

Circular Fab: a young initiative of public regional lab network in Cáceres, Spain.

Antonio Gordillo-Guerrero, Evangelina Sánchez, Publio Galán, Agustín Aretio

Antonio Gordillo-Guerrero, Electronics Engineering Dpt., University of Extremadura

Smart Open Lab. School of Technology, University of Extremadura

Cáceres, Spain

anto@unex.es

Evangelina Sánchez, Asociación de Universidades Populares de Extremadura

Badajoz, Spain

evangelina.sanchez@aupex.org

Publio Galán, Sociedad Cooperativa Especial Emprendiciencia

Mérida, Spain

publio@emprendiciencia.com

Agustín Aretio, Provincial Council of Cáceres

Cáceres, Spain

aaretio@dip-caceres.es

Abstract

Circular Fab is a young network of public spaces with digital fabrication resources and entrepreneurship promotion focus. It is the product of cooperation between administrations - European, national, regional and local - with other institutions and companies. Several official regional fablabs have served as references since the definition and construction process. Since the end of 2021, the network is fully operational in six refurbished and equipped public spaces in relatively small towns (<10k inhabitants) in the province of Cáceres, a relatively large area (~20.000 sq km) in western Spain, joined by a "demonstration space" in the capital, Cáceres, called "El Círculo".

Until mid-2022, the estimated executed investment was about 850k€. In less than a year, more than 650 free courses and sessions have been delivered, helping around 140 local companies. It has been continuously open to schools, academies and companies. We estimate that we have reached about two thousand people.

In this article we describe the definition and construction of the network; the different spaces, in distinct cities; the public and private agents implicated; the current obtained results, in terms of space usage; a quick overview of the projects within the centers; and the next steps planned.

Keywords

Local development, regional network, fabrication technologies, circular economy, public-private collaboration.

1 Introduction

Cáceres and Badajoz form the two provinces of the autonomous community of Extremadura [1], with an area of 40,000 sqkm in central-western Spain, see Figure 1. Extremadura is marked by its historical industrial backwardness compared to the average spanish regions, with a strong presence of the agricultural sector and extractivist activity since Roman times, with gold and tin mining, extending today even to lithium. In the 21st century, Extremadura is still a land rich in resources, with a pleasant temperate climate and a relatively good hydrological situation (1500 km of freshwater coastline). It is a global exporter of top-quality plant and animal foods, minerals of various types, and energy (it exported 16,053 GWh in 2019, 76.33 % of its electricity production [2]). At the same time, it has extensive protection of its

natural space (more than 30% of its area, 14,000 sqkm), see the central part of Figure 1, as it is rich in fauna and flora. The Government of Extremadura launched a few years ago its "Green and Circular Economy Strategy 2030" [3], with which the creation of the Circular Fabs is closely related, to promoting a local and sustainable economy, respectful with the environment. We believe that with the resources of the new network we are paving part of the way towards self-sustainability, promoting the transformation of raw materials into goods and services with added value.



Figure 1: Location of Extremadura in Spain; protected areas of Extremadura; and location of the Circular Fab Network centers in the province of Cáceres.

Motivated by the global network of fablabs [4], the first centers in Extremadura were born in 2014: Fablab Xtreme [5] in Almendralejo, and Smart Open Lab in Cáceres [6]. The latter within the University of Extremadura [7], one of the main innovative entities in the region. Since then, both public institutions and private agents have helped to define the "Extremadura maker community" which was even reinforced by the COVID-19 crisis after the shared work with the manufacture and distribution of PPE. The community was forged in large part thanks to the organisation of events, such as ArduinoDay [8] or Extremadura Digital Day [9]. At the beginning of 2021, there were five open digital fabrication labs in the community.

This article describes a significant expansion of its resources, with the implementation of a regional network of digital fabrication spaces with a focus on local development and support to collectives in medium-sized cities, in relatively remote areas.

The distribution of the article is as follows: first, we describe the Circular Fab initiative, promoted by Provincial Council of Cáceres, its history, and its implementation; next we list the different collectives that have started to dynamize and provide content to the network; then we describe the results obtained, in terms of space utilization and performed activities; we briefly describe some of the developed projects; finally we forecast the next steps.

2 The Circular Fab initiative: a short history

Inspired by the success of other initiatives in the region, the Provincial Council of Cáceres promotes the definition of public spaces, called Circular Fabs, in which training in digital manufacturing technologies is encouraged while promoting local entrepreneurship.

For this purpose, it launches an open call to the city councils of all cities with less than 10,000 inhabitants in which it offers:

1. Financing for the purchase of machinery worth approximately €30k.
2. The hiring of a person with technical knowledge during the first years.
3. Financing of the fitting out of the spaces.
4. Assistance through the implementation of a technical office.

In return, the selected municipalities must:

1. Propose a public space of municipal ownership suitable to house each Circular Fab.
2. Make available to the project a person with sufficient training to carry out the work of coordinating the space and promoting local development.

The call was launched in mid-2020 and resolved in early 2021, selecting five rural towns and creating the Fab Circular Network [10]. Also, the services of a technical office were contracted to draw up the specifications for the fittings and components to be acquired in each space. This technical office was awarded by public tender to the *Emprendiciencia Cooperative Society* [11]; it has the collaboration of the *Emprededorex-Creaemprende consulting team* [12] for training in "*soft skills*"; and staff from *Fablab Xtreme* [5], for training in digital manufacturing and maker culture: "*tech skills*".

For technical management and dynamization of the spaces, a public offer was launched throughout the province, which was not covered. Probably due to the few companies still specialising in this sector in the region. In a second call, under the public contracting model of negotiation, it was awarded to the *Association of Popular Universities of Extremadura (AUPEX)* [13], an organisation with experience in training in digital skills, very dedicated to "*lifelong learning*" and with a professionalised technical team.

In a second stage, the project continued with the opening of a "*reference center for innovation and digital transformation*", called *El Círculo*, based in the city of Cáceres, and managed by the company *Telefónica España* [14], which is serving as a unifying element for innovations and entrepreneurial projects that arise in the territorial centers, configuring an open network of spaces for innovation, digital creation, and manufacturing, as well as learning soft skills around the green and circular economy.

All these centers have formed a networked ecosystem coordinated by the Provincial Council of Cáceres.

The initiative was inaugurated officially in each of the spaces between September and October 2021, with the presence and support of the highest local and regional authorities, including the President of the Regional Government of Extremadura, Guillermo Fernández Vara.

With the help of the technical office and the Provincial Council of Cáceres' staff, the Circular Fabs are now practically 100% operational. In all of them there is at least the following equipment:

- 100W CO2 laser cutter with built-in air filtering system.
- 3D printers, FDM and SLA.
- Vinyl and thin material plotter, and thermal irons.
- Open electronics, based on RaspberryPi and Arduino kits, plus electronic prototyping instruments.
- Traditional workshop tools, electric and manual.
- Shared-use computers with design and programming software.

Some also have additional resources, such as CNC embroidery machines, or particular facilities, such as ceramic kilns.

All of them initially have a similar space definition, which includes a workshop and machinery area, electronics and programming area, classroom area, meeting area, break area, and coordinators' area.

3 Quite Different Spaces

Each space is different, as it is located in a distinct type of building and city. All have a population of less than 10,000 inhabitants, a rich historical past, an economy based on the primary sector (mainly agricultural), and are commercial and administrative cores of their counties.

We briefly describe each one:

Antonio Gordillo-Guerrero, Evangelina Sánchez, Publio Galán, Agustín Aretio: Circular Fab: a young initiative of public regional lab network in Caceres, Spain.

- **Circular Fab Trujillo:** it is located at the entrance of a town with an impressive medieval historic center [15], in a large building that was formerly the silo for the storage of cereals, currently converted into a hotbed for young companies, it houses part of the municipal services to support companies and entrepreneurs.



Figure 2: The city and the Circular Fab of Trujillo.

- **Circular Fab Miajadas:** it is placed in the center of a city with a relatively large expansion in the last century [16], in an area with a strong agri-food industry (Trujillo-Miajadas region [17]). The spaces are in a completely remodelled public building a few meters from the City Hall and the urban center. It is also planned to move the DCC (Digital Competences Center [18]) and the library, as well as to house several other municipal services.



Figure 3: The city and the Circular Fab of Miajadas.

- **Circular Fab Moraleja:** it is also in the city center [17], in an area with great agricultural wealth, north of the Tagus River and south of the Sierra de Gata, in the northwest of the province [18]. The center is within a building that served as the Agricultural Chamber. Today it is a renovated space that houses several municipal services linked to agricultural business associations, employment and entrepreneurship.

