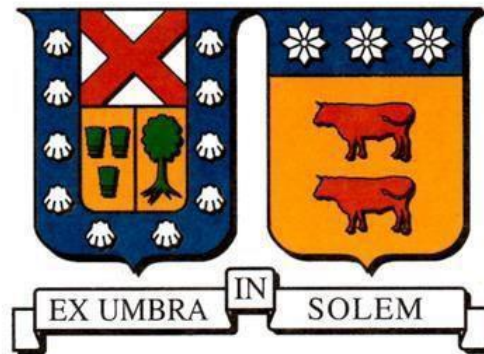




UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE CONCEPCION REY BALDUINO DE BELGICA
CONCEPCION

**Propuesta de protocolo estandarizado para la entrega y revisión
de proyectos en CyD Ingeniería**

PABLO ALBERTO SILVA NÚÑEZ

2025

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

SEDE CONCEPCION

“REY BALDUINO DE BELGICA”

**PROPUESTA DE PROTOCOLO ESTANDARIZADO PARA LA ENTREGA Y
REVISIÓN DE PROYECTOS EN CYD INGENIERÍA**

**TRABAJO PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CONSTRUCTOR**

Alumno: Pablo Alberto Silva Núñez

Profesor Guía: Sergio Hernández Aravena

2025



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD
DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO**

**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: Propuesta de protocolo estandarizado para la entrega y revisión de proyectos en CyD Ingeniería

Nombre del candidato(a): Pablo Alberto Silva Núñez

Carrera / Grado: Ingeniería en Construcción con Licenciatura en Ingeniería

Campus: Concepción **Departamento:** Construcción

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Sergio Eduardo Hernandez Aravena, 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 (marcar una opción)

☒ 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 (marcar una opción):

☐ 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: 10 de marzo, 2026

Firma: 
Sergio Hernández Aravena

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 10/03/2026

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.

Agradecimientos

Al finalizar esta importante etapa de mi vida académica, quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que, de una u otra forma, fueron parte fundamental de este proceso y contribuyeron a que hoy pueda estar más cerca de convertirme en el profesional que aspiro a ser.

En primer lugar, quiero agradecer profundamente a mi familia, quienes han sido el pilar fundamental a lo largo de todo este camino. A mi padre, por su paciencia, comprensión y por enseñarme el valor del esfuerzo y la constancia. A mi madre, por su apoyo incondicional y por estar siempre presente en cada momento importante. A mi hermano Javier, quien siempre me motivó a buscar el éxito y a seguir formándome profesionalmente, impulsándome a superarme y a confiar en mis capacidades.

De igual manera, quiero agradecer a mi pareja, Madelen, quien ha sido una fuente permanente de apoyo, comprensión y motivación durante estos ocho años de relación. Su compañía, paciencia y confianza en mí han sido fundamentales durante este largo proceso académico, especialmente en aquellos momentos en que las exigencias parecían superar las fuerzas.

También deseo expresar mi gratitud a Rubén Valverde e Ingrid Guzmán, quienes me brindaron su apoyo desde mis primeros pasos en el nivel técnico hasta mi formación en ingeniería, haciendo todo más sencillo.

Asimismo, quiero agradecer de manera muy especial a Matías Rivas Zúñiga y Sebastiana Fonseca Prado, quienes además de ser compañeros de carrera se convirtieron en grandes amigos y un verdadero equipo de trabajo durante estos años. Con ellos compartí largas jornadas de estudio, noches de desvelo, desafíos académicos y muchos momentos que hicieron este proceso mucho más llevadero.

Finalmente, quisiera agradecer al profesor Sergio Hernández Aravena, quien estuvo presente desde mis años de formación técnica y cuyas enseñanzas y orientación académica han sido un valioso aporte en mi formación profesional.

Índice

Agradecimientos	1
Introducción.....	4
Formulación Del Problema	5
Justificación Del Problema	11
Objetivo General.....	13
Objetivos Específicos	13
Metodología De Trabajo	14
1. Levantamiento y análisis de la situación actual.....	14
2. Revisión documental y marco de referencia	14
3. Desarrollo de la propuesta de protocolo estandarizado	15
Marco Teórico.....	16
Definiciones:.....	16
Marco Normativo.....	19
CAPÍTULO I: DIAGNOSTICO DE PROCEDIMIENTOS DE ENTREGA Y REVISIÓN DE PROYECTOS EN CYD INGENIERÍA.	20
Introducción.....	21
Levantamiento De Información	22
1.3 Estructura De La Encuesta.....	22
1.4 Tabulación De Respuestas.....	24
1.5 Respuestas Abiertas.....	25
1.6 Conclusión De Preguntas Abiertas	26
1.7 Análisis General De Resultados	26
1.7 Principales Debilidades Identificadas.....	27
2.0 Análisis complementario de procesos internos y evidencia documental.	27
2.1 Procesos declarados vs. Procesos aplicados	27
2.2 Falta De Trazabilidad Y Control Documental.....	28
2.3 Limitada existencia de indicadores de control (KPIs)	30
2.4 Análisis del proceso actual de revisión	30
2.5 Inconsistencias entre especialidades	31

2.6 OPORTUNIDADES DE MEJORA	34
2.7 Conclusión del capítulo.....	34
Capítulo II: análisis de estándares, buenas prácticas y principios de coordinación propios de la metodología BIM.....	35
Introducción	36
1. Principios fundamentales de la metodología BIM	37
Colaboración.....	37
Interoperabilidad	37
Trazabilidad	38
2. Buenas prácticas BIM y estándares de referencia.....	38
3. Aplicabilidad de los principios BIM en CyD Ingeniería.....	39
4. Factibilidad de implementación	39
5. Beneficios esperados.....	40
6. Conclusión del capítulo.....	40
Capítulo III: Desarrollo De La Propuesta De Protocolo Estandarizado	41
3.1 Objetivo del protocolo propuesto	42
3.2 Alcance del protocolo	42
3.3 Flujo general del proceso de desarrollo y revisión.....	42
3.4 Estructura de carpetas y control de versiones del proyecto	44
3.4.1 Estructura general del proyecto.....	44
3.4.2 Organización por revisiones y especialidades	45
3.4.3 Estructura interna de trabajo por especialidad	45
3.5 Control de cambios y trazabilidad documental.....	46
3.6 Herramientas de apoyo al protocolo.....	47
3.6.1 Checklist de revisión de entregables	47
3.6.2 Consideración de hitos contractuales en el proceso de revisión	48
3.7 Evaluación de la propuesta de protocolo	49
Conclusiones	50

