

INFORME FINAL SOBRE LA CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO RELATIVA A SOLUCIONES DE AUTOMATIZACIÓN DEL ORDEÑO OVINO



Mayo 2026

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
2	DESCRIPCIÓN DE LOS RETOS O NECESIDADES NO CUBIERTAS	2
3	RESULTADOS DE LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA	4
4	CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO	4
4.1	PROCEDIMIENTO DE LA CPM	4
4.1.1	Anuncio de la convocatoria.....	4
4.1.2	Finalización plazo de recepción de propuestas.....	7
4.1.3	Análisis de las propuestas recibidas	7
4.1.4	Realización de las entrevistas	8
5	RESULTADOS DE LA CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO	9
5.1	RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPUESTAS.....	10
	RETO: SOLUCIONES DE AUTOMATIZACIÓN DEL ORDEÑO OVINO	10
5.2	CONCLUSIONES GENERALES.....	11
5.3	CONCLUSIONES TÉCNICAS	12
5.4	MAPA DE DEMANDA TEMPRANA.....	13
	ANEXO: RESUMEN DE LAS PROPUESTAS	16
	ANEXO: FORMULARIO DE PARTICIPACIÓN	19
	ANEXO: INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA	26
5.5	RESUMEN EJECUTIVO	26
5.5.1	Análisis de publicaciones científicas	28
5.5.2	Análisis de proyectos.....	28
5.5.3	Análisis de patentes	29
5.6	ANTECEDENTES Y CONTEXTO.....	30
5.6.1	Antecedentes.....	30
5.6.2	Contexto	31
5.7	OBJETIVO DEL INFORME.....	33
5.8	METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA	34
5.9	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA NECESIDAD	35
5.10	NECESIDAD NO CUBIERTA	35
5.11	PRINCIPALES BARRERAS Y PUNTOS CRÍTICOS AL DESARROLLO TECNOLÓGICO	36
5.11.1	BARRERAS OPERATIVAS.....	36

5.11.2	BARRERAS TECNOLÓGICAS	37
5.12	CARACTERÍSTICAS DE LAS SOLUCIONES BUSCADAS.....	38
5.12.1	Objetivos y características específicas.....	38
5.13	RESULTADOS DEL EJERCICIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA (TENDENCIAS)	40
5.13.1	Resultados del análisis de publicaciones científicas	40
5.13.2	Resultados del análisis de proyectos.....	42
5.13.3	Resultados del análisis de patentes y marcas	44
5.14	CONCLUSIONES	46
5.15	BIBLIOGRAFÍA	47
5.15.1	Registros de publicaciones científicas.....	47
5.15.2	Registros de proyectos	48
5.15.3	Registros de patentes.....	48
5.15.4	Fuentes consultadas.....	49

1 INTRODUCCIÓN

El Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL), dependiente de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de la Junta de Castilla y León, tiene como objetivo impulsar la competitividad y sostenibilidad del sector agroalimentario mediante el desarrollo tecnológico, la investigación aplicada y la dinamización de procesos de innovación.

En el marco de esta estrategia y ante la problemática estructural existente en el sector ovino lechero, con fecha 28 de noviembre de 2025 se convocó una Consulta Preliminar al Mercado (CPM) relativa al desarrollo de soluciones de automatización del ordeño ovino, en el ámbito del proyecto ARISTECH.

En la resolución de la convocatoria se constata la necesidad de realizar una consulta preliminar al mercado con el fin de obtener propuestas de todos aquellos operadores económicos que puedan aportar soluciones innovadoras orientadas a reducir la necesidad de mano de obra en el proceso de ordeño, mejorar la eficiencia operativa en sala y mantener los estándares de bienestar animal, calidad de leche y viabilidad económica de las explotaciones.

La CPM se plantea como una fase previa a un posible procedimiento de contratación pública, previsiblemente en el marco de la Compra Pública de Innovación (CPI), con el objetivo de disponer de información suficiente sobre el grado de madurez tecnológica, la viabilidad técnica y económica de las soluciones existentes o en desarrollo y las capacidades reales del mercado para dar respuesta al reto identificado.

A partir de los resultados obtenidos en esta Consulta Preliminar al Mercado, ITACyL podrá definir con mayor precisión las especificaciones funcionales y técnicas de una eventual licitación posterior, garantizando que la futura actuación pública se encuentre alineada con el estado del arte, las necesidades reales del sector y las posibilidades tecnológicas existentes.

2 DESCRIPCIÓN DE LOS RETOS O NECESIDADES NO CUBIERTAS

El reto identificado no responde a una mejora incremental de procesos ya automatizados, sino a la ausencia de una solución integral adaptada específicamente al ovino lechero que permita reducir de forma significativa la dependencia de mano de obra en sala de ordeño, manteniendo los estándares de bienestar animal, calidad de leche y rentabilidad de la explotación.

Escasez de mano de obra

El principal reto identificado es la escasez de mano de obra cualificada, especialmente en las tareas de ordeño. Esta situación se encuentra vinculada a:

- La despoblación rural y la dificultad de relevo generacional.
- La elevada exigencia física y repetitiva del ordeño.
- La concentración del trabajo en franjas horarias concretas.

El ordeño constituye uno de los principales cuellos de botella de la explotación. La necesidad prioritaria consiste en reducir la intervención humana en sala, aspirando a un máximo de una persona dedicada fundamentalmente a supervisión.

Limitaciones tecnológicas específicas del ovino

La automatización integral del ordeño en ovino no está resuelta. Las soluciones existentes en vacuno no son directamente transferibles debido a:

- La variabilidad morfológica de la ubre.
- El comportamiento gregario del ganado.
- La rapidez del proceso de ordeño.
- La estacionalidad de la producción.

Aunque existen avances en robótica, sensores y visión artificial, no se dispone actualmente de una solución completa adaptada al contexto del ovino lechero.

Punto crítico: colocación de pezoneras

El principal cuello de botella identificado es la colocación manual de pezoneras, fase que:

- Consume una parte significativa del tiempo de ordeño.
- Requiere intervención directa del operario.
- Introduce variabilidad en el proceso.

La necesidad no cubierta se centra en desarrollar sistemas que permitan automatizar total o parcialmente esta fase, adaptándose a distintas configuraciones de sala y a la variabilidad morfológica del ganado.

Requisitos complementarios

Además del reto principal, se identifican necesidades asociadas que refuerzan el impacto esperado de la solución:

- Integración de monitorización individualizada.
- Detección temprana de alteraciones de la ubre.
- Sistemas de alerta de incidencias.
- Mejora higiénico-sanitaria y reducción del estrés animal.

Viabilidad económica

La solución deberá ser técnica y económicamente viable, garantizando:

- Mantenimiento o mejora de la rentabilidad.
- Escalabilidad según tamaño de explotación.
- Mantenimiento de la producción y calidad de la leche.

En conjunto, el reto identificado exige una solución innovadora que combine automatización avanzada con adaptación al contexto productivo real del ovino lechero.

3 RESULTADOS DE LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Se llevó a cabo un ejercicio de vigilancia tecnológica con el objetivo de analizar el estado del arte en relación con la automatización del ordeño en pequeños rumiantes y validar el carácter innovador del reto planteado.

El análisis incluyó la revisión de publicaciones científicas, patentes y proyectos tecnológicos relacionados con la robotización del ordeño, los sistemas de visión artificial aplicados al ámbito ganadero y las tecnologías de digitalización orientadas a la mejora del bienestar animal y la eficiencia productiva.

A partir de este análisis se identificaron las siguientes conclusiones principales:

- Las investigaciones existentes se centran principalmente en optimizar técnicamente el proceso de ordeño en pequeños rumiantes y en analizar la influencia de las prácticas de manejo y de las instalaciones sobre el bienestar animal y la calidad de la leche.
- Se observa una tendencia creciente hacia la digitalización y automatización del ordeño y del manejo de pequeños rumiantes mediante el uso de sensores, sistemas de recogida de datos e inteligencia artificial orientados a mejorar la eficiencia productiva, el bienestar animal y el control sanitario.
- El análisis de patentes evidencia avances en el uso de tecnologías como la robótica y la visión artificial para la localización de pezones y la colocación automatizada de pezoneras, así como en sistemas de control del proceso de ordeño.
- No obstante, el estado del arte confirma que actualmente no existe una solución plenamente integrada de automatización del ordeño específicamente adaptada al contexto productivo del ovino lechero que reúna de forma conjunta los requisitos técnicos, operativos y económicos necesarios para su implantación generalizada en explotaciones.

En consecuencia, la vigilancia tecnológica realizada confirma la existencia de avances relevantes en tecnologías habilitadoras, pero también pone de manifiesto la ausencia de soluciones integrales validadas en condiciones reales de explotación ovina, lo que refuerza el carácter innovador del reto planteado en el proyecto ARISTECH.

4 CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO

4.1 Procedimiento de la CPM

4.1.1 Anuncio de la convocatoria

El día 28 de noviembre de 2025 se puso en marcha el proceso de Consulta Preliminar al Mercado (CPM) ARISTECH, relativa a soluciones de automatización del ordeño ovino.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 115 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, los órganos de contratación podrán realizar estudios de mercado y dirigir consultas a los operadores económicos que estuvieran activos en el mismo con la

finalidad de preparar correctamente la licitación e informar a los citados operadores económicos acerca de sus planes y de los requisitos que exigirán para concurrir al procedimiento.

La convocatoria fue publicada en el [perfil del contratante del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León \(ITACyL\)](#), garantizando la publicidad, transparencia y libre concurrencia del proceso. En dicha publicación se incluyeron los siguientes documentos informativos y formularios referidos a la consulta:

- Resolución de la convocatoria de la CPM: documento en el que se recogen los aspectos generales de la consulta, el objeto, el procedimiento de participación y el marco jurídico aplicable.
- Bases de la CPM: documento que desarrolla los antecedentes, las necesidades no cubiertas, los objetivos, las funcionalidades requeridas y los indicadores de impacto del reto.
- Anexo 1. Ficha de necesidad del reto: documento técnico que describe el contexto sectorial, el estado del arte, el journey map del proceso actual de ordeño y la definición funcional del desafío.
- Anexo 2. Formulario de participación: cuestionario estructurado destinado a homogeneizar la presentación de propuestas por parte de los operadores económicos.
- Anexo 3. Formulario de presentación de consultas y dudas: instrumento habilitado para canalizar solicitudes de aclaración durante el periodo de la consulta.
- Informe de vigilancia tecnológica: documento técnico de análisis del estado del arte, con el fin de validar el carácter innovador del reto.
- Presentación utilizada en la jornada de lanzamiento: material explicativo del alcance de la CPM, del modelo de compra pública de innovación y del reto técnico planteado.
- Documento de información adicional sobre protección de datos de carácter personal.
- Documento de preguntas y respuestas frecuentes, actualizado durante el periodo de consulta.

Asimismo, el mismo día 28 de noviembre de 2025 tuvo lugar la jornada de presentación pública de la CPM, en la que se expusieron los detalles técnicos del reto, el alcance del procedimiento y las funcionalidades requeridas para el desarrollo de futuras soluciones tecnológicas.



Puede accederse a la grabación de la jornada en el siguiente enlace:

[Jornada ARISTECH: la innovación tecnológica del ovino lechero - ITACyL Portal Web](#)

Posteriormente, el día 19 de enero de 2026 se celebró una jornada específica de resolución de dudas, con el objetivo de aclarar cuestiones surgidas tras la sesión inicial y facilitar una mejor comprensión de los requisitos y oportunidades de participación.

La sesión se desarrolló en formato virtual mediante la plataforma Microsoft Teams y tuvo como objetivo aclarar cuestiones surgidas tras la jornada de presentación inicial, así como profundizar en los aspectos técnicos, administrativos y de alcance de la convocatoria.

Durante la jornada se abordaron las principales preguntas planteadas por los participantes y se ofrecieron aclaraciones sobre el proceso de consulta, las funcionalidades esperadas de las posibles soluciones tecnológicas y los siguientes pasos previstos dentro del proyecto ARISTECH.



Puede accederse a la grabación de la jornada en el siguiente enlace:

[Jornada de resolución de dudas ARISTECH: la innovación tecnológica del ovino lechero - ITACyL Portal Web](#)

4.1.2 Finalización plazo de recepción de propuestas

El plazo de presentación de propuestas permaneció abierto hasta el 30 de enero de 2026, conforme a lo establecido en la convocatoria publicada en el perfil del contratante.

Durante dicho periodo, los operadores económicos interesados pudieron presentar sus propuestas mediante el envío del formulario correspondiente al correo electrónico habilitado al efecto, así como formular consultas a través del canal específico previsto en el Anexo 3.

Finalizado el plazo, se procedió al cierre de la fase de recepción de propuestas, iniciándose posteriormente el análisis técnico de la idea presentada conforme a los criterios definidos en la documentación de la consulta.

4.1.3 Análisis de las propuestas recibidas

Durante el periodo de consulta se obtuvieron en total 2 propuestas, 1 propuesta agrupada de las entidades Bosco Tecnoindustria S.L. y Tecnologías de ordeño S.L., y otra de la Fundación Cartif.