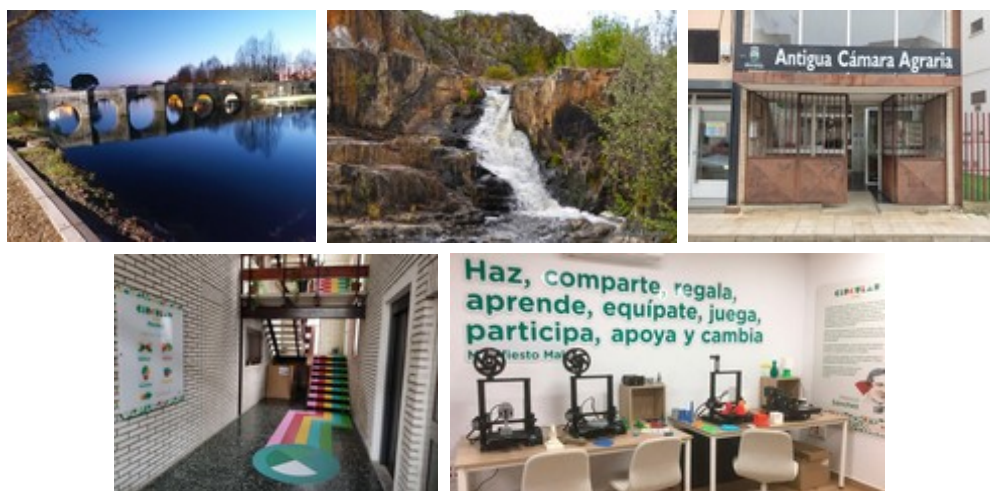


Figure 4: The city and the Circular Fab of Moraleja.

Antonio Gordillo-Guerrero, Evangelina Sánchez, Publio Galán, Agustín Aretio: Circular Fab: a young initiative of public regional lab network in Caceres, Spain.

- **Circular Fab Arroyo de la Luz:** it is placed at the entrance of a quiet town in the center of the province, crossed by a river and with a spectacular meadow, the typical Mediterranean forest [19]. The building was a former industrial laundry and has been completely refurbished. It has more than 600 sqm of space, including a covered work area on the first floor, with vehicle access, and a large coworking area on the upper floor.



Figure 5: The city and the Circular Fab of Arroyo de la Luz.

- **Circular Fab Valencia de Alcántara:** it is within the Castle of Valencia de Alcántara [20], a spectacular 13th century fortress within the walls of a city bordering Portugal, our brother country. The castle serves as a municipal library and as a stage for events and festivals every year. The defined spaces are spacious and have a charming setting, with tree-lined courtyards.



Figure 6: The city and the Circular FAB of Valencia de Alcántara.

- **El Círculo, Cáceres:** built in the heart of the capital that gives its name to the province, Cáceres [21], is a large space ideal for lectures or exhibitions. It is defined more as a technology demonstration center than as a digital manufacturing space. It is the reference center of the Circular Fab network.



Figure 7: Cáceres, several important agents involved in the network, and El Círculo.

4 Institutions, Companies and Collectives Around the Initiative

The Provincial Council of Cáceres, from the beginning, is surrounded by agents that support the network. Specifically, it has signed collaboration agreements with:

- **City councils of each city in the Circular Fab network:** the initial investment was €300k, distributed at a rate of €60k for each of the 5 centers. Each city council has undertaken to cover the cost of maintaining the premises and the assignment of a municipal technician, with an intermediate or higher degree, at a cost of between €21k and €27k/year.
- **Regional Council of Economy, Science and Digital Agenda; Regional Council of Education and Employment; Regional Council of Agriculture, Rural Development, Population, and Territory:** the highest bodies responsible for policies at the regional level, under the Regional Government of Extremadura [22]. All the policies transferred from the national government to the autonomous communities in Spain depend on them. Agreements were signed with these three areas of the regional administration of Extremadura for the provision of public services without economic consideration.
- **University of Extremadura [7]:** the principal high education and research regional institution, with more than 2,600 employees and around 20,000 students per year. It is also home to three university fablabs articulated internally as Red FabNEX [23], arising from the official impulse of the Junta de Extremadura, through an agreement [24][25] with the public company Red.es [26]. Since 2014, the university has served as a support and vehicle for these laboratories, formally defined as non-profit cultural associations, with more than 300 people associated. Through a collaboration agreement (endowed with €15k per year) it provides the network with material and training resources for courses, events, dissemination, etc. This agreement is partly managed by the fablab Smart Open Lab [6], at School of Technology of Cáceres [27].
- **Chamber of Commerce, Industry, and Services of Cáceres [28]:** an organisation that defends the interests of companies and self-employed people in the province of Cáceres. It represents, promotes, and defends its general interests, and provides services to companies operating in the province of Cáceres. It offers consulting, training, and incubation services for SMEs, among others. It has signed an agreement without economic consideration.
- **Emprendiciencia Cooperative Society [11]:** regional consultancy responsible for the technical office of the project, which included: the definition of the spaces and machinery to be deployed; technical specifications required for public tenders; supervision of the construction of the spaces and deployment of machinery. It is linked to the Xtreme Fablab [5], in Almendralejo, in the province of Badajoz, and the first fablab in Extremadura.
- **Association of Popular Universities of Extremadura (AUPEX) [13]:** represents the more than 200 Popular Universities (PU) that exist in Extremadura. The PU is an entity to enable citizen participation and lifelong education, created by the municipalities and linked to them. They host intervention programs in education, culture, languages, employment, innovation, technologies, etc. The PUs lead community participation processes that mitigate social inequalities, develop personal and professional skills, and promote entrepreneurial culture. The PU is a link between the local government and its citizens and is a key instrument for the city council when designing and applying its policies. AUPEX was conceived as a space for collective reflection, service provision, and generation of resources and programs.
- **REDEX-Extremadura Network for Rural Development [29]:** composed of 24 local action groups focused on advising and implementing rural development policies. It serves as a platform for information and services, a forum for the exchange of experiences and cooperation, the development of projects of general interest for the associates, and, in general, any other activity that benefits the rural environment of Extremadura. It participates in the tutoring of entrepreneurial projects and rural development campaigns within the Network.

- **Federation of Municipalities and Provinces of Extremadura (FEMPEX) [30]:** an association made up of the local entities of Extremadura for the protection of their common interests and especially for the defense of local autonomy. It represents the municipalities before the administration of the autonomous community. Established in 1989, it currently comprises almost all the municipalities of Extremadura (more than 350). The two Provincial Councils are also members.
- **Association of Worker-Owned and Participated Companies of Extremadura (AEXLAB) [31]:** is a non-profit business organisation that represents the interests of worker-owned and participated companies in Extremadura. It helps to define policies to promote employment and collective entrepreneurship, improve the competitiveness of companies, and promote the business sector it represents. Its objectives are oriented toward the development of the social economy. It has signed an agreement without economic consideration.
- **Women's Foundation [32]:** non-governmental, non-profit organisation for the implementation of intervention projects in the different areas of social, political, economic, and cultural participation, to make equal opportunities real and effective. It has signed an agreement without economic consideration.
- **eHealth for People Association [33]:** non-governmental, non-profit development organisation and collaborator with the YOIE (Youth Institute of Extremadura). It works intending to provide technological solutions for a better world, focusing its efforts on Health and Education. It has a multidisciplinary team that includes people from the education, health, business, technology, and legal sectors. It has signed an agreement without economic consideration.
- **Extremadura Science and Technology Foundation and Extremadura Technology and Science Park (FUNDECYT-PTCEX) [34]:** non-profit public foundation, with the fundamental objective of strengthening the Extremadura's science and technology system. This work is carried out mainly by contributing to its socioeconomic use; supporting and promoting its development and management to achieve better use of research and innovation, stimulating the participation of civil society, and mobilising its resources. It has signed an agreement without economic consideration for the development of the European project with young entrepreneurs RAISE.
- **Enel Green Power [35]:** subsidiary of the multinational company ENDESA-ENEL, responsible for the production of electricity from renewable sources. It has more than 1,200 electricity production plants on 5 continents and is installing the Francisco Pizarro photovoltaic solar energy plant in Torrecillas de la Tiesa, Cáceres. It has signed agreement without financial consideration.
- **Orange Espagne [36]:** division of the multinational company Orange. The operator offers telephone, internet, and television services in Spain. It has signed a non-monetary agreement to overcome the intergenerational digital challenge with the "Mayores Conectados" project, in collaboration with Fundación Orange.
- **Telefónica España [37]:** main telecommunications company in Spain, in charge of managing El Círculo. Its functions are that of a technology provider, mentor in programs to promote entrepreneurship, and an example of best practices in cutting-edge technologies, such as 5G applications in health, sports, or simultaneous translation.

5 Current Results of the Network

In each of the centers, we have invested around 50,000 euros/year in contracted personnel. Two roles: a machinery technician and a business advisor.

Table 1 shows an estimated summary of usage of the spaces for both training and business support activities. The data provided correspond to the period from October 25, 2021, to September 15, 2022.

Three types of training activities were carried out:

Interactive sessions: lasting between 1 and 2 hours. They allow for the introduction of an agile and effective contextualization on a specific topic with a dynamic and participative methodology based on gamification.

Practical workshops: with a duration between 6 and 40 hours, depending on the subject matter and the blocks to be covered. Their main component is guided practice.

Mentored accesses: individualised action in which the participant has a certain degree of autonomy and whose timing is adjusted to his or her needs. It deals with very specific content and is adjusted to particular interests. A high percentage of these courses have been attended by local companies, interested in incorporating ICTs in their business models.

The indicator of courses given included in Table 1 corresponds to the sum of activities carried out. We have also organised and participated in 12 local and regional events: International Day of Women and Girls in Science, Arduino week, Circular CAMP, IRural, local festivities, etc.

