



Propuesta inicial para la creación de un Living Lab en el Campus de Mieres

Movilidad y Medio Ambiente



Octubre de 2023



Universidad de Oviedo
Hub de recursos naturales y
materias primas del Campus
Universitario de Mieres



Propuesta inicial para la creación de un Living Lab en el Campus de Mieres

Octubre de 2023



Universidad de Oviedo
Hub de recursos naturales y materias primas
del Campus Universitario de Mieres

NOTA: El presente documento constituye un ensayo elaborado por la Cátedra de Cambio Climático, en colaboración con Hub de recursos naturales y materias primas del Campus Universitario de Mieres. El objetivo de esta iniciativa es proporcionar un marco no vinculante sobre uno de los posibles modelos de organización del campus. El desarrollo de las ideas y propuestas contenidas en el documento deberán ser valoradas por el resto de los agentes implicados y de los órganos de gobierno y representación de la Universidad de Oviedo, enriquecidas con sus aportaciones, mediante un proceso abierto de diálogo y discusión.

Autores

Arturo Colina Vuelta

Subdirector de la Cátedra de Cambio Climático, coordinador de la Unidad de Ordenación de los Recursos Naturales y Planificación Territorial del Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio y Profesor Asociado del Departamento de Geografía de la Universidad de Oviedo.

Jorge Marquínez García

Coordinador del Hub de recursos naturales y materias primas del Campus Universitario de Mieres. Catedrático jubilado de Geología de la Universidad de Oviedo.

Colaboradores. La elaboración de este documento no habría sido posible sin las valiosas aportaciones y el apoyo de las siguientes personas (por orden alfabético):

Cristina Allende Prieto

Profesora Contratada Doctora del Área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría del Departamento de Explotación y Prospección de Minas y Directora de la Cátedra Excade de la Universidad de Oviedo.

Eduardo Álvarez Álvarez

Profesor Titular del Área de Ingeniería Hidráulica del Departamento de Energía y Director del Centro Universitario de Investigación y Desarrollo del Agua (CUIDA) de la Universidad de Oviedo.

Manuel Arsenio Barbón Álvarez

Profesor Titular del Área de Ingeniería Eléctrica del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, de Comunicaciones y Sistemas, Director del grupo de investigación Energy Conversion for Sustainable Development y Director de la Cátedra Universitaria de Capacitación e Inmersión en Desarrollo Sostenible (CIDES) de la Universidad de Oviedo.

Jaime Bosch

Investigador Científico del CSIC y Director del Instituto Mixto de Investigación en Biodiversidad (IMIB).

Asun Cámara Obregón

Profesora Titular del Área de Ingeniería Agroforestal del Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, coordinadora de grupo de investigación SmartForest de la Universidad de Oviedo y responsable del proyecto LIFE Carbon2mine.

Patricia Mateo Tomás

Profesora Contratada Doctora del Área de Ecología del Departamento de Biología de Organismos y Sistemas de la Universidad de Oviedo y Subdirectora del Instituto Mixto de Investigación en Biodiversidad (IMIB).

Luis Á. Sañudo Fontaneda

Profesor Contratado Doctor del Área de Ingeniería de la Construcción del Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación de la Universidad de Oviedo y responsable del proyecto para el desarrollo experimental de SUDS en el Campus de Mieres.

Susana Suárez Seoane

Profesora Titular del Área de Ecología del Departamento de Biología de Organismos y Sistemas de la Universidad de Oviedo, investigadora del Instituto Mixto de Investigación en Biodiversidad (IMIB) y responsable del proyecto FonteBaxaLivingLAB.

Agradecimientos. A Brigit Georgi y Juan Capeáns, miembros del Covenant of Mayors – Europe, que nos proporcionaron las bases y los consejos para la elaboración de la propuesta.

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Marco de referencia.	3
2.1. Modelos de innovación abierta.	3
2.2. Los <i>Living Labs</i> como instrumentos para la innovación abierta.....	6
2.3. El concepto de Living Lab en el contexto universitario.	8
2.4. Los campus universitarios como Living Labs.....	11
2.5. Análisis de casos de campus universitarios como Living Labs.	13
3. Esquema inicial para la creación del Living Lab del campus de mieres	19
3.1. El campus de Mieres.	19
3.2. Descripción general de la iniciativa.....	22
3.3. Objetivos generales del LLab del campus de Mieres.	23
3.4. Componentes y objetivos específicos del LLab del campus de Mieres.....	25
3.4.1. Componentes del LLab del campus de Mieres.	25
3.4.2. Objetivos específicos del LLab del campus de Mieres.	26
3.5. Propuesta inicial de programas y actuaciones.	28
3.5.1. Programa de sostenibilidad y mejora de la eficiencia en la gestión.	28
3.5.2. Programa de seguimiento y mejora de la salud y confort.	28
3.5.3. Programa de reverdecimiento del Campus.	28
3.5.4. Programa de gestión y monitorización del agua.	29
3.5.5. Programa de restauración, recuperación y reutilización del patrimonio edificado.	31
3.5.6. Programa de monitorización y experimentación forestal	31
3.5.7. Programa de impulso y seguimiento de la biodiversidad.....	32
3.5.8. Programa de tecnologías de generación de energía renovable.	33
3.5.9. Programa de digitalización del Campus y del laboratorio viviente.....	35
3.5.10. Programa de voluntariado y participación.	35
3.6. Diseño y puesta en marcha del LLab de Mieres.....	36
3.6.1. Estructura organizativa	36
3.6.2. Fases para el desarrollo de la iniciativa.	37
3.6.2.1. Primera fase: conocimiento y diseño.	38
3.6.2.2. Segunda fase: desarrollo e innovación.....	39
3.6.2.3. Tercera fase: evaluación.....	39

FIGURAS

Figura 1. Modelo de innovación cerrada vs modelo de innovación abierta.	3
Figura 2. Evolución de los modelos de producción de conocimiento e innovación.	4
Figura 3. Conceptualización del modelo de innovación de la Quíntuple Hélice.	5
Figura 4. Diagrama del modelo de innovación abierta de la Quíntuple Hélice como desarrollo del modelo de la Quádruple Hélice.	6
Figura 5. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de Naciones Unidas.	7
Figura 6. Niveles de implementación de las universidades para la consecución de los ODS.	9
Figura 7. Esquema de los integrantes de los LLab universitarios destacando los miembros de la comunidad universitaria.	10
Figura 8. Diagrama general de un Living Lab de Campus.	12
Figura 9. El valor de los Living Labs para la Universidad de Malasia.	13
Figura 10. Descripción general de la infraestructura de prueba KTH Live-In Lab.	16
Figura 11. Soluciones basadas en la naturaleza aplicadas en el LLab IGNITION.	18
Figura 12. Imagen aérea del Campus de Mieres.	19
Figura 13. Instalaciones del Campus de Mieres.	22
Figura 14. Principales ODS relacionados con la propuesta de LLab del Campus de Mieres.	24
Figura 15. Componentes y dimensiones del LLab de campus de Mieres.	25
Figura 16. Muro verde del LLab IGNITION.	29
Figura 17. Diseños para la integración ecológica de los aparcamientos en superficie en las ciudades.	29
Figura 18. Humedal urbano en Róterdam.	30
Figura 19. Diseño del drenaje sostenible para los árboles urbanos del LLab IGNITION.	30
Figura 20. Edificio de Maquinaria de Extracción del pozo Barredo.	31
Figura 21. Estado del muro noroeste del pozo Barredo.	31
Figura 22. Invernadero experimental del Parque Científico de la Universidad de Salamanca.	32
Figura 23. Beneficios de la adaptación ambiental de los estacionamientos en superficie.	33
Figura 24. Turbinas esféricas Lucid instaladas en serie para la recuperación de energía en conductos a presión.	34
Figura 25. Ejemplo del sistema Hub Renovable.	34
Figura 26. Propuesta de la estructura organizativa del LLab del campus de Mieres.	36
Figura 27. Principales fases de la actividad de un Living Lab.	37

1. INTRODUCCIÓN

La emergencia climática exige que la sociedad actúe en conjunto, de forma colaborativa, para desarrollar soluciones sostenibles adaptadas a cada entorno. En este escenario los modelos de las N-hélices para el desarrollo y fortalecimiento de la innovación cobran gran relevancia¹.

Estos modelos tienen por objeto potenciar la producción colaborativa de conocimiento y gestión de la innovación involucrando, de forma organizada y flexible, a una amplia variedad de agentes interesados (ciudadanos, universidades, empresas, organizaciones no gubernamentales, etc.)².

Entre las múltiples fórmulas de desarrollo de estos modelos se encuentran los Laboratorios Vivientes o *Living Labs*, diseños que permiten su puesta en práctica, mediante la formulación de procesos *ad hoc*, reduciendo las barreras para la colaboración². En su definición más básica, los *Living Labs* son ecosistemas de innovación abierta, que habitualmente operan en un contexto espacial específico (región, ciudad, campus universitarios, etc.), y que integran procesos de investigación e innovación concurrentes mediante una colaboración entre empresas, ciudadanos y entidades públicas³.

Por otra parte, tal y como señala el Ministerio de Universidades⁴ “la transición energética hacia un modelo más sostenible en los próximos años es un reto que reclama una acción decidida de toda la sociedad y las instituciones. También desde las Universidades como lugares de generación y transferencia del conocimiento, debemos de ser capaces de modernizar nuestros campus para hacerlos más sostenibles”.

No podemos olvidar, como indica el citado Ministerio, que las Universidades han liderado, en buena medida, el desarrollo de herramientas e indicadores para orientar e innovar en el diseño y rehabilitación energética de los edificios, muchas veces en el ámbito científico y teórico, pero también mediante experiencias llevadas a la práctica⁴.

Aquí los campus, por su carácter integrador, constituyen una de las mejores estructuras organizativa universitaria para el desarrollo del trabajo y el estudio de la comunidad universitaria, pero, además, aprovechando sus edificios e infraestructuras podrían convertirse en laboratorios abiertos en los que continuar investigando e innovando en casi todos los aspectos relacionados con la sostenibilidad y la adaptación al cambio climático, particularmente en los ámbitos urbanos.

Pero, además, por lo general las universidades están integradas en sistemas urbanos más o menos complejos en los que suelen desempeñar un importante papel. Esto hace que los campus universitarios constituyan entornos adecuados para estudiar y desarrollar soluciones, productos

¹ Castillo-Vergara, M. (2020). La teoría de las N-hélices en los tiempos de hoy. *Journal of Technology Management & Innovation* 15(3). DOI: [10.4067/S0718-27242020000300003](https://doi.org/10.4067/S0718-27242020000300003).

² Baccarne, B., Logghe, S., Schuurman, D., y de Marez, L. (2016). Governing Quintuple Helix Innovation: Urban Living Labs and Socio-Ecological Entrepreneurship. *Technology Innovation Management Review*, 6(3): 22–30. <http://timreview.ca/article/972>.

³ Pallot, M. (2009). Engaging Users into Research and Innovation: The Living Lab Approach as a User Centred Open Innovation Ecosystem. Webergence Blog. https://web.archive.org/web/20120509081658/http://www.cwe-projects.eu/pub/bscw.cgi/1760838?id=715404_1760838. (Fecha de consulta: 02/05/2023).

⁴ Ministerio de Universidades (2021). *Campus sostenible*. <https://www.universidades.gob.es/campus-sostenible/> (Fecha de consulta: 25/04/2023).

y servicios que aborden grandes desafíos, pero en un entorno local, controlado pero escalable y, por tanto, transferibles a sistemas urbanos de mayor escala.

En definitiva, el objetivo es avanzar hacia la creación y desarrollo de modelos de gestión ecológica y sostenible de los campus universitarios, aprovechando que las universidades, como centros de conocimiento, desempeñan un papel importante, a menudo de liderazgo, sobre su entorno espacial, urbano, social, económico, ecológico y cultural⁵, aunque para ello es necesario involucrar a los agentes clave de la comunidad (residentes, profesionales, empresas, administraciones, etc.).

Mediante el presente documento se presenta una propuesta inicial de actuación para la transformación del Campus de Mieres en un Laboratorio Viviente o *Living Lab* (LLab) con la finalidad de servir modelo de desarrollo urbano sostenible y adaptado al cambio climático, al tiempo que ofrece oportunidades para el desarrollo de la investigación, la docencia y la cooperación de los diferentes colectivos universitarios, el tejido empresarial, los gestores públicos y la sociedad local y regional.

Cabe destacar que, en el contexto regional, esta propuesta se alinea con los objetivos de la Estrategia de Acción por el Clima del Principado de Asturias 2023-2030⁶ (EAXCLIMA), en especial con los objetivos O3, “Orientar el conocimiento científico y la innovación tecnológica regional hacia la descarbonización y la adaptación al cambio climático”, y O4, “Formar, sensibilizar e implicar a la población en la acción contra la emergencia climática”. Igualmente entronca con muchos de los ámbitos de actuación contemplados en la EAXCLIMA, pero en particular con el A8, “Conocimiento científico e innovación climática”, el A9, “Gobernanza climática”, y el A10, “Ciudadanía en acción por el clima: formada, informada y que se anticipa a los riesgos”.

Ni la elección del Campus de Mieres, ni el alcance y naturaleza de la propuesta son casuales. Se ha tenido en cuenta la confluencia en este espacio urbano de factores como la especialización académica de las enseñanzas que se imparten, la diversidad de agentes que actualmente ya tienen presencia en este espacio universitario, la localización con respecto al núcleo urbano y las dimensiones y morfología urbanística del mismo. Todo ello hace que, probablemente, el Campus de Mieres sea el mejor ámbito de la Universidad de Oviedo para el desarrollo de una iniciativa de este tipo.

⁵ Verhoef, L. y Bossert, M. (2019). *The University Campus as a Living Lab for Sustainability: A Practitioner's Guide and Handbook*. Delft University of Technology, Hochschule für Technik Stuttgart. ISBN 978-3-940670-68-7.

⁶ Principado de Asturias (2023). *Estrategia de Acción por el Clima del Principado de Asturias 2023-2030*. Aprobada por el Consejo de Gobierno celebrada el 31 de marzo de 2023.

2. MARCO DE REFERENCIA.

2.1. Modelos de innovación abierta.

El término innovación abierta fue acuñado por Chesbrough en 2003⁷ como un paradigma en el que se asume que, a medida que buscan avanzar en su tecnología, las empresas pueden y deben servirse de ideas externas e internas y recorrer caminos internos y externos al mercado. Por tanto, a diferencia de la innovación cerrada (Figura 1), en los modelos abiertos los límites de la empresa se hacen permeables para permitir la adaptación e integración de recursos de colaboradores externos.

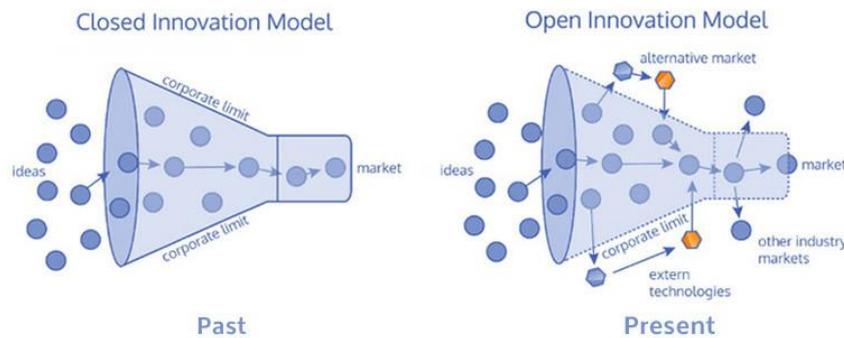


Figura 1. Modelo de innovación cerrada vs modelo de innovación abierta.
Fuente: Azzam (2016)⁸

En este sentido, cabe señalar que el enfoque S3 (*Smart Specialisation Strategies*), impulsado por la Unión Europea en su actual periodo de programación (2021-2027), pretende incrementar la interacción y la cooperación entre los diferentes actores de los ecosistemas de innovación, tanto a nivel local, regional, nacional e internacional. Por tanto, en el enfoque S3 el proceso de innovación se entiende cada vez más como un sistema abierto de gobernanza⁹ que facilita la colaboración y las sinergias que contribuyen a los esfuerzos exitosos en la promoción del desarrollo sostenible y la innovación.

