IAC

Referencia: Dra. Casiana Muñoz Tuñón (cmt@iac.es)

Investigadora del IAC y responsable del contrato

**Descripción**: Desarrollamos un kit completo de servicios web para el proyecto científico "Estallidos" del IAC.

## [59] Servicios Web para IScAI y los proyectos "Consolider-GTC" y estudio de mercado para IScAI

Cliente: Instituto de Astrofísica de Canarias, IAC

Referencia: Dr. Rafael Guzmán (guzman@astro.ufl.edu)

Profesor de la universidad de Florida y responsable del contrato



**Descripción**: Desarrollamos los servicios web (internos y externos) de la Escuela Internacional de Instrumentación Avanzada, IScAI, así como un estudio de mercado de servicios educativos a través de Internet. IScAI es una iniciativa del IAC, la Universidad de Florida, la Universidad Complutense de Madrid y la UNAM en México.

[60] Estudio de los requisitos para la definición de los sistemas de reducción de datos (pipelines) para el E-ELT (ESO)

Cliente: Universidad Complutense de Madrid

Referencia: Dr. Jesús Gallego (j.gallego@fis.ucm.es)

Profesor en la universidad Complutense de Madrid y responsable del contrato

**Descripción**: Hemos llevado a cabo un estudio de los requisitos para la definición de los sistemas de reducción de datos (pipelines) de los instrumentos E-ELT (ESO).

[61] Estudio de los requisitos para la implementación de los datos provenientes de los instrumentos E-ELT (ESO) en el Observatorio Virtual

Cliente: LAEFF / Centro de Astrobiología (CAB)

Referencia: Dr. Miguel Mas-Hesse (mm@cab.inta-csic.es)

Investigador en el LAEFF/CAB y responsable del contrato

**Descripción**: Hemos realizado un estudio de los requisitos necesarios para la implementación de los datos E-ELT provenientes de los instrumentos en el Observatorio Virtual.

[62] Servicios Web para MEGARA

Cliente: Universidad Complutense de Madrid

**Referencia:** Dr. Armando Gil de Paz (agil@fis.ucm.es)

Profesor/ Investigador de la UCM y responsable del contrato

**Descripción:** Desarrollamos servicios web (internos y externos) del proyecto MEGARA, (http://guaix.fis.ucm.es/megara)

[63] Servicios Web para SECPhO

**Cliente: SECPhO (Cluster in Optics and Photonics)** 



Referencia: Sergio Sáez (sergio.saez@secpho.org)

Gestor del Cluster

**Descripción**: Desarrollamos servicios web (internos y externos) de SECPhO, *Southern Cluster in Photonics and Optics* (<a href="http://www.secpho.org/">http://www.secpho.org/</a>).

### [64] Servicios Web para VIA-SKA

Cliente: IAA

Referencia: Dr. Lourdes Verdes-Montenegro (lourdes@iaa.es)

**Descripción**: Desarrollamos servicios web (internos y externos) del proyecto VIA-SKA (http://www.via-ska.es/).

### 3.6 Transferencias de Tecnología

### Monturas anti-vibratorias. ESO (2018)

Socio: ESO

Descripción: FRACTAL firmó con ESO un acuerdo de transferencia tecnológica (de ESO a FRACTAL) para licenciar las monturas anti-vibratorias para las cabezas frías de los enfriadores de ciclo cerrado.

## Tecnología de Criostatos de flujo continuo. ESO (2015)

Socio: ESO

Descripción: FRACTAL firmó con ESO un acuerdo de transferencia tecnológica (de ESO a FRACTAL) para licenciar la tecnología del sistema de enfriamiento. Los sistemas de enfriamiento de flujo continuo se desarrollaron por primera vez en ESO para el enfriamiento de instrumentos y detectores para el Very Large Telescope (VLT).

Los sistemas de flujo continuo son más compactos que los sistemas tradicionales que usan un baño de líquido muy frío, pero comparten la ventaja de estar libres de vibraciones. El sistema de flujo continuo permite cambiar la temperatura dentro de un instrumento de temperatura ambiente a –193 grados Celsius, sin verse afectado por la pérdida de energía eléctrica. Por tanto, el instrumento puede mantenerse muy cerca de su temperatura de funcionamiento sin perder el vacío de su interior.

Este acuerdo incluye la licencia de los criostatos ampliamente probados (que regulan las bajas temperaturas) que se utilizan tanto para enfriar detectores individuales desde



temperatura ambiente hasta -193 grados centígrados, así como para la versión más sofisticada, que se utiliza para enfriar los detectores ultra-estables usados en medidas de mayor sensibilidad.

El anuncio de esta transferencia tecnológica puede consultarse en la web de ESO: http://www.eso.org/public/announcements/ann15041/

## 3.7 Colaboración en Proyectos de Investigación y Desarrollo (solo se listan los proyectos financiados)

Estudio de viabilidad para el diseño y caracterización de redes de alta resolución.

Líder: FRACTAL SLNE, en asociación con la Universidad Complutense de Madrid

Programa: Ayudas para el sector aeroespacial de la Comunidad de Madrid (2009)

Referencia 04-AEC-0913-000022/2009

Financiación: 60% CAM + 40% Fractal

Estudio de viabilidad de sistemas de pupila novedosos para su incorporación en la nueva generación de instrumentos de los grandes telescopios, VIENTOS.

Líder: FRACTAL SLNE, en asociación con la Universidad Complutense de Madrid

Programa: Industria de la Ciencia (2010-2012)

Referencia IDC-20101106

Financiación: 85% CDTI (119.936,40 euros) + 15% FRACTAL/UCM

AstroMadrid, Astrofísica y desarrollos tecnológicos en la Comunidad de Madrid

Líder: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC

Referencia: Dr José Miguel Mas-Hesse (mm@cab.inta-csic.es). Investigador Principal.

ASTRID, "Proyecto de desarrollo y explotación de instrumentación astronómica", con el apoyo del Gobierno Regional de Madrid.

Líder: Universidad Complutense de Madrid, UCM

**Referencia**: Dr Jesús Gallego (j.gallego@fis.ucm.es). Investigador Principal.



Consolider Ingenio 2010 "Primera Luz con el telescopio GTC", financiado por el Ministerio de Ciencia y Educación de España.

Líder: Instituto de Astrofísica de Canarias, IAC

Referencia: Dr. José Miguel Rodríguez Espinosa.(jre@iac.es). Investigador Principal

Proyecto para la detección de exoplanetas telúricos con instrumentos de muy alta resolución espectral en telescopios de gran apertura, financiado por el Ministerio de Ciencia y Educación de España.

Líder: Instituto de Astrofísica de Canarias, IAC

Referencia: Dr. Eduardo Martín (ege@iac.es). Investigador Principal

"Herschel: Contribución a los Centros de Control de Instrumentos y Ciencia de SPIRE y PACS", financiados por el Ministerio de Ciencia y Educación de España.