We consider the results encouraging given the general difficulty in starting up spaces with relatively complex and novel machinery and management.

	Number of delivered courses	Number of attendees	Number of companies that have used the facilities	Number of visits from training centers
Circular Fab Trujillo	188	462	19	4
Circular Fab Miajadas	134	470	50	4
Circular Fab Moraleja	128	429	14	3
Circular Fab Arroyo de la Luz	137	387	35	4
Circular Fab Valencia de Alcántara	53	179	2	1
El Círculo	25	180	20	0
Total	665	2107	140	16

Table 1: Usage data for the spaces defined in the Circular Fab Network (Oct. 2021 and Sept. 2022).

6 Most Significant Projects

The number of projects launched in the period under analysis was 32, distributed among the 5 centers. At this moment, the value is not so much in the product generated, but in the protagonists, in the process, and in how they have responded to their needs. This is creating links between people who might not have known each other in any other environment.

Some of the most significant projects are

- **Healthcare accessories:** an excellent way to take advantage of digital manufacturing capabilities. A first model of a prosthetic hand was designed and manufactured to respond to a real need, which will serve as a basis for future improvements. Several air tube restraint attachments for emergency medical units have also been designed and manufactured and are currently in use.

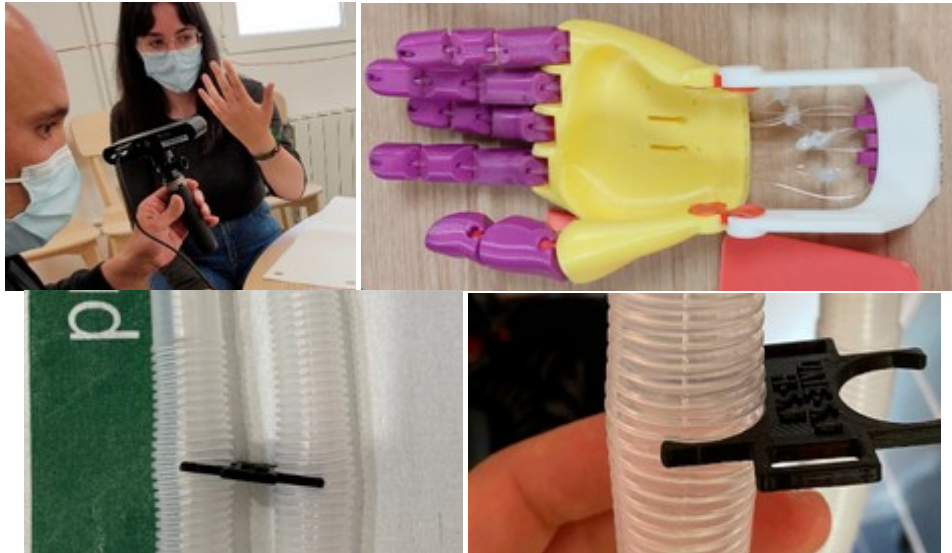


Figure 8: First designs of materials with medical applications.

- **Costumes for regional popular festivals:** within the city of Trujillo the festival of "El Chiviri" [38] is the Easter Monday tradition where people sing and dance to the rhythm of popular songs with traditional costumes. The colorful complements and ornaments are a popular labour that last year was assisted for the first time by digitally manufactured machinery. The usual intergenerational relationship has been enhanced by the use of digital fabrication techniques. Some samples can be seen in Figure 9.



Figure 9: Festival of El Chiviri, in Trujillo, and complements made in the Circular Fab Trujillo.

- **Games and Education:** mixing the traditional with the innovative and thus joining generations is one of the great possibilities of the Circular Fabs. An example of this is the counters for the game called "petanque" [39], the roulette wheel, resources for psychomotor or cognitive stimulation, or board games invented within different projects.





Figure 10: Counter and roulette for traditional games, examples of board games, and educational materials.

- **Campaign to promote entrepreneurship at El Círculo [40]:** open call for the selection of six entrepreneurial projects to join the "Telefonica Open Future" program [41], one of the principal start-up accelerator programs in Spain that has the resources, experience, and client portfolio of the largest national telecommunications company, with an excellent success rate. The selected companies include sustainable fashion, training, crafts, and recycling. These companies are already receiving a 12-month mentoring program.

7 Next Steps of the Network. Future Projection.

The Provincial Council of Cáceres, leader of the Circular Fab network project, has managed to maintain the necessary funding to increase the number of nodes in the network. Currently, with European EDUSI funds [42], construction is being completed on the sixth center in the town of Malpartida de Plasencia, in the north of the province of Cáceres, which will have all the equipment of the other Circular Fab centers and some additional equipment such as a waterjet cutting machine and CNC milling machine. This center is expected to open its doors in January 2023, with at least two technicians on its staff: one person as a technical coordinator, and another one as an entrepreneurship tutor. The cost planning for the project can be seen in Table 2.

In addition, the Provincial Council of Cáceres plans to create an association among all the municipalities belonging to the Circular Fab network to achieve sustainability (economic, social, and environmental) of the network in the future, which is expected to be joined by other towns in the north of the province and other regions of Cáceres in the coming months, thus expanding the number of Circular Fab centers.

Specifically in the year 2023, it is planned to open new spaces in several municipalities in the province, with an investment of €60,000 per municipality that commits to open a center of similar characteristics to the existing ones. Likewise, the collaboration will be maintained with all the entities described in Chapter 4, which is expected to provide stability to the project, facilitating its continuity.

8 Conclusions

We have described the definition of a network of digital fabrication laboratories with an emphasis on fostering entrepreneurship in small towns in rural environments. At the initiative of the Provincial Council of Cáceres, up to 22 international, national, regional, and local institutions and entities have been aligned to define for the time being six physical spaces, with two workplaces in each, in locations in the province of Cáceres, in western Spain. The total investment executed during 2020-2022 is approximately €850,000. The inter-institutional collaboration is proving to be very positive, as each agent provides expertise and resources.

In addition to setting up the spaces and training the contracted personnel, in just one year, more than 665 courses were delivered, reaching more than 2,100 people, companies, and non-profit organisations.

The investments planned by Provincial Council of Cáceres from 2023 onwards include the opening of 5 new centers and the dynamization of the entire network of Circular Fab centers during the following years. The summary of reserved expenses can be seen in Table 2, and accumulate around 4.5M€ for the period 2020-2025.

We consider that the experience is enriching both for the population of the cities where a Circular Fab was implemented and for their territorial environment. It has created a powerful support for technology-based entrepreneurship, with special emphasis on rural areas, to combat several challenges: demographic and territorial, digital transformation, intergenerational and gender digital division, as well as the transition to a circular economy against climate change, or the development of smart villages.

ACTION	TOTAL	2020-2022	2023	2024	2025
Circular FAB centers construction	600.000,00	300.000,00	300.000,00		
Circular FAB centers management	1.552.492,25	211.750,00	275.788,88	608.544,78	456.408,58
El Círculo, Cáceres	1.163.228,25	484.751,33	96.862,80	290.807,06	290.807,06
Technical Office for Circular Fab network	550.770,00	207.111,67	101.658,33	132.000,00	110.000,00
National “maker” Event	30.000,00		30.000,00		
UEX – Circular FAB agreement	45.000,00	30.000,00	15.000,00		
Circular Fab Malpartida de Plasencia Equipment	202.715,18	202.715,18			
Circular Fab Malpartida de Plasencia Fitting Out	292.260,04	292.260,04			
	4.436.465,72	1.728.588,21	819.310,02	1.031.351,84	857.215,65

Table 2: Summary of investments and prospects in euros.

Acknowledgement

This document has been prepared thanks to the collaboration agreement between the Provincial Council of Cáceres and the University of Extremadura for activities associated with the FAB Circular Center Network.