4.1.4 Realización de las entrevistas

Una vez finalizado el plazo de consulta, y tras el análisis de las propuestas recibidas, desde ITACyL se consideró necesario realizar una ronda de entrevistas con las entidades participantes.

La duración de las entrevistas fue aproximadamente de 1 hora:

Tabla 1. Planificación de entrevistas

Entidad	Fecha
Bosco Tecnoindustria S.L Tecnologías de Ordeño, S.L.	12/02/2026
Fundación CARTIF	30/04/2026

A continuación, se detallan los temas tratados, participantes, entidades y fecha de la entrevista:

Tabla 2. Resumen Acta entrevista

Entidad	Bosco Tecnoindustria S.L Tecnologías de Ordeño, S.L.		
Fecha	12/02/2026	Hora	12:30 – 13:30
Participantes	<ul style="list-style-type: none"> • Bosco Tecnoindustria S.L Tecnologías de Ordeño, S.L • ITACyL • LASINDE, equipo oficina técnica 		
Temas tratados	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmación del estado de madurez tecnológica (TRL 3–4 actual y objetivo TRL 6–7) y de los desarrollos previos realizados (pruebas de concepto y simulaciones de laboratorio). • Descripción detallada de la arquitectura de la solución multianimal. • Explicación del flujo operativo de ordeño. • Aclaración de los beneficios esperados. • Revisión del plan de desarrollo por fases (diseño, subsistemas, pruebas de laboratorio, piloto en granja y validación operativa) con duración estimada de 24 meses. • Necesidades de infraestructura en explotación (espacio, energía, agua, conectividad, adaptación de sala y capacitación de operarios). • Identificación de barreras de adopción: inversión inicial, integración en instalaciones existentes, mantenimiento y aceptación sectorial. • Estrategia empresarial y compromiso de continuidad hasta fases de producto comercial, incluyendo posibles modelos de robot como servicio. 		

	<ul style="list-style-type: none"> Aspectos de propiedad intelectual e industrial: esquema propuesto de titularidad, licencias de uso para la administración y posibles mecanismos de retorno y explotación.
--	---

Entidad	Fundación Cartif		
Fecha	30/04/2026	Hora	10:00 – 11:00
Participantes	<ul style="list-style-type: none"> Bosco Tecnoindustria S.L Tecnologías de Ordeño, S.L ITACyL LASINDE, equipo oficina técnica 		
Temas tratados	<ul style="list-style-type: none"> Confirmación del estado de madurez tecnológica de la propuesta ARISTECH (TRL 3–4 actual y objetivo TRL 6–7) y revisión de desarrollos previos en visión artificial y automatización aplicados al sector ganadero. Descripción de la solución propuesta basada en visión artificial 2D/3D, inteligencia artificial y asistencia robótica para la colocación automatizada de pezoneras en salas de ordeño ovino. Explicación de la arquitectura modular y adaptable de la solución y de su integración con instalaciones de ordeño existentes. Revisión del flujo operativo del sistema y de los beneficios esperados en términos de reducción de mano de obra, mejora de la eficiencia y bienestar animal. Revisión del plan de desarrollo por fases (pruebas de laboratorio, integración progresiva, pilotos en explotaciones y validación en entorno real) con una duración estimada de 24 meses. Necesidades tecnológicas e infraestructuras requeridas para la implantación de la solución en explotación. Identificación de barreras y riesgos para el despliegue: variabilidad del entorno ganadero, adaptación a distintas configuraciones de salas, aceptación por parte del usuario final y viabilidad técnico-económica. Estrategia de escalabilidad y modelo de negocio basado en soluciones modulares, integración con fabricantes y servicios de mantenimiento y actualización. Aspectos de propiedad intelectual e industrial, posibilidades de transferencia tecnológica y explotación futura de la solución desarrollada. 		

5 RESULTADOS DE LA CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO

El 30 de enero de 2026 finalizó el plazo de recepción de propuestas a la CPM, dando paso a su análisis. De manera resumida los resultados de la consulta fueron los siguientes:

- Se han presentado 2 propuestas, 1 propuesta de manera conjunta, en consorcio, y otra de forma individual.
- La propuesta en consorcio se presenta por dos empresas privadas con perfiles complementarios:
 - **Bosco Tecnoindustria S.L.:** especializada en robótica industrial y automatización avanzada.
 - **Tecnologías de Ordeño S.L.:** con experiencia en robotización ganadera e implantación de sistemas de ordeño.
- La propuesta individual se presenta por un Centro Tecnológico:
 - **Fundación Cartif:** centro de investigación aplicada, con experiencia en sistemas automatizados de ordeño mediante la incorporación de Inteligencia Artificial (IA) y robótica colaborativa en la automatización de procesos.

5.1 Resumen de las principales características de las propuestas

Tabla 3. Resumen de las propuestas recibidas

Reto: Soluciones de automatización del ordeño ovino	
N.º propuestas	2 propuestas, 1 propuesta conjunta presentada por Bosco Tecnoindustria S.L. y Tecnologías de Ordeño S.L., y 1 individual presentada por la Fundación Cartif
Duración	<ul style="list-style-type: none"> • Las propuestas plantean un desarrollo estimado de 24 meses, incluyendo diseño, integración de subsistemas, pruebas de laboratorio y validación en explotación piloto
Presupuesto	<ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto estimado para el desarrollo: entre 880.000 € y 2M €. • Incluye personal técnico multidisciplinar, robot industrial, sensores, sistemas de visión, RFID, infraestructura, pruebas piloto y validación normativa
TRL	<ul style="list-style-type: none"> • TRL inicial declarado: 3-4 (concepto validado y componentes existentes por separado). • TRL objetivo: 6-7, mediante desarrollo de prototipo funcional y validación en entorno real de explotación.
Innovaciones propuestas	<p>Las propuestas recibidas plantean el desarrollo de soluciones tecnológicas basadas en la integración de diferentes familias de tecnologías avanzadas aplicadas al proceso de ordeño ovino, entre las que destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas robóticos orientados a la automatización de operaciones de ordeño en salas por lotes. • Tecnologías de visión artificial para la identificación y posicionamiento automatizado de los puntos de ordeño. • Sistemas automatizados de manipulación y preparación de pezoneras. • Mecanismos de gestión automatizada del flujo de animales e identificación individual del ganado.

Reto: Soluciones de automatización del ordeño ovino	
	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de control industrial y supervisión del proceso. • Plataformas digitales de gestión y análisis de datos orientadas a la monitorización productiva y sanitaria. • Arquitecturas modulares que permitan su adaptación a explotaciones existentes. • Visión artificial 2D y 3D mediante cámaras industriales. • Inteligencia artificial, basada en modelos de aprendizaje profundo (redes neuronales convolucionales) para detección anatómica. • Procesamiento de datos en tiempo real para generación de información espacial. • Integración con sistemas de automatización o asistencia robótica, sin limitarse a un tipo concreto de actuador.
Experiencia de las empresas	<ul style="list-style-type: none"> • Bosco Tecnoindustria S.L. aporta su experiencia en diseño, desarrollo e integración de soluciones robóticas industriales, con capacidad interna para ingeniería mecánica, electrónica, visión artificial e inteligencia artificial, aplicada a entornos exigentes. Dispone de equipo propio de desarrollo, laboratorio y experiencia previa en automatización modular. • Tecnologías de Ordeño, S.L., con más de 10 años de experiencia en robotización ganadera, aporta conocimiento del entorno real de las explotaciones, capacidad de instalación, adaptación, mantenimiento especializado y soporte técnico. Su red comercial y experiencia directa con ganaderos aseguran la orientación práctica y la viabilidad de mercado del sistema. • Fundación Cartif aporta su experiencia previa en el desarrollo de soluciones avanzadas de automatización aplicadas al ordeño en vacuno lechero, mediante la integración de visión artificial 3D, cámaras tridimensionales y modelos de aprendizaje profundo.

5.2 Conclusiones generales

En términos generales, la Consulta Preliminar al Mercado relativa al proyecto ARISTECH ha permitido confirmar el interés del mercado en el desarrollo de soluciones innovadoras orientadas a la automatización del ordeño ovino, si bien la participación ha sido limitada, habiéndose recibido dos propuestas, una propuesta conjunta presentada por Bosco Tecnoindustria S.L. y Tecnologías de Ordeño S.L., y una individual presentada por la Fundación Cartif.

Las propuestas recibidas evidencian una comprensión adecuada del reto planteado y aportan información relevante sobre las posibles aproximaciones tecnológicas para abordar las necesidades identificadas por ITACyL:

- Reducción de la dependencia de mano de obra en sala de ordeño.
- Adaptación a la realidad operativa de las salas por lotes existentes.
- Integración de tecnologías de robótica, visión artificial, identificación RFID y sistemas de control industrial.
- Incorporación de herramientas de digitalización y análisis de datos para mejorar la gestión productiva.

Las entidades participantes acreditan experiencia previa en robótica industrial, automatización de procesos y tecnología de ordeño, lo que permite identificar capacidades tecnológicas presentes en el mercado en ámbitos como la robótica, la automatización industrial y las tecnologías aplicadas al ordeño.

Si bien la participación ha sido inferior a la esperada en términos cuantitativos, las propuestas recibidas presentan un alto grado de desarrollo conceptual y una visión integral del sistema, lo que permite disponer de información suficiente para valorar la viabilidad de un eventual proceso posterior de Compra Pública de Innovación.

5.3 Conclusiones técnicas

De la interacción con el mercado y del análisis de la información recabada durante la Consulta Preliminar al Mercado, se confirma el potencial de desarrollo de soluciones de automatización y asistencia inteligente al ordeño ovino basadas en la integración de diferentes tecnologías avanzadas.

Entre las principales aproximaciones tecnológicas identificadas destacan:

- Sistemas robóticos aplicados a operaciones de ordeño en entornos ganaderos.
- Tecnologías de visión artificial orientadas a la identificación y posicionamiento automatizado de los puntos de ordeño.
- Sistemas automatizados de manipulación y preparación de pezoneras.
- Arquitecturas modulares de asistencia inteligente adaptables a salas de ordeño existentes.
- Sistemas de gestión del flujo de animales e identificación individual del ganado.
- Sistemas de control y supervisión industrial del proceso.
- Plataformas digitales de gestión y análisis de datos para la monitorización productiva y sanitaria.

El planteamiento técnico es coherente con el reto identificado y aborda de manera estructurada el principal cuello de botella del proceso: la colocación automática de pezoneras en un entorno de alta variabilidad morfológica y comportamiento gregario.

No obstante, se constata que:

- No existe en la actualidad una solución madura e integrada validada en condiciones reales de explotación para el contexto específico del ordeño ovino.
- La integración simultánea de robótica, visión artificial y manejo animal presenta un grado elevado de complejidad técnica.
- Será necesario un proceso de pruebas piloto prolongado para validar aceptación animal, fiabilidad operativa y mantenimiento de estándares higiénico-sanitarios.
- No se dispone aún de una modelización económica detallada que permita estimar con precisión el retorno de la inversión para distintos tamaños de explotación.

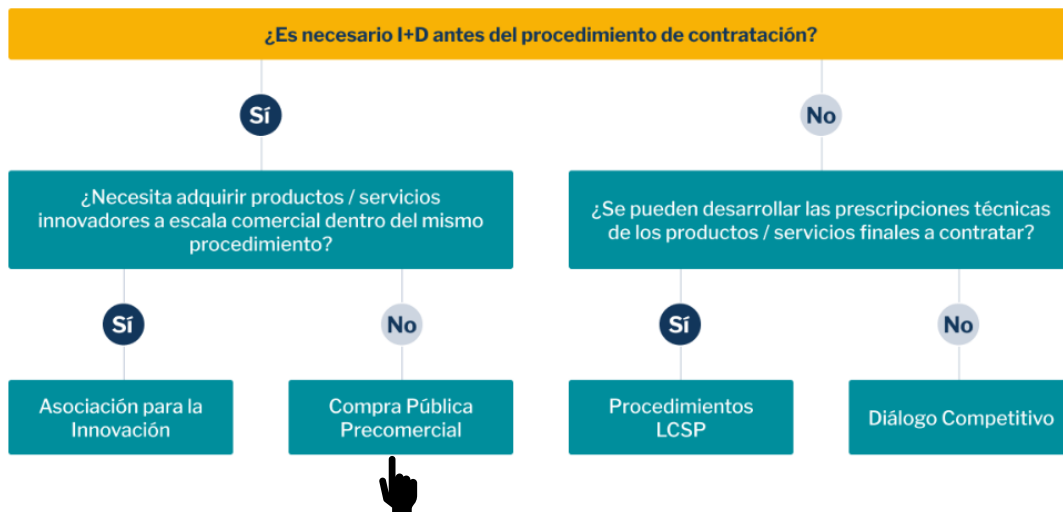
En consecuencia, en el marco de un eventual proyecto de Compra Pública de Innovación será necesario contemplar un proceso estructurado de desarrollo tecnológico que permita:

- Escalar el nivel de madurez tecnológica hasta TRL 6–7 mediante prototipo funcional y validación en explotación piloto.
- Validar en condiciones reales la reducción efectiva de intervención humana y el impacto en tiempos de ordeño.
- Evaluar el comportamiento del sistema de visión en entornos reales de suciedad, variabilidad morfológica e iluminación.
- Analizar la viabilidad económica del modelo en distintos escenarios de tamaño de rebaño.
- Garantizar el cumplimiento normativo en materia de seguridad de maquinaria, higiene alimentaria y bienestar animal.