Líder: Instituto de Astrofísica de Canarias

Referencia: Dr. Ismael Pérez Fournón (ipf@iac.es). Investigador Principal.

"Estallidos de formación estelar"

Líder: Instituto de Astrofísica de Canarias

Referencia: Dr. Casiana Muñoz-Tuñón (casiana@iac.es). Investigador Principal

"Diseño y desarrollo de un coronógrafo"

Líder: Universidad de Cantabria

Referencia: Dr. Manuel Pérez Cagigal (perezcm@unican.es). Investigador Principal

También hemos participado en proyectos de infraestructura con Universidad Complutense y la Universidad de Salamanca.

## 4. SERVICIOS DE FRACTAL

FRACTAL S.L.N.E. es una empresa formada con capital e iniciativa 100% privados que pertenece al sector de actividades tecnológicas y tiene su sede en Las Rozas de Madrid.



## 4.1 Objetivos estratégicos

FRACTAL SLNE es una empresa de tecnología para la ejecución de proyectos con objetivos científicos cuyos objetivos principales son:

- Consolidarnos como empresa especializada en ingeniería para proyectos con fines científicos, especialmente para Astrofísica profesional.
- Orientar nuestros servicios fundamentalmente a los centros de investigación y universidades, quienes definen y lideran los proyectos científicos.
- Colaborar con otras empresas, universidades o centros de investigación en proyectos conjuntos de I+D+i para aplicaciones científicas.
- Contribuir a la consolidación de grupos de Instrumentación y Software para Astrofísica profesional, participando en los consorcios internacionales que llevan a cabo estos proyectos.

## 4.2 Servicios de FRACTAL

Los servicios principales que ofrece nuestra empresa son:

- Gestión, diseño y ejecución de proyectos tecnológicos con objetivos científicos.
- Servicios "en cliente" con personal científico y de ingeniería altamente cualificado.
- Consultoría técnica en Gestión, Ingeniería de Sistemas, Óptica, Mecánica, Detectores y sistemas de adquisición de datos y Software de Control
- Redes holográficas de volumen y proyectos relacionados
- Ingeniería de sistemas
- Desarrollo de Software para aplicaciones científicas.
- Herramientas software para Gestión e Ingeniería de Sistemas.
- Formación especializada.
- Servicios Web y de "hosting" para proyectos científicos
- Servicio "Astrojobs" de búsqueda de personal en el campo de la Astrofísica.

Los productos que ofrece nuestra empresa son:

- Herramientas software de Gestión e Ingeniería de Sistemas: GECO, DOCMA, MANATEE, SUMO, LLAMA.
- Criostatos de flujo continuo (CfC's) bajo tecnología licenciada de ESO.
- Monturas anti-vibratorias para cabezas criogénicas bajo tecnología licenciada de ESO.
- Herramienta de software de control independiente ("stand alone") en tiempo real basado en los sistemas de control de Beckhoff, para los Criostatos de Flujo Continuo (tecnología CfC de la ESO).

## 4.2.1 Realización de proyectos tecnológicos con objetivos científicos.

El equipo de FRACTAL está especializado en gestionar y desarrollar proyectos multidisciplinares con objetivos científicos. Comenzando desde los requerimientos científicos básicos de nuestros clientes, FRACTAL puede realizar desde estudios de viabilidad, estudios y alternativas de diseño (a diferentes niveles de profundidad) hasta el proyecto completo, incluyendo las fases de fabricación, integración y pruebas, mediante la colaboración con empresas con las que FRACTAL colabora habitualmente (sobre todo para la fabricación).

En FRACTAL ofrecemos un servicio ad-hoc de gestión para canalizar el capital científico y económico, al alcance de universidades y centros de investigación, en un proyecto de ingeniería coordinado y ejecutado por profesionales altamente cualificados con muchos años de experiencia en el entorno científico.

Ofrecemos una solución orientada a las necesidades de nuestros clientes, les ayudamos a revisar y depurar sus requerimientos científicos para encontrar una solución viable ejecutada en un plazo competitivo.

Además, ofrecemos servicios de Gestión de Proyectos e Ingeniería de Sistemas específicos para proyectos científicos desarrollados (generalmente) por consorcios internacionales. En base a las instrucciones dictadas por el Investigador Principal, proveemos los servicios de gestión del proyecto y coordinamos los esfuerzos de las diferentes instituciones. También proporcionamos herramientas web de gestión de proyectos y de las actividades de ingeniería de sistemas (documentación, administración y base de datos de configuración, etc.), a través de la Suite Fractal y un portal web, dando también el soporte SW necesario.

En particular FRACTAL está especializado en el diseño de instrumentación para telescopios astronómicos.

#### 4.2.2 Servicios de Soporte Científico y de Ingeniería en las instalaciones del Cliente

FRACTAL S.L.N.E. puede proveer de personal altamente cualificado (Doctores en Ciencias, Licenciados en Ciencias e Ingenieros) a las oficinas del cliente para desarrollar proyectos in situ. Esto ofrece a nuestros clientes la oportunidad de contar con excelentes ingenieros y científicos por un periodo tiempo específico, sin los problemas y esfuerzos que se requieren (en tiempo y



coste), para encontrar, contratar y capacitar personal nuevo. Este servicio puede dar a los proyectos el dinamismo necesario para hacerlos altamente competitivos.

Debido a la multidisciplinariedad de las personas que trabajan en FRACTAL, es habitual que este tipo de servicios se realicen por un equipo, en beneficio de los resultados de los proyectos de nuestros clientes.

El personal de FRACTAL está especialmente capacitado en la operación y explotación de instalaciones científicas, y en particular, observatorios astrofísicos tanto en tierra como en espacio.

## 4.2.3 Consultoría

El servicio de consultoría es una de las herramientas más eficaces utilizadas por las empresas y departamentos de proyectos, para el control de calidad de su propio trabajo.

En FRACTAL realizamos consultoría para revisiones de ofertas, planes de proyecto, especificaciones técnicas, diseños, planes de aceptación y pruebas, etc. en las áreas de Gestión, Ingeniería de Sistemas, Óptica, Detectores y Software. La consultoría para revisiones se puede realizar tanto de forma remota (enviando un e-informe con el resultado de la revisión) como presencial (en la sede del cliente). Algunos ejemplos de nuestros servicios de Consultoría son:

- Organización de revisiones de diseño: seleccionamos y gestionamos los servicios de profesionales altamente cualificados (consultores de FRACTAL y consultores externos) para revisiones de diseño en cliente.
- Diseño de sistemas a diferentes niveles: desde la revisión de requerimientos científicos y diseño conceptual hasta el diseño detallado.
- Elaboración de especificaciones de fabricación.
- Seguimiento de la fabricación de los sistemas (diseñados y especificados por FRACTAL).
- Integración y Pruebas de Sistemas.

