

## VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA

### EL SECRETARIADO DE INFRAESTRUCTURA CIENTÍFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

## INFORMA

EQUIPAMIENTO PARA LA TOMA DE DATOS NO INVASIVA Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN TERRITORIAL, ARQUITECTÓNICA Y PATRIMONIAL, MEDIANTE TÉCNICAS LIDAR (AÉREA Y TERRESTRE), GEORADAR E HIPERESPECTRAL

El grupo NEXUS-Ingeniería, Territorio y Patrimonio de la Escuela Politécnica de la Universidad de Extremadura ha incorporado a sus instalaciones un **“EQUIPAMIENTO PARA LA TOMA DE DATOS NO INVASIVA Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN TERRITORIAL, ARQUITECTÓNICA Y PATRIMONIAL, MEDIANTE TÉCNICAS LIDAR (AÉREA Y TERRESTRE), GEORADAR E HIPERESPECTRAL”** con cargo al proyecto **EQC2018-004169-P** concedido por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades a través de las Ayudas para la Adquisición de Equipamiento Científico-Técnico correspondientes al Subprograma Estatal de Infraestructuras de Investigación y Equipamiento Científico-Técnico (Plan Estatal I+D+i 2017-2020) (convocatoria 2018), cofinanciado por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), y la Junta de Extremadura, cuyo Responsable Científico es el investigador **José Juan de Sanjosé Blasco**.

**OBJETIVO Y FUNCIONALIDAD DEL EQUIPAMIENTO ADQUIRIDO (añadir el número de hojas que sea necesario)**

**Características del equipamiento adquirido**

**ESCÁNER LÁSER PORTÁTIL:**

El sistema de cartografiado portátil interior / exterior está diseñado para mejorar la efectividad y la productividad de la actividad topográfica en 3D. No es necesario el empleo de automóviles, no requiere sensores GPS / GNSS o paradas de calibración frecuentes, y está equipado con una unidad de control. Al usar una mochila hace que la toma de datos sea fácil y sin cansarse. Este equipamiento se puede utilizar en una gran cantidad de aplicaciones, como construcción, cartografiado de sitios industriales, levantamiento de terrenos, geomorfología, etc., pero es revolucionario en sitios subterráneos y en interiores de edificios.

Especificaciones técnicas del equipo:

**MAIN FEATURES**

Suitable environment	indoor/outdoor
Handheld	yes
Wearable	yes (optional add-on)
Mountable on various mobile platforms (car, trolley, bike, quad, boat)	yes
No limits SLAM post-processing software included (HERON Desktop)	yes
3D point cloud advanced processing software included (Reconstructor)	yes
Free software for x-ray maps visualization and measuring included (GoBlueprint)	yes
Output data	.e57, .las, .ply, export to ReCap
Points per second	300.000
Local accuracy	- 3 cm
Max survey resolution	- 2 cm
Global accuracy	- 5 cm in short close rings <sup>(1)</sup>
Control points	yes (optional add-on)
Global accuracy with control points	- 3 cm
Loop closure	not mandatory
Working in every light conditions	yes
Initialization and calibration procedures	not required
Single operator	yes
System working hours (in continuous acquisition)	- 8 h
Real-time 3D point cloud visualization	yes
Operating temperature	-10° ; +45°
Storage temperature	-40° ; +60°
Rugged transport case	yes

**RUGGED TOUCHSCREEN CONTROL UNIT**

Processor	Intel® Core™ i7
Weight	1200 g
Dimension	277 x 195 x 24 mm
Storage and Memory	256 GB
Protection index	IP65
Shoulder harness	282 g
Display	10.1" IPS TFT LCD WUXGA
Capacitive	Multi-touch screen
Sunlight readable technology	1000 nits LumiBond®
Power	Li-ion battery
Battery working hours	- 2 h

**CAPTURE HEAD (REMOVABLE)**

Laser sensor brand and type	Velodyne Puck LITE
No. of sensors	1
Laser safety classification	class 1
Laser wave length	903 nm
Laser max range	80-100 m
FOV	360° x 360° <sup>(2)</sup>
Panoramic camera	1
IMU	yes
Weight	1165 g
Dimension	125 x 144 x 240 mm

**PANORAMIC CAMERA**

On demand image acquisition at 5K (5640x2820 pixel)	yes
FOV	360° x 360°
Depth of focus	from 40 cm to ∞
Focal length	35 mm ± 1.036 mm
Automatic color and light balance	yes
Automatic exposure control	yes