En definitiva, los resultados de la CPM confirman que existen capacidades tecnológicas en el mercado para abordar el reto ARISTECH mediante desarrollos específicos, si bien la solución requiere un proceso de innovación estructurado con validación progresiva y gestión adecuada del riesgo tecnológico antes de su eventual despliegue comercial.

5.4 Mapa de demanda temprana

La información recabada del mercado ha sido útil para avanzar en la formulación de la estrategia de contratación y definir el alcance y los criterios técnicos de una eventual contratación.



Atendiendo al estado de madurez de la tecnología disponible, se opta por un procedimiento de contratación de Compra Pública Precomercial (CPP):

El proyecto tendrá como resultado principal un prototipo funcional de ordeño robotizado para ovino validado en entorno real (base para un futuro producto comercial).

En su desarrollo se obtendrán soluciones técnicas novedosas: algoritmos de visión artificial para localizar pezones ovinos, mecanismos robóticos adaptados a pequeños rumiantes y procesos automáticos de limpieza y desinfección de ubres. Estos avances podrían protegerse mediante patentes.

Tabla 4. Mapa de Demanda Temprana (MDT) del reto

Acción	TRL previsto	Plazo estimado publicación	Presupuesto estimado (sin IVA)
Licitación CPP (lote único)	6-7	2026	880.000€-2M€

Estructura de la CPP:



ANEXO: RESUMEN DE LAS PROPUESTAS

A continuación, se muestra un resumen de las propuestas presentadas en el marco de la Consulta Preliminar al Mercado relativa al reto ARISTECH: soluciones de automatización del ordeño ovino. Se conservará la confidencialidad respetando lo establecido en el artículo 115 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, apartado 3, conforme al cual durante el proceso de consultas el órgano de contratación no podrá revelar a los participantes las soluciones propuestas por otros operadores económicos, siendo estas únicamente conocidas íntegramente por dicho órgano.

Tabla 5. Resumen de la propuesta de Bosco Tecnoindustria S.L. y Tecnologías de Ordeño S.L.

Nombre entidad	Bosco Tecnoindustria S.L. y Tecnologías de Ordeño S.L.
Tipo entidad	Empresas privadas especializadas en robótica industrial y tecnología de ordeño
Descripción entidad	Bosco Tecnoindustria S.L. es una empresa especializada en robótica industrial y automatización avanzada, con experiencia en integración de sistemas mecánicos, electrónicos y de control en entornos productivos exigentes. Tecnologías de Ordeño S.L. aporta experiencia específica en sistemas de ordeño y en implantación de soluciones tecnológicas en explotaciones ganaderas.
Descripción propuesta	<p>Propuesta orientada al desarrollo de un sistema automatizado de ordeño ovino adaptado a explotaciones que operan mediante salas de ordeño por lotes. La solución plantea la integración de distintas tecnologías avanzadas con el objetivo de automatizar parcial o totalmente determinadas fases del proceso de ordeño, especialmente aquellas que actualmente requieren intervención manual. Entre las principales líneas tecnológicas contempladas se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas robóticos aplicados a operaciones de ordeño. • Tecnologías de visión artificial orientadas a la identificación y posicionamiento automatizado de los puntos de ordeño. • Sistemas automatizados de manipulación y limpieza de pezoneras. • Sistemas de gestión del flujo de animales e identificación individual del ganado. • Sistemas de control y supervisión industrial del proceso. • Plataformas de recogida y análisis de datos para la monitorización productiva y sanitaria. • La propuesta plantea un desarrollo progresivo que permita evolucionar desde un nivel de madurez tecnológica inicial hasta la validación de un prototipo funcional en condiciones reales de explotación. <p>La solución se plantea como un desarrollo progresivo, con TRL inicial 3–4 y objetivo de validación en entorno real (TRL 6–7).</p>
Tecnología (palabras clave)	<ul style="list-style-type: none"> - Robótica industrial - Visión artificial 2D/3D - RFID - Automatización industrial (PLC + SCADA) - Inteligencia artificial - Big data ganadero - Sistemas CIP - Arquitectura multianimal

Tabla 6. Resumen de la propuesta de Fundación Cartif

Nombre entidad	Fundación Cartif
Tipo entidad	Centro Tecnológico
Descripción entidad	<p>Fundación CARTIF es un centro tecnológico de investigación aplicada, constituido como fundación privada sin ánimo de lucro y surgido de la Universidad de Valladolid, especializado en el desarrollo de soluciones innovadoras para mejorar procesos, sistemas y productos empresariales. Aporta experiencia multidisciplinar en I+D+i en áreas como industria, agroalimentación, energía, medioambiente, salud, construcción e infraestructuras, con capacidades en tecnologías avanzadas, digitalización, eficiencia, economía circular y transferencia de conocimiento al tejido productivo.</p>
Descripción propuesta	<p>La propuesta plantea un sistema inteligente de apoyo a la colocación de pezoneras en salas de ordeño ovino, basado en visión artificial 3D e inteligencia artificial para detectar la ubre y los pezones y calcular su posición exacta en el espacio. La solución se concibe como una capa complementaria a los sistemas de ordeño existentes, flexible y adaptable a distintas configuraciones de sala, con el objetivo de facilitar la automatización, reducir la carga de trabajo del operario, disminuir la variabilidad humana y mejorar la eficiencia y regularidad del proceso.</p> <p>Entre las principales líneas tecnológicas contempladas se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visión artificial 2D y 3D mediante cámaras industriales. • Inteligencia artificial, basada en modelos de aprendizaje profundo (redes neuronales convolucionales) para detección anatómica. • Procesamiento de datos en tiempo real para generación de información espacial. • Integración con sistemas de automatización o asistencia robótica, sin limitarse a un tipo concreto de actuador. <p>La solución se plantea como un desarrollo progresivo, con TRL inicial 3–4 y objetivo de validación en entorno real (TRL 6–7).</p>
Tecnología (palabras clave)	<ul style="list-style-type: none"> - Robótica industrial - Visión artificial 2D/3D - Redes Neuronales Convolucionales

ANEXO: FORMULARIO DE PARTICIPACIÓN

1. DATOS DE LA PROPUESTA
Título de la propuesta:
Acrónimo:
Reto al que se presenta propuesta: <input type="checkbox"/> Soluciones de automatización del ordeño ovino
2. DATOS DE LA ENTIDAD PARTICIPANTE
Nombre de la Entidad:
<input type="checkbox"/> Persona física <input type="checkbox"/> Persona jurídica
Sector o ámbito de actividad:
Tipo de Entidad (Autónomo, Empresa privada, Empresa pública, Centro de Investigación, Universidad, Centro Tecnológico, Otro):
Año de constitución:
Propuesta conjunta de varias personas físicas o jurídicas: • Sí <input type="checkbox"/> • No <input type="checkbox"/>
Persona de contacto (Nombre, teléfono, e-mail):
Persona responsable del proyecto (Nombre, teléfono, e-mail):
Tamaño de su entidad en la actualidad (Nº de personas en plantilla): • 2024: • 2023: • 2022:
Facturación total de su entidad en los últimos 3 ejercicios (€): • 2024: • 2023:

- 2022:

¿Su entidad tiene facturación de tecnologías similares a las de la presente propuesta en últimos 3 ejercicios?

- **Sí**
- **No**

En caso de haber respondido SÍ a la pregunta anterior, diga cuál fue la facturación aproximada de tecnologías similares a las de esta propuesta en los últimos 3 ejercicios (dato agrupado de los 3 ejercicios):

¿Considera que su entidad dispone de certificaciones relevantes para acometer los retos que se propone?

- **Sí**
- **No**

En caso de haber respondido SÍ a la pregunta anterior, indique cuáles son esas certificaciones:

¿Ha realizado inversión en I+D en los últimos 3 ejercicios?:

- **Sí**
- **No**

En caso de haber respondido SÍ a la pregunta anterior, indique cuál ha sido el importe de dicha inversión en los últimos 3 ejercicios (dato agrupado de los 3 ejercicios):

¿Su entidad ha obtenido financiación pública de concurrencia competitiva para proyectos de I+D en alguno de los 3 últimos ejercicios?:

- **Sí**
- **No**

En caso de haber respondido SÍ a la pregunta anterior, indique el volumen de financiación captada en los últimos 3 ejercicios (dato agrupado de los 3 ejercicios):

Indique las capacidades tecnológicas que dispone para hacer frente al desarrollo de nuevas soluciones innovadoras:

¿Su entidad cuenta con experiencia en la ejecución de proyectos en el ámbito de las tecnologías señaladas en la propuesta o similares?

- **Sí**
- **No**

En caso de haber respondido SÍ a la pregunta anterior, indicar un breve resumen de la experiencia (ámbito, cliente, periodo de ejecución y breve descripción):

Para la necesidad planteada, aportar información detallada con relación a investigaciones, desarrollo de soluciones, publicaciones, etc., realizados o realizándose cuyo objeto sea similar al indicado.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Breve resumen de la propuesta de solución: especificación funcional y propuesta diferenciadora que dé respuesta a los siguientes requisitos del reto (máximo 1.250 caracteres).

Para proporcionar más información acerca de la idea propuesta o incluir documentación confidencial, utilizar anexos e identificarlos en el apartado 8 del formulario.

Su entidad, ¿tiene **experiencia** en desarrollos relacionados con el proyecto planteado? ¿Cuáles? Indicar: año de ejecución, tipo de proyecto (interno, para terceros, subvencionado, etc.), importe, breve descripción de los resultados:

Duración estimada para la ejecución de la propuesta planteada (meses). Se ruega detallar los plazos de cada una de las fases de ejecución del proyecto:

Coste estimado del desarrollo de su solución propuesta (€). Se ruega un desglose del alcance presupuestado (subdividir en la medida de lo posible por partidas de personal, materiales, subcontrataciones, viajes, otros componentes, etc.):

¿Cuáles son las **principales ventajas** de la solución propuesta?; ¿qué se conseguiría que las actuales soluciones de mercado no permiten alcanzar?:

Indique el **impacto** que generará el desarrollo de la solución propuesta (asistencial, socioeconómico, medioambiental, profesional u organizativo):

Beneficios aportados por la solución propuesta para otros agentes (máx. 850 caracteres):

4. I+D+i

Elementos de innovación (nuevas tecnologías entregadas y soluciones innovadoras) o Resultados de I+D esperados. Específicamente, diga cuáles son los elementos diferenciadores de su propuesta frente a los productos y servicios que se encuentran ya disponibles en el mercado (máx. 850 caracteres):

Además, se debe **contestar a las siguientes cuestiones**:

- ¿La solución es específica para ovino, o también para caprino, bovino, etc.?
- ¿La solución puede implantarse en explotaciones grandes/pequeñas/medias o solo es válida para un tipo de explotación? (incluir el rango de número de ovejas)
- ¿La solución es adaptable a cualquier sala de ordeño o específicamente para salas rotativas o lineales? (especificar)
- ¿Qué tecnologías concretas se proponen introducir? (robotización, IoT, IA, etc.)
- ¿Cuántas personas se estiman necesarias en la fase de ordeño con esta solución? (indicar ninguna, 1, 2...)
- ¿Nivel de ruido de la solución adicional a una sala de ordeño convencional? (indicar alto, medio, bajo)

Necesidades tecnológicas para la aplicación e implantación efectiva de su propuesta:

Nivel de madurez actual en el que se encuentra su solución propuesta y **nivel esperado** de llegada al final de la CPI (en caso de conocer el nivel de madurez tecnológica-TRL en el que se encuentra, indíquelo). Se puede especificar la madurez por módulo tecnológico o subsistema, en caso de poder diferenciarse:

- TRL 1: Idea básica
- TRL 2: Concepto o tecnología formulados
- TRL 3: Prueba de concepto
- TRL 4: Validación a nivel de componentes en laboratorio
- TRL 5: Validación a nivel de componentes en un entorno relevante
- TRL 6: Validación de sistema o subsistema en un entorno relevante
- TRL 7: Validación de sistema en un entorno real
- TRL 8: Validación y certificación completa en un entorno real
- TRL 9: Pruebas con éxito en entorno real

Nivel de madurez actual:

Nivel esperado:
Resultados de I+D+i que se espera generar (máx. 850 caracteres):
Identificar fases de integración con tecnologías y servicios pre-existentes, identificar posibles problemas o puntos de desarrollo:
Identificar las fases de pruebas y ensayos (en entornos reales del servicio público):
Indicar fases de validación, cualificación, certificación :
5. DESPLIEGUE
Indique las regulaciones y normativa asociada a la necesidad planteada:
Considera que existe alguna limitación o barrera específica para el despliegue del producto en el mercado. ¿Cuál?:
El alcance del proyecto planteado ¿es claro y factible?; ¿el servicio o producto se puede desarrollar en el plazo de tiempo previsto?:
¿Qué características del proyecto considera que son más importantes de cara a escalar TRL y conseguir un producto viable técnico-económicamente y comercializable?:
¿Cuál podría ser el modelo de negocio para iniciar la comercialización de la solución?:
¿Qué criterios considera importantes para evaluar las propuestas de solución?:
Sobre los Derechos de Propiedad Intelectual e Industrial (DPII) , a priori y por las características de su entidad, indique: <ul style="list-style-type: none"> • Si hay derechos de propiedad intelectual preexistentes (por parte de los proponentes o de terceros) al desarrollo propuesto o no los hay • Qué diferencias más importantes existen con otras patentes (si existen) • Si hay potencial riesgo de infringir algún DPI • Si durante el desarrollo se van a generar derechos de propiedad intelectual • Si se va a patentar la tecnología desarrollada en el proyecto • Si se va a permitir la divulgación científica de resultados de investigación obtenidos • Propuesta de política de gestión de los DPIs generados en el proyecto por parte de la entidad

Si no se ha indicado anteriormente, ¿se tienen limitaciones para compartir los DPII con el organismo contratante o para establecer un **royalty** sobre las ventas futuras de la solución propuesta?:

Sí

No

En caso de haber respondido Sí a la pregunta anterior, indique, ¿de qué tipo?

