

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA COMERCIAL
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

Departamento de Ingeniería Comercial

MBA, Magíster en Gestión Empresarial

CONVENIENCIA ESTRATÉGICA DE IMPLEMENTAR Y CERTIFICAR NORMAS ISO DE GESTIÓN EN LABORATORIOS DE CONTROL TÉCNICO DE OBRAS ACREDITADOS CONFORME A NCH-ISO/IEC 17025:2017

Tesina de Grado presentada por

Alejandro Vargas Carrasco

Como requisito para optar al grado de

MBA, Magíster en Gestión Empresarial

Guía de Tesina Mg. Francisco Lagos

15 de septiembre de 2026

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☐ Memoria o trabajo de título; ☒ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Conveniencia estratégica de implementar y certificar normas ISO de gestión en laboratorios de control técnico de obras acreditados conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017

Nombre del candidato(a): Alejandro Vargas Carrasco

Carrera / Grado: MBA Magister en Gestión Empresarial

Campus: Casa Central Valparaiso **;** **Departamento**: Ingenieria Comercial

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Francisco Lagos Peralta, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: **29/10/26** ; **Firma:** _____

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 29/10/26 ; **Firma:** _____

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

TÍTULO DE TESINA: **"CONVENIENCIA ESTRATÉGICA DE IMPLEMENTAR Y CERTIFICAR NORMAS ISO DE GESTIÓN EN LABORATORIOS DE CONTROL TÉCNICO DE OBRAS ACREDITADOS CONFORME A NCH-ISO/IEC 17025:2017"**

AUTOR: **Alejandro Vargas Carrasco**

TRABAJO DE TESINA, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de MBA, Magíster en Gestión Empresarial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

OBSERVACIONES:

COMISIÓN DE TESINA:

Profesor Guía: Mg. Francisco Lagos

Correferente Externo: Mg. Patricio Mansilla

Correferente Interno: PhD. Juan Tapia

Valparaíso, 15 de septiembre de 2026

Todo el contenido, análisis, conclusiones y opiniones vertidas en este estudio son de mi exclusiva responsabilidad.

Nombre: Alejandro Vargas Carrasco.

Fecha: 15 de septiembre de 2026

Resumen

Esta tesina evalúa la conveniencia de implementar y certificar normas ISO de sistemas de gestión en laboratorios de control técnico de obras de construcción que ya se encuentran acreditados conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017. La investigación tiene un carácter documental, descriptivo–exploratorio y evaluativo. Para ello se revisan normas vigentes, literatura académica reciente, documentos regulatorios chilenos y experiencias publicadas, y luego se comparan sus requisitos y efectos esperados. El análisis se concentra en ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001. ISO 31000 se emplea como marco transversal para ordenar riesgos y decisiones, mientras que ISO 26000 aporta una referencia de responsabilidad social.

El estudio no presume que toda certificación sea conveniente. Compara los beneficios que podrían obtenerse con los costos de implementación y mantenimiento, las exigencias de clientes y mandantes, la madurez del sistema existente, la disponibilidad de recursos y los objetivos de crecimiento. A partir de esa comparación se proponen cuatro cursos de acción: certificar, implementar sin certificar, postergar o no implementar por ahora. El trabajo se completa con un modelo analítico, una ruta de decisión y un Modelo CANVAS de negocio orientativo para laboratorios que proyecten una cobertura en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins.

Palabras clave: normas ISO, sistemas de gestión, NCh-ISO/IEC 17025:2017, laboratorios de construcción, ventaja competitiva, factibilidad de implementación.

Índice general

Resumen **i**

Índice de figuras **1**

1. Introducción **2**

2. Problema de investigación, potencial y justificación **4**

3. Objetivo general y objetivos específicos **6**

4. Marco teórico **8**

4.1. Normalización, certificación y sistemas de gestión 8

4.1.1. Implementación, certificación y resultados esperados 10

4.2. Laboratorios de control técnico de obras de construcción 11

4.2.1. El laboratorio como empresa de servicios técnicos 13

4.3. La norma ISO/IEC 17025:2017 como estándar base del laboratorio 15

4.3.1. Alcance, estructura y requisitos clave de ISO/IEC 17025:2017 15

4.3.2. Acreditación de laboratorios y reconocimiento internacional 16

4.3.3. Enfoque basado en riesgos y compatibilidad con la estructura de alto nivel de las normas ISO de gestión 16

4.3.4. Experiencias de implementación en laboratorios de construcción y madurez del sistema de gestión del laboratorio 17

4.3.5. Madurez del sistema y capacidad de absorber nuevas normas 18

4.4. Normas ISO de gestión relevantes para el estudio 19

4.4.1. ISO 9001: Sistema de gestión de la calidad 19

4.4.2. ISO 14001: Sistema de gestión ambiental 19

4.4.3. ISO 45001: Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo 20

4.4.4. ISO 31000 como marco transversal de gestión del riesgo 21

4.4.5. ISO 26000 y la responsabilidad social como marco contextual 21

4.4.6. Otros estándares relacionados y ecosistema de normas de gestión 22

4.4.7. Ciclo de vida, transición y profundidad de adopción 22
4.5. Sistemas de gestión integrados en organizaciones y laboratorios 24
4.5.1. Estrategias de integración: simultánea, progresiva y por procesos 25
4.6. Normas ISO, desempeño organizacional y ventaja competitiva 27
4.6.1. Dimensiones e indicadores de desempeño 28
4.7. Factores de factibilidad de implementación de sistemas de gestión ISO 30
4.7.1. Costo total de propiedad y carga organizacional 31
4.7.2. Puertas de madurez para avanzar 32
4.8. Síntesis conceptual y modelo analítico de la investigación 33

5. Metodología **36**
5.1. Enfoque y diseño de la investigación 36
5.2. Objeto de análisis, contexto y delimitación 36
5.3. Fuentes de información y estrategia de revisión 37
5.3.1. Protocolo de selección y depuración de fuentes 37
5.4. Categorías de análisis y ponderación 38
5.5. Procedimiento de análisis 39
5.6. Criterios de rigor, ética y limitaciones 40

6. Resultados y discusión **41**
6.1. Actualización normativa y consecuencias para la evaluación 41
6.2. Evaluación de la utilidad, ventajas y desventajas de las normas analizadas 44
6.2.1. ISO 9001: utilidad para gestión empresarial transversal 44
6.2.2. ISO 14001: utilidad ambiental, comercial y reputacional 45
6.2.3. ISO 45001: utilidad en seguridad, salud y continuidad operacional 45
6.2.4. ISO 31000 e ISO 26000: marcos de apoyo, no certificaciones centrales 46
6.3. Impacto potencial en desempeño organizacional y ventaja competitiva 46
6.4. Indicadores para comprobar si la norma genera valor 48
6.5. Costo total, mantenimiento y horizonte de retorno 50
6.6. Matriz de conveniencia: certificar, implementar, postergar o no implementar 51
6.7. Escenarios estratégicos para laboratorios de control técnico de obras 53
6.7.1. Escenario A: laboratorio local que debe consolidar su base técnica 54

6.7.2. Escenario B: laboratorio en expansión comercial y territorial 54
6.7.3. Escenario C: laboratorio inserto en obras y cadenas de suministro exigentes . 54
6.7.4. Escenario D: laboratorio multirregional y sistema integrado 54
6.8. Mapa de prioridad según perfil operativo y de mercado 55
6.9. Modelo CANVAS de negocio para crecimiento multirregional 55
6.10. Discusión integrada de resultados 58
6.11. Aplicación ilustrativa al laboratorio de referencia 58

7. Conclusiones **60**

Referencias **64**

Índice de figuras

4.1. Infraestructura de la calidad y generación de confianza: interacción entre normalización, metrología, acreditación, certificación, regulación y evaluación de la conformidad. Elaboración propia. 11

4.2. Rol del laboratorio en la cadena de valor de una obra. Elaboración propia. 14

4.3. Arquitectura de normas: base técnica, núcleo certificable, marcos transversales y estándares futuros. Elaboración propia. 23

4.4. Modelo de sistema de gestión integrado: vinculación entre normas, procesos compartidos y resultados esperados. Elaboración propia. 27

4.5. Modelo analítico de conveniencia: condiciones de entrada, mecanismos de cambio, resultados y factibilidad. Elaboración propia. 34

6.1. Ruta de decisión entre certificar, implementar sin certificar, postergar o no implementar. Elaboración propia. 53

6.2. Modelo CANVAS de negocio orientativo para un laboratorio con cobertura en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins. Elaboración propia a partir de Osterwalder y Pigneur (2010). 57

Capítulo 1

Introducción

Las normas ISO de sistemas de gestión se han convertido en una referencia habitual para empresas que necesitan ordenar su operación y demostrar a terceros que trabajan con criterios definidos. En actividades técnicas, esa señal puede ser especialmente importante. No basta con entregar un resultado correcto: también importan la oportunidad del servicio, la seguridad del personal, el cumplimiento de las obligaciones aplicables y la capacidad de responder de manera consistente cuando aumenta la demanda.

Los laboratorios de control técnico participan directamente en ese proceso. Una parte de su trabajo se desarrolla dentro de instalaciones de ensayo, pero otra parte ocurre en las propias obras: toma de muestras, controles en terreno, traslado de personal, coordinación con contratistas y entrega de resultados que pueden detener o habilitar partidas constructivas. En Chile, el Instituto Nacional de Normalización (INN) acredita a los laboratorios de ensayo bajo NCh-ISO/IEC 17025:2017, mientras que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) regula su inscripción y actuación dentro del sistema de control técnico de calidad de la construcción (Instituto Nacional de Normalización, 2026; Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2002, 2019).

La acreditación entrega la base de competencia técnica, pero no resuelve por sí sola todas las necesidades de una empresa de servicios. Un laboratorio que quiera ampliar su cobertura, entrar a nuevas licitaciones, trabajar con mandantes de mayor tamaño o diferenciarse de competidores puede necesitar fortalecer procesos comerciales, ambientales, preventivos y de gestión del riesgo. Allí aparecen ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001. Su utilidad, sin embargo, depende del contexto. En algunos mercados la certificación funciona como requisito de admisibilidad o entrega puntaje; en otros, apenas modifica la decisión del cliente (Dirección de Compras y Contratación Pública, 2024, 2025).

El trabajo, por tanto, no busca demostrar que certificar siempre sea positivo. La pregunta es más práctica: cuándo una norma puede resolver una necesidad real y cuándo el costo, la carga de trabajo o la falta de demanda externa aconsejan avanzar con cautela. No se desarrolla una aplicación exhaustiva en una empresa específica; solo se recurre, en algunos pasajes, a un laboratorio del rubro como referencia ilustrativa para comprobar la utilidad de los criterios propuestos.

Conviene distinguir desde el inicio dos decisiones que con frecuencia se mezclan. La primera es *implementar* prácticas o requisitos de una norma para resolver necesidades internas. La segunda es solicitar una *certificación de tercera parte* que haga visible ese sistema ante clientes y mandantes. Una organización puede incorporar procesos de ISO 9001, ISO 14001 o ISO 45001 sin certificar

de inmediato, observar sus resultados y avanzar a una auditoría externa solo cuando el mercado o la estrategia lo justifiquen. Esta distinción evita tratar la certificación como un fin en sí mismo y permite diseñar rutas graduales, especialmente útiles en empresas medianas o con equipos reducidos (Hernández-Vivanco y Bernardo, 2023; International Accreditation Forum y International Organization for Standardization, 2018).

La conveniencia debe analizarse, además, durante todo el ciclo de vida del sistema. El esfuerzo no termina con la auditoría inicial. Se deben mantener registros, formar a nuevas personas, realizar auditorías internas, corregir hallazgos, revisar objetivos y enfrentar actualizaciones normativas. Los costos visibles –consultoría, certificación o capacitación– son solo una parte. También existe tiempo no facturable de jefaturas y técnicos, ajustes de software, coordinación entre áreas y posible pérdida de productividad durante la transición. Por ello, una decisión razonable compara el costo total de sostener la norma con beneficios observables, tales como una mayor tasa de adjudicación, reducción de reprocesos, menos incidentes o mayor estabilidad de clientes.

El aporte de esta tesina es organizar esa comparación. No se pretende construir una tabla universal de rentabilidad, porque los precios de certificación, la dotación y la demanda cambian entre organizaciones. Se propone, en cambio, una lógica replicable: reconocer la base técnica ya cubierta por NCh-ISO/IEC 17025:2017, identificar la brecha que cada norma adicional resolvería, definir indicadores de resultado y escoger la modalidad de adopción más proporcional. Esta mirada gerencial permite conectar la literatura académica y normativa con decisiones reales de crecimiento, homologación de proveedores y control de riesgos.

La estructura del trabajo sigue esa secuencia. El marco teórico delimita la infraestructura de la calidad, el papel de los laboratorios y las relaciones entre normas, desempeño y ventaja competitiva. La metodología explica cómo se compararon fuentes y requisitos. Los resultados actualizan el estado normativo, evalúan por separado cada estándar, proponen indicadores y costos relevantes, y culminan en una matriz de conveniencia, escenarios estratégicos y un Modelo CANVAS de negocio. Así, la discusión avanza desde la descripción de las normas hacia una recomendación condicionada por el contexto.

Capítulo 2

Problema de investigación, potencial y justificación

En el discurso empresarial, las certificaciones suelen asociarse con orden, eficiencia y confianza. Esa asociación tiene fundamento, pero puede llevar a una conclusión apresurada: pensar que sumar certificados produce valor por el solo hecho de obtenerlos. En la práctica, implementar un sistema de gestión exige horas de trabajo, formación, auditorías, seguimiento de indicadores y un esfuerzo sostenido para que los procedimientos se utilicen de verdad. Cuando ese trabajo no responde a un problema claro, el sistema puede terminar siendo visto como burocracia.

Este riesgo resulta particularmente relevante en la construcción. Se trata de un rubro donde conviven empresas de distinto tamaño, prácticas muy arraigadas y equipos con experiencias generacionales diversas. En muchas organizaciones, cambiar una forma conocida de trabajar cuesta más que redactar un procedimiento. La resistencia no siempre es abierta: puede expresarse en registros incompletos, baja participación, delegación excesiva en el encargado de calidad o cumplimiento solo antes de una auditoría. Por ello, la factibilidad debe considerar a las personas, sus hábitos y su compromiso, además del costo de certificación (Fonseca, 2015; Kotter, 1996; Schein, 2010).

En los laboratorios acreditados conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017 existe, además, una pregunta previa. El sistema ya exige competencia del personal, trazabilidad, control de equipos, imparcialidad, gestión documental y aseguramiento de la validez de los resultados. Por tanto, una norma adicional solo se justifica si aporta algo que el sistema existente no cubre suficientemente o si genera un beneficio externo verificable. El punto central de esta tesina es comparar ese valor incremental con los costos de implementación y mantenimiento.

La utilidad potencial puede adoptar varias formas: mejorar tiempos de respuesta, reducir errores, ordenar procesos comerciales, controlar riesgos de terreno, responder a políticas ambientales de los clientes, obtener puntaje en licitaciones o levantar una barrera de entrada frente a competidores menos preparados. También puede ser limitada. Si los mandantes solo exigen NCh-ISO/IEC 17025:2017, el laboratorio no proyecta crecimiento y la organización no dispone de personal para sostener nuevos sistemas, la certificación puede producir un retorno insuficiente.

El aporte del estudio consiste en convertir esa discusión en criterios de decisión. En lugar de recomendar una única ruta, se comparan cuatro alternativas: certificar, implementar prácticas sin solicitar certificación, postergar hasta que existan mejores condiciones o no implementar por ahora. Esta forma de análisis permite conservar el rigor normativo y, al mismo tiempo, ofrecer una

herramienta comprensible para la toma de decisiones gerenciales.

El problema también presenta una dimensión temporal. La experiencia recogida en la literatura muestra que los beneficios pueden aparecer en momentos distintos. El orden documental y la definición de responsabilidades pueden observarse durante la implementación; la disminución de errores o incidentes requiere periodos de operación; y el efecto sobre ventas o licitaciones depende de que los clientes reconozcan el certificado y de que existan oportunidades comerciales suficientes. Del mismo modo, una certificación que fue útil durante una fase de expansión puede perder relevancia si cambia el mercado o si la organización no logra mantenerla. El ciclo de certificación debe entenderse como una decisión sostenida y no como una compra puntual (Hernández-Vivanco y Bernardo, 2023).

La evidencia tampoco permite atribuir todos los cambios positivos al certificado. Una empresa con buen liderazgo, procesos maduros y recursos suficientes puede tener mejores resultados antes de certificarse, y esas mismas condiciones facilitan la implementación. Este problema de causalidad explica por qué los estudios reportan efectos heterogéneos. La tesina adopta una posición prudente: las normas se consideran mecanismos que pueden ordenar capacidades y emitir señales de confianza, pero su efecto depende de la internalización, de la calidad de la gestión previa y de la presión del entorno (Boiral, 2012; Psomas y Antony, 2015).

Existe, por último, una brecha sectorial. La literatura sobre ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 es abundante en manufactura y construcción, pero hay menos estudios centrados en laboratorios civiles acreditados. Las investigaciones recientes sobre ISO/IEC 17025 muestran beneficios técnicos y organizacionales, junto con costos, burocracia y efectos comerciales no uniformes (Panagiotidou, Chountalas, Magoutas, Georgakellos, y Lagodimos, 2025; Panagiotidou, Chountalas, Magoutas, y Kitsios, 2025). Por esa razón, el trabajo combina evidencia directa de laboratorios con resultados de empresas constructoras y organizaciones de servicios, y explicita cuándo una inferencia debe interpretarse con cautela.

Capítulo 3

Objetivo general y objetivos específicos

Objetivo general:

Analizar la utilidad, ventajas, desventajas y condiciones de conveniencia de implementar normas ISO de sistemas de gestión en laboratorios de control técnico de obras de construcción acreditados conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017, considerando sus fundamentos normativos, su aporte potencial al desempeño organizacional y a la ventaja competitiva, y la factibilidad de su adopción en distintos escenarios organizacionales y de mercado.

Objetivos específicos:

1. Realizar una revisión bibliográfica y normativa de las normas ISO relevantes para laboratorios de control técnico de obras de construcción, analizando sus fundamentos, alcances, ventajas, desventajas y posibles solapamientos con ISO/IEC 17025.
2. Analizar la utilidad potencial de implementar normas ISO de gestión, especialmente ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001, en relación con el valor organizacional, la diferenciación competitiva, el acceso a clientes o mercados y la respuesta a exigencias de mandantes.
3. Proponer criterios de factibilidad y conveniencia para orientar la decisión de implementar, certificar, postergar o descartar estas normas, considerando cultura organizacional, recursos económicos y humanos, madurez de procesos, tamaño de la organización, expectativas de clientes e indicadores de crecimiento.

Preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son los fundamentos, requisitos, ventajas y desventajas de las normas ISO seleccionadas para laboratorios de control técnico de obras de construcción acreditados bajo NCh-ISO/IEC 17025:2017?
2. ¿Qué aportes potenciales podrían generar ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 al desempeño organizacional, al valor percibido por clientes y a la diferenciación competitiva de estos laboratorios?
3. ¿Bajo qué condiciones de mercado, crecimiento, exigencias de clientes, madurez de procesos, recursos disponibles y cultura organizacional resulta conveniente implementar o certificar estas normas?

4. ¿En qué situaciones podría ser más razonable no certificar, implementar parcialmente, postergar la implementación o utilizar ciertas normas solo como marcos de referencia?

Capítulo 4

Marco teórico

4.1. Normalización, certificación y sistemas de gestión

Esta tesina se sitúa en el contexto más amplio de la *infraestructura de la calidad* (*quality infrastructure*, QI), entendida como el sistema de organizaciones públicas y privadas, junto con las políticas, marcos legales y prácticas necesarios para apoyar y mejorar la calidad, seguridad y sostenibilidad de bienes, servicios y procesos (International Network on Quality Infrastructure, 2017; World Bank Group, 2019). Esta infraestructura descansa en cinco pilares interrelacionados: metrología, normalización, evaluación de la conformidad, acreditación y vigilancia de mercado, que permiten generar confianza en las transacciones económicas y reducir las barreras técnicas al comercio (International Network on Quality Infrastructure, 2017). Los laboratorios de ensayo y calibración, como los laboratorios de control técnico de obras de construcción considerados en esta investigación, forman parte central de la evaluación de la conformidad y dependen fuertemente de la articulación del resto de la QI.