Introducción

El desarrollo de proyectos de ingeniería requiere de una coordinación efectiva entre las distintas especialidades involucradas, de modo que la información técnica fluya de manera ordenada, coherente y verificable. La correcta gestión de esta coordinación es esencial para asegurar que las obras se ejecuten de acuerdo con lo proyectado, evitando errores, sobrecostos o retrasos que afecten la productividad y calidad de los resultados.

En este contexto, la empresa CyD Ingeniería, dedicada al diseño y desarrollo de proyectos de infraestructura, ha evidenciado la necesidad de fortalecer sus procesos internos de entrega y revisión de documentación técnica. Actualmente, las distintas especialidades trabajan bajo criterios propios de representación y formato, sin un estándar común que garantice la coherencia y trazabilidad de la información. Esto genera discrepancias entre planos, dificultades en la revisión, y una mayor dependencia de la experiencia individual de los profesionales para resolver inconsistencias.

Frente a esta realidad, surge la necesidad de proponer un protocolo estandarizado de entrega y revisión de proyectos, que incorpore principios de colaboración y organización inspirados en la metodología BIM. Si bien no se pretende implementar un sistema BIM completo, se busca orientar el trabajo hacia sus fundamentos principales la interoperabilidad, la organización de la información y la estandarización de procesos, con el objetivo de mejorar la comunicación entre especialidades, reducir errores y optimizar la eficiencia en la gestión de proyectos dentro de la empresa.

Formulación Del Problema

En el desarrollo de proyectos de ingeniería, la coordinación entre las distintas especialidades constituye un proceso esencial para garantizar la correcta ejecución de las obras. Sin embargo, en la práctica, este proceso suele verse afectado por discrepancias técnicas, diferencias en los formatos de entrega y deficiencias en la revisión interna de los documentos. Estas falencias generan inconsistencias entre disciplinas, provocando errores constructivos, retrabajos y retrasos que inciden directamente en la productividad y eficiencia de las empresas del rubro.

En CyD Ingeniería, la inexistencia de un protocolo formal y unificado ha derivado en una alta frecuencia de errores técnicos, retrabajos y demoras en la revisión de proyectos, lo que impacta directamente en la eficiencia operativa, los plazos de entrega y los costos asociados. Actualmente, las diferencias en criterios gráficos, nomenclaturas y formatos entre especialidades generan observaciones reiterativas y falta de coherencia entre documentos técnicos. Actualmente, los procesos de revisión se realizan bajo criterios personales o dependientes del equipo de trabajo, lo que ocasiona diferencias en la presentación gráfica, nomenclatura y formato de los planos.

En la práctica, estas diferencias se manifiestan en planos de diversas especialidades, donde se observan inconsistencias en la visualización y presentación de la información técnica. En la Figura 1 se muestra un ejemplo correspondiente a la especialidad de diseño geométrico, en el cual se aprecian errores de visualización en la vista superior, producto de una configuración gráfica incorrecta o falta de revisión previa. Este proyecto forma parte de una iniciativa del MOP para mejorar la conectividad vial entre las comunas de Tomé (Dichato), Florida y Hualqui, mediante la interconexión de las rutas O-250 y O-298, específicamente en el sector Dichato–Rafael. El objetivo principal es mejorar la infraestructura vial, favoreciendo el transporte, la integración territorial y el desarrollo regional, además de aumentar la seguridad y eficiencia del tránsito en la zona.

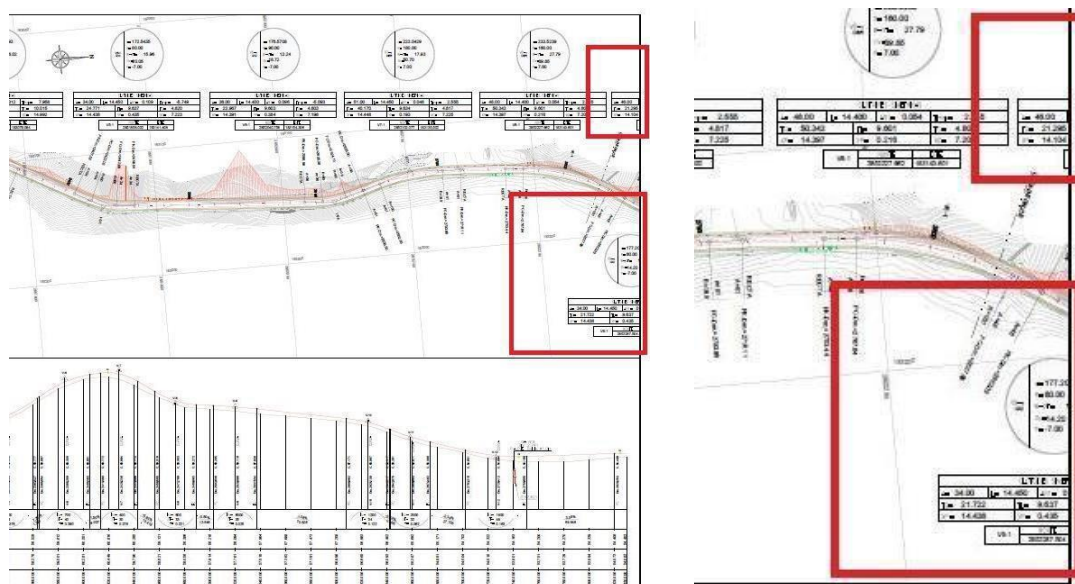


Figura 1: Ejemplo de plano de diseño geométrico con errores de visualización de información (Elementos de rotulación de clotoides incompletos)

Fuente: Elaboración propia a partir de documentación de CyD Ingeniería (Proyecto BC DICHATO – RAFAEL).