O, si no existen, ¿Qué rango de porcentajes considera que podría ser compartido con el organismo contratante?

Qué **otros aspectos** conviene resaltar en relación de los **DPIIs**:

¿Cuáles considera que son los principales **riesgos** del proyecto?:

Esta información, o parte de ella, se publicará en las conclusiones de la Consulta Preliminar al Mercado en aras de favorecer la colaboración entre los participantes, así como de estos agentes interesados que no hayan participado en la misma.

6. DECLARACIONES OBLIGATORIAS

Autorizo al Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL) al uso de los contenidos de las propuestas. Este uso se limitará exclusivamente a la posible inclusión de los contenidos en el proceso de definición de las líneas de trabajo, que se concretará en los posibles pliegos de los posibles procedimientos de contratación que se tramiten con posterioridad bajo la fórmula de Compra Pública de Innovación:

• **Sí**

• **No**

La propuesta presentada está libre de patentes comerciales, copyright o cualquier otro derecho de autor o empresarial que impida su libre uso por parte del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL) de cualquier otra empresa colaboradora en el desarrollo de futuros proyectos:

• **Sí**

• **No**

7. AUTORIZACIÓN DE USO DE DATOS PERSONALES

Importante: Autorizo al Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL) al almacenaje y difusión de los datos de contacto, a mantener accesible y actualizada la información necesaria, total o parcial, sobre la propuesta presentada y a divulgar la información o documentación técnica o comercial que, en su caso, no sea identificada como confidencial. Los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición pueden ejercerse en <https://www.itacyl.es/informacion-de-transparencia/politica-proteccion-datos>

- Sí
- No

8. RELACIÓN DE DOCUMENTACIÓN ADJUNTA APORTADA

En el caso de que los hubiese, indique la documentación que acompaña a su propuesta y que proporcione más información acerca de la idea propuesta.

Nombre del archivo	Breve descripción	Confidencial
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

ANEXO: INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

5.5 Resumen ejecutivo

“Este informe de vigilancia tecnológica se elabora con el objeto de validar el carácter innovador del proyecto **ARISTECH**, promovido por el ITACyL, orientado al desarrollo de **soluciones de automatización del ordeño ovino**. El proyecto persigue reducir de forma drástica la necesidad de mano de obra en sala (objetivo de máximo una persona por sala, independientemente de su tamaño), manteniendo el tiempo total de ordeño dentro de márgenes aceptables (no más del 50 % sobre la situación actual) y garantizando al mismo tiempo el bienestar animal, la calidad de la leche y la sostenibilidad económica de las granjas.”

El proyecto articula varios retos tecnológicos interrelacionados, centrados en la transformación del ordeño ovino hacia un modelo más automatizado, eficiente y orientado a la ganadería de precisión:

- **Automatizar las rutinas críticas de ordeño** en sistemas por lotes, incluyendo la colocación y retirada de pezoneras, la limpieza y sellado de ubres, reduciendo la intervención humana directa.
- **Incorporar tecnologías de ganadería de precisión y digitalización** para la monitorización individual de producción, salud de la ubre y bienestar, integrando sensores, plataformas de datos y herramientas de ayuda a la decisión.
- **Transferir y adaptar tecnologías** procedentes del vacuno lechero y de otros sectores potencialmente adaptables (robots de ordeño, brazos robóticos, visión 3D, algoritmos de conexión de pezoneras, analítica avanzada de datos) al contexto específico del ordeño ovino en sala por lotes.

Como objetivo funcional transversal, la iniciativa ARISTECH busca **mejorar de forma simultánea la eficiencia de la mano de obra, el bienestar de las ovejas**, liberando tiempo del ganadero para tareas de mayor valor añadido, disminuyendo la variabilidad entre turnos y reduciendo la penosidad y el esfuerzo físico asociadas al ordeño manual.

Palabras clave: Sheep robotic milking system, sheep milking robot, sheep robot milking parlour, sheep robot milking facility, sheep batch milking system, sheep, ewe, milking machine, milk yield, milking machine settings (vacuum level, pulsation rate, pulsation ratio, liner design, teat cup, batch milking), udder and teat morphology (udder depth, teat angle, cistern height, teat position, udder health), milking routine (cluster removal, machine stripping, automatic cluster removal, overmilking, milking interval), animal factors (milkability, adaptation, temperament, stress, lactation stage), milk quality (somatic cell count -SCC-, mastitis, disinfection, hygiene), milk recording, flock management

El informe incluye un análisis estructurado de **publicaciones científicas, proyectos nacionales e internacionales y patentes** relacionadas con la automatización del ordeño y la ganadería de precisión en pequeños rumiantes, así como con los sistemas de ordeño automático en vacuno que pueden servir de referencia. Se revisan trabajos sobre diseño y regulación de máquinas de ordeño para ovejas y cabras, efectos de las prácticas de ordeño mecánico sobre la salud de la ubre y el bienestar animal, optimización en laboratorio de

parámetros de máquina, impacto de la prestimulación automática, relación entre morfología de la ubre y facilidad de ordeño, y estudios sobre automatización y bienestar del ganadero en explotaciones con sistemas de ordeño automáticos. Paralelamente, se analizan proyectos como **Sm@RT, dAlry 4.0 y GO_AMSOS 360**, que aportan experiencias en ganadería de precisión, digitalización, selección genética adaptada a ordeño automatizado y uso de inteligencia artificial en sistemas automáticos de ordeño y alimentación.

En el ámbito de la propiedad industrial, se han identificado patentes clave que cubren desde **plataformas rotativas específicas para ovejas y cabras**, dispositivos de ordeño automático portátiles y soluciones de sala simplificadas, hasta **robots de ordeño avanzados** con brazos de rigidez adaptable, detectores ópticos y 3D de pezones, algoritmos probabilísticos de localización de pezones y estrategias de control adaptativo del brazo según la posición de las pezoneras y el comportamiento del animal. Estas tecnologías demuestran que la robotización del ordeño es una realidad consolidada en vacuno y emergente en pequeños rumiantes, pero también ponen de manifiesto que la mayoría de los desarrollos se ha diseñado para vacas y para sistemas de acceso voluntario, no para salas de ordeño de ganado ovino.

Ninguna de las iniciativas analizadas integra de manera completa los elementos que plantea ARISTECH, cuyo carácter diferenciador reside en:

- **El foco específico en ordeño ovino en salas por lotes**, considerando la morfología de la ubre ovina, el comportamiento altamente gregario del rebaño.
- **La combinación de automatización de rutinas en sala (colocación y retirada de pezoneras, tratamientos pre y post ordeño)** con la incorporación sistemática de sensores de vacío, flujo, orientados a reducir la intervención humana sin perder control del proceso.
- **La integración de tecnologías de ganadería de precisión y herramientas digitales de apoyo a la decisión**, inspiradas en proyectos como Sm@RT, dAlry 4.0 o GO_AMSOS 360, pero aplicadas específicamente al reto de organizar el trabajo en sala, detectar precozmente problemas de ubre y optimizar la eficiencia por persona y por sala.
- **La orientación a la transferencia y replicabilidad en granjas comerciales ovinas**, partiendo de la realidad tecnológica actual del sector, con el objetivo de evaluar soluciones tecnológicas disponibles en el mercado en las granjas de ovino.

En conjunto, el análisis del estado del arte confirma que, aunque existen numerosos componentes tecnológicos relevantes, desde mejoras de máquina de ordeño y pezoneras específicas hasta robots de ordeño altamente sofisticados y plataformas de datos avanzadas, **no se ha abordado de forma integral el desarrollo de una solución de automatización del ordeño ovino** que reúna todos los requisitos planteados en la consulta preliminar al mercado: reducción de mano de obra, mantenimiento y/u optimización del tiempo total de ordeño, bienestar animal, monitorización de la salud de la ubre y compatibilidad con las condiciones reales de las granjas de ovino lechero. ARISTECH se posiciona, así como una propuesta innovadora y necesaria para cubrir esta brecha tecnológica y avanzar hacia un modelo de ordeño más automatizado, eficiente y sostenible.

5.5.1 Análisis de publicaciones científicas

Tabla 7. Resumen de resultados_Publicaciones Científicas

Base de datos/Herramienta utilizada: SCOPUS/Búsqueda directa	
Palabras clave empleadas:	Todas las recogidas en el Resumen Ejecutivo
Resumen de resultados obtenidos: <p>Las publicaciones revisadas se centran principalmente en la optimización técnica del ordeño en ovino y caprino, analizando parámetros como el nivel de vacío, la pulsación, el diseño de las pezoneras y la configuración de las líneas de leche. Estos estudios demuestran que ajustes específicos para pequeños rumiantes permiten mejorar la eficiencia del ordeño, reducir el tiempo de extracción y disminuir problemas como la hiperqueratosis o las fluctuaciones de vacío.</p> <p>Un segundo grupo de trabajos aborda la relación entre las prácticas de ordeño, el comportamiento animal y la calidad higiénico-sanitaria de la leche. Se demuestra que factores como la estabilidad del vacío, la forma de conectar/desconectar las pezoneras y las características de las instalaciones influyen directamente en el estrés del animal, el riesgo de mastitis y la facilidad del ordeño. También se analizan la morfología de la ubre y la variabilidad entre razas, subrayando la necesidad de soluciones adaptadas al ovino y caprino y no simplemente transferidas del vacuno.</p> <p>Por último, varias publicaciones tratan sobre automatización y digitalización del ordeño, principalmente basadas en el vacuno. Aunque existen componentes tecnológicos avanzados (sensores de flujo, retirada automática, control electrónico), la literatura confirma que no existe un sistema integral completamente automatizado diseñado específicamente para pequeños rumiantes. Los estudios coinciden en que la integración completa de estas tecnologías constituye un vacío tecnológico que justifica el desarrollo del sistema propuesto.</p>	Número de publicaciones destacadas: 8

5.5.2 Análisis de proyectos

Tabla 8. Resumen de resultados_Proyectos

Base de datos/Herramienta utilizada: CORDIS/Búsqueda directa	
Palabras clave empleadas:	Todas las recogidas en el Resumen Ejecutivo
Resumen de resultados obtenidos: <p>Los proyectos analizados muestran un avance significativo hacia la digitalización y automatización del ordeño y manejo de pequeños rumiantes, integrando sensores, plataformas de datos y soluciones basadas en inteligencia artificial. Estas iniciativas buscan optimizar la eficiencia de las rutinas de ordeño, mejorar el bienestar animal y facilitar la toma de decisiones basada en datos, sentando las bases para sistemas semiautomatizados adaptados a ovejas y cabras. Las tecnologías revisadas permiten la monitorización individualizada de los animales, el seguimiento de producción,</p>	Número de proyectos destacados: 5

salud y comportamiento, y la gestión inteligente de lotes, favoreciendo la planificación y la estandarización de prácticas en explotaciones de distinto tamaño.

Paralelamente, se incorporan herramientas avanzadas de análisis y control basadas en datos y algoritmos predictivos, incluyendo la gestión integral de la información de producción, salud y genética. Estas soluciones facilitan la automatización de tareas críticas, como la medición de parámetros de leche y la detección temprana de incidencias, contribuyendo a la eficiencia operativa y sostenibilidad de las explotaciones. En conjunto, las iniciativas evidencian que el sector ovino y caprino está preparado para avanzar hacia sistemas de ordeño más tecnificados, seguros y sostenibles, que combinan monitorización inteligente, automatización parcial y toma de decisiones basada en datos.