References

- [1] Extremadura. Wikipedia. Retrieved 26 September 2022, <https://en.wikipedia.org/wiki/Extremadura>
- [2] Energy Balance of Extremadura (2021). Junta de Extremadura. Retrieved 26 September 2022, <http://industriaextremadura.juntaex.es/kamino/attachments/article/13981/Balance%20el%C3%A9ctrico%20de%20Extremadura%202021.pdf>
- [3] Extremadura's Green and Circular Economy Strategy 2030. Junta de Extremadura. Retrieved 26 September 2022, from, <https://extremadura2030.com/economia-circular/>
- [4] Mikhak, B., Lyon C., Gorton, T., Gershenfeld N., McEnnis C., & Taylor, J. (2002). FabLab: an alternate model of ICT for development. Retrieved 10 December 2012, from <http://cba.mit.edu/events/03.05.FabLab/FabLab-dyd02.pdf>
- [5] Fablab Xtreme, Almendralejo. Spain. Retrieved 26 September 2022, <https://www.xtrene.com/>
- [6] Fablab Smart Open Lab, Cáceres. Spain. Retrieved 26 September 2022, <https://www.smartopenlab.com/>
- [7] University of Extremadura. Retrieved 26 September 2022, <https://www.unex.es/>
- [8] Arduino Week 2022. Retrieved 26 September 2022, <https://week.arduino.cc/discover>
- [9] Extremadura Digital Day. Retrieved 26 September 2022, <https://extremaduradigitalday.com/>
- [10] Red Circular Fab. Retrieved 26 September 2022, www.circularfab.es
- [11] Emprendiciencia Cooperative Society. Retrieved 26 September 2022, <http://emprendiciencia.com/>
- [12] Emprendedorex-Creaemprende S.L. Retrieved 26 September 2022, <http://www.emprendedorex.com/>
- [13] Association of Popular Universities of Extremadura. Retrieved 26 September 2022, <https://www.aupeex.org/>
- [14] Telefónica España. Retrieved 26 September 2022, <https://www.telefonica.es/es/>
- [15] Trujillo. Wikipedia. Retrieved 26 September 2022, [https://es.wikipedia.org/wiki/Trujillo_\(Espa%C3%B1a\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Trujillo_(Espa%C3%B1a))
- [16] Miajadas. Wikipedia. Retrieved 26 September 2022, <https://es.wikipedia.org/wiki/Miajadas>
- [17] Region of Trujillo. Wikipedia. Retrieved 26 September 2022, https://es.wikipedia.org/wiki/Comarca_de_Trujillo
- [18] Digital Competences Center. Retrieved 26 September 2022, <https://www.nccextremadura.org/>
- [17] Moraleja. Wikipedia. Retrieved 26 September 2022, from [https://es.wikipedia.org/wiki/Moraleja_\(C%C3%A1ceres\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Moraleja_(C%C3%A1ceres))
- [18] Region of Sierra de Gata. Wikipedia. Retrieved 26 September 2022, from [https://es.wikipedia.org/wiki/Sierra_de_Gata_\(comarca\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Sierra_de_Gata_(comarca))
- [19] Arroyo de la Luz. Wikipedia. Retrieved 26 September 2022, https://es.wikipedia.org/wiki/Arroyo_de_la_Luz
- [20] Valencia de Alcántara Castle. Wikipedia. Retrieved 26 September 2022, from https://es.wikipedia.org/wiki/Castillo_de_Valencia_de_Alc%C3%A1ntara
- [21] Cáceres. Wikipedia. Retrieved 26 September 2022, <https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1ceres>
- [22] Junta de Extremadura. Retrieved 26 September 2022, <https://www.juntaex.es/lajunta>
- [23] Red FabNEX. Retrieved 26 September 2022, <http://fabnex.es/inicio>
- [24] "Bilateral collaboration agreement with the Ministry of Economy and Infrastructures of the Regional Government of Extremadura, for the implementation of the Extremadura Network of Prototyping and Digital Manufacturing." Boletín Oficial del Estado, 26th January 2018, vol. 23, pp 10586 to 10595.
- [25] "Supply and installation of equipment for the reinforcement and implementation of the prototyping and digital manufacturing network in Extremadura." Boletín Oficial del Estado, 28th July 2018, vol. 182, pp 49509 to 49509.
- [26] Red.es. Entidad pública empresarial. Retrieved 26 September 2022, <https://red.es/es>
- [27] School of Technology. University of Extremadura. Cáceres. Spain. Retrieved 26 September 2022, <https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/epcc/>
- [28] Chamber of Commerce, Industry, and Services of Cáceres. Retrieved 26 September 2022, <https://www.camaracaceres.com/>

Antonio Gordillo-Guerrero, Evangelina Sánchez, Publio Galán, Agustín Aretio: Circular Fab: a young initiative of public regional lab network in Cáceres, Spain.

- [29] Extremadura Network for Rural Development (RedEX). Retrieved 26 September 2022, <https://redex.org/>
- [30] Federation of Municipalities and Provinces of Extremadura. Retrieved 26 September 2022, <https://www.fempex.es/>
- [31] Association of Worker-Owned and Participated Companies of Extremadura (AEXLAB). Retrieved 26 September 2022, <http://www.aexlab.org/sociedades-laborales-de-extremadura/sociedades-laborales-en-extremadura/>
- [32] Women's Foundation. Retrieved 26 September 2022, <http://www.fundacionmujeres.es/infoEntidades/view/1>
- [33] eHealth for People Association. Retrieved 26 September 2022, <https://ehealth4people.org/>
- [34] Extremadura Science and Technology Foundation and Extremadura Technology and Science Park (FUNDECYT-PTCEX). Retrieved 26 September 2022, <http://www.fundecyt.es>
- [35] ENEL Green Power. Retrieved 26 September 2022, <https://www.enelgreenpower.com/>
- [36] Orange España. Retrieved 26 September 2022, <https://www.orange.es/>
- [37] Telefónica España. Retrieved 26 September 2022, <https://www.telefonica.es/es/>
- [38] Festivity of "El Chiviri". Wikipedia. Retrieved 26 September 2022, <https://es.wikipedia.org/wiki/Ch%C3%ADviri>
- [39] Petanque. Wikipedia. Retrieved 26 September 2022, <https://en.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9tanque>
- [40] First call for entrepreneurship of the Circular Fab network in El Círculo, Cáceres. February 2022. Retrieved 26 September 2022, <https://circularfab.es/bases-convocatorias/>
- [41] Telefonica Open Future'. Retrieved 26 September 2022, <https://www.openfuture.org/>
- [42] Sustainable and Integrated Urban Development Strategy (EDUSI). Retrieved 26 September 2022, <http://edusi.es/>

CircularFab: una iniciativa reciente de red de laboratorios públicos regionales en Cáceres, España.

Antonio Gordillo-Guerrero, Evangelina Sánchez, Publio Galán, Agustín Aretio

Antonio Gordillo-Guerrero,

Dpto. Ingeniería Eléctrica Electrónica y Automática, Universidad of Extremadura

Smart Open Lab. Escuela Politécnica, Universidad of Extremadura

Cáceres, Spain

anto@unex.es

Evangelina Sánchez, Asociación de Universidades Populares de Extremadura

Badajoz, Spain

evangelina.sanchez@aupex.org

Publio Galán, Sociedad Cooperativa Especial Emprendiciencia

Mérida, Spain

publio@emprendiciencia.com

Agustín Aretio, Diputación de Cáceres

Cáceres, Spain

aaretio@dip-caceres.es

Resumen

Circular Fab es una red joven de espacios públicos con recursos de fabricación digital y fomento del emprendimiento. Es producto de la cooperación entre las administraciones -europea, nacional, regional y local- con otras instituciones y empresas. Varios fablabs oficiales de la región han servido como referencias desde el proceso de definición y construcción. Desde finales de 2021 la red está funcionando plenamente en seis espacios públicos recién reformados y equipados en ciudades relativamente pequeñas (<10k habitantes) en la provincia de Cáceres, una zona relativamente grande (~20.000 km²) en el oeste de España, unidos a un "espacio demostrativo" en la capital, Cáceres, llamado "El Círculo".

Hasta mediados de 2022, la inversión ejecutada es de unos 850k€. En menos de un año, se han impartido más de 650 cursos y sesiones gratuitas, ayudando a unas 140 empresas locales. Se ha abierto de forma continua a centros formativos y empresas. Estimamos que hemos llegado a unas dos mil personas.

En este trabajo describimos el proceso de definición y construcción; los diferentes espacios, en ciudades distintas; los agentes públicos y privados implicados; los resultados actuales obtenidos; una visión muy rápida de los proyectos dentro de los espacios; y los próximos pasos previstos.

Palabras clave

Desarrollo local, red regional, tecnologías de fabricación, economía circular, colaboración público-privada.

1 Introducción

Cáceres y Badajoz son las dos provincias de la comunidad autónoma de Extremadura [1], con una superficie de 40.000 km² en el centro-oeste de España, ver Figura 1. Extremadura está marcada por

su atraso histórico industrial respecto al promedio de regiones españolas, con una fuerte presencia del sector agrícola y la actividad extractivista desde tiempos del imperio romano, con la minería de oro y estaño, extendiéndose actualmente incluso al litio. En el siglo XXI Extremadura sigue siendo una tierra rica en recursos, con un agradable clima templado y relativamente buena situación hidrológica (1500 km de costa de agua dulce). Es exportadora global de alimentos vegetales y animales de primera calidad, minerales de distintos tipos, y energía (exportó 16.053 GWh en 2019, un 76,33 % de su producción eléctrica [2]). A su vez cuenta con amplia protección de su espacio natural (más de 30% de su superficie, 14.000 km²), ver parte central de la Figura 1, ya que es rica en fauna y flora. El gobierno de la región lanzó hace pocos años su “Estrategia 2030 de Economía Verde y Circular” [3], con la que está muy relacionada la creación de los Circular Fabs para potenciar una economía local y sostenible, respetuosa con el medio ambiente. Consideramos que con los recursos de la red estamos allanando parte del camino hacia la autosostenibilidad, fomentando la transformación de materias primas en bienes y servicios con valor añadido.