De acuerdo con los resultados de una encuesta interna aplicada al personal técnico, el 89% de los encuestados indicó que las observaciones o errores se detectan con frecuencia o mucha frecuencia durante la revisión de proyectos, evidenciando la necesidad de un proceso más controlado y sistemático.

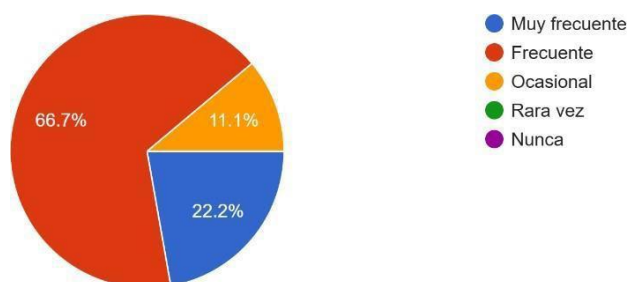


Gráfico 1.1: Frecuencia de detección de errores durante revisión interna de proyectos.

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento interno de datos (2025).

Asimismo, los principales errores detectados se relacionan con falta de información (77,8%), errores de formato (55,6%) y problemas de nomenclatura (55,6%), lo que refleja una deficiente estandarización en la documentación técnica.

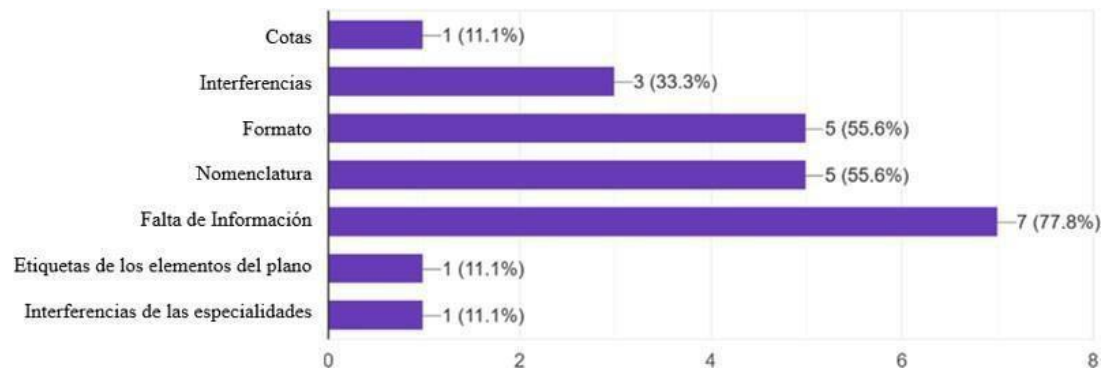


Gráfico 1.2: Tipos de errores más frecuentes en la revisión de proyectos.

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento interno de datos (2025).

Entre las especialidades más afectadas, destacan Saneamiento (87,5%) y Diseño Geométrico (37,5%), lo que sugiere una mayor incidencia de errores en disciplinas donde la precisión y coordinación entre planos es crítica.

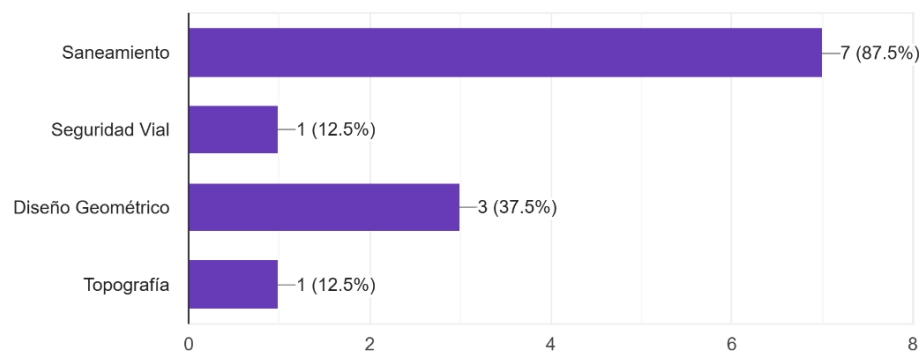


Gráfico 1.3: Especialidades con mayor presencia de inconsistencias en los proyectos.

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento interno de datos (2025).

Los resultados también indican que el 67% de los proyectos requiere entre dos y tres rondas de revisión antes de ser aprobados, lo que genera una pérdida de tiempo significativa en comparación con un proceso de control estandarizado. Además, el 68% de los participantes señaló que el proceso completo de revisión y aprobación supera las tres semanas, lo que impacta directamente en los plazos de entrega y en la eficiencia del equipo.

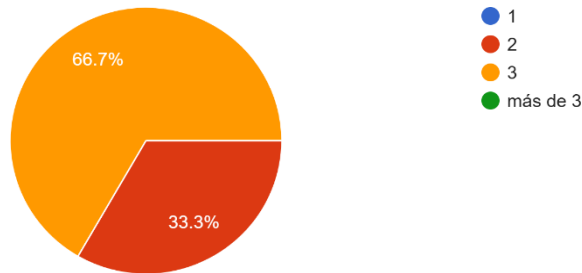


Gráfico 1.4: Número promedio de rondas de revisión antes de la aprobación final de un proyecto.

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento interno de datos (2025).

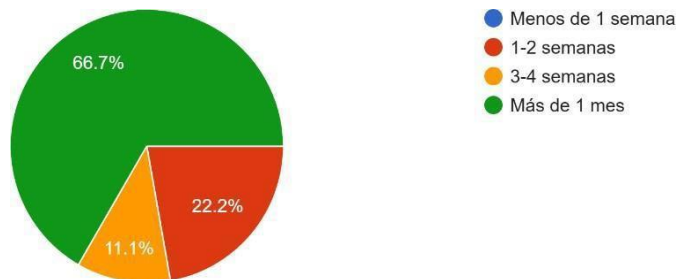


Gráfico 1.5: Tiempo promedio transcurrido entre la entrega inicial y la aprobación final de un proyecto.