Tal y como señalan Leydesdorff e Ivanova (2016)¹⁰ el paradigma de la innovación abierta puede compararse con los modelos N-Hélice ya que comparten el mismo objetivo principal, encontrar y generar plusvalía acercando la innovación industrial a la colaboración público-privada en I+D.

Los modelos de innovación abierta han evolucionado (Figura 2) desde la producción de conocimiento e innovación en el contexto de la economía del conocimiento, Triple Hélice, a la

⁷ Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business Press. ISBN 978-1578518371.

⁸ Azzam, H. (2016). *The Notion of Open Innovation*. <https://www.linkedin.com/pulse/notion-open-innovation-hatem-azzam-mba/>. (Fecha de consulta: 02/05/2023).

⁹ Provenzano, V., Arnone, M. y Seminara, M.R. (2018). The Links Between Smart Specialisation Strategy, the Quintuple Helix Model and Living Labs. En Bisello, A., Vettorato, D., Laconte, P. y Costa, S. (Eds.), *Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions* (pp. 563-571) Springer, Green Energy and Technology. DOI: [10.1007/978-3-319-75774-2_38](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75774-2_38).

¹⁰ Leydesdorff, L. e Ivanova, I. (2016). Open Innovation” and “Triple Helix” Models of Innovation: Can Synergy in Innovation Systems Be Measured? *Journal of Open Innovations: Technology, Market and Complexity*, 2(1) 1-12. DOI: [10.1186/s40852-016-0039-7](https://doi.org/10.1186/s40852-016-0039-7).

sociedad del conocimiento o democracia del conocimiento, Cuádruple Hélice, hasta el actual modelo en el que se incorporan los entornos naturales de la sociedad, Quintuple Hélice.

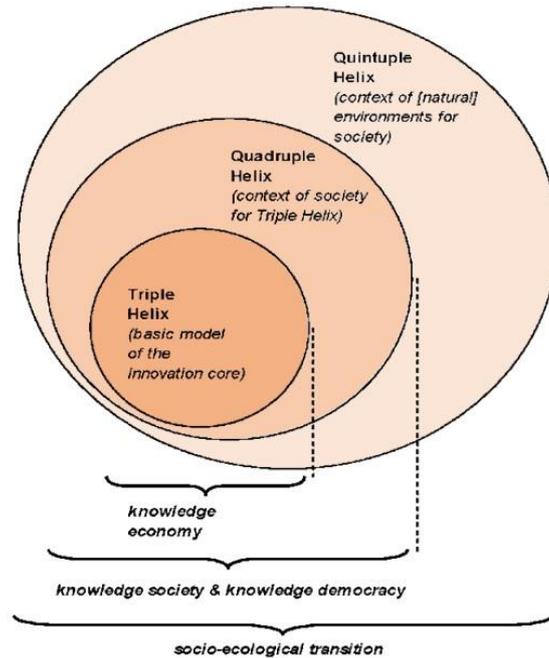


Figura 2. Evolución de los modelos de producción de conocimiento e innovación.
Fuente: Carayannis, Barth y Campbell (2012)¹¹

La **Triple Hélice**, es un modelo de análisis teórico para el crecimiento económico, propuesto a finales de los 90 del pasado siglo por Etzkowitz y Leydesdorff, mediante el cual gobiernos, organismos empresariales e instituciones educativas podían trabajar conjuntamente en un proyecto común que crease riqueza para la sociedad^{1/12/13}.

En 2009 Carayannis y Campbell propusieron el modelo de **Cuádruple Hélice** que “enfatisa la importancia de integrar también la perspectiva del público basado en los medios y la cultura. El resultado es un ecosistema fractal emergente de conocimiento e innovación, bien configurado para la economía y la sociedad del conocimiento”¹⁴. Se trata, por tanto, de fomentar un ecosistema de innovación cada vez más participativo incorporando una cuarta hélice conformada por ciudadanos influenciados por los medios de comunicación y la cultura¹.

El modelo de la **Quintuple Hélice**, propuesto también por Carayannis y Campbell¹⁵, incorpora al ecosistema de innovación del **medio ambiente**, y surge de la necesidad de dirigir los modelos de innovación hacia la resolución de los desafíos del calentamiento global y el desarrollo

¹¹ Carayannis, E.G., Barth, T.D. y Campbell, D.F. (2012). The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship* 1(2): 1-12. DOI: [10.1186/2192-5372-1-2](https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2).
¹² En realidad, este modelo se apoyaba en un referente anterior, el conocido “Triángulo de Sabato”, desarrollado como modelo de política científico-tecnológica a finales los años 60 del siglo XX por Jorge Alberto Sabato, adelantando la necesaria relación entre el Estado, la infraestructura científico-tecnológica y el sector productivo para coordinar esfuerzos e impulsar la innovación de un país. Castillo Hernández, L., Lavín Verástegui, J. y Pedraza Melo, N.A. (2014). La gestión de la triple hélice: fortaleciendo la relación entre la universidad, empresa y gobierno. *MULTICIENCIAS* 14(4):1-9.
¹³ Etzkowitz, H. (2003). Innovation in Innovation: The Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Science Information* 42(3):293-337. DOI: [10.1177/05390184030423002](https://doi.org/10.1177/05390184030423002).
¹⁴ Carayannis, E.G. y Campbell D.F. (2009). 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management* 46(3/4): 201-234. DOI: [10.1504/IJTM.2009.023374](https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374).
¹⁵ Carayannis, E.G. y Campbell D.F.J. (2010). Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and How Do Knowledge, Innovation and the Environment Relate To Each Other? *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development* 1(1):41-69 DOI: [10.4018/jsesd.2010010105](https://doi.org/10.4018/jsesd.2010010105).

sostenible^{1/11}. Así el objetivo de la **Quíntuple Hélice** es incluir el entorno natural como un nuevo subsistema para los modelos de conocimiento e innovación, de modo que el **medio ambiente se constituya en el componente central** para la producción de conocimiento y la innovación¹¹.

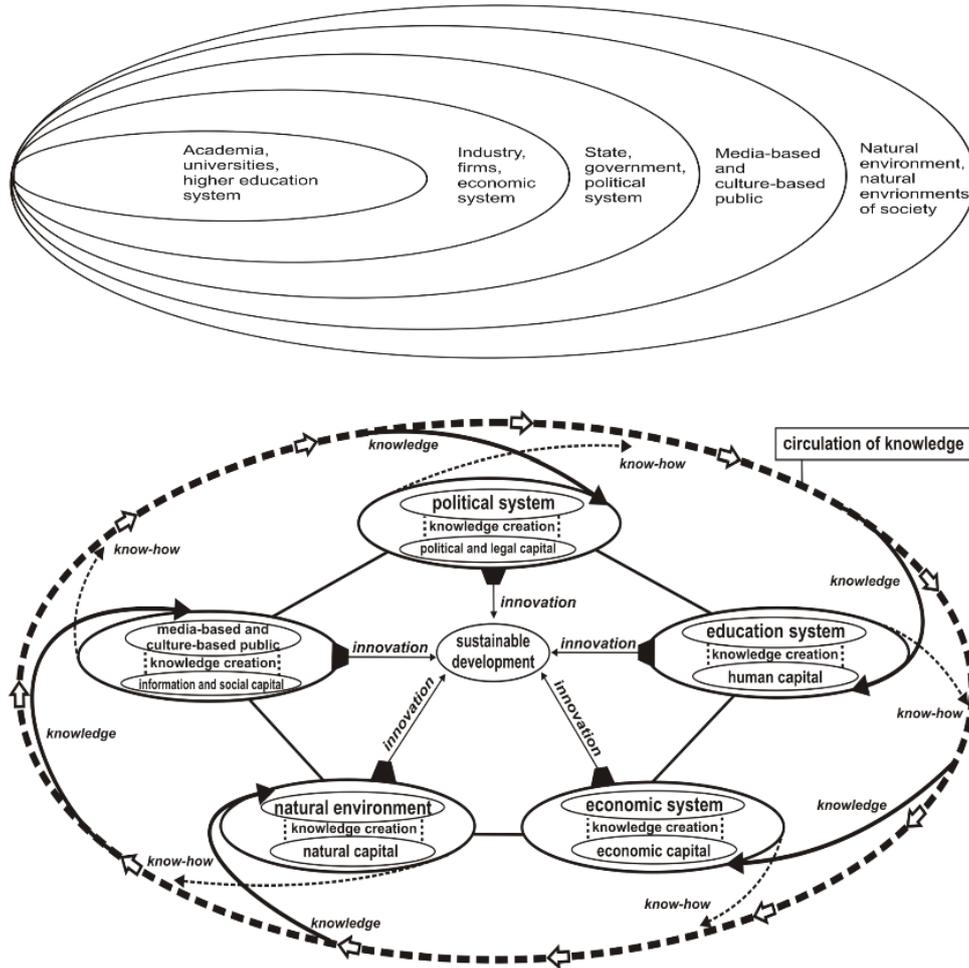


Figura 3. Conceptualización del modelo de innovación de la Quíntuple Hélice.
Fuente: Carayannis, Barth y Campbell (2012)¹¹.

Por tanto, la Quíntuple Hélice, visualiza la interacción colectiva y el intercambio de conocimientos (Figura 3) de cinco subsistemas en un territorio ¹¹:

- (1) **Subsistema académico:** primer subsistema, que se define a sí mismo en relación al capital humano disponible en el sistema de enseñanza superior (estudiantes, profesores, investigadores, etc.) presente en un territorio.
- (2) **Subsistema económico:** este segundo subsistema está formado por el tejido empresarial de un territorio. (espíritu emprendedor, productos, servicios, tecnología, capital, etc.).
- (3) **Subsistema natural:** situado en el centro del sistema, proporciona el capital natural (recursos naturales, servicios ambientales, etc.), decisivo para un desarrollo sostenible.
- (4) **Subsistema público/social:** que combina dos tipos de capital, el capital social, basado en la cultural (tradicción, valores, etc.) y la sociedad civil, y el capital de la información, basado en los medios de comunicación (televisión, radio, periódicos, internet, redes sociales, etc.).

- (5) **Subsistema político/administrativo:** quinto subsistema que aporta el capital político y jurídico (leyes, planes, estrategias, etc.). Este subsistema resulta de crucial importancia porque establece hacia dónde se dirige de un territorio definiendo, organizando y administrando las condiciones generales para su desarrollo.

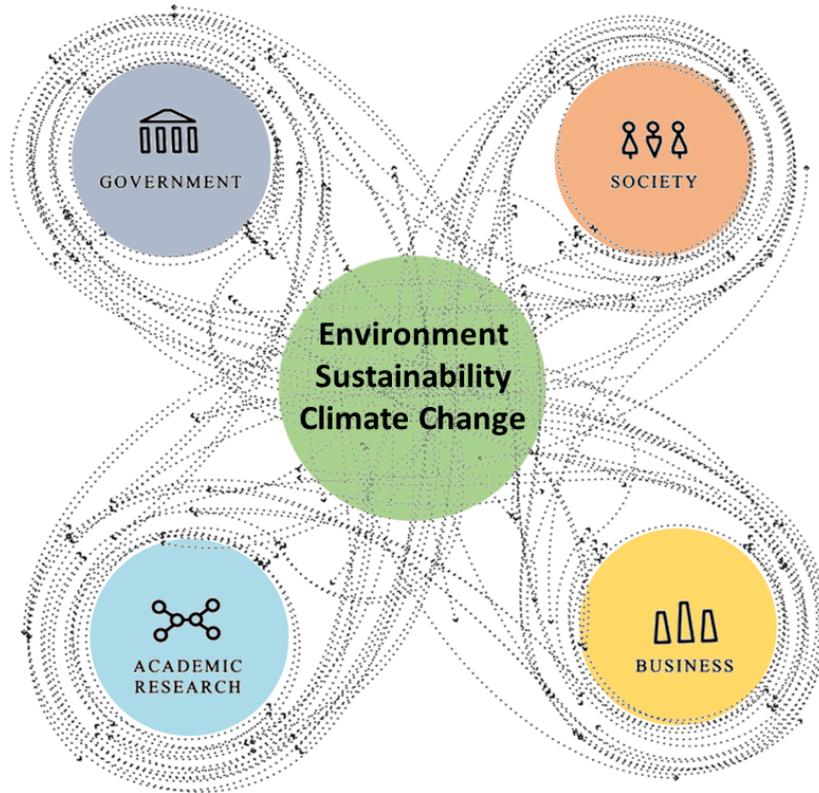


Figura 4. Diagrama del modelo de innovación abierta de la Quintuple Hélice como desarrollo del modelo de la Cuádruple Hélice.

Fuente: Adaptado de Schütz, F., Heidingsfelder, M.L. y Schraudner M. (2019)¹⁶.

En definitiva, tal y como señalan Carayannis, Barth y Campbell¹¹, en el modelo de quintuple hélice el conocimiento, como motor de progreso de un territorio, se genera mediante la suma de las interacciones sociales y los intercambios académicos promoviendo un sistema de cooperación que permita visualizar el saber hacer y la innovación para un desarrollo más sostenible.

2.2. Los *Living Labs* como instrumentos para la innovación abierta.

Aunque, en ocasiones, los *Living Labs* (LLab) son considerados como una metodología o como un enfoque, en realidad constituyen una **fórmula instrumental** que, generalmente, se materializan en forma de organización o de red, ya que su diseño y puesta en marcha supone el establecimiento de procesos de aprendizaje e innovación en entornos realistas, parecidos a aquellos en los que se desenvuelve la vida de la gente¹⁷.

La actividad de los LLab pretende generar valor añadido al conjunto de las partes implicadas mediante: la creación y desarrollo conjunto de ideas, con la participación de los diferentes

¹⁶ Schütz, F., Heidingsfelder, M.L. y Schraudner M. (2019). Co-shaping the Future in Quadruple Helix Innovation Systems: Uncovering Public Preferences toward Participatory Research and Innovation. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*. 5(2): 128-146. DOI: [10.1016/j.sheji.2019.04.002](https://doi.org/10.1016/j.sheji.2019.04.002).

¹⁷ Aceros, J.C., Martín-García, A.V. y Gutiérrez-Pérez, B.M. (2022). Livinglabs como modelos de innovación abierta. Análisis a partir del concepto de extitución. *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria* 41: 161-177. DOI: [10.7179/PSRI_2022.41.11](https://doi.org/10.7179/PSRI_2022.41.11).

agentes; la creación rápida de prototipos y la realización de pruebas para su validación; y la transferencia de las innovaciones al ámbito de los negocios.

A pesar de su amplia variedad de y múltiples implementaciones, todos los LLab tienen una característica común, su naturaleza colaborativa. Según la *European Network of Living Labs (ENoLL)*¹⁸ los LLab son ecosistemas de innovación abierta en entornos de la vida real que utilizan procesos de retroalimentación iterativos a lo largo del ciclo de vida de una innovación para crear un impacto sostenible. De esta forma los LLab son una herramienta dirigida a facilitar la interacción entre diferentes agentes.

Otra definición de los LLab la encontramos en Verhoef y Bossert (2019)¹⁹ para quienes tienen en consideración de ecosistemas de innovación abierta centrados en el usuario, basados en un enfoque sistemático de creación conjunta, que integran procesos de investigación e innovación en comunidades y entornos de la vida real.



Figura 5. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de Naciones Unidas.

Para Universidad de Edimburgo²⁰ un proyecto LLab debe considerar los siguientes objetivos generales:

- Resolver un problema de la vida real.
- Estar enmarcado en al menos uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
- Constituir una asociación entre las partes interesadas, cruzando disciplinas y límites sectoriales.
- Usar datos cuantitativos y cualitativos existentes y recién generados, adoptando tecnologías digitales donde sea posible.
- Crear una cultura de código abierto, pero compartiendo datos y análisis generados, para que el LLab siga vivo.
- Tener como objetivo probar las soluciones e innovaciones, y volver a reformular el proyecto para refinar las soluciones propuestas.

¹⁸ ENoLL (s/f). *What are Living Labs*. <https://enoll.org/about-us/what-are-living-labs/> (Fecha de consulta: 07/03/2023).