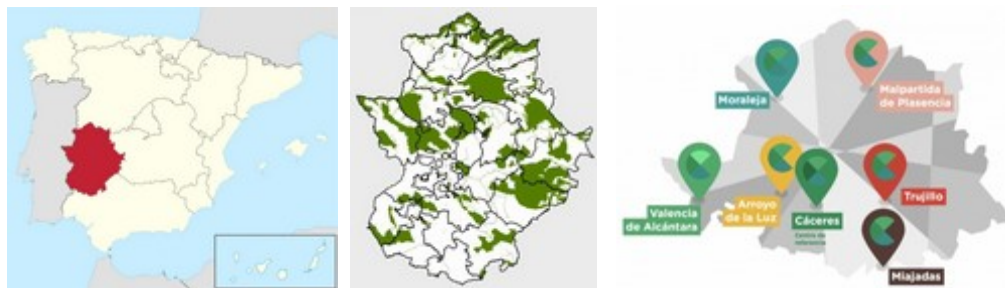


Figura 1: Situación de Extremadura en España, zonas protegidas de Extremadura y situación de centros de la Red Circular Fab en la Provincia de Cáceres.

Motivados por la red global de fablabs [4], en 2014 nacen los primeros centros en Extremadura: Fablab Xtreme [5], en Almendralejo, y Smart Open Lab, en Cáceres [6]. El último de ellos dentro de la Universidad de Extremadura [7], uno de los principales entes innovadores de la región. Desde entonces tanto instituciones públicas, como agentes privados han ayudado a definir la “comunidad maker extremeña”, que incluso fue reforzada por la crisis del COVID-19 tras el trabajo compartido con la fabricación y distribución de EPIs. La comunidad se forjó en buena parte gracias a la organización de eventos, como ArduinoDay [8] o Extremadura Digital Day [9]. A principios de 2021 había en la comunidad 5 espacios de fabricación digital abiertos.

En este artículo se describe una ampliación importante de sus recursos, con la implementación de una red provincial de espacios de fabricación digital con enfoque en el desarrollo local y el apoyo a colectivos de ciudades medianas, en zonas relativamente apartadas.

La distribución del artículo es la siguiente: en primer lugar se describe la iniciativa Circular Fab, promovida por Diputación Provincial de Cáceres, su historia y su implementación; a continuación se enumeran los diferentes colectivos que han comenzado a dinamizar y a dotar de contenidos a la red; después se describen los resultados obtenidos, en términos utilización de los espacios y organización de actividades; describimos brevemente algunos de los proyectos que se están desarrollando; y finalmente hacemos un pronóstico de los siguientes pasos.

2 La Iniciativa Circular Fab: una Breve Historia

Inspirada por el éxito de otras iniciativas en la región, la Diputación Provincial de Cáceres promueve la definición de espacios públicos, llamados Circular Fabs, en los que se fomente la formación en tecnologías de fabricación digital a la vez que se promueve el emprendedurismo local.

Para ello lanza una convocatoria abierta a los ayuntamientos de todas las ciudades menores de 10.000 habitantes en la que se ofrece:

Antonio Gordillo-Guerrero, Evangelina Sánchez, Publio Galán, Agustín Aretio: CircularFab: una iniciativa reciente de red de laboratorios públicos regionales en Cáceres, España.

1. Financiación de la compra de maquinaria por valor aproximado de 30k€.
2. Contratación de una persona con conocimientos técnicos durante los primeros años.
3. Financiación del acondicionamiento de los espacios.
4. Asistencia a través de la puesta en marcha de una oficina técnica.

A cambio los ayuntamientos seleccionados deben:

1. Proponer un espacio público de titularidad municipal adecuado para albergar cada Circular Fab.
2. Poner a disposición del proyecto una persona con formación suficiente para realizar las labores de coordinación del espacio y el fomento del desarrollo local.

Esta convocatoria se lanza a mediados del año 2020, siendo resuelta a principios del año 2021, seleccionando cinco poblaciones del ámbito rural y creándose la Red Circular Fab [10]. Además, se contratan los servicios de una oficina técnica que se encarga de la redacción de los pliegos de condiciones para los acondicionamientos y los componentes a adquirir en cada espacio. Esta oficina técnica fue adjudicada por concurso público a la Sociedad Cooperativa Emprendiciencia [11]; cuenta con la colaboración del equipo de la consultora Emprendedorex-Creaemprende [12], para la capacitación en “*competencias blandas*”; y con personal del Fablab Xtreme [5], con experiencia previa en fabricación digital y cultura maker para “*competencias tech*”.

Para la gestión técnica y dinamización de los espacios, se lanzó una oferta pública en toda la provincia, que no resultó cubierta. Seguramente debido a las pocas empresas especializadas aún en este sector en la región. En una segunda convocatoria, bajo el modelo de contratación pública de negociación, se adjudica a la Asociación de Universidades Populares de Extremadura (AUPEX) [13], organización con experiencia en la capacitación en competencias digitales, muy dedicada a la “*formación para toda la vida*” y con un equipo técnico profesionalizado.

En una segunda etapa, se suma al proyecto la apertura de un “*centro de referencia para la innovación y la transformación digital*”, denominado El Círculo, con sede en la ciudad de Cáceres, y gestionado por la empresa Telefónica España[14], que está sirviendo como elemento aglutinador de innovaciones y proyectos emprendedores que surgen en los centros territoriales, configurando una red abierta de espacios para la innovación, la creación y fabricación digital, así como el aprendizaje de competencias blandas en torno a la economía verde y circular.

Todos estos centros han constituido un ecosistema que funciona en red coordinado por la Diputación de Cáceres.

La iniciativa se inauguró oficialmente en cada uno de los espacios entre septiembre y octubre de 2021, con presencia y apoyo de las máximas autoridades locales y regionales, incluyendo al Presidente de la Junta de Extremadura, Guillermo Fernández Vara.

Con la ayuda de la oficina técnica y del personal propio de la Diputación de Cáceres los Circular Fabs están ya funcionando prácticamente al 100%. En todos ellos hay al menos el siguiente equipamiento:

- Cortadora láser de CO2 de 100W con sistema de filtrado incorporado.
- Impresoras 3D.
- Cortadora de vinilos y materiales finos, y planchas térmicas.
- Electrónica abierta, basada en kits de RaspberryPi y Arduino, junto con instrumental de prototipado electrónico.
- Herramientas de taller tradicionales, eléctricas y manuales.
- Computadoras de uso compartido con software de diseño y programación.

Algunos además cuentan con recursos adicionales, como bordadoras CNC, o instalaciones particulares, como hornos para cerámica.

Antonio Gordillo-Guerrero, Evangelina Sánchez, Publio Galán, Agustín Aretio: CircularFab: una iniciativa reciente de red de laboratorios públicos regionales en Cáceres, España.

Todos ellos cuentan inicialmente con la misma definición de espacios, que incluye zona de trabajo y maquinaria, zona de electrónica y programación, zona para cursos, zona de reuniones, zona de descansos, y zona de coordinadores.

3 Espacios Muy Diferentes

Cada espacio es diferente, ya que se encuentra en distinto tipo de edificio y ciudad. Todas tienen una población de menos de 10.000 habitantes, rico pasado histórico, economía basada en el sector primario (agrícola principalmente), y son núcleos comerciales y administrativos de sus comarcas.

Describamos brevemente cada uno:

- **Circular Fab Trujillo:** está situado en la entrada de una población con un casco histórico medieval impresionante [15], en un amplio edificio que fue antiguamente el silo para el almacenamiento de cereales, actualmente convertido en semillero de empresas jóvenes, acoge a una parte de los servicios municipales de apoyo a empresas y emprendedores.



Figura 2: La ciudad y el Circular Fab de Trujillo.

- **Circular Fab Miajadas:** situado en el centro de una ciudad relativamente con gran expansión en el último siglo [16], en una zona con fuerte industria agroalimentaria (Comarca de Trujillo-Miajadas [17]). Los espacios están en un edificio público totalmente remodelado a escasos metros del Ayuntamiento y el centro urbano. Está previsto trasladar allí el NCC (Centro de Competencias Digitales [18]) y la biblioteca, así como albergar varios servicios municipales más.



Figura 3: La ciudad y el Circular Fab de Miajadas.

- **Circular Fab Moraleja:** situado en el centro de la población [17], en una zona con gran riqueza agrícola, al norte del río Tajo y al Sur de la Sierra de Gata, en el noroeste de la provincia [18]. El centro se encuentra en un edificio que sirvió como Cámara Agraria. Hoy es un espacio reformado que alberga varios servicios municipales vinculados al asociacionismo empresarial agrario, el empleo y el emprendimiento.

Antonio Gordillo-Guerrero, Evangelina Sánchez, Publio Galán, Agustín Aretio: CircularFab: una iniciativa reciente de red de laboratorios públicos regionales en Cáceres, España.

