



Modelo de gestión del conocimiento en el proceso de Investigación y Desarrollo de Bio D

Patricia Elizabeth Tapia Núñez

Leidy Lorena García Robles

Marlon Stuart Suarez

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

MBA en Ingeniería

Bogotá, Colombia

02/06/2026

**Modelo de Gestión del Conocimiento en el Proceso de Investigación y Desarrollo de Bio
D**

Patricia Elizabeth Tapia Núñez

Leidy Lorena García Robles

Marlon Stuart Suarez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magíster en Administración de Empresas de Ingeniería

Director (a):

Sandra Marcela Delgado Ortíz

Modalidad:

Trabajo Dirigido

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

MBA en Ingeniería

Bogotá, Colombia

02/06/2026

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

En una economía donde la única certeza es la incertidumbre, la única fuente segura de ventaja competitiva duradera es el conocimiento.

Ikujiro Nonaka

Agradecimientos

Este trabajo no habría sido posible sin la confluencia de muchas voluntades, afectos y presencias que, de distintas maneras, sostuvieron cada etapa del camino. A Dios, primero y ante todo, por la fortaleza, la claridad y la fe que nos permitió avanzar incluso en los momentos de mayor incertidumbre. A nuestros profesores, por compartir su conocimiento con rigor y entrega, por cuestionarnos cuando era necesario y por guiarnos con paciencia hacia una comprensión más profunda de nuestra disciplina. Y a mi familia, por ese amor incondicional y silencioso que estuvo detrás de cada desvelo, sosteniendo con paciencia lo que las palabras a veces no alcanzan a describir.

Patricia Elizabeth Tapia Núñez

Mi agradecimiento a la Universidad EAN por ser la casa de este aprendizaje, a mis compañeros de área que me acompañaron en el proceso y a mi familia y amigos de siempre por creer en mí en todo momento. Un lugar muy especial en mi corazón para mi gata, por su fidelidad, calma y presencia constante.

Leidy Lorena García Robles

Agradezco a quienes me acompañaron en este camino: a mi madre, por su apoyo incondicional y palabras de aliento; a mis compañeras de trabajo, por su compromiso y por hacer este recorrido más ligero; y a Lorena, por ser mi codeudora para cumplir este sueño y mi compañera de desvelos y trabajos. Agradezco especialmente a Toby, mi ángel de cuatro patas que partió en la etapa final de esta maestría: tu silenciosa compañía y tu mirada bastaron para hacerme creer en mí. Gracias por tanto, mi amor eterno. Finalmente, agradezco al Ser Superior y a mí mismo por la claridad y fortaleza para lograrlo.

Marlon Stuart Suarez

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial generativa

En la elaboración del presente trabajo se llevó a cabo con la ayuda de herramientas de inteligencia artificial generativa como recursos para actividades específicas bajo supervisión y validación de los autores, quienes asumen la responsabilidad plena sobre el contenido, los análisis y las conclusiones del documento.

El uso de estas herramientas fue limitado para los siguientes fines: (i) apoyo en el diseño y la presentación visual de las figuras; (ii) apoyo en revisión del texto escrito, estilo y coherencia de la escritura; y (iii) apoyo en la organización y estructuración de información. En todo lo concerniente al material fundamental, incluyendo el diagnóstico, la concepción del modelo de intervención, la investigación financiera, el análisis de los resultados y las conclusiones, resulta ser el trabajo intelectual de los autores. Las fuentes de información, datos y citas fueron evaluados independientemente, así como cada afirmación factual o cita, no fue incluida si no contaba con su correspondiente confirmación.

Es pertinente precisar que la inteligencia artificial constituye, además, un objeto de estudio del presente trabajo, en tanto el modelo de gestión del conocimiento propuesto incorpora tecnologías de procesamiento de lenguaje natural y modelos de lenguaje como habilitadores de la solución. Dicho uso es diferente al empleo técnico señalado en estos momentos

Resumen

Este estudio aborda la gestión del conocimiento organizacional en el área de Investigación y Desarrollo (I+D) de Bio D, organización dedicada a los biocombustibles. El trabajo nace ante una disfunción sistémica caracterizada por ausencia de políticas institucionales, información fragmentada en silos y elevada dependencia de expertos individuales, agravada por la rotación de personal que dispersa el saber técnico antes de que la organización logre capturarlo. El objetivo principal fue diseñar un modelo explícito para capturar, centralizar y transferir el conocimiento técnico del área. Se empleó un enfoque mixto mediante análisis externo e interno con encuesta estructurada y entrevista semiestructurada, sustentado conceptualmente en los modelos SECI, Probst y Wiig.

El diagnóstico evidenció un índice global de madurez de 3,16/5 (Nivel 2 – Consciente), con Estrategia y Liderazgo como dimensión crítica (2,61/5) y el 100% del equipo reportando dificultad para recuperar conocimiento ante la ausencia del experto responsable. En respuesta, el Modelo CONOCER estructura la intervención en cuatro fases de 18 meses, proyectando una reducción del tiempo de recuperación de información del 60%, acortamiento del onboarding a ≤ 3 meses y una TIR del 81,1% sobre una inversión incremental de \$204.355.000 COP. Se concluye que la operacionalización del modelo permite convertir el conocimiento en un activo estratégico resiliente, minimizando la duplicidad de esfuerzos y cimentando una ventaja competitiva organizacional de largo plazo.

Abstract

This study addresses organizational knowledge management in the Research and Development (R&D) area of Bio D, an organization dedicated to biofuels. The research stems from a systemic dysfunction characterized by the absence of institutional policies, information fragmented in silos, and high dependence on individual experts, exacerbated by staff turnover that disperses technical expertise before the organization can capture it. The main objective was to design an explicit model for capturing, centralizing, and transferring technical knowledge within the area. A mixed-methods approach was employed, combining external and internal analysis through a structured survey and a semi-structured interview, supported conceptually by the SECI, Probst, and Wiig models.

The diagnosis revealed a global maturity index of 3.16/5 (Level 2 – Aware), with Strategy and Leadership as the critical dimension (2.61/5), and 100% of the team reporting difficulty retrieving knowledge in the absence of the responsible expert. In response, the CONOCER Model structures the intervention across four phases over 18 months, projecting a 60% reduction in information retrieval time, a shortening of onboarding to ≤ 3 months, and an IRR of 81.1% on an incremental investment of COP \$204,355,000. It is concluded that operationalizing the model allows knowledge to be transformed into a resilient strategic asset, minimizing duplication of effort and establishing a long-term organizational competitive advantage.

Contenido

	Pág.
1. Introducción.....	14
2. Objetivos.....	17
2.1. Objetivo general.....	17
2.2. Objetivos específicos.....	17
3. Justificación.....	18
4. Marco Institucional.....	21
4.1. Presentación de la empresa.....	21
4.2. Referentes estratégicos.....	22
4.3. Estructura organizacional.....	23
4.4. Productos y servicios ofertados.....	24
4.5. Análisis del sector.....	25
5. Marco de Referencia.....	27
5.1. Antecedentes investigativos y vacíos identificados.....	27
5.2 Por qué el conocimiento no es solo información acumulada.....	28
5.2.1. Conocimiento tácito y explícito: el núcleo del problema.....	28
5.2.2. La rotación de expertos como vulnerabilidad estructural.....	29
5.2.3. El conocimiento como activo estratégico.....	29
5.3. Panorama y selección justificada de modelos.....	30
5.3.1. SECI: el mecanismo de creación del conocimiento.....	31
5.3.2. Bloques de construcción: operacionalizar la gestión del conocimiento.....	32
5.3.3. Wiig: jerarquizar el conocimiento para que sea útil.....	33
5.4. Integración Conceptual de los Modelos Seleccionados.....	33
5.5. La evolución de los sistemas de GC.....	34
5.5.1. NLP, LLMs y arquitectura RAG aplicados a la GC.....	34
5.6 La gestión del cambio como condición fundamental para la adopción.....	35
5.7 Evidencia empírica de aplicación: casos de referencia.....	37
6. Diseño Metodológico.....	39
6.1. Tipo de investigación.....	39
6.2. Análisis externo.....	40
6.3. Análisis interno.....	40
6.4. Población Objeto de Estudio, enfoque Censal y ficha técnica.....	41
6.5. Identificación de las variables.....	43
6.6. Instrumento de medición.....	44
6.6.1. Encuesta estructurada.....	44
6.6.2. Entrevista semiestructurada.....	45
6.7. Validación del instrumento de medición.....	45

7. Diagnóstico Organizacional.....	54
7.1. Análisis externo.....	54
7.1.1. Análisis interpretativo.....	56
7.2. Análisis interno.....	59
7.2.1. Dimensión I: Estrategia y liderazgo.....	61
7.2.2. Dimensión II: Procesos de gestión de conocimiento.....	62
7.2.3. Dimensión III: Capacidades y Gestión del Cambio.....	63
7.2.4. Dimensión IV: Madurez Tecnológica.....	65
7.2.5. Dimensión V: Perspectiva de Mejora Continua.....	66
8. Plan de Intervención.....	68
8.1. Propuesta.....	68
8.1.1. Modelo CONOCER.....	69
8.1.2. Arquitectura del Modelo: Tres capas integradas.....	70
8.1.3. Arquitectura de la Solución e Infraestructura de Información Técnica (RAG-LLM).....	71
8.2. Plan de Implementación.....	72
8.2.1. Matriz de Trazabilidad.....	73
8.2.2. Fase 0 Gobernanza y Fundamentos Estratégicos.....	75
8.2.3. Fase 1 Diagnóstico Profundo y Mapa de Conocimiento.....	76
8.2.4. Fase 2 Construcción del Repositorio y Normalización (Meses 6–10).....	78
8.2.5. Fase 3 Despliegue Tecnológico Inteligente (Meses 11–15).....	80
8.2.6. Fase 4 Madurez, Medición y Mejora Continua (Meses 16–18).....	82
8.3. Análisis Financiero.....	84
8.4. Estructura Organizacional de Soporte y Matriz de Responsabilidades.....	91
8.5. Cronograma Maestro del Plan de Intervención.....	92
9. Conclusiones y Recomendaciones.....	94
9.1. Conclusiones.....	94
9.2. Recomendaciones.....	96
10. Referencias.....	97
A. Anexo. Encuesta.....	103
B. Anexo. Entrevista.....	103
C. Anexo. Validación Propuesta con el Actor Clave.....	106

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Cadena de Valor de Bio D.....	22
Figura 2 Organigrama Organizacional de Bio D.....	24
Figura 3 Gráfico de Araña con Puntaje Promedio Simple de las 5 Dimensiones Evaluadas en el Área de I+D.....	59
Figura 4 Mapa de Calor Estrategia y Liderazgo: Distribución de Respuestas por Encuestado.....	61
Figura 5 Gráfico de Cajas Sobre la Dispersión en la Calidad de los Procesos de Documentación.....	62
Figura 6 Barras Horizontales Sobre la Distribución del Nivel de Favorabilidad en Herramientas, Cultura y Habilidades.....	63
Figura 7 Barras Verticales Sobre el Nivel de Dificultad Reportado en Uso de Tecnología y Recuperación de Información.....	65
Figura 8 Rectángulos Sobre los Principales Obstáculos y las Funcionalidades para Entrega de Valor.....	66
Figura 9 Cronograma del plan de implementación.....	93

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Unidades de Negocio Bio D.....	25
Tabla 2 Comparación de Modelos de Gestión del Conocimiento.....	30
Tabla 3 Fases SECI y Puntos de Pérdida de Conocimiento.....	31
Tabla 4 Bloques de Construcción del Conocimiento.....	32
Tabla 5 Evolución de los Sistemas de Gestión del Conocimiento.....	34
Tabla 6 Ficha Técnica de la Encuesta al Equipo de I+D.....	42
Tabla 7 Ficha Técnica de la Entrevista al Líder de I+D.....	43
Tabla 8 Ficha Variables Identificadas Objeto de Medición.....	43
Tabla 9 Caracterización de Expertos.....	46
Tabla 10 Validación de Instrumento de Medición - Encuesta.....	46
Tabla 11 Preguntas con Índice Inferior a Uno (1).....	49
Tabla 12 Validación de Instrumento de Medición - Entrevista.....	50
Tabla 13 Confiabilidad por dimensión (alfa de Cronbach).....	52
Tabla 14 Impacto del Factor.....	55
Tabla 15 Análisis PESTEL.....	55
Tabla 16 Niveles de Madurez Organizacional.....	57
Tabla 17 Promedio por Dimensión e Índice Global de Madurez (KMMM).....	60
Tabla 18 Modelo CONOCER.....	70
Tabla 19 Capas del Modelo CONOCER.....	71
Tabla 20 Fases del Modelo CONOCER.....	73
Tabla 21 Matriz de Solución de Hallazgos.....	73
Tabla 22 Actividades y Responsables Fase 0.....	75
Tabla 23 Indicadores Fase 0.....	76
Tabla 24 Actividades y Responsables Fase 1.....	76
Tabla 25 Indicadores de Seguimiento Fase 1.....	77
Tabla 26 Actividades y Responsables Fase 2.....	78
Tabla 27 Indicadores de seguimiento fase 2.....	80
Tabla 28 Actividades y responsables fase 3.....	80
Tabla 29 Indicadores de seguimiento fase 3.....	82
Tabla 30 Actividades y Responsables Fase 4.....	82
Tabla 31 Indicadores de Seguimiento Fase 4.....	83
Tabla 32 Costos del plan por fase y componente.....	84
Tabla 33 Costos del esfuerzo organizacional por rol.....	85
Tabla 34 Inversión incremental: composición y derivación de tecnología.....	87
Tabla 35 Beneficios esperados.....	88
Tabla 36 Flujo de caja proyectado a cinco años.....	89
Tabla 37 Análisis de sensibilidad sobre TIR y VPN.....	91

Tabla 38 Matriz de Responsabilidades..... 92
Tabla 39 Consolidación de la retroalimentación..... 108

1. Introducción

La gestión del conocimiento en organizaciones intensivas en investigación y desarrollo (I+D) representa uno de los desafíos estratégicos más críticos de la gestión empresarial. En contextos donde la ventaja competitiva depende directamente de la capacidad de crear, preservar y transferir conocimiento técnico especializado, la ausencia de modelos estructurados de gestión no es un problema operativo menor: es una vulnerabilidad estratégica que erosiona la capacidad de innovar y escalar. Este trabajo se enmarca en el campo de la gestión del conocimiento organizacional aplicada a entornos de I+D, abordando la intersección entre madurez organizacional, procesos de información y habilitadores tecnológicos como dimensiones interdependientes de un mismo problema.

En el 2008 se fundó Bio D, empresa del sector de energías limpias y renovables, con el objetivo de responder a las necesidades de generar combustibles alternativos a los tradicionalmente generados a partir de petróleo. Hoy en día es una empresa con más de 200 colaboradores que apoyan las funciones de la producción de biodiesel y de otros derivados oleoquímicos para el sector industrial a nivel nacional e internacional (BioD, 2025). Su área de Investigación y Desarrollo (I+D), conformada por 9 personas y creada en 2016 a partir de un equipo inicial de tres, constituye el motor de la estrategia de crecimiento de la organización: es la unidad responsable de desarrollar nuevos productos, validar prototipos, ejecutar vigilancias tecnológicas y generar las líneas de negocio que sostienen la expansión de la compañía en el mercado.

Sin embargo, el conocimiento generado en esta área enfrenta un problema estructural: no se acumula institucionalmente. La literatura especializada advierte que las organizaciones sin modelos robustos de gestión del conocimiento pueden experimentar reducciones en la eficiencia de sus procesos de innovación, derivadas de la duplicación de esfuerzos y la falta de estandarización (Nonaka & Takeuchi, 1995; Davenport & Prusak, 1998).

En el caso de Bio D, esto se manifiesta con exactitud: la rotación de dos gerentes del área de I+D durante los últimos tres años está relacionada con un retraso de cuatro meses en el desarrollo de dos nuevas líneas productivas (L. Ramírez, comunicación personal, agosto de 2025). A pesar de que la compañía no tiene registros formales que midan la pérdida monetaria relacionada, lo cual se traduce, en sí mismo, en una evidencia de la deficiencia de la gestión del conocimiento que el presente trabajo examina, el retraso implica un costo de oportunidad por la postergación de ingresos de líneas cuyo lanzamiento estaba previsto para ese periodo.

Este patrón no es atribuible a una causa aislada. El estudio enmarcado por la intervención empresarial, evidencia una falla sistémica de carácter multinivel, dado que la gestión del conocimiento no opera como proceso organizacional establecido porque la alta dirección no ha creado una política formal que lo defina ni la considere prioritaria; los procedimientos de registros documentales están presentes, pero los mismos funcionan con marcos referenciados diferentes, generando datos acumulados que no pueden buscarse ni repasar; además, la información especializada sigue siendo propiedad de personal determinado y carece de sistemas para la intercambio cuando cambia el plantel o cierra un empleado.

El resultado es una organización que almacena los datos pero no puede convertirlos en conocimiento útiles e implementables. La falta de mecanismos para ensamblar la información dispersa, preservar la integridad entre procesos internos, reducir la dependencia de personas clave y promover el flujo de las enseñanzas a todas las escalas representa precisamente la falla que la gestión del conocimiento organizacional busca resolver (Forte, 2016). Esta condición representa el riesgo más crítico para la sostenibilidad del capital intelectual del área.

Ante este escenario, la pregunta que orienta la presente intervención es ¿Cuál es el modelo de gestión del conocimiento más adecuado para el área de Investigación y Desarrollo de Bio D, que permita reducir la pérdida de conocimiento crítico, fortalecer la eficiencia operativa y apalancar la estrategia de crecimiento de la compañía?

El documento está dividido en diez secciones. Tras este resumen, se describen los objetivos y los fundamentos de la intervención. Luego, se presenta la institucionalidad del contexto, desde la óptica de Bio D en el ámbito de biocombustibles en Colombia. El marco de referencia construye la base conceptual sobre gestión del conocimiento, modelos de madurez organizacional y habilitadores tecnológicos. El diseño metodológico describe el enfoque y los instrumentos utilizados para el diagnóstico. El diagnóstico organizacional presenta y analiza los hallazgos obtenidos a partir de encuestas y entrevistas semiestructuradas al equipo de I+D y al área de TI. Finalmente, el plan de intervención propone el modelo de gestión del conocimiento fundamentado en la evidencia diagnóstica, con sus componentes, fases de implementación y métricas de seguimiento.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Diseñar un modelo de gestión del conocimiento para el área de Investigación y Desarrollo de Bio D, orientado a la preservación y reutilización del saber técnico como activo estratégico de la organización

2.2. Objetivos específicos

- Revisar la literatura académica y empresarial en la gestión del conocimiento y tecnologías de vanguardia, en entornos de investigación y desarrollo, para establecer un marco conceptual que sustente la propuesta.
- Diagnosticar el estado actual de la gestión del conocimiento en el área de Investigación y Desarrollo de Bio D, identificando brechas, riesgos y oportunidades de mejora en sus procesos, capacidades y articulación con la organización.
- Diseñar la arquitectura funcional y los mecanismos de transferencia del modelo de gestión del conocimiento, asegurando su viabilidad de integración operativa y tecnológica con los sistemas de información del proceso de Investigación y Desarrollo de Bio D.
- Formular una hoja de ruta estratégica para el despliegue del modelo, definiendo el marco de gobernanza, las fases de ejecución y los indicadores clave de desempeño (KPIs) para asegurar su adopción y sostenibilidad.

3. Justificación

El sector de biocombustibles en Colombia experimenta un momento de crecimiento sostenido, motivado por marcos regulatorios favorables, metas de descarbonización y una demanda creciente de alternativas energéticas limpias (IEA, 2024). En este contexto, la innovación no representa un factor descriptivo de ventaja, sino la fuerza fundamental que permite al sector mantener su dominio competitivo y explorar nuevos escenarios comerciales.

Para Bio D, cuya estrategia de crecimiento descansa en su área de I+D, significa que si no se gestiona eficientemente el conocimiento en términos de generación, conservación y transferencia, su productividad de innovación será menor, y a continuación, los beneficios económicos serán reducidos. Por lo tanto, un diagnóstico empresarial de la estructura actual del conocimiento técnico, con la elaboración de un modelo de gestión apropiado para la área, es crucial, porque afecta el centro estratégico de la compañía.

Actualmente, Bio D enfrenta una gestión del conocimiento fragmentada: la información se encuentra dispersa y no se consolida con el conocimiento clave para el futuro del negocio. Esta situación limita la eficiencia de los procesos, por cuanto la información es más susceptible de perderse, y la incorporación de nuevos cargos o la rotación de personal dificulta no solo los tiempos de operación, sino que genera un costo económico que no se había contemplado, al tener que esperar a que las nuevas personas entiendan, se adapten y aporten al crecimiento organizacional (Mehalaine, Louafi & Nessah, 2025). La magnitud de esta vulnerabilidad quedó documentada en el diagnóstico realizado al área: la totalidad del equipo de I+D (100%) calificó como difícil la recuperación del conocimiento crítico cuando el responsable directo no está disponible, y el 89% percibe las herramientas tecnológicas actuales como insuficientes para sostener esta tarea.

Un modelo de gestión del conocimiento bien diseñado tiene el potencial de reducir los tiempos de incorporación de nuevo personal, eliminar la duplicación de esfuerzos y garantizar

la continuidad operativa, fortaleciendo directamente la capacidad de desarrollar nuevos productos y sostener la ventaja competitiva en el largo plazo (Rodríguez-Ponce et al., 2010).

Desde el punto de vista teórico, este trabajo contribuye a un campo de creciente relevancia académica como lo es la aplicación de modelos de madurez en gestión del conocimiento a organizaciones de I+D en sectores industriales emergentes. La literatura coincide en que en la gestión del conocimiento se necesitan dinámicas sociales, redes colaborativas y estructuras organizativas que promuevan procesos de aprendizaje a largo plazo (Tortoriello, McEvily & Krackhardt, 2015; Mitchell, Harvey & Wood, 2021). Este trabajo aporta evidencia empírica sobre las brechas y patrones de madurez en gestión del conocimiento en un entorno determinado e introduce un modelo de intervención aplicable a organizaciones de similar tipo dentro del sector.

La relevancia social del trabajo se deriva de su objeto de estudio. Bio D opera en una industria cuyo crecimiento repercute directamente sobre la transformación de la energía del país, la generación de empleo especializado y el desarrollo de competencias técnicas nacionales en bioenergía (Delgado, Salgado & Pérez, 2015). Fortalecer la gestión del conocimiento en su área de I+D no solo incrementa el rendimiento interno de la compañía: dado que la industria de los biocombustibles es aún incipiente en Colombia, la competencia técnica se almacena principalmente en unos pocos grupos organizacionales y es particularmente susceptible a la pérdida debido al movimiento de personal.

Al registrar y conservar ese conocimiento, la organización convierte el patrimonio particular y volátil en un potencial de gestión estable y en la medida en que estas capacidades se acumulan y se vuelven replicables a través de un modelo estructurado, contribuye a consolidar la capacidad técnica requerida por el sector para apoyar la implementación de su agenda de transición energética. De esta manera, la intervención va más allá del beneficio comercial de la

compañía y proporciona un ejemplo metodológico aplicable a otras organizaciones de tecnología base del mismo sector.

La intervención es factible, debido a que está respaldada por una serie de tres aspectos conciliados. Por un lado, el equipo consultor tuvo comunicación directa con el departamento de I+D y la unidad de TIC de Bio D. Participaron además el director del departamento y colaboradores clave en los instrumentos de diagnóstico. El segundo aspecto es el respaldo institucional ofrecido por parte de Bio D (esta disposición institucional quedó reflejada formalmente en el anexo C). Por último, existe un marco presupuestario establecido que cubre proyectos como éste: una condición requerida es la exposición de proyectos de negocios que produzcan rendimiento, lo que se plantea y se desarrolla en la presentación de la propuesta del trabajo.

Finalmente, este trabajo está integrado institucionalmente en el campo de investigación de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Universidad EAN, y en la Unidad de Investigación Tecnológica Ontare. y a la línea de investigación de Tecnología de la Información y las Comunicaciones. Si bien la intervención propuesta trasciende lo estrictamente tecnológico, ya que se relaciona con la gestión del cambio, la transformación cultural y la generación de valor económico en torno al conocimiento como activo estratégico, su encuadre en esta línea resulta pertinente en tanto las tecnologías de la información constituyen el habilitador que hace operativa y escalable dicha intervención. El modelo no se reduce a la adopción de herramientas: las capacidades tecnológicas (motor de búsqueda semántica, procesamiento de lenguaje natural y modelos de lenguaje) operan al servicio de un rediseño organizacional más amplio, en el que la tecnología materializa, pero no sustituye, el cambio estratégico y cultural que el conocimiento institucionalizado requiere.