**SOFTWARE EQUIPMENT**

<b>Reconstructor</b>	included
<b>Reconstructor HERON add-on</b>	included
3D navigation of point clouds and images	yes
Automatic scans registration	yes
Direct data import	.laz, .e57, .fls, .zfs, .rxp, .3dd, .x3s, .x3m, .clr, .cl3, .dp, .ixf, .nctri, .txt, .las, .ptx, .pts, .ptg, .asc, .ply, .csv, DEM Ascii
Point cloud filtering, managing and classifying	yes
Import .ifc BIM format	yes
Import terrestrial laser scanner data	yes
Import point clouds from UAV	yes
Import mobile mapping data	yes
CAD/Mesh models	.ifc, .obj, .dxf, .stl, .txt, .wrl, .vrml, .ply, .mvx, .dae
Export to ReCap Pro	yes
Cross sections and profiles (.dxf)	yes
Orthophotos & x-ray orthophotos (direct export to AutoCAD)	yes
Volumes and areas computation	yes
Mesh creation and manipulation	yes
Verification tool	yes

<b>HERON Desktop</b>	included
Drift effect reducing (global optimization)	yes
3D local maps patented algorithm	yes
Large coordinates for geolocalization	yes
Split/merge trajectories and point clouds	yes
Automatic post-processing mode	yes
Noise cleaning (attenuation)	yes
Moving objects removing	yes

<b>GoBlueprint</b>	free software
Volume calculation based on x-ray map	yes
Measures on x-ray maps directly (lines, angles, areas)	yes
Onsite 2D maps navigation (Windows-based pc/tablet compatibility)	yes
Deliverables easy to manage and share	yes

<b>HERON Constraints add-on</b>	optional
<b>Reconstructor MINING add-on</b>	optional
<b>Reconstructor COLOR add-on</b>	optional
<b>Reconstructor 3D Viewer</b>	free tool
<b>ClearEdge3D EdgeWise</b>	optional
<b>ClearEdge3D Verity &amp; Rithm</b>	optional
<b>3DUserNet VISION</b> (discount rates available)	optional
<b>Cintoo Cloud</b>	optional

*Fotografías del equipo en general (trabajos de campo):*







*Fotografías del equipo de detalle:*











2022/11/24 13:18



2022/11/24 13:18



2022/11/24 13:21



*Este equipo está ubicado en las instalaciones del grupo de investigación NEXUS en el edificio de investigación de la Escuela Politécnica de Cáceres y en la Escuela de Agrarias en Badajoz.*

**SISTEMA LIDAR PARA UAV:**



Actualmente, el Grupo de Investigación GeoAmbiental (GIGA) se encuentra habilitado como operador oficial de vehículos aéreos no tripulados (UAV) por la Agencia Española de Seguridad Aérea (AESA) y posee entre el personal, de dos pilotos formados para el manejo de diversas aeronaves. Entre ellas, se dispone de un equipo Md4-1000 que supone uno de los multirrotores más avanzados del mercado. Dicha plataforma se equipa con una cámara visible actualmente y se emplea en multitud de tareas relacionadas con la investigación. El equipamiento concedido supone dotar a esta plataforma de un nuevo sensor de captura de datos basada en la tecnología LIDAR. Al tratarse de una plataforma específica, son pocas las opciones disponibles en el mercado, pero el equipamiento debe presentar las siguientes características técnicas:

- Debe ser un sistema totalmente integrado en el UAV Md4-1000 que permita la adquisición directa de nubes de puntos mediante tecnología LIDAR. Por lo tanto, debe presentar un peso bajo (inferior a 1.3 kg) que permita conservar energía para desarrollar el vuelo. Las densidades de captura de puntos deben ser superiores a 200 puntos por m<sup>2</sup> volando a 50 m de altura y con una velocidad de 1 m/s. La tasa de adquisición de puntos debe ser, al menos, de 18000 puntos/segundo y con 3 retornos. La frecuencia de escaneo debe ser 25 Hz.
- Debe ser resistente a las inclemencias meteorológicas.
- Debe integrar un receptor GNSS e IMU con precisiones centimétricas y que permita la georreferenciación directa sin necesidad de puntos de control con post-procesado.
- Debe incorporar el software necesario para planificar el vuelo, gestionar los datos, analizarlos y exportarlos en formatos estándar en el mercado.