¹⁹ Verhoef, L. y Bossert, M. (2019). *The University Campus as a Living Lab for Sustainability. A Practitioner's Guide and Handbook*. Delft University of Technology, Hochschule für Technik Stuttgart. <https://openresearch.amsterdam/en/page/83886/the-university-campus-as-a-living-lab-for-sustainability-a>. (Fecha de consulta: 25/04/2023)

²⁰ The University of Edinburgh (2023). *What is a Living Lab?* <https://www.ed.ac.uk/sustainability/programmes-and-projects/student-leadership-for-sustainability/living-lab-projects/what-is-the-living-lab> (Fecha de consulta: 07/03/2023).

Bajo estas premisas en muchas ciudades europeas se están desarrollando y probando los **Urban Living Labs** como fórmulas de gobernanza experimental mediante la cual los agentes urbanos desarrollan y prueban nuevas tecnologías y modos de vida para hacer frente a los retos del cambio climático y la sostenibilidad urbana²¹.

En el caso concreto de los laboratorios vivos urbanos, Baccarne *et al.*²² consideran que el enfoque de los LLab los convierte en instrumentos idóneos para poner en práctica el modelo de innovación abierta de la quintuple hélice mediante un proceso único de desarrollo de la innovación que facilita la colaboración de los distintos colectivos y agentes teniendo en cuenta también el contexto ambiental y ecológico. Asimismo, estos autores señalan que los LLab permiten alcanzar mayores niveles de sostenibilidad tanto en los resultados de la innovación como en la transición socio-ecológica urbana, ayudando a recuperar el equilibrio ecológico.

Por tanto, la constitución de un LLab, como ecosistema de innovación abierta, puede constituir un valor añadido para interpretar la configuración de los clústeres económicos, las estructuras sociales, las entidades con capacidad de gobierno y relaciones entre estas partes en un ámbito territorial específico²², lo que facilita la respuesta a los desafíos ambientales que incorpora el modelo de la Quintuple Hélice.

Pero, además, dentro del sistema de innovación que contempla el modelo de la Quintuple Hélice, los LLab actúan, por sí mismos como un agente de comunicación, componente o subsistema de gran relevancia en este modelo de innovación abierta. Más aun, los LLab pueden llegar a convertirse en herramientas que contribuyan a **construir o reforzar la marca ciudad** de un territorio, ya que en el proceso de comunicación de la innovación se incluye el espacio físico como un agente más dentro del modelo, en el que interactúan las empresas privadas, los gobiernos y administraciones, la academia y los ciudadanos para la creación conjunta y la consecución de la sostenibilidad²³.

2.3. El concepto de Living Lab en el contexto universitario.

El desafío que suponen los diecisiete ODS de Naciones Unidas exige enfoques transdisciplinarios, integrales, innovadores, sistemáticos y centrados en el usuario para permitir una transformación de la sostenibilidad global. La urgencia requiere acción en todas las escalas: desde ciencia fundamental, proyectos de estudiantes, ensayos en campo hasta implementación a gran escala¹⁹.

Así las universidades pueden tomar parte activa en el avance hacia los ODS en cinco niveles de implementación: (1) Nivel básico de pequeños proyectos realizados por estudiantes; (2) Escala o nivel medio incorporando la gestión de los edificios y las infraestructuras universitarias; (3) Nivel abierto de innovación y valorización colaborativa entre las partes interesadas; (4) Nivel extendido que incorpora el ámbito espacial local o regional y de la comunidad; y (5) Nivel global que pretende avanzar en el conocimiento científico al servicio de la sociedad para hacer frente a los desafíos globales. Cada nivel debe abordarse teniendo en cuenta los ODS, los diferentes actores involucrados, el incremento de la complejidad y su propio ámbito temporal para alcanzar los resultados esperados¹⁹.

²¹ Voytenko Palgan, Y., McCormick, K y Evans, J. (2018). Urban Living Labs: Catalysing low carbon and sustainable cities in Europe? En: Marvin, S., Bulkeley, H., Mai, L., McCormick, K. y Voytenko Palgan, Y. (Eds.), *Urban Living Labs: Experimenting with City Futures* (pp. 39-56) Routledge.

²² Baccarne, B., Logghe, S., Schuurman, D. y De Marez, L. (2016). Governing Quintuple Helix Innovation: Urban Living Labs and Socio-Ecological Entrepreneurship. *Technology Innovation Management Review*, 6(3): 22-30. [10.22215/timreview/972](https://doi.org/10.22215/timreview/972).

²³ Villena Alarcón, E. y Caerols Mateo, R. (2022): Los living labs como agentes de comunicación de la marca ciudad: un caso de estudio. *Miguel Hernández Communication Journal*, Vol. 13 (2), pp. 177-194. Universidad Miguel Hernández, UMH (Elche-Alicante). DOI: [10.21134/mhjournal.v13i.1697](https://doi.org/10.21134/mhjournal.v13i.1697).

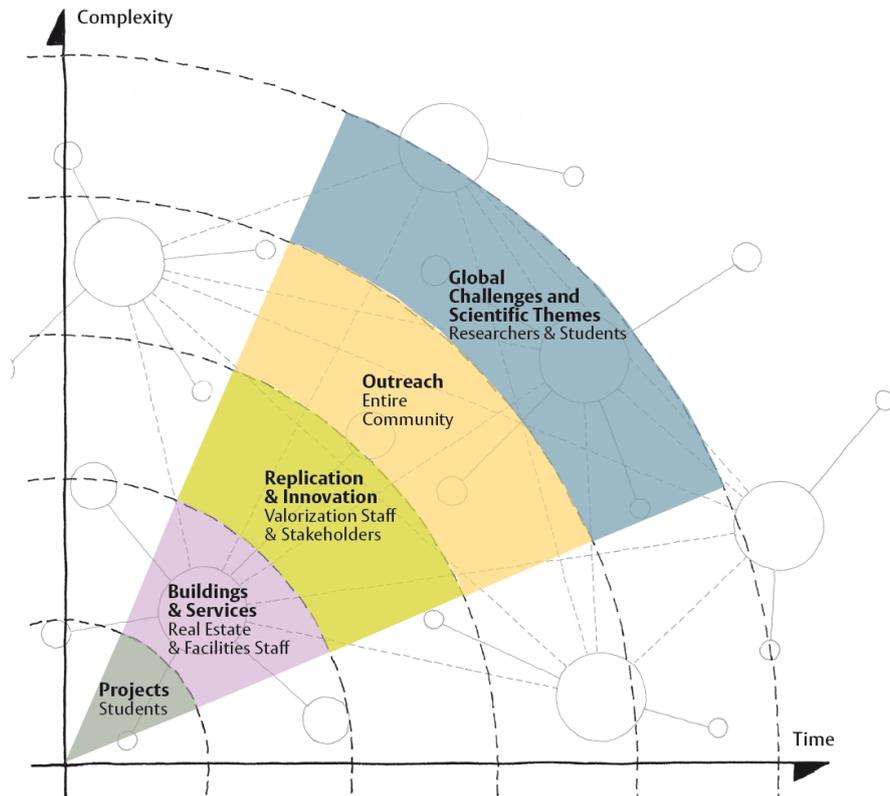


Figura 6. Niveles de implementación de las universidades para la consecución de los ODS.
Fuente: Verhoef, L. y Bossert, M. (2019)¹⁹.

Los modelos de innovación abierta han generado oportunidades para la innovación pedagógica fundamentadas en nuevas estructuras docentes, mejor conectadas con la sociedad, en coexistencia con las estructuras universitarias tradicionales¹⁷. En este contexto, los laboratorios vivos o LLab han tomado un notable protagonismo ya que facilitan la experimentación sobre los desafíos de la sostenibilidad en el mundo real.

Así, la Universidad Politécnica de Valencia²⁴ define un LLab como:

Un banco de pruebas reales y un entorno de experimentación donde la comunidad universitaria, las usuarias/os y los productores pueden co-crear, explorar, experimentar y evaluar innovaciones. Su objetivo es la innovación abierta a través de procesos iterativos que están orientados a crear impacto sostenible. Un living lab se centra en la co-creación, el prototipado rápido, la prueba y el escalado de soluciones, realizando una labor de intermediación entre la ciudadanía, la academia, las empresas y la Administración Pública.

Hadfield *et al*²⁵ definen los LLab universitarios como una infraestructura social y material dentro de una universidad que tiene por objeto facilitar el desarrollo de multitud de actividades de investigación, educación y de gestión, así como los proyectos de emprendedores en colaboración, basadas en las posibilidades del entorno, en un enfoque interdisciplinar y con la colaboración de los agentes sociales.

Con carácter general, en el ámbito universitario, los LLab ofrece oportunidades a los estudiantes, investigadores y personal técnico para la investigación conjunta de problemas de la vida real, de

²⁴ Universidad Politécnica de Valencia (2023). *Living Lab – presentación*. <https://www.upv.es/entidades/vcampus/living-lab/> (Fecha de consulta: 07/03/2023).

²⁵ Hadfield, P., Sharp, D., Zarea, M., Pigeon, J., Peng, X., Rye, S. y Raven, R. (2023). *Governing University Living Labs for Sustainable Development: Lessons from International Case Studies*. Monash Sustainable Development Institute (Monash University). Melbourne, Australia. DOI: [10.26180/22138073](https://doi.org/10.26180/22138073).

forma que se obtienen recomendaciones sobre las soluciones basadas en la evidencia y oportunidades para el impacto de la investigación y la docencia académicas.

Buena parte del valor de los LLab universitarios se encuentra en su capacidad para generar un impacto en la investigación, permitir el aprendizaje experimental de los estudiantes e integrar a las partes interesadas y a las actividades de distintos departamentos o servicios institucionales²⁵.

Pero, además, los LLab universitarios contribuyen a incrementar el impacto exterior de la institución al permitir demostrar la relevancia social de la investigación y de la educación, adoptando habitualmente un enfoque centrado en la sostenibilidad y en el cambio climático²⁵.

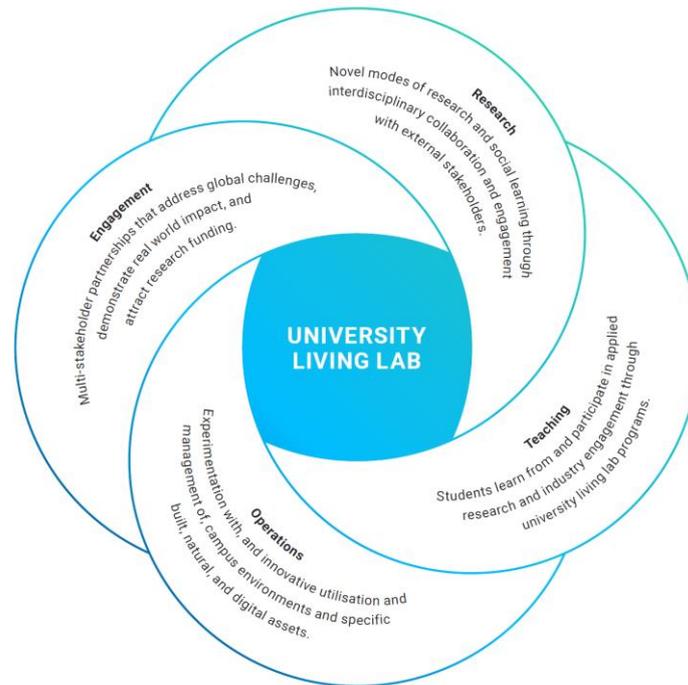


Figura 7. Esquema de los integrantes de los LLab universitarios destacando los miembros de la comunidad universitaria.

Fuente: Hadfield *et al* (2023)²⁵.

Como ya hemos señalado, los LLab se basan en la idea de generar comunidad, actuando como lugares de encuentro y de colaboración, escenarios donde las personas interactúan. Por tanto, en el ámbito universitario, el diseño y funcionamiento del LLab requerirá de la participación de diferentes colectivos de la comunidad universitaria, la academia conforme al modelo de la Quintuple Hélice, cada uno con sus respectivos intereses y responsabilidades, que podemos agrupar de la siguiente forma^{19/25}:

- **Comunidad de operaciones:** gestores, personal técnico, operadores o proveedores de instalaciones que, con ayuda de los investigadores, podrán realizar en tiempo real la optimización de los procesos y testar soluciones mediante instalaciones temporales adaptadas y adaptables a diferentes tipos de espacios.
- **Comunidad docente e investigadora:** parte de la comunidad docente e investigadora puede obtener ventajas experimentando y testando sus ideas y hallazgos en el campus, obteniendo datos de la vida real, haciendo visibles los proyectos y resultados y accediendo a recursos de financiación adicionales.
- **Comunidad estudiantil:** parte de la comunidad estudiantil podrá incrementar su experiencia educativa y su capacitación e, incluso, contribuir desde la responsabilidad social y las actividades del laboratorio más allá de sus estudios. De esta forma

estudiantes aprenden y participan en la investigación aplicada y en el compromiso con la industria.

Asimismo, siguiendo el modelo de innovación abierta, el LLab deberá **integrar actores no universitarios**, las que constituyen el resto de las hélices del modelo de innovación abierta, como la comunidad y su tejido asociativo, los medios de comunicación, los potenciales usuarios, las administraciones y organizaciones públicas y las empresas, que operarán y se interrelacionarán con el campus de diferentes formas.

Por lo tanto, los proyectos de LLab brindan al personal universitario y a los estudiantes la oportunidad de aplicar el conocimiento teórico en la práctica a través de la experimentación y el aprendizaje del mundo real en asociación con los profesionales, los responsables de la toma de decisiones y el tejido social²⁵.

2.4. Los campus universitarios como Living Labs.

Hace varios años que se puso de manifiesto el importante papel que deberían tomar los campus universitarios como unidad de gestión y actuación para alcanzar la sostenibilidad de la institución. En 2007 se fundó la Red Internacional de Campus Sostenibles (ISCN) con la misión de proporcionar un foro internacional para apoyar a las instituciones de educación superior en el intercambio de información, ideas y mejores prácticas para lograr operaciones de campus sostenibles e integrar la sostenibilidad en la investigación y la enseñanza.

En 2018 la ISCN promovió la denominada Carta de Campus Sostenible²⁶ que proporciona un marco de acción en línea con los ODS y el Acuerdo Climático de París. Como se puede ver a continuación, el contenido de la carta está muy relacionado con el contexto general que hemos estado describiendo hasta ahora, ya que las entidades signatarias de la carta se comprometen a seguir y apoyar dos líneas de acción que se concretan en cinco principios de acción:

– **A. Liderazgo Institucional:**

1. Incorporar la sostenibilidad en todos los aspectos de la universidad (gobernanza, operaciones, aprendizaje, investigación, comunidad, etc.).
2. Crear un entorno que cultive estudiantes, personal y profesores resilientes, empoderados, solidarios y comprometidos que contribuirán a la salud de las personas y los lugares.
3. Involucrar socios externos, la industria, el gobierno y la sociedad civil para difundir el conocimiento, la investigación y las mejores prácticas para beneficiar a las comunidades en las que servimos.

– **B. Colaboración en red:**

4. Profundizar y ampliar la colaboración que se da entre los miembros de la red para acelerar la acción colectiva.
5. Asegurar que la red esté promoviendo de forma significativa el diálogo y el debate internacional para contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Por lo tanto, dentro del modelo de innovación abierta de la Quintuple Hélice, en el ámbito universitario es frecuente que **el componente espacial y las referencias ambientales las proporcione el campus** como unidad específica de gestión dentro de la organización institucional. El campus y la comunidad universitaria son grandes activos en el enfoque transdisciplinar y transformador del LLab para alcanzar la sostenibilidad¹⁹.

²⁶ ISCN (2021). *Charter*. <https://international-sustainable-campus-network.org/charter/>. (Fecha de consulta: 10/05/2023).

De esta forma, la utilización del campus como elemento físico y funcional permite salvar la división institucional entre la gestión operacional y la academia, de la misma forma que lo hace entre las disciplinas académicas y los socios externos. El campus se convierte en el elemento central del LLab, brindando un espacio para la colaboración que sustenta las relaciones entre diversas partes interesadas, a través de proyectos dentro y fuera de su espacio físico, aprovechando el capital invertido en la investigación y la docencia para alcanzar los compromisos de sostenibilidad de la universidad^{25/27}.