Dentro de ese marco, la normalización internacional cumple una función práctica y estratégica. La Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) elaboran normas técnicas voluntarias que establecen vocabularios comunes, métodos de ensayo, requisitos de productos y requisitos para sistemas de gestión (International Organization for Standardization, 2026b). Estas normas no sustituyen a la regulación, pero la complementan, ofreciendo referencias técnicas consensuadas que los reguladores, organismos de acreditación y empresas utilizan para demostrar cumplimiento, reducir asimetrías de información y facilitar el reconocimiento internacional de resultados (World Bank Group, 2019). En el ámbito de la gestión, las normas ISO se estructuran crecientemente como *normas de sistemas de gestión* (Management System Standards, MSS), que establecen requisitos organizacionales más que requisitos de producto.

El concepto de sistema de gestión se define como el conjunto de elementos interrelacionados o interactuantes de una organización utilizados para establecer políticas y objetivos y para lograr dichos objetivos (International Organization for Standardization, 2026b). Sobre esta base se han desarrollado distintas familias de normas: ISO 9001 para la gestión de la calidad, ISO 14001 para la gestión ambiental, ISO 45001 para la gestión de seguridad y salud en el trabajo, o ISO 50001 para la gestión de la energía, entre otras. Todas ellas comparten principios de gestión como enfoque al cliente, liderazgo, enfoque a procesos, mejora continua y toma de decisiones basada en evidencias (International Organization for Standardization, 2026b). En el caso de la gestión del riesgo, ISO 31000

proporciona principios y directrices generales que buscan integrar el pensamiento basado en riesgos en los procesos de toma de decisiones y en los sistemas de gestión organizacionales (International Organization for Standardization, 2018a).

Una característica clave de las normas modernas de sistemas de gestión ISO es la adopción de la denominada *estructura de alto nivel* (High Level Structure, HLS, antes «Anexo SL»), que define un texto básico y una secuencia de capítulos común para todas las MSS. Esta estructura se articula en torno al ciclo de mejora continua PDCA (Planificar–Hacer–Verificar–Actuar) y enfatiza el *pensamiento basado en riesgos*, es decir, la identificación y tratamiento sistemático de riesgos y oportunidades que puedan afectar al logro de los objetivos del sistema (British Standards Institution, 2014). La convergencia estructural entre normas como ISO 9001:2015 e ISO 14001:2026, junto con el alineamiento conceptual con ISO 31000:2018, facilita la integración de distintos sistemas de gestión en una única arquitectura organizacional, aspecto relevante para el análisis de un posible sistema de gestión integrado en este tipo de laboratorios.

Antes de continuar conviene separar tres conceptos que suelen confundirse: normalización, certificación y acreditación. La certificación es la actividad mediante la cual un organismo de certificación independiente declara que una organización, producto o servicio cumple una norma determinada (por ejemplo, ISO 9001 o ISO 14001). Estos organismos, a su vez, son evaluados y acreditados por organismos de acreditación nacionales o regionales, cuya actividad se coordina a nivel internacional a través de redes como el International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) para laboratorios y organismos de inspección, y el International Accreditation Forum (IAF) para organismos de certificación de sistemas de gestión, productos y servicios (International Laboratory Accreditation Cooperation, 2023; World Bank Group, 2019). Los acuerdos de reconocimiento mutuo (*Mutual Recognition Arrangements*, MRAs) promovidos por ILAC permiten que los resultados de ensayo emitidos por un laboratorio acreditado conforme a ISO/IEC 17025 sean aceptados en otros países sin necesidad de repetir las pruebas, mientras que los MRAs de IAF persiguen un efecto análogo en la certificación de sistemas de gestión.

Desde la perspectiva de la infraestructura de la calidad, la acreditación constituye el «eslabón de confianza» que atestigua la competencia técnica y la imparcialidad de laboratorios, organismos de inspección y organismos de certificación (World Bank Group, 2019). Para un laboratorio de control técnico de obras de construcción, la acreditación conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017 es la base sobre la que se construye su credibilidad técnica, mientras que la eventual certificación conforme a normas de sistemas de gestión (ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001), reconocida por un organismo de certificación acreditado, ampliaría el ámbito de esa confianza hacia la gestión integral de los procesos, el ambiente y la seguridad y salud en el trabajo. En consecuencia, el análisis de la utilidad de implementar normas ISO de gestión adicionales debe situarse explícitamente en este marco de QI, donde coexisten la normalización técnica, la acreditación de laboratorios y la certificación de sistemas de gestión como instrumentos complementarios al servicio del desempeño organizacional y la competitividad.

El enfoque a procesos y la gestión basada en riesgos conectan, además, la lógica de ISO/IEC 17025 con la de las normas de sistemas de gestión consideradas en esta tesina. ISO 9001:2015 explicita la necesidad de identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad, determinar sus entradas y salidas, secuencia, interacción y criterios de control, e incorporar el pensamiento basado en riesgos en la planificación de procesos y actividades (International Organization for Standardization, 2015). ISO 31000:2018, por su parte, conceptualiza la gestión del riesgo como un proceso sistemático e iterativo que debe estar integrado en la gobernanza, la estrategia y la gestión del desempeño (International Organization for Standardization, 2018a). Esta convergencia conceptual será clave para valorar la factibilidad de un sistema de gestión integrado en laboratorios de este tipo y anticipar las sinergias y solapamientos entre los requisitos de las distintas normas.

4.1.1. Implementación, certificación y resultados esperados

La certificación acreditada tiene una función concreta: entregar confianza razonable de que un sistema ha sido evaluado por una tercera parte competente. No significa que la organización produzca siempre un servicio superior, que no cometerá errores o que cumplirá perfectamente toda obligación legal. Los documentos conjuntos de ISO e IAF advierten que el resultado esperado es la existencia de un sistema capaz de cumplir requisitos y mejorar, no una garantía absoluta sobre cada resultado individual (International Accreditation Forum y International Organization for Standardization, 2018). Esta precisión es importante para evitar promesas que las normas no pueden sostener.

En términos gerenciales, la implementación puede producir valor interno y la certificación puede añadir valor externo. El valor interno se relaciona con rutinas, responsabilidades, indicadores, prevención y aprendizaje. El externo aparece cuando un cliente utiliza el certificado para reducir sus costos de evaluación, homologar proveedores o demostrar que su cadena de suministro opera bajo criterios reconocidos. Ambos valores pueden coincidir, pero no necesariamente. Una empresa puede mejorar su operación sin que el mercado pague por ello; también puede obtener un certificado muy valorado comercialmente, aunque su internalización sea débil. La conveniencia surge cuando ambas dimensiones se refuerzan.

La acreditación NCh-ISO/IEC 17025:2017 ocupa un lugar particular. El comunicado conjunto de ISO, ILAC e IAF reconoce que los requisitos de gestión de la norma forman parte de un sistema aceptado para la actividad del laboratorio (International Organization for Standardization, International Laboratory Accreditation Cooperation, y International Accreditation Forum, 2017). En consecuencia, ISO 9001 no debe presentarse como la condición que recién introduce calidad en la organización. Su posible aporte consiste en extender la mirada hacia procesos corporativos, experiencia del cliente, estrategia, sedes, compras o actividades comerciales que pueden quedar fuera del alcance acreditado. Este criterio de valor incremental se aplica también a ISO 14001 e ISO 45001: cada sistema debe resolver una dimensión de riesgo o mercado que la base técnica no cubre con igual profundidad.

La Figura 4.1 resume estas relaciones. La confianza no nace de un único sello, sino de la interacción entre normas, metrología, acreditación, regulación y evaluación de la conformidad. Para el laboratorio, la pregunta relevante no es cuántos instrumentos de confianza puede acumular, sino qué combinación necesita para el tipo de servicio y de cliente que pretende atender.



Figura 4.1: Infraestructura de la calidad y generación de confianza: interacción entre normalización, metrología, acreditación, certificación, regulación y evaluación de la conformidad. Elaboración propia.

4.2. Laboratorios de control técnico de obras de construcción

Los laboratorios de control técnico de obras de construcción constituyen un componente crítico de la infraestructura de la calidad en el sector construcción, al proveer servicios de ensayo y verificación independiente sobre materiales, elementos constructivos y sistemas estructurales. En el contexto chileno, estos laboratorios son parte del *Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de Construcción* administrado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), creado y regulado por el Decreto Supremo número 10 de 2002 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2002). Su función principal es verificar, mediante ensayos normalizados, que los materiales y sistemas empleados en las obras cumplen con las especificaciones técnicas y normativas aplicables, contribuyendo así a la seguridad estructural, la durabilidad de las edificaciones y la protección de los usuarios finales (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018).

El *Manual de Control de Calidad de Obra* del MINVU subraya que el control técnico de calidad en obra incluye la recepción, almacenamiento y uso de materiales como el hormigón, el acero de

refuerzo, la albañilería y la madera, así como la verificación de procedimientos constructivos en etapas críticas (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018). En este esquema, los laboratorios de control técnico actúan como terceros independientes que ejecutan ensayos normalizados (por ejemplo, resistencia a la compresión de probetas de hormigón, ensayos de tracción en acero de refuerzo o determinación de propiedades físicas de materiales), emitiendo informes de resultado que sirven de base para la aceptación o rechazo de partidas y para la toma de decisiones técnicas por parte de las direcciones de obra, las entidades revisoras independientes y los mandantes. La confiabilidad de estos resultados es, por tanto, un requisito indispensable para la seguridad estructural y la calidad de las construcciones.

El Decreto Supremo número 10/2002 establece que los laboratorios que desean inscribirse en el registro oficial deben acreditar su competencia mediante la acreditación conforme a la norma NCh-ISO/IEC 17025, otorgada por el Instituto Nacional de Normalización (INN) u otro organismo de acreditación reconocido (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2002, 2019). La guía de inscripción al registro de laboratorios del MINVU explicita que la acreditación conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017 constituye un requisito técnico básico para asegurar que el laboratorio dispone de personal competente, equipamiento adecuado, métodos validados y un sistema de gestión capaz de garantizar la trazabilidad metrológica y la confiabilidad de los resultados (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2019). De este modo, el laboratorio de control técnico de obras de construcción se inserta en una doble lógica: por un lado, la lógica regulatoria nacional que exige el control de calidad de materiales y obras; por otro, la lógica de la infraestructura de la calidad internacional que se materializa en la acreditación y en los acuerdos de reconocimiento mutuo promovidos por ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation, 2023).

Desde el punto de vista técnico, la confiabilidad de los resultados de ensayo descansa en conceptos metrológicos como la *trazabilidad*, la *incertidumbre de medida* y la *validez de los métodos*, definidos en el Vocabulario Internacional de Metrología (VIM) (Joint Committee for Guides in Metrology, 2012) y desarrollados en la Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medición (GUM, JCGM 100:2008) (Joint Committee for Guides in Metrology, 2008). ISO/IEC 17025:2017 incorpora explícitamente estos conceptos al exigir que los laboratorios establezcan, implementen y mantengan procedimientos para la evaluación de la incertidumbre de medida, la calibración de sus equipos y la garantía de la trazabilidad metrológica hacia patrones nacionales o internacionales (International Organization for Standardization y International Electrotechnical Commission, 2017). En el caso de un laboratorio de control técnico de obras de construcción, esto implica mantener cadenas de trazabilidad robustas para magnitudes como fuerza, masa, longitud y tiempo, y gestionar adecuadamente las fuentes de incertidumbre asociadas a los métodos de ensayo empleados en hormigones, aceros y otros materiales.

Además de los requisitos técnicos, estos laboratorios deben coordinar dos espacios de trabajo que funcionan con ritmos distintos. Dentro del laboratorio se controlan equipos, condiciones ambientales y métodos. En la obra, en cambio, el personal se enfrenta a accesos, plazos, interferencias, transporte de muestras, instrucciones de seguridad y coordinación con distintos contratistas. Muchos ensayos

y muestreos se realizan directamente en faena; por ello, la exposición a riesgos de terreno no es excepcional, sino parte habitual del servicio. A la vez, los resultados suelen ser urgentes porque pueden condicionar el avance de una partida. El desafío consiste en responder rápido sin debilitar la imparcialidad, la trazabilidad ni la calidad técnica exigidas por NCh-ISO/IEC 17025:2017 (International Organization for Standardization y International Electrotechnical Commission, 2017; Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018). En términos simples, el laboratorio debe ser técnicamente riguroso y operacionalmente ágil.

4.2.1. El laboratorio como empresa de servicios técnicos

Además de su función metrológica, el laboratorio es una empresa de servicios. La calidad percibida por el cliente se forma a lo largo de todo el recorrido: cotización, coordinación del muestreo, identificación de la muestra, cumplimiento del plazo, claridad del informe y respuesta ante una duda o reclamo. Un resultado técnicamente correcto puede perder valor si llega después de la decisión de obra o si el cliente no entiende sus alcances. Esta característica explica por qué los procesos empresariales y de relación con clientes adquieren importancia aun cuando la competencia técnica esté acreditada.

La operación presenta, además, una combinación particular de capacidad fija y demanda variable. Equipos, instalaciones y personal especializado deben mantenerse aunque el volumen de ensayos cambie. Cuando varios proyectos coinciden, aparecen cuellos de botella en recepción, acondicionamiento, ejecución, revisión o emisión de informes. Cuando la demanda cae, los costos de calibración y mantenimiento permanecen. En este contexto, los indicadores de utilización de equipos, carga por técnico, cumplimiento de plazos y reproceso permiten evaluar si un sistema de gestión realmente contribuye a la productividad.

El trabajo en terreno amplía las fronteras del sistema. La representatividad de la muestra puede depender de la coordinación con la obra; el traslado introduce riesgos de daño o pérdida de identificación; y el personal se integra temporalmente a entornos gestionados por contratistas. Esto crea interfaces donde convergen calidad, seguridad, ambiente y comunicación. ISO 45001 puede ordenar la coordinación preventiva y los controles de ingreso a faena; ISO 14001 puede responder a políticas ambientales del mandante; e ISO 9001 puede mejorar el control de solicitudes y cambios. La utilidad no se explica solo por lo que ocurre dentro del laboratorio, sino por la continuidad del servicio completo.

También debe considerarse la información. Los informes contienen datos técnicos que pueden influir en aceptación de materiales, estados de pago o responsabilidades contractuales. La confidencialidad exigida por ISO/IEC 17025, el control de versiones, la trazabilidad de modificaciones y la disponibilidad de respaldos son condiciones de confianza. Aunque ISO/IEC 27001 no sea objeto principal de esta tesina, la creciente digitalización mediante LIMS, portales de clientes y firma electrónica muestra que la gestión de información puede transformarse en una futura línea de

desarrollo.



Figura 4.2: Rol del laboratorio en la cadena de valor de una obra. Elaboración propia.

En Chile, la regulación sectorial y los instrumentos técnicos del MINVU enfatizan la necesidad de que los laboratorios de control técnico mantengan procedimientos documentados, registros sistemáticos y mecanismos de aseguramiento de la calidad interna (ensayos interlaboratorio, controles de calidad internos, auditorías) como condiciones para su permanencia en el registro oficial (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2002, 2019). Esta realidad sugiere que muchos elementos propios de un sistema de gestión de la calidad ya están presentes en el sistema de gestión del laboratorio acreditado ISO/IEC 17025, aun cuando no exista una certificación explícita conforme a ISO 9001. La pregunta que plantea esta tesina es, precisamente, en qué medida la adopción formal de normas de sistemas de gestión adicionales (ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, con el apoyo conceptual de ISO 31000) podría aportar valor incremental en términos de desempeño organizacional y ventaja competitiva, más allá de los requisitos técnicos ya cumplidos por la acreditación conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017. Ese valor incremental constituye el criterio decisivo. Una certificación solo es razonable si la diferenciación obtenida, la mejora del desempeño o el acceso a mercados compensan el costo de diseñar, auditar y mantener el sistema. Cuando esa relación no se verifica, acumular certificados puede restar tiempo a la propia operación del laboratorio.

Finalmente, conviene destacar que la condición de laboratorio acreditado e inscrito en el registro oficial no agota los desafíos de gestión de estas organizaciones. Factores como la variabilidad en la demanda (ciclos del sector construcción), la competencia entre laboratorios, la presión por ofrecer servicios adicionales (por ejemplo, asesorías técnicas, desarrollo de nuevos ensayos) y la creciente sensibilidad social respecto de la seguridad estructural y la sostenibilidad de las edificaciones

configuran un entorno donde la capacidad de gestionar de manera integrada la calidad, el ambiente, la seguridad y los riesgos puede convertirse en una fuente de diferenciación estratégica. En este sentido, el laboratorio de control técnico de obras de construcción analizado en esta tesina es un caso representativo de organizaciones que operan en la intersección entre exigencias técnicas muy estrictas y necesidades de gestión empresarial propias de un mercado cada vez más exigente y regulado.

4.3. La norma ISO/IEC 17025:2017 como estándar base del laboratorio

4.3.1. Alcance, estructura y requisitos clave de ISO/IEC 17025:2017

La norma ISO/IEC 17025:2017 establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración y constituye actualmente el principal referente internacional para demostrar la capacidad técnica de un laboratorio y la validez de sus resultados (International Organization for Standardization y International Electrotechnical Commission, 2017). A diferencia de las normas de sistemas de gestión genéricas (como ISO 9001), ISO/IEC 17025 combina requisitos de gestión con requisitos estrictamente técnicos, con el fin de asegurar tanto la calidad del sistema como la competencia técnica en la ejecución de ensayos y calibraciones.

La versión 2017 de la norma se estructura en cláusulas que abarcan requisitos generales (imparcialidad y confidencialidad), requisitos estructurales (organización, roles y responsabilidades), requisitos de recursos (personal, instalaciones, equipos, trazabilidad metrológica), requisitos de proceso (revisión de solicitudes, selección de métodos, muestreo, manejo de ítems de ensayo, aseguramiento de la validez de los resultados, informes) y requisitos de gestión (acciones para abordar riesgos y oportunidades, mejora, gestión de no conformidades, auditorías internas y revisiones por la dirección) (International Organization for Standardization y International Electrotechnical Commission, 2017; Joint Committee for Guides in Metrology, 2008). Esta estructura refuerza la idea de que la competencia de un laboratorio no depende solo de la técnica de ensayo, sino de un sistema de gestión coherente que soporte de forma sistemática la generación de resultados técnicamente válidos.

En el caso de un laboratorio de control técnico de obras de construcción, ISO/IEC 17025 se traduce en exigencias concretas relativas a la selección y validación de métodos de ensayo de materiales, el control de condiciones ambientales que puedan afectar los resultados (temperatura, humedad), la calibración y verificación periódica de equipos (prensas, máquinas universales, hornos, balanzas), la trazabilidad metrológica a patrones nacionales o internacionales, y la gestión de la incertidumbre de medida asociada a los ensayos (Joint Committee for Guides in Metrology, 2008). Estos elementos resultan críticos para garantizar que decisiones constructivas, de cumplimiento normativo o de aceptación de obras se fundamenten en resultados de ensayo confiables.

4.3.2. Acreditación de laboratorios y reconocimiento internacional

La acreditación de un laboratorio según ISO/IEC 17025 es un proceso mediante el cual un organismo de acreditación reconocido evalúa de forma independiente el cumplimiento de los requisitos de la norma y la competencia técnica del laboratorio para realizar determinados ensayos o calibraciones. Estos organismos suelen formar parte de acuerdos multilaterales de reconocimiento (por ejemplo, ILAC MRA), lo cual permite que los informes de ensayo emitidos por laboratorios acreditados sean aceptados a nivel internacional sin necesidad de reensayos (International Laboratory Accreditation Cooperation, 2023). Esta "confianza transferida" es un componente central de la llamada infraestructura de la calidad, que facilita el comercio, la seguridad y la protección del consumidor.

La acreditación bajo ISO/IEC 17025 es especialmente relevante en sectores regulados como la construcción, en los que la calidad de los materiales y sistemas constructivos se vincula directamente con la seguridad estructural y la durabilidad de la obra. En muchos países, la participación en contratos públicos o en determinados proyectos de infraestructura exige que los ensayos de control de calidad sean realizados por laboratorios acreditados, lo que posiciona a la acreditación como un requisito de entrada al mercado más que como un elemento meramente voluntario (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2002, 2019). Para un laboratorio de control técnico de obras de construcción, la acreditación según ISO/IEC 17025 es, por tanto, un prerrequisito para competir en licitaciones relevantes y para generar confianza en mandantes, contratistas y autoridades.

La literatura empírica reciente muestra que la acreditación conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017 suele estar asociada a mejoras en la confiabilidad de los resultados, en la eficiencia operativa y en la percepción de calidad por parte de los clientes, si bien los beneficios concretos dependen de la profundidad de la implementación y del contexto sectorial (Panagiotidou, Chountalas, Magoutas, y Kitsios, 2025). En laboratorios vinculados a la ingeniería civil y a la construcción, se reportan mejoras en la trazabilidad de resultados, reducción de errores de ensayo, formalización de competencias del personal y mayor capacidad para participar en proyectos internacionales (Panagiotidou, Chountalas, Magoutas, y Kitsios, 2025).