5.5.3 Análisis de patentes

Tabla 9. Resumen de resultados_Patentes

Base de datos/Herramienta utilizada: ESPACENET, INVENES, GOOGLE PATENTS	
Palabras clave empleadas:	Todas las recogidas en el Resumen Ejecutivo
<p>Resumen de resultados obtenidos</p> <p>Las patentes analizadas reúnen un conjunto de tecnologías clave para avanzar hacia la automatización del ordeño en pequeños rumiantes, combinando robótica, visión artificial y sistemas inteligentes de control. Se observan desarrollos centrados en brazos robotizados capaces de colocar las pezoneras de forma autónoma, con mecanismos de rigidez ajustable y trayectorias adaptativas que mejoran la seguridad y la precisión durante la colocación de pezoneras, especialmente útiles en animales con mayor variabilidad morfológica o movimientos bruscos.</p> <p>Un segundo bloque relevante lo conforman las patentes basadas en sensores y visión avanzada, incluyendo cámaras 3D, dispositivos ópticos protegidos contra humedad y sensores para localizar pezones con mayor exactitud. Junto a ellos, aparecen soluciones que integran módulos automáticos de ordeño con identificación individual, medición continua del flujo de leche, retirada automática de pezoneras y sistemas automáticos de limpieza y sellado, conformando una arquitectura de ordeño más autónoma y estable.</p> <p>Finalmente, destacan varias patentes específicas para ovejas y cabras, que incorporan plataformas rotativas adaptadas, unidades compactas de ordeño automático y pezoneras diseñadas para la anatomía de pequeños rumiantes.</p>	<p>Número de patentes destacadas: 10</p>

5.6 Antecedentes y contexto

5.6.1 Antecedentes

La automatización del ordeño está viviendo una transformación profunda impulsada por la necesidad de reducir la dependencia de mano de obra, mejorar la eficiencia en sala y garantizar el bienestar animal. Aunque estas tecnologías han alcanzado un alto grado de madurez en el sector vacuno, su adaptación al ovino avanza de forma más reciente debido a desafíos propios de la especie, como la morfología de la ubre, que es menos uniforme que en la vaca y el comportamiento gregario. Aun así, en los últimos años han surgido soluciones específicas, como los separadores automáticos de pezoneras, y se ha intensificado el interés de empresas, centros tecnológicos y fabricantes por desarrollar sistemas más automatizados para ovejas y cabras.

En el ámbito internacional, empresas líderes del ordeño robotizado como DeLaval, GEA, Lely o BouMatic han desarrollado tecnologías avanzadas basadas en brazos robóticos para la colocación automática de pezoneras, cámaras 3D, sensores, visión artificial resistente a humedad y módulos automáticos de limpieza y sellado. Aunque estas soluciones están orientadas principalmente al vacuno, constituyen una base tecnológica sólida para su futura adaptación al ovino, y varios de estos fabricantes ya realizan ensayos preliminares o han mostrado interés en explorar versiones adecuadas para pequeños rumiantes. A ello se suman soluciones emergentes como [miRobot](#), que automatiza salas convencionales mediante brazos multipuesto, o las directrices de automatización desarrolladas en proyectos como [Milking Edge](#), que aportan aprendizajes valiosos sobre adopción y rendimiento de sistemas robotizados en entornos reales.

Junto a estos desarrollos de gran escala, empiezan a consolidarse soluciones específicas para ovino y caprino. Empresas como Greenoak, Delmer, Norwell Dairy Systems o Waikato han diseñado salas rotativas automatizadas, pezoneras adaptadas a pequeños rumiantes, sistemas de retirada automática de los conjuntos, sensores de flujo diseñados para producciones menores y módulos compactos que integran identificación electrónica y registro automático de producción. Algunas de estas soluciones permiten que un solo operario gestione grandes lotes de cabras u ovejas, demostrando el potencial de la automatización parcial mientras se avanza hacia modelos más autónomos. En paralelo, varios centros tecnológicos europeos trabajan en sistemas de monitorización individual, plataformas digitales de gestión del rebaño, visión artificial para detectar pezones y dispositivos de estimulación automática, constituyendo una base de conocimiento esencial para el rediseño de la sala de ordeño ovina.

En conjunto, el panorama actual refleja un ecosistema tecnológico en evolución, con grandes fabricantes impulsando la robotización completa, empresas especializadas desarrollando equipos adaptados a pequeños rumiantes y centros de investigación experimentando con sensores avanzados, nuevas pezoneras y algoritmos de visión artificial. Estas tendencias confirman que la automatización del ordeño ovino no solo es viable, sino que representa un paso natural dentro de la modernización del sector, especialmente en un contexto marcado por la escasez de mano de obra y la necesidad de operar salas más eficientes, seguras y capaces de ofrecer información detallada de cada animal.

5.6.2 Contexto

El proyecto **ARISTECH** se enmarca en el compromiso de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, a través del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL) por impulsar la modernización, digitalización y sostenibilidad del sector ovino lechero, un ámbito estratégico para la región que concentra más de la mitad de la producción nacional de leche de oveja. El sector enfrenta una combinación de retos estructurales, escasez de mano de obra, dificultades para el relevo generacional, reducción progresiva del número de explotaciones, que exige la adopción de soluciones tecnológicas capaces de mejorar la eficiencia operativa y garantizar la continuidad de las granjas.

En este contexto, el ITACyL lanza una **Consulta Preliminar al Mercado** con el objetivo de explorar soluciones de *automación del ordeño ovino*, orientadas a minimizar la intervención humana en la sala (máximo una persona), optimizando los tiempos y recursos dedicados al ordeño. La entidad busca tecnologías innovadoras que permitan rediseñar la rutina de ordeño, incorporando brazos robóticos o mecanismos automáticos de colocación de pezoneras, sistemas de apoyo a la limpieza y sellado de la ubre, sensores avanzados, monitorización individualizada y plataformas de supervisión digital del conjunto del proceso.

El proyecto **ARISTECH** persigue tres objetivos principales:

- En primer lugar, **definir y validar soluciones tecnológicas para automatizar las tareas críticas del ordeño**, como la identificación del animal, la colocación y retirada de las pezoneras, la limpieza pre-ordeño, el sellado posterior y la detección de incidencias relacionadas con la ubre. Se aspira a integrar técnicas de visión artificial, sensores 3D, algoritmos de reconocimiento anatómico y mecanismos robóticos adaptados a la morfología ovina, garantizando al mismo tiempo la suavidad del proceso y la estabilidad del flujo de trabajo.
- En segundo lugar, el proyecto se orienta a **mejorar la eficiencia de la mano de obra y optimizar la gestión del rebaño**, incorporando tecnologías de ganadería de precisión como collares o identificadores electrónicos, sensores de actividad y producción, módulos de medición en línea y sistemas de alerta temprana para mastitis e incorporación de sistemas de alerta de incidencias, que avisen del no ordeño de un animal, u ordeños incompletos. Estas herramientas permitirán ayudar la toma de decisiones, reducir la variabilidad asociada a la intervención humana y disponer de información fiable sobre cada animal en tiempo real.
- En tercer lugar, ARISTECH contempla la **integración de una arquitectura digital de supervisión y análisis**, capaz de recoger los datos generados por la sala, consolidarlos en una plataforma unificada y ofrecer indicadores de eficiencia, bienestar animal y calidad higiénico-sanitaria del proceso. Esta plataforma deberá facilitar el seguimiento del rebaño, la planificación de trabajos, la monitorización de tiempos de ordeño y la detección de desviaciones operativas.

Con el fin de garantizar la viabilidad operativa del sistema, la futura solución deberá contemplar varios requisitos técnicos:

- Compatibilidad con salas de ordeño de diferentes tamaños y configuraciones

- Automatización o semi-automatización de las fases clave de la rutina
- Reducción efectiva de la carga de trabajo del operario
- Mantenimiento de los niveles de calidad de leche y bienestar animal
- Integración con equipamiento existente y facilidad de limpieza y desinfección

Asimismo, la iniciativa se alinea con los avances observados en el mercado internacional, donde empresas como GEA, DeLaval, Lely, miRobot o Waikato trabajan en soluciones robotizadas, cámaras 3D, módulos automáticos de ordeño y plataformas digitales de gestión. Aunque estas tecnologías se han desarrollado principalmente para vacuno, su evolución reciente muestra un potencial creciente para su adaptación al ovino.

La solución tecnológica que se plantea deberá ofrecer una respuesta sólida a los retos propios del ordeño ovino: variabilidad anatómica de la ubre, ritmo de ordeño en lotes, necesidad de minimizar el estrés del animal, tiempos de conexión reducidos y gestión operativa eficiente. Además, deberá ser **modular, escalable, de bajo impacto en las instalaciones actuales y fácilmente replicable** en explotaciones de distinto tamaño, contribuyendo a avanzar hacia un modelo de producción más tecnificado, sostenible y atractivo para nuevas generaciones de ganaderos.

5.7 Objetivo del informe

El objetivo general del informe es el análisis y estudio de la situación actual de las tecnologías propuestas para dar respuesta a las necesidades planteadas por el ITACyL en el proceso de Compra Pública de Innovación. Para ello se analizarán y evaluarán las tecnologías emergentes y soluciones innovadoras vinculadas a la automatización del ordeño ovino, con especial atención a su aplicabilidad y proyección en el ámbito español.

A través de este trabajo se busca proporcionar una visión técnica y estratégica del estado actual de las tecnologías de ordeño mecánico y automatizado en ovino y caprino, identificando desarrollos recientes, casos de aplicación, enfoques piloto y propuestas en curso que puedan marcar tendencia en la transformación de las explotaciones hacia modelos de operación más eficientes, sostenibles, digitalizados y centrados en el bienestar animal.

El análisis se fundamenta en una **revisión cualitativa y cuantitativa de publicaciones científicas, proyectos de I+D+i, propuestas tecnológicas y experiencias reales**, prestando especial atención a aquellas soluciones que incorporan enfoques modulares, escalables y replicables.

Los resultados que se obtienen al realizar la vigilancia tecnológica son los siguientes:

- **Anticipar:** detectar las tendencias y la información estratégica de una manera temprana para adelantarse a los cambios del entorno
- **Minimizar:** reducir los riesgos tecnológicos vinculados a la innovación mediante la detección temprana de cambios y amenazas del sector
- **Comparar:** contrastar los aspectos de la tecnología con los antecedentes
- **Colaborar y cooperar:** detectar oportunidades de colaboración con socios estratégicos
- **Innovar:** localizar ideas de mejora para la tecnología

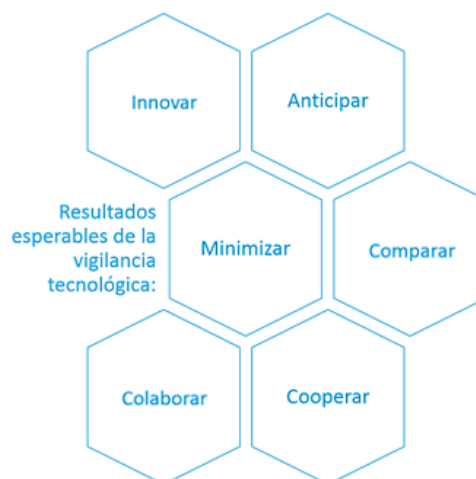


Figura 1. Resultados de la vigilancia tecnológica. Fuente: #MoocVT

Área de estudio: Automatización del ordeño ovino, soluciones robóticas, sistemas de apoyo digital y métodos de monitorización orientados a reducir la intervención humana y mejorar la eficiencia del proceso.

5.8 Metodología de búsqueda

La metodología de búsqueda queda dividida en las siguientes fases:

En la **primera fase** se define exactamente la tecnología en cuestión, junto con su campo de aplicación y la identificación de los factores críticos. Esta tarea se realiza en conjunto con los técnicos responsables de las áreas implicadas en la ejecución del Informe de Vigilancia Tecnológica.

Se realiza un primer estudio de los puntos clave del informe y un análisis inicial de la información proporcionada; junto con esto, se lleva a cabo un análisis del estado del arte general de las soluciones desarrolladas y ejecutadas en el área de la tecnología en cuestión. Para ello, se emplea la herramienta [Orbit Insight](#) que permite analizar la evolución histórica de la innovación en el campo de búsqueda introducido y ofrece un análisis de los principales registros localizados mediante la búsqueda algorítmica por palabras clave en el marco de la innovación.

La **segunda fase** toma en consideración las líneas y los puntos focales propuestos en el análisis inicial, ampliándolo mediante tres búsquedas con mayor nivel de profundidad. Las búsquedas están basadas en el estudio de los siguientes registros:

- Publicaciones científicas
- Proyectos
- Patentes

La **tercera fase** consiste en el análisis por parte de los técnicos responsables de las áreas implicadas y, en caso necesario, se llevará a cabo una redefinición de alguno de los objetivos.