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento interno de datos (2025).

Otro aspecto relevante identificado es que el 71% de los encuestados estima que entre el 10% y el 25% de los proyectos anuales presenta retrasos o sobrecostos atribuibles a inconsistencias de información, mientras que el 100% reconoce que los errores de

coordinación han derivado en retrabajos o modificaciones contractuales, afectando tanto la planificación como la ejecución de obras.

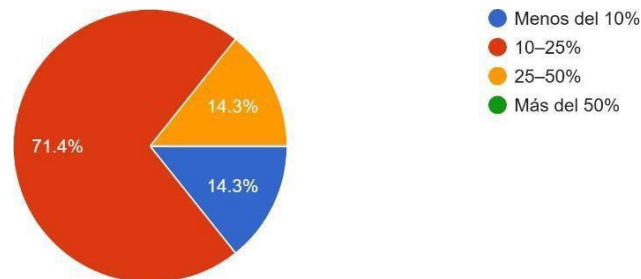


Gráfico 1.6: Proporción de proyectos anuales con atrasos o sobrecostos atribuibles a inconsistencias de información.

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento interno de datos (2025).

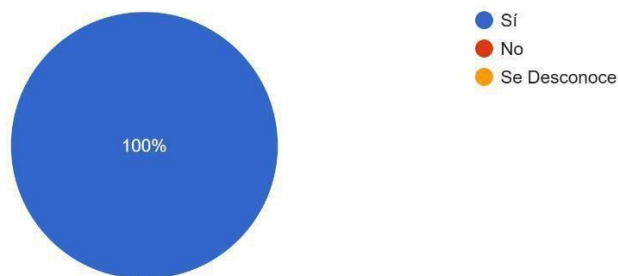


Gráfico 1.7: Incidencia de errores de coordinación que generan retrabajos o modificaciones contractuales.

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento interno de datos (2025).

Estos resultados confirman que los problemas de comunicación, la falta de revisión oportuna y la ausencia de un flujo definido de entrega constituyen factores críticos dentro del proceso de desarrollo de proyectos. En consecuencia, se evidencia la necesidad de implementar un protocolo estandarizado de revisión y entrega que

permita mejorar la trazabilidad de la información, reducir las observaciones reiterativas y optimizar la coordinación entre especialidades.

Finalmente, el 75% del personal consultado considera viable o parcialmente viable implementar un protocolo común basado en principios BIM, siempre que exista capacitación, voluntad y colaboración entre los equipos, lo que demuestra una disposición favorable para avanzar hacia una metodología más estructurada y colaborativa dentro de la empresa.

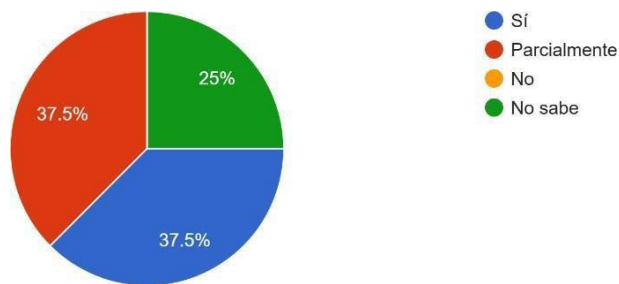


Gráfico 1.8: Percepción sobre la viabilidad de implementar un protocolo común de revisión basado en principios BIM.

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento interno de datos (2025).

Justificación Del Problema

La correcta gestión y coordinación de la información técnica en los proyectos de ingeniería es un factor determinante para garantizar la calidad de los resultados, la eficiencia en los plazos y la optimización de los recursos. En CyD Ingeniería, la ausencia de un protocolo unificado de entrega y revisión ha evidenciado deficiencias que afectan directamente la productividad y coherencia de los entregables. Los resultados obtenidos mediante la encuesta interna reflejan que, en promedio, cada proyecto presenta entre tres y cuatro observaciones antes de su aprobación final, lo que genera retrasos de hasta cuatro días hábiles por correcciones y una mayor carga de revisión para los equipos técnicos.

Estas dificultades no solo inciden en los tiempos de entrega, sino también en la consistencia de la información entre especialidades, generando diferencias en formatos, simbología y criterios de representación. La falta de comunicación formal entre áreas, la emisión de planos sin revisión previa y la inexistencia de documentación que describa el flujo de entrega agravan la situación, incrementando el riesgo de errores y retrabajos en obra.

Además de estos efectos técnicos y operativos, los retrasos derivados de errores en la documentación tienen un impacto económico directo para la empresa. Según las bases administrativas del proyecto BC DICHATO – RAFAEL, se establece que el incumplimiento de plazos contractuales acarrea una multa diaria del 0,2% sobre el valor neto total del contrato. Por ejemplo, en un contrato de \$100.000.000 CLP, un atraso de cinco días podría representar una multa de \$1.000.000 CLP. Esta relación entre errores técnicos y penalizaciones económicas refuerza la necesidad de establecer mecanismos que reduzcan la frecuencia de observaciones y retrabajos.

Fuente: CyD Ingeniería (2024). Bases Administrativas – Proyecto BC DICHATO – RAFAEL. Sección 5.3.1.

Frente a este escenario, la implementación de un protocolo estandarizado de entrega y revisión de proyectos permitirá establecer criterios uniformes, reducir observaciones repetitivas y fortalecer la trazabilidad documental. Además, al incorporar principios de colaboración y coordinación inspirados en la metodología BIM, se promueve una cultura de trabajo integrada que favorece la comunicación entre disciplinas y la mejora continua dentro de la empresa.

Por lo tanto, este estudio se justifica en la necesidad de mejorar la eficiencia operativa y la calidad técnica de los proyectos desarrollados por CyD Ingeniería, contribuyendo al fortalecimiento institucional, a la reducción de errores y a la optimización de los procesos internos de diseño y revisión.