4.3.3. Enfoque basado en riesgos y compatibilidad con la estructura de alto nivel de las normas ISO de gestión

Una de las novedades más relevantes de ISO/IEC 17025:2017 fue la incorporación explícita del enfoque basado en riesgos, en coherencia con la evolución de los sistemas de gestión ISO hacia la gestión proactiva de riesgos y oportunidades (International Organization for Standardization, 2018a; International Organization for Standardization y International Electrotechnical Commission, 2017). La norma exige que el laboratorio identifique y gestione riesgos asociados a la imparcialidad, la validez de los resultados, la competencia del personal, la integridad de los equipos y la confidencialidad de la información, entre otros aspectos. No se prescribe una metodología específica, pero la lógica es

compatible con los principios y el marco de referencia descritos en ISO 31000 para la gestión del riesgo (International Organization for Standardization, 2018a).

Aunque ISO/IEC 17025 no adopta íntegramente la estructura de alto nivel (HLS) utilizada en normas como ISO 9001:2015, sí introduce conceptos como el análisis de contexto, la consideración de partes interesadas relevantes y la gestión de riesgos y oportunidades, lo que facilita la alineación con otros sistemas de gestión ISO (British Standards Institution, 2014). Esta compatibilidad conceptual permite que un laboratorio acreditado en ISO/IEC 17025 pueda, en principio, integrar relativamente bien requisitos de normas de gestión como ISO 9001, ISO 14001 o ISO 45001, reduciendo redundancias documentales y aprovechando sinergias en ámbitos como auditorías internas, acciones correctivas, gestión documental y revisión por la dirección.

Para los laboratorios de control técnico considerados, este enfoque basado en riesgos resulta particularmente pertinente, ya que los errores de ensayo, la pérdida de trazabilidad o la falta de competencia técnica pueden traducirse en decisiones erróneas sobre materiales y sistemas constructivos, con impacto económico y de seguridad. Integrar el enfoque de ISO/IEC 17025 con marcos más generales de gestión del riesgo (ISO 31000) refuerza la coherencia del sistema global de gestión y prepara el terreno para un eventual sistema de gestión integrado.

4.3.4. Experiencias de implementación en laboratorios de construcción y madurez del sistema de gestión del laboratorio

Diversos estudios de caso sobre la implementación de ISO/IEC 17025 en laboratorios de ensayo muestran que el proceso de acreditación impulsa cambios significativos en la cultura organizacional, en la formalización de procedimientos y en la gestión de competencias del personal (Panagiotidou, Chountalas, Magoutas, y Kitsios, 2025). En laboratorios asociados a materiales de construcción se ha observado que la acreditación induce una mayor disciplina en la planificación de ensayos, en el control de insumos y en la gestión de los plazos de entrega de informes, lo que contribuye a una mejor alineación con las expectativas de mandantes y contratistas.

La madurez del sistema puede variar de manera importante. En algunos laboratorios, la norma se vive principalmente como una obligación de auditoría. En otros, se utiliza para analizar errores, revisar tiempos, formar al personal y tomar mejores decisiones. La diferencia no está solo en los documentos; está en la conducta cotidiana. Un sistema maduro se reconoce porque las personas consultan los procedimientos, registran desviaciones sin ocultarlas y entienden que una acción correctiva sirve para evitar que el problema se repita (Panagiotidou, Chountalas, Magoutas, Georgakellos, y Lagodimos, 2025; Panagiotidou, Chountalas, Magoutas, y Kitsios, 2025). Esa cultura es el mejor punto de partida para cualquier certificación adicional.

En este tipo de laboratorios, la acreditación conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017 entrega una base de gestión que ya incorpora procesos documentados, control de equipos, competencia del personal y auditorías internas. Este “piso” de madurez constituye una condición habilitante para

evaluar la conveniencia de incorporar normas adicionales de gestión (ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001), de forma que se pueda avanzar desde un sistema centrado en la competencia técnica hacia un sistema de gestión más amplio, con foco en la satisfacción de clientes, el desempeño ambiental, la seguridad y salud en el trabajo y la ventaja competitiva.

4.3.5. Madurez del sistema y capacidad de absorber nuevas normas

La existencia de una acreditación vigente no permite asumir, por sí sola, que todos los procesos se encuentran en el mismo nivel de madurez. Es posible mantener el alcance acreditado y, al mismo tiempo, depender demasiado de una persona, cerrar acciones correctivas con retraso o utilizar los indicadores solo para cumplir la revisión por la dirección. Por ello, antes de sumar normas conviene distinguir entre conformidad formal y capacidad organizacional. La primera demuestra que se cumplen requisitos; la segunda muestra que el sistema aprende, previene recurrencias y sostiene el desempeño cuando cambian las personas o aumenta la demanda.

Los factores críticos identificados para ISO/IEC 17025 incluyen liderazgo, planificación, competencia, infraestructura, orientación al cliente y disponibilidad de recursos (Panagiotidou, Chountalas, Magoutas, Georgakellos, y Lagodimos, 2025). Esos mismos factores constituyen la capacidad de absorción para una norma adicional. Un laboratorio que ya integra auditorías en su calendario, analiza causas, usa datos para priorizar mejoras y distribuye responsabilidades tendrá menores costos de incorporación. En cambio, si el sistema depende del esfuerzo extraordinario del encargado de calidad antes de cada evaluación, la nueva certificación amplificará la fragilidad.

Puede proponerse una lectura de madurez en cuatro niveles. En un nivel reactivo, la gestión se concentra en resolver hallazgos y urgencias. En un nivel controlado, existen procedimientos y registros estables. En un nivel gestionado, los indicadores se utilizan para anticipar problemas y asignar recursos. En un nivel integrado, la calidad técnica se conecta con objetivos comerciales, ambientales, preventivos y de continuidad. Esta escala no reemplaza una auditoría, pero ayuda a establecer una condición previa: cuanto menor sea la madurez, mayor será la conveniencia de implementar mejoras selectivas antes de iniciar una certificación adicional.

La evaluación de madurez también debe considerar el alcance. Un laboratorio puede ser sólido en ensayos acreditados y más informal en ventas, recursos humanos, logística o trabajo de terreno. ISO 9001 tendría sentido si esas interfaces afectan la experiencia del cliente o la expansión. ISO 45001 será prioritaria si la exposición en obra supera la capacidad de los controles existentes. ISO 14001 será pertinente cuando los aspectos ambientales o las exigencias de la cadena de suministro requieran una gestión demostrable. Así, el diagnóstico no pregunta si el laboratorio es “maduro” en términos generales, sino en qué procesos necesita ampliar su sistema.

4.4. Normas ISO de gestión relevantes para el estudio

4.4.1. ISO 9001: Sistema de gestión de la calidad

ISO 9001:2015 es la norma internacional de referencia para los sistemas de gestión de la calidad y establece requisitos para demostrar la capacidad de una organización para proporcionar de manera consistente productos y servicios que satisfacen los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables (International Organization for Standardization, 2015, 2026b). La norma se basa en siete principios de gestión de la calidad (enfoque al cliente, liderazgo, compromiso de las personas, enfoque a procesos, mejora, toma de decisiones basada en la evidencia y gestión de las relaciones) y adopta la estructura de alto nivel común a las normas de gestión ISO.

Al cierre de esta versión, ISO 9001:2015 continúa siendo la referencia vigente para sistemas de gestión de la calidad. La sexta edición fue aprobada en su etapa final y se encuentra en proceso de publicación, con fecha programada por ISO para el 16 de septiembre de 2026 (International Organization for Standardization, 2026c). Esta cercanía obliga a leer cualquier decisión de certificación durante 2026 en clave de transición: conviene aprovechar los principios y procesos ya consolidados, pero evitando diseñar un sistema rígido que deba rehacerse pocas semanas después de publicada la nueva edición.

En el contexto de laboratorios de ensayo, un sistema de gestión de la calidad basado en ISO 9001 refuerza dimensiones que ISO/IEC 17025 solo cubre parcialmente, como la gestión de la satisfacción del cliente, el análisis sistemático de reclamaciones, el tratamiento del contexto estratégico y de las partes interesadas, y la planificación de objetivos de calidad alineados con la estrategia de la organización (Fonseca, 2015). Estudios empíricos apuntan a que la implementación eficaz de ISO 9001 se asocia con mejoras en el desempeño operacional, en la satisfacción de clientes y en determinados indicadores financieros, siempre que la motivación sea principalmente interna y orientada a la mejora, más que puramente comercial o de marketing (Boiral, 2012; Manders, 2015; Tarí, Molina-Azorín, y Heras-Saizarbitoria, 2012).

Para laboratorios de control técnico ya acreditados, ISO 9001 puede aportar una capa adicional de gestión de la calidad orientada al cliente, a la planificación estratégica y al control sistemático de procesos de apoyo (comercial, compras, recursos humanos), complementando el énfasis técnico de ISO/IEC 17025.

4.4.2. ISO 14001: Sistema de gestión ambiental

ISO 14001:2026 define los requisitos para un sistema de gestión ambiental que permita a una organización gestionar sus aspectos ambientales, cumplir con sus obligaciones de cumplimiento y abordar riesgos y oportunidades ambientales relevantes (International Organization for Standardization, 2026a). La norma se basa también en el ciclo de mejora continua (PDCA) y en la estructura

de alto nivel, incorporando elementos como el análisis de contexto, el enfoque de ciclo de vida y la integración de la gestión ambiental en la estrategia de la organización.

Debe considerarse, además, que la edición ISO 14001:2015 fue reemplazada por ISO 14001:2026, por lo que un análisis actualizado de conveniencia debe basarse en la versión 2026, aunque una parte importante de la evidencia empírica disponible siga estudiando implementaciones realizadas bajo la edición 2015 (International Organization for Standardization, 2026a). Esta distinción es relevante para la tesina, pues permite separar la discusión normativa vigente de la literatura empírica acumulada en versiones anteriores.

En el sector construcción se ha documentado que la implementación de ISO 14001 contribuye a mejorar el control de residuos, las emisiones, el consumo de recursos y el cumplimiento regulatorio, aunque la magnitud de los beneficios depende de la profundidad de la implementación y de la presión de clientes y reguladores (Akyürek y Ağdağ, 2017; Bakkass, 2024). En proyectos de construcción específicos, la adopción de ISO 14001 ha permitido sistematizar la identificación de aspectos e impactos ambientales, mejorar la planificación de medidas de mitigación y fortalecer la relación con comunidades y autoridades ambientales.

En los laboratorios de control técnico, el volumen propio de residuos puede ser relativamente acotado frente al de una obra completa. Por ello, la conveniencia de ISO 14001 no debe fundamentarse únicamente en ese aspecto. Su valor puede estar, sobre todo, en responder a clientes y mandantes que solicitan políticas ambientales, programas de manejo, evidencia de control o proveedores alineados con compromisos de sostenibilidad. Para un laboratorio que trabaja dentro de cadenas de suministro de constructoras, minería o infraestructura pública, la certificación puede convertirse en una señal de compatibilidad con los sistemas del cliente, incluso cuando la huella ambiental directa del laboratorio sea moderada (Dirección de Compras y Contratación Pública, 2024; Horry, Booth, Mahamadu, y Ball, 2024).

4.4.3. ISO 45001: Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo

ISO 45001:2018 establece los requisitos para un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SST) destinado a prevenir lesiones y deterioro de la salud relacionados con el trabajo y a proporcionar lugares de trabajo seguros y saludables (International Organization for Standardization, 2018b). La norma reemplazó a OHSAS 18001 y pone énfasis en la participación de los trabajadores, la identificación de peligros, la evaluación de riesgos, el control operacional y la mejora continua del desempeño en SST. Su revisión avanzó en junio de 2026 a la etapa de borrador de Norma Internacional (DIS). El periodo anunciado de votación finalizó el 9 de agosto y, al 25 de agosto de 2026, el sitio público de ISO aún mantiene el proyecto como DIS en desarrollo (ISO/TC 283, 2026). Por ello, ISO 45001:2018 sigue siendo la referencia vigente, aunque una organización que inicie ahora su implementación debe dejar margen para una transición posterior.

La evidencia en el sector construcción muestra que la adopción de sistemas de gestión de SST

(incluyendo OHSAS 18001 y, más recientemente, ISO 45001) se asocia con reducciones en la tasa de accidentes, mejoras en la cultura de seguridad y, en algunos casos, mejor desempeño operativo derivado de la reducción de interrupciones por incidentes (Kineber y cols., 2023; Zeng, Tam, y Tam, 2008). No obstante, también se enfatiza que los beneficios dependen de la integración real del sistema en la gestión diaria, más allá de un enfoque formalista.

Los laboratorios de control técnico operan de manera habitual dentro y fuera de sus instalaciones. El muestreo de hormigón, suelos o asfaltos, los controles in situ y la interacción con faenas exponen al personal a tránsito de maquinaria, trabajos simultáneos, desplazamientos y reglas de seguridad definidas por cada mandante. A ello se suman los riesgos propios del laboratorio: cargas pesadas, prensas hidráulicas, hornos y sustancias químicas. ISO 45001 puede ordenar estos riesgos y facilitar la coordinación con clientes que exigen programas preventivos o certificaciones vigentes a sus proveedores (Dirección de Compras y Contratación Pública, 2025; Kineber y cols., 2023).

4.4.4. ISO 31000 como marco transversal de gestión del riesgo

ISO 31000:2018 proporciona directrices para la gestión del riesgo aplicable a cualquier tipo de organización y tipo de riesgo, proponiendo principios, un marco y un proceso sistemático para identificar, analizar, evaluar y tratar riesgos (International Organization for Standardization, 2018a). Aunque no es una norma certificable, su estructura conceptual ha influido en la incorporación del enfoque basado en riesgos en normas como ISO 9001:2015, ISO 14001:2026, ISO 45001:2018 y la propia ISO/IEC 17025:2017.

Desde la perspectiva de la presente tesina, ISO 31000 funciona como un "marco transversal" que puede facilitar la integración del enfoque de riesgos en los distintos sistemas de gestión que el laboratorio considere implementar. Una gestión coherente de riesgos permite alinear los riesgos técnicos de ensayo (trazabilidad, incertidumbre), los riesgos de calidad del servicio (plazos de entrega, errores de informe), los riesgos ambientales (manejo de residuos) y los riesgos de SST (accidentes, exposición a agentes peligrosos), contribuyendo a un enfoque más estratégico de la gestión y a la toma de decisiones basada en evidencia.

4.4.5. ISO 26000 y la responsabilidad social como marco contextual

ISO 26000:2010 ofrece una guía sobre responsabilidad social y define principios, materias fundamentales y ámbitos de acción para que las organizaciones integren consideraciones sociales, ambientales, éticas y de gobernanza en su gestión (International Organization for Standardization, 2010). A diferencia de las normas anteriormente descritas, ISO 26000 no establece requisitos certificables, sino orientaciones para la integración de la responsabilidad social en la estrategia organizacional.

En el caso de un laboratorio de control técnico de obras de construcción, ISO 26000 resulta

relevante como marco contextual para considerar aspectos tales como la transparencia en la comunicación de resultados, la equidad en la relación con clientes y proveedores, la contribución a la seguridad de las infraestructuras y el impacto en comunidades locales. Aunque la tesina no contempla la certificación o evaluación formal según ISO 26000, este estándar contribuye a enmarcar la discusión sobre cómo sistemas de gestión ISO adicionales pueden reforzar la legitimidad y la confianza en el laboratorio frente a sus grupos de interés.

4.4.6. Otros estándares relacionados y ecosistema de normas de gestión

Además de las normas mencionadas, existe un conjunto más amplio de estándares ISO que pueden ser relevantes como referencia conceptual, aun cuando no formen parte del foco empírico de la tesina. Entre ellos se encuentran ISO/IEC 27001 (gestión de la seguridad de la información), ISO 22301 (gestión de la continuidad del negocio) o ISO 50001 (gestión de la energía), que abordan riesgos asociados a la confidencialidad y disponibilidad de la información, la resiliencia frente a interrupciones y la eficiencia energética, respectivamente.

En el contexto de un laboratorio de construcción acreditado según ISO/IEC 17025, estos estándares pueden servir como horizonte de evolución futura, especialmente si la organización decide fortalecer su gestión de la información técnica, su continuidad de operación frente a eventos disruptivos (por ejemplo, desastres naturales) o su desempeño energético. Sin embargo, para los fines de esta tesina, constituyen elementos de contexto que permiten entender el conjunto de normas disponibles. La expresión "ecosistema de normas" se utiliza aquí en un sentido simple: cada estándar atiende un problema distinto, pero puede compartir procesos y herramientas con los demás. El análisis detallado se concentra en ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001; ISO 31000 e ISO 26000 cumplen funciones de apoyo.

4.4.7. Ciclo de vida, transición y profundidad de adopción

Las normas analizadas no deben evaluarse como fotografías estáticas. Cada sistema atraviesa etapas de diseño, implementación, auditoría inicial, mantenimiento, recertificación, transición a nuevas ediciones y, eventualmente, retiro. La literatura sobre el ciclo de certificación muestra que los efectos sobre eficiencia y desempeño pueden variar entre estas etapas, y que abandonar y recuperar un certificado también genera costos (Hernández-Vivanco y Bernardo, 2023). Esta perspectiva modifica la pregunta financiera: no basta con estimar el precio de obtener el certificado; debe evaluarse la capacidad de sostenerlo durante varios años.

La profundidad de adopción también puede variar. En un nivel básico, la organización utiliza la norma como lista de verificación y formaliza los controles indispensables. En un nivel intermedio, integra objetivos, indicadores y responsabilidades en la gestión habitual. En un nivel avanzado, el sistema se conecta con estrategia, aprendizaje, innovación y decisiones de inversión. Los beneficios

reportados tienden a ser mayores cuando la adopción supera el cumplimiento documental y se vincula con problemas reales (Boiral, 2012; Psomas y Antony, 2015).

Las transiciones normativas agregan otra variable. ISO 14001:2026 exige revisar el sistema con una mirada actualizada; ISO 9001 se encuentra en proceso de publicación de una nueva edición; e ISO 45001 tiene una revisión en desarrollo. Un laboratorio puede comenzar a preparar procesos sin esperar, pero debe evitar diseñar documentación rígida que deba rehacerse poco después. La estructura armonizada permite concentrarse en procesos comunes –contexto, riesgos, competencias, evaluación y mejora– y luego ajustar los requisitos específicos. Esta es una razón adicional para privilegiar un sistema integrado y flexible.

Finalmente, implementar no obliga a certificar todas las normas al mismo tiempo. Una ruta proporcional puede consistir en adoptar controles de SST, medir incidentes y fortalecer participación antes de certificar ISO 45001; identificar aspectos ambientales y establecer indicadores antes de ISO 14001; o aplicar el enfoque al cliente de ISO 9001 mientras se estabiliza su transición normativa. La certificación se incorpora cuando el sistema demuestra resultados y el mercado reconoce el sello. Esta secuencia reduce el riesgo de que la auditoría se convierta en el principal motor del proyecto.

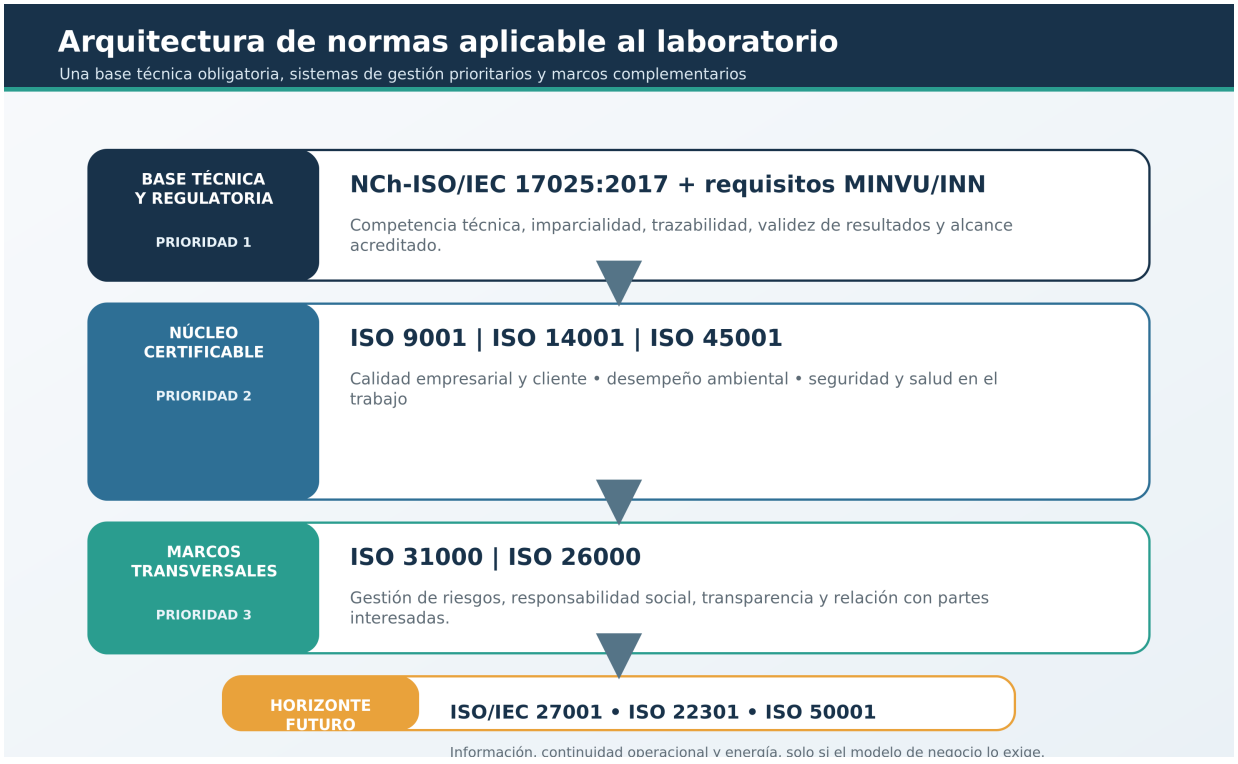


Figura 4.3: Arquitectura de normas: base técnica, núcleo certificable, marcos transversales y estándares futuros. Elaboración propia.