4. Marco Institucional

4.1. Presentación de la empresa

Bio D es una empresa colombiana con más de 15 años en el sector de energías renovables, especializada en la producción y comercialización de biodiésel sostenible, así como de derivados oleoquímicos con alto valor agregado que se obtienen a partir de aceite de palma. Su operación, ubicada en la zona franca de Ecopetrol en Facatativá, se orienta a atender tanto a la demanda nacional como internacional, integrando procesos industriales eficientes con un enfoque estratégico en sostenibilidad ambiental, reducción de emisiones y desarrollo de soluciones alineadas con la transición energética.

Esta organización se posiciona como un referente en Colombia en el sector de energías renovables, y su filosofía empresarial parte de la premisa de que “ante todo, todos deben beneficiarse”, refleja no solo su estrategia, sino también su objetivo compartido de promover el bienestar colectivo y cuidar el planeta, ofreciendo una propuesta de valor enfocada en la reducción de emisiones de carbono, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental, y al desarrollo de productos alineados con este ideal (BioD, 2026).

En esta orientación estratégica se refleja como la organización estructura y articula sus procesos a lo largo de su cadena de valor, representada en la Figura 1, donde las actividades primarias, desde el abastecimiento de materia prima hasta la entrega de productos y servicios, se integran con actividades de soporte que habilitan su funcionamiento. En este contexto, la organización considera el área de I+D como un eje estratégico para la generación de nuevos productos, la optimización de procesos y la exploración de nuevas oportunidades de negocio que también se asocian al cambio de dirección, pues recogen y transforman información procedente de varios tramos del proceso y se convierten en un factor esencial en la creación de valor.

Figura 1

Cadena de Valor de Bio D



Nota. Figura generada con herramienta de inteligencia artificial generativa a partir de datos propios. Los autores verificaron y validaron el contenido representado.

4.2. Referentes estratégicos

Bio D estructura su identidad estratégica no a través de las declaraciones tradicionales de misión y visión, lo hace mediante un conjunto de referentes propios, como el propósito corporativo, la filosofía empresarial y un sistema de valores, que la organización adopta como expresión de su razón de ser y su proyección de futuro.

El propósito que guía a la organización, renovado en 2022, es "Impulsamos soluciones renovables para crear un futuro sostenible". Esta declaración refleja su razón de ser, que trasciende la producción industrial para abordar el desafío global de la transición hacia fuentes de energía y productos más respetuosos con el planeta.

La filosofía institucional de Bio D se concreta en el concepto de "Círculo Simbiótico de Negocios", a través del cual la empresa expresa quién es y por qué hace lo que hace. Esta filosofía reconoce que el éxito de la organización está vinculado al bienestar de todo su ecosistema —desde los proveedores hasta los clientes industriales, incluyendo a sus colaboradores, las comunidades y el medio ambiente—, de modo que la labor de Bio D va más

allá de la fabricación de productos para enfocarse en la construcción de relaciones de beneficio mutuo, bajo el principio rector de que "ante todo, debe beneficiar a todos".

Los valores que orientan el comportamiento y la cultura organizacional son cuatro: la pasión por todos sus clientes; el principio de "hacer más con menos"; la entrega de soluciones innovadoras que latén en el corazón de sus clientes; y la protección de la vida.

Estos referentes estratégicos no constituyen un marco meramente declarativo: ofrecen el anclaje institucional sobre el cual se justifica y legitima la presente intervención. La protección y el aprovechamiento del conocimiento técnico generado en el área de I+D son condición necesaria para sostener el propósito corporativo de impulsar soluciones renovables, en tanto la capacidad de innovar depende directamente de la continuidad y acumulación de dicho conocimiento. Asimismo, la lógica del Círculo Simbiótico de Negocios —que sitúa el bienestar de los colaboradores y la generación de valor compartido en el centro de la operación— resulta plenamente coherente con un modelo de gestión del conocimiento que busca preservar el capital intelectual del equipo y reducir la vulnerabilidad organizacional ante la rotación de personal. La intervención propuesta se inscribe, por tanto, dentro de la propia arquitectura estratégica de la compañía y la fortalece desde su núcleo técnico.

4.3. Estructura organizacional

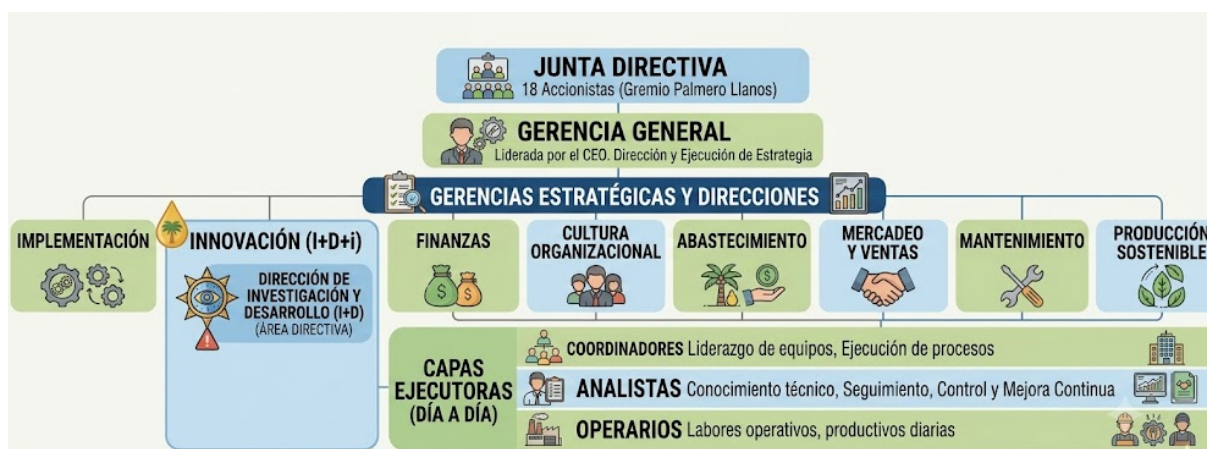
La estructura organizacional de Bio D se configura bajo un esquema jerárquico funcional que articula la dirección estratégica con la ejecución operativa (Ver Figura 2). En el nivel superior se encuentra la Junta directiva, conformada por 18 accionistas, mayoritariamente del gremio palmero de la zona de los llanos. A continuación, la gerencia general liderada por el CEO, responsable de dirigir la organización y ejecutar la estrategia. En un nivel intermedio se ubican las gerencias estratégicas y las direcciones, áreas responsables de la planificación, coordinación y control de procesos clave que aseguran el cumplimiento de los objetivos

corporativos como unidades de negocio, finanzas, implementación, innovación, cultura organizacional, abastecimiento, mercadeo y ventas, mantenimiento y producción sostenible.

Finalmente, la estructura se soporta en las capas ejecutoras, conformadas por coordinadores, analistas y operarios, encargadas de aplicar la estrategia diariamente. Los coordinadores lideran equipos y garantizan ejecutar procesos; los analistas aportan conocimiento técnico y herramientas de seguimiento, control y mejora continua; y los operarios realizan las labores operativas y productivas que sostienen el funcionamiento cotidiano

Figura 2

Organigrama Organizacional de Bio D



Nota. Elaboración propia basada en el organigrama de Bio D, con apoyo de herramientas de inteligencia artificial generativa para la construcción visual.

4.4. Productos y servicios ofertados

El portafolio de Bio D refleja una evolución estratégica que va más allá de la producción de combustibles, es la expresión tangible de su capacidad de investigación y desarrollo aplicada a la cadena de valor del aceite de palma. La compañía opera a través de tres unidades de negocio que diversifican su oferta hacia sectores de alto valor agregado, como se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

Unidades de Negocio Bio D

Unidad de Negocio	Productos principales	Mercado objetivo
Bioenergías	Biodiesel, biodiesel con mezclas de materias primas de segunda generación, combustibles alternativos para aviación y motores de combustión	Sector combustibles, nacional e internacional
Insumos agrícolas	Insumos agrícolas diseñados para optimizar la productividad del cultivo y reducir el uso de agroquímicos, promoviendo una agricultura sostenible.	Sector agroindustrial
Derivados oleoquímicos	Glicerina vegetal, ingredientes para productos de limpieza y cosméticos sostenibles	Industria química y cosmética

Nota. Elaboración propia basada en Bio D.

Esta diversificación no es casual, es el resultado directo de la actividad del área de I+D, que genera el conocimiento técnico necesario para formular nuevos productos, validar prototipos y abrir mercados. Cada unidad de negocio representa conocimiento especializado acumulado, lo que convierte la gestión de ese conocimiento en uno de los factores determinantes para que la compañía pueda sostener y escalar su portafolio de manera competitiva y sostenible.

4.5. Análisis del sector

Bio D opera en el sector colombiano de biocombustibles, perteneciente a la industria de energía limpia. El marco normativo que dio origen a este sector se estableció a comienzos del siglo XXI con la Ley 693 de 2001, que determinó la obligatoriedad de incorporar elementos oxigenantes en la gasolina colombiana a partir de 2005, y la Ley 939 de 2004 que habilitó la producción nacional de biodiesel (Delgado, Salgado & Pérez, 2015). Hoy el sector cuenta con seis plantas productivas en el país: tres en el norte, dos en la región oriental y una en el centro, que corresponde a Bio D, posición que le otorga una ventaja geográfica estratégica sin competencia directa en su zona de influencia.

El sector presenta barreras de entrada significativas que protegen a los actores establecidos. Las exigencias técnicas para operar bajo normas de calidad rigurosas, el marco

normativo específico para biocombustibles, las inversiones iniciales elevadas y la necesidad de integrarse en redes de distribución de combustibles configuran un entorno donde la experiencia acumulada y las capacidades técnicas son activos difíciles de replicar (Dufey, 2006). Bio D ha construido ventajas competitivas sostenibles sobre estas bases: fue de las primeras empresas del país que cumplió con la certificación internacional ASTM D6751, norma que fija los parámetros de calidad que debe cumplir el biodiésel para ser comercializado en los mercados internacionales más exigentes, acumulando una ventaja de varios años operando bajo dicho estándar. Sumado a una trayectoria de más de 15 años en el mercado y a la diversificación de su portafolio hacia productos oleoquímicos de alto valor agregado, esta condición refuerza una posición competitiva difícil de replicar.

El entorno sectorial presenta oportunidades de crecimiento concretas. La transición energética global, los compromisos de descarbonización del país y el aumento proyectado de la demanda nacional de biocombustibles configuran un escenario favorable para la expansión (IEA, 2024). Sin embargo, materializar ese potencial exige acortar los tiempos de desarrollo y llevar nuevos productos al mercado con mayor rapidez, lo que sitúa al área de I+D, y a su capacidad de crear, preservar y transferir conocimiento técnico, en el centro de la ecuación competitiva. Bajo estas condiciones, la gestión del conocimiento deja de ser un asunto operativo de segundo orden para convertirse en un factor determinante de la velocidad con que Bio D puede aprovechar la ventana de oportunidad que ofrece el mercado.

5. Marco de Referencia

5.1. Antecedentes investigativos y vacíos identificados

La gestión del conocimiento (GC) en entornos de I+D ha sido objeto de estudio empírico desde distintos contextos organizacionales. Nejadhussein, Rahimian y Mousavinasab (2014) demostraron en la industria automotriz que las organizaciones con prácticas estructuradas de GC obtienen mejores índices de desempeño en I+D, medidos en tiempo de desarrollo y tasa de innovación. Cillo, Rialti y Usai (2020) confirmaron esta relación en el contexto de la transformación digital, evidenciando que la GC actúa como mediador entre las capacidades digitales y los resultados de innovación. En el sector energético específicamente, Ceptureanu et al. (2017) analizaron empresas energéticas de Europa del Este y encontraron que la implementación de estrategias de GC mejora significativamente la capacidad de adaptación ante cambios regulatorios y tecnológicos, un hallazgo directamente relevante para el contexto de Bio D.

En el ámbito colombiano, Briceño Moreno y Bernal Torres (2010) identificaron que las organizaciones líderes en penetración de mercado gestionan el conocimiento como activo estratégico explícito, aunque encontraron que la mayoría de las empresas nacionales carece de modelos formales para hacerlo. Galvis Lista y Sánchez-Torres (2014) señalaron que la evaluación de la GC en organizaciones colombianas sigue siendo incipiente y que predominan los enfoques intuitivos sobre los sistemáticos.

Estos antecedentes revelan dos vacíos que este trabajo busca atender: primero, la escasez de modelos de GC diseñados específicamente para áreas de I+D en empresas del sector de biocombustibles en Colombia, con diagnóstico empírico del estado de madurez y una hoja de ruta estratégica para su implementación; y segundo, la ausencia de propuestas que integren los modelos clásicos de GC con arquitecturas tecnológicas de tercera generación, relacionados

con inteligencia artificial, en contextos de alta rotación de personal técnico especializado, con gobernanza definida e indicadores de seguimiento.

5.2 Por qué el conocimiento no es solo información acumulada

El modelo Datos–Información–Conocimiento–Sabiduría (DIKW, por sus siglas en inglés: Data, Information, Knowledge, Wisdom) ofrece una jerarquía intuitiva, pero su linealidad lo limita. Frické (2009) demostró que el conocimiento no emerge automáticamente de acumular datos, este requiere un marco interpretativo previo que le dé contexto e intención. Rowley (2007) complementó esta crítica señalando que el verdadero saber incorpora dimensiones de propósito y criterio que ningún sistema de información puede replicar de forma autónoma.

La implicación práctica es clara con un repositorio documental puede contener toda la información técnica de una organización y, aun así, resultar inútil si nadie sabe interpretarla en el contexto adecuado (Alavi y Leidner, 2001). Esta distinción guía la selección del sistema de GC apropiado.

5.2.1. Conocimiento tácito y explícito: el núcleo del problema

Polanyi (1966) formuló el principio que fundamenta toda la gestión del conocimiento y es que sabemos más de lo que podemos decir. El conocimiento explícito puede codificarse y transmitirse; el tácito reside en la experiencia, la intuición y el criterio de las personas. Nonaka y Takeuchi (1995) convirtieron esta distinción en el eje de su teoría de creación de conocimiento organizacional: la interacción entre ambos tipos es la fuente principal de innovación.

En organizaciones con alta rotación de personal técnico, esta distinción es operativa, no filosófica. Cuando un experto se va, los documentos permanecen, pero ya no se sabe cuáles eran los aspectos clave que permitían interpretarlos y utilizarlos. Además, los autores Davenport y Prusak (1998) consideran que este tipo de pérdida, la pérdida de parte del conocimiento que reside en los expertos específicos, es la más cara y, al mismo tiempo, la más difícil de advertir en los sistemas de gestión del conocimiento.

5.2.2. La rotación de expertos como vulnerabilidad estructural

Sanz y Hovell (2024) evidenciaron que las empresas que no identifican explícitamente el conocimiento crítico y sus portadores corren un riesgo estructural difícil de remediar después de haberlo vivido. En I+D, donde el conocimiento especializado se construye mediante decada de investigación y experimentación, la salida de un experto sin una base sólida de transferencia de conocimiento provoca la amnesia organizacional: la pérdida irreversible de un activo intelectual que ningún archivo puede recuperar (Walsh & Ungson, 1991).

La solución no es aumentar la documentación. Hansen et al. (1999) advirtieron que crear manuales en exceso es lento y costoso de mantener. Se requieren arquitecturas de interacción social sistemática, como comunidades de práctica y mentorías tipo shadowing, que facilitan la transferencia del conocimiento no visible a formas organizacionales antes de que el especialista termine su período. (North & Kumta, 2014).

5.2.3. El conocimiento como activo estratégico

Barney (1991) expuso que la ventaja competitiva sostenible depende de los recursos valiosos, escasos, difíciles de imitar y no sustituibles. El conocimiento técnico especializado cumple con estos criterios. Grant (1996) señaló que la ventaja reside en la habilidad de unir el conocimiento personal de expertos en métodos operativos únicos. La rotación regular de los trabajadores genera una pérdida sistemática de este conocimiento.

La transición de entender el conocimiento como una riqueza estratégica a tratarlo como un activo mensurable se sostiene con la Visión Basada en el Conocimiento (Knowledge-Based View), que agrega la teoría de recursos para incluir el conocimiento como el recurso más fundamental y estratégico (Grant, 1996). Desde esta perspectiva, la pérdida de conocimiento crítico no es un costo difuso sino un deterioro de capital intelectual con expresión económica mensurable, que puede llegar a ser el coste de oportunidad de la reconstitución del saber que se ha perdido, la duplicación de esfuerzos o el retraso en el ciclo de las innovaciones.

5.3. Panorama y selección justificada de modelos

La literatura de GC ha generado diversos marcos teóricos desde los años noventa. La Tabla 2 muestra los modelos más reconocidos, evaluados por su pertinencia ante la pérdida de conocimiento tácito técnico en I+D con alta rotación de personal.

Tabla 2

Comparación de Modelos de Gestión del Conocimiento

Modelo	Autores	Enfoque central	Pertinencia para I+D con rotación	Limitación para este estudio
SECI	Nonaka & Takeuchi (1995)	Ciclo de conversión entre conocimiento tácito y explícito.	Alta. Explica directamente cómo se crea y se pierde conocimiento en equipos técnicos.	No aborda la organización ni jerarquización del conocimiento acumulado.
Bloques de construcción	Probst, Raub & Romhardt (2000)	Ocho procesos operativos: identificar, adquirir, desarrollar, distribuir, preservar, usar y medir el conocimiento.	Alta. El bloque de preservación aborda directamente la retención ante rotación. Operacionaliza los otros modelos.	No describe el mecanismo de creación del conocimiento tácito ni su jerarquización estratégica.
Ciclo de Wiig	Wiig (1993)	Construcción, organización y despliegue sistemático del conocimiento.	Alta. Jerarquiza el conocimiento según valor estratégico para uso operativo inmediato.	Carece de mecanismo dinámico de captura del conocimiento tácito emergente.
Von Krogh & Roos	Von Krogh & Roos (1995)	Conocimiento como construcción social entre personas.	Media. Reconoce el rol de las relaciones interpersonales, pero es difícil de operacionalizar en I+D industrial.	Poco aplicable a entornos con alta presión operativa y procesos estructurados.
Boisot I-Space	Boisot (1998)	Difusión del conocimiento según nivel de codificación.	Baja. Orientado al análisis de flujos; no provee mecanismos de captura o jerarquización.	No responde al problema de preservación ante rotación de personal.

Nota. Elaboración propia basada en Nonaka y Takeuchi (1995), Probst, Raub y Romhardt (2000) y Wiig (1993).

Teniendo en cuenta el enfoque central, la pertinencia para un área de I+D con alta rotación y las diferentes limitaciones enunciadas en la anterior tabla, se considera que los tres modelos más pertinentes para este estudio son el SECI (Nonaka & Takeuchi, 1995), los Bloques de

Construcción de Probst, Raub y Romhardt (2000) y el Ciclo de Wiig (1993). Cada uno aborda una dimensión distinta: el SECI explica la creación del conocimiento, Probst et al.

operacionalizan los procesos para preservarlo y medirlo, y Wiig define cómo jerarquizarlo para su uso oportuno. Esta complementariedad fortalece la base conceptual del estudio.

5.3.1. SECI: el mecanismo de creación del conocimiento

El modelo SECI describe la espiral en la que el conocimiento tácito se convierte en explícito y viceversa, a través de cuatro fases continuas (Nonaka & Takeuchi, 1995), las cuales se describen en la Tabla 3. Su valor en I+D radica en que muestra que el conocimiento no puede simplemente almacenarse: existe en la interacción entre personas y se pierde si esta se interrumpe sin mecanismos previos de externalización.

Tabla 3

Fases SECI y Puntos de Pérdida de Conocimiento

Fase	Qué ocurre	Cómo se pierde si no se gestiona
Socialización	El conocimiento tácito se transmite entre personas mediante experiencia compartida: observación, imitación, práctica conjunta.	Se pierde cuando el experto sale sin que nadie haya compartido suficiente tiempo con él para absorber su criterio.
Externalización	El conocimiento tácito se convierte en conceptos explícitos: metáforas, modelos, documentos.	Es el cuello de botella más frecuente: el experto nunca articula lo que sabe porque no hay tiempo ni protocolo para hacerlo.
Combinación	Los conceptos explícitos se integran en sistemas de conocimiento más complejos: bases de datos, reportes, procedimientos.	Sin repositorio centralizado, el conocimiento explícito queda disperso en carpetas personales o correos electrónicos.
Interiorización	El conocimiento explícito se incorpora al acervo tácito del individuo a través de la práctica.	Si el conocimiento explícito no es accesible, los nuevos integrantes repiten los errores que el experto anterior ya había resuelto.

Nota. Elaboración propia basada en Nonaka y Takeuchi (1995) y Von Krogh et al. (2000).

La externalización es la fase más difícil. Alavi y Leidner (2001) documentaron que el conocimiento altamente especializado rara vez se captura eficazmente en sistemas convencionales, lo que genera silos informativos, duplicación de esfuerzos y mayores costos operativos (Grant, 1996). Superar este desafío no implica aumentar la documentación

indiscriminadamente, como advirtieron Hansen et al. (1999), sino diseñar protocolos selectivos y estructurados, e interfaces que capturen el conocimiento en su contexto natural, una vez que las dinámicas de interacción social lo han hecho explícito.

5.3.2. Bloques de construcción: operacionalizar la gestión del conocimiento

Mientras el SECI describe el mecanismo de creación del conocimiento, el modelo de Probst et al. (2000) detalla los procesos concretos para gestionarlo de principio a fin. Su propuesta de ocho bloques de construcción conecta la teoría con la implementación (ver Tabla 4).

Tabla 4

Bloques de Construcción del Conocimiento

Bloque	Descripción	Relevancia directa para I+D con rotación
Objetivos del conocimiento	Define qué conocimiento necesita la organización para alcanzar sus metas estratégicas.	Permite identificar qué conocimiento es crítico antes de que quien lo posea se vaya.
Identificación	Mapea dónde reside el conocimiento dentro y fuera de la organización.	Responde la pregunta más urgente ante rotación: ¿quién sabe qué y dónde está documentado?
Adquisición	Obtiene conocimiento que la organización no posee internamente.	Relevante para cubrir brechas generadas por salidas de personal clave.
Desarrollo	Genera nuevo conocimiento a través de I+D, aprendizaje e innovación.	Es la actividad central del área de I+D; sin preservación, el conocimiento desarrollado se pierde.
Distribución	Transfiere el conocimiento al lugar y persona donde se necesita.	Elimina la dependencia de que el experto esté disponible para transferirlo de forma informal.
Preservación	Retiene el conocimiento crítico para que esté disponible en el futuro.	El bloque más directamente relacionado con el problema de Bio D: evita la amnesia organizacional.
Uso	Aplica el conocimiento disponible en la toma de decisiones y procesos.	El objetivo final: el conocimiento sólo genera valor cuando se usa, no cuando se almacena.
Medición	Evalúa el estado y el impacto de la gestión del conocimiento.	Provee los indicadores que permiten saber si el sistema de GC está funcionando.

Nota. Elaboración propia basada en Probst, Raub y Romhardt (2000).

Entre los ocho bloques, la preservación ocupa un lugar especialmente sensible: Probst et al. (2000) lo definen como los mecanismos que aseguran que el conocimiento generado

permanezca disponible en el futuro, sin importar quién ocupe cada rol. Los propios autores advierten que este bloque suele faltar en organizaciones con cultura de urgencia operativa y tiene mayor impacto cuando un colaborador clave se va sin mecanismos de transferencia previos.

5.3.3. Wiig: jerarquizar el conocimiento para que sea útil

El modelo de Wiig (1993) complementa a los anteriores desde otra perspectiva: no aborda la creación ni la preservación del conocimiento, sino su organización para que sea utilizable en el momento adecuado. Su premisa es que el conocimiento mal organizado no está disponible y genera costos innecesarios. Dalkir (2017) caracteriza el aporte de Wiig como un sistema de filtrado estratégico que evita que los colaboradores pierdan tiempo en detalles menores y facilita el acceso al conocimiento que genera diferenciación.

Sus tres componentes, agrupación (*pooling*), jerarquización estratégica y despliegue, dan lugar a una arquitectura que transforma el conocimiento individual en recurso colectivo, lo clasifica de manera ordenada de acuerdo a su potencial beneficiario para los objetivos del negocio y lo pone a disposición donde conviene. En I+D, donde el volumen de información supera la capacidad de procesamiento del equipo, la arquitectura en mención es tan importante como la captura del conocimiento.

5.4. Integración Conceptual de los Modelos Seleccionados

En este caso, los tres modelos seleccionados exploran aspectos distintos pero complementarios del mismo problema. Juntos forman una marco conceptual integrado: SECI se convierte en el motor de creación; Probst et al. definen el esquema de procesos para preservarlo, distribuirlo y medirlo; y Wiig opera como filtro de organización y ejecución para su aplicación estratégica.