## 4.2.3.1 Óptica

- Diseño, especificación, fabricación y pruebas de sistemas ópticos. Se puede desarrollar cualquier sistema óptico empezando desde los requisitos científicos, y llegando a diferentes niveles según la necesidad del cliente: estudios de viabilidad, diseño, conceptual, preliminar, de detalle, supervisión de fabricación, e integración y pruebas.
- Especificación, diseño, adquisición y pruebas de filtros, prismas, grismas y Redes Holográficas de volumen (fundamentalmente para aplicaciones en Astronomía).



## 4.2.3.2 CCDs y Sistemas de Adquisición

- Diseño, adquisición y pruebas de sistemas de detección sobre CCDs y toma de datos.
- Especificación, diseño, adquisición y pruebas de: detectores, CCDs, electrónica de cabezas CCDs, criostatos, sistema de criogenia, presión y temperatura, y H/W y S/W de control y de adquisición de datos (fundamentalmente para aplicaciones en Astronomía profesional).

## 4.2.4 <u>Redes holográficas de Volumen (Volume Phase Holographic Gratings) y proyectos</u> relacionados

Somos distribuidores exclusivos en Europa de la empresa norteamericana Wasatch Photonics. Esta empresa está especializada en redes holográficas de volumen de altas prestaciones: *Volume Phase Holographic Gratings (VPHGs)* y *Volume Phase Holographic Optical Elements (VHOEs)*. https://wasatchphotonics.com/

La relación de colaboración entre Wasatch y FRACTAL va más allá de la de meros distribuidores puesto que hemos realizado varios proyectos en conjunto para nuestros clientes a ambos lados del Atlántico, además de suministrar VPHs a varios proyectos de Astronomía en España (UCM, IAA, INTA, CAB).

## 4.2.5 <u>Ingeniería de Sistemas</u>

La Ingeniería de Sistemas es esencial para el éxito de los proyectos, especialmente aquellos más complejos que incluyen diferentes disciplinas profesionales y cuyos socios y grupos de trabajo a menudo están distribuidos geográficamente por diferentes lugares del planeta.

Además, la Ingeniería de Sistemas también incluye los planes de Operación y Mantenimiento de las instalaciones, una vez finalizada la fase de construcción del proyecto. Un buen plan de operación y mantenimiento garantiza el rendimiento y las prestaciones esperados, optimiza los recursos humanos y económicos y facilita, gracias al uso de herramientas de software específicas, la gestión de las instalaciones. Parte del equipo de FRACTAL ha estado trabajando en Ingeniería de Sistemas para proyectos científicos de primera línea.

Los servicios en Ingeniería de Sistemas que podemos proporcionar a nuestros clientes son:

#### 4.2.5.1 Consultoría de Ingeniería de Sistemas

- Definición del Plan de Ingeniería de Sistemas
- Plan RAMS
  - Plan de Fiabilidad y Disponibilidad
  - o Plan de Operación y Mantenimiento

o Plan de Programación de la Seguridad

#### 4.2.5.2 Definición del Plan de Ingeniería de Sistemas

El éxito de cada proyecto, tanto en términos de cumplimiento de especificaciones como de cronograma y presupuesto, depende en gran medida de una buena organización. Una de las bases de esta organización es la definición e implementación de un Plan de Ingeniería de Sistemas. La Ingeniería de Sistemas es el esfuerzo interdisciplinario que gobierna el esfuerzo técnico global realizado en el marco del proyecto, para transformar los requisitos iniciales en un sistema final. Un plan de ingeniería de sistemas tiene que describir el enfoque, las técnicas, las herramientas, la organización y la planificación del esfuerzo técnico necesario para alcanzar los objetivos del proyecto. Las funciones del Plan de Ingeniería de Sistemas incluyen:

- Asegurar la integración de las diferentes disciplinas de ingeniería que integran el proyecto.
- Implementar la ingeniería de requerimientos para asegurar que se están interpretando correctamente las necesidades del usuario; generar y controlar un conjunto coherente de especificaciones en los diferentes niveles del sistema asegurando la trazabilidad.
- Desarrollar los análisis necesarios para resolver los conflictos entre requisitos, estudiar las diferentes alternativas de diseño y evaluar los riesgos del proyecto y sus efectos sobre el costo y el cronograma.
- Definir los elementos de configuración: Árbol de Producto del sistema.
- Probar la funcionalidad y prestaciones del sistema, produciendo la matriz de verificación y diseñando y llevando a cabo los planes de prueba adecuados.

## 4.2.5.3 Plan RAMS

El Plan RAMS (*Reliability, Availability, Maintenance, Safety*)<sup>2</sup>, incluye todas las consideraciones a tener en cuenta en las diferentes fases del Proyecto para cumplir con los requisitos de Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad.

## Plan de Fiabilidad y Disponibilidad (Reliability and Availability Plan)

El Soporte Logístico Integrado o ILS (*Integrated Logistic Support*) es una parte importante del Plan de Ingeniería de Sistemas. El ILS debe garantizar que los requisitos de fiabilidad y disponibilidad de los sistemas se tengan en cuenta en el diseño. Este plan incluye la distribución y asignación de estos requisitos entre los diferentes subsistemas;

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad



la definición y el análisis para evaluar el cumplimiento de los requisitos y la ejecución de las acciones necesarias para asegurar el cumplimiento de los requisitos de fiabilidad y disponibilidad (por ejemplo, selección de componentes, decisiones de redundancia, etc.). Estos análisis incluyen:

- Análisis de Viabilidad y de Fiabilidad para estudiar la probabilidad de fallo de un subsistema y sus partes. Esto incluye la determinación del MTBF (Tiempo medio entre fallos, *Mean Time Between Failures*) y el MTTRs (Tiempo medio para reparaciones, *Mean Time to Repair*) de los diferentes componentes.
- Análisis de Modos de Fallo, Efecto y Criticidad o FMECA (*Failure Modes Effect and Criticality Analysis*), para identificar y ofrecer soluciones a los posibles fallos del sistema. El análisis FMECA identifica los potenciales riesgos, sus causas y efectos, el método para detectarlos y controlarlos, y las acciones correctivas para mitigarlos o eliminarlos. El análisis de la probabilidad de fallo, su severidad, sus posibles soluciones, sus métodos de detección y prevención se debe realizar para cada uno de los componentes críticos del cada sistema.

## Plan de Operación y Mantenimiento

En paralelo con el Plan de Ingeniería de Sistemas, el Proyecto debe definir desde un inicio los requisitos de operación y mantenimiento en el Plan de Operación y Mantenimiento, que incluirá los siguientes aspectos:

- Definición de los objetivos y la política de operación y mantenimiento.
- Definición de tareas de operación y restricciones a la operación.
- Definición de tareas de mantenimiento y restricciones de mantenimiento, incluyendo tanto mantenimiento predictivo como correctivo.
- Definición de los recursos necesarios (personal, talleres, herramientas, repuestos, suministros, servicios externos y documentación) para llevar a cabo las tareas de operación y mantenimiento.