4.5. Sistemas de gestión integrados en organizaciones y laboratorios

El concepto de sistema de gestión integrado (SGI) se refiere a la integración de dos o más sistemas de gestión (por ejemplo, calidad, ambiente, seguridad y salud en el trabajo) en un único marco organizacional que comparte políticas, objetivos, procesos, recursos y mecanismos de evaluación (Bernardo, Simon, Tarí, y Molina-Azorín, 2015). La integración puede darse en distintos niveles, desde la simple armonización documental hasta la integración completa de procesos y estructuras de gestión (Nunhes, Motta, y de Oliveira, 2019). El principal argumento a favor de los SGI es que muchas normas ISO comparten principios y requisitos similares, especialmente a partir de la adopción de la estructura de alto nivel, lo que permite evitar duplicidades y generar sinergias.

La literatura especializada identifica una serie de beneficios recurrentes asociados a la integración de sistemas de gestión: reducción de costos administrativos, simplificación de auditorías, mayor coherencia en la formulación de políticas y objetivos, mejor alineación entre distintas dimensiones del desempeño (calidad, ambiente, SST) y fortalecimiento de la cultura de mejora continua (Bernardo y cols., 2015; Talapatra, Santos, Uddin, y Carvalho, 2019). Al mismo tiempo, se documentan desafíos relevantes, como la complejidad organizativa, la necesidad de competencias integrales en el personal, el riesgo de "sobredocumentación" y la posible resistencia al cambio cuando la integración se percibe como un incremento burocrático más que como una oportunidad de mejora (Francisco, Costa, Sampaio, Domingues, y de Oliveira, 2024; Ikram, Sroufe, y Zhang, 2020).

En sectores regulados, como la construcción y la industria de la ingeniería civil, la integración de sistemas de gestión se ha utilizado para responder simultáneamente a exigencias de clientes, reguladores y organismos de certificación. Estudios en empresas constructoras latinoamericanas muestran que la integración de sistemas basados en ISO 14001 e ISO 45001, apoyada en normas guías como UNE 66177, puede mejorar la coordinación de prácticas ambientales y de SST, y facilitar el cumplimiento de requisitos legales y contractuales (Molina-Reyes, Cervera-Cárdenas, y Pulido-Rojano, 2022). De forma similar, en la industria de la construcción en China se ha propuesto la integración de sistemas de calidad (ISO 9001) y sistemas de seguridad (OHSAS 18001, predecesora de ISO 45001) para evitar duplicidades y mejorar el desempeño global (Zeng y cols., 2008).

Aunque la literatura sobre integración que involucre explícitamente ISO/IEC 17025 es más limitada, se han reportado experiencias de laboratorios que alinean su sistema ISO 9001 con los requisitos de gestión de ISO/IEC 17025 y, en algunos casos, integran además requisitos ambientales y de SST, lo que configura un SGI centrado en la competencia técnica y ampliado hacia la satisfacción de clientes, la sostenibilidad y la seguridad del personal (Panagiotidou, Chountalas, Magoutas, y Kitsios, 2025). Para una organización de este tipo, evolucionar desde un sistema centrado en ISO/IEC 17025 hacia un SGI que incorpore ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 puede fortalecer el desempeño integral y mejorar el posicionamiento frente a mandantes que valoran una gestión coordinada de calidad, ambiente y seguridad.

En la práctica, integrar no significa reunir tres manuales bajo una misma portada. Significa que procesos comunes, como el control documental, las auditorías, las acciones correctivas, la formación y la revisión por la dirección, se administran con una sola lógica. Esa integración reduce duplicidades, pero exige que las jefaturas y el personal entiendan cómo sus tareas afectan simultáneamente calidad, ambiente y seguridad.

Una referencia particularmente útil para ordenar esta discusión es el modelo de Ferguson Amores, García Rodríguez, y Bornay Barrachina (2002). Las autoras plantean que un SGI puede entenderse como un "sistema de sistemas": cada componente mantiene su identidad técnica, pero comparte aquello que puede gestionarse de forma común. Además distinguen niveles progresivos de integración. En el *alineamiento*, los sistemas siguen siendo esencialmente independientes y la integración se concentra en documentación; en la *combinación*, comienzan a compartirse procedimientos como control documental, registros, formación, acciones correctivas y auditorías; y en la *integración total*, políticas, objetivos, responsabilidades y mecanismos de revisión se administran como un sistema único. Esta gradación es pertinente para laboratorios acreditados, porque permite avanzar sin forzar la fusión de requisitos técnicos que deben conservar un tratamiento específico.

El mismo trabajo distingue también el modo en que se integra: por políticas, por cultura o por procesos (Ferguson Amores y cols., 2002). Esta última vía resulta especialmente compatible con la lógica de la presente tesina, ya que permite partir de procesos reales –por ejemplo, gestión de competencias, compras, auditorías o no conformidades– y preguntar qué requisitos de calidad, ambiente y SST convergen en ellos. La evidencia doctoral de Abad Puente (2011) refuerza esta lectura: identifica distintos niveles de integración asociados, entre otros factores, a la integración de la estructura documental y del mapa de procesos, y encuentra una relación positiva entre el nivel de integración y la obtención de beneficios organizacionales. El autor observa, además, efectos favorables cuando la gestión de seguridad y salud se integra con otros sistemas, especialmente sobre los procesos preventivos y su desempeño.

Estas aportaciones introducen una precisión importante. La decisión no se limita a escoger *qué* normas adoptar; también debe definir *hasta dónde* integrarlas y *cómo* hacerlo. Para un laboratorio mediano, una combinación bien diseñada de procesos comunes puede generar más valor que intentar una integración total desde el inicio. Esta lógica evita que el SGI se convierta en un proyecto documental sobredimensionado y lo vincula con la capacidad real de la organización para absorber cambios.

4.5.1. Estrategias de integración: simultánea, progresiva y por procesos

La integración puede organizarse de distintas formas. En una estrategia simultánea, la organización diseña desde el inicio procesos comunes para las normas que desea incorporar. En una estrategia progresiva, suma sistemas uno después de otro y luego armoniza documentación y responsabilidades. Una tercera opción es integrar por procesos: se comienza con auditorías, acciones correctivas,

competencias, compras y revisión por la dirección, manteniendo separados los controles técnicos específicos. La elección depende del número de normas, la urgencia comercial y la capacidad del equipo.

La evidencia reciente sugiere que la estrategia importa. Las organizaciones con sistemas integrados no superan automáticamente a las demás; los resultados dependen de cómo se realizó la integración. La integración simultánea puede producir mejores efectos que una secuencia de sistemas aislados, porque evita desde el inicio procedimientos paralelos y objetivos contradictorios (Wang y Liu, 2023). Sin embargo, también requiere mayor capacidad de diseño y participación de varias áreas. En una pyme técnica puede ser más realista avanzar por procesos comunes, con un mapa de integración definido desde el principio.

Para un laboratorio acreditado, la integración debe respetar la especificidad técnica de ISO/IEC 17025. No todo debe fusionarse. Los métodos de ensayo, cálculos de incertidumbre, aseguramiento de validez y alcance acreditado conservan controles propios. En cambio, pueden compartirse la gestión documental, las competencias generales, la evaluación de proveedores, el tratamiento de no conformidades, la auditoría interna y la revisión de la dirección. La integración útil no elimina diferencias; evita repetir aquello que cumple la misma función.

La gobernanza del SGI también merece atención. Se requiere un responsable con autoridad, pero el sistema no puede descansar solo en él. Las jefaturas técnicas, prevención, operaciones y administración deben asumir procesos concretos. Una política integrada puede ayudar a comunicar una dirección común, aunque su valor dependerá de que se traduzca en metas comprensibles: cumplimiento de plazos, disminución de reprocesos, control de exposición en obra, uso eficiente de recursos y respuesta a clientes. La Figura 4.4 muestra las vinculaciones entre las normas, los procesos que pueden compartirse y los resultados que conservan controles específicos.

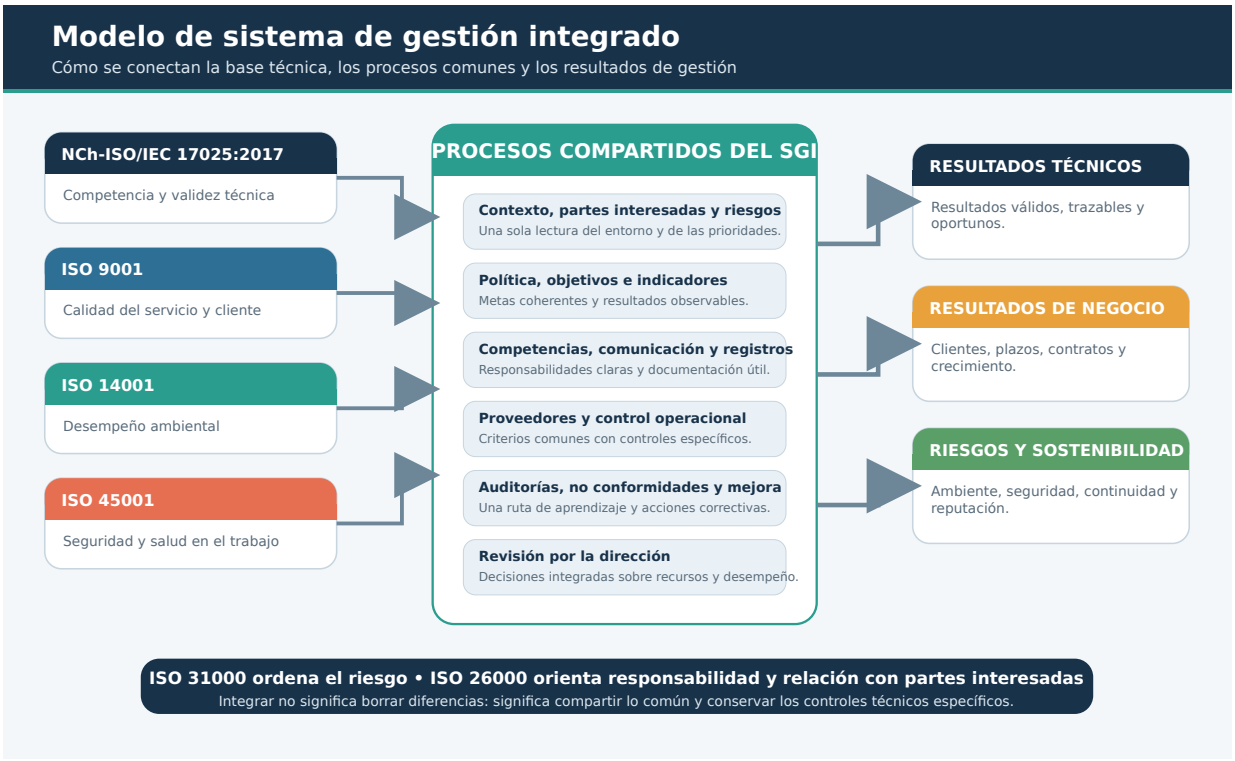


Figura 4.4: Modelo de sistema de gestión integrado: vinculación entre normas, procesos compartidos y resultados esperados. Elaboración propia.

4.6. Normas ISO, desempeño organizacional y ventaja competitiva

La literatura ha estudiado ampliamente la relación entre las normas ISO de gestión y el desempeño organizacional. El desempeño organizacional puede entenderse en términos de resultados financieros, eficiencia operacional, calidad de productos y servicios, satisfacción de clientes, desempeño ambiental y desempeño en seguridad y salud, entre otros indicadores (Tarí y cols., 2012). Diversos estudios empíricos sugieren que la implementación efectiva de ISO 9001 se asocia a mejoras en la calidad interna, en la reducción de errores, en la sistematización de procesos y en la satisfacción de clientes, si bien los impactos en resultados financieros son más heterogéneos y dependen de la profundidad de la implementación y del contexto competitivo (Boiral, 2012; Manders, 2015).

En empresas de servicios, la diferencia entre "estar certificado" y "trabajar mejor" es especialmente visible. La certificación puede ordenar responsabilidades y entregar una señal al mercado, pero el cliente termina evaluando cuestiones concretas: si el informe llegó a tiempo, si el error fue corregido con rapidez, si pudo comunicarse con alguien competente y si el servicio se mantuvo estable cuando aumentó la carga de trabajo. Los estudios muestran que la efectividad de ISO 9001, más que la existencia del certificado, se relaciona con mejoras en calidad percibida y desempeño operacional (Psomas y Pantouvakis, 2013). También indican que los beneficios suelen ser mayores cuando la

organización busca mejorar de verdad y no únicamente cumplir una exigencia comercial (Boiral, 2012; Fonseca, 2015). Este punto es central para la tesina, porque el desempeño esperado debe tener una ponderación mayor que la mera acumulación de acreditaciones o certificados.

Desde la perspectiva de la estrategia, la visión basada en recursos (resource-based view, RBV) plantea que la ventaja competitiva sostenible se fundamenta en recursos y capacidades que son valiosos, raros, difíciles de imitar y organizacionalmente explotables (Barney, 1991). Las capacidades dinámicas, por su parte, se refieren a la habilidad de la organización para integrar, construir y reconfigurar competencias internas y externas para responder a entornos cambiantes (Teece, Pisano, y Shuen, 1997). Bajo este prisma, los sistemas de gestión ISO pueden entenderse como recursos intangibles (conocimiento estructurado, rutinas organizacionales, reputación de calidad) y como capacidades dinámicas (habilidad para aprender, mejorar procesos, gestionar riesgos) que, si son efectivamente internalizados, contribuyen a la construcción de ventaja competitiva.

En construcción, ISO 14001 e ISO 45001 también pueden influir en la relación con mandantes relevantes. Las bases de contratación no siguen una regla única: algunas exigen los certificados como antecedente técnico, mientras otras les asignan puntaje. En procesos recientes de Mercado Público se han solicitado de manera conjunta NCh-ISO/IEC 17025:2017 e ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 para servicios de laboratorio, y en otras licitaciones las certificaciones han formado parte de los criterios de evaluación (Dirección de Compras y Contratación Pública, 2024, 2025). Esto permite sostener que las normas pueden abrir o cerrar oportunidades, pero no que sean obligatorias en todos los contratos. La empresa debe revisar a sus clientes objetivo: MOP, MINVU, SERVIU, municipios, constructoras, minería e inspecciones técnicas pueden utilizar criterios distintos. La certificación se convierte entonces en una barrera de entrada solo cuando el mercado la transforma en requisito o atributo evaluable.

Para un laboratorio de control técnico de obras de construcción, la adopción de normas ISO adicionales a la acreditación conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017 puede impactar en varios niveles: en el desempeño operacional (mejor coordinación de procesos, menor tasa de errores, mayor eficiencia en el uso de recursos), en el desempeño de servicio (satisfacción de clientes, cumplimiento de plazos, confiabilidad percibida), y en la ventaja competitiva (mayor capacidad para acceder a licitaciones, diferenciación frente a laboratorios no certificados, fortalecimiento de la reputación). Estos efectos potenciales constituyen el núcleo de las preguntas de investigación de la tesina.

4.6.1. Dimensiones e indicadores de desempeño

Para evaluar utilidad, el desempeño debe traducirse en indicadores observables. Una norma puede prometer mayor orden, pero la decisión gerencial requiere saber dónde debería reflejarse ese orden. En laboratorios de servicios técnicos conviene distinguir al menos cinco dimensiones: operación, calidad del servicio, mercado, ambiente y SST. Esta clasificación permite evitar conclusiones generales basadas únicamente en percepciones.

Tabla 4.1: Dimensiones de desempeño e indicadores aplicables a laboratorios de control técnico

Dimensión	Indicadores posibles	Mecanismo asociado a las normas
Operación	Tiempo desde recepción hasta informe; porcentaje de entregas dentro del plazo; utilización de equipos; horas extraordinarias; ensayos repetidos.	ISO 9001 puede ordenar flujos y responsabilidades; el SGI puede reducir duplicidades y facilitar planificación.
Calidad del servicio	Reclamos, reemisiones de informes, satisfacción de clientes, tiempo de respuesta a consultas, recurrencia de no conformidades.	ISO/IEC 17025 asegura validez técnica; ISO 9001 amplía el foco hacia experiencia del cliente y procesos de apoyo.
Mercado y crecimiento	Tasa de adjudicación, contratos donde la certificación es requisito o puntaje, retención de clientes, cobertura territorial, ventas por segmento.	Las certificaciones funcionan como señal de confianza y, cuando el mandante las valora, como requisito de acceso.
Ambiente	Consumo de agua y energía por ensayo, residuos valorizados o dispuestos, incidentes ambientales, cumplimiento de compromisos del mandante.	ISO 14001 estructura aspectos, obligaciones, objetivos y evaluación de desempeño ambiental.
Seguridad y salud en el trabajo (SST)	Accidentes, cuasi incidentes, días perdidos, observaciones preventivas, cumplimiento de inducciones, exposición en faena.	ISO 45001 integra participación, identificación de peligros, controles y aprendizaje de incidentes.

La selección final debe ser breve y estable. Un sistema con decenas de indicadores puede consumir más tiempo que el valor que entrega. Para una organización mediana sería suficiente combinar indicadores técnicos ya exigidos por la acreditación con un grupo acotado de resultados empresariales: plazo de entrega, reproceso, reclamos, incidentes y oportunidades comerciales vinculadas a certificaciones. La revisión periódica debe buscar tendencias y causas, no solo presentar cifras.

El impacto sobre ventas requiere una lectura especialmente cuidadosa. Una mayor facturación después de certificar puede explicarse por expansión sectorial, inversión en capacidad o crecimiento de clientes. Por ello, conviene analizar indicadores más próximos al mecanismo esperado: número de procesos de compra en los que el certificado permitió participar, puntaje obtenido por certificaciones, contratos adjudicados dentro de segmentos objetivo o porcentaje de clientes que las solicitan. Estos datos permiten estimar el valor comercial sin atribuir todo el crecimiento a la norma.

La ventaja competitiva tampoco surge del documento por sí solo. Si varios competidores poseen la misma certificación, esta puede convertirse en condición mínima y dejar de diferenciar. El recurso difícil de imitar será entonces la capacidad de cumplir plazos, integrar sedes, aprender de errores y sostener el sistema con menor costo. Desde la RBV, el certificado puede abrir la puerta, pero la ventaja se construye con rutinas, conocimiento y reputación acumulada (Barney, 1991; Teece y cols., 1997).

Los indicadores también permiten decidir cuándo detener o rediseñar una iniciativa. Si después

de un periodo razonable no mejora el control del riesgo, no aparecen oportunidades comerciales y la carga administrativa aumenta, la organización debe revisar el alcance o la modalidad de adopción. Esta disciplina evita mantener sistemas solo por inercia y conecta la certificación con la gestión del desempeño durante todo su ciclo de vida.

4.7. Factores de factibilidad de implementación de sistemas de gestión ISO

La factibilidad no se resuelve únicamente con presupuesto ni con una buena lectura de la norma. Depende, sobre todo, de las personas que deberán aplicar el sistema cuando la auditoría haya terminado. En un laboratorio conviven técnicos con muchos años de experiencia, trabajadores más jóvenes, jefaturas orientadas a la producción y profesionales responsables de calidad o prevención. Cada grupo puede entender el cambio de manera distinta. Para algunos, registrar una actividad protege el trabajo; para otros, parece una pérdida de tiempo. Estas diferencias generacionales y de oficio deben reconocerse desde el inicio, porque una implementación sostenida requiere compromiso, no solo obediencia (Fonseca, 2015; Schein, 2010).