La literatura de GC reconoce que los marcos teóricos son herramientas complementarias y que las organizaciones más maduras combinan modelos para abordar la creación,

preservación y organización del conocimiento (Dalkir, 2017). Esta integración sustentada en los fundamentos teóricos de cada modelo, será evaluada su aplicabilidad al contexto de la organización con base en los hallazgos del diagnóstico, y la posición de cada dimensión en la escala de madurez determinará el énfasis de cada fase de la intervención

5.5. La evolución de los sistemas de GC

Los sistemas de gestión del conocimiento han evolucionado de repositorios pasivos a sistemas cognitivos capaces de procesar el conocimiento por su significado, tal como se evidencia en la Tabla 5. Los sistemas de tercera generación se distinguen no por su sofisticación técnica, sino por su capacidad para recuperar conocimiento por concepto y no sólo por palabra clave, eliminando la necesidad de que el usuario conozca la etiqueta original de la información (Schneider et al., 2024).

Tabla 5

Evolución de los Sistemas de Gestión del Conocimiento

Generación	Capacidad central	Limitación que supera la siguiente
Repositorios pasivos	Almacenamiento y recuperación por palabras clave. Conocimiento estático.	El usuario debe saber exactamente qué buscar. El conocimiento no se conecta entre sí.
Herramientas analíticas (BI)	Análisis descriptivo sobre datos históricos. Identificación de patrones.	Analiza datos estructurados, no el conocimiento narrativo o técnico en documentos.
Sistemas cognitivos (AI-KMS)	Procesamiento semántico, síntesis de múltiples fuentes, respuesta contextualizada en lenguaje natural.	Requiere gobierno de datos previo y supervisión humana para garantizar calidad del conocimiento.

Nota. Elaboración propia basada en Dalkir (2017) y Mehalaïne et al. (2025).

5.5.1. NLP, LLMs y arquitectura RAG aplicados a la GC

El Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) es el conjunto de técnicas que permite a los sistemas interpretar y generar lenguaje humano. Sus aplicaciones más relevantes para la GC incluyen clasificación automática de documentos, extracción de conceptos clave, generación de

resúmenes y respuesta a consultas en lenguaje natural, abordando directamente el cuello de botella en la recuperación del conocimiento (Schneider et al., 2024).

Los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLMs) representan la versión más avanzada de estas capacidades. Su valor en la GC radica en reducir la dependencia de la transferencia de conocimiento de persona a persona (Mehalaïne et al., 2025). La arquitectura RAG (*Retrieval-Augmented Generation*) refuerza este valor al vincular las respuestas del LLM con el repositorio interno de la organización, minimizando el riesgo de respuestas plausibles pero incorrectas (Zaoui Seghroucheni et al., 2025).

Böhm y Durst (2026) proponen el marco GRAI (*Generative, Receptive Artificial Intelligence*) como revisión del SECI en la era de la IA generativa. El hallazgo fundamental de Böhm y Durst es que la IA simplifica la externalización, el paso más complicado de ese ciclo de SECI, gracias a las interfaces de conversacionales que permiten a expertos transmitir el conocimiento tacitamente no documentado. Esto expandió la visión del modelo SECI y no lo sustituyó.

La literatura indica que ninguna tecnología puede solucionar por sí sola el problema de la GC. Los LLMs generan respuestas razonables, pero no necesariamente correctas por medio de patrones estadísticos. Edwards y Lönnqvist (2023) señalan que su opacidad algorítmica dificulta la verificación en contextos técnicos especializados. La tecnología constituye un complemento, pero es la gobernanza sobre el conocimiento lo que le permite confiabilidad.

5.6 La gestión del cambio como condición fundamental para la adopción

La implantación de una estrategia de gestión del conocimiento se entiende como una reformulación organizacional y no solamente como un desafío tecnológico. Esta distinción es vital: mientras que un proyecto tecnológico finaliza con la instalación y funcionamiento del sistema o aplicativo, una transformación organizacional se considera definitiva sólo tras que las personas han adaptado su forma de trabajo. Este proceso exige una gestión del cambio deliberada, más allá de la formación técnica. La literatura relacionada con las aplicaciones de

gestión del conocimiento ha identificado la resistencia cultural como uno de los obstáculos más frecuentes y determinantes, superando incluso las limitaciones tecnológicas o presupuestarias (Dalkir, 2017; Ghobakhloo & Iranmanesh, 2022).

La resistencia cultural no siempre se manifiesta de manera activa o consciente. En entornos de investigación y desarrollo altamente competitivos donde se aplica gran presión operativa, la principal barrera es la inercia, no un rechazo directo al cambio. sostener los procesos informales previos, no para rechazarlos, sino porque el nuevo sistema todavía no forma parte de sus patrones cotidianos. Probst et al. (2000) describieron este estado de inercia como uno de los elementos más comunes que evita la implementación de nuevas prácticas que permiten la transferencia de conocimientos; incluso cuando las fases de captura y conservación son eficaces, los empleados continúan utilizando métodos previos. El conocimiento puede estar a su disposición en el repositorio, pero no se consultará por no haberse convertido en hábito consultar, aunque sí se use el proceso para almacenar y mantener el conocimiento. |

Ademas, la literatura también sostiene que la resistencia al cambio tecnológico no siempre se expresa de manera activa, sino como una inercia cultural asociada a formas tradicionales de trabajo (Dalkir, 2017; Ghobakhloo & Iranmanesh, 2022). A pesar de ello, estas situaciones tienden a presentar estructuras de adopción asimétricas o bimodales, con individuos muy propensos a la innovación digital y otros más resistentes a los cambios metodológicos en el laboratorio. La implicación práctica para el diseño del modelo radica en que no alcanza en adoptar estrategias uniformes: se requieren rutas diferenciadas que generen victorias tempranas visibles para los perfiles conservadores, mientras aprovechan la disposición de los perfiles puedan ser favorecidos como agente interno de cambio (Kotter, 1995).

Para mitigar este fenómeno, la aplicación de la Etapa 6 de Kotter (Generar victorias tempranas) es esencial para el diseño. (Kotter, 1995). Teóricamente, un sistema de gestión del conocimiento no podrá asentarse si obliga a un cambio radical de hábitos sin demostrar

inmediatamente un beneficio. Por lo tanto, la estructuración de hitos de corto plazo, visibles y de alto impacto operativo, actúa como el mecanismo puente para desarmar la inercia de los perfiles más tradicionales, validando empíricamente que la sistematización contribuye a reducir el peso laboral cotidiano, y no al contrario.

5.7 Evidencia empírica de aplicación: casos de referencia

La literatura especializada muestra que los sistemas de gestión del conocimiento generan resultados particularmente relevantes en organizaciones intensivas en investigación y desarrollo, donde la innovación depende de la capacidad para crear, transferir y reutilizar conocimiento técnico especializado.

Uno de los casos más documentados es el de la compañía petroquímica Shell, que desarrolló comunidades de práctica para promover la transferencia de conocimiento entre expertos geográficamente distribuidos. Según Wenger, McDermott y Snyder (2002), este enfoque condujo a la disminución de la duplicación de esfuerzos, acelerar la resolución de problemas técnicos y preservar conocimiento crítico asociado a especialistas con alta experiencia.

La NASA implementó programas formales de captura y transferencia de conocimiento en el campo de la aeroespacial con el fin de preservar las lecciones aprendidas de proyectos complejos. De acuerdo con APQC (2021), estas prácticas permitieron disminuir la pérdida de conocimiento asociada al retiro de expertos y facilitar la formación acelerada de nuevos profesionales en áreas altamente especializadas.

La empresa farmacéutica Pfizer, a su vez, estableció las plataformas cooperativas para la gestión y reutilización del conocimiento científico en sus procesos de investigación, favoreciendo con la sistematización de los resultados experimentales y el acceso sistematizado a experiencias pasadas al reducir tiempos de búsqueda de información y aumentar la eficiencia de los proyectos de investigación (Dalkir, 2017).

Recientemente, organizaciones intensivas en conocimiento han empezado a integrar sistemas de inteligencia artificial y procesamiento semántico con el objetivo de potenciar la recuperación de información técnica. Schneider et al. (2024) indican que los sistemas de gestión del conocimiento apoyados en búsqueda semántica y procesamiento de lenguaje natural permiten acortar notablemente el tiempo requerido para encontrar conocimiento especializado, sobre todo en organizaciones con grandes volúmenes documentales y proyectos de investigación (Dalkir, 2017).

La evidencia existente sugiere que los mayores beneficios de la gestión del conocimiento no provienen únicamente de la implementación de herramientas tecnológicas, sino de la integración de mecanismos de captura del conocimiento tácito, estructuras de gobernanza, procesos de transferencia y plataformas que faciliten el acceso oportuno a la información

6. Diseño Metodológico

6.1. Tipo de investigación

El presente proyecto se enmarca en una investigación de tipo aplicada, en la medida en que responde a una necesidad concreta: la pérdida de conocimiento y las oportunidades de mejora en la eficiencia del proceso de I+D. Su propósito no es generar conocimiento teórico abstracto, sino aportar una solución práctica que impacte directamente el desempeño del área.

El estudio tiene un carácter principalmente descriptivo, al buscar medir y caracterizar el estado actual de la gestión del conocimiento en el área de investigación y desarrollo (I+D), con la participación del área de tecnologías de la información (TI) como actor habilitador. Además, incluye un componente exploratorio mediante la revisión de literatura especializada, que permiten ampliar la comprensión del tema y guiar la elaboración del modelo propuesto. Esta aproximación se centra en un área crítica donde el conocimiento es un activo estratégico, sin pretender abarcar toda la organización. En cuanto al enfoque metodológico, la investigación se basa en un razonamiento inductivo, desarrollando propuesta de gestión del conocimiento desde los hallazgos del diagnóstico y los ensayos teóricos para formar un enfoque más centrado y adaptable a este entorno, enfocado en aspectos relevantes y con un potencial extensión a otras áreas.

En relación con las fuentes de información, el proyecto utiliza un enfoque mixto, integrando técnicas cualitativas como las entrevistas, junto con elementos cuantitativos como encuestas, orientados a definir métricas que permitan evaluar el impacto del modelo en la eficiencia del proceso de I+D.

Finalmente, el estudio se desarrolla bajo un diseño transversal ya que la evaluación fue realizada en un momento determinado y capturó el estado presente de la área. Si bien se propone un plan de implementación futura, pero la investigación no contempla un monitoreo extendido.

6.2. Análisis externo

Se busca analizar cómo las condiciones del entorno impactan la gestión del conocimiento en el área de Investigación y Desarrollo (I+D) de Bio D, a través de una estrategia metodológica basada en el modelo PESTEL, que sirve para evaluar a través de seis dimensiones: político, económico, social, tecnológico, ambiental y legal. Este modelo nos ayuda a estructurar el análisis, a partir del cual se identifican los factores más relevantes que influyen en la organización mediante una revisión de fuentes secundarias, como reportes sectoriales, instituciones internacionales y la literatura reciente de estudios. Con el fin de entender el impacto de estos factores sobre los biocombustibles y su influencia en la organización.

Para el desarrollo del análisis, cada variable identificada será evaluada bajo dos criterios: (i) su relevancia estratégica para medir la eficiencia, innovación y competitividad, así como (ii) su incidencia en la gestión del conocimiento. Además, se designará una escala cualitativa para categorizar el grado de efecto (alto, medio o bajo). Este criterio permite dar prioridad a aquellas variables que son fundamentales para la estrategia empresarial y las decisiones.

De este modo, se construye un mapa estratégico del entorno que incluirá las variables identificadas, sus implicaciones sectoriales y organizacionales, así como su vínculo con el manejo del conocimiento. Esta análisis ayudará a determinar factores clave del entorno y a generar insumos analíticos que proporcionarán una mejor comprensión sobre las capacidades necesarias en la rama de I+D, en congruencia con el análisis externo futuro.

6.3. Análisis interno

Con el fin de realizar un diagnóstico integral sobre la gestión del conocimiento en el área de I+D de Bio D, se propone una estrategia metodológica de carácter mixto, apalancada en la utilización de dos instrumentos de medición: una encuesta estructurada para todos los miembros del equipo de I+D y una entrevista semiestructurada con el Director de I+D y el equipo de tecnologico. Con este enfoque se espera contrastar y validar la información desde

diferentes perspectivas organizacionales (estratégica, cultural, liderazgo, táctica y operativa) garantizando una comprensión integral de la situación actual. De este modo, se pretende generar insumos analíticos que sustenten la formulación de un plan de implementación de gestión documental y del conocimiento, adaptado a las necesidades y particularidades del área de I+D de Bio D.

6.4. Población Objeto de Estudio, enfoque Censal y ficha técnica

Esta intervención empresarial delimita su alcance exclusivamente al área de Investigación y Desarrollo (I+D) y del área de gestión de la información de Bio D y , excluyendo al resto de la organización (aprox. 200 colaboradores).

El área de I+D está integrada por nueve (9) colaboradores, entre ellos el Director del área, la gerencia, investigadores y personal técnico de apoyo; mientras que el área de TI cuenta con un colaborador encargado del soporte tecnológico y la administración de plataformas de información para el equipo de I+D. En conjunto, conforman una población total de nueve (9) personas, consideradas relevantes para la comprensión del estado actual de la gestión del conocimiento en la organización.

Se decidió recopilar información a través de una encuesta hacia los 9 miembros del equipo I+D; el método censal abarcó a toda la población objetivo del sector estudiado, así que el error de muestreo no afecta los resultados del análisis micro-ecosistema en el que radica la ventaja competitiva de innovación de la compañía Bio D. Esta focalización exclusiva responde a los Modelos de Madurez de Gestión del Conocimiento (KMMM por sus siglas en inglés: *Knowledge Management Maturity Model*) propuestos por Kulkarni y St. Louis (2003), quienes sostienen que es necesaria una evaluación orientada a unidades críticas de valor, no en términos generales de la organización. Para el componente cualitativo profundo, se seleccionó una muestra no probabilística intencional basada en roles clave de gobernanza y soporte, entrevistando formalmente al Director de I+D y a un Líder Técnico del área de TI.

La validez interna del diagnóstico no depende de la amplitud estadística de las muestras cualitativas; lo que sí importa es el enfoque metodológico de la triangulación. En este diseño, los datos recolectados en las encuestas sirven como base empírica para medir la escala del problema, mientras que las entrevistas en profundidad con los líderes permiten una evaluación contextual. Este cruce permite contrastar la cultura operativa con las limitaciones presupuestarias y tecnológicas, otorgando un rigor interpretativo integral a los hallazgos. Los detalles técnicos de la encuesta se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6

Ficha Técnica de la Encuesta al Equipo de I+D

Características	Descripción
Objetivo	Identificar las prácticas actuales, fortalezas y oportunidades de mejora en la gestión del conocimiento dentro del área de I+D, revisando para ello las variables de: Estrategia y liderazgo, Proceso de gestión de información, Capacidades y Gestión de cambio, Centralización de la información y Madurez tecnológica.
Periodo de recolección de datos	Abril 2026
Lugar de aplicación	Bogotá DC
Población	9 Colaboradores, entre ellos el Director de I+D y la gerente
Método de muestreo	Censo poblacional. Selección intencional del universo completo de la unidad funcional intervenida para eliminar el error muestral.
Modo de recolección	Encuesta estructurada autoaplicada digitalmente (Microsoft Forms).
Tratamiento Ético y Confidencialidad	Uso Estrictamente Académico y de Mejora Interna: En concordancia con la Ley 1581 de 2012 (Habeas Data) en Colombia y los lineamientos éticos institucionales de la Universidad Ean, la recolección de información está sujeta a un estricto protocolo de confidencialidad. Los datos vectoriales, opiniones y registros técnicos analizados serán procesados de forma agregada y anónima, garantizando que no se revelen secretos industriales ni propiedad intelectual sensible de Bio D S.A.S. (Este componente ético se articula en perfecta simetría con el consentimiento informado verbal y las pautas de control de información detalladas en el Guión de la Entrevista del Anexo B del presente documento).

Nota. Elaboración propia.

El segundo instrumento de medición consta de una entrevista semi-estructurada al líder del área de investigación y un representante de TI, la cual se detalla la ficha técnica en la Tabla 7.

Tabla 7

Ficha Técnica de la Entrevista al Líder de I+D

Características	Descripción
Objetivo	Diagnosticar el estado actual de la gestión del conocimiento en I+D para medir las variables: Procesos de gestión de conocimiento, Madurez tecnológica, Capacidades y gestión del cambio.
Periodo de recolección de datos	Abril 2026
Lugar de aplicación	Bogotá DC
Población	2 Informantes clave estratégicos, entre ellos el Director de I+D y una persona del equipo de TI.
Método de muestreo	Muestreo no probabilístico intencional (por criterio crítico). Selección de los custodios y administradores del conocimiento del proceso.
Modo de recolección	Entrevista a través de teams.

Nota. Elaboración propia.

6.5. Identificación de las variables

Se determinan las variables principales que facilitarán el diagnóstico del estado actualizado de la gestión del conocimiento, eficiencia operativa y tecnología en GC, en la Tabla 8. Estas variables se evaluarán de forma paralela con todos los instrumentos y constituyen la base para el desarrollo futuro del modelo de gestión del conocimiento.

Tabla 8

Ficha Variables Identificadas Objeto de Medición

Variable	Descripción
Consolidación, reutilización y mejora continua del conocimiento	Esta variable evalúa en qué medida el conocimiento generado en el área de I+D está consolidado en fuentes accesibles, se reutiliza en nuevos proyectos y se actualiza de forma sistemática. Su propósito es medir la madurez de los mecanismos preservación y despliegue del conocimiento, así como la capacidad del área para aprender de su propia experiencia acumulada y mejorar sus prácticas de gestión del conocimiento de forma continua (Adaptado de Wiig, 1993; Probst, Raub & Romhardt, 2000).
Estrategia y liderazgo	Esta variable evalúa el nivel de alineación entre la gestión del conocimiento y la visión estratégica de Bio D, así como el compromiso activo de la alta dirección en este proceso. Su propósito es determinar cómo el liderazgo proporciona una visión clara, metas y los recursos necesarios para facilitar la creación de conocimiento organizacional y la conversión de los saberes individuales en activos estratégicos que impulsen la innovación y la competitividad de la empresa (Adaptado de Nonaka & Takeuchi, 1995).

Variable	Descripción
Procesos de Gestión de Conocimiento	Esta variable analiza las etapas de generación, codificación, transferencia y aplicación del conocimiento dentro del área de I+D. Su propósito es evaluar la eficacia y el nivel de formalización de las actividades destinadas a capturar el saber técnico y asegurar su disponibilidad, permitiendo que la organización identifique claramente dónde reside el conocimiento y cómo puede ser reutilizado para evitar la redundancia de esfuerzos (Adaptado de Davenport & Prusak, 1998).
Capacidades y Gestión del Cambio	Esta variable evalúa la madurez socio-técnica de la organización, integrando la solidez de la infraestructura digital con la capacidad del capital humano para asimilar procesos de transformación. Su propósito es diagnosticar si la empresa posee las competencias tecnológicas y la flexibilidad cultural necesarias para que la gestión del conocimiento actúe como un soporte integrador de los sistemas de innovación, garantizando que el paso hacia tecnologías avanzadas (como NLP y LLMs) sea sostenible y esté alineado con las capacidades reales de ejecución de la organización (Adaptado de Bougoulia & Glykas, 2023; Ghobakhloo & Iranmanesh, 2022).
Madurez tecnológica	Esta variable mide la capacidad, el desarrollo y el nivel de integración de la infraestructura y herramientas de TI en Bio D, para determinar si existe un ecosistema estratégico que pueda habilitar y potenciar el modelo a implementar (Basado en Bougoulia & Glykas, 2023; Ghobakhloo & Iranmanesh, 2022)

Nota. Elaboración propia basada en Wiig (1993), Probst, Raub & Romhardt (2000), Nonaka y Takeuchi (1995), Davenport y Prusak (1998), Bougoulia y Glikas (2023) y Ghobakhloo y Iranmanesh (2022).

6.6. Instrumento de medición

Para la obtención de la información y la medición de las variables detectadas, se optará por usar instrumentos de tipo cuantitativo y cualitativo, que permitan conseguir información precisa respecto a la gestión de conocimiento, los flujos de la información y las percepciones del personal que forma parte del área de Investigación y Desarrollo (I+D) de la empresa Bio D.

6.6.1. Encuesta estructurada.

La encuesta se empleará como principal instrumento de medición cuantitativa. Su objetivo es recopilar información directa de los colaboradores sobre los procesos de gestión del conocimiento del área de I+D, para medir su perspectiva de las variables de estrategia y liderazgo, proceso de gestión de información, capacidades y gestión de cambio, centralización de la información y madurez tecnológica.

El cuestionario estará compuesto por 5 bloques, siendo de 4 preguntas el primero, 3 preguntas los dos siguientes y de dos preguntas el último , con el fin de reconocer la intención

estratégica y el apoyo de la alta gerencia a un ecosistema de gestión del conocimiento , así como los mecanismos utilizados por el equipo para crear, codificar, almacenar y aprovechar el saber técnico. Estos aspectos serán medidos a través de una escala tipo Likert y preguntas de opción única, permitiendo evaluar la madurez socio-técnica y la disposición frente a la adopción de herramientas tecnológicas avanzadas (NLP/LLMs) que fortalezcan la productividad y competitividad del área (Anexo A).

6.6.2. Entrevista semiestructurada.

Como complemento cualitativo, se llevará a cabo una entrevista semiestructurada individual con el Director de I+D y un especialista del equipo de TI, para evitar sesgos en las respuestas, la cual se desarrollará de manera virtual con una duración de 60 minutos, para medir las variables de estrategia y liderazgo, procesos de gestión de conocimiento, capacidades y gestión del cambio y madurez tecnológica.

El objetivo es profundizar en las dinámicas de creación, transferencia y conservación del conocimiento organizacional, así como en la percepción frente a las barreras socio-técnicas para la adopción de herramientas asociadas a la NLP y a los LLMs. Para tal fin, se plantean 7 preguntas principales distribuidas en tres bloques temáticos, precedidas por una introducción y finalizadas con un cierre de validación de hallazgos (Anexo B).

Esta entrevista será medida a través de un análisis temático, permitiendo identificar categorías emergentes que serán posteriormente contrastadas con los hallazgos cuantitativos. Este enfoque permite una comprensión integral del fenómeno, donde los datos cuantitativos proveen la representatividad estadística, mientras que los datos cualitativos otorgan el contexto, la profundidad interpretativa y el sentido de las experiencias de los participantes.

6.7. Validación del instrumento de medición

Los instrumentos de medición diseñados serán validados por 3 personas expertas en procesos de automatización, gestión de conocimiento y en proyectos de innovación, con el fin

de verificar que el diseño de los instrumentos de medición sean completos, claros y coherentes en su redacción y concepto con el objeto de este proyecto.

Para ello se utilizará el modelo de coeficiente de V de Aiken, que permite estimar el grado de cumplimiento de las características anteriormente indicadas. La caracterización de los expertos que participarán se describe en la Tabla 9.

Tabla 9

Caracterización de Expertos

Experto	Institución	Profesión	Experiencia	Instrumento
Sandra Marcela Delgado	EAN	Directora MBA de Ingeniería	Profesora universitaria con más de 20 años de experiencia en gestión académica	Encuesta y entrevista
Francy Camelo Caicedo	Bio D	Ingeniera Industrial	Proyectos de Innovación (15 años)	Encuesta y entrevista
Rafael López	Kushki	Ingeniero de Sistemas	Hiperautomatización de Procesos (15 años)	Encuesta y entrevista

Nota. Elaboración propia.