Características del equipo:

<b>Laser safety class</b>	1
<b>Field of view</b>	60° and 85°
<b>Number of returns</b>	3
<b>Point rate</b>	19,500 pts/s
<b>Absolute Vertical accuracy</b>	± 6 cm
<b>Absolute Horizontal accuracy</b>	± 6 cm
<b>Output format</b>	txt, LAS 1.4 (ASPRS format)
<b>System operating Temperature Range</b>	-10°C (14°F) up to 50°C (122°F)

Fotografías del equipo:









Este equipamiento se está empleando en el desarrollo de las siguientes líneas de investigación:

- *Elaboración de cartografía de precisión, modelos digitales del terreno.*
- *Modelos de evolución de usos y aprovechamientos del suelo, cuantificación y caracterización de biomasa.*
- *Modelización hidrológica.*
- *Cuantificación de procesos erosivos.*
- *Riesgos ambientales.*
- *Catalogación y modelización del patrimonio.*
- *Seguimiento de infraestructuras (obras, minas, etc.).*

### **SISTEMA DE GEORRADAR:**

*El equipo de georradar concedido consta básicamente de dos antenas para acoplar a la unidad central ya existente y un GPS compatible con el sistema GPR funcionando con cualquiera de las antenas. La compatibilidad de las nuevas antenas es total con respecto a la unidad central, existiendo además casi todos los accesorios y complementos necesarios para su correcto funcionamiento (salvo en el caso de la antena tipo 'cuerda' que los incluye en la propuesta): baterías, cargadores, cables fibra óptica, podómetros, soportes, carros de transporte, etc.*

Los equipos y sus características principales son:

1. *Antena RTA tipo 'cuerda' de 100 MHz:*

*Las antenas tipo 'Rough Terrain Antenna' (RTA) suponen un cambio cualitativo importante para la prospección con GPR. Su diseño único en línea todo-en-uno proporciona un mejor rendimiento con una penetración más profunda. La "serpiente" flexible como diseño permite que el sistema con la antena pueda ser manejada mucho más fácilmente y de manera más eficiente a través terrenos abruptos, proporcionando resultados óptimos en los entornos más*

difíciles. Incluso en ambientes relativamente fáciles la RTA también proporciona una reducción significativa de costos de tiempo y mano de obra.

Concretamente el equipo consiste en una Antena RTA tipo 'cuerda' con las siguientes características.

- Frecuencia nominal: 100 MHz
- Diseño tipo cable flexible
- Baterías recargables de 12 V de Li-ion conectadas en línea con el cable
- Cargador de baterías
- Tiempo de operación > 6 h
- Conexiones plug-in seguras con indicadores de conexión
- Peso: 6 kg
- Longitud total: 6,56 m
- Longitud TX-Rx: 2 m
- Maletín de transporte
- Compatible con unidad central PROEX y monitor XV

## 2. Antena apantallada de alta frecuencia:

Esta antena está diseñada especialmente para su uso en zonas urbanas o lugares con mucho 'ruido de fondo', de ahí su apantallamiento. Básicamente consta de un transmisor y un receptor en un contenedor apantallado. El diseño asegura que la energía del radar sólo se emite por la parte inferior de la carcasa de la antena, donde está en contacto con el suelo y protege el elemento receptor de las señales externas (ruido) de las direcciones que no sean de la parte inferior de la carcasa, donde se encuentra alojada. Una rueda funciona como podómetro, con un dispositivo de disparo que activa la recogida de datos a intervalos preestablecido por el operador. Se aloja en un carrito con ruedas para facilitar su desplazamiento. El diseño es modular por lo que la antena, dispositivos de tracción y ruedas de medición son compatibles e intercambiables con otras antenas ya existentes en el laboratorio COMPHAS.

Concretamente el equipo consiste en una Antena apantallada con las siguientes características.

- Frecuencia nominal 2,3 GHz
- Baterías recargables de externas de 12 V/12Ah de Li-ion
- Tiempo de operación > 6 h
- Dimensiones: 56 x 46 x 26 cm
- Peso: 19,5 kg
- Compatible con unidad central PROEX y monitor XV

## 3. Sistema GPS

Incluye un receptor GPS con antena y receptor en la misma carcasa de plástico inyectado con conector multipin, cable da datos y alimentación de 3 mts, base magnética de montaje para antena 5/8" y guía de operación rápida. Precisiones en XY Atlas Link Autonomo (sin ayuda externa): 1,2 mts WAAS / EGNOS: 30 cms. Compatible con sistema GPR, unidad central PROEX y monitor XV.

Fotografías del equipamiento:









Estos equipos, junto con los ya existentes correspondientes al sistema GPR disponible en COMPHAS serán usados en diferentes aplicaciones y proyectos financiados, como por ejemplo:

- Título del proyecto: Interacciones y dinámica de la criosfera en la montaña Cantábrica y Pirineos: permafrost, glaciares, nieve, cuevas heladas y cambio global.*  
 Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad  
 Duración: 07/08/2014 - 07/08/2017  
 Dotación económica: 113740 euros
- Título: Eel glaciar de monte perdido: monitorización y estudio de su dinámica actual y procesos criosféricos asociados como indicadores de procesos de cambio global*  
 Entidad financiadora: Red de Parques Nacionales  
 Duración: 16/04/2013 - 07/08/2016  
 Dotación económica: 64250,55 euros
- Título: Criosfera y cambio global en espacios naturales protegidos: control de procesos geomorfológicos asociados a la nieve y el hielo como geoindicadores de cambio ambiental en el PN de Picos de Europa*  
 Entidad financiadora: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (Parques Nacionales)  
 Duración: 01/01/2010 - 01/01/2014  
 Dotación económica: 27240,05 euros