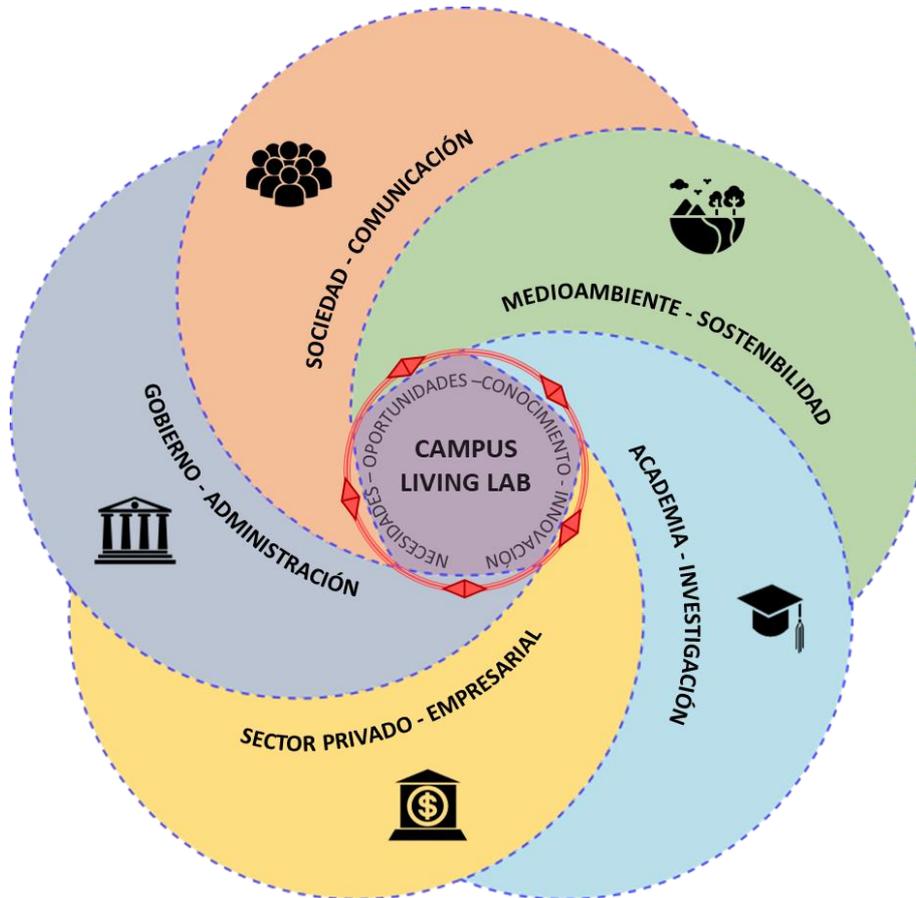


Figura 8. Diagrama general de un Living Lab de Campus.
Fuente: elaboración propia.

Para Cohen y Lovel (2013)²⁷ los LLab combinan el rigor académico con el aprendizaje aplicado mediante proyectos relacionados con la sostenibilidad desarrollados sobre la infraestructura del campus, brindando una oportunidad para que la institución académica avance en muchos de los estos objetivos simultáneamente. Según estos autores, en el contexto universitario los campus como LLab pueden:

- Facilitar el aprendizaje experimental e incrementar el interés en los planes de estudios.
- Reducir la huella de carbono.
- Incrementar la eficiencia en la gestión de los recursos de la institución.
- Mejorar la tasa éxito en la finalización de los estudios universitarios.

En su definición básica, Verhoef *et al.* (2019)¹⁹ consideran LLab de campus como un enfoque organizativo, tecnológico y socioeconómico integrado en el que una universidad utiliza sus

²⁷ Cohen, T. y Lovell, B. (2013). *The Campus as a Living Laboratory. Using the built environment to Revitalize College education: A Guide for Community Colleges*. The Kresge Foundation.

activos e instalaciones para investigar, probar o demostrar tecnologías o servicios innovadores mediante, con y para su comunidad. De esta forma los terrenos, edificios e instalaciones del campus, dejan de ser un telón de fondo en la Universidad para convertirse espacios para la innovación, las pruebas, la demostración y el aprendizaje²⁸.

Por otra parte, no podemos olvidar que la puesta en marcha de un LLab de campus, dada su vinculación a una ciudad, refuerza aún más la función de construir o reforzar la marca ciudad de un territorio, ya que en el proceso de comunicación de la innovación se incluye el espacio físico como un agente más dentro del modelo de sostenibilidad.

2.5. Análisis de casos de campus universitarios como Living Labs.

Bajo el marco común descrito hasta ahora encontramos diferentes enfoques tal y como podemos ver a continuación en el sintético análisis de algunos de los casos. Se trata de una muestra reducida muestra pero que consideramos que puede ser ilustrativo de algunas ideas para su implementación en el Campus de Mieres.

Algunos de los casos analizados aportan soluciones de carácter organizativo, otros se centran en un objetivo concreto de la sostenibilidad mientras que otros se basan en intervenciones físicas en las infraestructuras del campus mediante la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza y su motorización. Los casos analizados son las propuestas desarrolladas por la Universidad Malaya, la de Toronto, la Politécnica de Valencia, la de Cambridge, la de Salford y la del sueco Real Instituto de Tecnología.

El primero de los casos analizados es el de la **Universidad Malaya**²⁹ que, en la práctica, considera que el LLab sirve como plataforma de investigación de conocimiento/acción para el Departamento de Desarrollo y Mantenimiento de Bienes como responsable de los procesos y servicios (gestión de residuos, gestión del agua, gestión de la energía y biodiversidad) para mejorar gradualmente la sostenibilidad de sus operaciones.

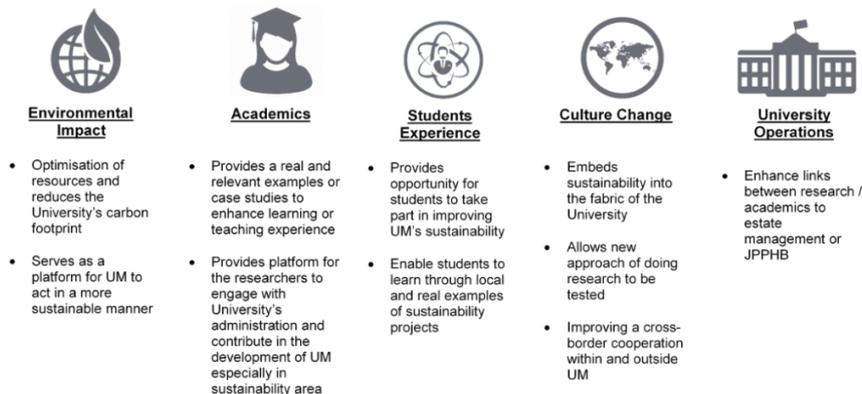


Figura 9. El valor de los Living Labs para la Universidad de Malasia.

Fuente: Universiti Malaya (2021)²⁹

En este enfoque, los investigadores universitarios se unen a los responsables de la gestión y otras partes interesadas relevantes en la comunidad universitaria, para mejorar sistemáticamente el desempeño de la institución en estas áreas, de acuerdo con unos objetivos específicos.

En definitiva, el LLab constituye un "experimento" de un solo paso que combina dos componentes principales, la investigación y el plan de transformación sostenible del campus

²⁸ Office of Sustainability, University of Minnesota (2023). Living Lab. <https://sustainable.umn.edu/living-lab> (Fecha de consulta: 07/03/2023).

²⁹ Universiti Malaya (2021). *UM Living Labs (UMLL)*. <https://www.um.edu.my/um-living-labs-umll> (Fecha de consulta: 07/03/2023)

para convertirlo en Eco-campus, conforme al Plan previamente definido por los órganos del gobierno Universitario.

El segundo los casos analizados es el de la **Universidad de Toronto**³⁰, en el que encontramos la referencia específica de **Campus as a Living Lab** (CLL) definido como un instrumento que tiene como objetivo reunir a profesores, estudiantes, personal y, cuando corresponda, socios externos, para colaborar en el desarrollo de proyectos de sostenibilidad que combinen actividades operativas y académicas.

Estos proyectos contribuyen a los objetivos de sostenibilidad de la Universidad al tiempo que brindan una oportunidad para la investigación y el aprendizaje experimental, donde los estudiantes participan directamente en el tratamiento de problemas de sostenibilidad del mundo real de interés para la Universidad.

Para la Universidad de Toronto se pueden identificar cuatro elementos definitorios para un proyecto de CLL:

- La integración de la misión básica de aprendizaje e investigación con la planificación y las operaciones del campus.
- El uso responsable de las infraestructuras universitarias para la demostración e investigación de soluciones de vanguardia (técnicas y sociales).
- La implicación de investigadores, estudiantes, profesores, técnicos, personal de administración y servicios y socios externos potenciales.
- La transferencia de conocimientos dentro y más allá del ámbito universitario.

Bajo esta perspectiva, los objetivos de los CLL de la Universidad de Toronto son:

- Crear soluciones que sean ecológica y socialmente sostenibles, financieramente viables y técnicamente abordables a largo plazo por las operaciones y la comunidad del campus.
- Desarrollar oportunidades de investigación, innovación y colaboración, desarrollando nuevas tecnologías, técnicas y soluciones en asociación con otros agentes a través de colaboraciones internas o externas.
- Buscar soluciones integradas, adoptando una perspectiva para el conjunto del campus, centrándose en las conexiones entre los sistemas físicos (energía, agua, materiales, alimentos) y el bienestar de nuestra comunidad.
- Proporcionar oportunidades de aprendizaje y la participación para estudiantes, personal y profesores, involucrando a miembros procedentes de una amplia gama de disciplinas de la comunidad universitaria del campus para enriquecer el proceso de innovación.
- Avanzar en el conocimiento de las posibles soluciones para un futuro sostenible, aprendiendo de todos los proyectos, independientemente de los resultados.
- Ser inclusivo y contributivo, creando beneficios mutuos y duraderos para el conjunto de miembros de la comunidad universitaria y los posibles socios externos.

La Universidad de Toronto propone la colaboración con socios externos para desarrollar proyectos que generen investigación sobre nuevas tecnologías e ideas en el campus, en el marco del CLL y bajo los siguientes principios:

- Deben ser proyectos de tiempo limitado.

³⁰ University of Toronto (s/f). *Campus as a Living Lab*. <https://sustainability.utoronto.ca/ceccs-subcommittees/operations/campus-as-a-living-lab/> (Fecha de consulta: 07/03/2023).

- El objetivo principal debe ser la búsqueda de soluciones tecnológicas innovadoras.
- Deben tener una clara dimensión de investigación.
- El proyecto debe proporcionar fondos para estudiantes según las pautas de la Universidad sobre la recuperación total de costos en investigación.
- Los socios deben aceptar los derechos de publicación y los derechos de propiedad intelectual estándar de la universidad

Los proyectos con socios externos integrados en el CLL también se pueden extender más allá del propio campus, desarrollándose el trabajo en las instalaciones del socio.

El tercero de los casos analizados es el de la **Universidad Politécnica de Valencia (UPV)** que en 2022 la puso en marcha un LLab en el campus de Vera con la finalidad de acelerar el camino hacia la neutralidad en carbono de la UPV y de la ciudad²⁴.

El proyecto está impulsado desde el Vicerrectorado de Desarrollo Sostenible de los Campus buscando la implicación de la comunidad universitaria, para lo que pretende potenciar la investigación específica, el conocimiento propio y la colaboración en red con la participación de todos los agentes involucrados.

El UPV Living Lab tiene como objetivos:

- Fomentar y facilitar el desarrollo de proyectos innovadores dentro de los campus, tanto a partir de proyectos existentes como de nuevas ideas;
- Identificar y poner en valor la diversidad de conocimiento que se genera en la UPV;
- Incentivar la interacción entre grupos de investigación y otros agentes universitarios y urbanos;
- Convertir a los campus universitarios, como parte del espacio físico de la ciudad, en espacios de referencia para la acción y en modelos para la innovación y la neutralidad climática.

A tal fin, se apoyará en instrumentos existentes, como contenidos docentes, prácticas, TFG y TFM, programas de movilidad, espacios de debate y reflexión, etc., a la vez que desarrollará nuevos instrumentos focalizados en las necesidades identificadas conjuntamente con la comunidad universitaria y la ciudad.

UPV *Living Lab* permitirá implementar proyectos innovadores y bancos de pruebas (*sandbox*) en el campus de Vera que serán replicables en los barrios de Valencia, generando la semilla para el desarrollo de proyectos estratégicos junto con la ciudad de Valencia en materia de innovación e investigación.

Se prevé iniciar el desarrollo de los proyectos entre marzo y abril de 2023, para obtener resultados hacia finales de 2024. Hasta ahora se han puesto en marcha cuatro programas o iniciativas: consumo de recursos en la UPV, gestión de espacios, binomio Ciudad-Universidad: el reto conjunto de la descarbonización, y campaña de reducción de plásticos.

La iniciativa Consumo de recursos en la UPV ofrece datos en abierto sobre consumo y coste de agua, electricidad, gas y gasoil.

El cuarto de los casos analizados es el del **Real Instituto de Tecnología**³¹ (Kungliga Tekniska högskolan), KTH por sus siglas en sueco, que puso en marcha una plataforma de bancos de pruebas flexible y adaptable diseñada para poder incorporar casi cualquier producto o servicio

³¹ KTM (2022). *KTH Live-In Lab*. <https://www.liveinlab.kth.se/en> (Fecha de consulta: 07/03/2023).

imaginable y, junto con otras soluciones, hacer un sistema integrado de prueba de la vida real en materia de construcción.

KTH Live-In Lab trata de relacionar proyectos de clientes con investigadores de áreas de interés y crear ofertas individuales dentro del marco de cada proyecto. También incluye una base de datos de usuarios y propiedades y una plataforma de colaboración.

KTH Live-In Lab ofrece un entorno de prueba a gran escala que abarca desde edificios e instalaciones hasta organizaciones de gestión y vivienda. La investigación y las pruebas se pueden llevar a cabo en edificios reales, lo que significa que no solo se evalúa el producto o servicio en sí, sino también cómo cada componente contribuye al rendimiento del edificio en su conjunto.

Abarca un entorno de innovación en la construcción de 300 metros cuadrados con apartamentos para estudiantes modificables (Testbed KTH), que permite estudios sobre las viviendas para estudiantes sostenibles y eficientes en el futuro. También recibe datos de propiedades y usuarios de 305 pisos de estudiantes de Einar Mattsson (Testbed EM) y del edificio educativo del campus KTH propiedad de Akademiska Hus (Testbed AH).

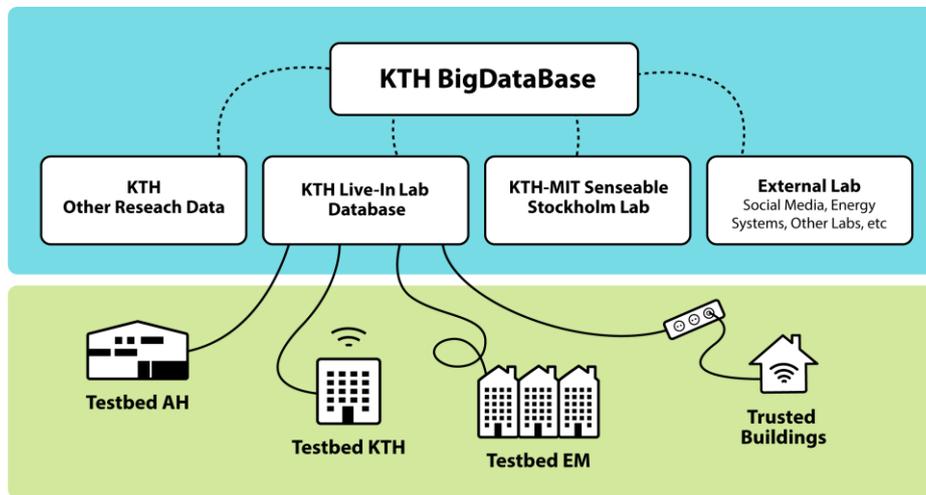


Figura 10. Descripción general de la infraestructura de prueba KTH Live-In Lab.

Fuente: KTH (2021)³².

El proyecto se completa con el desarrollo de un *Datapool* o portal datos, en el que se recogen los resultados de la investigación. La idea del *Datapool* es recopilar, almacenar y compartir datos para acelerar la innovación en el entorno construido. El portal de datos estará abierto para estudiantes y profesores de KTH, así como para investigadores colaboradores de socios de la industria. Entre las variables que se almacenan se encuentran: la temperatura exterior e interior, el consumo de electricidad, el consumo de agua, la humedad interior o los niveles de CO₂.