Tabla 10

Validación de Instrumento de Medición - Encuesta

A. Estrategia y Liderazgo			Evaluador 1	Evaluador 2	Evaluador 3	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿En qué medida considera que la alta dirección de Bio D prioriza la gestión del conocimiento como un factor clave para la competitividad? 1. Nada prioritario 2. Poco prioritario 3. Moderadamente prioritario 4. Muy prioritario 5. Prioridad estratégica	1,00	1,00	1,00	1,00

	2	¿Siente que existe una visión clara y comunicada por los líderes sobre cómo el conocimiento técnico debe ser creado y preservado en I+D? 1. Sin claridad 2. Poca claridad 3. Claridad moderada 4. Bastante claro 5. Totalmente claro	0,67	1,00	1,00	0,89
	3	¿Considera que el apoyo institucional actual es suficiente para incentivar la documentación y transferencia de sus aprendizajes? Sí, completamente Parcialmente No, requiere mejoras	1,00	0,67	1,00	0,89
B. Procesos de Gestión de Conocimiento			Evaluador 1	Evaluador 2	Evaluador 3	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿Con qué frecuencia documenta los resultados de sus pruebas, ensayos o proyectos de investigación? Siempre Frecuentemente Ocasionalmente Rara vez Nunca	1,00	1,00	1,00	1,00
	2	¿Considera que existe un método estandarizado para registrar y guardar los resultados del área de I+D de forma consistente? Sí, claramente definido y aplicado Existe, pero no se aplica de forma consistente No existe un método formal	1,00	1,00	1,00	1,00
	3	¿Dónde se encuentra almacenada principalmente la información técnica que usted genera? Repositorio centralizado Carpetas digitales no compartidas En el PC No existe un lugar definido	1,00	1,00	1,00	1,00
C. Capacidades y Gestión del Cambio			Evaluador 1	Evaluador 2	Evaluador 3	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿Qué tan adecuadas considera las herramientas tecnológicas actuales para gestionar el conocimiento generado en el área? Suficientes Parcialmente suficientes	1,00	1,00	1,00	1,00

		Requieren mejoras o nuevas herramientas				
	2	En una escala del 1 al 5, ¿cómo calificaría la cultura de colaboración y disposición al cambio para adoptar nuevas herramientas digitales? 1 muy baja - 5 muy alta	1,00	1,00	1,00	1,00
	3	¿Considera que cuenta con las habilidades digitales necesarias para interactuar con sistemas de búsqueda inteligente basados en Inteligencia Artificial? Sí Necesito capacitación No lo sé	1,00	1,00	1,00	1,00
D. Consolidación de la Información			Evaluador 1	Evaluador 2	Evaluador 3	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿Con qué facilidad puede acceder a información técnica o resultados previos cuando los necesita para un nuevo desarrollo? Muy fácilmente Con cierta facilidad Con dificultad Casi imposible	1,00	1,00	1,00	1,00
	2	¿Qué tan fácil resulta identificar el conocimiento experto o documentos clave dentro del área si la persona responsable no está presente? Muy fácil Relativamente fácil Difícil Muy difícil	1,00	1,00	1,00	1,00
	3	¿Con qué frecuencia reutiliza información de proyectos anteriores para evitar duplicar esfuerzos o ensayos? Siempre Frecuentemente A veces Rara vez Nunca	1,00	1,00	1,00	1,00
E. Mejora continua			Evaluador 1	Evaluador 2	Evaluador 3	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿Cuáles considera que son los principales obstáculos para gestionar adecuadamente el conocimiento en I+D?	1,00	1,00	0,67	0,89

	2	Si pudiera proponer una solución tecnológica o de proceso para fortalecer la gestión del conocimiento, ¿cuál sería?	1,00	1,00	0,67	0,89
--	---	---	------	------	------	------

Nota. Elaboración propia.

La Tabla 10 detalla las variables y preguntas de la encuesta evaluadas por expertos. Tras los resultados, cuatro (4) preguntas obtuvieron un índice menor a 1 pero mayor a 0.85, requiriendo modificaciones en su redacción, cuyas correcciones se muestran en la Tabla 11. Las preguntas con índice de 1 son válidas.

Tabla 11

Preguntas con Índice Inferior a Uno (1)

VALIDACIÓN INSTRUMENTO DE MEDICIÓN - V DE AIKEN (Versión evaluada)				OBSERVACIONES DE EXPERTOS
A. Estrategia y Liderazgo			V DE AIKEN	A. Estrategia y Liderazgo
Pre gun tas	2	¿Siente que existe una visión clara y comunicada por los líderes sobre cómo el conocimiento técnico debe ser creado y preservado en I+D? 1. Sin claridad 2. Poca claridad 3. Claridad moderada 4. Bastante claro 5. Totalmente claro	0,89	Si pero considero que se puede abrir, una cosa es cómo lo creó y otra pregunta es cómo lo preservó.
	Modificación: Se acota la pregunta para que pregunte únicamente por la creación y se incluye otra pregunta haciendo referencia a la preservación.			
	3	¿Considera que el apoyo institucional actual es suficiente para incentivar la documentación y transferencia de sus aprendizajes? Si, completamente Parcialmente No, requiere mejoras	0,89	Aclarar apoyo institucional a qué se refiere o usar otro término que sea más claro para quien responda el instrumento
	Modificación: Se cambia la redacción de la pregunta para hacer énfasis a la estrategia de la organización.			
E. Mejora continua			V DE AIKEN	E. Mejora continua
Pre gun tas	1	¿Cuáles considera que son los principales obstáculos para gestionar adecuadamente el conocimiento en I+D?	0,89	Debería estar cerrada

Modificación: Se cambia el tipo de pregunta de opción múltiple con solo una posibilidad de selección			
2	Si pudiera proponer una solución tecnológica o de proceso para fortalecer la gestión del conocimiento, ¿cuál sería?	0,89	Debería estar cerrada
Modificación: Se cambia el tipo de pregunta de opción múltiple con solo una posibilidad de selección			

Nota. Elaboración propia.

Tabla 12

Validación de Instrumento de Medición - Entrevista

A. Estrategia y Liderazgo, Procesos de Gestión de Conocimiento			Eval uado r 1	Eval uado r 2	Eval uado r 3	V DE AIKEN
Pre gunt as	1	Según la visión de la compañía, ¿cómo se considera hoy el conocimiento generado en los laboratorios: como un subproducto del día a día o como un activo estratégico para la ventaja competitiva de Bio D?	1,00	1,00	1,00	1,00
	2	¿Existe una "intención estratégica" clara desde la dirección para fomentar la creación de nuevo conocimiento?	1,00	1,00	1,00	1,00
	3	Davenport sugiere que el conocimiento debe fluir para ser útil. ¿Cómo describirían hoy el flujo de información desde que se genera un dato técnico hasta que alguien más lo reutiliza?	1,00	1,00	1,00	1,00
	4	¿Qué plataformas soportan este flujo y qué tan integradas están para evitar que el conocimiento se quede "atrapado" en silos?	1,00	1,00	1,00	1,00
	5	¿Existen protocolos formalizados para la codificación y transferencia de información, o dependemos mayoritariamente de la memoria y voluntad de los expertos (conocimiento tácito)?	1,00	1,00	1,00	1,00
B. Madurez Tecnológica			Eval uado r 1	Eval uado r 2	Eval uado r 3	V DE AIKEN
Pre gunt as	1	En términos de rendimiento, ¿qué impacto percibe que tiene la dificultad de acceso a la información histórica en los cronogramas de los proyectos?	1,00	1,00	1,00	1,00
	2	¿Se han identificado casos de duplicidad de esfuerzos (reinventar la rueda) por no encontrar antecedentes?	1,00	1,00	1,00	1,00
	3	Si una persona clave deja la empresa hoy, ¿cuál es la probabilidad (del 1 al 10) de que su conocimiento crítico permanezca accesible y utilizable por el resto del equipo de forma autónoma? ¿Por qué esa nota?	1,00	1,00	1,00	1,00

C. Capacidades y Gestión del Cambio			Eval uado r 1	Eval uado r 2	Eval uado r 3	V DE AIKEN
Pre gunt as	1	Considerando nuestra infraestructura actual, ¿qué tan preparada está Bio D para absorber tecnologías de vanguardia como modelos de lenguaje (LLMs) que interactúen con nuestras bases de datos?	1,00	0,67	1,00	0,89
	2	Ante una transformación hacia un modelo de búsqueda inteligente, ¿cuál percibe que sería la reacción del equipo? ¿Cree que las habilidades digitales actuales son suficientes o la cultura de trabajo será el principal desafío?	1,00	0,67	1,00	0,89
	3	¿Existen planes desde TI para fortalecer la madurez digital del área de I+D en el corto plazo?	1,00	0,67	1,00	0,89

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 12 se observa el detalle las variables y preguntas de la entrevista ajustadas por expertos De acuerdo con los resultados obtenidos, se encontraron tres (3) preguntas con una puntuación inferior a 1 pero superior a 0,85, lo que indica que deben ser modificadas en su redacción, no obstante haciendo la validación del comentario dejado por el evaluador se evidenció que sugiere presentar alternativas cerradas como una posible forma.. Tras un análisis de consistencia metodológica, el equipo interventor decidió no realizar dicha modificación y seguir usando preguntas abiertas para el instrumento cualitativo.

Esta decisión esta fundamentada en los principios de Dalkir (2017) y Creswell (2014) sobre triangulación metodológica, los cuales establecen que mientras la encuesta censal (Tabla 6) mide psicométricamente la escala y frecuencia de las variables, la entrevista semiestructurada al Director de I+D y al especialista de TI tiene como propósito científico profundizar en los modelos mentales, las dinámicas relacionales y las justificaciones del comportamiento organizacional. Los anexos A y B incluyen los instrumentos con sus modificaciones.

Además de la validez de contenido evaluada mediante el coeficiente V de Aiken, se estimó la confiabilidad del instrumento a través del coeficiente alfa de Cronbach, que mide la

consistencia interna de las escalas tipo Likert. El coeficiente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\alpha = [k / (k - 1)] \times [1 - (\Sigma\sigma^2_i / \sigma^2_T)]$$

donde k es el número de ítems de la dimensión, σ^2_i es la varianza de cada ítem, $\Sigma\sigma^2_i$ es la suma de las varianzas de todos los ítems, y σ^2_T es la varianza de los puntajes totales (la suma de los ítems) de cada encuestado. El coeficiente toma valores entre 0 y 1, donde valores más altos indican mayor consistencia interna entre los ítems que componen la escala.

El análisis se realizó sobre los ítems de naturaleza ordinal de cada dimensión; la Dimensión V (Perspectiva de Mejora Continua) se excluyó por estar compuesta por ítems de selección categórica, no susceptibles de análisis de consistencia interna. Los resultados se consignan en la Tabla 13.

Tabla 13

Confiabilidad por dimensión (alfa de Cronbach)

Dimensión	N.º de ítems	Alfa de Cronbach
I. Estrategia y Liderazgo	4	0,809
II. Procesos de Gestión de Conocimiento	2	0,111
III. Capacidades y Gestión del Cambio	3	0,111
IV. Madurez Tecnológica	3	0,433
Instrumento global	12	0,803

Nota. Elaboración propia.

El instrumento considerado globalmente posee un coeficiente alfa de 0,803, valor que se ubica en el rango de confiabilidad aceptable a moderadamente bueno ($\geq 0,80$) y respalda la consistencia interna del conjunto de la escala. A nivel de dimensión, los resultados son heterogéneos y deben interpretarse con cautela a la luz de dos condiciones metodológicas del estudio.

En primer lugar, el coeficiente alfa es altamente sensible al número de ítems por escala: las dimensiones con dos o tres ítems (II, III y IV) quedan estructuralmente perjudicadas por el factor de corrección de la fórmula, lo que resulta en valores bajo sin importar la calidad de los ítems. En segundo lugar, varios ítems registraron una varianza bastante baja porque el grupo de respondentes mostraba un grado muy alto de acuerdo —por ejemplo, ocho de los nueve participantes coincidieron en que existe un método de registro pero no se aplica de forma consistente—.

Dado que el alfa depende de la covarianza entre ítems, un consenso elevado deprime el coeficiente aun cuando refleja un hallazgo sustantivo robusto: la convergencia de las percepciones del equipo. Por tanto, estos valores no deben interpretarse como señal de que la herramienta es defectuosa, sino simplemente como consecuencia de un diseño simple con pocos ítems utilizado en una población homogénea.

Finalmente, es preciso reconocer como limitación metodológica que el carácter censal del estudio ($n = 9$, correspondiente a la totalidad del personal del área de I+D) hace que el coeficiente alfa sea estadísticamente frágil y deba considerarse referencial y no concluyente.

El diseño censal adopta un enfoque donde la inferencia se detiene ante la población objetiva y no se pretende derivar conclusiones para otra agrupación, por lo tanto, la relevancia de la confiabilidad inferencial reduce notablemente. Por ello, la fortaleza del análisis se fundamenta en la combinación de los datos cuantitativos de la encuesta con la evidencia cualitativa de las entrevistas semiestructuradas, en las cuales el Director de I+D y el líder de TI identificaron, por separado y simultáneamente, las mismas brechas observadas por el instrumento, apoyando la credibilidad de los hallazgos por coincidencia de fuente.

7. Diagnóstico Organizacional

7.1. Análisis externo

El entorno en el que se desarrolla el área de investigación y desarrollo (I+D) no se limita a imponer condiciones externas: redefine las capacidades que esta debe desarrollar para sostener su contribución estratégica. Por ello, el análisis externo más que como un ejercicio descriptivo, se plantea como una lectura orientada a comprender cómo los factores del entorno configuran las capacidades necesarias para la gestión del conocimiento dentro del área.

En contextos intensivos en investigación y desarrollo, la ventaja competitiva no reside en los recursos físicos o tecnológicos. De hecho, la ventaja viene dada por la habilidad para incorporar, transformar y aplicar eficazmente conocimientos. Esto se alinea con lo que se conoce como capacidades dinámicas (Teece, 2017). Estas son las competencias que permiten adaptarse y reorganizar los recursos organizativos ante los cambios en un entorno. Aquí, estas capacidades se ven reflejadas por la disposición del área de I+D para recuperar, sintetizar y reutilizar el conocimiento creado en sus actividades, disminuyendo la dependencia de la labor individual y acelerando los ciclos de innovación

Bajo esta lógica, el análisis externo se construye con un propósito que excede la descripción del entorno: descubrir factores que obligen a la dirección I+D a modificar la forma como maneja su conocimiento. Para ello se establecieron dos dimensiones de análisis: (i) la influencia estratégica en el rendimiento, la innovación y la toma de decisiones,, y (ii) la incidencia en la gestión del conocimiento, relacionada con la obtención, transmisión y posible desvanecimiento del conocimiento.

Desde esa visión, la gestión del conocimiento dejó de convertirse en un proceso meramente operativo para convertirse en una competencia estratégica que abre la posibilidad del aprendizaje organizacional y la toma de decisiones, permitiendo que el conocimiento fluya, se transforme y se utilice de una manera efectiva en la dirección I+D (North & Kumta, 2014).

Sobre esta base se construye un mapa estratégico del entorno que integra las variables del modelo PESTEL con evidencia del contexto, su impacto sectorial y sus implicaciones específicas para el área de I+D, incorporando además su incidencia en la gestión del conocimiento. Este mapa permite priorizar los factores críticos y, al mismo tiempo, evidenciar cómo convergen en la necesidad de fortalecer la gestión del conocimiento como una capacidad clave, tal como se presenta en la Tabla 14 y se analiza en la Tabla 15.

Tabla 14

Impacto del Factor

Nivel	Color	Significado
Alto	Gris oscuro	Impacta directamente la estrategia y la actividad principal del negocio
Medio	Gris medio	Impacta pero es gestionable
Bajo	Gris claro	Impacto indirecto

Nota: Elaboración propia.

Tabla 15

Análisis PESTEL

Factor	Variable clave	Implicación estratégica
Político	La política de transición energética global impulsa energías limpias, combustibles renovables, mezclas obligatorias y compromisos climáticos como parte de la descarbonización (IEA, 2024)	Sector: Crecimiento condicionado por regulación. Bio D: Oportunidad de expansión con riesgo ante cambios regulatorios. GC: Necesidad de actualización constante del conocimiento técnico y regulatorio.
Económico	El precio del petróleo, tipo de cambio y el costo de materias primas repercute en una alta volatilidad en mercados energéticos afecta márgenes e impacta rentabilidad. (World Bank, 2023)	Sector: Variabilidad en costos y rentabilidad. Bio D: necesidad de eficiencia operativa y reducción de reprocesos. GC: Aprendizaje organizacional y toma de decisiones basada en conocimiento.
Social	La alta demanda de talento especializado, la rotación de personal y una creciente conciencia ambiental, el déficit global de talento técnico en sectores clave (WEF, 2023) refuerza la necesidad de gestionar y preservar el conocimiento como un activo estratégico.	Sector: presión sobre sostenibilidad e innovación. Bio D: Riesgo de fuga de conocimiento crítico. GC: Alto impacto en conocimiento tácito.
Tecnológico	Entorno impulsado por la inteligencia artificial, la automatización y la digitalización industrial,	Sector: Aceleración de innovación y digitalización.

Factor	Variable clave	Implicación estratégica
	la gestión de la información y el conocimiento está siendo redefinida por la IA (McKinsey, 2023), posicionándose como un habilitador estratégico para la eficiencia y la toma de decisiones	Bio D: oportunidad de diferenciación con implementación de IA y reducción del ciclo de innovación mediante el procesamiento de datos históricos. GC: Reconfiguración de activos de conocimiento tácito en activos digitales consultables (NLP).
Ambiental	El endurecimiento de las regulaciones de emisiones y las certificaciones sostenibles, junto con el incremento de las exigencias en el sector energético (IEA, 2024), posicionan la sostenibilidad como un factor crítico de cumplimiento y competitividad.	Sector: Alta exigencia de cumplimiento por control ambiental. Bio D: Necesidad de trazabilidad y control. GC: Requiere gestión estructurada de información y necesidad de trazabilidad del conocimiento.
Legal	La normativa sectorial y los estándares internacionales, junto con el papel de las regulaciones como barreras de entrada en la industria energética (OECD, 2022), consolidan un entorno de alta exigencia que favorece a los actores con mayores capacidades técnicas y de cumplimiento.	Sector: Protección de actores establecidos. Bio D: Posicionamiento competitivo, pero alta dependencia normativa GC: Sistema de alerta temprana sobre cambios normativos para ajuste rápido de procesos.

Nota: Elaboración propia.

7.1.1. Análisis interpretativo

Más allá de las condiciones macro del entorno, resulta fundamental analizar el nivel de transformación tecnológica del sector; esto afecta la rapidez con la que cambian las cosas, la presión de la innovación y los requisitos que poseen las empresas.

En el contexto actual, la adopción de tecnologías digitales y de inteligencia artificial está redefiniendo cómo se crea valor, particularmente en actividades de investigación y desarrollo. Los estudios recientes señalan que las compañías que incorporan tecnologías avanzadas en sus planes de innovación consiguen mayor rendimiento y fortaleza en términos de adaptabilidad (McKinsey, 2023).

El reto reside en la habilidad de organizar y convertir la disponibilidad de los datos en información valiosa. Esto concuerda con los análisis contemporáneos sobre la transformación digital, donde se observa que el valor no reside en la información misma, sino en el talento de las empresas para transformarla en información de aplicación práctica (OECD, 2019).

En este sentido, la gestión del conocimiento se vuelve un factor distintivo de gran importancia, especialmente en contextos donde la innovación depende de la experiencia adquirida, el proceso de experimentación y la capacidad de aprendizaje organizacional. Los estudios recientes han mostrado que las organizaciones cuyas prácticas de gestión del conocimiento son superiores alcanzan niveles más altos de innovación y éxito organizacional (Kianto et al., 2019).

Sobre la base del Modelo de Madurez de Gestión del Conocimiento (KMMM) de Kulkarni y St. Louis (2003), derivado de la lógica de capacidad escalonada del CMM, se utiliza una escala de cinco niveles para asignar cada dimensión de la organización en un continuo evolutivo y convertir el diagnóstico en una medición posicional y no meramente descriptiva. La Tabla 16 describe los cinco niveles y las señales que permiten identificarlos en la gestión del conocimiento.

Tabla 16

Niveles de Madurez Organizacional

Nivel	Denominación	Rasgos observables en la gestión del conocimiento
1	Inicial	Gestión accidental; el conocimiento es tácito y no documentado; dependencia total de las personas.
2	Consciente	Se reconoce el valor del conocimiento; existen prácticas aisladas, sin política, estándar ni roles definidos.
3	Definido	Política, roles y procesos de GC formalizados; documentación estandarizada y compartida sistemáticamente.
4	Gestionado	La GC se mide con indicadores e integra en los procesos; la tecnología habilitante opera de forma estable.
5	Optimizado	Mejora continua del sistema de GC; el conocimiento opera como ventaja competitiva sostenible.

Nota. Elaboración propia a partir de Kulkarni y St. Louis (2003).

El análisis externo permite concluir que el desafío no radica únicamente en la adaptación al entorno, radica en la capacidad del área de I+D para desarrollar mecanismos que le permitan gestionar el conocimiento de manera estructurada, trazable y reutilizable. En este contexto, la

gestión del conocimiento deja de ser un soporte operativo y se consolida como un habilitador directo de la eficiencia, la velocidad de innovación y la sostenibilidad competitiva.

Es así, que la gestión del conocimiento actúa como una habilidad fundamental para fomentar la innovación, la eficiencia y la competencia, lo que justifica la relevancia de concebir un modelo de gestión del conocimiento adaptado a los movimientos del área I+D, que asome también capacidades tecnológicas e institucionales, y que ayude a responder adecuadamente a las demandas del entorno.

Los cambios regulatorios asociados a la transición energética, el incremento de los requisitos de sostenibilidad y trazabilidad, así como la creciente demanda de certificaciones especializadas, exigen que el contenido de investigación e innovación tenga un acceso fácil, una comprobabilidad reconocida y un potencial de uso repetido. Esta exigencia del entorno requiere a la organización tener la capacidad para conservar, transferir y reconstruir el conocimiento técnico bajo un ordenamiento sistemático. Así, los factores externos no crean solos los problemas de la gestión del conocimiento, pero los hace más relevantes al momento de resolverlos.

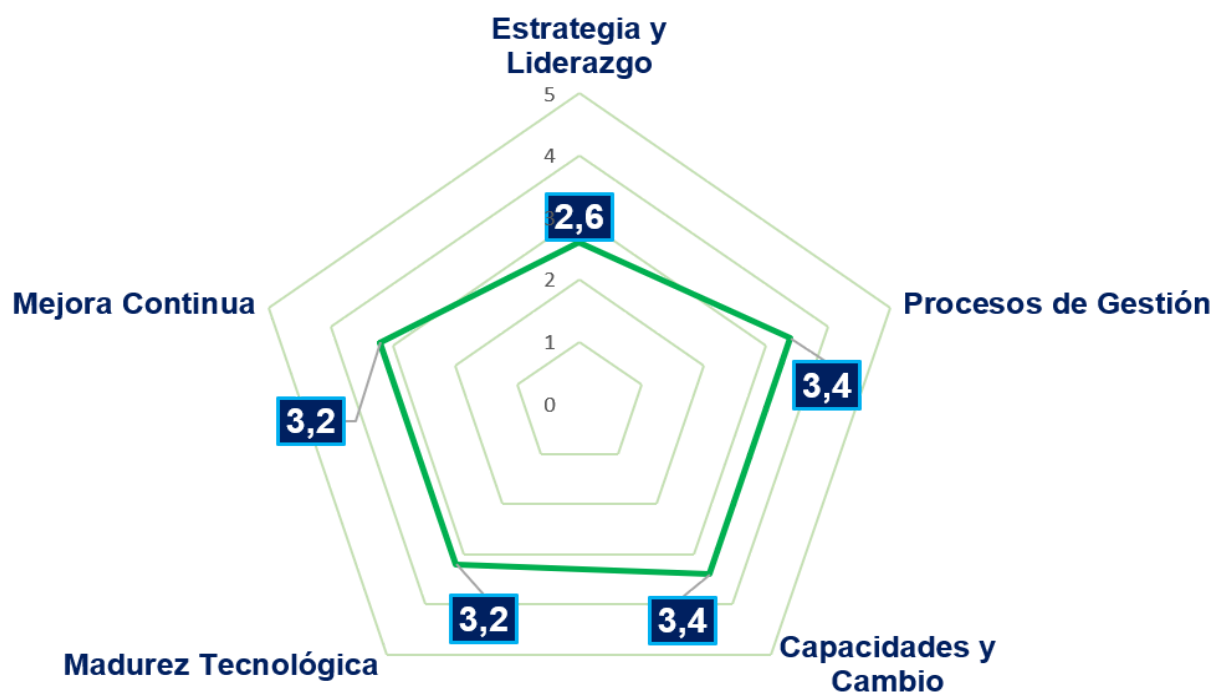
Los hallazgos del diagnóstico evidencian que, aunque existe interés en herramientas de búsqueda inteligente y aprovechamiento de la información, persisten desafíos relacionados con la dispersión documental, los silos de conocimiento y la ausencia de mecanismos formales de gobierno de la información. Como resultado, la presión tecnológica y la presión regulatoria convergen en un mismo punto: la necesidad de fortalecer la gestión del conocimiento en el área de I+D para reducir la dependencia de individuos clave, acelerar la transferencia de conocimiento y crear las condiciones necesarias para la adopción de tecnologías avanzadas que soporten la estrategia de innovación de Bio D.

7.2. Análisis interno

El presente diagnóstico se fundamenta en los datos recopilados en la primera semana de abril de 2026 mediante un cuestionario estructurado de autoevaluación, respondido por las 9 personas del área de Investigación y Desarrollo (I+D) de Bio D S.A.S., así como una entrevista semiestructurada realizada al Director del área de I+D y a una persona del equipo de TI. Ambos instrumentos fueron diseñados para evaluar cinco dimensiones críticas de la gestión del conocimiento organizacional, alineadas con los referentes teóricos del documento, cuyo resultado total ponderado se evidencia en la Figura 3 y que se detalla a continuación.

Figura 3

Gráfico de Araña con Puntaje Promedio Simple de las 5 Dimensiones Evaluadas en el Área de I+D.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 17

Promedio por Dimensión e Índice Global de Madurez (KMMM)

Dimensión	Promedio (1–5)	Nivel KMMM
I. Estrategia y liderazgo	2,6	Nivel 2 – Consciente
II. Procesos de gestión del conocimiento	3,4	Nivel 3 – Definido
III. Capacidades y gestión del cambio	3,4	Nivel 3 – Definido
IV. Madurez tecnológica	3,2	Nivel 3 – Definido
V. Mejora continua	3,2	Nivel 3 – Definido
Índice global de madurez (promedio simple)	3,16	Nivel 2 – Consciente

Nota. Elaboración propia con base en los resultados de la encuesta de autoevaluación (Figura 3).