### **HARDWARE Y SOFTWARE EQUIPAMIENTO HIPERESPECTRAL:**

Actualmente, el grupo de investigación dispone de una cámara hiperespectral Headwall que se puede instalar para su uso en drones dado el creciente interés en esta tecnología; se solicita un



software que permita el control tanto de la cámara como de su interface, de guardar los correspondientes archivos, y que permita la georreferenciación y ortorectificación de los datos (llamados cubos de datos) para su integración con la nube de puntos.

Dicho software está instalado en un pequeño ordenador embarcable, el cual también se solicita, compatible con la cámara, ideal en peso, consumo y capacidad de almacenamiento de tal manera que la autonomía del dron no se vea afectada. Es un pequeño ordenador de dimensiones 90mm x 60mm x 70mm, peso de 0,6 Kg, almacenamiento de 470GB de disco interno y sobre la que se pueden acoplar equipos mediante las conexiones que tiene (una Gigabit Ethernet, una para la cámara y otra GPS).

Por otra parte, una cámara hiperespectral captura todos los datos espaciales y espectrales dentro del campo de visión del dispositivo formando una imagen tridimensional (llamado cubo de datos) que proporciona una visión más completa de cualquier tipo de material reflectante. La gran cantidad de información que aporta esta técnica que permite hacer, de forma no destructiva, diagnósticos de conservación, de posibles deterioros,... haciendo un análisis a través de diferentes bandas del espectro electromagnético; además incorpora datos de georreferenciación y ortorectificación para poder complementar los datos del sensor LIDAR (aéreo y terrestre).

#### **LICENCIA CORPORATIVA DE SOFTWARE SIG Y SERVIDOR PARA SISTEMA DE INFORMACIÓN:**

La descripción del equipo es: CPU: Caja talios neuron silenciosa USB 3.0, Fuente de alimentación 750W MARS GAMING 80 + MPB750, Kit refrigeración líquida talios skadi, placa base gygabyte 2390 UD, Procesador INTEL CORE 3.6 GHZ 8 Núcleos, Grafica Asus Geoforce Dual 8GB y Memoria DDR4 32 GB. Se acompaña de un monitor PHILIPS DE 23.8", teclado Logitech k120, ratón Logitech B100 USB y SAI Sistema de Gestión Ininterrumpida. Se ha instalado el Sistema operativo Windows10 Profesional 64 Bits OEM.

Se ubica en la Escuela Politécnica, edificio de investigación. Edificio1906, Planta 0, núm. 13. (servidores). Se puede acceder al servidor desde control remoto en la siguiente web: <http://epccdesktop.unex.es/>

Licencia corporativa de software SIG: Se contrató un periodo de 3 años de 50 licencias en red de los softwares ArcGis Desktop 10.8 y ArcGis Pro 10.8. Dichas licencias vienen también con las extensiones siguientes: Workflow Manager, Tracking Analyst, Spatial Analyst, Schematics, Publisher, Network Analyst, LocateXT, Image Analyst, Geostatistical Analyst, Data Reviewer y 3D Analyst. Se concedió a la empresa ESRI (Environmental Systems Research Institute). Están siendo utilizadas las licencias por miembros de los equipos de investigación DESOSTE y GIGA para sus trabajos cartográficos y posteriores publicaciones. Estas licencias caducan el 31 de diciembre de 2022.

Se contrató una licencia corporativa de ArcGIS GIS Server Advanced. Se concedió a la empresa ESRI (Environmental Systems Research Institute). Está siendo utilizada tanto por los equipos de investigación DESOSTE y GIGA para sus trabajos cartográficos y posteriores publicaciones como por los alumnos del Máster Oficial en Tecnologías de la Información Geográfica de la Universidad de Extremadura en las asignaturas relacionadas con la publicación de Geoportales.

Otros avances con esta licencia de ArcGis Server ha sido la creación de 2 geoportales web para la divulgación de los recursos turísticos de Extremadura. Son los siguientes: <https://arcg.is/0LPuzL>; <https://arcg.is/0KP15j>

← → ↻ [arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=03c74876c7af4a0693ee227ba2efa150](https://arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=03c74876c7af4a0693ee227ba2efa150) Actualizar

## La Oferta Turística en Extremadura

Story map

Comunidad Autónoma de Extremadura | Población | BIC | Museos, Archivos y Centros de Interpretación | Patrimonio de la UNESCO | Tesoros | Espacios Protegidos

Un story map

Comunidad Autónoma de Extremadura

La región extremeña se localiza al oeste de España, limitando al este con Castilla-La Mancha, septentrionalmente con Castilla y León, al sur con Andalucía y al este con Portugal. Presenta un área de 40.000 Km<sup>2</sup>, vertebrada por dos principales vías de comunicación, la A-5 dirección Madrid-Lisboa y la A-66 dirección Gijón-Sevilla; y aproximadamente 1 millón de habitantes (INE, 2019) repartidos en 388 municipios. Su densidad de población, 26 hab/km<sup>2</sup>, es una de las más bajas a nivel nacional, 93 hab/Km<sup>2</sup>.