A partir de este Plan, la Ingeniería de Sistemas distribuirá los requisitos y restricciones a cada subsistema que deberán tenerse en cuenta durante las fases de diseño y las demás fases de la vida del proyecto.

### Plan de Programación de la Seguridad



El proyecto debe incluir un Programa de seguridad y hacer un seguimiento de su cumplimiento en todas las fases del proyecto. Este plan tiene que controlar los riesgos asociados tanto al diseño como al uso final del sistema. Este plan de seguridad incluirá la política de seguridad y las definiciones de niveles de riesgo. El plan también incluirá el análisis necesario para estudiar la seguridad de las personas, las instalaciones y el equipamiento. Los resultados de estos análisis proporcionarán una entrada para el diseño y para el uso final del sistema.

# 4.2.6 <u>Desarrollo de Software Cient</u>ífico

El desafío tecnológico de las diferentes materias científicas y de ingeniería ha evolucionado a partir de la necesidad de mejorar los instrumentos de detección (para producir mejores CCD en astronomía, mejores métodos de secuenciación en biotecnología, mejores detectores de partículas en física de alta energía, etc.) hasta el estado actual, en el que el problema más crítico es la gestión de la gran cantidad de datos producidos por instrumentos que son cada vez más rápidos, más potentes y más capaces.

El estado actual de desarrollo de la instrumentación científica alcanzado en los últimos 20 años, ha sido posible gracias a los avances tecnológicos en Óptica, Electrónica y Física de Materiales. Sin embargo, este progreso ha generado una nueva necesidad: el desarrollo de potentes herramientas de software capaces de procesar, reducir, analizar, archivar y distribuir la gran cantidad de datos producidos por los instrumentos.

Esta evolución ha llevado al crecimiento de la complejidad intrínseca de las instalaciones científicas, transfiriendo la complejidad de las partes al sistema de control. Esto implica el uso de las técnicas más avanzadas en Ingeniería de Software.

El equipo de FRACTAL tiene experiencia en el desarrollo y operación de sistemas de control de software complejos para la Reducción de Datos y análisis de proyectos científicos y también en la definición e implementación de Sistemas de Control Distribuido.

Ejemplos de proyectos de software científico que podemos realizar son:

- Reducción y visualización de datos en: Astronomía, para datos de telescopios desde Tierra o Espacio; Física de altas energías; Análisis de materiales; Teledetección (satélites de observación de la Tierra); Radiodiagnóstico; Biotecnología (secuenciación), etc.
- Interfaces de usuario (GUIs).
- Control en entornos distribuidos.
- Control de Mecanismos y Control en Tiempo Real.

• Control de telescopios: FRACTAL se encuentra realizando una aplicación de SW para el control integral de un telescopio astronómico terrestre bajo Linux.

# 4.2.6.1 Software de control basado en Beckhoff para CfCs

En este apartado cabe destacar el último desarrollo que se ha realizado de un software de control independiente ("stand alone") en tiempo real basado en los sistemas de control de Beckhoff, para los Criostatos de Flujo Continuo (tecnología CfC de la ESO). Esta herramienta permite a los usuarios autorizados el control del sistema CfC en tiempo real (arrancar/parar el sistema, arrancar/parar los subsistemas, modificar parámetros, etc..).

## 4.2.7 Herramientas de Software para Ingeniería de Sistemas

Proporcionamos el desarrollo personalizado de herramientas de software para la gestión de la configuración del sistema y para la gestión de las tareas y actividades realizadas durante la fase de operación de una instalación determinada. Todas las herramientas contienen una base de datos y una interfaz de usuario adaptada a los requisitos de cada cliente. La base de datos se implementa en MySQL y la interfaz de usuario se desarrolla en JAVA (en el caso de la aplicación GECO) o vía Web (para el resto de aplicaciones – DOCMA, MANATEE, SUMO y LLAMA-), para ofrecer un producto independiente de la plataforma, basado en software de distribución gratuito.

## GECO: Herramienta de Gestión de la Configuración

GECO es una herramienta de software personalizado para la gestión de la configuración de los sistemas. Esta es una herramienta esencial dentro del Plan de Ingeniería de Sistemas que sirve para controlar y mantener los requisitos, las especificaciones y las interfases de un sistema.

Para ilustrar las ventajas de esta herramienta, listamos aquí sus principales utilidades:

- Archivo de elementos del árbol de producto y partes: El árbol de producto proporciona una representación de todo el sistema y lo desglosa en los niveles de subsistema que se diseñarán y se adquirirán de forma independiente. Una Parte es el nivel más bajo que se puede alcanzar en el desglose del sistema.
- Archivo de documentación: GECO proporciona los medios para organizar, clasificar y acceder a todos los documentos generados en la organización.
- Archivo de interfases y requisitos: Una interfaz se define como el límite entre dos subsistemas (hardware o software). Es especialmente importantes que las interfaces entre subsistemas que están bajo la responsabilidad de diferentes grupos de trabajo sean controladas. Un requisito se define como la capacidad o condición que un sistema, subsistema o componente debe cumplir para satisfacer la especificación o contrato que se ha impuesto formalmente a este sistema, subsistema o componente.



- Herramienta de trazabilidad del sistema y análisis de la trazabilidad: Todos los requisitos
  deben estar justificados por una fuente o por uno o varios requisitos principales. Por
  tanto, cualquier cambio en un requerimiento podrá afectar a muchos otros requisitos.
  GECO proporciona la herramienta para analizar qué requisitos se pueden ver afectados
  por un cambio de configuración de un requerimiento principal.
- Herramienta de control de las matrices de verificación y cumplimiento: La matriz de verificación recopila toda la información que se generará durante el proceso de verificación de los requisitos, incluyendo información como la planificación de las pruebas de verificación y el resultado de estas actividades. La matriz de cumplimiento proporciona el estado del sistema, pudiendo el usuario verificar fácilmente qué requisitos se han cumplido y cuáles podrían comprometer los objetivos del sistema.
- Herramienta de control de los cambios de configuración: GECO permite gestionar y
  archivar los cambios de configuración (con respecto a cambios sobre algún elemento del
  árbol del producto, interface, requerimiento o plano). Toda la información relevante
  generada durante el ciclo de vida de un cambio de configuración se puede introducir y
  mantener en la aplicación. GECO también ayudará en la coordinación y distribución de
  información acerca de los cambios de configuración mediante el envío de correos
  electrónicos en las transiciones de ciclo de vida más importantes del cambio de
  configuración.
- Herramienta de control de las no-conformidades: Una no conformidad se define como el incumplimiento de un requisito específico. Toda la información relevante generada durante el ciclo de vida de una no-conformidad se puede introducir y mantener en la aplicación. GECO también ayudará en la coordinación y distribución de información acerca de la no-conformidad mediante el envío de correos electrónicos en las transiciones de ciclo de vida más importantes de la no-conformidad.
- Herramientas de control de las anomalías: Una anomalía es cualquier comportamiento anormal del sistema que debe registrarse e investigarse. Toda la información relevante generada durante el ciclo de vida de una anomalía se puede introducir y mantener en la aplicación. GECO también ayudará en la coordinación y distribución de información acerca de la anomalía mediante el envío de correos electrónicos en las transiciones de ciclo de vida más importantes de la anomalía.
- Módulo RAMS para GECO: esta funcionalidad permite gestionar análisis y
  presupuestos RAMS de fiabilidad/disponibilidad para telescopios e instrumentos
  astronómicos. Los usuarios autorizados pueden crear componentes RAMS, introducir
  sus parámetros de fiabilidad/disponibilidad (como MTTF, MTBF y MTTR), y la
  herramienta realizara los cálculos de las tasas de fiabilidad, disponibilidad e
  indisponibilidad del sistema definido (i.e., los análisis de fiabilidad y disponibilidad).