El gráfico de araña de la Figura 3 se sintetiza numéricamente en la Tabla 17, que reporta el promedio de cada una de las cinco dimensiones evaluadas. El índice global de madurez se calcula como el promedio simple de estas cinco dimensiones, arrojando un valor de 3,16/5, que ubica al área de I+D en el Nivel 2 (Consciente) de la escala KMMM: la organización reconoce el valor del conocimiento, pero carece de políticas, estándares y mecanismos formales que lo gestionen.

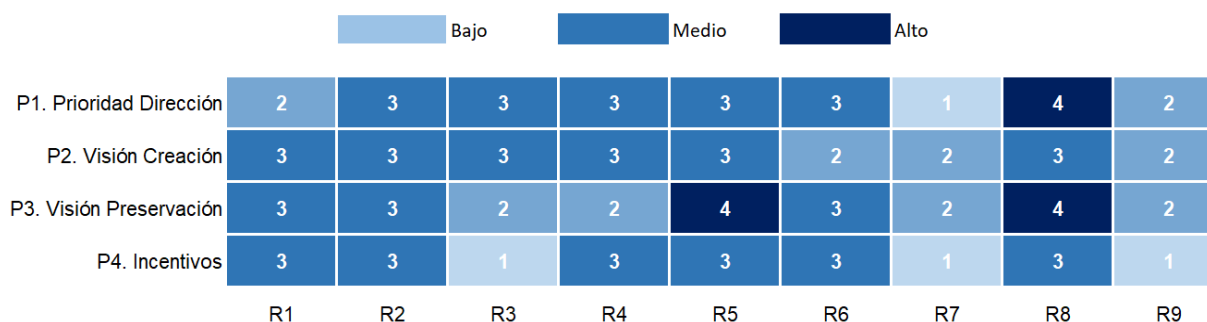
Si bien el promedio numérico (3,16) se sitúa en el umbral del Nivel 3, la madurez global se determina por la dimensión habilitante más rezagada —Estrategia y liderazgo (2,6)—, dado que en la lógica escalonada del KMMM una organización no consolida un nivel hasta cumplir sus condiciones en todas las dimensiones. Por ello el área se clasifica en el Nivel 2 (Consciente), con dimensiones operativas que ya muestran rasgos del Nivel 3. Este valor constituye la línea base contra la cual se fijan las metas del plan de intervención.

7.2.1. Dimensión I: Estrategia y liderazgo

Esta dimensión examina el grado en que la alta dirección de Bio D SAS posiciona la gestión del conocimiento como un activo estratégico y comunica una visión clara sobre la creación y preservación del conocimiento técnico en I+D.

Figura 4

Mapa de Calor Estrategia y Liderazgo: Distribución de Respuestas por Encuestado.



Nota. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos mediante la aplicación del instrumento de encuesta estructurada al equipo de I+D de Bio D (2026).

En la Figura 4 se muestran los resultados de la encuesta referidos a la dimensión de estrategia y liderazgo, los cuales tienen un promedio de 2,61 sobre 5, valor que refleja una percepción generalizada de baja prioridad institucional frente a la gestión del conocimiento. Este resultado cuantitativo concuerda con la información cualitativa recogida: el Director de I+D señala que el conocimiento generado en el área no se explota estratégicamente en la actualidad, y que los esfuerzos de gestión han consistido en readaptar la estrategia en función de la ejecución inmediata, antes que en construir una arquitectura deliberada de creación y retención de conocimiento. Por lo tanto, se perciben incentivos limitados o inexistentes

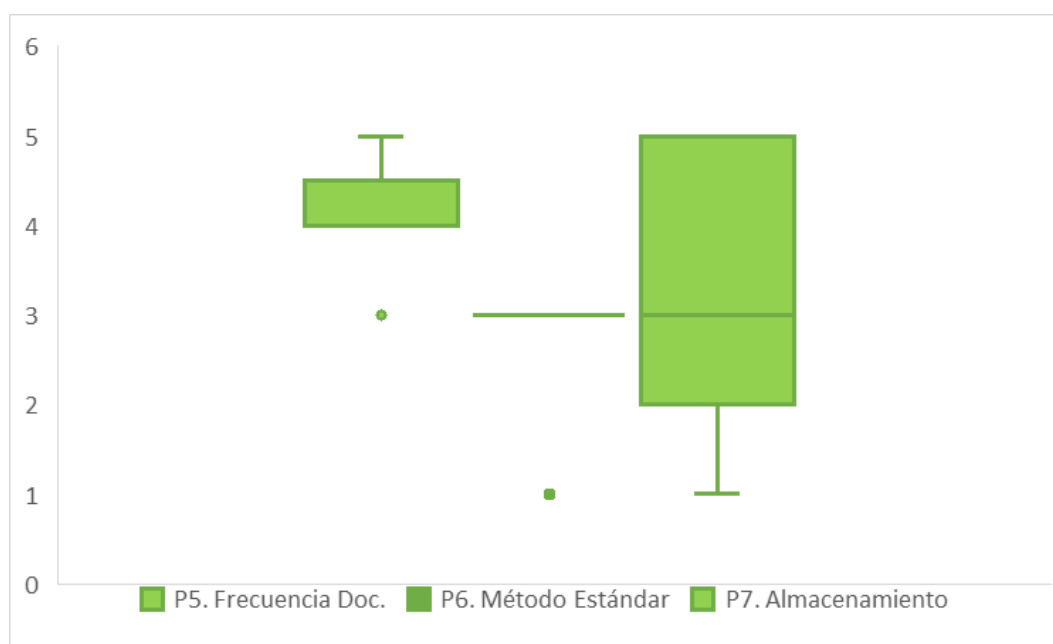
Desde la perspectiva de la teoría de recursos y capacidades (Barney, 1991; Grant, 1996), este hallazgo adquiere una dimensión crítica: el conocimiento tácito acumulado en el área de I+D no está siendo reconocido institucionalmente como activo estratégico, lo que genera subinversión sistemática en los procesos de codificación y transferencia que permitirían

convertirlo en una ventaja competitiva sostenible. La ausencia de mecanismos explícitos para retener el capital intelectual del área expone a la organización entre sus estructuras una condición de riesgo de pérdida del conocimiento en condiciones como rotación de personal o las ausencias prolongadas, lo que ya validan los propios encuestados ya que refieren la recuperación de información clave como difícil cuando el responsable no está disponible.

7.2.2. Dimensión II: Procesos de gestión de conocimiento

Figura 5

Gráfico de Cajas Sobre la Dispersión en la Calidad de los Procesos de Documentación



Nota. Elaboración propia.

Los datos cuantitativos de esta dimensión se grafican en la Figura 5, los cuales revelan una paradoja diagnóstica: el 89% de los colaboradores (8 de 9) reconoce la existencia de un método estandarizado de registro, pero ninguno lo aplica de forma consistente. Esta brecha entre norma y práctica configura lo que podría denominarse documentación ilusoria: el equipo registra con relativa frecuencia, pero bajo criterios individuales que anulan la utilidad colectiva del dato. La evidencia cualitativa precisa el mecanismo: el Director de I+D identifica un punto de

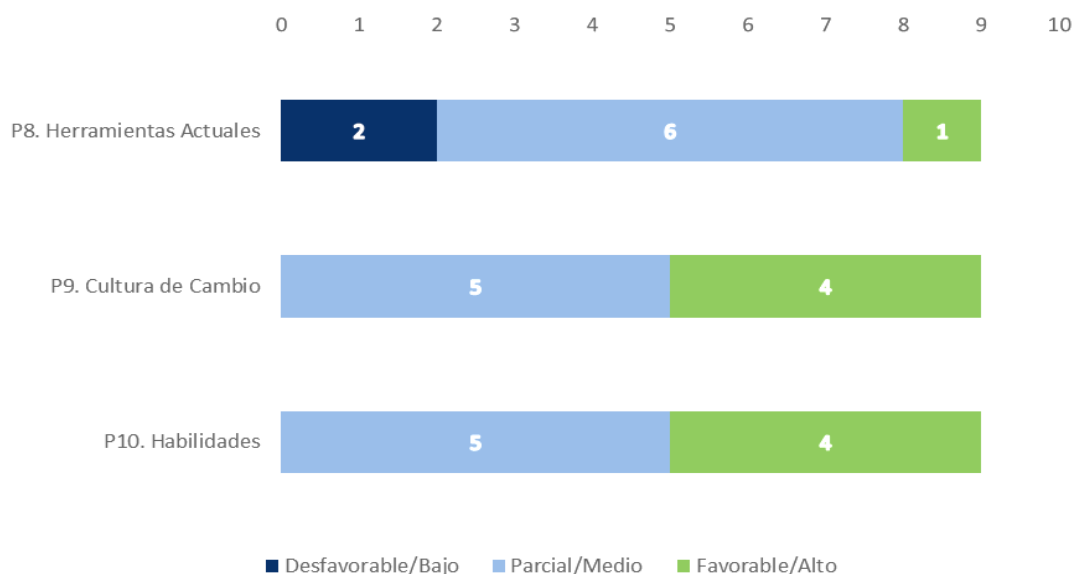
ruptura tras la presentación de resultados al cliente, etapa en la que el conocimiento se deposita en repositorios que funcionan como destinos finales y no como fuentes de consulta activa. En sus propias palabras, tener la información guardada no sirve de nada si no es accesible de forma práctica.

La infraestructura tecnológica actual agrava este problema a nivel estructural. La encuesta indica que el 56% de las personas (5 de 9) almacenan la información fuera de los repositorios compartidos, una desconexión que TI atribuye a la propia arquitectura organizacional: sistemas clave (ERP, EAM, LIMS) operan como silos aislados sin comunicación entre sí, mientras que I+D carece de un sistema de gestión corporativo. Aunque la seguridad ISO 27001 protege el acceso perimetral, no regula el flujo interno de los datos. Esto condena al área al aislamiento y deja el conocimiento técnico en un estado de alta vulnerabilidad ante la rotación de personal.

7.2.3. Dimensión III: Capacidades y Gestión del Cambio

Figura 6

Barras Horizontales Sobre la Distribución del Nivel de Favorabilidad en Herramientas, Cultura y Habilidades.



Nota. Elaboración propia.

El diagnóstico de esta dimensión revela una asincronía entre la aspiración de transformación digital y las condiciones reales para sostenerla. Los datos cuantitativos muestran que el 89% de los encuestados (8 de 9) percibe las herramientas tecnológicas actuales como insuficientes o con necesidad de mejora inmediata, tal y como se refleja en la Figura 6, lo que constituye el indicador de mayor unanimidad adversa de toda la encuesta.

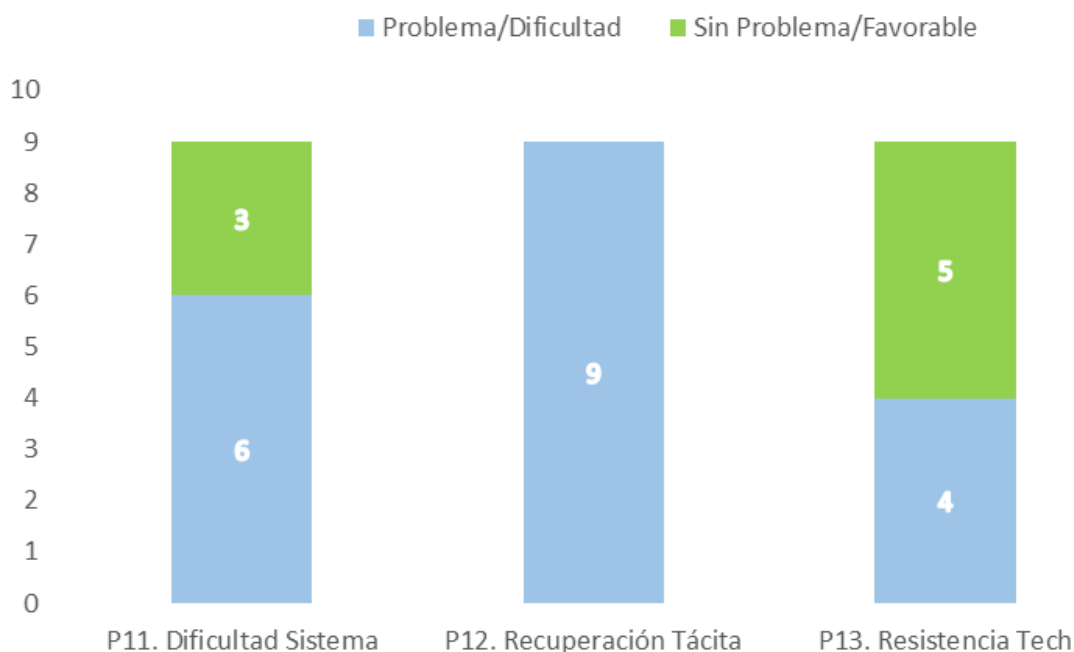
La evidencia cualitativa precisa la naturaleza de este descontento: el problema está menos en la ausencia de tecnología y sí en la falta de un propósito claro para el área. El Director de I+D explica como la adopción de las herramientas estaba basada en decisiones de mando superior y no en las necesidades específicas de I+D, situación que ilustra con una metáfora precisa: recibir un balón de baloncesto para jugar fútbol. Este descubrimiento reubica el diagnóstico: el malestar tecnológico sería, en realidad, un malestar de alineación estratégica.

En cuanto a las competencias digitales, el 56% del equipo es decir 5 personas consideran que deberían formarse en sistemas de búsqueda con inteligencia artificial. Aunque el 44% restante, 4 personas dicen tener competencias suficientes, la entrevista cualitativa matiza este dato: el Director describe una distribución bimodal del equipo entre perfiles exploradores y perfiles conservadores, donde la inercia de estos últimos frena la adopción colectiva e impide que la capacidad instalada de los perfiles más avanzados se traduzca en avance organizativo. El obstáculo principal, por lo tanto, es cultural antes que técnico.

7.2.4. Dimensión IV: Madurez Tecnológica

Figura 7

Barras Verticales Sobre el Nivel de Dificultad Reportado en Uso de Tecnología y Recuperación de Información.



Nota. Elaboración propia.

El diagnóstico de esta dimensión hace evidente la vulnerabilidad estratégica más profunda del área: la recuperación del conocimiento crítico se sustenta en la presencia física de los expertos y no de sistemas institucionales. Las evidencias cuantitativas expuestas en la figura 7 lo corroboran: si bien el 56% del equipo (5 personas) intenta reutilizar información que se encuentra en proyectos anteriores, el 100% de los encuestados califica como difícil identificar ese conocimiento cuando el responsable no se encuentra disponible.

En términos del modelo SECI (Nonaka y Takeuchi, 1995), la organización ha fallado sistemáticamente en el proceso de externalización: el conocimiento nace y permanece en las personas sin lograr su institucionalización. La salida de cualquier experto implica, en la práctica, la pérdida irreversible del activo intelectual asociado a su rol, lo que en la literatura se

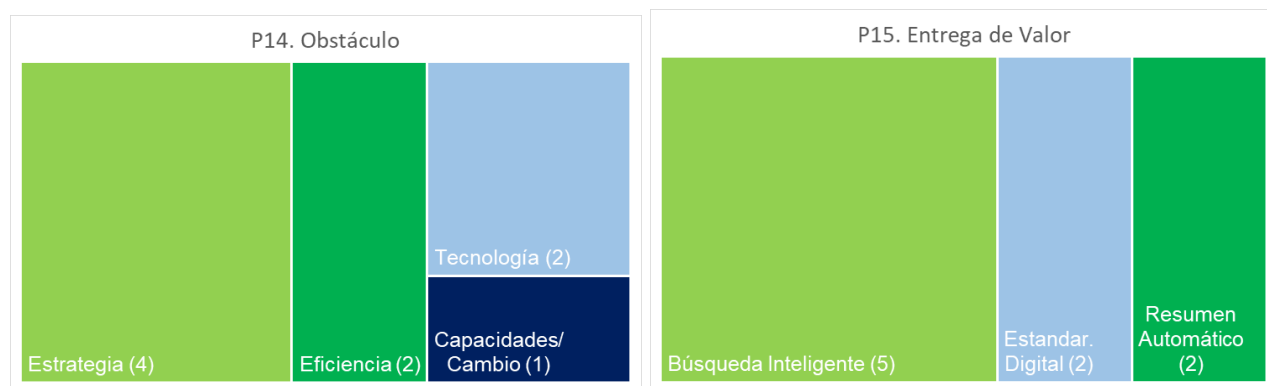
denomina amnesia organizacional. Esta condición no es accidental: la ausencia de rutas diferenciadas de codificación para los distintos perfiles del equipo, señalada cualitativamente por el Director de I+D, perpetúa el flujo informal de información como único canal de transferencia.

A esta fragilidad se suma una advertencia técnica de fondo. Al evaluar la infraestructura reportada por el área de TI, se evidenció que la restricción para el gobierno de datos está en su desarticulación operativa. Sistemas robustos como el ERP corporativo (SAP) tienen funcionalidades nativas respecto a integración mediante servicios web (APIs REST), mientras que el software del laboratorio (LIMS) opera de manera local sobre bases de datos relacionales tradicionales, sin una capa de consulta expuesta para los investigadores. Esta situación lleva a los integrantes de I+D a extraer y almacenar la información técnica en archivos planos locales (Excel), fragmentando el conocimiento y estableciendo los silos informativos que identifican la encuesta realizada. Integrar inteligencia artificial sobre esta base simplemente automatizaría, sencillamente el propio desorden.

7.2.5. Dimensión V: Perspectiva de Mejora Continua

Figura 8

Rectángulos Sobre los Principales Obstáculos y las Funcionalidades para Entrega de Valor



Nota: Elaboración propia.

El análisis de esta dimensión revela que el principal obstáculo para la mejora continua es de gobernanza estratégica. Los datos cuantitativos, que se grafican en la Figura 8, son elocuentes: el 44% del equipo (4 de 9) identifica la falta de lineamientos claros e incentivos desde la dirección como la barrera más crítica para gestionar el conocimiento, por encima de las limitaciones tecnológicas o la carga laboral. Este hallazgo sitúa el problema en el nivel directivo y no en el operativo.

La evidencia cualitativa apunta también las repercusiones que tiene ese vacío. En este sentido, el Director de I+D califica en 8 sobre 10 el riesgo de que el conocimiento crítico quede concentrado en personas concretas, evaluación que el líder de TI comparte para perfiles de investigación especializada. El caso del proyecto SAF es bastante ilustrativo del mecanismo latente aquí: los documentos existen, pero la capacidad de articular esa información con el objetivo de tomar una decisión queda radicada únicamente en la cabeza de la persona experta responsable. La organización posee los datos, pero no cuenta con los mecanismos para procesarla y asumirla en ausencia de la persona que conecta la información. Esta condición (coherente con el concepto de amnesia organizacional descrito en la dimensión anterior) produce ciertas vulnerabilidades que se reeditan de manera sistémica en diferentes proyectos y para las diferentes personas del área.

El impacto sobre la productividad es concreto y cuantificable. Aunque la dirección estima entre un 5% y 10% el reproceso explícito por duplicidad de esfuerzos, el costo real reside en la erosión de la capacidad de proceso: actividades como reconstruir un balance de masa pueden consumir un día completo de trabajo de un investigador senior, tiempo que debería destinarse a tareas de alto valor experimental. Es en este contexto donde cobra sentido que el 56% del equipo identifique una herramienta de búsqueda inteligente con comprensión de lenguaje técnico como la funcionalidad de mayor valor inmediato. La demanda no es solo almacenar información, sino recuperarla para ejecutar.

8. Plan de Intervención

El diagnóstico organizacional reveló que el área de Investigación y Desarrollo (I+D) de Bio D enfrenta un problema sistemático multinivel en la gestión de su conocimiento: falta de política institucional, documentos sin marcos comunes, conocimiento importante en manos de individuos y sistemas de información operando en silos verticales. Este plan de intervención responde a esa evidencia con un enfoque estructurado, gradual y medible, basado en la integración teórica de los modelos SECI (Nonaka y Takeuchi, 1995), los Bloques de Construcción de Probst et al. (2000) y el Ciclo de Wiig (1993), habilitada por tecnologías de procesamiento de lenguaje natural (NLP) y gestionada bajo los principios del cambio organizacional de Kotter (1995).

Un supuesto central de este plan, sustentado en el diagnóstico y en la literatura especializada, es que la gestión del cambio no es una fase que ocurre al final de la implementación, al contrario, es un eje transversal que debe activarse desde el primer día y reforzarse en cada momento crítico del proceso, especialmente antes de las salidas a producción de nuevas herramientas o prácticas. La resistencia cultural, más no las limitaciones tecnológicas, es el principal obstáculo para la adopción de sistemas de GC (Dalkir, 2017), y en Bio D se expresa como inercia antes que rechazo activo, lo que exige intervención sostenida y no puntual.

8.1. Propuesta

Bio D no tiene un problema de información, tiene un problema de conocimiento institucionalizado. Los datos existen, los documentos existen, el talento existe, lo que no existe es la arquitectura que convierte esos activos individuales en ventaja organizacional colectiva. El Modelo CONOCER parte de una premisa conceptual de fondo: el conocimiento que no circula dentro de la organización pierde su valor estratégico. Un resultado de laboratorio archivado en

el computador de un investigador que renuncia es, a efectos prácticos, conocimiento inexistente para la organización.

El modelo se sustenta sobre tres principios de diseño que deben adoptarse antes de implementar cualquier herramienta:

- El conocimiento es un activo estratégico, no un subproducto del trabajo. Cada protocolo, cada resultado experimental, cada hipótesis descartada tiene valor económico cuantificable para Bio D. Gestionarlo bien reduce costos; perderlo los multiplica.
- Las personas son la fuente del conocimiento, la tecnología es su amplificador. Ninguna plataforma crea conocimiento. Solo las personas lo crean. La tecnología debe reducir la fricción para que ese conocimiento fluya, no reemplazar el juicio del investigador.
- La gestión del conocimiento es una práctica cultural antes que un proyecto tecnológico. El modelo fracasa si se instala como software y se abandona como rutina. Su éxito depende de que documentar, compartir y reutilizar se conviertan en hábitos tan naturales como registrar un ensayo en el cuaderno de laboratorio.

Con el propósito de validar la viabilidad institucional de la propuesta antes de su presentación formal, el equipo de la intervención presentó el Modelo CONOCER ante las directivas de Bio D el 28 de mayo de 2026. La conclusión general de la reunión fue que la organización reconoce la pertinencia del diagnóstico y ve viable la implementación del modelo propuesto. Las conclusiones detalladas de esa reunión, incluyendo las condiciones y compromisos expresados por la dirección, se recogen en el Anexo C.

8.1.1. Modelo CONOCER

CONOCER es un acrónimo operativo que sintetiza los seis atributos que el modelo debe garantizar para el conocimiento del área de I+D de Bio D, el cual se explica en la Tabla 18.

Tabla 18

Modelo CONOCER

Letra	Atributo	Significado operativo	Categorías de conocimiento gestionadas	Propietario del proceso
C	Conocimiento	Todo lo que el equipo sabe, tanto lo tácito como lo explícito, debe ser identificado y mapeado.	Técnico experimental · De proceso · De criterio · De red (relaciones externas)	Director I+D
O	Organizado	El conocimiento debe clasificarse por tipo, proyecto y criticidad, no acumularse en carpetas sin estructura.	Técnico (protocolos, fórmulas, parámetros ASTM6751) Experimental (hipótesis, resultados, lecciones) Regulatorio y de Entorno Normativo: ASTM6751, Ley 693, Ley 939, OECD · Político: mezclas obligatorias, compromisos climáticos · Ambiental: certificaciones, emisiones Relacional (contactos técnicos externos) Operativo (procesos, manuales, configuraciones)	Knowledge Manager
N	Normalizado	Existen protocolos estándar para capturar, etiquetar y versionar la información técnica.	Plantillas por tipo de documento (≤15 min) Plantilla especial norma regulatoria	KM + Director I+D
O	Operativo	El conocimiento está disponible en el punto y momento en que el investigador lo necesita, sin depender de que alguien más esté disponible.	Búsqueda semántica RAG Alertas de actualización normativa	TI
C	Centralizado	Existe un repositorio único como fuente de verdad, integrado con los sistemas existentes (LIMS, ERP).	SharePoint/Confluence + LIMS Módulo Regulatorio con vinculación a fuentes oficiales	TI + KM
E	Evolutivo	El modelo aprende, se actualiza, se audita y mejora con cada proyecto y con cada lección aprendida.	Auditoría bimestral Comité GC Revisión trimestral catálogo normativo	Director I+D
R	Rentable	Cada componente del modelo tiene un retorno demostrable: tiempo ahorrado, reprocesos evitados, velocidad de incorporación .	TIR ≈ 81,1%; VPN positivo Evitar costo de incumplimiento ASTM6751	KM + Finanzas

Nota. Elaboración propia.