Históricamente, Extremadura se ha caracterizado por su situación periférica y limitrofe, especialmente por ser zona fronteriza con Portugal, influyendo en el desarrollo urbano de los pueblos aledaños con un legado patrimonial asociado a construcciones militares y contribuyendo a que la zona no pudiese desarrollarse socioeconómicamente, actuando como factor de repulsión de la población. Del mismo modo, el paso de diferentes civilizaciones por la Península Ibérica ha contribuido a incrementar el patrimonio histórico y cultural extremeño. Por citar algunos ejemplos representativos, se pueden destacar las construcciones megalíticas de Valencia de Alcántara o el Dolmen del Valle de Lácara en Mérida; la influencia de los comerciantes fenicios y griegos, como demuestran los tesoros de Aliseda y Valdeobispo. De época romana destaca la antigua capital de la Lusitania (Mérida), fundada en el 25 a.C. por el emperador Augusto.

LEYENDA

MAPA DE VISTA GENERAL

Esri, HERE, Garmin, FAO, NOAA, USGS

## Comarcas de Sierra de Gata y Las Hurdes 2020

Mapas de Sierra de Gata y Las Hurdes

Comarcas de Sierra de Gata y Las Hurdes | Población | Evolución de la población 2009 - 2019 | Usos del suelo y e hidrografía | Alojamientos | BIC | ZEC | ZEPA | LIG

Estas dos comarcas, situadas en el extremo noroccidental de la Comunidad Autónoma de Extremadura, cuentan no sólo con una amplia diversidad de flora y fauna, sino también con una profunda historia y cultura propias, que son de un gran atractivo para los turistas.

Sus elementos ambientales junto con su patrimonio histórico resultan en una zona muy demandada y visitada por todo tipo de turistas, tanto nacionales como internacionales, que buscan en este rincón de Extremadura poder disfrutar de la naturaleza y la tranquilidad del medio rural.

Aparece representado a continuación un mapa de las Comarcas de Sierra de Gata y las Hurdes, con las capas cartográficas de los ríos, embalses, núcleos de población, municipios y vías de comunicación, para aportar con ellos una visión general de la zona a tratar.

Fuente: Base Cartográfica Nacional (1.200.000), Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).

**Vías de comunicación**

- Pista
- Carretera Autonómica
- Otras vías

Esri, CGIAR, USGS | Instituto Geográfico Nacional, Esri, HERE, Garmin, METI/NASA, USGS





### **Valor añadido e impacto científico-tecnológico de la adquisición**

*Todo los equipos pueden emplearse en dos grandes líneas de trabajo (Patrimonio y Territorio), puesto que los grupos de investigación que solicitan esta ayuda llevan años trabajando en estos ámbitos de investigación con equipamiento que disponen actualmente pero que se ha quedado anticuado. Por tanto, analicemos cada una de estas líneas de trabajo: el estudio patrimonial y el análisis territorial.*

*El patrimonio histórico y cultural con que cuenta Extremadura es una seña de identidad que abarca desde paisajes culturales (puentes, yacimientos arqueológicos, murallas,...) hasta centros históricos (iglesias, palacios, museos, ermitas,...) en las diferentes ciudades y pueblos de la región. La recuperación y conservación del patrimonio cultural contribuye al asentamiento de la población del área de influencia, al permitir la diversificación de su economía y generar nuevas oportunidades de negocio para los habitantes del territorio, al tiempo que incrementa la valoración estética de los bienes. Corresponde a la Dirección General de Patrimonio Cultural, bajo la supervisión de la Consejería de Educación y Cultura, el impulso, coordinación y desarrollo de actividades tendentes a la conservación, defensa, protección y enriquecimiento del Patrimonio Cultural de Extremadura y el fomento de las artes plásticas. Los grupos de investigación que solicitan esta ayuda tienen colaboraciones con esta Dirección, además de*

realizar actuaciones con el Ayuntamiento de Cáceres y Badajoz con un proyecto donde se desarrolla las técnicas BIM, Obispado de la diócesis Coria-Cáceres, INTROMAC,... El equipamiento es aplicable en la realización de modelados 3D (aéreo: yacimientos arqueológicos) donde las tomas desde tierra son complicadas, pero con el lidar terrestre es posible hacer modelados 3D de interiores y exteriores de edificaciones (iglesias, palacios, casas,...). Estos modelados 3D estarían apoyados con el georradar y la cámara hiperespectral para la determinación de materiales o patologías mediante técnicas no invasivas.