El recurso humano también condiciona el ritmo del proyecto. Si la misma persona debe atender clientes, resolver no conformidades, preparar auditorías y liderar tres sistemas nuevos, la integración puede fracasar aun cuando la dirección apoye la idea. Por ello, deben evaluarse disponibilidad real de horas, reemplazos, formación y capacidad de las jefaturas para acompañar el cambio. La participación del personal, la posibilidad de proponer mejoras y la comunicación de beneficios concretos reducen la resistencia y permiten que el sistema se incorpore a la forma habitual de trabajar.

La gestión del cambio es otra dimensión central. Modelos clásicos, como el de ocho etapas de Kotter, enfatizan la importancia de crear sentido de urgencia, construir una coalición guía, desarrollar una visión de cambio, comunicarla de manera sistemática, empoderar a los empleados, generar resultados a corto plazo y consolidar los logros (Kotter, 1996). Sin un enfoque estructurado de gestión del cambio, la implementación de nuevos sistemas ISO puede percibirse como una sobrecarga burocrática, encontrando resistencia pasiva o activa por parte del personal.

En cuanto a factores más específicos de las normas ISO, estudios sobre la efectividad de ISO 9001 identifican como críticos la motivación interna, el compromiso de la alta dirección, la disponibilidad de recursos, la formación y la participación de los empleados, así como la adecuación del sistema a la realidad de la organización y la simplicidad de la documentación (Psomas y Antony, 2015). Para la implementación de sistemas de gestión integrados, se han identificado barreras adicionales, tales como la falta de conocimiento sobre integración, la duplicidad de exigencias regulatorias, la complejidad en la coordinación entre distintas áreas y las limitaciones de recursos en pequeñas y medianas empresas (Francisco y cols., 2024; Ikram y cols., 2020).

En el sector de la construcción y en empresas de servicios técnicos, la literatura enfatiza la

presión simultánea por cumplir requisitos contractuales, plazos ajustados y restricciones de costos, lo que puede dificultar asignar recursos suficientes a proyectos de implementación ISO. Experiencias en empresas constructoras latinoamericanas que integran sistemas ISO 14001 e ISO 45001 muestran que la factibilidad mejora cuando existe un diagnóstico previo del grado de madurez de los sistemas, una metodología clara de integración y apoyo visible de la dirección (Molina-Reyes y cols., 2022). Asimismo, se ha observado que los proyectos ISO tienden a ser más exitosos cuando se integran en la estrategia de negocio, en lugar de tratarse como iniciativas aisladas.

En laboratorios de control técnico de obras de construcción, la factibilidad de implementar ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 sobre la base de ISO/IEC 17025 dependerá de factores como el tamaño y estructura del laboratorio, la disponibilidad de recursos económicos y humanos, la cultura existente en torno a la documentación y la mejora, el grado de estandarización de procesos ya alcanzado con ISO/IEC 17025 y la percepción de los directivos sobre los beneficios esperados. Estos factores de factibilidad actúan como condicionantes y, en cierto modo, como variables moderadoras de la relación entre la implementación de normas ISO y los resultados de desempeño y ventaja competitiva.

4.7.1. Costo total de propiedad y carga organizacional

El costo de una certificación debe estimarse durante todo el ciclo, no solo mediante la cotización del organismo certificador. La inversión inicial puede incluir diagnóstico, consultoría, formación, adecuación de instalaciones, software y horas internas de diseño. El mantenimiento incorpora auditorías de seguimiento, calibraciones o controles adicionales, actualización de documentos, auditorías internas y reuniones. También existen costos de transición cuando cambia la edición de la norma. Estos componentes deben separarse para que la dirección no subestime la decisión.

Tabla 4.2: Componentes del costo total de implementar y mantener una norma ISO adicional

Componente	Ejemplos	Pregunta de evaluación
Diseño e implementación	Diagnóstico, consultoría, mapeo de procesos, procedimientos, matrices de riesgos y adecuaciones.	¿Qué parte puede desarrollarse con capacidades internas y qué brecha requiere apoyo externo?
Personas y aprendizaje	Cursos, inducciones, reuniones, tiempo de jefaturas y participación de técnicos.	¿Cuántas horas no facturables demanda y quién reemplaza al personal durante la implementación?
Certificación externa	Auditoría inicial, seguimiento, recertificación, viáticos y ampliaciones de alcance.	¿El mercado reconoce el certificado suficiente como para compensar este costo recurrente?
Tecnología e infraestructura	LIMS, control documental, respaldo de datos, señalética, controles ambientales o preventivos.	¿La inversión resuelve un riesgo real o se realiza solo para superar la auditoría?
Mantenimiento y transición	Auditorías internas, acciones correctivas, actualización normativa y renovación de competencias.	¿La organización puede sostener el sistema durante tres o más años sin concentrarlo en una persona?
Costo de oportunidad	Menor capacidad productiva durante el proyecto, retraso de otras inversiones y fatiga organizacional.	¿La certificación es la prioridad con mayor retorno frente a equipos, nuevos ensayos o expansión comercial?

El costo de oportunidad resulta especialmente importante. Un laboratorio puede destinar recursos a una certificación, a ampliar un alcance acreditado, adquirir un equipo o contratar personal comercial. Todas las alternativas compiten por tiempo y presupuesto. La norma será prioritaria cuando responda a un cuello de botella o habilite una oportunidad que no pueda capturarse de otra manera. Si el principal problema es la capacidad de ensayo, invertir primero en certificación podría no resolverlo.

La carga organizacional debe distribuirse. Las normas modernas asignan responsabilidad a la alta dirección y requieren participación de las personas, pero en la práctica es frecuente que el encargado de calidad concentre documentos, auditorías y seguimiento. Este modelo puede funcionar mientras la organización es pequeña, pero se vuelve frágil al integrar sistemas o abrir sedes. La factibilidad debe considerar gobernanza: propietarios de procesos, reemplazos, autoridad para cerrar acciones y tiempo protegido para la mejora.

4.7.2. Puertas de madurez para avanzar

A partir de la literatura y del modelo propuesto, pueden establecerse cuatro puertas de decisión antes de certificar. La primera es la *puerta técnica*: el alcance 17025 debe estar estable, sin brechas

recurrentes que comprometan resultados. La segunda es la *puerta organizacional*: procesos y responsables deben funcionar sin depender de esfuerzos extraordinarios. La tercera es la *puerta comercial*: debe existir un cliente, segmento o estrategia que reconozca el certificado. La cuarta es la *puerta financiera*: la organización debe poder sostener el ciclo completo y no solo la auditoría inicial.

No es necesario que todas las condiciones sean perfectas, pero las brechas deben conocerse y tener tratamiento. Por ejemplo, una licitación relevante puede justificar acelerar ISO 45001 aun cuando ciertos procesos internos estén en desarrollo, siempre que se asignen recursos. Por el contrario, una alta madurez sin demanda comercial puede justificar implementar ISO 9001 sin certificar. Las puertas no son obstáculos rígidos; ordenan la conversación y hacen explícitos los supuestos de la recomendación.

4.8. Síntesis conceptual y modelo analítico de la investigación

Los elementos desarrollados en las subsecciones anteriores permiten articular un conjunto de constructos centrales para la investigación. En primer lugar, el laboratorio cuenta con un sistema de gestión técnico–operativo basado en ISO/IEC 17025:2017, que asegura la competencia técnica y la trazabilidad de los resultados de ensayo. El modelo analítico reúne dos grupos de condiciones. Las presiones externas incluyen requisitos de clientes, licitaciones y cambios regulatorios. Las condiciones internas comprenden la madurez de NCh-ISO/IEC 17025:2017, los recursos, la cultura y el compromiso del personal. Ambos grupos influyen en la modalidad de adopción y en el resultado neto. Si la certificación mejora el desempeño, facilita el acceso a contratos y resulta difícil de imitar para competidores menos maduros, puede contribuir a una ventaja competitiva. Si solo agrega carga, su valor será marginal.



Figura 4.5: Modelo analítico de conveniencia: condiciones de entrada, mecanismos de cambio, resultados y factibilidad. Elaboración propia.

El modelo contiene tres relaciones principales. La primera vincula condiciones de entrada con la modalidad de adopción. Una presión externa alta y una capacidad interna suficiente favorecen certificar; una necesidad interna alta pero una presión de mercado baja favorece implementar sin certificar. La segunda relación conecta la adopción con mecanismos de cambio: estandarización, aprendizaje, integración de riesgos y señalización. La tercera conecta esos mecanismos con resultados de operación, cliente y mercado. La factibilidad modera todo el recorrido, porque una norma bien seleccionada puede fracasar si no existe tiempo, liderazgo o participación.

Esta estructura permite formular proposiciones analíticas, no hipótesis causales. Se espera que ISO 9001 aporte más valor cuando el laboratorio busca crecimiento, consistencia entre sedes o mejora de procesos comerciales; que ISO 14001 aumente su conveniencia cuando los aspectos ambientales o políticas de mandantes son relevantes; y que ISO 45001 sea prioritaria cuando el trabajo en obra y la coordinación preventiva son estructurales. También se espera que una base 17025 madura reduzca la carga marginal de integrar sistemas, mientras una base reactiva incremente el riesgo de burocracia y rechazo interno.

El resultado final no es una respuesta binaria. La matriz permite combinar decisiones: certificar una norma, implementar otra sin certificar y mantener una tercera como referencia. Esta posibilidad refleja mejor la realidad organizacional y evita que el concepto de sistema integrado se confunda con la obligación de certificar todo el conjunto.

Este esquema guía la metodología documental: comparar normas, identificar beneficios y costos,

y ubicar cada alternativa en condiciones organizacionales y de mercado concretas. No se pretende afirmar causalidad ni anticipar resultados financieros exactos, sino construir una recomendación razonada y trazable.

Capítulo 5

Metodología

5.1. Enfoque y diseño de la investigación

La investigación es documental, descriptivo–exploratoria y evaluativa. Su propósito no es implementar una norma en una empresa ni medir resultados posteriores a una certificación. Se busca reunir evidencia suficiente para responder una pregunta de gestión: ¿en qué condiciones una norma adicional aporta más valor del que cuesta sostenerla?

El diseño combina cuatro operaciones. Primero, se revisa el estado normativo vigente. Segundo, se compara cada norma con la base NCh-ISO/IEC 17025:2017. Tercero, se examina literatura empírica sobre desempeño, costos, barreras e integración. Finalmente, los hallazgos se convierten en criterios de decisión y escenarios organizacionales. La investigación conserva un enfoque cualitativo porque la evidencia proviene principalmente de documentos y porque los efectos reportados no son homogéneos entre sectores ni organizaciones (Miles, Huberman, y Saldaña, 2018).

El modelo analítico establece que las presiones externas y las capacidades internas influyen en la decisión de certificar, implementar sin certificar, postergar o descartar. Esa decisión puede producir mejoras y costos. El resultado relevante es el balance entre ambas dimensiones, observado en desempeño organizacional, acceso a mercado y ventaja competitiva.

5.2. Objeto de análisis, contexto y delimitación

El objeto de análisis es la conveniencia estratégica de adoptar sistemas ISO de gestión en laboratorios de control técnico de obras que ya operan con acreditación NCh-ISO/IEC 17025:2017. La unidad conceptual no es una empresa particular, sino este tipo de organización: laboratorios que realizan ensayos en instalaciones propias y en obra, trabajan con plazos exigentes y prestan servicios a constructoras, mandantes públicos y privados, inspecciones técnicas y otros actores de la cadena de construcción.

El estudio se sitúa en Chile. El MINVU administra el registro sectorial y el INN evalúa y acredita la competencia de los laboratorios de ensayo dentro del Sistema Nacional de Acreditación (Instituto Nacional de Normalización, 2026; Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2002). Esta distinción institucional resulta importante: el MINVU define condiciones sectoriales; el INN reconoce técnicamente alcances específicos; y los organismos de certificación evalúan, cuando corresponde, ISO 9001, ISO 14001 o ISO 45001.

El análisis principal abarca ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001. ISO 31000 se utiliza para ordenar riesgos y prioridades; ISO 26000 aporta una referencia social y ética. ISO/IEC 27001, ISO 22301 e ISO 50001 se mantienen como alternativas futuras, porque su pertinencia depende de condiciones más específicas, como ciberseguridad, equipos críticos o consumos energéticos relevantes.

5.3. Fuentes de información y estrategia de revisión

Se utilizan normas oficiales, documentos de ISO, ILAC, IAF, INN y MINVU, publicaciones académicas revisadas por pares y antecedentes de licitaciones disponibles en Mercado Público. La búsqueda privilegia trabajos de los últimos quince años, sin excluir autores clásicos necesarios para los conceptos de ventaja competitiva, cultura organizacional y cambio.

Para cada fuente se registran autor, año, sector, norma analizada, diseño del estudio, beneficios reportados, costos o barreras, indicadores de desempeño y condiciones que limitan la transferencia de resultados. Las normas se revisan mediante análisis comparado de requisitos. Las fuentes empíricas se someten a análisis temático, agrupando sus hallazgos en utilidad interna, valor de mercado, factibilidad y riesgos de implementación.

La información de licitaciones cumple una función acotada. No se utiliza para afirmar que todas las entidades exigen certificaciones, sino para demostrar que en el mercado chileno existen procesos donde ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 pueden ser requisitos o atributos evaluables (Dirección de Compras y Contratación Pública, 2024, 2025). Esta evidencia se complementa con la literatura, evitando extrapolar un caso de contratación al conjunto del mercado.

5.3.1. Protocolo de selección y depuración de fuentes

La revisión se organizó mediante un protocolo explícito. Se incluyeron fuentes normativas oficiales, documentos técnicos de organismos reconocidos, revisiones de literatura y estudios empíricos relacionados con laboratorios, servicios técnicos, construcción y sistemas integrados. Se priorizaron publicaciones de los últimos quince años y se incorporaron trabajos clásicos cuando eran necesarios para definir ventaja competitiva, capacidades dinámicas, cultura o cambio. Se excluyeron piezas promocionales sin método identificable, documentos sin autoría institucional y afirmaciones comerciales que no pudieran contrastarse.

La pertinencia se evaluó en tres niveles. El nivel directo incluye estudios de laboratorios civiles o de ensayo acreditados. El nivel sectorial comprende construcción, ingeniería y servicios técnicos. El nivel transferible reúne evidencia de otros sectores cuando analiza mecanismos generales, como integración, cultura o ciclo de certificación. Esta clasificación permite utilizar un hallazgo sin ocultar la distancia con el objeto de estudio. Cuando la evidencia es transferible, la discusión se formula como criterio razonable y no como resultado garantizado.

Para el estado normativo se utilizó una fecha de corte y se distinguió entre edición vigente, enmienda y proyecto en desarrollo. Esta distinción es necesaria porque una norma en transición puede modificar costos y secuencias. Para el mercado chileno se utilizaron ejemplos de licitaciones como evidencia de existencia, no como estimación de frecuencia. Un análisis cuantitativo del universo de bases de compra constituiría una investigación adicional.

5.4. Categorías de análisis y ponderación

Las categorías provienen del marco teórico y se organizan en cinco dimensiones:

1. **Valor para clientes y mercado**: exigencias de mandantes, puntaje en licitaciones, acceso a contratos y señalización de confianza.
2. **Desempeño organizacional esperado**: tiempos de respuesta, reprocesos, reclamos, incidentes, continuidad, uso de recursos y estabilidad del servicio.
3. **Factibilidad humana y organizacional**: liderazgo, compromiso del personal, diferencias culturales y generacionales, competencias, horas disponibles y madurez de NCh-ISO/IEC 17025:2017.
4. **Factibilidad económica**: consultoría, capacitación, auditorías, adecuaciones, mantenimiento y costos de transición normativa.
5. **Integración y sostenibilidad del sistema**: posibilidad de compartir procesos, evitar duplicidad y mantener el sistema durante su ciclo de vida.

El desempeño organizacional recibe la mayor importancia analítica. Una certificación que no mejora la operación, no reduce un riesgo material y tampoco aporta acceso a mercado difícilmente se justifica. En segundo lugar se pondera el valor atribuido por clientes y mandantes. Las restantes dimensiones determinan si el beneficio potencial puede alcanzarse y mantenerse.

La ponderación se interpreta de forma cualitativa y puede adaptarse al laboratorio. Para facilitar la trazabilidad, se propone la siguiente escala de evidencia:

Tabla 5.1: Escala cualitativa para valorar la conveniencia de una norma adicional

Nivel	Interpretación	Evidencia esperada
Alta	La norma resuelve una necesidad material y el certificado tiene valor externo.	Requisito o puntaje de clientes, riesgo relevante, beneficios medibles, responsables y presupuesto disponibles.
Media	La norma puede mejorar procesos, pero el valor del certificado aún no está demostrado.	Brechas internas claras, liderazgo favorable y posibilidad de implementar por etapas.
Baja	Los beneficios son generales o marginales frente al costo.	Ausencia de presión externa, riesgos controlados, recursos limitados o solapamiento elevado con la base existente.
Crítica: corresponde postergar	La organización no posee condiciones para sostener el proyecto.	Brechas recurrentes en 17025, sobrecarga del personal, falta de dirección o transición normativa no planificada.

La escala no sustituye un análisis financiero. Su propósito es evitar que una recomendación se base en una sola variable. Una exigencia comercial puede elevar la prioridad, pero debe contrastarse con costo y capacidad. De manera inversa, una buena capacidad interna no justifica certificar si el mercado no reconoce el sello y no existe un problema operacional relevante.

5.5. Procedimiento de análisis

El procedimiento se desarrolla en seis etapas. La primera consiste en depurar las fuentes y confirmar la vigencia de las normas. La segunda compara los requisitos de ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 con NCh-ISO/IEC 17025:2017. La tercera codifica los estudios según beneficios, costos, barreras y efectos sobre desempeño. La cuarta revisa evidencia de mercado y contratación. La quinta construye una matriz de decisión y cuatro escenarios. La sexta traduce esos resultados a un Modelo CANVAS de negocio orientativo.

La matriz no pretende entregar una puntuación universal. Su función es hacer visible la lógica de la recomendación. Un laboratorio puede certificar ISO 9001 por razones comerciales, implementar ISO 14001 sin certificarse porque sus clientes aún no la exigen, y certificar ISO 45001 porque el trabajo en obra hace que la prevención sea un componente estructural del servicio. Las decisiones pueden combinarse.

El Modelo CANVAS de negocio (Business Model Canvas) se utiliza como herramienta de síntesis estratégica, siguiendo la propuesta de Osterwalder y Pigneur (2010). El modelo permite observar si

las certificaciones respaldan una propuesta de valor, segmentos de clientes y canales concretos, o si permanecen desconectadas del modelo de negocio. Se propone de manera ilustrativa para cobertura en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins.

5.6. Criterios de rigor, ética y limitaciones

El rigor se aborda mediante trazabilidad de las fuentes, comparación entre documentos normativos y estudios empíricos, y explicitación de los criterios que conducen a cada recomendación. Las conclusiones se formulan con cautela cuando los estudios provienen de contextos diferentes al de los laboratorios de construcción chilenos.

La investigación utiliza principalmente fuentes públicas. Cualquier antecedente empresarial empleado a modo de ejemplo se presenta de forma resumida y no identificatoria, salvo autorización expresa. El trabajo no constituye una auditoría ni emite una declaración de conformidad sobre una organización determinada.

La principal limitación es el carácter ex ante del análisis. La investigación puede estimar condiciones de conveniencia, pero no medir el retorno real antes y después de una implementación. También existe una cantidad limitada de estudios centrados específicamente en laboratorios de control técnico de obras. Por esa razón, parte de la evidencia proviene de laboratorios civiles, empresas constructoras y organizaciones de servicios técnicos. Los resultados son transferibles como criterios de análisis, no como garantías de desempeño.

Capítulo 6

Resultados y discusión

Esta sección desarrolla los resultados de la investigación documental y evaluativa. A diferencia de una tesis centrada en la implementación directa de un sistema de gestión en una organización particular, el propósito aquí es construir criterios de decisión aplicables a laboratorios de control técnico de obras de construcción ya acreditados conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017. En consecuencia, los resultados se organizan en torno a tres preguntas prácticas: qué aporta cada norma, bajo qué condiciones conviene implementarla o certificarla, y cuándo es razonable postergar o descartar su adopción.

La evidencia revisada permite sostener una conclusión de base: la conveniencia de sumar normas ISO de gestión adicionales no es automática ni universal. NCh-ISO/IEC 17025:2017 ya entrega una plataforma robusta de competencia técnica, imparcialidad, trazabilidad y gestión para laboratorios; por ello, ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 deben justificarse como valor añadido y no como sustitutos o duplicaciones mecánicas del sistema existente (International Organization for Standardization y International Electrotechnical Commission, 2017; International Organization for Standardization y cols., 2017; Panagiotidou, Chountalas, Magoutas, y Kitsios, 2025). La decisión, por tanto, debe formularse en términos contingentes: certificar, implementar sin certificar, postergar o no implementar, según presión del mercado, madurez interna, riesgos relevantes y estrategia competitiva.