8.1.2. Arquitectura del Modelo: Tres capas integradas

El Modelo CONOCER opera en tres capas interdependientes, cada una sustentada en los marcos teóricos seleccionados y que se explican en la Tabla 19.

Tabla 19

Capas del Modelo CONOCER

Capa	Función	Marco teórico base	Salida esperada
1. Creación y Captura	Convertir el conocimiento tácito de los investigadores en conocimiento explícito institucional.	SECI: Socialización y Externalización	Protocolos de captura, entrevistas de salida, cuadernos de laboratorio digitales.
2. Organización y Preservación	Estructurar, clasificar y custodiar el conocimiento para que sea recuperable, trazable y auditable.	Probst et al.: Identificación, preservación, distribución. SECI: Combinación	Taxonomía de conocimiento, repositorio centralizado integrado, mapa de conocimiento crítico.
3. Despliegue y Uso Inteligente	Poner el conocimiento disponible en el momento y formato que el investigador necesita, con asistencia tecnológica.	Wiig: Organización y despliegue estratégico. NLP/RAG y SECI: Interiorización	Motor de búsqueda semántica, asistente de consulta de proyectos anteriores, <i>dashboards</i> de madurez tecnológica.

Nota. Elaboración propia.

8.1.3 Arquitectura de la Solución e Infraestructura de Información Técnica (RAG-LLM)

Para garantizar que el Modelo de Gestión del Conocimiento no dependa de repositorios documentales estáticos de difícil consulta, la solución tecnológica se estructura bajo una arquitectura de Generación Aumentada por Recuperación (RAG, por sus siglas en inglés) conectada a un Modelo de Lenguaje de Gran Escala (LLM). Este diseño de ingeniería permite procesar tanto datos estructurados (procedentes del ERP corporativo y el sistema LIMS del laboratorio) como no estructurados (informes técnicos, actas de patentes y bitácoras de investigación en formatos PDF y DOCX).

El flujo operativo de datos se rige bajo un estricto protocolo de indexación y consulta que opera en cuatro capas funcionales:

1. Capa de Ingesta: Los documentos huérfanos y registros de I+D son extraídos de los servidores locales de Bio D y sometidos a un proceso de fragmentación (*chunking*) semántica.

2. Capa de Vectorización: Cada fragmento se convierte en un vector numérico mediante un modelo de *embeddings* y se almacena en una base de datos vectorial local (Vector DB).
3. Capa de Recuperación: Cuando un investigador realiza una consulta en lenguaje natural (ej. '¿Cuáles fueron los límites de impurezas en la prueba ASTM6751 de marzo?'), el sistema busca los fragmentos vectoriales más relevantes en la base de datos, evitando que el LLM sufra de 'alucinaciones'.
4. Capa de Síntesis Cognitiva: El LLM procesa contextualmente los fragmentos recuperados y genera una respuesta técnica precisa, auditada y con trazabilidad directa a la fuente original de Bio D, mitigando el riesgo de pérdida de conocimiento por rotación de personal.

Para garantizar la seguridad industrial, es necesario del protocolo *Human-in-the-loop* (HITL) que exige la validación humana de todas las respuestas generadas por la IA antes de su aplicación operativa. Este mecanismo asegura que el asistente cognitivo actúe exclusivamente como una herramienta de soporte a la decisión, manteniendo el juicio técnico del investigador senior como el filtro definitivo de veracidad y seguridad en los procesos (Dellermann et al., 2019).

8.2. Plan de Implementación

El plan se estructura en cuatro fases secuenciales con dependencias explícitas entre ellas y que se detallan en la Tabla 20. En cada fase, la columna de gestión del cambio opera en paralelo a las actividades técnicas, con refuerzos específicos en los momentos de mayor riesgo de resistencia. La duración total es de 18 meses.

Tabla 20

Fases del Modelo CONOCER

Fase	Nombre	Etapas Gestión del Cambio	Duración	Enfoque principal
Fase 0	Gobernanza y Fundamentos Estratégicos	1. Crear urgencia 2. Formar la coalición. 3. Crear visión y estrategia	Meses 1-2 (Semanas 1-6)	Política, objetivos, gobernanza
Fase 1	Diagnóstico Profundo y Mapa de Conocimiento	4. Comunicar la visión	Meses 2-5 (Semanas 7-19)	Identificación y priorización
Fase 2	Construcción del Repositorio y Normalización	5. Eliminar obstáculos 6. Generar victorias tempranas	Meses 6-10 (Semanas 20-40)	Infraestructura y procesos
Fase 3	Despliegue Tecnológico Inteligente	7. Consolidar y ampliar	Meses 11-15 (Semanas 41-60)	NLP, búsqueda semántica, RAG
Fase 4	Madurez, Medición y Mejora Continua	8. Institucionalizar	Meses 16-18 (Semanas 61-72)	Indicadores, auditoría, escalabilidad
TOTAL			18 meses	

Nota. Elaboración propia.

8.2.1. Matriz de Trazabilidad

En la matriz de la Tabla 21 se explica que cada decisión de diseño del plan responde a un hallazgo específico del diagnóstico organizacional. Es el insumo de auditoría que permite verificar que la inversión propuesta más allá de responder a la intuición de los autores, responde a la evidencia recolectada.

Tabla 21

Matriz de Solución de Hallazgos.

Hallazgo del diagnóstico	Variable	Respuesta del plan (actividad clave)	Fase / momento	Indicador de cierre
Puntaje más bajo del diagnóstico: 2,61/5 la dirección no posiciona la GC como prioridad estratégica.	Estrategia y Liderazgo (E&L)	Política de GC firmada + OKRs de GC integrados al plan 2026-2029 + agenda de GC en reuniones directivas mensuales.	<i>Fase 0 (sem 1-6) y refuerzo Fase 4</i>	Dimensión E&L $\geq$ 3,5/5 al mes 18

Hallazgo del diagnóstico	Variable	Respuesta del plan (actividad clave)	Fase / momento	Indicador de cierre
El 89% del equipo reconoce un método estándar de documentación pero ninguno lo aplica consistentemente.	Procesos GC	Validar si se tiene que implementar plantillas (Encabezados/ Etiquetas) estándar con principio de ≤15 min de llenado + integración LIMS para evitar doble ingreso.	<i>Fase 2 (mes 7)</i>	≥ 90% de resultados con plantilla al mes 12
Conocimiento crítico concentrado en personas; caso de pérdida de 4 meses por rotación de dos gerentes.	Procesos GC	Knowledge mapping individual + identificación de top 20 conocimiento crítico + protocolo de transferencia preventiva semestral + entrevista de salida.	<i>Fase 1 (mes 3-5) y Fase 2 (mes 6-10)</i>	≥ 95% del top 20 documentado al mes 18
El 100% del equipo reporta dificultad para recuperar conocimiento técnico cuando el experto no está disponible.	Madurez Tecnológica	Repositorio centralizado con taxonomía + búsqueda semántica RAG con cita de fuente.	<i>Fase 2 (mes 6-10) y Fase 3 (mes 11-15)</i>	Tiempo de recuperación < 2 horas (vs. 1 día línea base) al mes 15
El 56% identifica la búsqueda inteligente con comprensión de lenguaje técnico como funcionalidad de mayor valor.	Madurez Tecnológica	Implementación de arquitectura RAG sobre repositorio normalizado, con piloto co-construido y umbral mínimo de precisión.	<i>Fase 3 (mes 11-15)</i>	Precisión validada ≥ 75% en piloto; ≥ 80% en producción
Distribución bimodal de capacidades digitales (exploradores vs conservadores) según líder de TI.	Capacidades y Cambio	Estrategia GdC diferenciada: exploradores como aliados tempranos en co-diseño; conservadores como audiencia de talleres de encuadre antes del piloto IA.	<i>Transversal (Fases 0-3)</i>	NPS asistente IA ≥ 7/10 mes 16; ≥ 90% uso activo mes 18
Urgencia operativa como inhibidor sistemático de la GC, identificada en la entrevista al Director de I+D.	Capacidades y Cambio	30 minutos semanales de tiempo protegido para documentación, institucionalizados por el Director y respaldados por el CEO.	<i>Fase 2 en adelante (transversal)</i>	≥ 90% de uso semanal del repositorio al mes 12
Sistemas operando en silos verticales (ERP, LIMS, carpetas, correos) según entrevista TI.	Madurez Tecnológica	Integración LIMS-repositorio (lectura de datos sin doble ingreso) como prerrequisito de la salida a producción del repositorio.	<i>Fase 2 (mes 8-10)</i>	Integración LIMS funcional al mes 10 (hito no negociable)

Hallazgo del diagnóstico	Variable	Respuesta del plan (actividad clave)	Fase / momento	Indicador de cierre
Ausencia de política institucional de GC y de responsabilidades formales.	Estrategia y Liderazgo	Política GC firmada por CEO + constitución del Comité GC + definición del rol de Knowledge Manager.	<i>Fase 0 (sem 1-4)</i>	Política publicada y Comité constituido al mes 1
Principal obstáculo cultural: inercia, no rechazo activo (conciencia diagnóstica alta — Dimensión V).	Capacidades y Cambio + Mejora Continua	Aplicación distribuida de Kotter a lo largo de las fases, con refuerzos de salida a producción en mes 10 y mes 15.	<i>Transversal (Fases 0-4)</i>	Índice global de madurez $\geq 3,8/5$ al mes 18 (vs. 3,16/5 línea base)

Nota. Elaboración propia.

8.2.2. Fase 0 Gobernanza y Fundamentos Estratégicos

Sin un marco institucional que legitime el modelo CONOCER, cualquier herramienta implementada en fases posteriores carecerá de respaldo y se abandonará ante la primera presión operativa. Esta fase establece la política, la gobernanza y, de forma simultánea, activa el primer momento de gestión del cambio con el lanzamiento del modelo ante el equipo. Para ello establecemos las actividades y los responsables que se enuncian en la Tabla 22.

Tabla 22

Actividades y Responsables Fase 0

Actividad	Responsable	Entregable	Semanas
Definir el rol de Knowledge Manager (Director de Innovación)	Gerente Innovación + RRHH	Perfil de cargo y responsabilidades	1–2
Definir objetivos estratégicos de GC alineados con el plan de crecimiento 2026–2035	Knowledge Manager + Director I+D	OKRs de GC para el área de I+D	2–3
Elaborar la Política de Gestión del Conocimiento de Bio D y gestionar su aprobación	Knowledge Manager	Política GC firmada y publicada	2–4
Aprobar el presupuesto del plan de implementación y el caso de negocio	Gerente Innovación + Gerente de Finanzas	Presupuesto aprobado + ROI proyectado	4–6
Gestión del cambio del modelo CONOCER al equipo de I+D	Knowledge Manager + Director I+D	Sesión de lanzamiento + kit comunicacional	1–6

Nota. Elaboración propia.

Entendiendo el ecosistema de la Gerencia de Innovación a la que pertenece el equipo de Investigación y Desarrollo, proponemos como Knowledge Manager al Director de Innovación, quien entre sus roles y funciones actuales se encarga de la estandarización del sistema de innovación, en el cual se debería integrar el proceso de Gestión del Conocimiento.

Así mismo desde el primer momento el Knowledge Manager estará trabajando junto con el Director de I+D para gestionar el modelo de cambio en el área y sensibilizar al equipo de la importancia de la documentación estandarizada y centralizada de las investigaciones.

Tabla 23

Indicadores Fase 0

Indicador	Meta	Frecuencia	Responsable
Política GC aprobada y publicada	100% completado en semana 4	Única	Director I+D
Presupuesto aprobado por gerencia	100% en semana 6	Única	Innovación + Finanzas
% del equipo que puede explicar qué es CONOCER (encuesta rápida post-lanzamiento)	≥ 80%	Única	Knowledge Manager
NPS interno del modelo	≥ 7/10	Única	Knowledge Manager

Nota. Elaboración propia.

8.2.3. Fase 1 Diagnóstico Profundo y Mapa de Conocimiento

Antes de construir cualquier repositorio o implementar tecnología, el equipo debe saber exactamente qué conocimiento existe, dónde reside, quién lo porta y qué tan crítico es para la operación. El diagnóstico realizado en este trabajo es un primer nivel de análisis; la Fase 1 profundiza en el inventario real del conocimiento técnico del área, cuyas actividades y responsables se describen en la Tabla 24.

Tabla 24

Actividades y Responsables Fase 1

Actividad	Responsable	Entregable	Semanas
Entrevistas de knowledge mapping con cada coordinador de I+D	Knowledge Manager + Director I+D	3 mapas de conocimiento individual	7–9

Actividad	Responsable	Entregable	Semanas
(formato semiestructurado, 60 min c/u)			
Inventario y auditoría de documentación existente: ERP, carpetas compartidas, correos, Excel	Asistente I+D + Knowledge Manager	Inventario de activos de información con clasificación de calidad	9–12
Identificación del conocimiento crítico: proyectos H2 H3, fórmulas oleoquímicas, procesos de transesterificación	Director I+D + Knowledge Manager	Lista de conocimiento crítico	12–13
Diseño de la taxonomía de conocimiento: categorías, etiquetas, niveles de confidencialidad	Knowledge Manager + TI + Director I+D	Taxonomía aprobada por Director I+D	13–14
Diseño del mapa visual de conocimiento del área (Knowledge Map)	Knowledge Manager	Mapa de conocimiento publicado internamente	15–17
Definición de la arquitectura de información del repositorio centralizado	TI + Knowledge Manager	Arquitectura de información aprobada	14–19

Nota. Elaboración propia.

La identificación de conocimiento crítico inicia al cierre del inventario (semana 13/14); el mapa visual y la arquitectura de información corren en paralelo a partir de la semana 14/15.

Variable: Estrategia y Liderazgo — intervención específica en Fase 1

La dimensión de Estrategia y Liderazgo obtuvo el puntaje más bajo del diagnóstico (2,61/5); por ello, la Fase 1 implementa de forma explícita la construcción OKR de gestión del conocimiento para I+D, con validación del Gerente de Innovación. Así, los objetivos estratégicos de la política aprobada en la Fase 0 se traducen en metas medibles para el área, cuyos indicadores de seguimiento se detallan en la Tabla 25.

Tabla 25

Indicadores de Seguimiento Fase 1

Indicador	Meta	Frecuencia	Responsable
% de colaboradores con knowledge mapping completado	100% (3/3)	Al cierre de mes 4	Knowledge Manager
Conocimiento crítico identificado	≥ 20 ítems críticos	Al cierre del mes 4	Director I+D
Taxonomía aprobada	100% aprobada	Mes 5	Comité GC

Indicador	Meta	Frecuencia	Responsable
Índice de riesgo por rotación (conocimiento crítico sin respaldo documental)	< 40% en riesgo alto	Mes 4	Knowledge Manager
Diagrama de arquitectura de información	Entregado en mes 5	Mes 5	TI

Nota. Elaboración propia.

8.2.4. Fase 2 Construcción del Repositorio y Normalización (Meses 6–10)

Con el mapa de conocimiento y la arquitectura de información definidos en la Fase 1, la Fase 2 construye la infraestructura que convierte el conocimiento individual en activo institucional. Esta es la fase más intensiva operativamente: implica migrar, estructurar y normalizar la información existente, y establecer los protocolos que garantizan que el nuevo conocimiento se capture correctamente desde su generación. Incluye dos momentos específicos de refuerzo de la gestión del cambio: el diseño de plantillas y verificación con el equipo y la salida a producción del repositorio, tal y como se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26

Actividades y Responsables Fase 2

Actividad	Responsable	Entregable	Semanas
Selección y configuración de la plataforma de repositorio (SharePoint + OneNote + LIMS integrado, o alternativa como Confluence)	TI	Repositorio configurado con taxonomía aplicada	20
Definición y aprobación de protocolos de documentación: plantillas por tipo (protocolo, informe, vigilancia tecnológica, lección aprendida)	Knowledge Manager + Director I+D	Manual de documentación I+D + 6 plantillas estándar	20–22
Migración del conocimiento crítico identificado en Fase 1 al repositorio	Investigadores / Analistas + Knowledge Manager	Top 20 de conocimiento crítico migrado y validado	21–25
Implementación del protocolo de entrevista de salida para captura de conocimiento tácito.	RRHH + Knowledge Manager	Protocolo de salida aprobado + primera prueba piloto	26–28
Implementación de Comunidades de Práctica internas: reunión mensual de lecciones aprendidas del área de I+D	Director I+D + Knowledge Manager	Primera sesión realizada + acta de lecciones aprendidas	29–30

Actividad	Responsable	Entregable	Semanas
Capacitación del equipo en uso del repositorio y protocolos (2 sesiones prácticas)	Knowledge Manager + TI	9 personas capacitadas + evaluación de apropiación	30–32
Integración básica del repositorio con LIMS existente (lectura de datos)	TI	Datos de LIMS accesibles desde el repositorio central	33–38
Primera auditoría de calidad del repositorio	Comité GC + Knowledge Manager	Informe de auditoría + plan de mejora	39–40

Nota. Elaboración propia.

Variable 1: Procesos de Gestión del Conocimiento

El diagnóstico mostró que el 89% del equipo reconoce un método estándar pero ninguno lo aplica consistentemente. Los protocolos diseñados en esta fase atacan directamente esa brecha: no se trata de pedir más documentación, por el contrario, es proporcionar plantillas tan simples que documentar bien tome menos tiempo que documentar mal. El protocolo de entrevista de salida aborda el punto de máxima vulnerabilidad identificado.

Variable 2: Capacidades y Gestión del Cambio

Dado que el principal obstáculo cultural es la inercia (no el rechazo activo), la Fase 2 aplica los principios de Kotter (1995): se generan victorias tempranas visibles, se institucionaliza el reconocimiento a quienes documentan bien, y el Director de I+D modela el comportamiento esperado documentando su propio conocimiento en el repositorio, de acuerdo con el detalle de la Tabla 27 con los indicadores de seguimiento que se medirán en esta fase.

Variable 3: Gestión de la inercia cultural

Para gestionar la inercia cultural de los perfiles conservadores o no exploradores, se implementará una estrategia de adopción por alivio de carga. Esta consistirá en tres pilares: (i) el mapeo de tareas administrativas de alto impacto temporal para demostrar la eficiencia inmediata del repositorio, (ii) la designación de compañeros de transición provenientes del grupo de exploradores para facilitar el soporte técnico entre pares, y (iii) la habilitación de un entorno de pruebas seguro donde estos perfiles puedan familiarizarse con la herramienta sin

riesgos operativos, transformando la percepción de la nueva arquitectura de una carga de documentación a una ventaja de productividad individual

Tabla 27

Indicadores de seguimiento fase 2

Indicador	Meta	Frecuencia	Responsable
% de conocimiento crítico (top 20) migrado al repositorio	≥ 80% al mes 9	Mensual	Knowledge Manager
% de nuevos resultados documentados con plantilla estándar	≥ 70% al mes 9; ≥ 90% al mes 12	Mensual	Knowledge Manager
Número de protocolos de documentación disponibles	≥ 6 plantillas en el repositorio	Mes 7	Knowledge Manager
Tasa de uso activo del repositorio (usuarios activos/semana)	≥ 7/9 personas activas por semana	Semanal	TI
Tiempo promedio para encontrar información técnica de proyectos anteriores	Reducción ≥ 40% vs. línea base	Mes 10	Knowledge Manager
Número de Comunidades de Práctica realizadas	≥ 3 sesiones entre meses 7 y 10	Mensual	Director I+D
Calificación de las plantillas como 'útiles y no excesivas' (encuesta post-taller)	≥ 75% califica positivo	Mes 9	Knowledge Manager
NPS del repositorio al mes de la salida a producción (mes 11)	≥ 7/10 en encuesta interna	Mes 10	Knowledge Manager

Nota. Elaboración propia.

8.2.5. Fase 3 Despliegue Tecnológico Inteligente (Meses 11–15)

TI advirtió en el diagnóstico que Bio D no está preparada para absorber LLMs sin un gobierno de datos previo. La Fase 2 construyó ese gobierno. Sobre ella, la Fase 3 implementa las capacidades de inteligencia artificial (Tabla 28) para transformar el repositorio de archivo pasivo en un asistente activo para los investigadores.. Esta secuencia es no negociable: implementar IA sobre información desordenada solo automatiza el desorden.

Tabla 28

Actividades y responsables fase 3

Actividad	Responsable	Entregable	Semanas
Evaluación y selección del stack tecnológico de NLP/RAG	TI + Knowledge Manager + Proveedor	Decisión tecnológica documentada con justificación	41–44

Actividad	Responsable	Entregable	Semanas
(OpenAI, Azure AI, Hugging Face, u otro según presupuesto y seguridad de datos)			
Preparación del repositorio para ingesta en el sistema de IA (limpieza, <i>embedding</i> , indexación semántica)	TI + Proveedor	Repositorio indexado semánticamente	45–50
Desarrollo del piloto de búsqueda semántica: los investigadores consultan proyectos anteriores en lenguaje natural	TI + Proveedor + Director I+D	Motor de búsqueda semántica funcional (piloto)	51–54
Prueba piloto con el equipo de I+D: 3 casos de uso reales (ej: '¿Cómo se resolvió el problema de viscosidad en el proyecto X?')	Todo el equipo de I+D	Informe de prueba piloto + retroalimentación del equipo	55–56
Ajuste y refinamiento del sistema basado en retroalimentación del piloto	TI + Proveedor	Sistema ajustado + documentación técnica	57–58
Despliegue productivo del asistente de conocimiento I+D en el repositorio	TI	Asistente en producción + acceso para todo el equipo	59–60
Capacitación avanzada del equipo en uso de la búsqueda semántica y el asistente de IA	Knowledge Manager + TI	9 personas entrenadas + guía de uso	61-62

Nota. Elaboración propia.

Variable: Madurez Tecnológica — intervención específica en Fase 3

El diagnóstico reveló que el 100% del equipo considera difícil recuperar conocimiento cuando el experto no está disponible, y que el 56% identifica la búsqueda inteligente con comprensión de lenguaje técnico como la funcionalidad de mayor valor. La arquitectura RAG responde directamente a esta demanda: el investigador pregunta en lenguaje natural y el sistema busca entre todos los protocolos y reportes del repositorio para responder con la fuente citada.

Para medir la tasa de éxito de esta fase, se proponen los indicadores de seguimiento descritos en la Tabla 29.

Tabla 29

Indicadores de seguimiento fase 3

Indicador	Meta	Frecuencia	Responsable
Asistente de búsqueda semántica desplegado en producción	100% funcional en mes 15 - 16	Hito	TI
% de equipo usando el asistente de búsqueda activamente	≥ 70% al mes 15; ≥ 90% al mes 18	Mensual	TI
Tiempo promedio de respuesta a consultas técnicas de proyectos	Reducción ≥ 60% vs. línea base (de 1 día a < 2 horas)	Mensual	Knowledge Manager
Precisión de respuestas del asistente (validada por investigadores)	≥ 80% de respuestas calificadas como 'útiles o muy útiles'	Mensual	Director I+D
Número de consultas al asistente por semana	≥ 15 consultas/semana en mes 15	Semanal	TI
NPS del asistente de IA al primer mes de producción	≥ 7/10	Semanal	Knowledge Manager
Reducción de tiempo de incorporación de nuevos investigadores	Reducción ≥ 30% del tiempo de adaptación (de 4 a ≤ 3 meses)	Al cierre del plan	RRHH

Nota. Elaboración propia.

8.2.6. Fase 4 Madurez, Medición y Mejora Continua (Meses 16–18)

La Fase 4 cierra el ciclo del modelo CONOCER y abre el siguiente: evalúa el impacto de la implementación, consolida los comportamientos culturales adquiridos, ajusta lo que no funcionó y prepara el modelo para escalar a otras áreas de Bio D. Esta fase convierte el proyecto de implementación en una capacidad permanente de la organización, cuyas actividades y responsables están descritos en la Tabla 30.

Tabla 30

Actividades y Responsables Fase 4

Actividad	Responsable	Entregable	Semanas
Evaluación de madurez GC: aplicación de la encuesta diagnóstica (versión mejorada) al equipo de I+D	Knowledge Manager	Informe comparativo línea base vs. mes 18	61–62
Auditoría integral del repositorio: completitud, calidad, trazabilidad y uso real	Knowledge Manager	Informe de auditoría con calificación por dimensión	61–64

Actividad	Responsable	Entregable	Semanas
Medición del ROI del modelo: cuantificación de horas ahorradas, reprocesos evitados y reducción de tiempo de incorporación	Finanzas + Knowledge Manager + Director I+D	Informe financiero de retorno + caso de negocio para escalabilidad	63–66
Revisión y actualización del modelo CONOCER para el siguiente ciclo (ajustes en taxonomía, protocolos, gobernanza)	Comité GC	Versión 2.0 del modelo aprobada por el Comité	65–68
Certificación interna de los investigadores como Knowledge Champions del área	Director I+D + Knowledge Manager	9 certificaciones emitidas + programa de mentores internos	70–72

Nota. Elaboración propia.