DOCMA: Herramienta de Gestión de la Documentación



DOCMA es una herramienta de software personalizada para la gestión de documentos con una interfaz web. Esta herramienta permite a los usuarios autorizados en el sistema seguir el flujo de vida de los documentos y participar en el proceso de acuerdo con sus roles (autores, revisores, aprobadores, etc.). Existen diferentes perfiles y privilegios de usuario. El sistema incluye una lista actualizada de avisos con las tareas pendientes de cada usuario.

La documentación está vinculada a los proyectos, de manera que se puede reconstruir y hacer el seguimiento de la documentación asociada a un proyecto determinado.

La herramienta de gestión de documentación (DOCMA) está destinada principalmente a:

#### • Archivar los documentos:

- o Obtener copia de sólo lectura de los documentos.
- o Organización y clasificación de los documentos en proyectos.
- Búsquedas de documentos aplicando diferentes criterios: por proyecto, por autor(es), por título, por código, etc.
- Control del acceso a los documentos y a los proyectos de acuerdo con los permisos establecidos para los mismos.

## • Controlar el registro de los documentos:

- o Creación de nuevos documentos y definición de las propiedades de los mismos.
- o Acceso controlado a los documentos para prepararlos o modificarlos.
- o Control de la revisión y aprobación de los documentos.
- Mantener informados (mediante e-mail y avisos internos en la herramienta) del estado de un documento a todos los usuarios que estén implicados a lo largo del ciclo de vida del mismo desde que es creado hasta que queda aprobado en el sistema.

## • Administrar la información:

- Administración de proyectos: creación, gestión, finalización y baja en el sistema.
- o Administración de usuarios: altas, bajas y modificaciones.
- o Administración de la base de datos: backups y recuperaciones.
- Clasificar los documentos en los diferentes proyectos.



DOCMA es especialmente adecuado cuando varias empresas colaboran en un proyecto complejo y multidisciplinar en un entorno geográficamente distribuido. A medida que el proyecto evoluciona, se generan y almacenan muchos documentos en los distintos centros de trabajo, con diferentes versiones, y escritos y revisados por varias personas. Esta gran cantidad de documentos se vuelve inmanejable muy rápido y la necesidad de una herramienta software para la gestión de dicha documentación se vuelve esencial.

La interfaz de usuario de DOCMA se realiza mediante una interfaz web. Esto significa que cualquier persona que tenga acceso a Internet puede obtener acceso a la documentación de un proyecto, si dicha persona tiene una cuenta en el sistema y se le han otorgado los permisos adecuados.

# MANATEE: Herramienta de Gestión de Proyectos (MANAgement Tool for Effective Engineering)

MANATEE, nuestra herramienta con interfaz web de gestión de proyectos, está diseñada para facilitar la gestión global de los proyectos de una compañía controlando los parámetros más relevantes de cada proyecto (alcance, calendario y presupuesto) así como los parámetros de calidad, manteniendo en todo momento informados de las acciones tomadas a todos los usuarios de acuerdo a sus roles y perfiles de usuario.

## Las principales funcionalidades son:

- Gestión de proyecto: socios, fuentes de financiación, Paquetes de Trabajo (WP), tareas (WBS), presupuestos en distintas monedas, hitos, hitos de flujo de caja, órdenes de compra, etc.
- Gestión de recursos humanos: coste horas/hombre de cada usuario, informes de dedicación del personal.
- Control de la calidad del proyecto: riesgos, acciones, no-conformidades.
- Herramientas de análisis: resúmenes globales del calendario, presupuesto, mano de obra
  o flujo de caja que se pueden mostrar, imprimir y exportar a diversos formatos gráficos o
  no (archivos xml, Excel, diagramas Gantt, gráficos para flujo de caja, informes de uso
  del tiempo del personal, etc.).
- Administración de usuarios y base de datos.

MANATEE es especialmente adecuado para empresas distribuidas geográficamente o para varias empresas que colaboran en un proyecto multidisciplinario y complejo. A medida que los proyectos evolucionan, la información generada en los diversos centros de trabajo por varias personas se vuelve inmanejable muy rápidamente y la necesidad de la necesidad de una herramienta software para la gestión del proyecto se vuelve esencial.



La interfaz de usuario de MANATEE se realiza mediante una interfaz web. Esto significa que cualquier persona que tenga acceso a Internet puede obtener acceso a la información de un proyecto, si dicha persona tiene una cuenta en el sistema y se le han otorgado los permisos adecuados.

MANATEE puede funcionar independientemente o en combinación con DOCMA.

## SUMO: Herramienta de Gestión de la Operación y el Mantenimiento

SUMO es una herramienta con interfaz web destinada a planificar y controlar las actividades, tareas y los recursos necesarios para la explotación de una instalación compleja durante la fase de Operación y Mantenimiento. Esta herramienta también incluye el inventariado de los elementos del sistema y sus repuestos, así como los elementos de soporte para la ejecución de cada tarea. La herramienta permite a la persona encargada de administrar las instalaciones, programar y priorizar las tareas y organizar el trabajo para el equipo de Mantenimiento y Operación.

Para ilustrar las ventajas de esta herramienta, listamos aquí sus principales utilidades:

- Registro de tareas de operación y mantenimiento.
- Inventario de la instalación.
- Herramienta de gestión de repuestos y suministros.
- Planificador de tareas de operación y mantenimiento.
- Registro de las tareas ejecutadas.
- Registro de fallos y control de anomalías.

La interfaz de usuario de SUMO es vía web. Esto significa que cualquier persona que tenga acceso a Internet puede acceder a la herramienta, si dicha persona tiene una cuenta en el sistema y se le han otorgado los permisos adecuados. La principal ventaja es que no es necesario instalar ningún software específico es suficiente el navegador web. Del mismo modo, el usuario no necesita acceder al correo electrónico, ya que las notificaciones son gestionadas por la Herramienta y puestas a disposición del usuario a través de la interfaz web. La información se almacena internamente mediante una base de datos relacional de código abierto.