Objetivo General

Desarrollar una propuesta de protocolo estandarizado para la entrega y revisión de proyectos, orientado a criterios de estandarización, interoperabilidad y trazabilidad inspirados en la metodología BIM, con el propósito de mejorar la consistencia informativa y la eficiencia de los procesos internos de CyD Ingeniería.

Objetivos Específicos

1. Levantar y analizar los procedimientos actuales de entrega y revisión de proyectos en CyD Ingeniería, identificando las principales deficiencias asociadas a la coordinación entre especialidades, el control documental y la consistencia gráfica.
2. Analizar principios y buenas prácticas aplicables a la gestión de la información en proyectos de ingeniería, tomando como referencia estándares asociados a la metodología BIM.
3. Desarrollar una propuesta de protocolo estandarizado que ordene el flujo de entrega y revisión de proyectos, ajustada a la realidad operativa de CyD Ingeniería, incorporando una revisión preliminar de su factibilidad de aplicación.

Metodología De Trabajo

Para el desarrollo del presente trabajo de título se plantea una metodología de carácter descriptivo y propositivo, estructurada en tres etapas principales, las cuales permiten abordar el diagnóstico de la situación actual, la revisión de antecedentes relevantes y la elaboración de una propuesta de protocolo estandarizado, ajustada a la realidad operativa de CyD Ingeniería.

1. Levantamiento y análisis de la situación actual

En esta etapa se realiza el levantamiento de información relacionada con los procedimientos actualmente utilizados en la entrega y revisión de proyectos dentro de CyD Ingeniería. Para ello, se consideran encuestas al personal técnico, revisión de documentación interna, análisis de diagramas de flujo preliminares y recopilación de ejemplos reales de entregables técnicos.

La información obtenida permite identificar las principales deficiencias del proceso actual, tales como inconsistencias gráficas, diferencias de formato y nomenclatura, falta de control documental y reiteración de observaciones durante las revisiones internas, configurando el diagnóstico base del estudio.

2. Revisión documental y marco de referencia

A partir del diagnóstico realizado, se desarrolla una revisión de antecedentes normativos, técnicos y conceptuales vinculados a la estandarización de procesos y a la gestión de la información en proyectos de ingeniería. Esta revisión incluye normativa vigente, manuales técnicos y referencias asociadas a buenas prácticas de coordinación y control documental.

Asimismo, se analizan principios asociados a la metodología BIM que resultan aplicables al contexto del estudio, tales como la coordinación entre especialidades, la trazabilidad de la información y la estandarización de criterios, utilizados únicamente como marco conceptual y no como una implementación BIM formal.

3. Desarrollo de la propuesta de protocolo estandarizado

En la etapa final se elabora una propuesta de protocolo estandarizado para la entrega y revisión de proyectos, orientada a ordenar el flujo de trabajo, establecer criterios comunes de presentación y definir lineamientos básicos de revisión interna.

La propuesta se estructura considerando la realidad operativa de CyD Ingeniería y se enfoca en mejorar la coherencia de los entregables, reducir la recurrencia de observaciones y facilitar la coordinación entre especialidades, sentando las bases para una gestión más eficiente y controlada del proceso.

Marco Teórico

Definiciones:

Estandarización: Proceso mediante el cual se establecen normas, formatos y procedimientos uniformes para la elaboración de documentos, planos y entregables. Su finalidad es garantizar la coherencia, legibilidad y compatibilidad entre las distintas especialidades que componen un proyecto de ingeniería

Control Documental: Conjunto de procedimientos que aseguran la correcta gestión, trazabilidad y actualización de los documentos técnicos durante el desarrollo de un proyecto. Incluye la identificación, codificación, almacenamiento, distribución y revisión de los archivos.

Metodología BIM (Building Information Modeling): El Building Information Modeling (BIM) es una metodología colaborativa que permite crear, gestionar y compartir información digital a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto constructivo. A través de modelos tridimensionales integrados, BIM reúne datos geométricos, técnicos y operativos en una única fuente de información, facilitando la coordinación interdisciplinaria y la toma de decisiones basadas en información precisa y actualizada.

Más allá de ser una herramienta tecnológica, BIM representa un cambio en la forma de trabajar, promoviendo una cultura de colaboración entre las distintas especialidades involucradas en el desarrollo de un proyecto. Sus principios fundamentales son la colaboración, la interoperabilidad y la trazabilidad, los cuales aseguran que la información fluya de manera ordenada, clara y verificable entre los participantes del proyecto.

Los beneficios de su implementación incluyen la reducción de errores, la optimización de procesos y una mejor comunicación entre equipos, contribuyendo a una gestión más eficiente y transparente de la información técnica.

Estándares BIM (Building Information Modeling): Los estándares BIM son un conjunto de lineamientos, convenciones y buenas prácticas que definen cómo debe estructurarse, nombrarse y compartirse la información dentro de un entorno colaborativo.

Estos estándares establecen formatos de archivo comunes, reglas de nomenclatura, niveles de detalle (LOD) y protocolos de intercambio de información entre disciplinas, garantizando la consistencia y compatibilidad de los datos.

Diseño Geométrico: Especialidad encargada de definir la configuración física del trazado vial, considerando elementos como ejes, curvas, peraltes, radios y sobreanchos. Su correcta definición es esencial para garantizar la seguridad y comodidad del tránsito, así como la coherencia con las demás disciplinas. Los errores en esta especialidad suelen generar conflictos con obras de saneamiento, estructuras o iluminación.

Saneamiento: Disciplina responsable del diseño de los sistemas de drenaje y evacuación de aguas superficiales y subterráneas. Su función principal es evitar la acumulación de agua en la calzada y las zonas adyacentes, manteniendo la seguridad y durabilidad del pavimento. La coordinación con el diseño geométrico es fundamental para asegurar el correcto emplazamiento de sumideros, cunetas y colectores.