La **cuarta fase** consiste en la elaboración del informe final por parte del equipo de trabajo en base a los comentarios de la revisión anterior.

5.9 Características generales de la necesidad

La automatización del ordeño ovino representa una necesidad estratégica para garantizar la sostenibilidad productiva, económica y social del sector ovino lechero en Castilla y León. La escasez de mano de obra, el envejecimiento del colectivo ganadero, las dificultades para atraer nuevos profesionales y la dedicación de tiempo y trabajo asociada al ordeño convierten esta tarea en uno de los principales cuellos de botella de las explotaciones. Este escenario dificulta la continuidad de las granjas y compromete la competitividad del sector en un contexto en el que otros ámbitos ganaderos, especialmente el vacuno lechero, ya han avanzado hacia modelos altamente tecnificados y automatizados.

Las limitaciones actuales de las salas de ordeño ovinas incluyen la dependencia intensiva de operarios, la elevada variabilidad humana en la colocación y retirada de las pezoneras, la falta de herramientas digitales para monitorizar el proceso en tiempo real y la inexistencia de sistemas avanzados de soporte a la toma de decisiones.

El proyecto ARISTECH nace para responder a esta necesidad, promoviendo el desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas disruptivas que permitan reformular la rutina del ordeño ovino mediante el uso de robótica, visión artificial, sensorica avanzada, automatización de tareas críticas y plataformas digitales de análisis. El objetivo es dotar al sector de herramientas que reduzcan la dependencia de mano de obra, aumenten la eficiencia del proceso y garanticen un manejo más preciso, homogéneo y orientado al bienestar del animal.

5.10 Necesidad no cubierta

A pesar de los avances logrados en el desarrollo de tecnologías de ordeño mecánico y en la digitalización del manejo ganadero, persisten necesidades críticas que aún no cuentan con soluciones adaptadas al ovino lechero. Entre las principales carencias identificadas se encuentran:

- **Ausencia de sistemas automatizados para la colocación y retirada de pezoneras adaptados al ovino.** Aunque existen tecnologías robóticas avanzadas en el vacuno, su traslado directo no es viable debido a diferencias anatómicas, variabilidad morfológica de la ubre y comportamiento gregario. No existen robots específicamente diseñados para operar a la velocidad, precisión y ergonomía que exige el ordeño en lotes de ovejas.
- **Falta de herramientas de visión artificial y sensorización específicas para pequeños rumiantes.** Las tecnologías actuales de localización de pezones, cámaras 3D y sensores TOF están desarrolladas para animales de mayor tamaño y requieren adaptaciones técnicas significativas. El sector carece de soluciones robustas capaces de identificar con fiabilidad la posición de la ubre en ovejas en movimiento o de detectar incidencias en tiempo real durante el ordeño.
- **Limitada automatización de las rutinas previas y posteriores al ordeño.** Procesos como la limpieza de la ubre, la estimulación previa, el sellado posterior o la detección de ordeño incompleto continúan dependiendo de la intervención manual. Estas

rutinas, aunque repetitivas, son esenciales para la calidad de la leche y el bienestar del animal, pero no cuentan con sistemas automáticos integrados en salas ovinas.

- **Escasa integración digital en las explotaciones ovinas.** Aunque existen plataformas de ganadería de precisión para registrar actividad, producción o salud, su implantación en ovino es reducida y no están conectadas con el equipamiento de ordeño. La falta de sistemas unificados de tratamiento de datos limita la capacidad de gestionar el rebaño de forma predictiva y dificulta la toma de decisiones basada en indicadores objetivos.
- **Inexistencia de soluciones replicables y escalables que permitan operar salas con un solo trabajador.** La automatización parcial disponible no permite alcanzar el objetivo de reducir la dotación operativa sin incrementar tiempos o comprometer la calidad higiénico-sanitaria. El sector necesita tecnologías que integren sensores, robótica ligera y plataformas digitales en un diseño cohesionado y viable económicamente.

Abordar estas necesidades no cubiertas es esencial para impulsar la modernización del sector ovino lechero. La implementación de soluciones tecnológicas integradas permitirá reducir la carga de trabajo, mejorar la eficiencia del ordeño, asegurar la calidad de la leche y avanzar hacia modelos productivos más resilientes, sostenibles y atractivos para nuevos profesionales.

5.11 Principales barreras y puntos críticos al desarrollo tecnológico

La adopción de tecnologías emergentes para la automatización del ordeño ovino, incluyendo brazos robóticos, sistemas avanzados de visión artificial, sensores especializados, automatización de rutinas y plataformas digitales de supervisión, presenta una serie de barreras que dificultan su implantación efectiva en las explotaciones actuales. Estas barreras pueden agruparse en dos grandes categorías: operativas y tecnológicas.

5.11.1 BARRERAS OPERATIVAS

Las barreras operativas están relacionadas con la organización del trabajo, la capacidad de adaptación del sector, la disponibilidad de conocimiento especializado y la aceptación de tecnologías disruptivas dentro de un ámbito tradicionalmente intensivo en mano de obra. En el caso de ARISTECH, estas barreras se acentúan debido a que la robotización del ordeño ovino constituye un campo prácticamente inexplorado a nivel comercial.

- **Resistencia al cambio por parte de ganaderos y operarios,** acostumbrados a rutinas manuales y a la intervención directa en la sala. La introducción de sistemas robotizados puede generar incertidumbre respecto a la fiabilidad, el control del proceso y la dependencia de equipos complejos.
- **Escasa formación técnica especializada en automatización del ordeño ovino,** ya que la mayor parte de la capacitación disponible se centra en tecnologías de vacuno robotizado. La ausencia de programas formativos adaptados dificulta la adopción y mantenimiento de soluciones avanzadas.

- **Brecha digital y limitada experiencia en el uso de plataformas de datos**, sensores y sistemas predictivos. Muchas explotaciones ovinas carecen de conectividad estable, software de gestión o dispositivos electrónicos integrados con la sala.
- **Reticencias derivadas del bienestar animal**, especialmente cuando se introducen mecanismos robóticos en animales más sensibles o con variabilidad morfológica alta. La aceptación de soluciones automáticas requiere demostrar seguridad, suavidad de operación y ausencia de estrés adicional.
- **Heterogeneidad de las explotaciones ovinas**, tanto en tamaño como en antigüedad de instalaciones, lo que dificulta estandarizar una solución única y condiciona su implantación, escalabilidad y coste.

5.11.2 BARRERAS TECNOLÓGICAS

Las barreras tecnológicas se relacionan con el desarrollo, validación y adaptación de soluciones robóticas y digitales al contexto real del ordeño ovino, así como con las limitaciones físicas y mecánicas propias de la especie y de las salas actuales.

- **Limitada compatibilidad entre tecnologías de vacuno y ovino**, ya que los robots comerciales existentes están diseñados para vacas individuales, no para ovejas en lotes. Adaptar brazos robóticos, cinemática, posicionamiento y algoritmos de visión requiere rediseñar componentes clave.
- **Insuficiente madurez tecnológica en algunas piezas fundamentales**, como los sistemas de visión 3D para ubres pequeñas, sensores robustos para detectar pezones en movimiento o pezoneras específicas para razas con variación anatómica elevada. Estas tecnologías aún están en fase experimental para pequeños rumiantes.
- **Dificultad para integrar robótica con salas de ordeño tradicionales**, construidas para manejo manual. La automatización exige rediseñar flujos, posiciones de los animales, alturas de trabajo, accesos del robot y zonas de intervención, lo que puede requerir reformas profundas y costosas.
- **Alta sensibilidad del bienestar animal ante errores de conexión o tiempos prolongados**, lo que exige soluciones extremadamente precisas y rápidas. Un fallo en la colocación de pezoneras o un posicionamiento incorrecto puede causar dolor, rechazo o estrés, comprometiendo la viabilidad del sistema.
- **Costes elevados de los componentes robóticos y ópticos**, especialmente en brazos robotizados de precisión, cámaras industriales y sensores avanzados. El retorno de inversión puede ser limitado para explotaciones medianas si no se desarrollan soluciones modulares, escalables y ajustadas a la realidad económica del sector ovino.

Superar estas barreras es esencial para avanzar hacia un modelo de ordeño ovino automatizado, capaz de reducir la carga de trabajo, mejorar la eficiencia operativa y reforzar el bienestar animal. El éxito de esta transición requiere combinar innovación tecnológica con formación especializada, rediseño de instalaciones, validación en campo y modelos de financiación que faciliten su adopción en un sector estratégico para Castilla y León.

5.12 Características de las soluciones buscadas

5.12.1 Objetivos y características específicas

Las soluciones tecnológicas buscadas para el proyecto **ARISTECH** deberán dar respuesta a los retos planteados en la Consulta Preliminar al Mercado del ITACyL y alinearse con las necesidades operativas, productivas y de bienestar animal del sector ovino lechero. En concreto, las soluciones deberían tratar de abordar los siguientes aspectos:

- **Reducir la intervención humana en la sala de ordeño**, garantizando que el proceso pueda desarrollarse con un máximo de una persona independientemente del tamaño del lote, optimizando el tiempo y los recursos dedicados al ordeño.
- **Automatizar parcial o totalmente la colocación y retirada de pezoneras**, mediante brazos robóticos, mecanismos autónomos o sistemas semiautomáticos de asistencia, asegurando una conexión rápida, suave y precisa adaptada a la morfología de la ubre ovina.
- **Integrar tecnologías de visión artificial y sensorización avanzada** para la localización fiable de pezones, el seguimiento del animal durante el ordeño, la detección de ordeño incompleto y la identificación temprana de incidencias.
- **Incorporar sistemas automáticos o semiautomáticos para la limpieza pre-ordeño y el sellado posterior**, garantizando condiciones higiénico-sanitarias óptimas, minimizando riesgos de mastitis y reduciendo la variabilidad entre turnos de trabajo.
- **Contemplar módulos de monitorización individualizada**, capaces de registrar producción por oveja, calidad de la leche, flujo, conductividad, tiempo de ordeño y parámetros asociados al bienestar animal, facilitando la toma de decisiones y la gestión del rebaño.
- **Asegurar la escalabilidad del sistema** a diferentes tamaños y configuraciones de salas de ordeño ovinas (espina de pescado, rotativas, paralelas), garantizando la adaptabilidad a instalaciones existentes sin requerir reformas estructurales de gran envergadura.
- **Integrar capacidades de análisis de datos en tiempo real**, con plataformas digitales que permitan visualizar indicadores clave, generar alertas automáticas, analizar tendencias y apoyar la planificación operativa del ordeño.
- **Velar por el bienestar animal en todo el proceso**, evitando sobreordeño, reduciendo el estrés durante la conexión de pezoneras, asegurando la ergonomía del sistema y proporcionando un ambiente calmado y con niveles de ruido adecuados.
- **Garantizar la compatibilidad con requisitos higiénicos y de limpieza**, incluyendo diseño sanitario, materiales lavables, ciclos automáticos de lavado y sistemas de desinfección integrados para las partes que entran en contacto con la ubre o la leche.

- **Permitir una fácil operación y mantenimiento**, con interfaces intuitivas, formación mínima requerida y componentes modulares que faciliten la sustitución y reparación sin interrumpir la actividad de la sala.
- **Constituir una solución replicable, interoperable y viable económicamente**, capaz de adaptarse a explotaciones de distintos tamaños y con diferentes niveles de tecnificación, facilitando su escalado a nivel regional.

5.13 Resultados del ejercicio de vigilancia tecnológica (tendencias)

La vigilancia tecnológica conlleva una serie de procesos cuyo objetivo es definir el ambiente tecnológico en el que han de competir las tecnologías, en un tiempo próximo, mediante el análisis de información tecnológica, para así poder adelantarse a los acontecimientos y mantenerse en competencia en el mercado. Ayuda a visualizar la **información estratégica y los datos relevantes** para el desarrollo competitivo de la tecnología, garantizando a su vez que no se incurre en desarrollos ya existentes.

Se realiza una búsqueda conjunta en Insight Orbit que permite tener una idea aproximada del número de registro por tipología analizada (noticias, patentes, subvenciones, publicaciones, marcas, etc.). La búsqueda principal para este proyecto coincide con la realizada para el Apartado de Antecedentes y Contexto, por lo que no se repetirán los resultados encontrados en este apartado.

5.13.1 Resultados del análisis de publicaciones científicas

El análisis en base de publicaciones científicas e investigaciones proporcionará una idea general de las tendencias relacionadas con la tecnología en materia de investigación. Es importante destacar para esta búsqueda los retrasos existentes en la difusión de dichas publicaciones, es decir, el tiempo que tardan en hacerse públicas. Por tanto, este análisis servirá como base del estudio del crecimiento y evolución de la tecnología.