Variable: Mejora Continua y Perspectiva de Largo Plazo

El diagnóstico mostró que el equipo valora la búsqueda inteligente y la estandarización digital como las funcionalidades de mayor valor esperado. La Fase 4 cierra el ciclo midiendo si esas expectativas fueron satisfechas y qué ajustes requiere el modelo para el siguiente ciclo de 18 meses, a través de los indicadores de seguimiento descritos en la Tabla 31.

Tabla 31

Indicadores de Seguimiento Fase 4.

Indicador	Meta al mes 18	Frecuencia	Responsable
Índice de madurez GC (escala diagnóstico 1–5) — promedio de 5 dimensiones	$\geq 3,8/5$ (vs. 3,16/5 línea base)	Al cierre	Knowledge Manager
Dimensión Estrategia y Liderazgo (la más crítica, línea base 2,61)	$\geq 3,5/5$	Al cierre	Knowledge Manager
% de conocimiento crítico (top 20) documentado y validado en repositorio	$\geq 95\%$	Al cierre	Knowledge Manager
Reducción de tiempo de recuperación de información técnica	$\geq 60\%$ de reducción vs. línea base	Al cierre	TI
Reducción de reprocesos por falta de información (% de proyectos con duplicidades)	$\leq 5\%$ de proyectos con reproceso identificado	Al cierre	Director I+D
Reducción del tiempo de incorporación de nuevos investigadores	≤ 3 meses (vs. estimado actual de 4–5 meses)	Al cierre	RRHH

Nota. Elaboración propia.

8.3. Análisis Financiero

El análisis financiero del modelo CONOCER cuantifica los beneficios tangibles derivados de la implementación frente a la inversión requerida. La estructura de costos distingue dos componentes de naturaleza distinta: el valor del esfuerzo organizacional (el tiempo del equipo interno reasignado al proyecto, que la organización ya remunera con independencia de la intervención) y la inversión incremental (los desembolsos nuevos que la organización no realizaría sin el proyecto). Esta distinción es metodológicamente relevante, pues el análisis de retorno se calcula únicamente sobre la inversión incremental, por tratarse de los recursos frescos que el proyecto demanda. Los beneficios, por su parte, se calculan a partir de cuatro fuentes de valor identificadas en el diagnóstico: (1) reducción de pérdidas por rotación de personal clave, (2) eliminación de reprocesos y duplicación de esfuerzos, (3) reducción del tiempo de incorporación de nuevos investigadores y (4) aceleración del ciclo de innovación.

8.3.1. Inversión total por fases

Los costos de implementación del plan se calcularon considerando la dedicación de cada rol a las actividades de las cinco fases, así como los desembolsos incrementales asociados a cada período. El costo total de cada fase se compone, por tanto, del esfuerzo organizacional valorizado y de la inversión incremental ejecutada en ella. Los costos totales por fase se presentan en la Tabla 32.

Tabla 32

Costos del plan por fase y componente.

Fase	Período	Esfuerzo organizacional (COP)	Inversión incremental	Total (COP)	% del total
Fase 0: Gobernanza estratégica	Meses 1–2	\$40.687.503	\$8.872.085	\$49.559.588	7.9%
Fase 1: Mapa de conocimiento	Meses 3–5	\$90.146.538	\$11.829.447	\$101.975.985	16.4%
Fase 2: Repositorio y normalización	Meses 6–10	\$153.907.532	\$30.322.340	\$184.229.872	29.5%

Fase	Período	Esfuerzo organizacional (COP)	Inversión incremental	Total (COP)	% del total
Fase 3: Despliegue tecnológico (NLP/RAG)	Meses 11–15	\$101.567.140	\$114.622.340	\$216.189.480	34.7%
Fase 4: Madurez y mejora continua	Meses 16–18	\$32.894.637	\$204.355.000	\$71.603.425	11.5%
TOTAL INVERSIÓN 18 MESES		\$419.203.350	\$204.355.000	\$623.558.350	100%

Nota. El costo de cada fase resulta de asignar a su período (i) la fracción del esfuerzo organizacional correspondiente a la intensidad de dedicación de los roles activos en esa fase, y (ii) los desembolsos incrementales ejecutados en ella. La composición de cada uno de estos dos componentes se detalla a continuación: el esfuerzo organizacional por rol en la Tabla 33, y la inversión incremental por componente en la Tabla 34. Elaboración propia.

8.3.2. Estructura de costos de personal por rol e inversión incremental

El costo de cada rol se obtiene a partir de su costo mensual cargado —es decir, el salario base multiplicado por un factor prestacional de 1,5 que incorpora prestaciones sociales, aportes parafiscales y seguridad social conforme a la legislación laboral colombiana—, ponderado por el porcentaje de dedicación definido para cada rol y proyectado a lo largo de los 18 meses del plan. La fórmula aplicada es: costo mensual cargado × % de dedicación × 18 meses × número de personas. En este esquema, el Knowledge Manager asume el liderazgo con dedicación mayoritaria, mientras que los demás perfiles participan de manera parcial según los hitos específicos en los que intervienen (Tabla 33).

Tabla 33

Costos del esfuerzo organizacional por rol.

Rol	N.º	Costo mensual*	% Ded.	Costo del proyecto (18 meses)	Foco de la dedicación
Knowledge Manager (Director de Innovación)	1	\$19.500.000	65%	\$228.150.000	Lidera las 4 fases: gobernanza, taxonomía, gestión del cambio y medición.
Coordinador de I+D	3	\$12.369.000	10%	\$66.792.600	Knowledge mapping, migración de conocimiento crítico, pilotos y CoP.

Director de I+D	1	\$22.500.000	15%	\$60.750.000	Conocimiento crítico, validación de taxonomía y modelado cultural.
Líder de TI	1	\$7.507.500	35%	\$47.297.250	Repositorio, integración LIMS y stack NLP/RAG (picos en Fases 2 y 3).
Analista de I+D	1	\$7.507.500	5%	\$6.756.750	Inventario de información y soporte documental.
Asistente de I+D	1	\$3.000.000	5%	\$2.700.000	Apoyo operativo al inventario y a la migración.
Recursos Humanos	1	\$7.507.500	5%	\$6.756.750	Perfil del KM, protocolo de salida y onboarding.
Valor del esfuerzo organizacional				\$ 419.203.350	

Nota. El costo mensual cargado ya incorpora el factor prestacional de 1,5. Elaboración propia con base en la nómina 2026 de Bio D.

La Tabla 33 valoriza en \$419.203.350 el esfuerzo del equipo durante los 18 meses. No obstante, este personal ya está vinculado a Bio D y percibe su salario con independencia del proyecto: su participación constituye una reasignación de tiempo, no un desembolso adicional. Por ello, el análisis de retorno se calcula sobre la inversión incremental (los recursos nuevos que el proyecto exige), cuya composición se detalla en la Tabla 34.

El componente de tecnología en la nube para las capacidades de NLP/RAG se estimó sobre servicios gestionados (Azure OpenAI o Google Vertex AI). Para un alcance acotado de nueve usuarios internos, se consideró una implementación inicial cercana a USD 14.000 y una operación aproximada de USD 1.800 mensuales durante el despliegue, con una operación en régimen permanente más baja (cercana a USD 600 mensuales) por tratarse de un consumo de tokens modesto. La conversión emplea una TRM de referencia de \$4.100 por dólar.

Tabla 34

Inversión incremental: composición y derivación de tecnología

Componente de inversión incremental	Naturaleza	Base de cálculo	Monto (COP)
Tecnología cloud NLP/RAG (Azure/GCP): implementación + operación en producción	Servicio nuevo	Implementación USD 14.000 + operación USD 1.800/mes × 8 meses = USD 28.400 × TRM \$4.100	\$116.440.000
Plataforma de repositorio (licencias SharePoint/Confluence + configuración)	Servicio nuevo	Licencias SharePoint/Confluence + configuración	\$18.000.000
Capacitación, materiales y contingencia	Gasto nuevo	Programa de adopción escalonado + reserva de contingencia	\$12.000.000
Sobrecosto de liderazgo del Knowledge Manager (cobertura de reemplazo)	Sobrecosto	Cobertura del 30% de la carga directiva liberada del KM —estimada en el 55% de su rol habitual— mientras dedica el 65% de su tiempo al proyecto: \$19.500.000 × 55% × 30% × 18 meses	\$57.915.000
TOTAL INVERSIÓN INCREMENTAL (base de cálculo de la TIR)			\$204.355.000

Nota. Las estimaciones de tecnología en la nube se basan en los precios de lista públicos de servicios gestionados de IA de Microsoft Azure OpenAI Service (Microsoft, 2026), para un consumo modesto acorde a nueve usuarios internos. El modelo conversacional opera bajo el esquema de pago por consumo de tokens (y no por capacidad reservada), opción más económica para este volumen de uso; los procesos de embeddings requeridos para la indexación del repositorio representan un costo marginal frente al uso conversacional. La estimación incorpora un sobrecosto de infraestructura del orden de 15–40% propio de la plataforma (soporte, transferencia de datos y monitoreo). Elaboración propia.

La inversión incremental que alimenta el cálculo de la Tasa Interna de Retorno asciende a \$204.355.000, concentrada en tecnología, plataforma y el sobrecosto de liderazgo. El costo de propiedad total del programa, sumando el esfuerzo interno valorizado, es de \$623.558.350, cifra útil para dimensionar el compromiso organizacional real que demanda el modelo.

8.3.3. Cuantificación de beneficios esperados

Los beneficios se calculan con base en los datos del diagnóstico, en los salarios reales del equipo de I+D y en referencias del sector. Para cada fuente se estima primero su valor en

régimen pleno (el beneficio anual una vez estabilizada la adopción) y sobre ese valor se aplica una regla de maduración uniforme que refleja la curva de adopción del modelo: 50% en el Año 1, 75% en el Año 2 y 100% a partir del Año 3. El Año 1 recoge la operación parcial que inicia en el mes 9, cuando el repositorio normalizado habilita las primeras reducciones de reproceso; el Año 2 incorpora el despliegue del asistente de búsqueda semántica; y el Año 3 consolida el régimen pleno una vez interiorizadas las prácticas. Los valores resultantes se presentan en la Tabla 35.

Tabla 35

Beneficios esperados

Fuente de beneficio	Supuesto de cálculo	Beneficio Año 1 (COP)	Beneficio Año 2 (COP)	Beneficio Año 3+ (COP)
Reducción de pérdidas por rotación de personal clave	1 evento de rotación de un investigador senior evitado al año, valorado por el costo de su reemplazo: 4 meses $\times$ \$8.246.000 $\times$ 1,5 prestacional $\approx$ \$49.476.000.	\$24.738.000	\$37.107.000	\$49.476.000
Eliminación de reprocesos y duplicación de esfuerzos	9 investigadores $\times$ 4% de su tiempo en reproceso evitado $\times$ salario promedio (\$6.528.111) $\times$ 12 meses.	\$14.100.720	\$21.151.080	\$28.201.440
Reducción de tiempo de onboarding de nuevos investigadores	1,5 meses menos de curva de aprendizaje por cada nuevo ingreso (salario + productividad acelerada), estimado para 2 ingresos al año.	\$6.000.000	\$9.000.000	\$12.000.000
Aceleración del ciclo de innovación (time-to-market)	Reducción estimada del 15% en el tiempo de desarrollo de nuevos productos; valor estimado por línea de producto acelerada.	\$22.500.000	\$33.750.000	\$45.000.000
TOTAL BENEFICIOS ANUALES		\$67.338.720	\$101.008.080	\$134.677.440

Nota. Elaboración propia con base en los hallazgos del diagnóstico y la nómina 2026 de Bio D. El porcentaje de reproceso utilizado en este cálculo (4%) corresponde a una estimación deliberadamente conservadora respecto al rango reportado por la dirección durante el diagnóstico (5%-10%). Se adopta el límite inferior del rango para garantizar que la viabilidad financiera del modelo no dependa de supuestos optimistas.

La columna de régimen pleno (Año 3) corresponde al valor anual de cada beneficio una vez estabilizada la adopción. La progresión anual aplica una regla de maduración uniforme (50% en el Año 1, 75% en el Año 2 y 100% a partir del Año 3), coherente con la curva de adopción descrita: el Año 1 recoge la operación parcial iniciada en el mes 9, el Año 2 incorpora el despliegue del asistente de búsqueda semántica y el Año 3 consolida el régimen pleno.

8.3.4. Flujo de caja y TIR proyectada a 5 años

El análisis de retorno se construye sobre un horizonte de cinco años y consolida, en un único flujo, tanto la inversión incremental requerida por el proyecto como los costos recurrentes de su operación en régimen permanente, contrastados contra los beneficios esperados. La inversión incremental (\$204.355.000) se concentra en los primeros 18 meses (es decir, en el Año 1 y la primera mitad del Año 2), período en el que se ejecutan la implementación tecnológica, la configuración de la plataforma y el sobre costo de liderazgo. A partir del Año 3, una vez estabilizada la solución, los egresos se reducen a los costos recurrentes de operación, estimados en \$41.520.000 anuales y compuestos por el servicio en la nube en régimen permanente (aproximadamente USD 600 mensuales) y las licencias y el mantenimiento del repositorio.

Los beneficios se materializan de forma progresiva desde el mes 9, cuando el repositorio normalizado habilita las primeras reducciones de reproceso, y se consolidan en el Año 2 con el despliegue del asistente de búsqueda semántica, alcanzando su régimen pleno en el Año 3. El flujo de caja resultante se presenta en la Tabla 36.

Tabla 36

Flujo de caja proyectado a cinco años

Concepto	Año 1 (COP)	Año 2 (COP)	Año 3 (COP)	Año 4 (COP)	Año 5 (COP)
Inversión y operación	(\$140.770.000)	(\$63.585.000)	(\$41.520.000)	(\$41.520.000)	(\$41.520.000)
Beneficios	\$67.338.720	\$101.008.080	\$134.677.440	\$134.677.440	\$134.677.440

Concepto	Año 1 (COP)	Año 2 (COP)	Año 3 (COP)	Año 4 (COP)	Año 5 (COP)
Flujo neto	(\$73.431.280)	\$37.423.080	\$93.157.440	\$93.157.440	\$93.157.440
Flujo acumulado	(\$73.431.280)	(\$36.008.200)	\$57.149.240	\$150.306.680	\$243.464.120

Nota. La fila "Inversión y operación" integra la inversión incremental del proyecto (\$204.355.000), desplegada durante los primeros 18 meses, y los costos recurrentes de operación a partir del Año 3 (\$41.520.000 anuales: servicio en la nube en régimen permanente y licencias y mantenimiento del repositorio). No incluye el valor del esfuerzo organizacional, por corresponder a tiempo de personal ya vinculado a la organización. La Tasa Interna de Retorno se calcula sobre el flujo neto operativo del proyecto. Elaboración propia.

Sobre este flujo, el proyecto presenta una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 81,1% y un Valor Presente Neto (VPN) de \$125.275.248, calculado con una tasa de descuento del 15%. El punto de equilibrio se alcanza en el Año 3 (mes 29 aproximadamente), cuando el flujo acumulado se torna positivo. Es importante precisar que la TIR se estima sobre el flujo neto operativo del proyecto, que integra la inversión incremental y los costos recurrentes de operación, y no sobre el costo de propiedad total del programa (\$623.558.350), por cuanto este último incorpora el valor del esfuerzo organizacional, que constituye tiempo de personal preexistente y no un egreso nuevo para la organización.

La rentabilidad obtenida confirma la viabilidad financiera de la intervención: aun bajo supuestos conservadores en la maduración de beneficios, el modelo CONOCER genera un retorno que supera ampliamente el costo de capital de referencia, lo que respalda su priorización como inversión estratégica frente al costo de la inacción documentado en el diagnóstico.

Con el fin de reconciliar el porcentaje de reproceso utilizado en la Tabla 35 (4%) con el rango estimado por la dirección durante el diagnóstico (5%-10%), y de evaluar la robustez del modelo financiero ante esta incertidumbre, se presenta el análisis de sensibilidad en la Tabla 37.

Tabla 37

Análisis de sensibilidad sobre TIR y VPN

Escenario	% reproceso asumido	Beneficio anual por reproceso (Año 3)	TIR	VPN (tasa 15%)
Conservador (base del modelo)	4%	\$28.201.440	81,1%	\$125.275.248
Moderado	7%	\$49.352.519	121,1%	\$182.982.512
Optimista	10%	\$70.503.599	174,0%	\$240.689.776

Nota. El escenario conservador reproduce exactamente el flujo de caja de la Tabla 36. Los escenarios moderado y optimista mantienen constantes todos los demás supuestos y modifican únicamente el porcentaje de tiempo recuperado por eliminación de reprocesos. Elaboración propia.

8.4. Estructura Organizacional de Soporte y Matriz de Responsabilidades

Para evitar que las nuevas funciones de gestión del conocimiento queden en el limbo operativo o saturen la carga de trabajo actual del equipo de I+D, se define la creación del rol táctico de Knowledge Manager (Gestor del Conocimiento) y el Comité de Gobernanza del Conocimiento.

Para garantizar la viabilidad orgánica dentro de la estructura actual de Bio D, el Knowledge Manager no se constituirá como un departamento aislado y costoso, sino como un rol híbrido adscrito formalmente a la Dirección de I+D, pero con un canal de reporte funcional y directo hacia la Jefatura de Tecnología de la Información (TI). Sus responsabilidades principales incluirán la auditoría de la calidad de los datos ingresados al repositorio, la supervisión del reentrenamiento del asistente cognitivo y la moderación del Comité de Gobernanza (el cual sesionará de manera bimestral). La interacción jerárquica y el flujo de toma de decisiones entre los actores actuales y los nuevos roles se formaliza mediante la siguiente estructura de asignación operativa:

Tabla 38

Matriz de Responsabilidades

Rol Organizacional	Director de I+D	Knowledge Manager	TI	Investigadores / Analistas
Fase 0 y 1: Aprobación de Políticas de Datos y OKRs de GC	A	R	C	I
Fase 1: Ejecución de Knowledge Mapping y Taxonomía	S	A	I	R
Fase 2: Configuración del Repositorio e Integración LIMS	I	C	R / A	I
Fase 2 y 3: Migración e Ingesta de Documentos Técnicos (SECI)	S	C	C	R
Fase 3: Mantenimiento y Entrenamiento de la Vector DB (RAG-LLM)	I	C	R	N/A
Fase 4: Auditoría de Repositorio y Medición del ROI	C	R / A	I	I

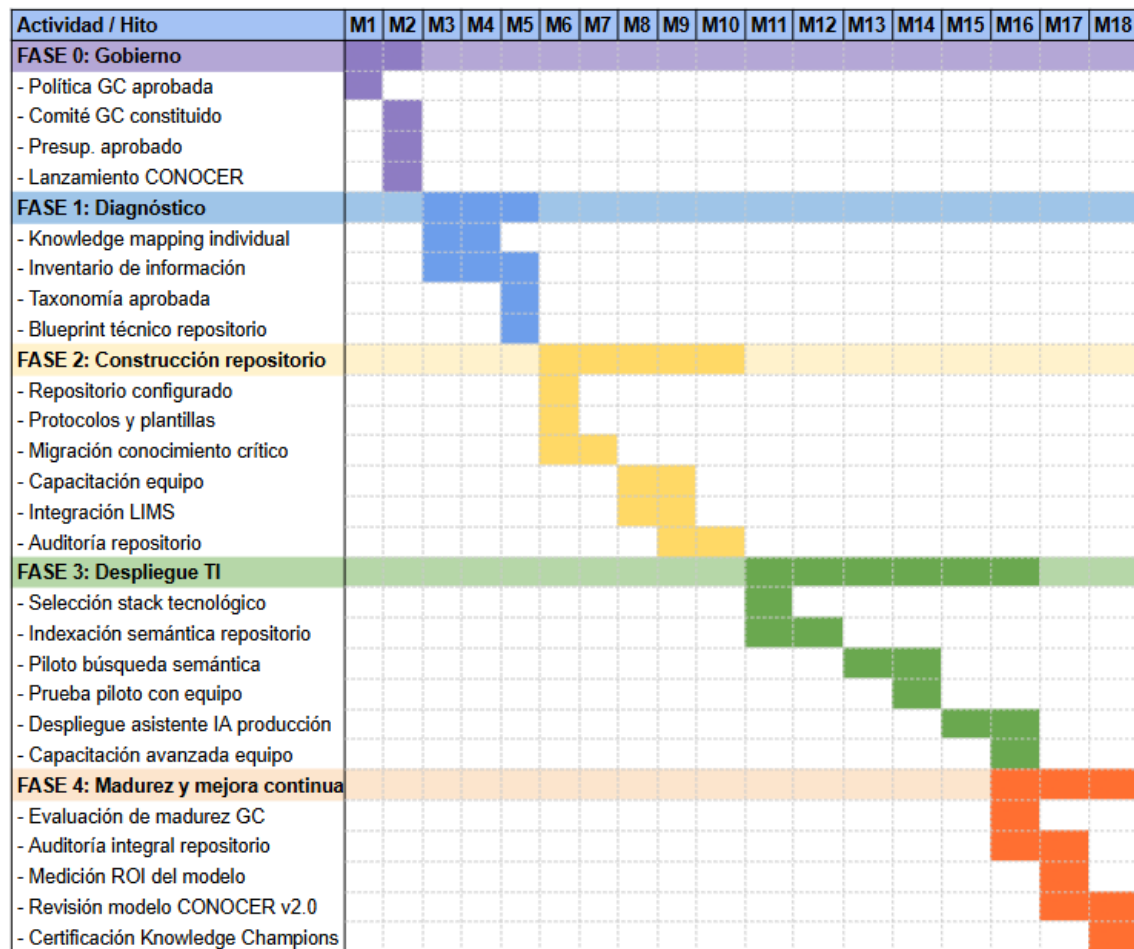
Nota. Elaboración propia. Convenciones RACI: R (Responsable/Ejecutor); A (Aprobador); C (Consultado); I (Informado); S (Supervisor).

8.5. Cronograma Maestro del Plan de Intervención

El siguiente cronograma de la Figura 9, se presenta la distribución de fases y actividades clave a lo largo de los 18 meses del plan de implementación del Modelo CONOCER.

Figura 9

Cronograma del plan de implementación



Nota. Elaboración propia.

9. Conclusiones y Recomendaciones

9.1. Conclusiones

El presente trabajo logró cumplir tanto el objetivo general como los cuatro objetivos específicos planteados. El diseño del Modelo CONOCER para el área de I+D de Bio D se encuadra en una demanda organizacional real diagnosticada empíricamente, fundamentada en literatura especializada y validada institucionalmente con los actores clave de la organización. Las conclusiones que se presentan a continuación se construirán tal como marcan los objetivos específicos y la pregunta de investigación que orientó este trabajo de consultoría.

Del primer objetivo específico, la revisión de la literatura permitió establecer que la gestión del conocimiento en entornos de I+D ha evolucionado de repositorios estáticos a constituirse en ecosistemas socio-técnicos. La integración de tecnologías de vanguardia, específicamente arquitecturas RAG que se apoyan en LLMs, que son claramente el paradigma en la actualidad si una compañía quiere superar las limitaciones de los modelos tradicionales (como SECI o Wiig), permitiendo no solo la codificación del conocimiento, sino que recuperan el contexto y la semántica del mismo a velocidades operativas.

El diagnóstico organizacional, segundo objetivo del trabajo, evidenció una falla sistémica de carácter multinivel. Con una puntuación de 2,61/5 en la dimensión de estrategia y liderazgo, se confirmó una dependencia crítica del conocimiento implícito concentrado en individuos clave. La rotación de gerentes de los últimos tres años, que resultó en una pérdida calculable de cuatro meses de avance productivo, ratifica que la ausencia de estandarización al capturar el conocimiento es una vulnerabilidad que penaliza directamente la escalabilidad y competitividad de la compañía.

Respecto al diseño de la arquitectura funcional, tercer objetivo, el modelo CONOCER, estructurado en tres capas interdependientes (creación/captura, organización/preservación y despliegue/uso inteligente), dota al área de I+D de una infraestructura capaz de transformar

datos inertes en activos de conocimiento de disponibilidad inmediata. Su arquitectura RAG-LLM supera la función de repositorio técnico al habilitar la recuperación semántica del conocimiento histórico, reduciendo la redundancia experimental y acelerando el tiempo de desarrollo de nuevos bioproductos.

La hoja de ruta estratégica formulada como cuarto objetivo, se organiza para su implementación en cuatro etapas consecutivas durante los 18 meses, con gobernanza establecida mediante el rol de Knowledge Manager y el Comité de GC, y el uso de KPIs que cubren cada fase del mismo. La viabilidad financiera fue validada con una TIR proyectada del 81,1%, un Valor Presente Neto (VPN) de \$125.275.248 COP y punto de equilibrio en el mes 29, con una inversión incrementada de \$204.355.000 COP. La conclusión de los directivos es que la sostenibilidad del modelo depende más de la gobernanza que de la tecnología soportada.