6.1. Actualización normativa y consecuencias para la evaluación

El estado normativo de las normas analizadas muestra que la evaluación debe considerar no solo los beneficios esperados, sino también el momento del ciclo normativo. Este punto es especialmente importante para una decisión de certificación, pues una organización que certifique durante una transición normativa puede enfrentar costos cercanos de adecuación, capacitación, actualización documental y recertificación. La Tabla 6.1 sintetiza el estado vigente o en transición de las normas más relevantes para la tesina.

Tabla 6.1: Estado normativo actualizado e implicancias para laboratorios acreditados ISO/IEC 17025

Norma	Estado normativo relevante	Cambio o énfasis reciente	Implicancia para la decisión
ISO/IEC 17025	ISO/IEC 17025:2017 se mantiene como referencia central para competencia, imparcialidad y resultados válidos de laboratorios (International Organization for Standardization y International Electrotechnical Commission, 2017).	ISO, ILAC e IAF reconocen que un laboratorio acreditado conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017 opera un sistema de gestión reconocido para su actividad (International Organization for Standardization y cols., 2017).	Debe tratarse como norma base. Las otras normas deben evaluarse como ampliación estratégica y no como reemplazo del sistema técnico.
ISO 9001	ISO 9001:2015 sigue siendo la referencia certificable vigente, con enmienda climática 2024, mientras la sexta edición de ISO 9001 se encuentra en proceso de publicación y reemplazará a la edición 2015 (International Organization for Standardization, 2015, 2024b, 2026c).	El cambio normativo obliga a mirar la certificación en clave de transición.	Certificar en 2026 exige prever costos de migración y actualización documental. Puede convenir implementar prácticas primero y certificar cuando el cambio esté estabilizado.

Norma	Estado normativo relevante	Cambio o énfasis reciente	Implicancia para la decisión
ISO 14001	ISO 14001:2026 reemplaza a la edición 2015 y refuerza la gestión ambiental en relación con clima, biodiversidad, recursos, gobernanza y cadena de valor (International Organization for Standardization, 2026a).	Es la norma que más cambia respecto de la literatura acumulada sobre la edición 2015.	La evaluación ambiental debe basarse en 2026, aunque la evidencia empírica provenga en parte de experiencias con 2015.
ISO 45001	ISO 45001:2018 sigue siendo la norma principal, con la enmienda climática de 2024; su revisión ingresó a votación DIS en junio de 2026 (International Organization for Standardization, 2018b, 2024a; ISO/TC 283, 2026).	La actualización climática exige considerar si el cambio climático es un asunto relevante para el contexto y las partes interesadas (International Organization for Standardization y International Accreditation Forum, 2024).	Conviene cuando los riesgos de SST son significativos, especialmente en trabajo de campo u obras. Debe considerarse la futura transición normativa.
ISO 31000	ISO 31000:2018 se mantiene como guía transversal de gestión del riesgo, con revisión en curso (International Organization for Standardization, 2018a, 2026d).	No es una norma de certificación; sirve como marco de priorización y toma de decisiones.	Debe utilizarse como lente analítica para jerarquizar riesgos, oportunidades y conveniencia de certificación.

Norma	Estado normativo relevante	Cambio o énfasis reciente	Implicancia para la decisión
ISO 26000	ISO 26000:2010 sigue siendo guía de responsabilidad social y no es certificable (International Organization for Standardization, 2010).	Su valor es contextual, reputacional y ético, no de certificación.	Debe mantenerse como marco de referencia, especialmente para transparencia, confianza, comunidad y conducta responsable.

Esta actualización normativa tiene dos efectos sobre los resultados. Primero, impide recomendar certificaciones como si las normas estuvieran en estado estable: ISO 9001 y 45001 están en fase de transición o revisión, e ISO 14001 acaba de cambiar a una nueva edición. Segundo, refuerza la necesidad de distinguir entre implementación interna de prácticas y certificación formal de tercera parte. En ciertos casos, especialmente cuando existe incertidumbre normativa o baja presión externa, puede ser más prudente implementar prácticas alineadas con la norma antes de iniciar una certificación.

6.2. Evaluación de la utilidad, ventajas y desventajas de las normas analizadas

6.2.1. ISO 9001: utilidad para gestión empresarial transversal

La utilidad principal de ISO 9001 para un laboratorio acreditado conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017 no consiste en reemplazar el control técnico de ensayos, sino en fortalecer procesos corporativos que ISO/IEC 17025 aborda solo en la medida en que afectan la competencia del laboratorio. Entre ellos se encuentran la gestión comercial, la atención de clientes, la gestión de reclamos, las compras, la planificación estratégica, la medición de satisfacción, la coordinación entre sedes y la gestión de procesos de apoyo. En este sentido, ISO 9001 puede aportar valor cuando el laboratorio necesita pasar de una lógica centrada en la validez técnica de los resultados a una lógica empresarial más amplia de calidad del servicio (International Organization for Standardization, 2015; Psomas y Pantouvakis, 2013; Tarí y cols., 2012).

La literatura muestra que los beneficios de ISO 9001 son más probables cuando la implementación responde a motivaciones internas de mejora y no únicamente a presiones comerciales. Las revisiones sobre efectividad de ISO 9001 advierten que la certificación puede generar mejoras operacionales, satisfacción de clientes y disciplina de procesos, pero sus efectos financieros no son automáticos ni

uniformes (Boiral, 2012; Manders, 2015). Desde la perspectiva estratégica, ISO 9001 puede funcionar como recurso intangible y señal de confianza, pero solo produce ventaja competitiva sostenible cuando se internaliza como capacidad organizacional y no como un sello documental (Barney, 1991; Fonseca, 2015; Teece y cols., 1997).

En laboratorios pequeños o con mercado local estable, ISO 9001 podría no ser prioritaria si los clientes solo exigen acreditación conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017 y si los procesos administrativos son simples. En cambio, en laboratorios medianos, multisede, con crecimiento proyectado o participación en licitaciones de mayor complejidad, ISO 9001 puede aportar escalabilidad y una señal corporativa fácilmente comprensible por clientes no técnicos. La decisión debe considerar, además, que la norma se encuentra en transición hacia una nueva edición, lo que aconseja evaluar cuidadosamente el momento de certificación (Hernández-Vivanco y Bernardo, 2023; International Organization for Standardization, 2026c).

6.2.2. ISO 14001: utilidad ambiental, comercial y reputacional

En este tipo de laboratorio, ISO 14001 no debe evaluarse solo por la cantidad de residuos generados. En muchos casos, ese volumen es reducido frente al de una obra. La pregunta más relevante es otra: ¿los clientes objetivo exigen programas ambientales, políticas de sostenibilidad o proveedores certificados? La edición ISO 14001:2026 refuerza el análisis de contexto, liderazgo, cadena de valor, recursos y desempeño medible (International Organization for Standardization, 2026a).

La literatura de construcción muestra beneficios en control, cumplimiento y relación con partes interesadas, pero también evidencia barreras que permanecen incluso después de certificar (Bashir, Al-Hawarneh, Haridy, Shamsuzzaman, y Aydin, 2024; Horry y cols., 2024). Por ello, la certificación es más conveniente cuando el laboratorio participa en proyectos donde la sostenibilidad tiene peso comercial: infraestructura pública, minería, grandes constructoras, clientes con políticas ESG o licitaciones que consideran ISO 14001. En ese escenario, la norma permite hablar el mismo lenguaje de gestión que el mandante.

Cuando no existe esa presión, puede bastar con implementar controles internos: identificación de aspectos, manejo de muestras y residuos, consumo de agua y energía, transporte y respuesta ante emergencias. La certificación debe agregarse cuando el cliente, la reputación o el riesgo justifican el costo de la auditoría externa. El punto decisivo no es el residuo por sí solo, sino el valor que los clientes y mandantes atribuyen a demostrar una gestión ambiental sistemática.

6.2.3. ISO 45001: utilidad en seguridad, salud y continuidad operacional

El trabajo en obra es una condición habitual para los laboratorios de control técnico. El personal toma muestras, realiza ensayos in situ, se desplaza entre proyectos y debe integrarse a la coordinación

preventiva de cada faena. Por ello, ISO 45001 tiene una pertinencia más amplia de la que tendría en un laboratorio exclusivamente interno. La norma permite ordenar identificación de peligros, controles operacionales, investigación de incidentes, preparación ante emergencias y participación de los trabajadores (International Organization for Standardization, 2018b; Kineber y cols., 2023).

El valor comercial también debe incorporarse. Algunos mandantes solicitan acreditar sistemas de seguridad y salud en el trabajo para ingresar a sus cadenas de proveedores, y ciertas licitaciones públicas evalúan ISO 45001 junto con otras certificaciones (Dirección de Compras y Contratación Pública, 2024, 2025). En estos casos, la norma protege a las personas y, al mismo tiempo, mejora la elegibilidad del laboratorio.

La certificación conviene cuando el trabajo en faena es frecuente, los clientes la solicitan o la gestión preventiva interna necesita mayor disciplina. Si el sistema aún es reactivo, los registros son débiles o el personal no participa, el primer paso debe ser implementar prácticas y construir cultura preventiva. La literatura identifica recursos, habilidades, motivación y liderazgo como barreras decisivas para la efectividad de ISO 45001 (Liu, Liu, Li, y Wen, 2023). En consecuencia, el certificado debe ser el resultado de una práctica madura y no su sustituto.

6.2.4. ISO 31000 e ISO 26000: marcos de apoyo, no certificaciones centrales

ISO 31000 debe ser entendida como un marco transversal de análisis, no como una certificación adicional. Su utilidad consiste en proporcionar una lógica de decisión para comparar riesgos, oportunidades, costos, beneficios y prioridades. En esta tesina, su mayor aporte es ordenar la decisión entre certificar, implementar sin certificar, postergar o no implementar, considerando la exposición del laboratorio a riesgos técnicos, comerciales, ambientales, de SST y reputacionales (International Organization for Standardization, 2018a, 2026d).

ISO 26000, por su parte, aporta un marco contextual de responsabilidad social. No es certificable y, por tanto, no debe tratarse como una meta de certificación. Su utilidad radica en orientar dimensiones de transparencia, ética, prácticas laborales, medio ambiente, consumidores y comunidad, especialmente relevantes cuando los resultados del laboratorio inciden indirectamente en la seguridad de obras e infraestructuras (International Organization for Standardization, 2010). En consecuencia, ISO 26000 puede enriquecer la argumentación sobre legitimidad y confianza, pero no debería ocupar el mismo nivel decisional que ISO 9001, ISO 14001 o ISO 45001.

6.3. Impacto potencial en desempeño organizacional y ventaja competitiva

Los efectos esperados se agrupan en beneficios internos y externos. Los internos se observan en la operación: tiempos de respuesta, reprocesos, no conformidades, reclamos, incidentes, consumo

de recursos y continuidad del servicio. Los externos aparecen en el mercado: reputación, acceso a licitaciones, confianza de mandantes y diferenciación frente a competidores. En esta tesina, el desempeño interno tiene la mayor ponderación. Una certificación puede ayudar a ganar una oferta, pero pierde sentido si el laboratorio no dispone de capacidad para entregar el servicio de manera estable (Hernández-Vivanco y Bernardo, 2023; International Accreditation Forum y International Organization for Standardization, 2018; Psomas y Pantouvakis, 2013).

La evidencia no respalda una relación mecánica entre certificación y mejor desempeño. Los efectos dependen de la profundidad de la implementación, de la motivación, de la madurez previa y del entorno competitivo. La certificación puede aumentar la confianza en la organización, pero no garantiza por sí misma productos o servicios superiores, cumplimiento legal perfecto ni mejora financiera automática (Boiral, 2012; International Accreditation Forum y International Organization for Standardization, 2018). En consecuencia, la discusión debe evitar una visión promocional de las normas ISO y tratarlas como instrumentos de gestión cuyo valor depende de su integración real en procesos y capacidades.

En términos de ventaja competitiva, la lógica de la visión basada en recursos permite interpretar las certificaciones ISO como recursos intangibles y señales externas; sin embargo, la ventaja se sostiene solo cuando detrás del certificado existen rutinas difíciles de imitar, aprendizaje organizacional, disciplina de procesos y capacidad de adaptación (Barney, 1991; Teece y cols., 1997). Así, dos laboratorios pueden poseer la misma certificación, pero obtener beneficios muy distintos si uno la usa como plataforma de mejora y el otro solo como requisito documental.

La evidencia chilena revisada muestra que las certificaciones también pueden actuar como barrera de entrada. En una licitación de 2025 para servicios de laboratorio se solicitaron, además de la acreditación INN bajo NCh-ISO/IEC 17025:2017, certificados ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 (Dirección de Compras y Contratación Pública, 2025). En otros procesos, el cumplimiento de las tres normas ha recibido puntaje específico (Dirección de Compras y Contratación Pública, 2024). Estos antecedentes no permiten afirmar que todos los mandantes las exigen, pero sí muestran que su ausencia puede limitar oportunidades concretas.

La Tabla 6.2 sintetiza el impacto esperado de cada norma sobre desempeño, ventaja competitiva y riesgo de implementación.

Tabla 6.2: Evaluación comparada de normas ISO para laboratorios acreditados conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017

Norma	Aporte principal	Condiciones de mayor conveniencia	Riesgo o limitación principal
ISO 9001	Gestión empresarial transversal: clientes, reclamos, compras, planificación, procesos de apoyo y mejora.	Crecimiento, licitaciones, multisede, necesidad de señal corporativa y procesos administrativos más robustos.	Duplicar controles ya existentes en ISO/IEC 17025 o certificar sin internalizar el sistema.
ISO 14001	Gestión de aspectos ambientales, residuos, recursos, energía, transporte, cadena de valor y sostenibilidad.	Laboratorios con residuos relevantes, trabajo en obra, exigencias ESG o clientes sensibles a sostenibilidad.	Transformarse en sistema documental si no existen indicadores, responsabilidades y controles ambientales reales.
ISO 45001	Prevención de riesgos laborales, participación de trabajadores, investigación de incidentes y continuidad operacional.	Actividades de campo, exposición a faenas, equipos de riesgo, mandantes que valoran SST.	Certificación formal sin liderazgo, participación o recursos preventivos suficientes.
ISO 31000	Marco transversal para priorizar riesgos, oportunidades y decisiones de certificación.	Siempre que se requiera ordenar la decisión estratégica y evaluar escenarios.	Tratarla erróneamente como otra certificación, en lugar de usarla como método.
ISO 26000	Contexto de responsabilidad social, ética, transparencia y relación con grupos de interés.	Organizaciones que buscan fortalecer legitimidad y conducta responsable.	Sobredimensionarla como norma certificable o convertirla en objetivo central del estudio.

6.4. Indicadores para comprobar si la norma genera valor

La revisión de literatura permite identificar beneficios posibles, pero una decisión empresarial requiere definir cómo se comprobarán. Para cada norma debe construirse una línea base anterior a la implementación y un conjunto pequeño de indicadores posteriores. Sin línea base, cualquier mejora

se vuelve difícil de atribuir y la certificación puede mantenerse por percepción o inercia.

Para ISO 9001, los indicadores más próximos son cumplimiento de plazos, reemisión de informes, reclamos, tiempo de respuesta comercial, tasa de conversión de cotizaciones y consistencia entre sedes o equipos. Las ventas totales pueden incorporarse, pero deben separarse por segmento y acompañarse de datos sobre oportunidades donde la certificación fue requisito. Para ISO 14001, los indicadores deben concentrarse en aspectos materiales: residuos, consumos, incidentes, cumplimiento de requisitos de clientes y oportunidades de mercado relacionadas con sostenibilidad. Para ISO 45001, la medición debe incluir incidentes y cuasi incidentes, exposición en terreno, observaciones preventivas, días perdidos y cumplimiento de controles de contratistas.

Tabla 6.3: Indicadores sugeridos para seguimiento antes y después de la adopción

Norma	Indicadores internos	Indicadores de mercado	Horizonte de revisión
ISO 9001	Plazo de informes, reclamos, reprocesos, cumplimiento de procesos, productividad administrativa.	Licitaciones habilitadas, tasa de adjudicación, retención y satisfacción de clientes, ventas en segmentos objetivo.	Seguimiento mensual; evaluación de tendencia entre 12 y 24 meses.
ISO 14001	Residuos, consumo de recursos, incidentes, cumplimiento de objetivos y controles de proveedores.	Procesos que valoran desempeño ambiental, homologaciones y clientes con metas ESG.	Línea base anual y revisión semestral de aspectos significativos.
ISO 45001	Accidentes, cuasi incidentes, observaciones, horas de capacitación, controles en faena y ausentismo.	Acceso a obras, homologación preventiva y requisitos de contratistas principales.	Seguimiento mensual y revisión de eficacia tras incidentes.
SGI	Horas de auditoría, cantidad de procedimientos comunes, cierre de acciones, carga del responsable y costo de mantenimiento.	Capacidad de ofrecer una gestión coherente a mandantes complejos y multirregionales.	Revisión anual y al cierre de cada ciclo de auditoría.

La evaluación debe combinar tendencia y causalidad razonable. Si disminuyen reclamos después de ISO 9001, conviene revisar qué cambios concretos lo explican: definición de responsables, revisión del contrato, control de versiones o comunicación con el cliente. Este análisis evita atribuir el resultado al certificado de manera abstracta y permite conservar las prácticas que efectivamente funcionaron.

También se debe reconocer un periodo de aprendizaje. Durante los primeros meses pueden aumentar las no conformidades registradas porque el sistema mejora la detección, no porque la operación haya empeorado. Del mismo modo, la participación del personal puede generar más reportes de cuasi incidentes bajo ISO 45001. Interpretar esos aumentos como fracaso produciría incentivos para ocultar información. La dirección debe distinguir entre mayor exposición del problema y deterioro real del desempeño.

Finalmente, el valor debe revisarse por segmento de cliente. Una certificación puede ser irrelevante para clientes locales pequeños y decisiva para minería, infraestructura pública o grandes constructoras. La rentabilidad no depende solo del promedio de ventas, sino de la posibilidad de ingresar y permanecer en segmentos con mayores exigencias y contratos de mayor duración.

6.5. Costo total, mantenimiento y horizonte de retorno

Los estudios revisados no entregan una cifra única de costo o retorno, porque la inversión depende de tamaño, número de sedes, estado inicial, alcance y necesidad de consultoría. Sin embargo, permiten identificar una estructura de costos que debe incorporarse en cualquier evaluación. A los pagos externos se suman horas internas, tecnología, formación, adecuaciones y mantenimiento. En un laboratorio, el tiempo técnico dedicado a documentación o reuniones tiene un costo de oportunidad porque deja de estar disponible para ensayos o atención de clientes.

El horizonte de retorno varía según el beneficio. Los efectos de orden y control pueden aparecer durante el primer año. La reducción sostenida de errores, incidentes o consumos necesita series más largas. El efecto comercial depende del calendario de licitaciones y de que el laboratorio desarrolle acciones de venta; el certificado no genera clientes de forma automática. Por ello, una estimación razonable debe separar beneficios inmediatos, intermedios y estratégicos.

Una evaluación financiera simple puede comparar el costo anual equivalente del sistema con tres fuentes de valor: ahorros operacionales, pérdidas evitadas e ingresos habilitados. Los ahorros incluyen menos reprocesos, horas y consumos. Las pérdidas evitadas comprenden incidentes, detenciones, sanciones o pérdida de clientes. Los ingresos habilitados corresponden a contratos en los que la certificación permite participar o eleva la probabilidad de adjudicación. Esta clasificación facilita trabajar incluso cuando no existe una contabilidad detallada de calidad.

La incertidumbre debe presentarse de forma transparente. No corresponde afirmar que ISO 9001 aumentará un porcentaje determinado de ventas para todos los laboratorios. Sí puede construirse un escenario conservador, uno probable y uno exigente, utilizando la cartera comercial y procesos de

compra conocidos. Si el escenario conservador no cubre los costos y tampoco existe un riesgo crítico que controlar, la certificación puede postergarse. Si un solo contrato habilitado cubre varios años de mantenimiento, la decisión cambia.

El costo de salida también importa. Retirar una certificación puede afectar homologaciones o generar una señal negativa, y recuperarla requiere reconstruir disciplina y enfrentar nuevas auditorías. La evidencia del ciclo de vida muestra que la certificación debe planificarse como compromiso de mediano plazo (Hernández-Vivanco y Bernardo, 2023). Esta consideración favorece comenzar con implementación interna cuando la estrategia aún no está definida.