## LLAMA: Herramienta de Gestión de Laboratorio

La herramienta de Gestión de Laboratorio (LLAMA) está diseñada para proporcionar toda la funcionalidad que se precisaría para manejar y gestionar el laboratorio de una organización o de un proyecto. Con esta herramienta se pretende realizar las funciones necesarias para la gestión y organización de los laboratorios vía web y usando distintos permisos de acceso.



La herramienta de Gestión de Laboratorios (LLAMA) se encarga principalmente de:

- Establecer organizaciones.
- Establecer proyectos.
- Definir y gestionar los materiales inventariables y fungibles.
- Archivar y proporcionar acceso a los documentos relacionados con los materiales inventariables y fungibles incluidos en la aplicación.
- Gestionar el acceso de los diferentes usuarios a la información disponible en la aplicación de acuerdo a los permisos asignados a los mismos.

La interfaz de usuario de la herramienta se ha realizado vía web, lo cual proporciona la ventaja de que cualquiera que tenga acceso a Internet puede acceder a la herramienta y realizar la gestión del laboratorio, siempre que tenga una cuenta en el sistema y disponga de los permisos adecuados. La información se almacena en una base de datos implementada en MySQL, lo cual proporciona las ventajas asociadas al uso de software de libre distribución.

## 4.2.8 Formación especializada

Nuestros cursos de formación en Gestión, Ingeniería y Software se ofrecen como:

- Cursos generales: Se imparten en Madrid. Su duración es de 18 horas lectivas repartidas en 3 días consecutivos de la misma semana.
- Cursos "en cliente": Nuestros cursos pueden impartirse en las oficinas de nuestros clientes según sus necesidades.
- Inclusión en programas máster: Nuestros cursos, por su gran especialización, son idóneos para ser incluidos en programas master de Ingeniería y Física. Ejemplos de este tipo de cursos son los cursos de Gestión en la International School for Advanced Instrumentation, IScAI, entre 2008 y 2012 (coorganizada por IAC, UCM, IA-UNAM e INAOE (México), y la Universidad de Florida). O, desde 2010, los cursos de Gestión, Optomecánica y Óptica Adaptativa que se imparten anualmente en el "Master de Instrumentación Espacial" de la Universidad del País Vasco (hasta el día de hoy, curso 2020- 2021).

La relación de cursos que actualmente imparte FRACTAL es:

Cursos de 1 día:

• Introducción al diseño mecánico de instrumentación infrarroja

• Introducción a la Ingeniería de software con técnicas de orientación a objetos

#### Cursos de dos días:

• Introducción a los análisis RAMS para telescopios e instrumentación astronómica

#### Cursos de 3 días:

- Tres perspectivas de la gestión de proyectos
- Ingeniería de Sistemas: Aplicación y Desarrollo
- Fundamentos ópticos e Instrumentación
- Proyectos de sistemas opto-mecánicos
- Fibras ópticas en Astronomía
- La Óptica Adaptativa: desde los conceptos hasta los últimos avances y su aplicación a los ELTs
- Ingeniería de proyectos S/W con técnicas de Orientación a Objetos
- Integración de un bus de campo CAN/CANOpen: este curso es fundamentalmente práctico por lo que se requiere que el cliente tenga un hardware "problema" dedicando el curso a resolver la programación de estos dispositivos.

Los programas previstos para los cursos ofertados se encuentran en la página web: <a href="http://www.fractalslne.es/calendario.jsp">http://www.fractalslne.es/calendario.jsp</a>

## 4.2.9 Servicios Web y de "hosting" para proyectos científicos

Proporcionamos diferentes tipos de servicios web para nuestros clientes: páginas web, aplicaciones web con partes públicas y privadas para los proyectos científicos, servicios web para el manejo de datos astronómicos, también con una capa VO (bases de datos astronómicas en línea, espectros y visualización de imágenes).

También ofrecemos el servicio de "hosting" o alojamiento para esas aplicaciones web en caso de que nuestro cliente prefiera que también realicemos el mantenimiento y la actualización de los servidores y las aplicaciones, proporcionando también instalaciones ftp, base de datos de documentación, etc. para sus proyectos.

## 4.2.10 Servicio "AstroJobs" de búsqueda de talento para Astronomía

AstroJobs (<a href="https://www.fractalastrojobs.com/">https://www.fractalastrojobs.com/</a>) es una iniciativa desarrollada por FRACTAL que ofrece, a través de un Servicio web, la promoción de los puestos de trabajo ofertados por nuestros clientes, en áreas relacionadas con la Astronomía, la Ingeniería y la Investigación.



Los objetivos de este servicio son:

- Atraer el talento a los puestos de Astrofísica profesional.
- Anunciar, promocionar y dotar de visibilidad a los puestos ofrecidos por nuestros clientes.
- Ser una referencia como fuente de búsqueda de empleo para los potenciales candidatos involucrados en el campo de la Astronomía.

FRACTAL también puede ofrecer servicios de cazatalentos para encontrar los mejores candidat@s que se ajusten a los perfiles laborales especificados por los clientes.

# 5. APENDICE: INSTALACIONES DEL LABORATORIO LICA EN UCM UTILIZADAS PARA LOS PROYECTOS DE FRACTAL

## 1. Instalaciones disponibles

FRACTAL realiza todos sus test y montajes opto-mecánicos a través de dos instalaciones situadas en Madrid y Sevilla. Además, FRACTAL tiene un pequeño observatorio en Guadarrama (Madrid), con un telescopio reflector Meade LX200, en el cual puede realizar pruebas de pequeños instrumentos (cámaras o espectrógrafos alimentados por fibra óptica). El observatorio tiene una sala de control y un pequeño taller anexo.

## 2. Laboratorio LICA (Madrid)

El Laboratorio de Instrumentación Científica Avanzada (LICA), pertenece al grupo GUAIX del Departamento de Astrofísica de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). FRACTAL SLNE ha contribuido a la definición y montaje del laboratorio y aporta una parte de su material, tanto fungible como inventariable. La UCM además de ser la propietaria del recinto y del laboratorio, aporta la mayor parte de los equipos inventariables.

La ventaja de esta instalación, a la que FRACTAL tiene libre acceso tanto para sus proyectos como los compartidos con la UCM, es su seguridad, y la alta disponibilidad para ejecutar los proyectos<sup>3</sup>. En estas instalaciones, FRACTAL ha montado sistemas, además de para la propia Universidad Complutense de Madrid (MEGARA), para el Instituto de Astrofísica de Canarias (ESTRANGIS), para el Observatorio de Calar Alto (CARMENES), el Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña (espectrógrafo ARES), la Universidad de Valencia (cámara TROBAR) y el LSW (Heidelberg, Alemania, cámara CCD de CARMENES) entre otros.