Otro de los casos de interés es el de la **Universidad de Cambridge** y sus LLab para la sostenibilidad³³, concebidos dentro de la estrategia de sostenibilidad de la institución, como dos iniciativas diferentes, un *Living Lab*, dirigido principalmente a los estudiantes, y los *Green Labs* (GLab), dirigida al personal de la institución.

³² KTH (2021). *KTH Live-In Lab: About KTH Live-In Lab*. <https://www.liveinlab.kth.se/en/om-kth-live-in-lab/vara-vardeerbjudanden-1.894654> (Fecha de consulta: 07/03/2023)

³³ University of Cambridge (s/f). *Sustainability*. <https://www.environment.admin.cam.ac.uk/getting-involved/living-lab> (Fecha de consulta: 09/03/2023).

El LLab brinda oportunidades para que los estudiantes de Cambridge mejoren la sostenibilidad ambiental en la propiedad de la Universidad a través de prácticas y proyectos. Se basa en la experiencia y el talento de los estudiantes y del personal universitario.

El objetivo es fomentar la aplicación del conocimiento, tanto de los estudiantes como del personal universitario, al contexto del mundo real, mejorando las habilidades y capacidades de los involucrados y aumentando las conexiones y la colaboración entre las personas. Además, esta herramienta brinda a los gestores universitarios más oportunidades para alcanzar la misión de contribuir a la sociedad mediante la búsqueda de la educación, el aprendizaje y la investigación.

Los temas pueden centrarse en el transporte, la biodiversidad, la energía, los residuos, la alimentación, el cambio de comportamiento, el bienestar, el entorno construido, los patrones de consumo, la cultura, etc. Hay dos tipos de proyectos que se pueden desarrollar en el marco del LLab:

- Proyectos académicos, desarrollados por los estudiantes, que investigan sobre la sostenibilidad universitaria, con la supervisión del personal de la universidad. La vinculación con el LLab proporciona datos e información real a las investigaciones, de forma que puedan obtener resultados prácticos y aplicados que vayan más allá del ámbito académico.
- Proyectos de voluntariado a través de los que se facilita a los estudiantes la conexión con otros estudiantes interesados y la generación de oportunidades de colaboración para su investigación.

Asimismo, cada año se ofrecen prácticas remuneradas en la institución a estudiantes y graduados de la Universidad de Cambridge.

Los GLab tienen por objetivo hacer que las prácticas de laboratorio y la actividad investigadora sean más eficientes y sostenibles desde el punto de vista energético y de los consumos. La iniciativa pretende ayudar a los usuarios de los laboratorios de toda la Universidad a tomar decisiones y acciones positivas y bien informadas para reducir la alta huella de carbono de su trabajo.

La iniciativa se beneficia del Programa de Reemplazo de Equipos que brinda apoyo financiero para el reemplazo de equipos antiguos e ineficientes por otros lo más eficientes posible. Además, para mejorar la toma de decisiones, la Universidad ha adquirido una licencia de LEAF (*Laboratory Efficiency Assessment Framework*), herramienta desarrollada por el University College London, que proporciona orientaciones y criterios para abordar actuaciones dirigidas a reducir la huella de carbono, estimando incluso el ahorro económico.

El último de los casos analizados es el LLab **IGNITION de la Universidad de Salford**³⁴ tiene por objeto avanzar hacia una mayor comprensión del funcionamiento de las soluciones basadas en la naturaleza (NBS por sus siglas en inglés). La construcción del LLab es parte del proyecto IGNITION, que busca aliviar las presiones del cambio climático en áreas urbanas a través de la financiación de NBS. Se trata de una iniciativa que podría constituir un buen referente para la creación del LLab del campus de Mieres.

El proyecto, lanzado en 2018, cuenta con doce socios (autoridades locales, instituciones académicas, ONG y empresas) que trabajaron juntos para comprender los desafíos y oportunidades que supone la renaturalización con criterios ecológicos de los entornos urbanos. El equipo de investigadores de la universidad está dirigido por el profesor Hisham Elkadi, decano

³⁴ University of Salford (2023). IGNITION A Living Lab. <https://hub.salford.ac.uk/ignition-living-lab/> (Fecha de consulta: 10/03/2023).

de arquitectura, e incluye especialistas en clima, energía, biodiversidad y los factores de adaptación humana, como el confort térmico, la conciencia del cambio climático y el valor social.

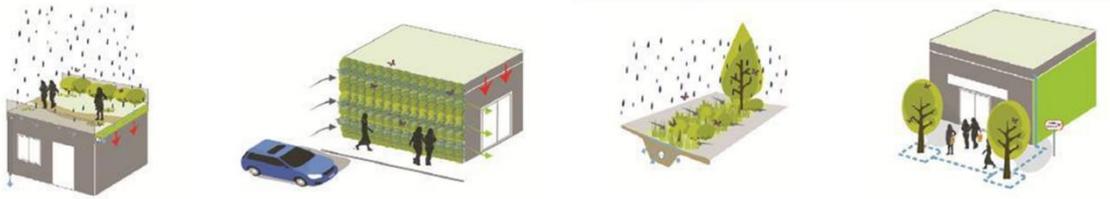


Figura 11. Soluciones basadas en la naturaleza aplicadas en el LLab IGNITION.

Fuente: Lane, J. (2020)³⁵.

El LLab de la Universidad de Salford tiene como objetivo crear un espacio donde cualquiera pueda comprender los beneficios financieros de las NBS, así como su potencial para la adaptación al cambio climático en pueblos y ciudades. Para ello se desarrollan cinco tipos diferentes de NBS: techos verdes, paredes verdes; arbolado urbano; sistemas de drenaje sostenible y espacios verdes.

Pero, además, en esta iniciativa el monitoreo es tan importante como el diseño, por lo que se instalaron una amplia variedad de instrumentos de medida de diversas variables para recopilar los datos y ponerlos en un formato más accesible a disposición de los miembros del proyecto y de la sociedad en general. El proyecto de LLab contempla cuatro ámbitos temáticos de monitoreo:

- Energía y mantenimiento, que permite evaluar los ahorros en el entorno urbano en edificios y otros espacios.
- Hidrológico, con el objeto de evaluar el efecto de las NBS en la gestión del agua.
- Ecológico, que mide el efecto de las diferentes soluciones adoptadas en el componente biológico y la biodiversidad, evaluando su rentabilidad.
- Interacción con los usuarios, en la que se evalúan los impactos en las personas (incluido el confort térmico, la estética y el valor social) y la percepción del LLab para la comunidad universitaria y los visitantes.

El sistema de monitoreo combina varios tipos de sensores para obtener mediciones de: el rendimiento de calor de la pared verde y el techo verde en algunos edificios; diferentes parámetros hidrológicos, como el flujo de agua y los niveles de agua o la humedad del suelo; la biodiversidad en todo el laboratorio; y la toman datos de las condiciones climáticas.

Los datos recopilados se ponen a disposición de los investigadores, las organizaciones, los inversores y el público en general, a través de la web mediante la creación de un panel de mando, o *dashboard*, que facilita el suministro y la consulta de los datos, muchos de ellos, en tiempo real.

³⁵ Lane, J. (2020). University of Salford Welcomes IGNITION Living Lab. In *Buildings, Green & blue spaces, Living and Nature*. <http://ontheplatform.org.uk/article/university-salford-welcomes-ignition-living-lab> (Fecha de consulta: 10/03/2023)

3. ESQUEMA INICIAL PARA LA CREACIÓN DEL LIVING LAB DEL CAMPUS DE MIERES

3.1. El campus de Mieres.

La idea de crear un campus universitario en Mieres surgió a finales de los años 80 del siglo XX como una de las posibilidades económicas y sociales para la reactivación de la Cuenca Minera del Caudal. Las obras comenzaron en el año 1998 y fue inaugurado el 10 de junio de 2002. En febrero de 2011 se inauguró la segunda fase de ampliación del campus de Mieres, que incluyó el edificio de investigación, la residencia de estudiantes y la zona deportiva.



Figura 12. Imagen aérea del Campus de Mieres.

Fuente: página web de la EPM.

La superficie total de Campus es de 98 000 m² y su distribución según usos se recoge en la tabla siguiente.

Tabla 1. Distribución de las superficies del Campus de Mieres según usos.

USOS	SUPERFICIE (m2)	%
EDIFICIOS	22 491	22.9
OTRAS CONSTRUCCIONES	760	0.8
APARCAMIENTOS	7 702	7.9
VIALES	7 543	7.7
PEATONAL	10 051	10.2
OTRAS SUP. PAVIMENTADAS	9 371	9.6
DEPORTIVO	5 793	5.9
JARDINES	22 036	22.5
MUROS	1 494	1.5
OTROS USOS (Forestal)	10 858	11.1
TOTAL	98 099	100.0

La actividad académica está gestionada por la **Escuela Politécnica de Mieres (EPM)** y gira en torno a las distintas titulaciones especializadas en Ingenierías de la Tierra y del Medioambiente. Los **estudios de grado** ofrecidos son:

- Graduado/a en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos.
- Graduado/a en Ingeniería Forestal y del Medio Natural.
- Graduado/a en Ingeniería Geomática.
- Graduado en Ingeniería Civil.
- Doble grado de Ingeniería Civil e Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos.
- Grado en Ingeniería de las Tecnologías Mineras.

Asimismo, se ofertan **tres Másteres** universitarios:

- Máster Universitario en Ingeniería de Minas.
- Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.
- Máster en Geotecnología y Desarrollo de Proyectos SIG.

Asimismo, el campus acoge el **Programa de Doctorado de la Universidad de Oviedo en Ingeniería de los Recursos Naturales (DIRENA)** vigente desde 2019. Su objetivo es formar doctores en la aplicación del conocimiento científico al desarrollo de tecnologías, programas y proyectos para el aprovechamiento sostenible y la gestión y conservación de los recursos naturales. DIRENA abarca el territorio en su conjunto, los recursos hídricos, mineros, energéticos, forestales y agrícolas, así como el impacto antrópico sobre todos ellos y la biosfera. Se tratan problemas ambientales diversos, para cuya resolución es imprescindible la colaboración entre el mundo científico, la industria, el tejido económico del entorno y las instituciones públicas. Los grupos de investigación participantes en el DIRENA son:

- Computational and Methodological Statistics (CMStatistics).
- Producción Agrícola Sostenible (PROAGRIS).
- Gestión Inteligente de Bosques (SMartForest).
- Remote Sensing Applications (RSAPPS).
- Tecnología, Biotecnología y Geoquímica Ambiental (BIOGEOAMB).
- Geomática y Computación Gráfica (GEOGRAPH).
- Unidad de Modelización Hidro-Geofísica y Ensayos No Destructivos (Hydro-Geophysics).
- Análisis Radiométrico no Destructivo y Energía Térmica del Subsuelo (Q-Thermie).

Otros grupos de investigación con presencia en el Campus son los de Espectroscopia, Láseres y Plasmas (GELP); Grupo de Investigación en Riesgos Naturales (GRINAT); Ingeniería Fluidodinámica (GIFD); o el Grupo de Investigación Ingeniería de Proyectos e Ingeniería Sostenible (GIPI).

Además de la EPM, en el Campus de Mieres tienen su sede una variedad de organismos e instituciones de diferente naturaleza, la mayor parte de ellos ubicados en el Edificio de Investigación, tal y como se puede ver a continuación:

- **Centros de investigación:**
 - Instituto Mixto de Investigación en Biodiversidad (IMIB).
 - Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT).
 - Centro de Cooperación y Desarrollo Territorial (CeCodet).
 - Centro Universitario de Investigación y Desarrollo del Agua (CUIDA).
 - Centro Universitario de Investigación Asturias Raw Materials (AsRaM).
 - Instituto Asturiano de Patrimonio Cultural (INAPAC).
 - Centro de Innovación Docente (C1NND).

- **Cátedras universitarias:**
 - Cátedra Hunosa Energías renovables.
 - Cátedra Pasek Smart20.
 - Cátedra Excade.
 - Cátedra de Cambio Climático.
- **Fundación Universidad de Oviedo (FUO)**, una institución sin ánimo de lucro cuya misión consiste en dinamizar las relaciones entre el capital humano de la Universidad de Oviedo y el tejido empresarial, para su mejor puesta al servicio del desarrollo económico e innovación social. Dispone de una oficina en el Edificio de Investigación.
- **Centro de Computación Científica (C3)** de la Universidad de Oviedo, que surge como necesidad de proporcionar una infraestructura para albergar el equipamiento informático dedicado al cálculo científico de los grupos de investigación y de los Servicios Científico-Técnicos. Está a cargo de una unidad en los Servicios Científico-Técnicos denominada Clúster de Modelización Científica
- **Fundación Asturiana de la Energía (FAEN):** es una entidad de carácter científico-técnico, asistencial, cultural y docente, adscrita a la Administración del Principado de Asturias, cuyo objeto es la promoción, realización y desarrollo de cualesquiera actividades de asesoramiento, investigación, progreso tecnológico, servicios, sensibilización y formación en materia de energía, sostenibilidad medioambiental y otras –directa o indirectamente– relacionadas con ellas.
- **Fundación Barredo:** entidad creada por el Gobierno del Principado de Asturias, la Universidad de Oviedo, los Ayuntamientos de Mieres y Siero y HUNOSA, con el objetivo de la promoción y el desarrollo de cuantas actividades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico y formación sean de interés para las industrias extractivas y, en general, para las actividades subterráneas

En el ámbito empresarial, la EPM ha puesto en marcha la iniciativa **Empresas EPM** que nace como un conglomerado de empresas, sociedades y diferentes entidades cuya actividad económica, social o investigadora está relacionada con los diferentes estudios que se imparten en la Escuela.

Su principal objetivo es mejorar la formación de los futuros egresados de la EPM mediante una mayor relación durante su etapa formativa con el tejido económico y social a través de sus empresas, sociedades, así como diferentes entidades vinculadas con sus estudios. Los futuros egresados tendrán un contacto directo con problemas reales y actuales de la sociedad, la economía y la técnica para conocer el presente y el futuro de sus profesiones, viendo mejoradas sus competencias gracias a una formación dual.

Así mismo, otros de los objetivos de “Empresas EPM” es fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación colaborativa entre las empresas e instituciones adheridas y la Universidad mediante el desarrollo de ideas de proyectos.

Entre las empresas y entidades adheridas a esta iniciativa se encuentran: CETEMAS, Istram, EXCADE, CEMOSA, PAVitek, Gonvarri, Boprisa, ASTURAGUA, FAEN y las agrupaciones empresariales cluster ECCO y ASPROCON.

También tiene su sede en el Campus la empresa NorBIM Geo S.L., alojada en el Edificio de Investigación, en régimen de alquiler, está dedicada al sector de la geomática, topografía y la obra civil mediante: la aplicación de tecnologías de láser escáner a diferentes áreas de la ingeniería para analizar mediante software específico la nube de puntos obtenida del objeto que contiene una información detallada; la obtención de fotografías, modelos tridimensionales y documentos gráficos a partir de vuelos con DRON; o el empleo del geo-radar para la inspección

en 3D del subsuelo con aplicaciones en la detección de servicios enterrados, arqueología, Ingeniería civil y el medio ambiente.



Figura 13. Instalaciones del Campus de Mieres.
Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIG de Uniovi.

3.2. Descripción general de la iniciativa.

Basándonos en los principios establecidos en la Carta de Campus Sostenible promovida en 2018 por la ISCN, la iniciativa que se propone para el Campus de Mieres tiene como finalidad generar una estructura operativa que permita ejercer el liderazgo institucional y abordar las actuaciones necesarias para:

- Incorporar la sostenibilidad en todos los aspectos de la universidad (gobernanza, operaciones, aprendizaje, investigación, comunidad, etc.);

- Crear un entorno que promueva una comunidad universitaria solidaria y comprometida con el entorno y el bienestar;
- Involucrar socios externos (sector privado, administración y sociedad civil) para difundir el conocimiento y avanzar la investigación y la innovación aplicando las mejores prácticas disponible.