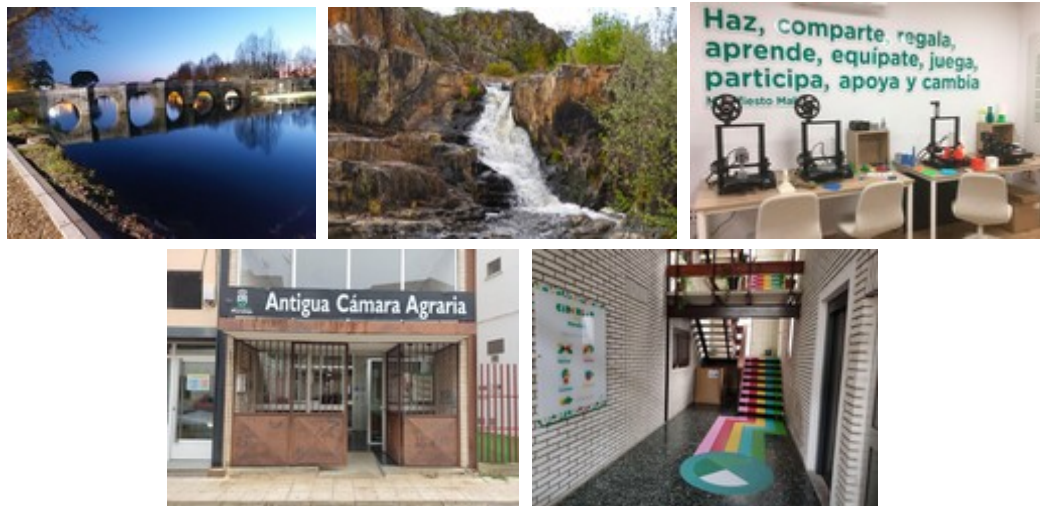


Figura 4: La ciudad y el Circular Fab de Moraleja.

- **Circular Fab Arroyo de la Luz:** situado en la entrada de una ciudad tranquila del centro de la provincia, atravesada por un río y con una espectacular dehesa, el bosque típico mediterráneo [19]. El edificio era una antigua lavandería industrial de ropa y ha sido totalmente rehabilitado. Cuenta con más de 600 m² de espacios, incluyendo una zona cubierta de trabajo en la planta baja, con acceso para vehículos, y una gran zona de coworking en el piso superior.



Figura 5: La ciudad y el Circular Fab de Arroyo de la Luz.

- **Circular Fab Valencia de Alcántara:** situado dentro del Castillo de Valencia de Alcántara [20], una espectacular fortaleza del siglo XIII dentro de las murallas de una ciudad fronteriza con Portugal, nuestro país hermano. El castillo sirve como biblioteca municipal y como escenario para eventos y festivales cada año. Los espacios asignados son amplios y cuentan con un entorno encantador, con patios arbolados.

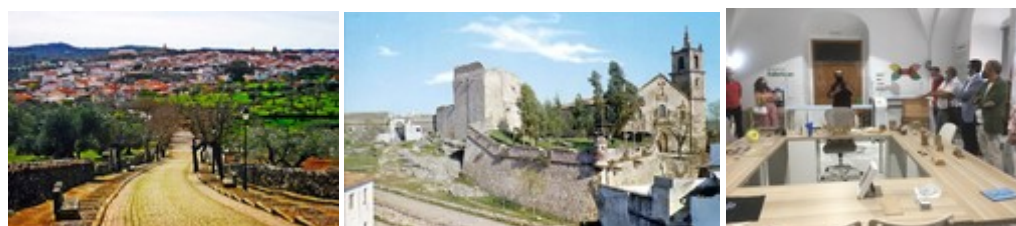


Figura 6: La ciudad y el Circular FAB de Valencia de Alcántara.

- **El Círculo, Cáceres:** situado en pleno centro de la capital que da nombre a la provincia, Cáceres [21], es un espacio amplio ideal para impartir charlas o hacer exposiciones. Se define más como centro demostrador de tecnologías que como espacio de fabricación digital. Es el centro de referencia de la Red Circular FAB.



Figura 7: La ciudad de Cáceres, varios agentes importantes implicados en la Red, y El Círculo.

4 Instituciones, Empresas y Colectivos en Torno a la Iniciativa

La Diputación de Cáceres, se rodea desde el principio de agentes que sirven de apoyo a la red. En concreto firma convenios de colaboración con:

- **Ayuntamientos de cada ciudad de la Red Circular FAB:** la inversión inicial ha sido de 300k€, distribuidos a razón de 60k€ por cada uno de los 5 centros. Cada ayuntamiento ha asumido el compromiso de sufragar los gastos de mantenimiento del local y cesión de un técnico municipal, con titulación de grado medio o superior, cuyo coste oscila entre los 21k€ y los 27k€ euros/año.
- **Consejería de Economía, Ciencia y Agenda Digital; Consejería de Educación y Empleo; Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio:** máximos organismos responsables de políticas a nivel autonómico, dependientes de la Junta de Extremadura [22]. De ellos dependen básicamente todas las políticas transferidas desde el gobierno nacional a las comunidades autónomas en España. Con estas tres áreas de la administración regional de Extremadura se han firmado convenios de prestación de servicios públicos sin contraprestación económica.
- **Universidad de Extremadura** [7]: principal institución de formación superior e investigación de la región, con más de 2600 empleados y alrededor de 20.000 alumnos por curso. Es sede además de tres fablabs universitarios articulados internamente como Red FabNEX [23], surgida del impulso oficial de la Junta de Extremadura, a través de convenio [24][25] con la empresa pública Red.es [26]. La universidad sirve desde 2014 de soporte y vehículo para la creación de esos laboratorios, definidos formalmente como asociaciones culturales sin ánimo de lucro, con más de 300 personas asociadas. A través de convenio de colaboración (dotado de 15k€ al año) pone a disposición de la red recursos materiales y formativos para cursos, eventos, difusión, etc.. Este convenio es gestionado en parte de forma subcontratada por el fablab Smart Open Lab [6], en la Escuela Politécnica de Cáceres [27].
- **Cámara de Comercio Industria y Servicios de Cáceres** [28]: organización que defiende los intereses de las empresas y los autónomos de la provincia de Cáceres. Representa, promueve y defiende sus intereses generales, y presta servicios a las empresas que ejercen su actividad en la provincia de Cáceres. Ofrece servicios de asesoría, formación e incubación de PYMES, entre otros. Ha firmado un convenio sin contraprestación económica.
- **Asociación de Universidades Populares de Extremadura (AUPEX)** [13]: representa las más de 200 Universidades Populares (UP) que existen en Extremadura. La UP es un ente para posibilitar la participación ciudadana y la educación a lo largo de la vida, creado desde los ayuntamientos

y vinculados a ellos. Acometen programas de intervención en educación, cultura, idiomas, empleo, innovación, tecnologías, etc. Desde las UPs se lideran procesos de participación comunitaria que permiten mitigar desigualdades sociales, desarrollar competencias personales y profesionales y fomentar la cultura emprendedora. La UP es un nexo de unión entre el gobierno local y sus ciudadanos, y es un instrumento importante para el ayuntamiento a la hora de diseñar y aplicar sus políticas. AUPEX se concibe como un espacio de reflexión colectiva, de prestación de servicios y generación de recursos y programas.

- **REDEX-Red Extremeña de Desarrollo Rural** [29]: integrada por 24 grupos de acción local enfocados en la asesoría y ejecución de políticas de desarrollo rural. Sirve de plataforma de información y servicios, foro de intercambios de experiencias y cooperación, desarrollo de proyectos de interés general para los asociados y en general, cualquier otra actividad que repercuta en el beneficio del medio rural extremeño. Participa en la tutorización de proyectos emprendedores y en campañas de desarrollo rural dentro de la Red.
- **FEMPEX-Federación de Municipios y Provincia de Extremadura** [30]: asociación compuesta por las entidades locales de Extremadura para la protección de sus intereses comunes y en especial para la defensa de la autonomía local. Representa a los municipios ante la administración de la comunidad autónoma. Constituida en 1989, actualmente forman parte de ella la práctica totalidad de los municipios extremeños (más de 350). También se encuentran adheridas las dos Diputaciones Provinciales. Firmado convenio sin contraprestación económica.
- **Asociación de Sociedades Laborales y Participadas de Extremadura-AEXLAB** [31]: es una organización empresarial sin ánimo de lucro que representa los intereses de las sociedades laborales y empresas participadas en Extremadura. Ayuda a definir políticas de fomento del empleo y del emprendimiento colectivo, mejora de la competitividad de las empresas, y fomento del sector empresarial al que representa. Sus objetivos están orientados al desarrollo de la economía social. Firmado convenio sin contraprestación económica.
- **Fundación Mujeres** [32]: organización no gubernamental sin ánimo de lucro para la puesta en marcha de proyectos de intervención, en los diferentes ámbitos de la participación social, política, económica y cultural, con el objetivo de lograr que la igualdad de oportunidades sea real y efectiva. Firmado convenio sin contraprestación económica.
- **Asociación eSalud para las Personas** [33]: ONGD y colaboradora con el IJEX (Instituto de la Juventud de Extremadura). Lucha con el objetivo de facilitar soluciones tecnológicas para un mundo mejor, centrando sus esfuerzos en Sanidad y Educación. Cuenta con un equipo multidisciplinar en el que se encuentran personas del sector educativo, sanitario, empresarial, tecnológico y legal. Firmado convenio sin contraprestación económica.
- **Fundación Extremeña de Ciencia y Tecnología y Parque Tecnológico y Científico de Extremadura (FUNDECYT-PTCEX)** [34]: fundación pública sin ánimo de lucro, con el objetivo fundamental del refuerzo del sistema extremeño de Ciencia y Tecnología. Esta labor la realiza principalmente mediante la contribución a su aprovechamiento socioeconómico; apoyando y promocionando su desarrollo y gestión para lograr un mejor aprovechamiento de la investigación y la innovación, estimulando la participación de la sociedad civil y movilizand sus recursos. Firmado convenio sin contraprestación económica para desarrollo del proyecto europeo con jóvenes emprendedores RAISE.
- **Enel Green Power** [35]: filial de la empresa multinacional ENDESA-ENEL, encargada de la producción de energía eléctrica procedente de fuentes renovables. Cuenta con más de 1200 plantas de producción eléctrica en 5 continentes y está instalando la planta de energía solar

Antonio Gordillo-Guerrero, Evangelina Sánchez, Publio Galán, Agustín Aretio: CircularFab: una iniciativa reciente de red de laboratorios públicos regionales en Cáceres, España.

fotovoltaica Francisco Pizarro, en Torrecillas de la Tiesa, Cáceres. Firmado convenio sin contraprestación económica.