Seguridad Vial: Conjunto de acciones, medidas y diseños orientados a prevenir accidentes y garantizar condiciones seguras de desplazamiento para los usuarios de la vía. En los proyectos de ingeniería vial, la seguridad se aborda mediante la correcta disposición de elementos como señalización vertical y horizontal, tachas reflectantes, defensas metálicas, barreras, demarcaciones y dispositivos de contención. Una adecuada planificación y coordinación de estos elementos permite minimizar riesgos, mejorar la visibilidad y asegurar la funcionalidad del camino bajo distintas condiciones de tránsito.

Topografía: Disciplina encargada de la medición, representación y análisis del terreno, con el objetivo de obtener información precisa sobre su forma, relieve y dimensiones. En los proyectos de ingeniería vial, la topografía proporciona la base para el diseño geométrico, el cálculo de volúmenes, la ubicación de estructuras y la definición de obras de drenaje. La calidad y precisión del levantamiento topográfico influyen directamente en la exactitud del proyecto y en la detección temprana de interferencias entre especialidades.

Marco Normativo

Manual de Carreteras, Volumen 4: Especificaciones y Planos Tipo

norma principal que guía la elaboración y revisión de planos en proyectos de ingeniería vial, por lo que constituye la base técnica sobre la cual se apoya la estandarización propuesta en este estudio.

Decreto Supremo N°75/2004 del MOP

Fundamenta legalmente la necesidad de entregar productos conforme a estándares técnicos y procedimientos formales de revisión, siendo aplicable a los proyectos desarrollados por CyD Ingeniería en el marco de licitaciones públicas.

Norma Chilena NCh 819: Of.1971- Dibujo técnico

Resulta fundamental para la estandarización de los planos, ya que define los criterios gráficos básicos que permiten la lectura y comprensión uniforme de los documentos técnicos entre las distintas especialidades.

Norma Chilena NCh 170:2016 Hormigón: Requisitos Generales

Se relaciona con la especialidad de estructuras y establece parámetros técnicos mínimos que deben respetarse en los diseños estructurales incluidos dentro de los entregables del proyecto.

Norma Chilena NCh ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad

Sustenta la necesidad de establecer un protocolo de revisión y estandarización dentro de la empresa, asegurando la trazabilidad, control y mejora en la gestión de los entregables técnicos.

**CAPÍTULO I: DIAGNOSTICO DE PROCEDIMIENTOS DE ENTREGA Y
REVISIÓN DE PROYECTOS EN CYD INGENIERÍA.**

Introducción

El presente capítulo tiene como propósito analizar y diagnosticar los procedimientos actualmente utilizados en CyD Ingeniería para la entrega y revisión de proyectos, con el objetivo de identificar las principales deficiencias, limitaciones y oportunidades de mejora que afectan la coordinación entre las distintas especialidades técnicas.

Este diagnóstico se basa en la recopilación de información mediante observación interna y encuestas aplicadas al personal técnico, orientadas a conocer los métodos de revisión, la frecuencia de errores y los criterios de control documental empleados en los proyectos desarrollados por la empresa.

El análisis de los resultados obtenidos permite comprender de manera objetiva la situación actual, evidenciando las causas recurrentes de inconsistencias en los planos técnicos, la falta de estandarización en los formatos de entrega y la ausencia de procedimientos formales de revisión. Estos antecedentes constituyen la base fundamental para el desarrollo del siguiente capítulo, en el cual se abordarán los principios y buenas prácticas BIM aplicables al contexto operativo de la organización, con el fin de orientar la propuesta de un protocolo estandarizado de revisión y entrega de proyectos.

Levantamiento De Información

Con el objetivo de conocer los procedimientos actualmente utilizados en la entrega y revisión de proyectos dentro de CyD Ingeniería, se realizó una encuesta interna dirigida a profesionales de distintas especialidades de la empresa. El propósito fue identificar debilidades, diferencias de criterio y oportunidades de mejora en el proceso de coordinación interdisciplinaria. Los resultados obtenidos sirvieron como base para la formulación del problema y para respaldar los gráficos expuestos en dicho apartado.

1.3 Estructura De La Encuesta

La encuesta se organizó en cinco bloques temáticos:

1. Procedimientos y fuentes de inconsistencias

- ¿Con qué frecuencia se detectan observaciones o errores durante la revisión interna de proyectos?
- ¿Qué tipo de errores son más comunes?
- ¿Qué especialidades presentan mayor cantidad de inconsistencias?
- ¿Qué factores considera que explican la mayor parte de las observaciones en los proyectos?

2. Tiempos y rondas de revisión

- ¿Cuántas rondas de revisión se realizan en promedio antes de aprobar un proyecto?
- ¿Cuánto tiempo promedio transcurre entre la entrega inicial y la aprobación final?
- ¿Qué instancias generan los mayores retrasos durante la revisión?

3. Impacto operativo y económico

- ¿Qué tan significativo considera el impacto de las correcciones en los plazos del proyecto?
- ¿Ha ocurrido que los errores de coordinación generen retrabajos o modificaciones contractuales?
- ¿Qué proporción de los proyectos anuales presenta atrasos o sobrecostos atribuibles a inconsistencias de información?

4. Formatos, criterios y documentación

- ¿Existen criterios definidos para la entrega de planos (formato, simbología, orden de láminas, nomenclatura)?
- ¿Cada especialidad utiliza su propio formato o existe uno común?
- ¿Existe documentación que describa el flujo actual de entrega y revisión?
- ¿Qué mejoras considera necesarias para estandarizar estos criterios?

5. Opinión y factibilidad de mejora

- ¿Qué tan satisfecho está con el proceso actual de entrega y revisión de proyectos?
- ¿Cuáles considera los principales problemas o debilidades del proceso actual?
- ¿Considera viable implementar un protocolo común de revisión basado en principios BIM?
- ¿Qué condiciones cree necesarias para su implementación exitosa?