Respecto al análisis territorial, indicar que las plataformas poseen la capacidad de generar modelos 3D de alta resolución espacial de prácticamente cualquier elemento o terreno por lo que su aplicabilidad es amplísima. Desde los estudios de Urbanismo y Ordenación del Territorio, la catalogación patrimonial (territorial). También los estudios ambientales que tratan de cuantificar y realizar seguimiento de procesos en el tiempo (estudios multi-temporales de cambios de usos del suelo y aprovechamiento, evolución de elementos geomorfológicos, etc.). Los estudios de riesgos naturales, por ejemplo, la monitorización de inundaciones en tiempo real, cuantificación de daños y volúmenes de material desplazado en el caso de los deslizamientos de tierra. Prospección arqueológica, documentación y seguimiento de excavaciones. Supervisión de cultivos, agricultura de precisión y cuantificación de biomasa. Mantenimiento y seguimiento de infraestructuras, obras y minas.

En definitiva, se trata de un equipamiento muy versátil y cuya utilización resulta de interés a grupos de disciplinas científicas y líneas de investigación muy diferentes, se fomentaría de esta forma el intercambio de ideas y la colaboración entre investigadores de diferentes ámbitos dentro de la UEX.

### **Técnicas o investigaciones que el equipo permitirá desarrollar o abordar**

Un punto fuerte de la concesión de estos equipos es la cantidad de grupos de investigación que la componen, lo cual demuestra el interés por la adquisición de los equipos. Los grupos de investigación a los que se les concedió este equipamiento pertenecen a dos Institutos de investigación: INDEHESA e INTERRA.

No se tiene constancia que existan equipos similares a los solicitados en esta propuesta en el entorno universitario. Evidentemente existen equipos informáticos, cómo el servidor web, pero en el caso que nos afecta, no hay disponibilidad de ningún equipo con el cual hacer pública la información que se obtenga con equipamiento Lidar, Hiperespectral o Georadar. Respecto a estos equipos, indicar que no hay equipamiento similar en el entorno universitario. Por ejemplo, tanto el equipamiento terrestre solicitado tiene relación con los equipos lidar (TLS) que dispone el grupo NEXUS, pero que actualmente va colocado sobre un trípode y por tanto le hace poco dinámico y tiene restricciones en el ámbito investigador.

### **Equipo responsable y potencial de utilización por parte de otros grupos de investigación**

Conforme a esta política de gestión de los equipos, cada grupo se ha hecho responsable del equipamiento más acorde con sus líneas de investigación, así:

- **ESCÁNER LÁSER PORTÁTIL** será gestionado por los grupos de investigación: NEXUS, Alcántara y Aerobiología. Entre los tres grupos se pondrán de acuerdo para la gestión del equipamiento, quedando guardado en la Escuela Politécnica de Cáceres y en el Escuela de Ingeniería Agraria de Badajoz. Se redactará un



protocolo de actuación para el uso y mantenimiento del equipamiento, incluso se solicitarán proyectos para la ejecución conjunta. En este protocolo debe tratarse el uso de otros investigadores ajenos a los grupos solicitantes.

- **SISTEMA LIDAR PARA UAV:** Este equipo será gestionado por GIGA. Quedando almacenado en las instalaciones que dispone GIGA en la Facultad de Filosofía y Letras de Cáceres, junto con los UAV que dispone este grupo.
- **SISTEMA DE GEORADAR:** Grupo responsable COMPHAS, el cual tiene sus laboratorios en el edificio de investigación de la Escuela Politécnica. La custodia del equipo estará junto con el resto de equipamiento geofísico que dispone el grupo.
- **HARDWARE Y SOFTWARE EQUIPAMIENTO HIPERESPECTRAL:** Grupo NEXUS, en la sección de hiperespectral. Se gestionará por los profesores Rosa María Pérez Utrero y Pedro Luis Aguilar Mateos, junto con el resto de equipos hiperespectrales que disponen en el edificio de investigación de la Escuela Politécnica.
- **LICENCIA CORPORATIVA DE SOFTWARE SIG Y SERVIDOR PARA SISTEMA DE INFORMACIÓN:** Grupo de investigación DESOSTE. Este grupo tiene sus instalaciones en el edificio de Filosofía y Letras de Cáceres.

Como los grupos de investigación pertenecen a los Institutos de investigación INDEHESA e INTERRA, es potencialmente útil este equipamiento para otros grupos que pertenecen a estos Institutos, y esto permitirá afianzar las relaciones entre ambas instituciones.