- **Orange Espagne** [36]: filial española de la compañía multinacional Orange. El operador ofrece servicios de telefonía, internet y televisión en España. Ha firmado un convenio sin contraprestación económica para vencer el reto digital intergeneracional con el proyecto denominado «Mayores Conectados», en colaboración con Fundación Orange.
- **Emprediciencia Sociedad Cooperativa Especial** [11]: consultoría regional encargada de la oficina técnica del proyecto que incluyó: la definición de los espacios y maquinaria a desplegar; pliegos de condiciones técnicas necesarios para los concursos públicos; supervisión de la construcción de los espacios y despliegue de maquinaria. Está vinculada al Fablab Xtreme [5], de Almendralejo, en la provincia de Badajoz y primer fablab de Extremadura.
- **Telefónica España** [37]: principal empresa de telecomunicaciones en España, encargada de la gestión de El Círculo. Sus funciones son la de proveedor tecnológico, así como mentora en los programas de fomento del emprendedurismo y ejemplo de buenas prácticas en tecnologías punteras, como aplicaciones de 5G en salud, deporte o traducción simultánea.

5 Resultados Actuales de la Red

En cada uno de los centros se ha invertido alrededor de 50.000 euros anuales en personal contratado. Dos personas, un técnico de maquinaria (Dinamizador) y un asesor empresarial (Coordinador).

Hemos elaborado en la Tabla 1 un sumario estimado del uso de los espacios tanto en actividades formativas, como de apoyo empresarial. Los datos facilitados corresponden al periodo comprendido entre 25 de octubre de 2021 al 15 de septiembre de 2022.

Básicamente se han realizado tres tipos de acciones formativas:

Sesiones interactivas: con duración de entre 1 y 2 horas. Permiten introducir una contextualización ágil y efectiva sobre una temática concreta con una metodología dinámica y participativa basada en la gamificación.

Talleres prácticos: con una duración entre las 6 y las 40 horas, que se determina en función de la temática y de los bloques a tratar. Su componente principal es la práctica guiada.

Accesos tutorizados: acción de carácter individualizado en la que la persona participante tiene cierta autonomía y cuya temporalización se ajusta a sus necesidades. Aborda contenidos muy específicos y ajustados a unos intereses particulares. En un alto porcentaje de estos accesos han participado empresas locales interesadas en incorporar las TICs en sus modelos de negocio.

El indicador de cursos impartidos incluido en la Tabla 1 corresponde a la suma de acciones realizadas. Se han organizado y participado en 12 eventos locales y regionales de cierta entidad: Día internacional de la mujer y la niña en la Ciencia, Arduino week, Circular CAMP, IRural, festividades locales, etc.

Consideramos que los resultados son esperanzadores dada la dificultad general en el arranque de espacios con maquinaria y gestión relativamente compleja y novedosa.

	Número de cursos impartidos	Número de asistentes aproximados	Número de empresas que han usado las instalaciones	Número de visitas de centros formativos
Circular Fab Trujillo	188	462	19	4
Circular Fab Miajadas	134	470	50	4
Circular Fab Moraleja	128	429	14	3
Circular Fab Arroyo de la Luz	137	387	35	4
Circular Fab Valencia de Alcántara	53	179	2	1
El Círculo	25	180	20	0
Totales	665	2107	140	16

Tabla 1: Datos de uso de los espacios definidos en la Red Circular Fab (oct. 2021 y sept. 2022).

6 Proyectos más Significativos

El número de proyectos puestos en marcha en el periodo analizado ha sido de 32 repartidos en los 5 centros. En este momento, el valor no está tanto en el producto generado, sino en los protagonistas, en el proceso y en cómo han dado respuestas a sus necesidades. Con ello se están creando nexos entre personas que posiblemente no se hubieran conocido en otro ámbito.

Como proyectos más significativos mencionamos:

- **Complementos para asistencia médica:** una forma excelente de aprovechar las capacidades de fabricación digital. Se diseñó y fabricó un primer modelo de prótesis de mano para responder a una necesidad real, que servirá como base para futuras mejoras. También se han diseñado y fabricado distintos complementos de sujeción de tubos de aire para unidades medicalizadas de emergencias que se encuentran actualmente en uso.

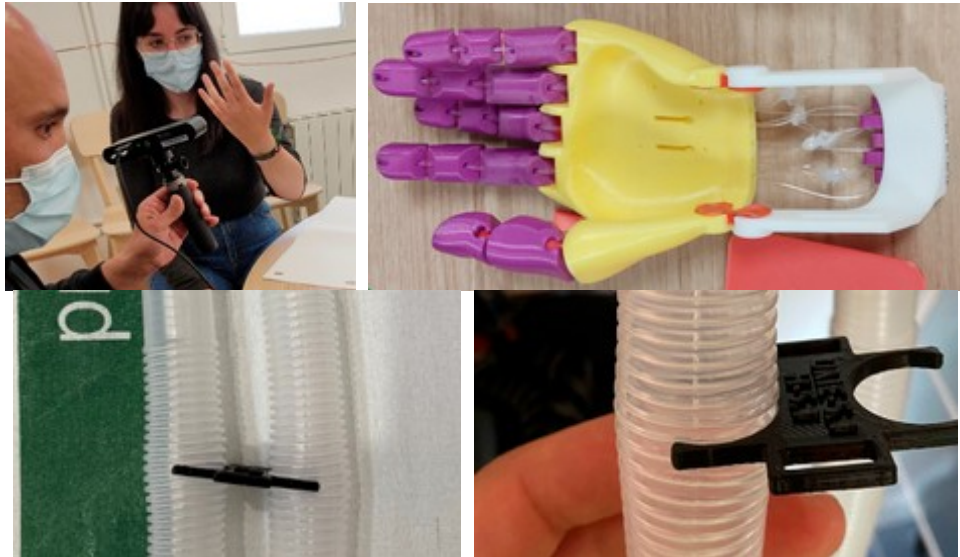


Figura 8: Primeros diseños de materiales con aplicaciones médicas.

- **Trajes para fiestas populares regionales:** dentro de la ciudad de Trujillo la fiesta de “El Chiviri” [38] es la tradición del Lunes de Pascua donde se canta y baila a ritmo de canciones populares con trajes tradicionales. Los complementos y adornos coloridos son una labor popular que este año se ha visto por primera vez asistida por maquinaria de fabricación digital. La relación intergeneracional que se da habitualmente se ha visto potenciada por el uso de técnicas de fabricación digital. Pueden verse algunas muestras en la Figura 9.

•



Figura 9: Fiesta de El Chiviri, en Trujillo y complementos realizados en el Circular Fab Trujillo.

- **Juegos y educación:** mezclar lo tradicional con lo innovador y así unir generaciones es una de las grandes posibilidades de los Circular Fab, un ejemplo de ello son los contadores para el juego de “la petanca” [39], una ruleta, o los recursos para psicomotricidad o la estimulación cognitiva, o juegos de mesa inventados dentro de distintos proyectos Erasmus+.



Figura 10: Contador y ruleta para juegos tradicionales, ejemplos de juegos de mesa, y materiales educativos.

- **Campaña de fomento de la actividad emprendedora en El Círculo [40]:** convocatoria abierta para la selección de 6 proyectos empresariales para unirse al programa “*Telefonica Open Future*” [41], uno de los principales programas aceleradores de empresas emergentes en España que cuenta con los recursos, experiencia y cartera de clientes de la mayor compañía de telecomunicaciones nacional, con una excelente tasa de éxito. Las empresas seleccionadas incluyen moda sostenible, formación, artesanía, y reciclaje. Estas empresas ya están recibiendo un programa de mentoría con una duración de 12 meses.

7 Próximos pasos de la red. Proyección de futuro.

La Diputación de Cáceres, líder del proyecto Red Circular FAB, ha conseguido mantener la financiación necesaria para aumentar el número de nodos de la red. Actualmente, con fondos europeos EDUSI [42] se está terminando de construir el sexto centro en la localidad de Malpartida de Plasencia, en el norte de la provincia de Cáceres, que contará con todo el equipamiento de los demás centros Circular FAB y algunas dotaciones de equipamiento adicionales como cortadora por agua y máquina de corte CNC. Este centro tiene previsto abrir sus puertas en enero de 2023, con al menos dos técnicos en su plantilla, igual que el resto. Puede verse la planificación de gastos del proyecto en la Tabla 2.