6.6. Matriz de conveniencia: certificar, implementar, postergar o no implementar

El principal resultado no es una jerarquía universal de normas, sino una matriz de conveniencia. Esta matriz traduce la evidencia normativa y empírica en criterios de decisión gerencial. La pregunta principal deja de ser "qué norma es mejor" y pasa a ser "qué modalidad de adopción conviene en una situación organizacional concreta".

Tabla 6.4: Matriz de decisión para normas ISO adicionales a ISO/IEC 17025

Decisión	**Cuándo conviene**	**Indicadores observables**	**Juicio recomendado**
Certificar ISO 9001	Cuando el laboratorio busca crecer, competir en licitaciones, ordenar procesos transversales o comunicar calidad corporativa más allá del alcance técnico de 17025.	Clientes preguntan por SGC corporativo; existen reclamos o atrasos; hay sedes o áreas múltiples; se requiere mejorar atención comercial y postservicio.	Alta conveniencia si existe presión de mercado y madurez interna suficiente.
Implementar ISO 9001 sin certificar	Cuando se necesita ordenar procesos, pero aún no existe exigencia externa fuerte o la norma está en transición.	Procesos de apoyo informales; interés en indicadores y mejora; recursos limitados para auditorías externas.	Conveniente como fase preparatoria o alternativa de bajo costo.

Decisión	Cuándo conviene	Indicadores observables	Juicio recomendado
Certificar ISO 14001	Cuando los impactos ambientales son materiales y visibles para clientes, reguladores o comunidades.	Residuos, químicos, consumo de agua/energía, transporte de muestras, exigencias de sostenibilidad en contratos.	Alta conveniencia si el desempeño ambiental influye en licitaciones o reputación.
Implementar ISO 14001 sin certificar	Cuando existen impactos moderados, pero no hay demanda externa suficiente para pagar certificación.	Controles ambientales dispersos; necesidad de ordenar residuos y consumos; baja presión del mercado.	Conveniente como gestión interna previa a certificación.
Certificar ISO 45001	Cuando la exposición a riesgos laborales es significativa y recurrente.	Muestreo en obra, interacción con faenas, manipulación de cargas/equipos, exigencias de mandantes en SST.	Conveniente si la SST es dimensión estratégica del servicio.
Implementar ISO 45001 sin certificar	Cuando hay riesgos reales, pero la cultura preventiva o los registros aún son débiles.	Falta de indicadores de incidentes; capacitación irregular; procedimientos de seguridad parciales.	Recomendable como etapa de maduración.
Postergar certificaciones adicionales	Cuando ISO/IEC 17025 aún presenta brechas de madurez o el laboratorio carece de recursos.	No conformidades recurrentes, acciones correctivas atrasadas, rotación, bajo presupuesto, sobrecarga operativa.	Decisión racional: consolidar la base antes de sumar sistemas.
No implementar por ahora	Cuando el laboratorio tiene alcance acotado, mercado cautivo, baja exposición ambiental/SST y clientes que solo valoran 17025.	Poca demanda externa, estructura mínima, crecimiento limitado, beneficios marginales esperados.	No certificar puede ser óptimo si se mantienen buenas prácticas selectivas.

La matriz evidencia que la certificación solo es estratégicamente sólida cuando existe coincidencia

entre valor externo y capacidad interna. Si la norma no es valorada por clientes ni mejora procesos críticos, la certificación se convierte en costo administrativo. Si es valorada por el mercado, pero el sistema interno no está maduro, el riesgo es generar sobrecarga documental y resistencia. La zona de mayor conveniencia se produce cuando el laboratorio enfrenta presión externa, posee liderazgo comprometido, cuenta con recursos suficientes y ya tiene una cultura de gestión derivada de ISO/IEC 17025.



Figura 6.1: Ruta de decisión entre certificar, implementar sin certificar, postergar o no implementar. Elaboración propia.

6.7. Escenarios estratégicos para laboratorios de control técnico de obras

La revisión del documento y la evidencia analizada permiten ordenar la discusión en cuatro escenarios. Todos parten de una realidad común: el trabajo en obra forma parte habitual del servicio. Lo que cambia es la presión del mercado, el grado de crecimiento y el nivel de formalización interna.

6.7.1. Escenario A: laboratorio local que debe consolidar su base técnica

El laboratorio trabaja con una cartera relativamente estable y sus clientes exigen principalmente NCh-ISO/IEC 17025:2017. Presenta recursos limitados o brechas recurrentes en acciones correctivas, indicadores y disciplina documental. La recomendación es consolidar la acreditación y adoptar prácticas puntuales de calidad, ambiente y seguridad. Certificar normas adicionales en esta etapa puede distraer recursos del sistema que sostiene la legitimidad técnica.

6.7.2. Escenario B: laboratorio en expansión comercial y territorial

La organización busca crecer, abrir cobertura regional, aumentar contratos o trabajar con mandantes de mayor tamaño. ISO 9001 adquiere prioridad porque ayuda a ordenar venta, atención de clientes, compras, reclamos, procesos entre sedes e indicadores de servicio. También entrega una señal corporativa comprensible para clientes que no distinguen todos los alcances de NCh-ISO/IEC 17025:2017. La nueva edición de ISO 9001 se encuentra en proceso de publicación, por lo que el proyecto debe prever la transición (International Organization for Standardization, 2026c).

6.7.3. Escenario C: laboratorio inserto en obras y cadenas de suministro exigentes

El laboratorio presta servicios frecuentes en faena y atiende clientes que solicitan programas ambientales, estándares preventivos o certificaciones de sus proveedores. Aquí ISO 14001 e ISO 45001 deben analizarse en conjunto. La primera aporta compatibilidad con políticas ambientales del mandante; la segunda ordena riesgos que el personal enfrenta de manera cotidiana en terreno. La prioridad entre ambas dependerá de las bases de contratación, los incidentes, los requisitos de ingreso a obra y el posicionamiento deseado. No es el volumen de residuos el que define por sí solo la conveniencia de ISO 14001, sino el peso que la sostenibilidad tiene en el mercado objetivo.

6.7.4. Escenario D: laboratorio multirregional y sistema integrado

Cuando la organización combina expansión, contratos complejos, trabajo de campo, exigencias ambientales y necesidad de una imagen corporativa consistente, resulta razonable diseñar un sistema integrado. La evidencia indica que la secuencia importa: agregar sistemas aislados puede crear duplicidad, mientras que planificar procesos comunes desde el inicio mejora coherencia y uso de recursos (Chountalas y Lagodimos, 2025; Francisco y cols., 2024; Wang y Liu, 2023). ISO 31000 debe utilizarse para decidir prioridades y evitar intentar todas las certificaciones al mismo tiempo.

6.8. Mapa de prioridad según perfil operativo y de mercado

Los escenarios anteriores pueden resumirse mediante dos ejes: complejidad operativa y presión externa. La complejidad aumenta con trabajo de terreno, número de sedes, variedad de ensayos, subcontratación y exposición ambiental o preventiva. La presión externa aumenta cuando los certificados aparecen en licitaciones, homologaciones, contratos o políticas de proveedores. La combinación de ambos ejes ayuda a ordenar prioridades.

Con baja complejidad y baja presión, la ruta razonable es consolidar 17025 y aplicar prácticas selectivas. Con alta complejidad y baja presión, predomina el valor interno: conviene implementar controles e indicadores, pero la certificación puede esperar. Con baja complejidad y alta presión, la decisión es principalmente comercial; se debe verificar que el contrato o segmento compense el costo. Con alta complejidad y alta presión, un SGI adquiere mayor sentido, porque la organización necesita tanto control interno como una señal externa coherente.

Este mapa también muestra que las normas no ocupan la misma posición. ISO 9001 responde principalmente a complejidad de procesos y presión comercial. ISO 14001 aumenta su prioridad con aspectos ambientales significativos y exigencias de cadena de valor. ISO 45001 se vuelve central cuando existe exposición en obra, contratistas y riesgos de continuidad. La organización puede ubicarse en posiciones diferentes para cada norma, por lo que una estrategia combinada es más realista que una recomendación uniforme.

La prioridad debe revisarse cuando cambian las condiciones. La apertura de una sede, la entrada a minería o infraestructura, una exigencia nueva de un cliente o un incidente relevante pueden modificar la evaluación. ISO 31000 aporta el marco para revisar periódicamente riesgos y oportunidades, evitando que la matriz se use como decisión permanente e inmutable.

6.9. Modelo CANVAS de negocio para crecimiento multirregional

El Modelo CANVAS de negocio de la Figura 6.2 no representa el modelo de una empresa específica ni reemplaza un estudio de mercado. Su función es mostrar cómo las certificaciones podrían conectarse con una estrategia de crecimiento en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins. La acreditación NCh-ISO/IEC 17025:2017 aparece como recurso central; las normas adicionales solo tienen sentido si fortalecen la propuesta de valor, permiten atender segmentos concretos o facilitan canales de contratación.

La propuesta de valor combina confiabilidad técnica, capacidad de trabajo en obra, cobertura regional y menor riesgo para el mandante. ISO 9001 apoyaría la escalabilidad y consistencia del servicio. ISO 14001 e ISO 45001 facilitarían la relación con proyectos que exigen políticas ambientales y preventivas. Los principales costos serían personal, desplazamientos, calibraciones, tecnología, auditorías y mantenimiento de acreditaciones. En este modelo, las certificaciones no son el producto;

son capacidades que respaldan el servicio y pueden elevar la barrera de entrada para competidores que no logren sostener el mismo nivel de gestión.

El Modelo CANVAS también obliga a reconocer que el crecimiento multirregional no depende únicamente de certificados. Requiere capacidad logística, técnicos disponibles, equipamiento, sistemas de información y relaciones comerciales. Una certificación que no se acompaña de esos recursos puede elevar expectativas que la operación no logra cumplir. Por eso, el bloque de recursos clave ubica la competencia técnica y los alcances acreditados antes que las normas adicionales.

Los segmentos propuestos no tienen la misma sensibilidad. Los proyectos públicos pueden incorporar requisitos formales; grandes constructoras y minería suelen utilizar homologaciones; productores de materiales pueden valorar tiempos y especialización por encima de la certificación corporativa. La estrategia comercial debe identificar qué segmento reconoce cada norma y adaptar la propuesta de valor. De este modo, ISO 9001 puede apoyar consistencia y atención, ISO 14001 compatibilidad ambiental e ISO 45001 coordinación preventiva, sin presentarlas como beneficios idénticos.

En la estructura de costos, el Modelo CANVAS incorpora elementos que suelen omitirse: viajes, cobertura territorial, tiempo de coordinación, mantenimiento de equipos y auditorías. En las fuentes de ingreso se evita asumir que la certificación crea una tarifa superior. El efecto más probable puede ser habilitar contratos, mejorar retención o reducir pérdidas. Esta lectura mantiene el modelo conectado con la evidencia y permite usarlo como base para un estudio comercial posterior.

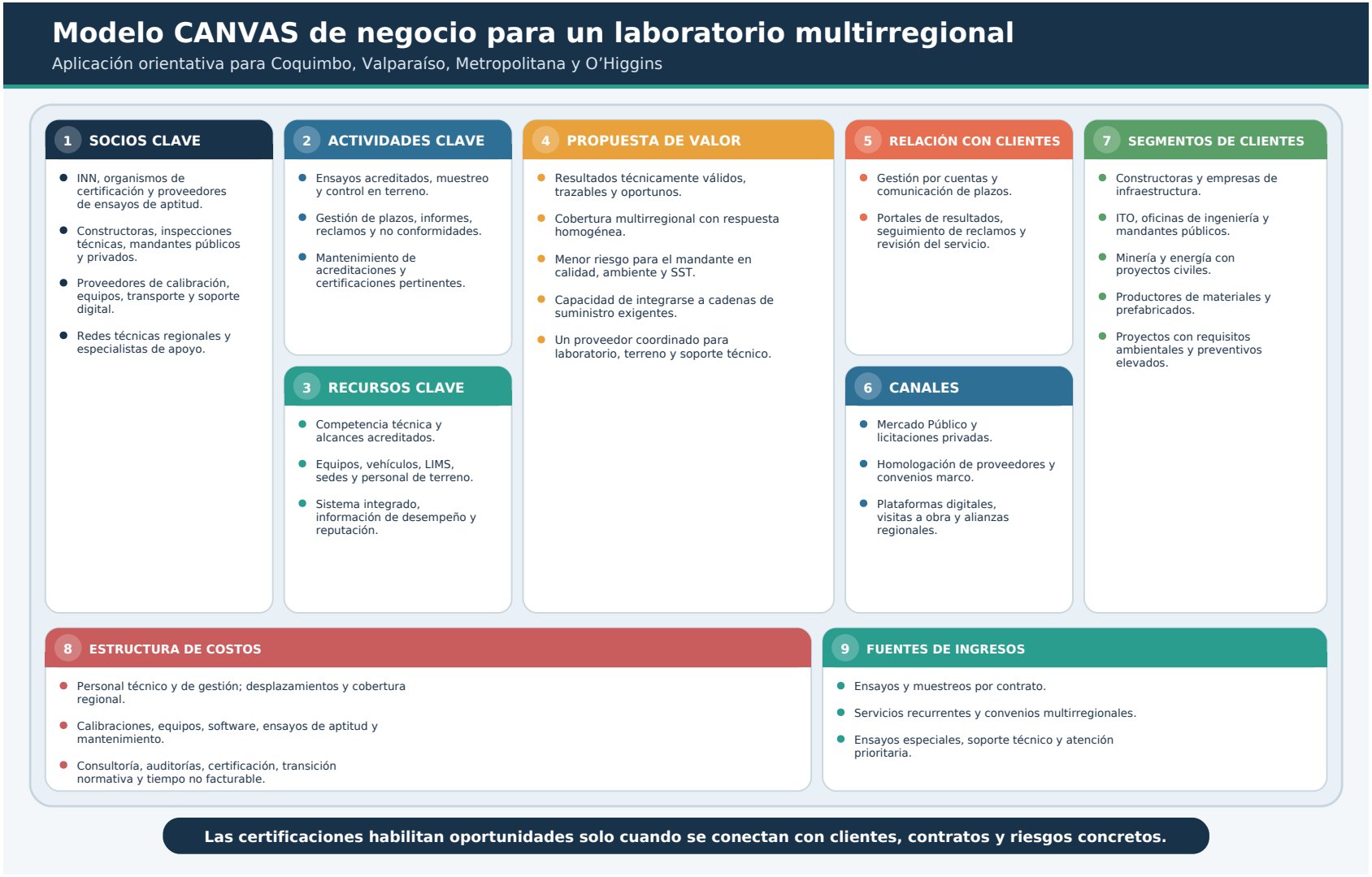


Figura 6.2: Modelo CANVAS de negocio orientativo para un laboratorio con cobertura en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins. Elaboración propia a partir de Osterwalder y Pigneur (2010).

6.10. Discusión integrada de resultados

La revisión conduce a una conclusión sencilla: NCh-ISO/IEC 17025:2017 debe seguir siendo el centro del sistema. Sin competencia técnica y resultados válidos, ninguna certificación adicional compensa la debilidad del servicio. A partir de esa base, ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 pueden añadir valor, pero lo hacen por razones diferentes.

ISO 9001 es la opción más cercana al crecimiento empresarial. Sirve cuando el laboratorio necesita ordenar procesos que quedan fuera del alcance técnico estricto, atender clientes de manera uniforme y sostener una operación mayor. ISO 14001 gana relevancia cuando los clientes solicitan políticas ambientales o cuando el laboratorio desea participar en cadenas de suministro con objetivos de sostenibilidad. ISO 45001 tiene una justificación operacional directa porque el trabajo en obra es frecuente y el personal se expone a riesgos de faena. ISO 31000 permite comparar estos caminos; ISO 26000 amplía la mirada sobre transparencia y responsabilidad, sin ser certificable.

Los resultados también confirman una tensión. Las certificaciones pueden abrir puertas, pero exigen tiempo y disciplina. Pueden transformarse en barreras de entrada para la competencia, pero también en barreras internas si el personal no las comprende o si todo el trabajo recae en una sola persona. La implementación funciona mejor cuando la dirección explica para qué se hace, asigna recursos y conecta los requisitos con problemas reales del laboratorio.

Por ello, la recomendación no es certificar más, sino certificar con propósito. La decisión debe poder responder tres preguntas: ¿qué mejora se espera?, ¿qué cliente o riesgo la justifica? y ¿quién sostendrá el sistema en el tiempo? Si esas respuestas no son claras, conviene implementar gradualmente o postergar.

6.11. Aplicación ilustrativa al laboratorio de referencia

La matriz propuesta puede llevarse a una organización concreta sin convertir esta tesina en un estudio de caso. En el laboratorio utilizado como referencia práctica, la primera pregunta no sería qué certificado obtener, sino qué problema de gestión o qué oportunidad comercial se pretende resolver. El análisis debería comenzar por la madurez de NCh-ISO/IEC 17025:2017, continuar con las exigencias de los clientes actuales y proyectados, y terminar comparando el costo de oportunidad de cada alternativa. Ese costo de oportunidad es relevante porque los mismos recursos destinados a una certificación podrían utilizarse para ampliar un alcance acreditado, incorporar equipamiento, contratar personal o fortalecer la gestión comercial.

La aplicación también permite distinguir beneficios fácilmente observables de otros más difíciles de medir. Entre los primeros se encuentran tiempos de respuesta, reprocesos, incidentes, hallazgos, cumplimiento de plazos o participación en licitaciones. Junto a ellos aparecen efectos menos tangibles: mayor disciplina entre áreas, aprendizaje organizacional, confianza interna, reputación frente a clientes

y una imagen de empresa capaz de gestionar de manera integral su operación. Estos elementos pueden convertirse en activos valiosos, pero no deben darse por supuestos. En el laboratorio de referencia no existen actualmente métricas suficientes para estimar de manera directa ese valor intangible, por lo que una eventual implementación debería acompañarse desde el inicio de indicadores que permitan observar su evolución. Esta precaución es coherente con la visión basada en recursos: la ventaja no proviene del certificado aislado, sino de las capacidades y rutinas que la organización logra consolidar alrededor de él (Barney, 1991; Teece y cols., 1997).

El principal desafío interno identificado es la resistencia al cambio. La experiencia cotidiana sugiere que no basta con que la dirección decida avanzar y asigne presupuesto. El sistema debe tener sentido para las personas que registran datos, preparan muestras, salen a terreno, revisan informes y atienden clientes. Si la implementación se percibe como una tarea adicional que pertenece únicamente al encargado de calidad, su continuidad se vuelve frágil. En cambio, cuando cada área entiende qué problema busca resolver la norma y qué beneficio concreto puede obtener de ella, aumenta la posibilidad de que los controles se mantengan después de la auditoría. La literatura sobre integración coincide en que la inercia organizativa, la falta de capacidades y la débil conexión entre áreas pueden neutralizar las ventajas esperadas de un SGI (Abad Puente, 2011; Ferguson Amores y cols., 2002).

Desde la perspectiva comercial, las certificaciones adicionales podrían utilizarse de una forma más ambiciosa que el simple cumplimiento. Actualmente, según los antecedentes prácticos considerados, ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 no constituyen requisitos estrictos ni atributos valorados de manera uniforme por todos los mandantes que contratan este tipo de servicios. Precisamente por eso, una organización que las implemente con resultados verificables podría intentar posicionarse como referente sectorial, comunicando que su propuesta no se limita al cumplimiento técnico obligatorio, sino que incorpora calidad empresarial, gestión ambiental y seguridad y salud en el trabajo de manera coordinada. Esta estrategia no garantiza una ventaja competitiva automática, pero puede contribuir a elevar los criterios de homologación de proveedores y a desplazar la conversación desde el precio del ensayo hacia el riesgo total que el proveedor ayuda a gestionar.

En términos de prioridad, ISO 45001 merece una revisión temprana porque el trabajo en obra forma parte habitual de la operación. ISO 14001 debe evaluarse tanto por los aspectos ambientales propios como por las políticas de los mandantes y las cadenas de suministro en las que el laboratorio desea participar. ISO 9001 adquiere mayor peso si existe un plan de crecimiento territorial, mayor complejidad administrativa o necesidad de estandarizar la experiencia del cliente. La decisión final requerirá información interna de costos, horas disponibles, desempeño y oportunidades comerciales que excede el alcance documental de esta investigación. No obstante, el ejercicio muestra que la matriz desarrollada permite ordenar esas preguntas y convertir una discusión general sobre certificaciones en una decisión gerencial concreta.

Capítulo 7

Conclusiones

La investigación confirma que no existe una combinación de normas adecuada para todos los laboratorios. NCh-ISO/IEC 17025:2017 es la base técnica y el primer requisito a consolidar. Las demás normas deben evaluarse por el valor adicional que entregan y por la capacidad real de la organización para mantenerlas.