## **Producción Científica**

### **ESCÁNER LÁSER PORTÁTIL:**

Las líneas de investigación en las cuales se pueden emplear los equipos TLS móvil son:

- Documentación del patrimonio histórico (iglesias, puentes, palacios,...)
- Análisis de estructuras geomorfológicas (cárcavas, dunas, glaciares).
- Aplicación a la técnica BIM.

Estas líneas de investigación se han desarrollado dentro de tres proyectos competitivos:

- **Título del proyecto:** Metodología no invasiva para la conservación del Patrimonio Arquitectónico Defensivo de Extremadura con el uso de la herramienta HBIM  
**Entidad financiadora:** Consejería de Economía e Infraestructuras  
**Duración:** 2017 - 2020  
**Dotación económica:** 149526,30 euros.
- **Título del proyecto:** Interacciones y dinámica de la criosfera en la montaña cantábrica y Pirineos: Permafrost, glaciares, nieve, cuevas heladas y cambio global  
**Entidad financiadora:** Ministerio de Economía y Competitividad  
**Duración:** 2016 - 2019  
**Dotación económica:** 94000 euros.
- **Título del proyecto:** Evaluación de técnicas de recuperación de zonas acarcavadas mediante modelos 3D de alta resolución  
**Entidad financiadora:** Ministerio de Economía y Competitividad  
**Duración:** 2015 - 2017

Dotación económica: 108900 euros.

Además, se está desarrollando un proyecto de colaboración con la empresa Ecapture Research and Development S.L. y Quombas S.L., denominado: Investigación y diseño de un sistema de registro automático de escenarios criminológicos a través de sistemas de captura móvil por un importe de 40000 euros.

Las publicaciones que se están desarrollando actualmente son:

- *Comparison of the application of mooving mapping versus RTK photogrammetric drones for the documentation of a large heritage site. Case of the wall of Reina (Badajoz). Pendiente de publicación.*
- *Mooving mapping for the documentation and monitoring of coastal clay slopes. Application to the beach of Gerra, Cantabria (Spain). Pendiente de publicación.*
- *Comparación HERON – 2freedom – laser scanner Faro Focus X330 en la Basílica del Trampal (interior y exterior). Pendiente de publicación.*

### **SISTEMA LIDAR PARA UAV:**

Las publicaciones realizadas hasta la actualidad son:

- *Gómez-Gutiérrez, Á., Sánchez-Fernández, M., de Sanjosé-Blasco, J. J., and Lavado-Contador, F.: Accuracy of direct georeferencing strategies to monitor geomorphological features, 10th International Conference on Geomorphology, Coimbra, Portugal, 12–16 Sep 2022, ICG2022-91, <https://doi.org/10.5194/icg2022-91>, 2022.*
- *Gómez-Gutiérrez, Á., Sánchez-Fernández, M., and de Sanjosé-Blasco, J. J.: Performance of different UAS platforms, techniques (LIDAR and photogrammetry) and referencing approaches (RTK, PPK or GCP-based) to acquire 3D data in coastal cliffs, EGU General Assembly 2022, Vienna, Austria, 23–27 May 2022, EGU22-9881, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-9881>, 2022.*
- *Gómez-Gutiérrez, Á., Sánchez-Fernández, M., and de Sanjosé-Blasco, J. J., Gudino-Elizondo, N. and Lavado-Contador, J.F: Accuracy of UAV-based LIDAR and photogrammetry with direct georeferencing approaches to generate 3D models of complex landforms: the Gerra beach and cliff study case. Submitted to Measurement. Under Review.*
- *Gómez-Gutiérrez, Á., Sánchez-Fernández, M., Atkinson-Gordo, A. de Sanjosé-Blasco, J. J., and Lavado-Contador, J.F: Performance of an unmanned aerial vehicle with LIDAR and direct georeferencing systems to produce high-resolution 3D models in a challenging environment: the Veleta rock glacier. Submitted to the VI International Conference on Risks to be held in Coimbra (Portugal) in 2023.*

### **LICENCIA CORPORATIVA DE SOFTWARE SIG Y SERVIDOR PARA SISTEMA DE INFORMACIÓN:**

- *Arenas-Corraliza, I., Nieto Masot, A., y Moreno Marcos, G. (2020): Automatic mapping of tree crowns in scattered-tree woodlands using low-density LiDAR data and infrared imagery. Agroforestry Systems, 2. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00517-2>. Fuente de impacto: WOS JCR (Q2) Categoría: Agronomy, Forestry. Índice de impacto: 1.919*
- *Nieto Masot, A.; Cárdenas Alonso, G. and Engelmo Moriche, A. (2020). Spatial Analysis of the Rural-Urban Structure of the Spanish Municipalities. ISPRS Int. J.*