En definitiva, se trata de idear, bajo la fórmula de **laboratorio viviente** o *living lab*, un campus para el futuro capaz de aprovechar el espacio físico adaptado para el desarrollo de las funciones universitarias primarias (investigación y formación) de forma sostenible, al tiempo que actúa como catalizador de la innovación abierta, generando conocimientos y experiencia para utilizar los recursos de forma renovadora y encontrar soluciones para la sociedad y la economía de una manera respetuosa con el medio ambiente.

Teniendo en cuenta la localización, las características y la especialización académica del campus, se propone que se adopte como la **fórmula principal** la del modelo **laboratorio viviente urbano** o *Urban Living Lab*, es decir, la de un instrumento de gobernanza experimental mediante la cual los agentes urbanos desarrollan y prueban nuevas tecnologías y modos de vida para hacer frente a los retos del cambio climático y la sostenibilidad urbana.

En consonancia con lo anterior, aunque no exclusivamente, buena parte de las alternativas a evaluar y monitorizar pertenecerían al grupo de las **soluciones basadas en la naturaleza** (NBS por sus siglas en inglés) aplicables a los entornos urbanos. En otras palabras, el núcleo central del LLab sería la instalación, prueba, seguimiento y evaluación de dichas NBS.

Para ello, el principal método de actuación o intervención del LLab del campus de Mieres sería la **transformación de las superficies, espacios, edificios e infraestructuras** del campus convirtiéndolos en bancos de pruebas reales y creando un entorno de experimentación para la obtención de datos sobre posibles alternativas técnicas basadas en la evidencia para avanzar y mejorar en la sostenibilidad.

La **utilización del campus como elemento físico y funcional** deberá permitir salvar la división institucional entre la gestión operacional y la academia, de la misma forma que lo debería hacer entre las diferentes disciplinas académicas y los socios y agentes externos.

No obstante, se considera que, a pesar de las ideas centrales de la iniciativa antes señaladas, el proyecto de LLab del campus de Mieres debería conformarse como **una estructura flexible y abierta**, integradora a largo plazo capaz de aprovechar todas las capacidades académicas del campus, ofreciendo al estudiantado, los investigadores y el personal técnico oportunidades para la investigación e innovación conjunta de las soluciones a problemas de la vida real, en colaboración con la sociedad, el sector privado y las instituciones públicas.

De esta forma, además del ámbito del propio campus y de su carácter urbano, bajo el paraguas del LLab de Mieres también se podrían acoger el **desarrollo de iniciativas de una naturaleza similar que se desarrollen en otros espacios de la región** puestos a disposición de investigadores y estudiantes por instituciones públicas y privadas.

3.3. Objetivos generales del LLab del campus de Mieres.

Adoptando una perspectiva global, uno de los principales objetivos del LLab sería la transformación del campus en un banco de pruebas permanente que permita la recopilación y difusión sistemática de datos de diversa naturaleza, que sirvan de referente para mejorar la calidad de vida de la población y la biodiversidad urbana, considerando los futuros escenarios de cambio climático y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En relación con los ODS, a priori, se considera que el LLab podría estar directamente relacionado o vinculado con 11 de los 17 objetivos de Naciones Unidas (Figura 14), aunque no sería descartable que futuras asociaciones o colaboraciones pudieran incrementar este número.



Figura 14. Principales ODS relacionados con la propuesta de LLab del Campus de Mieres.

Tabla 2. Principales relaciones de la propuesta con los ámbitos objetivos específicos de la EAxCLIMA.

Objetivo general	Ámbito	Objetivos específicos
O 1. Reducir, en 2030, las emisiones totales de GEI de Asturias en un 55 % respecto de 1990, y sentar las bases para alcanzar la neutralidad climática en 2050, contribuyendo a los objetivos de mitigación nacionales y europeos.	A 1. Descarbonización sostenible del sector energético regional.	OE 1.2. Caminar hacia la descentralización del sistema eléctrico regional mediante un nuevo modelo de generación más diversificado, sostenible y participativo, protagonizado por los recursos renovables autóctonos y el autoconsumo, en coherencia con el marco general de transformación digital y ecológica impulsado por el Pacto Verde Europeo.
	A 2. Industria digital, circular y climáticamente neutra.	OE 2.2. Aprovechar la digitalización, la transición energética y la simbiosis entre industria y entorno urbano para avanzar en la sostenibilidad y competitividad del sector industrial en Asturias.
O 2. Integrar la variable climática en los instrumentos de planificación y en las políticas sectoriales regionales para la adaptación al cambio climático, con el fin de reducir la vulnerabilidad a los riesgos derivados del mismo.	A 4. Pueblos y ciudades neutros en carbono y más resilientes.	OE 4.2. Orientar el modelo urbano hacia la ciudad compacta, compleja y cohesionada, resiliente a los impactos del cambio climático.
	A 6. Medio natural resiliente a los impactos del cambio climático.	OE 6.2. Asegurar y potenciar la producción de servicios ecosistémicos y, en particular, de aquellos de especial importancia para la acción climática.
	A 9. Gobernanza climática	OE 9.2. Consolidar espacios estables de colaboración multinivel entre todas las Administraciones públicas en materia de cambio climático.
O 3. Orientar el conocimiento científico y la innovación tecnológica regional hacia la descarbonización y la adaptación al cambio climático.	A 8. Conocimiento científico e innovación climática	OE 8.2. Prestar servicios climáticos para poner a disposición de la sociedad asturiana datos transformados en conocimiento, ayudando así a las personas y las organizaciones a tomar decisiones inteligentes y bien informadas.
		OE 8.3. Fomentar la innovación para generar soluciones climáticas que, adaptadas a la realidad regional, impliquen nuevos negocios y puestos de trabajo, impulsando el avance hacia la recuperación verde y fortaleciendo la cohesión territorial.
O 4. Formar, sensibilizar e implicar a la población en la acción a contra la emergencia climática.	A 10. Ciudadanía en acción por el clima: formada, informada y que se anticipa a los riesgos	OE 10.1. Formar y sensibilizar a la ciudadanía en materia de cambio climático y empoderarla para la acción individual y colectiva.
		OE 10.2. Animar la participación responsable e informada de los agentes sociales y económicos en los procesos de toma de decisión y en la transición hacia una Asturias resiliente y neutra en carbono.
		OE 10.3. Mejorar la capacidad de respuesta de la sociedad asturiana ante los riesgos naturales derivados del cambio climático.

Por otra parte, como ya se indicaba en la introducción, **en el contexto regional**, esta propuesta se alinea con los objetivos de la Estrategia de Acción por el Clima del Principado de Asturias 2023-2030³⁶ (EAXCLIMA), aprobada en la reunión del Consejo de Gobierno celebrada el 31 de marzo de 2023, en el especial con los objetivos O3, “Orientar el conocimiento científico y la innovación tecnológica regional hacia la descarbonización y la adaptación al cambio climático”, y O4, “Formar, sensibilizar e implicar a la población en la acción contra la emergencia climática”. Del mismo modo, la propuesta para el Campus de Mieres entronca con los varios de los objetivos específicos y ámbitos de actuación contemplados en la EAXCLIMA tal y como se recoge en la Tabla 2.

En el **contexto institucional**, la iniciativa tiene por objetivo contribuir a la “transición ecológica y recursos naturales” propuesta como una de las áreas de especialización inteligente por la propia Universidad de Oviedo en sus planes estratégicos.

Por último, **en clave territorial**, la iniciativa pretende llegar contribuir a construir una marca renovada de la ciudad de Mieres y de la cuenca minera del Caudal, convirtiendo este territorio en un referente en la innovación abierta en el que la academia interactúe con empresas, gobiernos y administraciones y la ciudadanía para la creación conjunta y la consecución de la sostenibilidad.

3.4. Componentes y objetivos específicos del LLab del campus de Mieres.

3.4.1. Componentes del LLab del campus de Mieres.

Aunque constituyan una parte importante de la propuesta, ésta debe ir mucho más allá de la mera transformación material del espacio físico del Campus. Para ello, tomando como base los modelos de innovación abierta, se deberían considerar al menos cinco dimensiones o componentes para el diseño y posterior desarrollo del LLab de Mieres: gestión y gobierno, académico, empresarial, urbanístico y social.



Figura 15. Componentes y dimensiones del LLab de campus de Mieres.

³⁶ Principado de Asturias (2023). Estrategia de Acción por el Clima del Principado de Asturias 2023-2030.

- **Componente/dimensión de gestión y gobierno:** referido principalmente a aquellos aspectos relacionados con gestión y mantenimiento de las infraestructuras de servicio y abastecimiento del campus y los consumos.
- **Componente/dimensión académica:** que abarcaría el desarrollo de las actividades docentes, de investigación y de participación de los miembros de la comunidad universitaria.
- **Componente/dimensión empresarial:** referido a la incorporación y participación en el proyecto del tejido empresarial local, regional, nacional, etc.
- **Componente/dimensión urbanística:** referido a los aspectos relacionados con la mejora de la urbanización y las intervenciones en los terrenos y edificios del campus, su integración en el tejido urbano circundante y su potencial replicación en otras áreas urbanas.
- **Componente/dimensión social y de comunicación:** que incluye los aspectos referidos a la integración y cooperación con agentes de fuera del ámbito universitario y al papel del LLab como instrumento de intermediación y de espacio de encuentro.

Para el desarrollo de estas dimensiones resultará imprescindible el apoyo y la coordinación con las diferentes Administraciones Públicas, parte fundamental de los modelos de innovación abierta.

3.4.2. Objetivos específicos del LLab del campus de Mieres.

Para cada una de estas dimensiones es necesario establecer unos objetivos específicos a medio-largo plazo consensuados entre los agentes como los que, a modo de ejemplo, se proponen a continuación.

Objetivos de la dimensión de gestión y gobierno:

- Abordar las acciones necesarias para la transformación del campus para convertirlo en un Eco-campus, conforme un plan/proyecto que deberá ser previamente definido por la propia comunidad universitaria considerando las aportaciones de otros agentes interesados.
- Impulsar de forma coordinada y progresiva los procesos de mejora de las infraestructuras de servicio y abastecimiento del campus, así como la reducción en la generación de residuos, aplicando las mejores técnicas disponibles siempre que la disponibilidad presupuestaria lo permita.
- Incidir sobre la comunidad universitaria en la adopción de comportamientos y patrones de consumo más sostenibles y saludables.

Objetivos de la dimensión académica:

- Favorecer la recopilación de datos *in situ* que permitan el desarrollo de una investigación básica y aplicada sobre las NBS, biodiversidad urbana y calidad de vida de los ciudadanos.
- Reforzar y consolidar la cooperación de los diferentes colectivos de la comunidad universitaria en torno a un proyecto común que se desarrolla en un ámbito de proximidad.
- Favorecer el desarrollo personal y la capacitación del estudiantado mediante su participación el desarrollo de proyectos de investigación aplicada y en la propia gestión del LLab.

- Arropear e impulsar iniciativas de investigación que tengan por objetivo contribuir a una universidad y una sociedad más sostenibles y saludables.

Objetivos de la dimensión empresarial:

- Integrar al tejido empresarial cuya actividad se encuentre relacionada con la urbanización sostenible y adaptación urbana a los efectos del cambio climático, y el desarrollo de diferentes NBS.
- Ofrecer a las empresas un espacio de ensayo a escala real en el que testar sus productos y soluciones tecnológicas.
- Crear un espacio de pruebas accesible a todas las estructuras empresariales, desde las grandes corporaciones, hasta PYMES y micro PYMES.
- Impulsar el espíritu emprendedor que permita el nacimiento de *Spin-off*, a partir de las propias empresas o de la institución académica, y el desarrollo de *Startups* que aprovechen las ideas de negocio innovadoras que pudieran surgir de la experimentación en el campus.

Objetivos de la dimensión urbanística:

- Mejorar el campus como espacio de convivencia adecuado a las necesidades de la comunidad universitaria y abierto a la ciudadanía.
- Transformación del campus en un referente local y regional de urbanización sostenible y adaptación urbana a los efectos del cambio climático, basado en la aplicación, investigación y desarrollo de diferentes NBS.
- Generar un espacio urbano con altos estándares de calidad y sostenibilidad, accesible a los ciudadanos y que contribuya a transformar la imagen y los procesos de ciudad en declive de Mieres, ayudando a generar nuevas oportunidades.
- Construir un entorno que brinde oportunidades para la investigación y el aprendizaje experimental, donde los estudiantes y los investigadores participan directamente en el seguimiento y tratamiento de problemas de sostenibilidad del mundo real de interés para la Universidad.

Objetivos de la dimensión social y de comunicación:

- Servir de instrumento de intermediación y de espacio de encuentro entre la ciudadanía, la comunidad universitaria, el sector privado y las Administraciones Públicas.
- Fomentar el voluntariado social, educativo y universitario en materia de desarrollo sostenible.
- Difundir la actividad de investigación y sus resultados en materia de sostenibilidad, haciéndolos accesibles y poniéndolos a disposición de todos los agentes interesados y de toda la sociedad en general.
- Promover la participación e implicación de otros niveles educativos para el aprovechamiento docente del campus y para la mejora de la formación práctica.
- Impulsar un modelo de desarrollo apoyado en la cooperación con el tejido empresarial, institucional y social local y regional.
- Favorecer la generación de alianzas con las redes regionales, nacionales e internacionales en sostenibilidad.
- Contribuir a construir una marca renovada de la ciudad de Mieres y de la cuenca minera del Caudal, convirtiendo este territorio en un referente en la innovación abierta.

3.5. Propuesta inicial de programas y actuaciones.

Considerando los ejemplos de los casos analizados, y a falta de los resultados del análisis previo de oportunidades y retos, se proponen para su discusión en el proceso de elaboración del Plan Marco de la propuesta los siguientes programas:

- Programa de sostenibilidad y mejora de la eficiencia en la gestión.
- Programa de seguimiento y mejora de la salud y confort.
- Programa de reverdecimiento del Campus.
- Programa de gestión y monitorización del agua.
- Programa de restauración, recuperación y reutilización de estructuras y edificaciones.
- Programa de monitorización y experimentación forestal.
- Programa de impulso y seguimiento de la biodiversidad.
- Programa de tecnologías de generación de energía renovable.
- Programa de digitalización del laboratorio viviente.
- Programa de voluntariado y participación.

3.5.1. Programa de sostenibilidad y mejora de la eficiencia en la gestión.

Este programa tiene por objeto reducir la huella del Campus y optimizar los consumos. Por lo tanto, afecta a la gestión de las edificaciones y de las infraestructuras de suministro y abastecimiento (energía, agua, etc.), a la utilización de materiales y consumibles, a las emisiones generadas y a la producción y gestión de residuos.

Para su puesta en marcha es necesario realizar previamente una exhaustiva auditoría y diseñar un ambicioso programa de seguimiento y monitorización que permita evaluar los avances hacia la sostenibilidad a medida que se implementan medidas específicas como, por ejemplo, la sustitución de luminarias, el calibrado del sistema de climatización del Edificio de Investigación o la instalación de válvulas termostáticas en los radiadores del Edificio científico-Tecnológico.

Asimismo, dentro de las actuaciones de este programa deberían contemplarse la modernización de los laboratorios mediante la sustitución de equipos poco eficientes y con altos consumos.

La recopilación y análisis de estos datos también tendría una importante utilidad docente para buena parte de las titulaciones que se imparten en el propio Campus.

3.5.2. Programa de seguimiento y mejora de la salud y confort.

En este programa se abordaría el seguimiento en continuo y automatizado de diversas variables, medidas tanto en el interior como en el exterior de los edificios y las instalaciones, relacionadas con: el confort térmico (temperatura ambiente y humedad ambiental), la salubridad (calidad del aire, circulación del aire, concentración de polen y de partículas, etc.), el confort acústico (acústica del edificio, ruido) y el confort visual (iluminación).

Como equipamiento, además de los sensores interiores y exteriores, se requeriría la instalación de una estación meteorológica y de otra de medición de la calidad del aire. Ambas proporcionarían información de utilidad a otros programas desarrollados en el marco del laboratorio viviente.

3.5.3. Programa de reverdecimiento del Campus.

El programa contempla la aplicación de diversos tipos de soluciones urbanas basadas en la naturaleza, como paredes y cubiertas vegetadas, jardines de lluvia, sistemas de drenaje sostenibles o la incorporación de arbolado. Estas actuaciones aportarán al conjunto un alto valor ecológico y estético y ayudarán a mejorar la resiliencia climática.



Figura 16. Muro verde del LLab IGNITION.
Fuente: Urban Green (2023)³⁷.