Se emplean para este análisis la base de datos SCOPUS para obtener una visión general de las tecnologías asociadas al proyecto:

Tabla 10. Bases de datos y herramientas (fuentes) de información_Análisis de publicaciones y registros científicos

Base de datos/Herramienta utilizada: SCOPUS		
Descripción:	Base de datos masiva de literatura académica que permite a los usuarios acceder a la información, cruzarla con otras fuentes y mantenerse al día con las nuevas investigaciones a medida que salen a la luz.	
Palabras clave empleadas:	Todas las recogidas en el Resumen Ejecutivo	
Periodo de estudio:	Sin delimitar	
Resumen de resultados obtenidos	Número de registros: 2636 documentos	Otros aspectos destacables: Se han realizado también búsquedas independientes en los buscadores de determinadas universidades

Para el análisis cualitativo de la literatura recopilada, se han considerado exclusivamente las publicaciones que aportan información técnica directamente relacionada con el objetivo central del proyecto: evaluar el grado de madurez de las tecnologías aplicables a la automatización del ordeño en pequeños rumiantes y determinar si existe en el mercado un sistema equivalente al que se pretende desarrollar. Las publicaciones seleccionadas abarcan desde estudios experimentales muy específicos sobre parámetros de máquina (vacío, pulsación, diseño de pezoneras y configuración de líneas) hasta trabajos centrados en bienestar animal, salud de ubre y eficiencia de sala, así como literatura reciente sobre sistemas de ordeño automático (AMS) y plataformas de digitalización aplicadas al sector lechero.

En conjunto, los trabajos revisados confirman un avance significativo en la modernización del ordeño de ovejas y cabras, especialmente en lo relativo al diseño, regulación y optimización de las máquinas de ordeño convencionales. La literatura muestra una fuerte convergencia en que la regulación fina del nivel de vacío, la frecuencia y relación de pulsación, el diseño anatómico de las pezoneras y la elección entre líneas de leche altas o bajas son determinantes para **reducir el tiempo de ordeño, mejorar la estabilidad del vacío, minimizar la aparición de hiperqueratosis y disminuir el riesgo de sobreordeño**. Publicaciones como las pruebas de laboratorio sobre pezoneras con entrada de aire o los estudios de prestimulación automática evidencian que los ajustes técnicos orientados a pequeños rumiantes están cada vez más definidos, lo que supone una base necesaria, pero no suficiente, para abordar procesos más automatizados.

Un segundo bloque importante de publicaciones se centra en cómo las prácticas de ordeño y el diseño funcional de la sala afectan el comportamiento del animal y la calidad higiénico-sanitaria de la leche. Los estudios sobre reacciones de ovejas durante el ordeño y los análisis de los factores de riesgo de mastitis demuestran que pequeñas variaciones en la rutina, en la conexión/desconexión del conjunto o en la estabilidad del vacío tienen efectos medibles tanto en el estrés del animal como en el recuento de células somáticas de la leche. Estos resultados son especialmente relevantes para el proyecto, ya que refuerzan la idea de que **un futuro**

sistema semiautomatizado debe integrar sensores capaces de monitorizar el flujo, detectar el final de ordeño y evitar de forma automática el sobreordeño, reduciendo así la dependencia del operario y la variabilidad entre turnos.

En paralelo, la literatura sobre morfología de la ubre y facilidad del ordeño confirma que existe una elevada variabilidad anatómica entre razas y entre individuos, lo que dificulta la implementación directa de tecnologías procedentes del vacuno. Los estudios señalan que la adaptación a ovino-caprino requiere **pezoneras específicas, algoritmos de control calibrados para flujos más bajos y un diseño de sala que respete el comportamiento gregario**, aspectos que actualmente no se integran en un único sistema comercial plenamente automatizado.

Respecto a la automatización avanzada, varias publicaciones analizan **sistemas de ordeño automático (AMS)** pero centrados en vacuno, donde actualmente se encuentra la mayor madurez tecnológica. Estos estudios muestran que, incluso en sistemas robotizados, persisten problemas como bimodalidad del flujo y fluctuaciones irregulares del vacío, lo que confirma que **la robotización requiere un control muy preciso del comportamiento dinámico del vacío y del flujo de leche**, áreas donde las máquinas de pequeños rumiantes aún dependen de regulaciones manuales o semiautomáticas. Asimismo, la literatura sobre automatización y digitalización en ganaderías lecheras describe beneficios claros, reducción de carga física, registro automático, supervisión remota, pero señala también nuevas necesidades de mantenimiento, configuración y soporte técnico.

La literatura muestra componentes aislados, principalmente en estudios experimentales o adaptaciones de tecnologías del vacuno, pero **no un sistema integral validado para pequeños rumiantes**. En consecuencia, los trabajos revisados confirman que el sector dispone ya de **módulos tecnológicos suficientemente maduros** (sensores de flujo, retirada automática, control electrónico de pulsación, plataformas PLF), pero **su integración en una solución completa, adaptada a la morfología y comportamiento del ovino/caprino, aún no ha sido resuelta**. Los autores coinciden en que la automatización total del ordeño en ovino y caprino requiere diseños específicos que actualmente **no están disponibles comercialmente**, lo que valida la pertinencia y necesidad de la solución planteada en el proyecto.

5.13.2 Resultados del análisis de proyectos

De manera adicional a los requisitos del proyecto, se propone realizar un estudio de proyectos que estén trabajando con la tecnología en cuestión o alguna de las relacionadas.

El estudio de proyectos permitirá obtener una visión no solo de lo desarrollado hoy en día, sino también de aquellos desarrollos que siguen en proceso y hasta donde se espera que lleguen eventualmente. Además, el empleo de la base de datos [CORDIS](#) proporciona una visión más cercana a la aplicación de los fondos públicos a nivel europeo.

Se empleará la misma tabla que en el apartado anterior para dar a conocer la estrategia y los resultados de búsqueda:

Tabla 11. Bases de datos y herramientas (fuentes) de información_Análisis de proyectos

Base de datos/ Herramienta utilizada: CORDIS/ Búsqueda directa		
Descripción:	Los proyectos seleccionados muestran avances en digitalización y automatización del manejo y ordeño de pequeños rumiantes, combinando sensores, plataformas de datos, inteligencia artificial y técnicas de ganadería de precisión. Destacan iniciativas centradas en la monitorización individual de animales, control ambiental, identificación electrónica y optimización de prácticas de manejo, así como en la incorporación de robótica, análisis de datos y herramientas de gestión integral, ofreciendo aprendizajes sobre automatización, toma de decisiones basada en información y mejora genética. En conjunto, evidencian un sector en camino hacia explotaciones más tecnificadas, eficientes y sostenibles, con capacidad para implementar sistemas de ordeño parcialmente automatizados y monitorizados.	
Palabras clave empleadas:	"Automation milking" / "Robotic milking system" / "Milking Robot"	
Periodo de estudio:	Sin delimitar	
Resumen de resultados obtenidos	Número de registros: Diferente según la BBDD empleada (entre 5 y 10)	Otros aspectos destacables: Se han realizado búsquedas directas de empresas y proveedores de tecnología

Los proyectos revisados muestran un panorama tecnológico en evolución hacia la digitalización y automatización de la gestión del ordeño y el manejo de pequeños rumiantes, apoyándose en la integración de sensores, plataformas de datos y soluciones de inteligencia artificial. En conjunto, estas iniciativas buscan optimizar la eficiencia de las rutinas de ordeño, mejorar el bienestar animal y facilitar la toma de decisiones basadas en datos, avanzando hacia modelos de explotación más tecnificados y sostenibles.

Entre los proyectos centrados específicamente en pequeños rumiantes, destaca el proyecto **Sm@RT**, que aborda la digitalización de explotaciones ovinas y caprinas mediante la incorporación de sensores, identificación electrónica, monitorización de parámetros ambientales y de comportamiento, y herramientas de gestión de datos. Estas iniciativas facilitan la supervisión individualizada de los animales, el seguimiento de la producción y la salud, y la optimización de prácticas de manejo, creando una base tecnológica sólida para futuras soluciones de ordeño parcialmente automatizadas.

Por otro lado, proyectos como **dAIry 4.0** y **GO_AMSOS 360** aportan referencias de alta tecnología provenientes del vacuno, que pueden adaptarse al ovino y caprino. **dAIry 4.0** integra inteligencia artificial, robótica y análisis de datos para individualizar procesos de ordeño y alimentación, ofreciendo aprendizajes relevantes sobre el uso de sensores, algoritmos predictivos y toma de decisiones basada en datos. **GO_AMSOS 360**, en paralelo, desarrolla herramientas digitales de gestión 360 que conectan información de producción, salud y genética, potenciando la sostenibilidad de las explotaciones con ordeño automatizado y apoyando decisiones estratégicas orientadas a la mejora genética y eficiencia operativa. En conjunto, estos cinco proyectos evidencian que el sector está avanzando hacia soluciones

tecnológicas integrales que combinan monitorización inteligente, automatización parcial y digitalización de la información, creando un marco de referencia para el desarrollo de sistemas de ordeño más eficientes y sostenibles en ovino y caprino.

5.13.3 Resultados del análisis de patentes y marcas

En la mayoría de los casos, el estudio de patentes y marcas es el más relevante para discernir la novedad de una tecnología analizada. Supone la mayor colección de información técnica y, en el caso de no consultar las bases de datos de patentes para la Vigilancia tecnológica, se estima que se descarta en torno al 55% de toda la información.

Las patentes proporcionan una información temprana de productos y tecnologías previamente a su comercialización, sobre todo de cara a las empresas líderes, que suelen proteger su I+D, por lo que se convierten en un buen medio para el estudio de tendencias.

Para este caso en particular, se empleó en primer lugar el buscador INVENES de la Oficina Española de Patentes y Marcas y, posteriormente, se realizó una búsqueda a nivel internacional mediante el buscador Espacenet. En la Tabla 12 se recogen los datos de la búsqueda.

Tabla 12. Bases de datos y herramientas (fuentes) de información_Análisis de patentes y marcas

Base de datos/ Herramienta utilizada: INVENES, ESPACENET, GOOGLE PATENTS	
Descripción:	<p>INVENES está desarrollada por la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) y permite la búsqueda de información sobre patentes y modelos de utilidad españoles y latinoamericanos, así como sobre diseños industriales españoles.</p> <p>Espacenet ofrece acceso gratuito a más de 80 millones de documentos de patentes de todo el mundo y contiene información sobre los inventos y desarrollos técnicos desde 1836 hasta hoy.</p> <p>GOOGLE PATENTS, por su parte, permite consultar patentes y solicitudes de patentes de diversas oficinas internacionales, incluyendo textos completos y esquemas técnicos, con una interfaz accesible y herramientas de búsqueda avanzada.</p>
Palabras clave empleadas:	Todas las recogidas en el Resumen Ejecutivo
Periodo de estudio:	Sin delimitar

Las patentes analizadas abarcan un conjunto amplio de tecnologías orientadas a la automatización del ordeño y a la mejora de la eficiencia operativa en explotaciones lecheras, con especial interés para su futura adaptación al ovino y caprino. En conjunto, estas innovaciones avanzan hacia sistemas más seguros, precisos y capaces de reducir la intervención humana, incorporando robótica, visión artificial, sensores avanzados y control inteligente de la rutina de ordeño.

Entre las tecnologías más destacadas se encuentran los **brazos robóticos de colocación de pezoneras**, presentes en varias de las patentes estudiadas. Estas soluciones incluyen

manipuladores con trayectorias adaptativas, mecanismos con rigidez variable y sistemas de control que ajustan la respuesta del brazo según el comportamiento del animal. La capacidad del robot para corregir su movimiento ante patadas o desplazamientos imprevistos constituye un avance relevante para futuras aplicaciones en ovino, donde la variabilidad en tamaño, agilidad y disposición del animal presenta desafíos mayores que en vacuno.

Otro bloque tecnológico clave está formado por las patentes que desarrollan **sistemas de visión y localización precisa de pezones**, fundamentales para cualquier solución de ordeño robotizado. Se identifican diseños basados en cámaras 3D, sensores ópticos protegidos contra humedad, capaces de generar mapas detallados de la ubre y facilitar una colocación más rápida y exacta de las pezoneras. La integración de algoritmos de filtrado y dispositivos anti-condensación permite mantener un rendimiento estable en entornos de humedad y suciedad, condiciones habituales en las salas de ordeño.

Asimismo, varias patentes proponen **nuevas arquitecturas de sistemas de ordeño automático**, combinando módulos de ordeño, unidades de control independientes y sensores avanzados de flujo, composición y calidad de la leche. Algunas de ellas incorporan dispositivos capaces de generar múltiples posiciones candidatas para cada pezón, evitando interferencias y reduciendo errores de conexión. Otras plantean la sincronización del ordeño con la alimentación mediante estrategias automáticas que prolongan el suministro de pienso hasta completar una secuencia óptima, lo que contribuye a mejorar el flujo de animales y estabilizar la operación del sistema.

En el ámbito específico de los pequeños rumiantes, destaca la presencia de patentes que desarrollan **sistemas de ordeño automático para ovejas y cabras**, incluyendo plataformas rotativas específicas y unidades compactas con mecanismos automáticos de sujeción, limpieza y extracción de leche. Estas soluciones presentan elementos pensados para la morfología de ovejas y cabras, como brazos telescópicos ajustables, pezoneras ligeras y sistemas de limpieza integrados, lo que evidencia un creciente interés industrial por automatizar este segmento productivo tradicionalmente dependiente de mano de obra intensiva.