- Geo-Inf. 2020, 9,213. <https://doi.org/10.3390/ijgi9040213> Fuente de impacto: WOS JCR (Q2) Categoría: Geography, Physical . Índice de impacto: 2.239
- Castellano-Álvarez, F.J.; Nieto Masot, A.; Castro-Serrano, J. Intangibles of Rural Development. The Case Study of La Vera (Extremadura, Spain). <https://doi.org/10.3390/land9060203> Land 2020, 9, 203. Fuente de impacto: WOS JCR (Q2) Categoría: Environmental Sciences.. Índice de impacto: 2.429
  - Nieto Masot, A.; Cárdenas Alonso, G.; Engelmo Moriche, Á. Design of a Development Index for Spanish Municipalities. Sustainability 2020, 12, 8910. <https://doi.org/10.3390/su12218910>. Fuente de impacto: WOS JCR (Q2) Categoría: Environmental Sciences. Índice de impacto: 2.592
  - Gurría Gascón, J.L.; Nieto Masot, A. Rururban Partnerships: Urban Accessibility and Its Influence on the Stabilization of the Population in Rural Territories (Extremadura, Spain). Land 2020, 9, 254. <https://doi.org/10.3390/land9080254> Fuente de impacto: WOS JCR (Q2) Categoría: Environmental Sciences.. Índice de impacto: 2.429
  - Nieto Masot, A.; Ríos Rodríguez, N. Rural Tourism as a Development Strategy in Low- Density Areas: Case Study in Northern Extremadura (Spain). Sustainability 2021, 13, 239. <https://doi.org/10.3390/su13010239>. Fuente de impacto: WOS JCR (Q2) Categoría: Environmental Sciences. Índice de impacto: 2.592
  - Engelmo Moriche, A., Nieto Masot, A., y Mora Aliseda, J. (2021). La sostenibilidad económica de las ayudas al turismo rural del Método Leader en áreas de montaña: dos casos de estudio españoles (Valle del Jerte y Sierra de Gata, Extremadura). Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, (88). Fuente de impacto: WOS JCR (Q4) Categoría: Geography. Índice de impacto: 0.590
  - Nieto Masot, A. y Gurría Gascón, J.L. Sustainable Rural Development: Strategies, Good Practices and Opportunities). Land 2021, 10, 4. <https://doi.org/10.3390/land10040366> Fuente de impacto: WOS JCR (Q2) Categoría: Environmental Sciences. Índice de impacto: 3,395
  - Engelmo Moriche, Á.; Nieto Masot, A. y Mora Aliseda, J. Territorial Analysis of the Survival of European Aid to Rural Tourism (Leader Method in SW Spain). Land 2021, 10, 1030. <https://doi.org/10.3390/land10101030>. Fuente de impacto: WOS JCR (Q2) Categoría: Environmental Sciences. Índice de impacto: 3,395
  - Engelmo-Moriche, Á., Nieto-Masot, A., Horcajo-Romo, A., & Cárdenas-Alonso, G. (2021). Geoportal Turístico de una Región Rural como Medio de Difusión de su Oferta y Recursos. Caso de Estudio: Extremadura. Revista de Estudios Andaluces, 125-143. Indexada en Emerging Soricing Citation Index y con el sello de calidad de Fecyt
  - Cárdenas Alonso, G. & Nieto Masot, A. (2022). Mapping the Optimal Rural Areas to Invest in through the LEADER Approach: Case Study—Extremadura (SW Spain). Land, 11(8), 1-21. Fuente de impacto: WOS JCR (Q2) Categoría: Environmental Sciences. Índice de impacto: 3,395
  - Ríos Rodríguez, N., Nieto Masot, A. & Cárdenas Alonso, G. (2022). Los efectos de la COVID-19 en el sector turístico de las Comunidades Autónomas españolas. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, (94). Fuente de impacto: WOS JCR (Q3) Categoría: Geography. Índice de impacto: 0.32
  - Cidoncha Goicochea, E., Cárdenas Alonso, G. & Nieto Masot, A. (2022). Análisis espacial de la vulnerabilidad territorial de los municipios cántabros a partir del Índice de Moran. Cuadernos Geográficos, 62(1), 5-31. Fuente de Impacto: Scopus (Q3). Índice de Impacto: 0.28 y con el sello de calidad de Fecyt
  - Río Rodríguez, N., Cárdenas Alonso, G., Nieto Masot, A. & Leco, Berrocal, F. (2022). The Territory of Valle del Jerte-La Vera and Its Tourist Development (Extremadura, SW Spain). Land, 11, 2171. Fuente de impacto: WOS JCR (Q2) Categoría: Environmental Sciences. Índice de impacto: 3,395