El LICA consta de dos bancos ópticos: uno de  $1000 \text{mm} \times 2000 \text{mm} \times 200 \text{mm}$  y otro de 1500 mm x 2500 mm x 200 mm, provistas de patas anti vibración para montajes de alta precisión. Recientemente se ha habilitado también una sala limpia y se h adquirido una nueva cabina ISO 5 de flujo laminar vertical.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> El acceso está regulado actualmente por un protocolo COVID-19 específico



En el LICA, FRACTAL dispone de una serie de material cualificado y montajes ad-hoc para realizar test de integración, verificación y caracterización de:

- i. Detectores
- ii. Sistemas ópticos y redes de difracción
- iii. Fibras ópticas
- iv. Diseño de cableado electrónico
- v. Calibración de espectroscopía
- vi. Prototipos y desarrollo de software

# Banco de caracterización de detectores (CCDs y CMOS)

El montaje diseñado para la caracterización de detectores (banco de pruebas), está compuesto por un sistema de iluminación con tres lámparas de Tungsteno intercambiables, dos ruedas de filtros (densidad neutra y corta órdenes), una esfera integradora (8"), un monocromador (Oriel Cornerstone 260) con resolución 0.1 nm, un fotodiodo (S2281) previamente calibrado por el National Physical Laboratory en Reino Unido, un LED azul de GaN para caracterización de flats, y un osciloscopio (WaveSurfer 44MXs-B, de 4 canales).

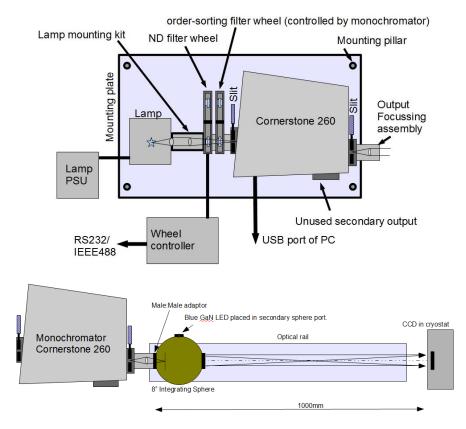


Figura 1: Montaje del Sistema de caracterización de detectores (CCD y CMOS)

El sistema además dispone de un sistema de criogenia (InfraRed Cryotiger), una unidad de vacío (Pfeiffer Hi Cube Classic) y un controlador de temperatura (Lakeshore 325) conectado a una sonda Pt100. Con estos sistemas podemos hacer estudios de la eficiencia cuántica y del régimen

de la linearidad de los detectores, así como caracterización del blooming, flats y crosstalk de los mismos.



Figura 2: Cryocooler, unidad de vacío, medidor Medidor Pirani Cátodo Frío PKR251 y Lakeshore 325 disponibles en LICA

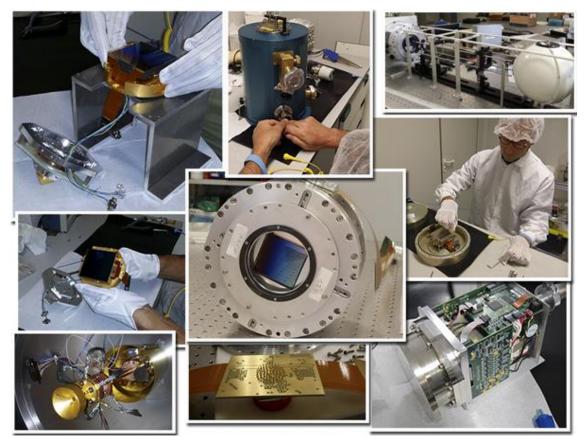


Figura 3: Imágenes tomadas en el LICA en proyectos de montaje y caracterización de detectores y su electrónica.

OPTICAL DESIGN
CAL DES

Para la manipulación de los detectores, se ha adquirido recientemente una cabina ISO 5 de flujo laminar vertical como la que se muestra en la siguiente figura (modelo Scanlaf Fortuna de Labogene):



Figure 4: Banco limpio para manipulación de detectores (entre otras aplicaciones)

## Sistemas Ópticos

FRACTAL realiza el ensamblado, la integración y verificación caracterización de diversos sistemas ópticos, llevando a cabo diferentes pruebas para caracterizarlos, obteniendo curvas de transmisión de filtros y lentes y propiedades dimensionales de cualquier componente óptico, haciendo uso del monocromador y diodo calibrado. Medimos la calidad de la superficie y el error del frente de onda con la ayuda de un interferómetro Fizeau y una referencia de "optical flat"  $\lambda$ 20. Además, realizamos medidas de alta precisión de los ángulos de los prismas y sus errores (*wedge errors*), estudio de las líneas por mm de redes de difracción, errores de transmisión del frente de onda, degradación de PSF, estudio de aberraciones, etc.

Además del material mencionado anteriormente, disponemos de un conjunto de lámparas de calibración, lámparas UV, calibres, un láser (512nm), conjunto de pinholes de diferentes tamaños, lentes, CCDs de diferentes formatos y tamaños de pixel y dos telescopios refractores Celestrón (D=102 cm, F#=8.8).

Para el montaje, integración y alineado de alta precisión, disponemos de un calibrador digital, un micrómetro de profundidad para el alineamiento de los CCDs, indicadores, objetivos de alineado (*alignment targets*), un conjunto de etapas de traslación lineal (X, XY, and XYZ) y goniómetros con diferentes precisiones, un telescopio autocolimador (Trioptics ACM F500-57) con precisión



de  $50~{\rm micras}$  y un telescopio de alineado (Möller-Wedel Optical, FAKR 300/40/14.7) con una precisión de  $10~{\rm micras}$ .

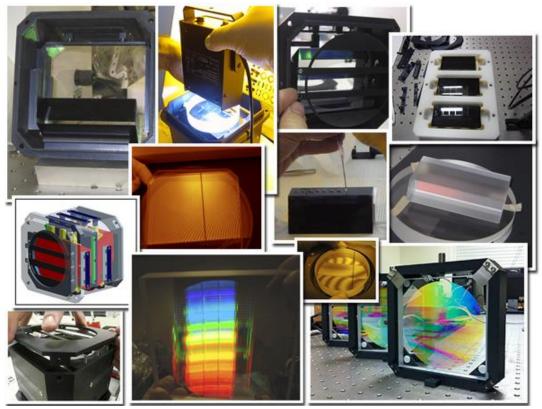


Figura 5: Imágenes tomadas en el LICA en proyectos de caracterización de redes holográficas



Figura 6: Imágenes tomadas en el LICA en proyectos de pruebas ópticas



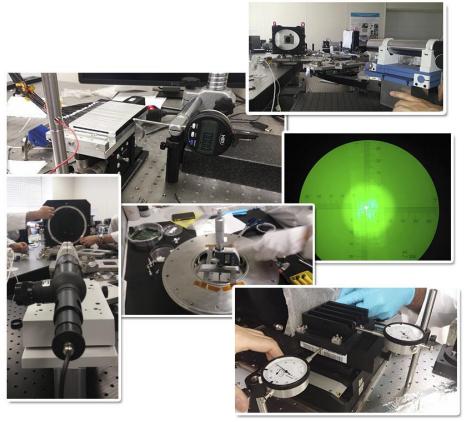


Figura 7: Instrumentos de alineado utilizados en el LICA

# Banco de caracterización de haces de Fibras Óptica

En FRACTAL hemos diseñado e integrado varias unidades orientadas a la caracterización y pegado de fibras ópticas y microlentillas. Con estas unidades podemos estudiar la transmisión, el impacto del FRD, así como el comportamiento del campo lejano y cercano de las fibras. La unidad de pegado está diseñada para poder unir fibras desnudas a un conjunto de microlentillas ("microlenses array") de manera que el conjunto óptico resultante tenga un número F más pequeño y por tanto, un sistema óptico más rápido, y óptimo para reducir el impacto de la degradación de la relación de foco y minimizar la pérdida de flujo tan importante en instrumentos astronómicos alimentados por fibras.