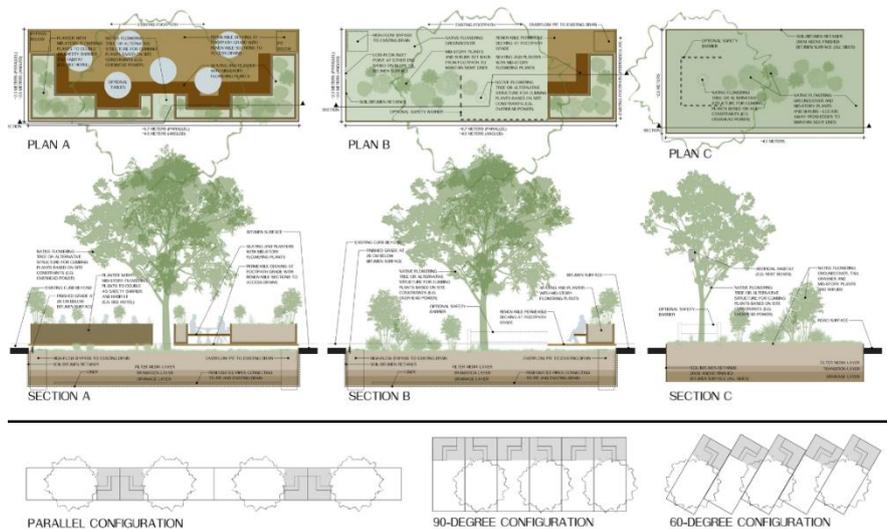


Figura 17. Diseños para la integración ecológica de los aparcamientos en superficie en las ciudades.
Fuente: Croeser, T., Garrard, G.E., Visintin, C. et al. (2022)³⁸.

En dicho programa debería analizarse la posibilidad de aplicar este tipo de intervenciones, recurriendo a diferentes tecnologías o modalidades, a la mayor parte posible de los edificios y superficies del Campus como los aparcamientos en superficie, los muros sur y norte del Edificio Científico-Tecnológico, parte de las superficies de la plaza del pozo Barredo, las calles interiores y circundantes y el resto de superficies impermeabilizadas.

Buena parte de la gestión de estas superficies aprovecharía los resultados de las actuaciones contempladas en el Programa de gestión y monitorización del agua.

3.5.4. Programa de gestión y monitorización del agua.

Comenzando por la creación de una red separativa de las aguas pluviales, captada, almacenada, reutilizada, canalizada y tratada mediante las superficies verdes y los SUDS, y la valoración de la posibilidad de aprovechar parte de los caudales procedentes de los bombeos del pozo Barredo,

³⁷ Urban Green (2023). *IGNITION Living Lab*. <https://weareurbangreen.co.uk/our-work/ignition-living-lab-salford/> (Fecha de consulta: 15/06/2023)

³⁸ Croeser, T., Garrard, G.E., Visintin, C. et al. (2022). Finding space for nature in cities: the considerable potential of redundant car parking. *npj Urban Sustain* 2 (27). DOI: [10.1038/s42949-022-00073-x](https://doi.org/10.1038/s42949-022-00073-x)

previo análisis de la calidad de estas aguas y, en caso de requerirse, las posibilidades de depuración de las mismas.



Figura 18. Humedal urbano en Róterdam.
Fuente: Marthe Derkzen (2016)³⁹.

Para la gestión de los recursos hídricos, además de su reutilización para las operaciones del laboratorio viviente, se recomienda evaluar la viabilidad de solicitar el establecimiento de un punto de vertido al río Duró, al norte de Campus y, aprovechando esta actuación, estudiar la posibilidad de abrir un cauce, generando una zona húmeda, en el espacio verde situado en parte trasera de la Residencia Universitaria, incorporando parte de los terrenos del parque de perros adyacente.

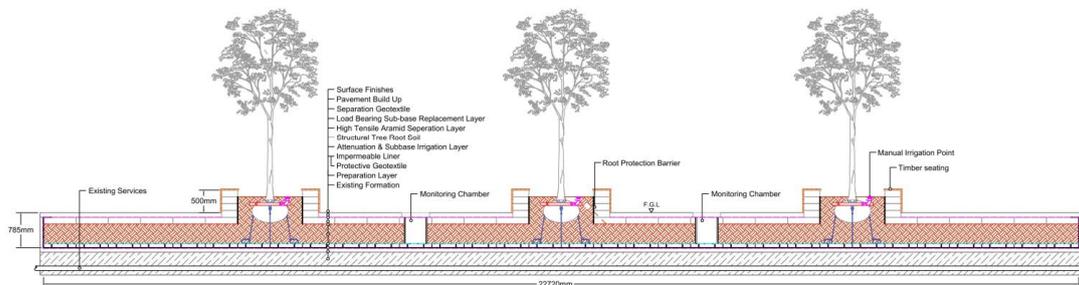


Figura 19. Diseño del drenaje sostenible para los árboles urbanos del LLab IGNITION.
Fuente: Salford University (2020)⁴⁰.

En relación con los SUDS se propone que en diferentes partes del Campus se reserven zonas de ensayo y monitoreo de nuevas tecnologías y soluciones, facilitando así la colaboración con la empresa privada. Cabe señalar que investigadores de la Universidad d Oviedo ya están desarrollando un proyecto experimental sobre estas tecnologías en los terrenos del Campus de Mieres.

El programa se completa con la instalación de una estación de monitoreo en continuo de los parámetros de calidad del agua.

³⁹ Marthe Derkzen (2016). What Do Rotterdammers Want in Green Infrastructure? We Asked Them.

<https://www.thenatureofcities.com/2016/07/24/what-do-rotterdammers-want-in-green-infrastructure-we-asked-them/>. (Fecha de consulta: 16/06/2023).

⁴⁰ Salford University (2020). Design & installation of living lab NBS, IGNITION PH2.

<https://selhubb.co.uk/resources/ignition%20Living%20Lab.pdf> (Fecha de consulta: 13/03/2023)

3.5.5. Programa de restauración, recuperación y reutilización del patrimonio edificado.

El programa abarcaría las actuaciones de restauración, recuperación y reutilización de estructuras y edificaciones vinculadas a la antigua explotación minera para el desarrollo del Campus y la implantación del laboratorio viviente.



Figura 20. Edificio de Maquinaria de Extracción del pozo Barredo.

Entre las actuaciones que se propone contemplar en este programa se encontrarían la estabilización del muro noroeste del pozo Barredo, la rehabilitación y reutilización del Edificio de Maquinaria de Extracción y del Edificio de Casa de Aseo para los trabajadores, al otro lado de la carretera y acondicionamiento y reutilización de la galería-túnel situado bajo la plaza del pozo Barredo.



Figura 21. Estado del muro noroeste del pozo Barredo.
Fuente: Google Street View.

3.5.6. Programa de monitorización y experimentación forestal

Este programa se desarrollaría en la parcela situada en la ladera este sobre las instalaciones de la mina Mariana y del Edificio de casa de aseo. Teniendo en cuenta la pendiente de la parcela, para el correcto aprovechamiento didáctico y operativo de este recurso sería conveniente la habilitación de un acceso peatonal con las medidas de seguridad adecuadas.

La ejecución de tratamientos selvícolas, la realización de inventarios, la instalación de sensores y la monitorización de variable, permitiría la recopilación los datos necesarios para realizar un seguimiento de la masa arbolada y su aprovechamiento con fines docentes.



Figura 22. Invernadero experimental del Parque Científico de la Universidad de Salamanca.
Fuente: Universidad de Salamanca (2018)⁴¹.

El programa de monitorización y experimentación forestal se completaría con la instalación de una planta de compostaje (quizá en la planta pozo) y la sustitución del actual invernadero por uno más moderno, de mayor tamaño, aprovechado todo el espacio disponible en su actual ubicación, y dotado con un sistema de monitorización inteligente de variables como temperatura, humedad, intensidad de la luz, CO₂, agua y humedad del suelo, etc.

Este programa resulta especialmente adecuado para la vinculación al laboratorio viviente del Campus iniciativas que se desarrollen en otros espacios de la región, tal y como se señalaba anteriormente. Tal es el caso de los terrenos de las comarcas mineras de Asturias incluidos en el Carbon2Mine, “un proyecto LIFE de Minería Inversa que consiste en extraer el carbono de la atmósfera para devolverlo al Planeta”⁴² con una duración de seis años y la participación de varios investigadores vinculados al Campus de Mieres.

3.5.7. Programa de impulso y seguimiento de la biodiversidad.

El programa aprovecharía buena parte las intervenciones en el Campus, en particular, las relacionadas con la gestión del agua, el reverdecimiento del campus y monitorización y experimentación forestal.

Entre los criterios para el diseño de las actuaciones anteriormente descritas deberán incorporarse, siempre que sea posible, la recreación de biotopos, la creación de refugios para aves e insectos, el incremento de las poblaciones de los polinizadores y otros criterios y objetivos para favorecer la biodiversidad urbana.

Asimismo, en colaboración con los servicios correspondientes, debería desarrollarse una planificación en la gestión de los espacios verdes acorde con estos objetivos y con los de salud humana. El programa deberá establecer los procedimientos y mecanismos para su seguimiento.

⁴¹ Universidad de Salamanca (2018). Invernadero Experimental. <https://pcs.usal.es/servicio-de-invernadero-experimental/>. (Fecha de consulta: 16/06/2023).

⁴² LIFE+ Carbon2Mine (2022). <https://carbon2mine.es/>. (Fecha de consulta: 16/06/2023).

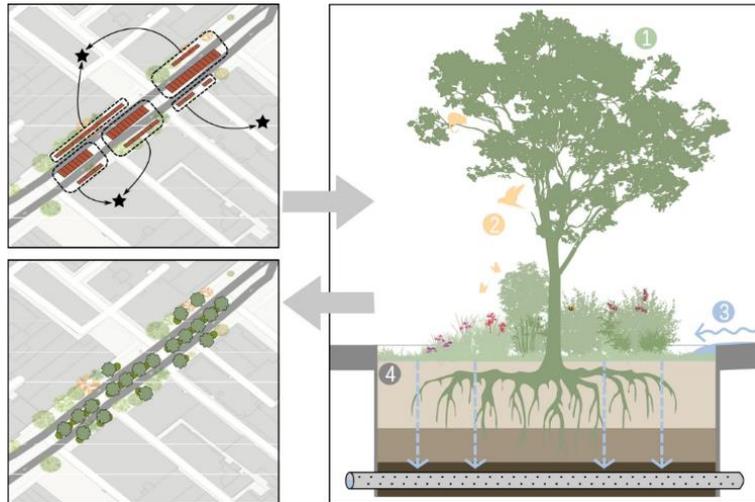


Figura 23. Beneficios de la adaptación ambiental de los estacionamientos en superficie.
Fuente: Croeser, T., Garrard, G.E., Visintin, C. *et al.* (2022)^{38/43}.

De esta forma, además del ámbito del propio campus y de su carácter urbano, bajo el paraguas del LLab de Mieres también se podrían acoger el desarrollo de iniciativas de una naturaleza similar que se desarrollen en otros espacios de la región puestos a disposición de investigadores y estudiantes por instituciones públicas y privadas.

También este programa resulta especialmente adecuado para la vinculación al laboratorio viviente del Campus de acciones que se desarrollen en otros espacios de la región. Este sería el caso de la iniciativa FonteBaxaLivingLAB, un laboratorio viviente de Ecología situado en el Bosque Jardín de la Fonte Baxa (Luarca, Valdés, Asturias) desarrollado al amparo de un convenio de colaboración entre la universidad de Oviedo y el Ayuntamiento de Valdés. Entre otras acciones este laboratorio, dirigido por investigadores vinculados al Campus de Mieres, propone la realización de diferentes experimentos que permitirán generar conocimiento útil para el diseño de estrategias de renaturalización destinadas a la mejora de la resiliencia de los espacios urbanos frente al cambio global y la promoción de actividades educativas de innovación docente e investigación científica y de ciencia ciudadana.

3.5.8. Programa de tecnologías de generación de energía renovable.

El programa consistiría en la implantación, monitorización y evaluación de diferentes tecnologías y prototipos para generación de energía mediante fuentes renovables incluidas la aerotermia, geotermia, minieólica, minihidráulica o solar fotovoltaica.

Cabe señalar que la geotermia ya está implantada en el campus, aunque se carecen de datos que permitan evaluar su impacto y eficiencia. No obstante, es de imaginar que también aquí habrá margen para la experimentación y la mejora mediante, por ejemplo, la prueba y monitorización de intercambiadores más modernos y eficaces.

Por otra parte, ya está prevista la colocación de placas solares sobre la cubierta del edificio Científico-Tecnológico, aunque, en estos momentos, se desconoce el alcance de esta propuesta. Al margen de esta instalación, se considera que las fachadas sur y oeste del Edificio Científico-Tecnológico, incluyendo las estructuras acristaladas de acceso, y la fachada oeste del Polideportivo podrían constituir buenas ubicaciones para instalar diferentes tecnologías de

⁴³ Según este diseño esquemático se propone: (1) la integración del arbolado; (2) la incorporación de hábitats en el sotobosque; (3) la infiltración de aguas pluviales usando un diseño de jardín de lluvia; y (4) la desimpermeabilización de los espacios de estacionamiento. Los beneficios de este cambio en el modelo uso del suelo se estiman en términos de sombra de las copas de los árboles, conectividad ecológica, interceptación y tratamiento de los flujos de aguas pluviales y área total de asfalto impermeable eliminado. Croeser, T., Garrard, G.E., Visintin, C. *et al.* (2022).

generación fotovoltaica. Al igual que se proponía para los SUDS, sería necesario reservar algunos de estos espacios para que actúen como zonas de ensayo y monitoreo de nuevas tecnologías y soluciones fotovoltaicas, facilitando así la colaboración con la empresa privada. Al igual que otras de las propuestas, este conjunto de actuaciones requeriría de un estudio del potencial fotovoltaico del Campus y de su integración estética en el paisaje urbano, junto con otros sistemas que mejorarían la eficiencia térmica, como por ejemplo cubiertas o paredes verdes.

Por lo que se refiere a la instalación aerotermia, esta tecnología podría ser una solución interesante para la climatización de las antiguas edificaciones recuperadas y del nuevo invernadero. La potencial ubicación de la minieólica quedaría reducida a localizaciones muy concretas de las cubiertas del Edificio Científico-Tecnológico y del de Investigación. A pesar de estas limitaciones y de, a priori, su reducida capacidad de generación en fondo de valle, su incorporación al laboratorio podría suponer una buena oportunidad para la experimentación y la innovación.

En relación con la minihidráulica se propone analizar el posible aprovechamiento energético mediante microturbinas hidrocinéticas (mínimo impacto en el cauce) del agua de mina, con gran potencial energético y que en la actualidad se está vertiendo en las inmediaciones del Campus de Mieres.



Figura 24. Turbinas esféricas Lucid instaladas en serie para la recuperación de energía en conductos a presión.

Fuente: Imagen tomada de Vivienda (2017)⁴⁴.

Dentro de este programa como complemento al equipamiento del Campus se realizan dos propuestas para su análisis. La primera consiste en el diseño y construcción de canal en obra civil para ensayo de microturbinas hidrocinéticas, como alternativa sostenible de generación de energía, que permita realizar experimentación de funcionamiento de distintos diseños ante flujos de distintas características, así como evaluaciones preliminares de su impacto ambiental en los cauces fluviales.



Figura 25. Ejemplo del sistema Hub Renovable.

⁴⁴ Vivienda (2017). *Energía renovable con solo abrir los grifos o usar el lavabo*. Vivienda la revista de la construcción. <http://www.revistavivienda.com.ar/empresas/novedades-del-mercado/energia-renovable-con-solo-abrir-los-grifos-o-usar-el-lavabo>. (Fecha de consulta: 29/06/2023).

La segunda de las propuestas se refiere a la puesta en marcha un sistema denominado Hub Renovable, como una construcción singular en el Campus que incluye: generación solar, eólica, así como de acumulación de energía basado en almacenamiento de agua para los excesos de producción frente a la demanda del conjunto del laboratorio, asegurando el autoabastecimiento del conjunto. El almacenamiento y la recuperación energética se realizaría mediante sistema bomba funcionando como turbina.