Finalmente, el análisis pone de manifiesto la convergencia entre estas tecnologías de automatización y la gestión inteligente de la sala de ordeño. La combinación de sensores, algoritmos de decisión y controladores capaces de adaptar el comportamiento del robot al ritmo de ordeño de cada animal constituye un avance decisivo hacia sistemas autónomos. Aunque la mayoría de desarrollos se originan en el vacuno, su adaptación al ovino y caprino es técnicamente viable siempre que se ajusten la cinemática del brazo, la geometría de la unidad de ordeño y los requisitos de bienestar animal asociados a estas especies.

En conjunto, las patentes revisadas demuestran que existe una base tecnológica sólida para desarrollar soluciones avanzadas de automatización del ordeño aplicables al sector ovino. Estas innovaciones aportan referentes funcionales y de diseño que facilitan tanto la reducción de mano de obra como la mejora de la precisión, la higiene y la eficiencia del proceso, constituyendo un punto de partida valioso para impulsar nuevas soluciones innovadoras como las planteadas en el presente proyecto.

5.14 Conclusiones

La vigilancia tecnológica permite visualizar una comparativa frente al estado del arte, pudiendo indagar alternativas o tecnologías emergentes que permitan contrastar la novedad del proyecto analizado. La Tabla 13 presenta los puntos clave estudiados en este informe:

Tabla 13. Conclusiones del informe de vigilancia tecnológica

Automatización del ordeño ovino		
Periodo estudiado	Sin delimitar, pero con foco entre 2010-act.	Principales riesgos o barreras detectadas
Número de publicaciones destacadas	8	BARRERAS OPERATIVAS: la resistencia al cambio por parte de ganaderos, la falta de formación específica en automatización y la baja digitalización de las explotaciones dificultan la adopción de nuevas tecnologías de ordeño. BARRERAS TECNOLÓGICAS: la escasa compatibilidad de los robots existentes con la morfología ovina, la falta de sensores y visión adaptados a pequeños rumiantes, la necesidad de rediseño de salas y los costes elevados de los componentes avanzados frenan el desarrollo y la implantación de soluciones innovadoras.
Número de proyectos destacados	5	
Número de patentes destacadas	10	
Número de total de registros estudiados	23	
Principales instituciones		Tecnologías destacadas
Se obtiene el siguiente ranking de compañías que tiene en cuenta el posicionamiento no solo de patentes, publicaciones y proyectos, sino también de noticias y artículos en webs, relacionados con la materia de estudio: <ol style="list-style-type: none"> DeLaval GEA Farm Technologies Lely BouMatic Delmer Group Greenoak Goat and Sheep Dairy Equipment Norwell Dairy Systems SRUC – Scotland’s Rural College Universidad Católica de Valencia University of Thessaly (Grupo de investigación en ordeño ovino) 		<ul style="list-style-type: none"> Brazos robóticos para colocación de pezoneras Visión artificial y sensores 3D/TOF Pezoneras y unidades de ordeño específicas para ovino/caprino Prestimulación y retirada automática de pezoneras Sensores de flujo y calidad de leche en línea Sistemas automáticos de limpieza y sellado Identificación electrónica y monitorización individual Plataformas digitales y algoritmos de análisis de datos Sistemas automáticos de guiado y manejo de lotes
Situación general del mercado		Factores críticos de vigilancia
El sector ovino lechero atraviesa una fase de transformación marcada por la creciente escasez de mano de obra, la necesidad de mejorar la eficiencia operativa y mantener el bienestar animal y la calidad higiénico-sanitaria. Aunque la automatización del ordeño está ampliamente implantada en el vacuno, el ovino continúa		Los factores críticos de vigilancia para esta propuesta se centran en el seguimiento del avance tecnológico en robótica ligera aplicada al ordeño, el desarrollo de sistemas de visión artificial y sensores adaptados a pequeños rumiantes, y la evolución de plataformas digitales de gestión del

operando mayoritariamente con sistemas manuales o semiautomáticos, con un bajo nivel de digitalización y escasa integración de sensores, plataformas de datos y rutinas automatizadas.

Esta situación genera un mercado con un alto potencial de innovación, donde tecnologías como la visión artificial, la robótica ligera, la monitorización individual y los sistemas automáticos de colocación y retirada de pezoneras encuentran un espacio evidente de aplicación. Las tendencias globales hacia la reducción de carga laboral, la trazabilidad del proceso y la optimización por datos refuerzan la oportunidad para soluciones avanzadas que permitan operar salas con menos personal y mayor eficiencia.

Además, el mercado está cada vez más sensibilizado ante herramientas que mejoren la sostenibilidad social del sector, faciliten el relevo generacional y modernicen explotaciones clave para regiones productoras como Castilla y León. En este contexto, propuestas tecnológicas como las contempladas en ARISTECH encajan plenamente en las necesidades del sector y responden a un vacío de soluciones comerciales maduras específicamente diseñadas para ovejas y cabras.

rebaño. También resulta esencial monitorizar la madurez y adopción de soluciones semiautomatizadas en ovino y caprino, la aparición de nuevos fabricantes o integradores especializados, y los progresos en bienestar animal vinculados al uso de tecnologías robotizadas en sala.

Asimismo, deben vigilarse los cambios en normativa europea y nacional relativos a bienestar, trazabilidad y calidad higiénico-sanitaria de la leche, ya que pueden influir directamente en el diseño de los sistemas automatizados. La evolución de proyectos internacionales, nuevas patentes, iniciativas de I+D+i y estudios que analicen la ergonomía, los tiempos de ordeño y la interacción animal-máquina será clave para anticipar riesgos y orientar el desarrollo hacia soluciones viables, seguras y alineadas con las tendencias del mercado y del sector ganadero.

5.15 Bibliografía

Se incluirán en este apartado todas las publicaciones, investigaciones, artículos, etc. empleados para la elaboración del informe:

5.15.1 Registros de publicaciones científicas

- Ordeño mecánico de pequeños rumiantes - [Enlace](#)
- Prácticas de ordeño mecánico, reacciones relacionadas con el bienestar animal y calidad de la leche producida en granjas de ovejas lecheras - [Enlace](#)
- Pruebas de laboratorio para optimizar los ajustes de la máquina ordeñadora con copas de tetina con entrada de aire para ovejas y cabras - [Enlace](#)
- Prestimulación automática en cabras lecheras: eficiencia del ordeño y estado de los pezones - [Enlace](#)
- Efectos del ordeño mecánico en la salud de las ubres de las ovejas lecheras - [Enlace](#)
- Capacidad de ordeño mecánico de ovejas lecheras de las razas East Friesian y Lacaune - [Enlace](#)
- Sistemas de ordeño automático y bienestar de los ganaderos: análisis de los efectos de la automatización y la digitalización en la ganadería lechera - [Enlace](#)

- La comparación del rendimiento de los sistemas de ordeño automático mediante pruebas dinámicas también ayuda a identificar posibles factores de riesgo de mastitis - [Enlace](#)

5.15.2 Registros de proyectos

- Sm@RT - Tecnología para pequeños rumiantes: Ganadería de precisión y tecnología digital para pequeños rumiantes - [Enlace](#)
- SMARTOVI: Innovación y nuevas tecnologías para incrementar la sostenibilidad del sector ovino de Castilla y León - [Enlace](#)
- dAlry 4.0: Soluciones avanzadas y fiables de inteligencia artificial y datos para el ordeño y la alimentación automatizados e individualizados de vacas lecheras - [Enlace](#)
- GO_AMSOS 360: Soluciones innovadoras 360 para la sostenibilidad de un nuevo sistema de producción de leche en ganaderías con ordeño automatizado - [Enlace](#)

5.15.3 Registros de patentes

- PATENTE WO2020236067A1: Plataforma rotativa para el ordeño de ovejas y cabras - [Enlace](#)
- PATENTE CN112314442A: Dispositivo de ordeño automático para ovejas - [Enlace](#)
- PATENTE CN213214727U: Dispositivo automático de ordeño para ovejas - [Enlace](#)
- PATENTE WO2019004819A1: Sistema de ordeño con tratamiento automático de leche - [Enlace](#)
- PATENTE WO2019017769A1: Sistema de robot de ordeño con ajuste automático de rigidez (compliance) - [Enlace](#)
- PATENTE WO2019059758A1: Sistema de robot de ordeño con detector de pezones mejorado - [Enlace](#)
- PATENTE WO2022074508A1: Método y dispositivo robótico para ordeñar animales lecheros - [Enlace](#)
- PATENTE WO2025133833A1: Sistema de ordeño robotizado con selección de posiciones candidatas de pezones - [Enlace](#)
- PATENTE US20180310516A1: Implemento para ordeño automático con sensor 3D de pezones - [Enlace](#)
- PATENTE US20240008439A1: Dispositivo de ordeño robotizado con control adaptativo de la posición del brazo - [Enlace](#)

5.15.4 Fuentes consultadas

Se incluirán las referencias y enlaces a las fuentes consultadas para las tareas de vigilancia tecnológica, la descripción completa de todas las fuentes se puede encontrar en la memoria técnica presentada para el proyecto, de manera resumida, las principales fuentes a emplear serán:

- Para la búsqueda de publicaciones científicas
 - **Web of science:** plataforma de la empresa Clarivate Analytics, formada por una amplia colección de bases de datos bibliográficas, citas y referencias de publicaciones científicas de cualquier disciplina del conocimiento, en ciencia, tecnología, ciencias sociales, artes y humanidades.
 - **Google Scholar:** Base de datos masiva de literatura académica que permite a los usuarios acceder a la información, cruzarla con otras fuentes y mantenerse al día con las nuevas investigaciones a medida que salen a la luz.
- Para la búsqueda de proyectos:
 - **Cordis** (*Community Research and Development Information Service*, en español Servicio de información para la comunidad de investigación y desarrollo): es la principal fuente de la Comisión Europea sobre los resultados de los proyectos financiados por los programas marco de investigación e innovación de la UE.
- Para la búsqueda de patentes:
 - **WIPO INSPIRE:** Se trata de una plataforma que ayuda a los usuarios a tomar decisiones fundamentadas sobre las herramientas de búsqueda de patentes que mejor se adaptan a su labor ya sea examinar patentes o tomar decisiones relacionadas con la I+D. Las patentes divulgan información técnica importante que también sirve de base para otros innovadores y sus innovaciones.
 - **Espacenet:** Espacenet ofrece acceso gratuito a más de 80 millones de documentos de patentes de todo el mundo y contiene información sobre los inventos y desarrollos técnicos desde 1836 hasta hoy.
 - **INVENES:** permite la búsqueda de información sobre patentes y modelos de utilidad españoles y latinoamericanos, así como sobre diseños industriales españoles.
 - **Google Patents:** Gracias a este buscador se pueden encontrar patentes, solicitudes, referencias, reclamaciones, planos, gráficos, dibujos y todo tipo de documentos relacionados con una determinada patente.
 - **PatentScope:** permite efectuar búsquedas en 100 millones de documentos de patente, entre los que se cuentan 4,2 millones de solicitudes internacionales de patente PCT publicadas.
 - Además, en caso de que en alguna de las herramientas anteriores se detecten elevado número de patentes en algún país/región en concreto se emplearan

las bases de datos de patentes de las mismas para analizar en mayor profundidad.

Anexo: Índice de tablas

TABLA 1. PLANIFICACIÓN DE ENTREVISTAS	8
TABLA 2. RESUMEN ACTA ENTREVISTA	8
TABLA 3. RESUMEN DE LAS PROPUESTAS RECIBIDAS	10
TABLA 4. MAPA DE DEMANDA TEMPRANA (MDT) DEL RETO	14
TABLA 5. RESUMEN DE LA PROPUESTA DE BOSCO TECNOINDUSTRIA S.L. Y TECNOLOGÍAS DE ORDEÑO S.L.	17
TABLA 6. RESUMEN DE LA PROPUESTA DE FUNDACIÓN CARTIF	18
TABLA 7. RESUMEN DE RESULTADOS_PUBLICACIONES CIENTÍFICAS	28
TABLA 8. RESUMEN DE RESULTADOS_PROYECTOS	28
TABLA 9. RESUMEN DE RESULTADOS_PATENTES	29
TABLA 10. BASES DE DATOS Y HERRAMIENTAS (FUENTES) DE INFORMACIÓN_ANALÍISIS DE PUBLICACIONES Y REGISTROS CIENTÍFICOS	41
TABLA 11. BASES DE DATOS Y HERRAMIENTAS (FUENTES) DE INFORMACIÓN_ANALÍISIS DE PROYECTOS	43
TABLA 12. BASES DE DATOS Y HERRAMIENTAS (FUENTES) DE INFORMACIÓN_ANALÍISIS DE PATENTES Y MARCAS	44
TABLA 13. CONCLUSIONES DEL INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA	46