La discusión sobre integración muestra, además, que el problema no es exclusivamente normativo. La coordinación de calidad, ambiente y seguridad y salud en el trabajo reúne disciplinas, responsabilidades y objetivos que tradicionalmente pueden haberse gestionado por separado. Desde una perspectiva de Teoría General de Sistemas y Teoría Organizacional, el SGI puede entenderse como la coordinación de subsistemas que conservan funciones propias, pero comparten información, recursos y mecanismos de control. Esta idea aparece tempranamente en la literatura de integración, que describe al SGI como un "sistema de sistemas", y también en investigaciones posteriores que vinculan los beneficios obtenidos con el nivel efectivo de integración documental y de procesos (Abad Puente, 2011; Ferguson Amores y cols., 2002).

ISO 9001 es la alternativa con mayor relación con crecimiento y gestión empresarial. Puede ordenar procesos comerciales y de apoyo, fortalecer la experiencia del cliente y facilitar la expansión a nuevas sedes o contratos. Su certificación resulta especialmente razonable cuando aparece en licitaciones, procesos de homologación o requisitos de mandantes. La sexta edición fue aprobada y se encuentra en proceso de publicación, con lanzamiento programado para el 16 de septiembre de 2026; por ello, una implementación iniciada en 2026 debe diseñarse con la transición en mente (International Organization for Standardization, 2026c).

ISO 14001 no debe justificarse únicamente por el volumen de residuos del laboratorio. Su principal aporte puede ser comercial y reputacional cuando los clientes solicitan políticas ambientales o seleccionan proveedores compatibles con sus compromisos de sostenibilidad. En esos casos, la certificación demuestra que la gestión ambiental no depende de acciones aisladas, sino de un sistema evaluable. Si el mercado todavía no reconoce ese valor, pueden implementarse prácticas sin solicitar certificación inmediata.

ISO 45001 posee una relación directa con la operación, porque el personal de estos laboratorios trabaja de manera frecuente en obras y proyectos. La norma puede mejorar prevención, coordinación con contratistas y continuidad del servicio. También puede facilitar el ingreso a cadenas de proveedores que exigen sistemas formales de seguridad. No obstante, su efectividad depende del compromiso de las jefaturas y de la participación del personal; un certificado sin práctica preventiva no reduce el

riesgo.

ISO 31000 cumple una función distinta. Permite ordenar riesgos, costos, oportunidades y secuencias de implementación. ISO 26000 sirve como referencia para transparencia y responsabilidad social, pero no debe tratarse como certificación. Los estándares de información, continuidad y energía pueden revisarse en etapas futuras si el modelo de negocio los vuelve relevantes.

La principal variable a ponderar es el desempeño organizacional. La certificación es conveniente cuando ayuda a reducir errores, mejorar tiempos, prevenir incidentes, mantener clientes o acceder a contratos. El segundo factor es el valor atribuido por mandantes. Los antecedentes revisados en Mercado Público muestran que ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 pueden ser requisitos o factores de puntaje; en esos casos, la certificación opera como señal de confianza y como barrera de entrada (Dirección de Compras y Contratación Pública, 2024, 2025).

La factibilidad depende de recursos y también de personas. Las barreras culturales, generacionales y operativas pueden frenar una implementación técnicamente correcta. La dirección debe asignar responsables, horas, formación y espacios de participación. Si el sistema queda concentrado en un encargado de calidad y el resto del equipo lo percibe como trabajo ajeno, su sostenibilidad será baja.

En síntesis, conviene certificar cuando coinciden una base 17025 madura, una mejora operacional identificable, presión o valoración del mercado y recursos suficientes. Conviene implementar sin certificar cuando existe un problema interno que resolver, pero el mercado aún no remunera el sello. Conviene postergar cuando la acreditación base presenta brechas o el equipo no dispone de capacidad. No implementar por ahora también puede ser una decisión válida cuando los beneficios son marginales.

El modelo analítico, la ruta de decisión y el Modelo CANVAS de negocio propuesto transforman la revisión normativa en una herramienta de gestión. Su aporte no consiste en indicar que un laboratorio debe obtener todas las certificaciones, sino en ayudar a elegir la combinación mínima suficiente para sostener su estrategia, proteger a las personas y entregar un servicio confiable.

Desde una perspectiva de **Alta Dirección Empresarial**, la decisión de implementar o certificar una norma adicional debe entenderse como una decisión estratégica de inversión y creación de valor, y no como un proyecto exclusivamente técnico o documental. La Alta Dirección debe evaluar si el esfuerzo se encuentra alineado con la estrategia de crecimiento, los mercados objetivo, los riesgos que la organización necesita gestionar, los recursos que deberá comprometer y los beneficios que espera obtener. Bajo esta mirada, la norma no es el punto de partida de la decisión: primero debe identificarse el problema empresarial o la oportunidad que se busca abordar y, solo después, determinar qué sistema de gestión ofrece una respuesta proporcional. Este criterio es coherente con el enfoque de gestión del riesgo de ISO 31000 y con la evidencia que muestra que los resultados de una certificación dependen de su integración con la estrategia y de su sostenibilidad durante todo el ciclo de vida (Hernández-Vivanco y Bernardo, 2023; International Organization for Standardization, 2018a).

Esta perspectiva permite precisar las implicancias para la dirección. Si el problema principal se relaciona con trazabilidad, competencia técnica o validez de resultados, la prioridad continúa siendo NCh-ISO/IEC 17025:2017. Si la necesidad corresponde a inconsistencias entre sedes, reclamos, experiencia del cliente o procesos comerciales, ISO 9001 puede aportar mayor valor. Si la presión proviene de exigencias ambientales de mandantes o de la cadena de suministro, corresponde evaluar ISO 14001. Si el desafío se encuentra en la exposición del personal en obra, la coordinación preventiva o la continuidad operacional frente a incidentes, ISO 45001 presenta una relación más directa con el resultado esperado. De este modo, la Alta Dirección evita escoger una certificación por tendencia, imitación de competidores o disponibilidad de una consultoría, y la vincula con una necesidad verificable.

Para decidir entre **certificar, implementar sin certificar, postergar o no implementar**, la Alta Dirección debería disponer, como mínimo, de información en cinco ámbitos:

a) **Desempeño actual y línea base:** tiempos de respuesta, reprocesos, no conformidades, reclamos, incidentes, cumplimiento de plazos, productividad y otros indicadores que permitan comparar el desempeño antes y después de la decisión.

b) **Mercado y clientes objetivo:** requisitos de admisibilidad y homologación, certificaciones valoradas en licitaciones, oportunidades comerciales perdidas o habilitadas, segmentos a los que se pretende ingresar y nivel de reconocimiento que los mandantes atribuyen a cada certificado.

c) **Costo total y capacidad de sostenimiento:** inversión inicial, auditorías, consultoría, capacitación, horas internas no facturables, adecuaciones tecnológicas, mantenimiento anual y disponibilidad real de personas para asumir nuevas responsabilidades.

d) **Riesgos y madurez organizacional:** estado del sistema NCh-ISO/IEC 17025:2017, recurrencia de hallazgos, capacidad para cerrar acciones, dependencia de personas clave, cultura de cumplimiento y exposición efectiva a riesgos ambientales, operacionales y de seguridad y salud en el trabajo.

e) **Beneficios esperados y criterio de éxito:** ahorros operacionales, pérdidas evitadas, reducción de incidentes o reprocesos, ingresos habilitados, retención de clientes, acceso a nuevos contratos y horizonte temporal en el que esos resultados deberían comenzar a observarse.

Esta información mínima debe convertirse en un tablero de gestión previo a la implementación y mantenerse durante el ciclo de certificación. Su función no es producir una falsa precisión financiera, sino permitir que la dirección compruebe si la decisión efectivamente genera valor para el laboratorio. Si los indicadores muestran una mejora operacional pero no un beneficio comercial, la norma puede seguir justificándose por reducción de riesgos o eficiencia. Si el mercado valora el certificado, pero la organización no dispone de capacidad para sostenerlo, la decisión razonable puede ser postergar. Si existe una necesidad interna clara, pero todavía no hay demanda externa por el sello, implementar

prácticas sin certificar permite capturar parte del beneficio con una carga menor. Y cuando ni el riesgo ni el mercado justifican el esfuerzo, no implementar por ahora constituye una alternativa empresarial válida.

Por lo mismo, conviene separar la ruta técnica de la ruta comercial. Las buenas prácticas deben construirse porque reducen riesgos y fortalecen el servicio; la certificación debe solicitarse cuando, además, agrega una señal externa útil. Esta separación permite avanzar por etapas, medir resultados y evitar que el calendario de auditoría reemplace la estrategia. También obliga a tratar la implementación como un proceso de cambio organizacional: la participación de técnicos y jefaturas, la distribución de responsabilidades y la comunicación de beneficios concretos son tan importantes como la interpretación formal de los requisitos. Un sistema que existe solo en documentos puede superar una auditoría durante un tiempo, pero difícilmente sostendrá crecimiento o ventaja competitiva.

Futuras investigaciones podrían complementar este trabajo con entrevistas a mandantes de las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins, análisis sistemático de bases de licitación, estimaciones de costo total de certificación y comparaciones longitudinales entre laboratorios certificados y no certificados.

Referencias

Abad Puente, J. (2011). *Implicaciones de la integración de los sistemas de gestión de calidad, medio ambiente y seguridad y salud laboral basados en estándares internacionales* (Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España). doi: 10.5821/dissertation-2117-94483

Akyürek, A., y Ağdağ, O. N. (2017). Evaluation of environmental management system implementation in construction projects. *European Scientific Journal*, *13*, 322–339.

Bakkass, S. (2024). *Implementation of an environmental management system (ISO 14001) on an underground gallery construction site in casablanca morocco.* SSRN working paper. (Disponible en línea)

Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, *17*(1), 99–120.

Bashir, H., Al-Hawarneh, A., Haridy, S., Shamsuzzaman, M., y Aydin, R. (2024). Barriers to implementing environmental sustainability in uae construction project management: Identification and comparison of iso 14001-certified and non-certified firms. *Sustainability*, *16*(16), 6779. doi: 10.3390/su16166779

Bernardo, M., Simon, A., Tarí, J. J., y Molina-Azorín, J. F. (2015). Benefits of management systems integration: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, *94*, 260–267. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.01.075

Boiral, O. (2012). ISO 9000 and organizational effectiveness: A systematic review. *The TQM Journal*, *24*(3), 240–261.

British Standards Institution. (2014). *The importance of risk in quality management.* `https://www.bsigroup.com`. (Documento técnico sobre la integración del riesgo en ISO 9001)

Chountalas, P. T., y Lagodimos, A. G. (2025). Integrated management systems: a content and bibliometric analysis. *The TQM Journal*, *37*(7), 1827–1873. doi: 10.1108/TQM-04-2024-0164

Dirección de Compras y Contratación Pública. (2024). *Ficha de licitación 3446-4-le24: mantenimiento de planta de tratamiento.* Mercado Público. Descargado de `https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/RFB/DetailsAcquisition.aspx?idlicitacion=3446-4-LE24` (Las certificaciones ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 fueron consideradas como criterio de evaluación)

Dirección de Compras y Contratación Pública. (2025). *Ficha de licitación 1049-122-le25: requisitos de acreditación y certificaciones para servicios de laboratorio.* Mercado Público. Descargado de `https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/RFB/DetailsAcquisition.aspx?idlicitacion=1049-122-LE25` (La documentación solicita certificados ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018)

Ferguson Amores, M. C., García Rodríguez, M., y Bornay Barrachina, M. d. M. (2002). Modelos de implantación de los sistemas integrados de gestión de la calidad, el medio ambiente y la seguridad. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, *8*(1), 97–118. Descargado de `https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=251464`

Fonseca, L. (2015). ISO 9001 quality management systems through the lens of organizational culture. *Quality – Access to Success*, *16*(148), 54–59.

Francisco, F. E., Costa, A. C. F., Sampaio, P. A. C. A., Domingues, P., y de Oliveira, O. J. (2024). Implementation and improvement of integrated management systems: recommendations for their adaptation to the iso high-level structure. *Cleaner Environmental Systems*, *13*, 100227. doi: 10.1016/j.cesys.2024.100227

Hernández-Vivanco, A., y Bernardo, M. (2023). Management systems and productive efficiency along the certification life-cycle. *International Journal of Production Economics*, *266*, 109028. doi: 10.1016/j.ijpe.2023.109028

Horry, R. E., Booth, C. A., Mahamadu, A., y Ball, S. (2024). Implementing iso 14001 in the engineering and construction sectors: a systematic review. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Engineering Sustainability*, *177*(2), 57–67. doi: 10.1680/jensu.23.00038

Ikram, M., Sroufe, R., y Zhang, Q. (2020). Prioritizing and overcoming barriers to integrated management system (IMS) implementation using AHP and G-TOPSIS. *Journal of Cleaner Production*, *254*, 120121. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120121

Instituto Nacional de Normalización. (2026). *Laboratorios de ensayo: esquema de acreditación conforme a NCh-ISO/IEC 17025:2017.* Sitio institucional del INN. Descargado de `https://www.inn.cl/servicio-acreditacion/laboratorios-de-ensayo/` (Consultado en julio de 2026)

International Accreditation Forum, y International Organization for Standardization. (2018). *Expected outcomes for accredited certification to iso management system standards such as iso 9001 and iso 14001.* Joint IAF-ISO guidance document.

International Laboratory Accreditation Cooperation. (2023). *About ILAC.* `https://ilac.org/about-ilac`. (Información institucional sobre el rol de ILAC)

International Network on Quality Infrastructure. (2017). *Quality infrastructure: Definition adopted by INetQI.* `https://www.bipm.org/documents/20126/42177518/QI-definition.pdf`. (Documento en línea)

International Organization for Standardization. (2010). *ISO 26000:2010 guidance on social responsibility.* Geneva: ISO.

International Organization for Standardization. (2015). *Iso 9001:2015 quality management systems – requirements.* Geneva: ISO.

International Organization for Standardization. (2018a). *Iso 31000:2018 risk management – guidelines.* Geneva: ISO.

International Organization for Standardization. (2018b). *ISO 45001:2018 occupational health and safety management systems – requirements with guidance for use.* Geneva: ISO.

International Organization for Standardization. (2024a). *ISO 45001:2018/Amd 1:2024 occupational health and safety management systems – requirements with guidance for use – amendment 1: Climate action changes*. Geneva: ISO.

International Organization for Standardization. (2024b). *ISO 9001:2015/Amd 1:2024 quality management systems – requirements – amendment 1: Climate action changes*. ISO standards catalogue. (Amendment to ISO 9001:2015)

International Organization for Standardization. (2026a). *ISO 14001:2026 environmental management systems – requirements with guidance for use*. Geneva: ISO.

International Organization for Standardization. (2026b). *Iso 9000:2026 quality management – fundamentals and vocabulary*. Geneva: ISO.

International Organization for Standardization. (2026c). *ISO 9001 quality management systems — requirements*. ISO standards catalogue. Descargado de `https://www.iso.org/standard/88464.html` (Edition 6 under publication; ISO/TC 176/SC 2 reported final approval on 7 August 2026 and scheduled publication for 16 September 2026)

International Organization for Standardization. (2026d). *ISO/CD 31000 risk management – guidelines*. ISO standards catalogue. (Committee draft under development)

International Organization for Standardization, y International Accreditation Forum. (2024). *Joint communiqué on the addition of climate action amendments to iso management system standards*. Joint ISO-IAF communiqué. (February 2024)

International Organization for Standardization, y International Electrotechnical Commission. (2017). *Iso/iec 17025:2017 general requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. Geneva: ISO.

International Organization for Standardization, International Laboratory Accreditation Cooperation, y International Accreditation Forum. (2017). *Joint communiqué on the management systems requirements of iso/iec 17025*. Joint ISO-ILAC-IAF communiqué.

ISO/TC 283. (2026). *ISO 45001 revision reaches draft international standard ballot stage*. Official committee news. Descargado de `https://committee.iso.org/sites/tc283/home/news/content-left-area/news-and-updates/news.html` (Draft International Standard under development. The ballot period announced by ISO/TC 283 ran through 9 August 2026; ISO continued to list the project at DIS stage on 25 August 2026)

Joint Committee for Guides in Metrology. (2008). *Jcgm 100:2008 – evaluation of measurement data – guide to the expression of uncertainty in measurement* (Inf. Téc.). Sèvres: JCGM. (Tambien conocido como GUM)

Joint Committee for Guides in Metrology. (2012). *Jcgm 200:2012 – international vocabulary of metrology – basic and general concepts and associated terms (vim), 3rd edition* (Inf. Téc.). Sèvres: JCGM.

Kineber, A. F., Antwi-Afari, M. F., Elghaish, F., Zamil, A. M. A., Alhusban, M., y Qaralleh, T. J. O. (2023). Benefits of implementing occupational health and safety management systems for the sustainable construction industry: A systematic literature review. *Sustainability*, *15*(17), 12697.

doi: 10.3390/su151712697

Kotter, J. P. (1996). *Leading change*. Boston: Harvard Business School Press.

Liu, X., Liu, Y., Li, H., y Wen, D. (2023). Identification and analysis of barriers to the effectiveness of ISO 45001 certification in Chinese certified organisations: A DEMATEL-ISM approach. *Journal of Cleaner Production*, *383*, 135447. doi: 10.1016/j.jclepro.2022.135447

Manders, B. (2015). *Implementation and impact of ISO 9001* (Tesis Doctoral no publicada). Erasmus University Rotterdam, Rotterdam.

Miles, M. B., Huberman, A. M., y Saldaña, J. (2018). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2002). *Decreto supremo n.º 10/2002 (v. y u.) que crea el registro oficial de laboratorios de control técnico de calidad de construcción.* Diario Oficial de la República de Chile. (Norma chilena de carácter reglamentario)

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2018). *Manual de control de calidad de obra.* `https://csustentable.minvu.gob.cl`. (Documento técnico para el control de calidad en obras de edificación)

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2019). *Guía de inscripción al registro de laboratorios de control técnico de calidad de construcción.* `https://proveedorestecnicos.minvu.gob.cl`. (Folleto institucional sobre requisitos de inscripción)

Molina-Reyes, S., Cervera-Cárdenas, J., y Pulido-Rojano, A. (2022). Implementation of a methodology for integrating management systems based on ISO 14001:2015 and ISO 45001:2018 in construction companies. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, *30*(4), 769–782.

Nunhes, T. V., Motta, L. C. F., y de Oliveira, O. J. (2019). Guiding principles of integrated management systems: Towards unifying and more efficient ISO systems. *Journal of Cleaner Production*, *210*, 659–671. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.11.066

Osterwalder, A., y Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Panagiotidou, E., Chountalas, P. T., Magoutas, A. I., Georgakellos, D. A., y Lagodimos, A. G. (2025). Systematic identification and validation of critical success factors for iso/iec 17025 implementation. *Administrative Sciences*, *15*(2), 60. doi: 10.3390/admsci15020060

Panagiotidou, E., Chountalas, P. T., Magoutas, A. I., y Kitsios, F. C. (2025). The multifaceted impact of iso/iec 17025 accreditation: a sector-specific analysis in civil engineering testing and calibration laboratories. *The TQM Journal*, *37*(4), 998–1035. doi: 10.1108/TQM-10-2023-0347

Psomas, E., y Antony, J. (2015). The effectiveness of the ISO 9001 quality management system and its influential critical factors in Greek manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, *53*(7), 2089–2099. doi: 10.1080/00207543.2014.965353

Psomas, E., y Pantouvakis, A. (2013). The impact of ISO 9001 effectiveness on the performance of service companies. *Managing Service Quality*, *23*(2), 149–164.

Schein, E. H. (2010). *Organizational culture and leadership* (4th ed.). San Francisco: Jossey-Bass.

Talapatra, S., Santos, G., Uddin, K., y Carvalho, F. (2019). Main benefits of integrated management

systems through literature review. *International Journal for Quality Research*, *13*(4), 1037–1054. doi: 10.24874/IJQR13.04-19

Tarí, J. J., Molina-Azorín, J. F., y Heras-Saizarbitoria, I. (2012). Benefits of the ISO 9001 quality management system: An empirical study of Spanish companies. *The TQM Journal*, *24*(5), 510–521.

Teece, D. J., Pisano, G., y Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, *18*(7), 509–533.

Wang, J., y Liu, F. (2023). Examining the link between integrated management systems and firm performance: do the integration strategies matter? *International Journal of Operations & Production Management*, *43*(2), 332–356.

World Bank Group. (2019). *Ensuring quality to gain access to global markets: A reform toolkit*. Washington, DC: World Bank.

Zeng, S. X., Tam, V. W. Y., y Tam, C. M. (2008). Towards occupational health and safety systems in the construction industry of china. *Safety Science*, *46*(8), 1155–1168. doi: 10.1016/j.ssci.2007.08.005