1.4 Tabulación De Respuestas

Las respuestas obtenidas fueron sistematizadas y tabuladas, reflejando las siguientes tendencias principales:

Pregunta	Respuesta predominante	Interpretación
Frecuencia de observaciones	Frecuente / Muy frecuente	Se detectan observaciones en la mayoría de las revisiones internas.
Tipo de errores más comunes	Formato – nomenclatura – falta de información	Los errores provienen principalmente de diferencias de presentación entre especialidades.
Especialidades más afectadas	Vial y Saneamiento	Coincide con los conflictos detectados en compatibilización de planos.
Rondas de revisión promedio	3 a 4 revisiones	Se requieren múltiples iteraciones antes de lograr una aprobación final.
Tiempo entre entrega y aprobación	2 a 4 semanas	Se evidencia demora en el flujo de revisión y corrección.
Proyectos con sobrecostos	25 % – 50 %	Las inconsistencias generan impacto económico significativo.
Factibilidad de implementar protocolo común BIM	Alta / Parcialmente viable	Se percibe una buena disposición hacia la estandarización y colaboración.

Los resultados reflejan una percepción compartida de falta de uniformidad en los procesos de revisión, reiteración de observaciones por formato o nomenclatura y retrasos asociados a la ausencia de un procedimiento estandarizado. El levantamiento confirma la necesidad de unificar criterios y establecer un protocolo institucional de revisión y entrega, que permita mejorar la eficiencia, la trazabilidad y la coherencia técnica entre especialidades dentro de CyD Ingeniería.

1.5 Respuestas Abiertas

En cuanto a las preguntas de respuestas abiertas se obtuvieron los siguientes antecedentes.

1. Factores que explican la mayoría de las observaciones:

- Falta de revisión previa y coordinación entre especialidades.
- Diferencias en criterios gráficos y formatos.
- Comunicación deficiente entre proyectistas y revisores.
- Apuro en las entregas sin control de calidad previo.

2. Instancias que generan mayores retrasos en la revisión:

- Revisión tardía por parte de jefes de proyecto o contrapartes.
- Retrabajos por observaciones repetitivas.
- Falta de tiempos definidos para revisión y liberación de planos.

3. Ejemplos de impactos por errores de coordinación:

- Retrabajos en obra y necesidad de modificar planos aprobados.
- Cambios contractuales por interferencias no detectadas.
- Aumento del tiempo de revisión y pérdida de continuidad en los flujos.

4. Mejoras sugeridas para estandarizar criterios:

- Crear un protocolo o guía común de entrega de planos.
- Establecer formatos institucionales y plantillas únicas.
- Incluir revisiones cruzadas entre especialidades.
- Documentar el flujo de entrega y aprobación con responsables y plazos.

5. Principales problemas o debilidades del proceso actual:

- Falta de control sobre los formatos y nomenclaturas.
- Escasa comunicación entre áreas técnicas.
- Entregas sin revisión previa ni trazabilidad del proceso.
- Retrasos por indefinición de responsables en cada etapa.

6.

Condiciones necesarias para implementar un protocolo común BIM:

- Capacitación básica en conceptos de coordinación y gestión documental.
- Compromiso de todas las áreas para utilizar el mismo formato.
- Nombrar responsables por revisión y aprobación de planos.
- Uso de plataformas compartidas para centralizar la información.

1.6 Conclusión De Preguntas Abiertas

En conjunto, las respuestas reflejan un diagnóstico claro, CyD Ingeniería cuenta con personal consciente de las deficiencias actuales y abierto a la mejora, pero la falta de estandarización y trazabilidad en la documentación técnica limita la eficiencia, retrasa las entregas y genera sobrecostos evitables. Por lo tanto, se reafirma la necesidad y pertinencia del objetivo de tu proyecto: desarrollar un protocolo estandarizado de entrega y revisión de proyectos orientado a los principios de colaboración y coordinación de la metodología BIM.

1.7 Análisis General De Resultados

Los resultados obtenidos a partir del levantamiento de información y la encuesta aplicada al equipo técnico de CyD Ingeniería evidencian que los procesos actuales de entrega y revisión de proyectos presentan deficiencias principalmente asociadas a la falta de estandarización documental y a la ausencia de criterios uniformes entre las distintas especialidades.

Se observa que en la mayoría de los proyectos se generan múltiples rondas de revisión antes de llegar a una versión aprobada, lo que repercute directamente en los plazos de entrega y en el aumento de la carga de trabajo para los profesionales involucrados. Las causas más frecuentes de observaciones corresponden a errores en la presentación gráfica, diferencias en nomenclaturas, falta de información técnica y discrepancias entre planos de distintas disciplinas.

A su vez, se constató que no existe un procedimiento institucional que regule la forma en que se deben revisar, registrar y aprobar los planos. Cada especialidad actúa bajo sus propios criterios, lo que deriva en inconsistencias de formato y contenido, afectando la coordinación y generando retrabajos tanto en oficina como en obra.

1.7 Principales Debilidades Identificadas

Del análisis realizado se desprenden lassiguientes debilidades estructurales del proceso actual:

- Ausencia de un protocolo de entrega y revisión común para todas las especialidades.
- Falta de trazabilidad en las observaciones y revisiones realizadas.
- Inconsistencias gráficas y de formato entre planos de distintas áreas.
- Dependencia excesiva de la experiencia individual de los revisores.
- Escasa comunicación entre equipos de especialidades.
- Retrasos reiterados en la aprobación final de planos por observaciones repetitivas.

Estas debilidades confirman la necesidad de establecer procedimientos uniformes que aseguren la coherencia técnica y faciliten la revisión interdisciplinaria.

1.8 Análisis complementario de procesos internos y evidencia documental.

Además del levantamiento realizado mediante la encuesta interna, se revisaron documentos, flujos preliminares y material operativo disponible dentro de CyD Ingeniería, con el objetivo de complementar el diagnóstico y profundizar en la forma en que se desarrollan los procesos de entrega y revisión de planos. Esta revisión permitió identificar brechas no observables, fortaleciendo la comprensión del problema y evidenciando la necesidad de una estandarización formal.