Para estos equipamientos experimentales se recomienda analizar su posible ubicación en alguna de las edificaciones vacantes que se incluyen en el Programa de restauración, recuperación y reutilización del patrimonio edificado.

Complementariamente, y en consonancia con el modelo de cooperación social de innovación abierta, en esta línea se recomienda analizar la posibilidad de constituir una comunidad energética con algunos de los equipamientos públicos del entorno y la ampliación y monitorización de las infraestructuras de carga para la movilidad eléctrica.

3.5.9. Programa de digitalización del Campus y del laboratorio viviente.

El objetivo de este programa es optimizar la recopilación de los datos, monitorizar los procesos, detectar fallos y problemas de forma temprana y proponer y ayudar al desarrollo de mejoras. Es por tanto de un programa transversal cuyo desarrollo e implementación resulta imprescindible para dar soporte al resto de los programas y actuaciones y al propio modelo de innovación abierta propuesto.

Se trata, en definitiva, de conjugar la sostenibilidad con la digitalización y el aprovechamiento de datos en los diferentes ámbitos de intervención, al tiempo que se aborda la transformación digital del campus y la adaptación de los servicios educativos a los entornos virtuales, convirtiendo el conjunto de las instalaciones de Mieres en un *smart campus*.

De esta forma el recinto universitario puede convertirse en una pequeña ciudad inteligente con sus edificios y espacios públicos conectados a Internet, gracias al avance de la tecnología del internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés), de los dispositivos IoT inalámbricos en multitud campos de aplicación y de los protocolos de comunicación y tecnologías de comunicación inalámbrica de baja potencia diseñadas para conseguir un bajo consumo energético por parte de los sensores, como la denominada LoRa (*Long Range*). Cabe señalar que la Universidad de Oviedo ya está dando pasos en impulsar este modelo y el laboratorio viviente del Campus de Mieres podría convertirse en un buen

Asimismo, se recomienda analizar la oportunidad que podría suponer la generación de un gemelo digital del campus que ofreciese la posibilidad de modelar diferentes opciones y alternativas de intervención en el *Living Lab*. Esta actuación podría realizarse para el conjunto del campus o por partes, conforme se vayan desarrollando las actuaciones, permitiendo la monitorización y registro de datos del funcionamiento de los distintos sistemas implementados.

Dentro de este programa también se encuentra la creación de un banco de datos en abierto y de los instrumentos y herramientas necesarios para su difusión y consulta. Entre ellos podría contemplarse la instalación en el exterior de paneles informativos en el que se ofreciese información a la ciudadanía sobre determinadas variables monitorizadas por el LLab.

3.5.10. Programa de voluntariado y participación.

También este es un programa debería tener un carácter transversal a todas actuaciones del laboratorio viviente. Su objetivo es promover la integración de diversos agentes sociales de diferentes áreas en el desarrollo del laboratorio viviente, llegando a generar, en el mejor de los casos, una colaboración activa con el resto de los miembros y agentes implicados.

La implicación en el proyecto se deberá adaptar a las características de cada grupo o colectivo, aunque, en muchos casos, tendrán como objetivo la utilización de las infraestructuras e intervenciones desarrolladas al amparo del laboratorio viviente para obtener una información directa o una formación adicional, diferente a la académica, en la que se incida sobre la divulgación de los ODS y la adaptación y mitigación del cambio climático.

Por otra parte, el laboratorio viviente constituye una oportunidad para el desarrollo de iniciativas de aprendizaje basado en proyectos a todos los niveles educativos, una estrategia metodológica de diseño y programación que implementa un conjunto de tareas basadas en la resolución de preguntas o problemas.

En este sentido se considera interesante valorar la puesta en marcha de un programa específico de voluntariado para el estudiantado universitario relacionado tanto con las actividades del laboratorio viviente como con los grupos y proyectos de investigación que se desarrollan en el Campus.

3.6. Diseño y puesta en marcha del LLab de Mieres.

3.6.1. Estructura organizativa.

Una propuesta tan ambiciosa no puede abordarse sin que sea asumida por el **Rectorado**, como máxima autoridad académica de la universidad al que le corresponde la dirección, el gobierno y la gestión de la institución.

Pero, de acuerdo con lo expuesto en el apartado del marco de referencia, el proyecto también sería inviable sin el acuerdo con otras Administraciones Públicas. Por tanto, una de las primeras tareas que deberían abordarse es conseguir el apoyo del **Principado de Asturias** y del **Ayuntamiento de Mieres**, como principales agentes de gobierno implicados en el desarrollo de la iniciativa.

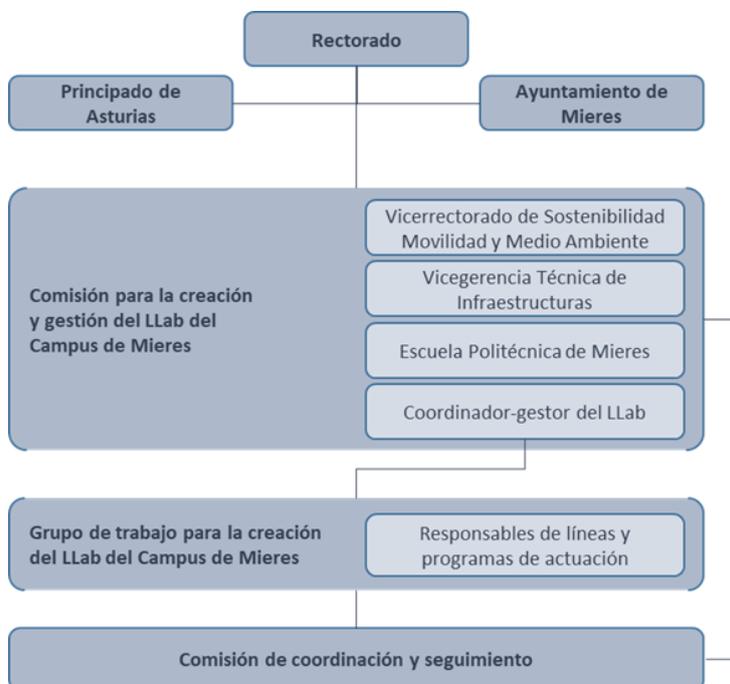


Figura 26. Propuesta de la estructura organizativa del LLab del campus de Mieres.

En el plano operativo, la propuesta de laboratorio viviente se concibe como una **iniciativa de la propia Universidad de Oviedo**, por lo que corresponde a ésta impulsarla y darle forma definitiva, buscando los consensos necesarios para conseguir la implicación y la cooperación de los agentes externos a la institución académica.

Por consiguiente, considerando la actual estructura de gobierno de la Universidad de Oviedo, parece razonable que el liderazgo de la iniciativa recaiga sobre el **Vicerrectorado de Sostenibilidad Movilidad y Medio Ambiente**, la **Vicegerencia Técnica de Infraestructuras** y la **Escuela Politécnica de Mieres**.

No obstante, considerando la multitud y diversidad de funciones y responsabilidades de los órganos antes señalados, parece razonable que, en el plano operativo, la iniciativa fuera dirigida por una persona de entre el PDI de la Universidad de Oviedo en calidad de **Coordinador-gestor del LLab** y se encargue de las labores de coordinación, intermediación y dialogo entre las partes. En este caso parece oportuno aprovechar la figura del coordinador del **Hub de recursos naturales y materias primas del Campus Universitario de Mieres**.

Por lo tanto, se propone la constitución de un órgano colegiado o **Comisión para la creación y gestión del LLab del Campus de Mieres**, compuesto por representantes de los tres órganos antes señalados y el coordinador-gestor del LLab. Será este órgano el responsable de impulsar las tareas preparatorias, determinar del alcance material y temporal de la iniciativa y promocionar la ejecución de las actuaciones.

La puesta en marcha de una iniciativa tan ambiciosa como la que se esboza en este documento requiere ineludiblemente el refuerzo de la plantilla de PAS técnico especializado del Campus que actúe como apoyo al PDI para el desarrollo, la gestión y mantenimiento de las diferentes iniciativas.

3.6.2. Fases para el desarrollo de la iniciativa.

Tomando como modelo la propuesta de la Universidad de Edimburgo (Figura 27), para el desarrollo de la iniciativa inicialmente se contemplan al menos tres fases:

- **1. Fase de conocimiento y diseño**, en la que se identifican las oportunidades y retos a los que deberá hacer la iniciativa y el alcance de la misma, se elaborarán los proyectos y anteproyectos de las actuaciones y buscarán los acuerdos con el resto de los agentes implicados.
- **2. Fase de desarrollo e innovación**, en la que se abordarán las labores de codiseño, desarrollo y despliegue de los programas y actuaciones identificados en la fase anterior.
- **3. Fase de evaluación** de las actuaciones proporcionando la retroalimentación necesaria para la continuidad o adaptación de las iniciativas.

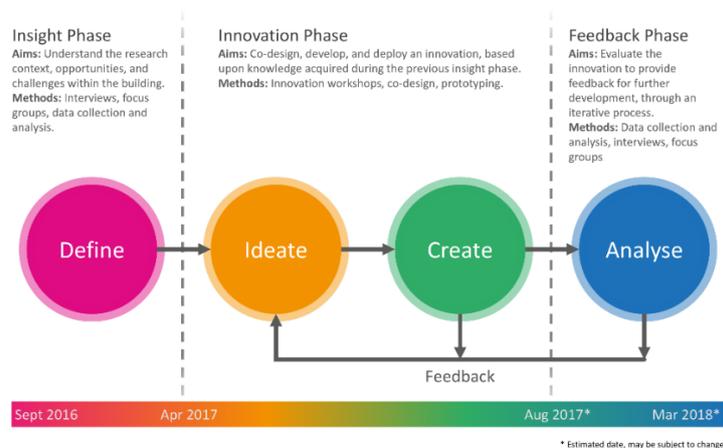


Figura 27. Principales fases de la actividad de un Living Lab.

Fuente: The University of Edinburgh (2023)⁴⁵.

⁴⁵ The University of Edinburgh (2023). *Enhance Project, Living Labs*. <https://groups.inf.ed.ac.uk/enhanced/living-labs/> (Fecha de consulta: 07/03/2023).

3.6.2.1. Primera fase: conocimiento y diseño.

El principal objetivo de esta fase es identificar las oportunidades y retos a los que deberá hacer frente el diseño y desarrollo de la iniciativa.

La primera tarea de esta fase debería ser la realización una **ambiciosa auditoría** que permita la recopilación de datos y la medición de variables para realizar un **diagnóstico** en el que se describa el estado y situación actual del Campus en relación con los potenciales objetivos generales del futuro laboratorio viviente.

Para ello se propone la constitución de un **Grupo de trabajo**, de carácter interdisciplinar y ejecutivo, en el que, además de los miembros de la **Comisión para la creación y gestión del LLab del Campus de Mieres** estén representados diferentes de los agentes con capacidad de gestión, pertenecientes principalmente al ámbito universitario, como, por ejemplo, el Servicio de Administración del Campus de Mieres y expertos en los diferentes ámbitos de actuación del futuro LLab.

Como metodología de trabajo, además de las sesiones de trabajo del propio grupo, se propone la celebración de reuniones sectoriales que permitan recopilar ideas y evaluar las posibilidades de desarrollo entre los agentes potencialmente interesados. A modo de ejemplo se proponen, a modo de ejemplo, los siguientes grupos o sectores y entidades:

- **Gestión universitaria:**
 - Vicerrectorados: Estudiantes, de Transferencia y Relaciones con la Empresa, de Investigación, Delegado del Rector para la Transformación Digital, etc.
 - Fundación Universidad de Oviedo.
 - Empresas adjudicatarias de servicios universitarios (limpieza, jardinería, mantenimiento, etc).
- **Academia:**
 - Representantes de los departamentos cuyo ámbito de conocimiento pudiera ser de interés para el desarrollo de la iniciativa.
 - Grupos de investigación, institutos, centros y cátedras universitarias.
 - Estudiantado que cursa estudios en el Campus de Mieres.
- **Administración y gobierno:**
 - Consejería competente en materia de ciencia, innovación y universidad.
 - Consejería competente en materia de sostenibilidad y cambio climático.
 - Ayuntamiento de Mieres.
 - Representantes de otros servicios y organismos de la Administración autonómica con competencias relacionadas con los objetivos de la actuación como, por ejemplo, industria o medio ambiente.
 - Asociación para el Desarrollo Rural de la Montaña Central.
 - Confederación Hidrográfica de Cantábrico.
- **Otros organismos:**
 - Fundación Asturiana de la Energía.
 - Fundación Pozo Barredo.
 - Centro Tecnológico Forestal y de la Madera (CETEMAS)
 - Fundación Centro Tecnológico de la Información y la Comunicación (CTIC).
 - Agencia de Ciencia, Competitividad Empresarial e Innovación Asturiana (Sekuens).
- **Empresas y asociaciones empresariales:**
 - Entidades adheridas a la iniciativa Empresa EPM.
 - Empresas patrocinadoras de Cátedras.
 - Representantes de las asociaciones empresariales regionales.

- Representantes de los colegios profesionales.
- Representantes de otras empresas o consorcios cuya actividad se encuentre relacionada con los objetivos y posibles actuaciones a desarrollar como, por ejemplo, empresas eléctricas, entidades gestoras del agua y de residuos, etc.
- **Entidades sociales:**
 - Organizaciones sin ánimo de lucro y asociaciones de diversa naturaleza, principalmente aquellas con presencia en el concejo o en la comarca.
 - Representantes de colegios y centros de enseñanza secundaria del concejo y de la comarca.

El resultado de este grupo de trabajo se deberá materializar en un **Plan Marco** en el que se fijen los objetivos y se evalúen y concreten las posibles líneas, programas y actuaciones necesarios para el desarrollo del LLab a medio y largo plazo, incluyendo las fases de ejecución, su valoración económica y las posibilidades vías de financiación, así como la participación y el papel de cada uno de los agentes interesados. Aunque lo ideal es que el Plan se elaborase con recursos humanos internos, no se descarta el apoyo de alguna asistencia externa.

3.6.2.2. Segunda fase: desarrollo e innovación.

En la segunda fase se abordarán las labores de codiseño, **desarrollo y despliegue de las iniciativas previstas en el Plan Marco**. En esta fase se redactarán los proyectos de ejecución y los programas a desarrollar conforme a la planificación prevista. Esta fase deberá ser liderada por el **Coordinador-gestor del LLab**.

Se trata de una fase de largo recorrido, cuyo desarrollo dependerá en gran medida de las oportunidades de financiación, y que se superpondrá a la tercera fase a medida que se vayan materializando las actuaciones de los diferentes ámbitos temáticos del laboratorio.

Siguiendo el principio de codiseño, la definición y realización, tanto de los proyectos de ejecución material como de los programas de participación y cooperación, deberán ser elaborados por miembros del PDI, con la asistencia de los servicios responsables de la gestión universitaria y la participación activa de los agentes institucionales, empresariales o sociales externos a la entidad universitaria. Asimismo, será necesario nombrar, de entre los miembros del PDI, un **responsable de cada línea y programa de actuación** incluido en el Plan.

Para prestar apoyo **Coordinador-gestor del LLab**, se propone la creación de una **Comisión de coordinación y seguimiento** en la que estén representados además de los responsables de cada línea y programa de actuación, aquellos servicios universitarios con una potencial implicación en el desarrollo del proyecto, los diferentes colectivos y agentes universitarios y externos que participarán en el mismo.

3.6.2.3. Tercera fase: evaluación.

En la tercera fase se realizará la **evaluación de las actuaciones** proporcionando la retroalimentación necesaria para la continuidad o adaptación de las iniciativas. Esta tarea le corresponde a la **Comisión de coordinación y seguimiento**, que reportará los resultados al equipo de gobierno de la Universidad a través del el Vicerrectorado de Sostenibilidad Movilidad y Medio Ambiente.

La evaluación se deberá realizar para cada una de las iniciativas puestas en marcha, analizando los avances del campus en materia de sostenibilidad y adaptación al cambio climático, así como los resultados obtenidos en materia de educación, formación, investigación y participación, y su relación con los objetivos establecidos en el Plan.

Asimismo, se deberá valorar el posible impacto de las iniciativas fuera de los límites físicos del LLab y, en caso ser necesario, abordar una revisión y realizar unas recomendaciones para aquellos productos y procesos que no hayan alcanzado los objetivos previstos.