En respuesta a la pregunta de investigación que orientó a esta intervención empresarial, el modelo de GC más adecuado para el área de I+D de Bio D es uno que integre la conversión del conocimiento tácito en explícito (SECI), la formalización de los procedimientos para la conservación y distribución (Probst et al.), la jerarquización estratégica del conocimiento para el uso aplicado (Wiig), y la integración tecnológica mediante arquitectura RAG-LLM para su recuperación semántica. El Modelo CONOCER responde a esta necesidad con una propuesta estructurada, graduada y validada por la institución, lo que facilita la reducción del olvido de conocimiento vital, la mejora de la eficiencia operativa y el empuje a la política de expansión de la empresa.

Los resultados de este estudio de caso, con una muestra censal de nueve personas en el área de I+D de Bio D, no permiten una generalización estadística. Sin embargo, la solidez del marco conceptual, la coherencia del diseño metodológico y la certificación institucional de la solución propuesta sustentan una generalización de tipo analítico y es que el enfoque y la arquitectura del Modelo CONOCER constituyen un referente transferible para otras

organizaciones de base tecnológica con características similares, con una fuerte dependencia de información tácita especializada, rotación de personal técnico y ausencia de gobernanza formal de GC, limitado por replicar el estudio de madurez en cada contexto particular antes de su ejecución.

9.2. Recomendaciones

Para Bio D, se formulan las siguientes recomendaciones:

La primera es elevar la gestión del conocimiento al rango de prioridad estratégica explícita mediante una política institucional e integrada al plan de crecimiento 2026-2035, dado que la principal barrera identificada en el diagnóstico no es tecnológica sino de gobernanza directiva.

La segunda recomendación es ejecutar las fases del Modelo CONOCER de manera secuencial, sin omitir las fases de gobernanza y diagnóstico profundo. La implementación de herramientas de inteligencia artificial sobre una arquitectura de silos sin gobierno de datos previo únicamente automatiza el desorden existente, tal como advirtió el líder de TI durante el diagnóstico.

También es importante institucionalizar el protocolo de entrevista de salida como mecanismo no negociable ante cualquier desvinculación de personal del área de I+D, activándolo con al menos dos semanas de anticipación cuando la salida es programada y gestionar la resistencia cultural de forma transversal y desde el primer día de implementación, aplicando los principios del modelo de Kotter con especial atención a la generación de victorias tempranas y al liderazgo como modelador de los nuevos comportamientos esperados.

Por último es importante evaluar, una vez consolidado el modelo en I+D, su escalabilidad hacia otras áreas de alta concentración de conocimiento técnico como producción sostenible y abastecimiento, aprovechando la infraestructura tecnológica ya construida.

10. Referencias

- Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly*, 25(1), 107–136. <https://doi.org/10.2307/3250961>
- Amarís, J. M., Manrique, D. A., & Jaramillo, J. E. (2015). BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN COLOMBIA y SU IMPACTO EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA. UNA REVISIÓN. *Revista Fuentes el Reventón Energético*, 13(2), 23-34. <https://doi.org/10.18273/revfue.v13n2-2015003>
- Ayinde, L., Orekoya, I. O., Adepeju-Olusi, Q. A., & Shomoye, A. M. (2021). Knowledge audit as an important tool in organizational management: A review of literature. *Business Information Review*, 38(1), 28–36. <https://doi.org/10.1177/0266382120986034>
- Baek, S., Kim, J., Choi, Y., & Lee, H. (2024). In-house knowledge management using a large language model: Focusing on technical specification documents review. *Applied Sciences*, 14(5), 2096. <https://doi.org/10.3390/app14052096>
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Bio D. (2025, agosto 11). Quiénes somos - Bio D. <https://www.biod.com.co/quienes-somos/>
- Bio D. (2025, agosto 11). Manual de funciones del área de innovación y desarrollo [Documento interno].
- Bio D. (2025, junio). Informe de sostenibilidad 2024. Bio D. https://www.biod.com.co/wp-content/uploads/2025/06/Informe_Sostenibilidad_2024.pdf

- Böhm, K., & Durst, S. (2026). Knowledge management in the age of generative artificial intelligence – from SECI to GRAI. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 56(1), 106–121. <https://doi.org/10.1108/VJIKMS-10-2024-0357>
- Boisot, M. H. (1998). *Knowledge assets: Securing competitive advantage in the information economy*. Oxford University Press.
- Bougoulia, A., & Glykas, M. (2023). Knowledge management maturity assessment frameworks: A proposed holistic approach. *Knowledge and Process Management*, 30(3), 263–276. <https://doi.org/10.1002/kpm.1731>
- Briceño Moreno, M. D., & Bernal Torres, C. A. (2010). Estudios de Caso Sobre la Gestión del Conocimiento en Cuatro Organizaciones Colombianas Líderes en Penetración de Mercado. *Estudios Gerenciales*, 26(117), 173-193. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21218551009>
- Ceptureanu, E., Ceptureanu, S., Popescu, D., & Vlad, L. (2017). Two Stage Analysis of Successful Change Implementation of Knowledge Management Strategies in Energy Companies from Romania. *Energies*, 10(12), 1965. <https://doi.org/10.3390/en10121965>
- Cillo, V., Rialti, R., & Usai, A. (2020). The interplay between knowledge management and digital transformation: Implications for R&D management. *Journal of Business Research*, 129, 902–913. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.11.015>
- Dalkir, K. (2017). *Knowledge management in theory and practice* (3.^a ed.). MIT Press.
- Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998). *Working knowledge: How organizations manage what they know*. Harvard Business School Press.
- Delgado, J. E., Salgado, J. J., & Perez, R. (2015). Perspectivas de los biocombustibles en Colombia. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), 13-28. Universidad de

Medellín. Recuperado de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242015000200002

Dellermann, D., Ebel, P., Söllner, M., & Leimeister, J. M. (2019). Hybrid intelligence. *Business & Information Systems Engineering*, 61(5), 637–643.

<https://doi.org/10.1007/s12599-019-00595-2>

Dufey, A. (2006). Producción y comercio de biocombustibles y desarrollo sustentable: los grandes temas. International Institute for Environment and Development (IIED).
<https://pubs.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/15504IIED.pdf>

Edwards, J. S., & Lönnqvist, A. (2023). The future of knowledge management: An agenda for research and practice. *Knowledge Management Research & Practice*, 21(6), 732–740.
<https://doi.org/10.1080/14778238.2023.2202509>

Forte, V. H. (2016). La gestión del conocimiento en las organizaciones. Alpha Editorial.

Galvis-Lista, E., & Sánchez-Torres, J. M. (2014). Evaluación de la gestión del conocimiento: Una revisión sistemática de literatura. *Tendencias*, 15(2), 151-170.
<https://doi.org/10.22267/rtend.141502.47>

Ghobakhloo, M., & Iranmanesh, M. (2022).

Digital transformation success under Industry 4.0: A knowledge management perspective. *Technovation*, 114, 102457.

<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102457>

Grant, R. M. (1996). Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17(S2), 109–122. <https://doi.org/10.1002/smj.4250171110>

Hansen, M. T., Nohria, N., & Tierney, T. (1999). What's your strategy for managing knowledge? *Harvard Business Review*, 77(2), 106–116.

Idrees, H., Xu, J., Haider, S. A., & Tehseen, S. (2023).

A systematic review of knowledge management and new product development projects:

Trends, issues, and challenges. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(2), 100350.

<https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100350>

International Energy Agency. (2024). *Renewables 2023: Analysis and forecast to 2028*. IEA

Publications. Recuperado el 24 de marzo de 2026, de

https://iea.blob.core.windows.net/assets/96d66a8b-d502-476b-ba94-54ffda84cf72/Renewables_2023.pdf

Kianto, A., Sáenz, J., & Aramburu, N. (2019). Knowledge-based human resource management practices, intellectual capital and innovation. *Journal of Business Research*, 81, 11–20.

<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.07.018>

Kotter, J. P. (1995). Leading change: Why transformation efforts fail. *Harvard Business Review*, 73(2), 59–67.

Kulkarni, U., & St. Louis, R. (2003). Organizational knowledge management maturity models: A review and proposal for a new framework. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 50(2), 145-158. <https://doi.org/10.1109/TEM.2003.810830>

Mehalaine, R., Louafi, B., & Nessah, D. (2025). AI Based Knowledge Management Systems: A Review of AI Techniques, Applications and Challenges. *Journal of Electrical Systems*, 20(3), 6063-6070.

https://www.researchgate.net/publication/388040864_AI_Based_Knowledge_Management_Systems_A_Review_of_AI_Techniques_Applications_and_Challenges

Mitchell, V.-W., Harvey, W. S., & Wood, G. (2021). Where does all the ‘know how’ go? The role of tacit knowledge in research impact. *Higher Education Research & Development*, 40(7), 1431–1444. <https://doi.org/10.1080/07294360.2021.1937066>

Microsoft. (2026). *Azure OpenAI Service – Pricing*. Microsoft Azure. Recuperado el 28 de junio de 2026, de <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/azure-openai/>

- Nejadhussein, S., Rahimian, M. A. H., & Mousavinasab, S. M. H. (2014). The Relationship Between Knowledge Management and R&D Performance: A Case Study in Auto Industry. *International Journal Of Innovation And Technology Management*, 11(05), 1450034. <https://doi.org/10.1142/s0219877014500345>
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press.
- North, K. N., & Kumta, G. (2014). Knowledge Management: Value creation through organizational learning. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-03698-4>
- OECD. (2019). *Measuring the digital transformation: A roadmap for the future*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264311992-en>
- OECD. (2022). *Energy policy review: Colombia 2022*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/1f6e64f8-en>
- Pereira, L., Fernandes, A., Sempiterno, M., Dias, Á., da Costa, R. L., & António, N. (2021). Knowledge management maturity contributes to project-based companies in an open innovation era. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(2), 126. <https://doi.org/10.3390/joitmc7020126>
- Polanyi, M. (1966). *The tacit dimension*. Doubleday.
- Rodríguez-Ponce, E., Pedraja-Rejas, L., Delgado, M., & Rodríguez-Ponce, J. (2010). Gestión del conocimiento, liderazgo, diseño e implementación de la estrategia: Un estudio empírico en pequeñas y medianas empresas. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 18(3), 373–382. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052010000300011>
- Sanz, R., & Hovell, J. (2024). Knowledge retention framework and maturity model: Improving an organization or team's capability to retain critical knowledge. *Knowledge Management for Development Journal*, 20(1), 55–70. <http://www.km4djournal.org>

- Schneider, P., Schopf, T., Vladika, J., & Matthes, F. (2024). Enterprise use cases combining knowledge graphs and natural language processing. arXiv preprint arXiv:2404.01443. <https://arxiv.org/abs/2404.01443>
- Teece, D. J. (2017). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, 51(1), 40-49. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>
- Tidd, J., & Bessant, J. R. (2018). *Managing innovation: Integrating technological, market and organizational change* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Tortoriello, M., McEvily, B., & Krackhardt, D. (2015). Being a catalyst of innovation: The role of knowledge diversity and network closure. *Organization Science*, 26(2), 423–438. <https://doi.org/10.1287/orsc.2014.0942>
- Von Krogh, G., & Roos, J. (1995). *Organizational epistemology*. Macmillan.
- Walsh, J. P., & Ungson, G. R. (1991). Organizational memory. *Academy of Management Review*, 16(1), 57–91. <https://doi.org/10.2307/258607>
- Wiig, K. M. (1993). *Knowledge management foundations: Thinking about thinking — how people and organizations create, represent, and use knowledge*. Schema Press.
- World Bank. (2023). *Commodity markets outlook: Lower prices, little relief*. World Bank Publications. <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>
- Zaoui Seghroucheni, O., Lazaar, M., & Al Achhab, M. (2025). Using AI and NLP for Tacit Knowledge Conversion in Knowledge Management Systems: A Comparative Analysis. *Technologies*, 13(2), 87. <https://doi.org/10.3390/technologies13020087>

A. Anexo. Encuesta

Gestión del conocimiento en I+D

Objetivo: Identificar las prácticas actuales, fortalezas y oportunidades de mejora en la gestión del conocimiento dentro del área de I+D.

Confidencialidad: La información recolectada será utilizada únicamente con fines académicos y de mejora interna.

Sección 1

Estrategia y Liderazgo

Revisión del respaldo directivo y prioridad organizacional del conocimiento.

1. ¿En qué medida considera que la alta dirección de Bio D prioriza la gestión del conocimiento como un factor clave para la competitividad? *

1: Nada prioritario	2: Poco prioritario	3: Moderadamente prioritario	4: Muy prioritario	5: Prioridad estratégica
☐	☐	☐	☐	☐

2. ¿Siente que existe una visión clara y comunicada por los líderes sobre cómo el conocimiento técnico debe ser creado y preservado en I+D? *

Link: [Gestión del conocimiento en I+D: Rellenar formulario](#)

B. Anexo. Entrevista

Objetivo: Diagnosticar el estado actual de la gestión del conocimiento en el área de Innovación y Desarrollo (I+D) de Bio D, desde una perspectiva estratégica (Director de I+D) y una perspectiva técnica (Equipo de TI), para recopilar información cualitativa que sustente el diseño del nuevo modelo.

Perfil de los entrevistados:

- Entrevistado 1 (Estratégico): Director de I+D. Se incluye dado que tiene la visión clara de los resultados de negocio que apalanca el área objetivo del proyecto.
- Entrevistado 2 (Técnico): Miembro del Equipo TI. Se incluye por su conocimiento en los sistemas de tecnología contratados por la empresa y que pueden apalancar la implementación del modelo para gestionar el conocimiento.

Ética: Al iniciar la sesión se obtendrá el consentimiento informado verbal para grabar la sesión, tomar notas y utilizar la información en este proyecto. También se explicará a los entrevistados que su participación es voluntaria, que sus respuestas serán tratadas con la máxima confidencialidad y se presentarán de forma anónima y agregada en el estudio.

Logística: se realizará una sola sesión con los dos entrevistados, con una duración de 60 minutos, a través de Teams, la cual se grabará (audio y video) y se tomarán notas por los entrevistadores.

Guión semiestructurado: bloques y preguntas abiertas.

Apertura (5 min): Buen día, gracias por su tiempo. El objetivo de esta sesión es identificar el estado de la gestión del conocimiento en Bio D desde una visión integral de gestión. No solo queremos ver dónde se guarda la información, sino cómo la estrategia, los procesos y las capacidades tecnológicas se unen para hacer de Bio D una organización más competitiva. Sus respuestas nos ayudarán a diseñar un modelo de gestión de conocimiento que sea viable y genere valor real. Por favor respondan a nuestras preguntas libremente teniendo en cuenta su conocimiento tanto de este tema como del negocio. ¿Están de acuerdo con que grabemos para luego analizar mejor la información que nos suministren?

Bloque 1: Estrategia y Procesos (25 min) - Variables: Estrategia y Liderazgo, Procesos de Gestión de Conocimiento.

Pregunta 1 (Estrategia - Director I+D): Según la visión de la compañía, ¿cómo se considera hoy el conocimiento generado en los laboratorios: como un subproducto del día a día o como un activo estratégico para la ventaja competitiva de Bio D?

Pregunta de seguimiento: ¿Existe una "intención estratégica" clara desde la dirección para fomentar la creación de nuevo conocimiento?

Pregunta 2 (Procesos - Ambos): Davenport sugiere que el conocimiento debe fluir para ser útil. ¿Cómo describirían hoy el flujo de información desde que se genera un dato técnico hasta que alguien más lo reutiliza?

Pregunta de seguimiento (TI): ¿Qué plataformas soportan este flujo y qué tan integradas están para evitar que el conocimiento se quede "atrapado" en silos?

Pregunta 3 (Procesos - Ambos): ¿Existen protocolos formalizados para la codificación y transferencia de información, o dependemos mayoritariamente de la memoria y voluntad de los expertos (conocimiento tácito)?

Bloque 2: Eficiencia Operativa (15 min) - Variable: Madurez Tecnológica

Pregunta 4 (Director I+D): En términos de rendimiento, ¿qué impacto percibe que tiene la dificultad de acceso a la información histórica en los cronogramas de los proyectos?

Pregunta de seguimiento: ¿Se han identificado casos de duplicidad de esfuerzos (reinventar la rueda) por no encontrar antecedentes?

Pregunta 5 (Ambos): Si una persona clave deja la empresa hoy, ¿cuál es la probabilidad (del 1 al 10) de que su conocimiento crítico permanezca accesible y utilizable por el resto del equipo de forma autónoma? ¿Por qué esa nota?

Bloque 3: Capacidades y Gestión del Cambio (10 min) - Variable: Capacidades y Gestión del Cambio

Pregunta 6 (Capacidad Técnica - TI): Considerando nuestra infraestructura actual, ¿qué tan preparada está Bio D para absorber tecnologías de vanguardia como modelos de lenguaje (LLMs) que interactúen con nuestras bases de datos?

Pregunta 7 (Gestión del Cambio - Director I+D): Ante una transformación hacia un modelo de búsqueda inteligente, ¿cuál percibe que sería la reacción del equipo? ¿Cree que las habilidades digitales actuales son suficientes o la cultura de trabajo será el principal desafío?

Pregunta de seguimiento (TI): ¿Existen planes desde TI para fortalecer la madurez digital del área de I+D en el corto plazo?

Cierre (5 min): Muchas gracias. Para sintetizar: identificamos que la intención estratégica es [resumen de lo dicho], pero los procesos presentan brechas en [punto clave]. Respecto a las capacidades, vemos que el reto principal es [técnico o cultural]. Este hallazgo representa uno de los insumos de mayor valor para el diseño del modelo.

C. Anexo. Validación Propuesta con el Actor Clave

En coherencia con el enfoque de intervención empresarial que orienta el presente trabajo, el modelo “Conocer” fue presentado a los actores de Bio D S.A.S. directamente responsables de su eventual implementación. Esta socialización no constituyó un ejercicio meramente informativo, sino una instancia de validación cualitativa orientada a contrastar el modelo diseñado con la percepción de quienes deberán liderar su adopción. La sesión persiguió un objetivo triple: verificar el reconocimiento de la necesidad por parte de la dirección, valorar la viabilidad percibida de implementación dentro de las restricciones organizacionales reales y capturar observaciones que orientaran el robustecimiento del modelo de cara a su implementación.

La sesión convocó a los tres cargos con incidencia directa sobre la gestión del conocimiento en el área: Lorena Califa (Gerente de Innovación), Luis Ramírez (Director de Investigación y Desarrollo) y Edgar Castiblanco (Director de Innovación). La presentación abarcó la totalidad del trabajo: el diagnóstico organizacional con sus hallazgos críticos, la arquitectura del modelo “Conocer”, estructurado en las fases de creación y captura, organización y preservación, y despliegue inteligente del conocimiento, y el plan de implementación a dieciocho meses con su correspondiente análisis financiero. Tras la exposición se abrió un espacio deliberativo del que se derivan los hallazgos que se sintetizan a continuación.

Reconocimiento de la necesidad

La evidencia más relevante de la sesión fue el reconocimiento explícito de la pertinencia del diagnóstico por parte del nivel gerencial. La Gerente de Innovación manifestó que la presentación la condujo a reflexionar sobre el grado de claridad y comunicación de la visión y la estrategia de conocimiento en la organización, admitiendo un rezago institucional en esa materia. Esta reacción posee un valor diagnóstico considerable, pues confirma desde la propia dirección el primer punto de dolor identificado en el diagnóstico, el vacío estratégico, y descarta que dicho hallazgo sea un artefacto del instrumento de medición. La manifestación de interés por articular un plan de trabajo conjunto refuerza, además, la viabilidad política de la intervención, un factor habilitante que el diagnóstico había anticipado al señalar la conciencia diagnóstica y la disposición latente al cambio de los actores.

Viabilidad percibida de implementación

Tanto la Gerencia de Innovación como la Dirección de Investigación y Desarrollo coincidieron en señalar, como prioridad, la explotación de herramientas que pongan la información a disposición y soporten la toma de decisiones. Este planteamiento converge con la funcionalidad de mayor valor inmediato identificada por el propio equipo en la Dimensión V del diagnóstico, la búsqueda inteligente con comprensión de lenguaje técnico, lo que evidencia un alineamiento entre la solución propuesta y la expectativa de los decisores. Dicha coincidencia constituye un indicador favorable de adopción, en la medida en que el modelo no introduce una capacidad ajena a la demanda organizacional, sino que estructura y formaliza una necesidad ya percibida por la dirección.

Observaciones para el robustecimiento del modelo

Las intervenciones de los directivos, más que objeciones al modelo, constituyeron exigencias de profundización que fortalecen su rigor y su factibilidad. El Director de Innovación insistió en la necesidad de un tratamiento más profundo y operativo del conocimiento tácito, que incorpore las habilidades de las personas y el conocimiento de asesores y profesionales

externos, y en la conveniencia de delimitar un alcance acotado, además de plantear un interrogante sobre la capacidad real de procesamiento de la inteligencia artificial. El Director de Investigación y Desarrollo, por su parte, solicitó cruzar la propuesta con un marco de referencia reconocido de gestión del conocimiento, precisar el conocimiento relevante en la primera fase, robustecer la justificación financiera y verificar el origen y la solidez de todas las cifras y afirmaciones. La Tabla 38 consolida estos aportes y su implicación para la implementación del modelo.

Tabla 39

Consolidación de la retroalimentación

Actor y cargo	Observación o aporte	Implicación para la implementación
Lorena Califa (Gerente de Innovación)	Reconoce un rezago institucional en la claridad y comunicación de la visión y la estrategia de conocimiento; manifiesta apertura para articular un plan de trabajo conjunto.	Confirma, desde el nivel gerencial, el vacío estratégico (Punto de dolor 1) y otorga legitimidad política al inicio del proyecto de Gestión del Conocimiento.
Luis Ramírez (Director de Investigación y Desarrollo)	Cruzar la propuesta con los ocho pasos de la gestión del conocimiento (mapa de conocimiento).	Validar la cobertura del modelo frente a un marco de referencia reconocido (Probst, Raub y Romhardt).
Luis Ramírez (Director de Investigación y Desarrollo)	Precisar, en la Fase 1, cuál es el conocimiento efectivamente relevante.	Definir criterios explícitos de priorización del conocimiento a capturar antes de la fase de centralización.
Luis Ramírez (Director de Investigación y Desarrollo)	Fortalecer la justificación financiera: ¿cuál es el impacto real de hacerlo frente a no hacerlo? ¿Qué moviliza su priorización frente a otros proyectos?	Robustecer el caso de negocio con análisis de costo de oportunidad y un criterio de comparabilidad con iniciativas alternativas.
Luis Ramírez (Director de Investigación y Desarrollo)	Revisar la totalidad de las cifras y afirmaciones, verificando su origen y solidez.	Asegurar la trazabilidad y verificación de los supuestos del análisis financiero y de los indicadores reportados.
Edgar Castiblanco (Director de Innovación)	Garantizar un esquema explícito de captura tanto de conocimiento tácito como explícito y “hacer zoom” al tácito: habilidades de las personas, conocimiento de asesores y de profesionales provenientes de otras organizaciones.	Reforzar la Fase 1 con protocolos diferenciados de externalización (entrevistas estructuradas, mapas de conocimiento) que trasciendan la documentación de artefactos.

Actor y cargo	Observación o aporte	Implicación para la implementación
Edgar Castiblanco (Director de Innovación)	Mantener un alcance acotado.	Delimitar un piloto sobre procesos y proyectos priorizados antes de escalar el modelo al resto del área.
Edgar Castiblanco (Director de Innovación)	Interrogante sobre la capacidad real de procesamiento de información de la inteligencia artificial para este modelo.	Especificar el alcance técnico y los límites del componente de IA (cobertura del RAG, calidad de las fuentes y gobernanza del dato como prerrequisito).

Nota. Elaboración propia a partir de las observaciones registradas durante la sesión de socialización y validación del modelo.

Síntesis de la validación

La socialización produjo un doble resultado de alto valor estratégico. En el plano de la confirmación, el reconocimiento explícito de la necesidad por parte de la gerencia y la coincidencia de los decisores con la funcionalidad central del modelo demuestran que la gestión del conocimiento ha dejado de ser, para el área una aspiración retórica, el habitual postulado de que “hay que implementar la gestión del conocimiento”, para convertirse en una necesidad validada por quienes deben liderar su adopción. En el plano del robustecimiento, las observaciones recogidas no invalidan el modelo: constituyen la hoja de ruta para fortalecerlo durante su implementación, abordando el tratamiento operativo del conocimiento tácito, el fortalecimiento del caso de negocio y la delimitación de un alcance piloto acotado y verificable.

En conjunto, este ejercicio dota al área de Investigación y Desarrollo de las bases técnicas, metodológicas y financieras necesarias para sustentar el inicio del proyecto de gestión del conocimiento. El trabajo desarrollado no solo establece la pertinencia de la iniciativa, sino que anticipa las fases de diagnóstico, diseño y justificación que, de otro modo, habrían demandado una inversión considerable de tiempo del personal y de recursos. Constituye, en consecuencia, un punto de partida sólido sobre el cual la organización puede edificar una intervención progresiva, escalable y sostenible.