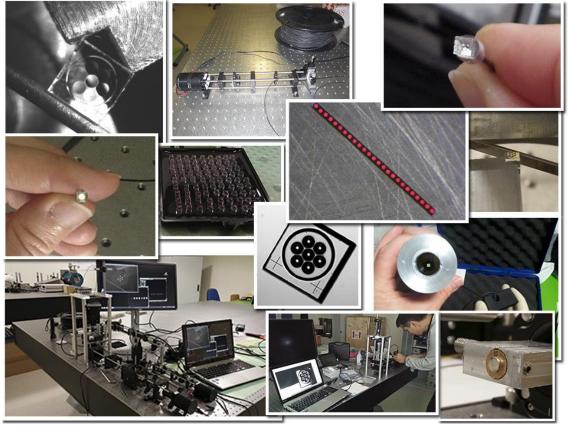


Figura 8: Imágenes tomadas en el LICA en proyectos de fibras ópticas

# Diseño de cableado electrónico

FRACTAL posee personal cualificado en el diseño y ensamblaje de componentes electrónicos, usando componentes de soldadura de precisión, que, junto con el controlador de temperatura y el osciloscopio, permite caracterizar la circuitería y controlar el ruido electrónico. Para ello utilizamos un osciloscopio WaveSurfer 44MXs-B de 4 canales.



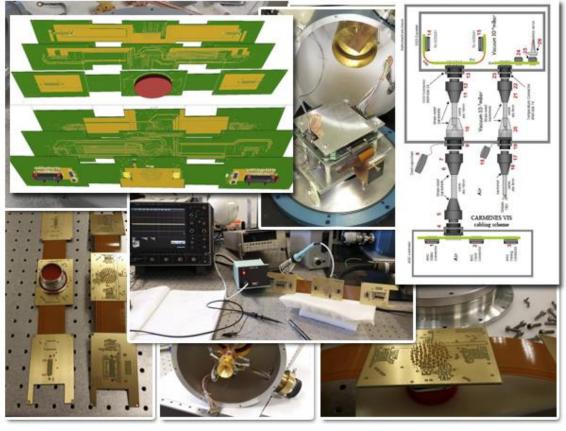


Figura 9: Circuitos electrónicos diseñados por consultores de FRACTAL y probados en el LICA

## Calibración Espectroscópica

FRACTAL lleva a cabo la calibración espectroscópica para espectrógrafos astronómicos con la ayuda de varias lámparas de tubo (Na, Xe) y lámparas de cátodo hueco (ThNe, ThAr), así como con varias esferas integradoras con diferentes aperturas (hasta 230 mm), suministrando así los parámetros necesarios para que las curvas de calibración puedan ser implementadas en el software de reducción de datos del cliente, junto con los mapas de líneas de emisión.

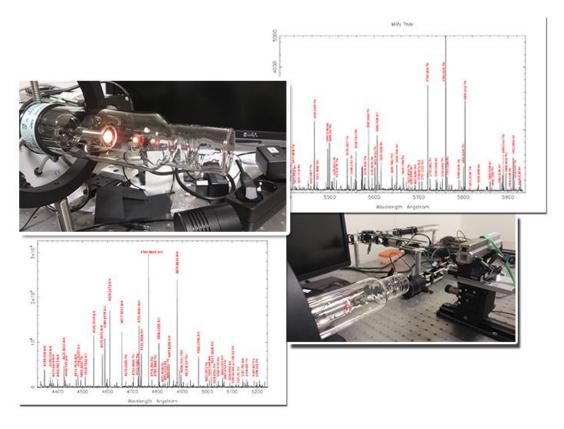


Figure 10: Lámparas de calibración de cátodo hueco (HCL) y mapas de líneas de emisión producidos por FRACTAL

# Prototipos y Desarrollo de Software

FRACTAL y la UCM fueron los responsables del diseño y desarrollo del sistema de control (hardware y software) del instrumento MEGARA. Durante este proceso, montamos varis prototipos y tenemos un simulador de software de GTC junto con muchos componentes hardware y repuestos de los elementos que se usaron en MEGARA.

FRACTAL desarrolló el Sistema completo de control (hardware y software) del instrumento ALBIREO, basado en Phidget (controlador del motor, ordenador de placa única, kit de interfaz, etc.) y tenemos un simulador de software completo basado en este hardware/software.

Actualmente, FRACTAL ha montado un prototipo nuevo basado en los PLC de Beckhoff. FRACTAL va a utilizar este software como base para los Criostatos de Flujo Continuo, cuya tecnología tiene transferida por la ESO desde 2015. Asimismo, ests tecnología es la adoptada por la ESO para la nueva generación de instrumentos para el ELT.

Aparte de todos estos prototipos hardware, FRACTAL ha desarrollado varias herramientas software orientadas al usuario (control de fibras ópticas, preparación de observaciones de espectrógrafos multi-objeto), Calculadores de Tiempo de Exposición, herramientas de visualización *Quick Look*, bases de datos e interfaces de usuario para diversos propósitos.



Para información adicional visitar:

 $\underline{http://www.fractalslne.es/files/FRACTAL-Services-Instrumentation-and-software-general.pdf}$ 

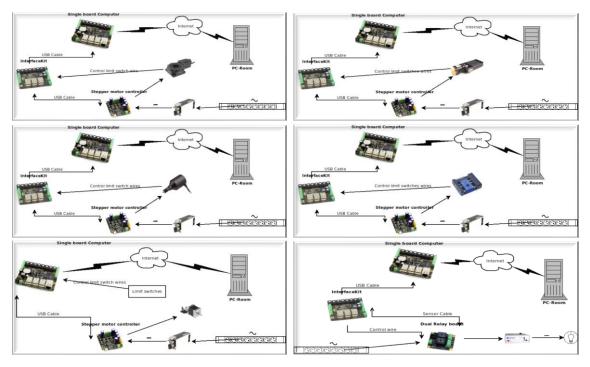


Figure 11: Arquitecturas realizadas por FRACTAL para sistemas de control de instrumentos basadas en Phidget