Además, la Diputación de Cáceres tiene previsto crear una asociación entre todos los municipios que pertenezcan a la Red Circular FAB con el fin de conseguir la sostenibilidad (económica, social y ambiental) de esta red en el futuro, a la que se espera se unan otras poblaciones del norte de la provincia y otras comarcas cacereñas en los próximos meses, ampliando así la red provincial de centros Circular FAB.

En concreto en el año 2023 se planea la apertura de nuevos espacios en varios municipios de la provincia, con una inversión de 60.000€ por Ayuntamiento que se comprometa a abrir un centro de similares características a los existentes. Igualmente, se mantendrá la colaboración con todas las entidades descritas en el Capítulo 5, lo cual se espera que proporcione una estabilidad al proyecto, facilitando su continuidad.

8 Conclusiones

Hemos descrito la definición de una modesta red de laboratorios de fabricación digital con énfasis en el fomento del emprendedurismo en ciudades pequeñas de entornos rurales. Por iniciativa de la Diputación de Cáceres, se han alineado hasta 22 instituciones y entidades internacionales, nacionales, regionales, y locales para definir de momento seis espacios físicos, con dos puestos de trabajo en cada uno, en localidades de la provincia de Cáceres, en el oeste de España. La inversión total ejecutada en el periodo 2020-2022 es de aproximadamente 850.000€. La colaboración interinstitucional se está demostrando muy positiva, ya que cada agente proporciona su experiencia y recursos.

Además de poner a punto los espacios y de formar al propio personal contratado, en apenas un año, se han impartido más de 665 cursos llegando a más de 2.100 personas, empresas y entidades no lucrativas.

Las inversiones previstas por Diputación de Cáceres desde 2023 en adelante incluyen abrir 5 nuevos centros y la dinamización de toda la red de centros Circular FAB durante los siguientes años.

Consideramos que la experiencia está siendo enriquecedora tanto para la población de las ciudades donde se ha implantado un Circular FAB, como para el entorno territorial de las ciudades limítrofes porque se ha creado una potente iniciativa de apoyo al emprendimiento de base tecnológica, con especial incidencia en el ámbito rural, impulsada por la Diputación Provincial de Cáceres para luchar contra varios retos: el demográfico y territorial, la transformación digital, la brecha digital intergeneracional y de género, así como la transición a una economía circular contra el cambio climático, para el desarrollo de pueblos inteligentes.

ACTUACIÓN	TOTAL	2020-2022	2023	2024	2025
Centros Circular Fab Construcción	600.000,00	300.000,00	300.000,00		
Centros Circular Fab Dinamización	1.552.492,25	211.750,00	275.788,88	608.544,78	456.408,58
El Círculo, Cáceres	1.163.228,25	484.751,33	96.862,80	290.807,06	290.807,06
Oficina Técnica para la red Circular Fab	550.770,00	207.111,67	101.658,33	132.000,00	110.000,00
Evento “maker” nacional	30.000,00		30.000,00		
Convenio UEX-Circular Fab	45.000,00	30.000,00	15.000,00		
Equipamiento Circular Fab Malpartida de Plasencia	202.715,18	202.715,18			
Adecuación Circular Fab Malpartida de Plasencia	292.260,04	292.260,04			
	4.436.465,72	1.728.588,21	819.310,02	1.031.351,84	857.215,65

Antonio Gordillo-Guerrero, Evangelina Sánchez, Publio Galán, Agustín Aretio: CircularFab: una iniciativa reciente de red de laboratorios públicos regionales en Cáceres, España.

Tabla 2: Resumen de inversiones y perspectivas de inversión en euros.

Agradecimientos

Este documento ha sido elaborado gracias al convenio de colaboración entre Diputación de Cáceres y Universidad de Extremadura para actividades asociadas a la Red de centros Circular FAB.

Referencias

- [1] Extremadura. Wikipedia. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://es.wikipedia.org/wiki/Extremadura>
- [2] Balance Energético de Extremadura (2021). Junta de Extremadura. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <http://industriaextremadura.juntaex.es/kamino/attachments/article/13981/Balance%20el%C3%A9ctrico%20de%20Extremadura%202021.pdf>
- [3] Estrategia 2030 de Economía Verde y Circular de Extremadura. Junta de Extremadura. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://extremadura2030.com/economia-circular/>
- [4] Mikhak, B., Lyon C., Gorton, T., Gershenfeld N., McEnnis C., & Taylor, J. (2002). FabLab: an alternate model of ICT for development. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <http://cba.mit.edu/events/03.05.FabLab/FabLab-dyd02.pdf>
- [5] Fablab Extrene, Almendralejo. España. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://www.xtrene.com/>
- [6] Fablab Smart Open Lab, Cáceres. España. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://www.smartopenlab.com/>
- [7] University of Extremadura. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://www.unex.es/>
- [8] Arduino Week 2022. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://week.arduino.cc/discover>
- [9] Extremadura Digital Day. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://extremaduradigitalday.com/>
- [10] Red Circular Fab. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, www.circularfab.es
- [11] Sociedad Cooperativa Emprediciencia. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <http://emprediciencia.com/>
- [12] Emprededorex-Creaemprende S.L. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <http://www.emprededorex.com/>
- [13] Asociación de Universidades Populares de Extremadura. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://www.aupep.org/>
- [14] Telefónica España. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://www.telefonica.es/es/>
- [15] Trujillo. Wikipedia. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, [https://es.wikipedia.org/wiki/Trujillo_\(Espa%C3%B1a\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Trujillo_(Espa%C3%B1a))
- [16] Miajadas. Wikipedia. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://es.wikipedia.org/wiki/Miajadas>
- [17] Comarca de Trujillo. Wikipedia. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, https://es.wikipedia.org/wiki/Comarca_de_Trujillo
- [18] Nuevos Centros del Conocimiento. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://www.nccextremadura.org/>
- [17] Moraleja. Wikipedia. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, [https://es.wikipedia.org/wiki/Moraleja_\(C%C3%A1ceres\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Moraleja_(C%C3%A1ceres))
- [18] Comarca de Sierra de Gata. Wikipedia. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, [https://es.wikipedia.org/wiki/Sierra_de_Gata_\(comarca\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Sierra_de_Gata_(comarca))
- [19] Arroyo de la Luz. Wikipedia. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, https://es.wikipedia.org/wiki/Arroyo_de_la_Luz
- [20] Castillo de Valencia de Alcántara. Wikipedia. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, https://es.wikipedia.org/wiki/Castillo_de_Valencia_de_Alc%C3%A1ntara
- [21] Cáceres. Wikipedia. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1ceres>

Antonio Gordillo-Guerrero, Evangelina Sánchez, Publio Galán, Agustín Aretio: CircularFab: una iniciativa reciente de red de laboratorios públicos regionales en Cáceres, España.

- [22] Junta de Extremadura. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://www.juntaex.es/lajunta>
- [23] Red FabNEX. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <http://fabnex.es/inicio>
- [24] "Convenio bilateral de colaboración con la Consejería de Economía e Infraestructuras de la Junta de Extremadura, para la puesta en marcha de la Red Extremeña de Prototipado y Fabricación Digital." Boletín Oficial del Estado, 26 enero 2018, vol. 23, pp 10586 a 10595.
- [25] "Suministro e instalación de equipamiento para el refuerzo y puesta en marcha de la red de prototipado y fabricación digital en Extremadura". Boletín Oficial del Estado, 28 julio 2018, vol. 182, pp 49509 a 49509.
- [26] Red.es. Entidad pública empresarial. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://red.es/es>
- [27] Escuela Politécnica, Cáceres. España. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/epcc/>
- [28] Cámara de Comercio de Cáceres. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://www.camaracaceres.com/>
- [29] Red Extremeña de Desarrollo Rural (RedEX). Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://redex.org/>
- [30] Federación de Municipios y Provincias de Extremadura. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://www.fempex.es/>
- [31] Asociación de Sociedades Laborales y Participadas de Extremadura (AEXLAB). Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <http://www.aexlab.org/sociedades-laborales-de-extremadura/sociedades-laborales-en-extremadura/>
- [32] Fundación Mujeres Extremadura. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <http://www.fundacionmujeres.es/infoEntidades/view/1>
- [33] Asociación eSalud para las Personas. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://ehealth4people.org/>
- [34] Fundación Extremeña de Ciencia y Tecnología y Parque Tecnológico y Científico de Extremadura (FUNDECYT-PTCEX). Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <http://www.fundecyt.es>
- [35] ENEL Green Power. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://www.enelgreenpower.com/>
- [36] Orange España. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://www.orange.es/>
- [37] Telefónica España. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://www.telefonica.es/es/>
- [38] Festividad de "El Chiviri". Wikipedia. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://es.wikipedia.org/wiki/Ch%C3%ADviri>
- [39] La petanca. Wikipedia. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://es.wikipedia.org/wiki/Petanca>
- [40] Primera convocatoria de emprendimiento de la red Circular FAB en centro El Círculo de Cáceres. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://circularfab.es/bases-convocatorias/>
- [41] Telefonica Open Future'. Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <https://www.openfuture.org/>
- [42] Estrategia de Desarrollo Urbano Sostenible e Integrado (EDUSI). Consultado a 26 de Septiembre de 2022, <http://edusi.es/>