1.9 Procesos declarados vs. Procesos aplicados

CyD Ingeniería dispone de ciertos documentos internos y representaciones gráficas que describen un flujo ordenado del proceso de dibujo y revisión. Estos diagramas incluyen etapas como:

- Solicitud inicial del plano por parte del área requirente.
- Asignación del requerimiento al dibujante correspondiente.
- Desarrollo técnico del plano.
- Revisión interna preliminar.
- Generación de observaciones y correcciones.
- Validación final y emisión del documento aprobado.

Sobre el papel, estos flujos muestran una estructura coherente y lógica que permitiría mantener orden y consistencia en los entregables. No obstante, durante la revisión se identificó que estos diagramas corresponden a propuestas no implementadas, es decir, representan la intención de formalizar un proceso, pero no han sido incorporados de manera obligatoria ni sistemática en el funcionamiento real de los proyectos.

La existencia de estos flujos preliminares indica que CyD Ingeniería sí ha reconocido la necesidad de ordenar los procesos, pero no ha logrado consolidarlos en la práctica cotidiana, lo que genera una desconexión entre la planificación y la operación real.

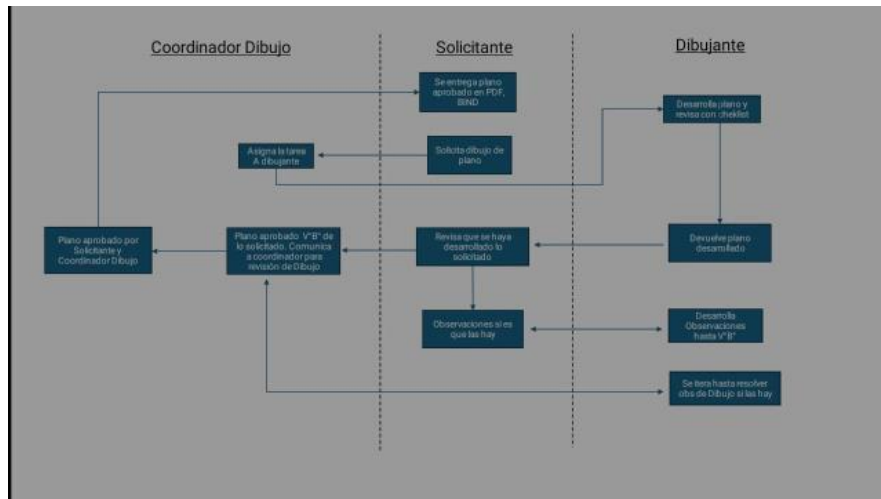


Figura 2: Diagrama preliminar del flujo de trabajo del Área de Dibujo en CyD Ingeniería.

Fuente: Elaboración propia en base a material interno no implementado.

2.0 Falta De Trazabilidad Y Control Documental

El análisis del material disponible evidencia que la empresa no cuenta con un sistema institucional formal para registrar y gestionar:

- Versiones de planos emitidos.
- Historial de revisiones y observaciones.
- Fechas de emisión, corrección y aprobación.
- Identificación del responsable de cada cambio.
- Control uniforme de carpetas o repositorios.

En la práctica, los flujos operan a través de herramientas informales y no trazables como:

- Correos electrónicos con envíos de planos individuales.
- Mensajería instantánea para enviar correcciones o solicitudes.
- Carpetas compartidas donde cada especialidad mantiene su propio orden interno.
- Archivos renombrados manualmente sin un criterio único.

La ausencia de trazabilidad constituye un problema crítico en el ciclo de vida de un proyecto, pues:

- Aumenta la probabilidad de trabajar con versiones desactualizadas.
- Dificulta identificar la fuente de un error.
- Genera duplicidad de documentos.
- Provoca observaciones repetidas.
- Impide medir el desempeño del proceso.

Este comportamiento coincide con los resultados de la encuesta, donde la mayoría de los participantes reportó múltiples rondas de revisión y tiempos extensos de aprobación, lo que demuestra que la falta de control documental impacta directamente en los retrabajos.

2.1 Limitada existencia de indicadores de control (KPIs)

Durante el levantamiento de información se constató que el proceso de entrega y revisión de proyectos en CyD Ingeniería no cuenta con indicadores de desempeño formalmente definidos. No existen registros sistemáticos que permitan medir tiempos de revisión, número de observaciones por proyecto o cantidad de reprocesos asociados a inconsistencias de información.

Esta ausencia de indicadores dificulta la evaluación objetiva del desempeño del proceso, ya que el seguimiento se realiza principalmente en base a la experiencia del equipo y a estimaciones cualitativas. En consecuencia, no es posible cuantificar con precisión el impacto que los errores y observaciones generan en los plazos de entrega y en la carga de trabajo del equipo técnico.

La falta de KPIs no se considera una deficiencia aislada, sino una consecuencia directa de la inexistencia de un protocolo estandarizado que ordene y registre las etapas del proceso de entrega y revisión. En este sentido, la estandarización propuesta se plantea como una base necesaria para, a futuro, permitir la incorporación de indicadores de desempeño.

2.2 Análisis del proceso actual de revisión

Al revisar el material interno disponible, se observa que el flujo técnico real presenta una secuencia repetitiva de pasos que incluye:

- Solicitud del plano a un área específica.
- Elaboración por parte del dibujante.
- Revisión por el solicitante.
- Devolución con observaciones.
- Correcciones y ajustes.
- Nuevas revisiones sucesivas.
- Aprobación final.

Este proceso, aunque lógico, no se encuentra estandarizado, lo que permite variaciones significativas dependiendo de:

- El tipo de proyecto,
- La disciplina involucrada,
- El criterio individual de cada profesional o el coordinador asignado.

Esta falta de consistencia provoca que el proceso pueda ser rápido o extremadamente lento según el equipo, lo que se refleja en los resultados de la encuesta, donde:

- La mayoría indicó que un plano requiere entre 2 y 3 rondas de revisión.
- Los tiempos de aprobación suelen ser extensos.
- Los errores más frecuentes se relacionan con formato, falta de información y coordinación interdisciplinaria.

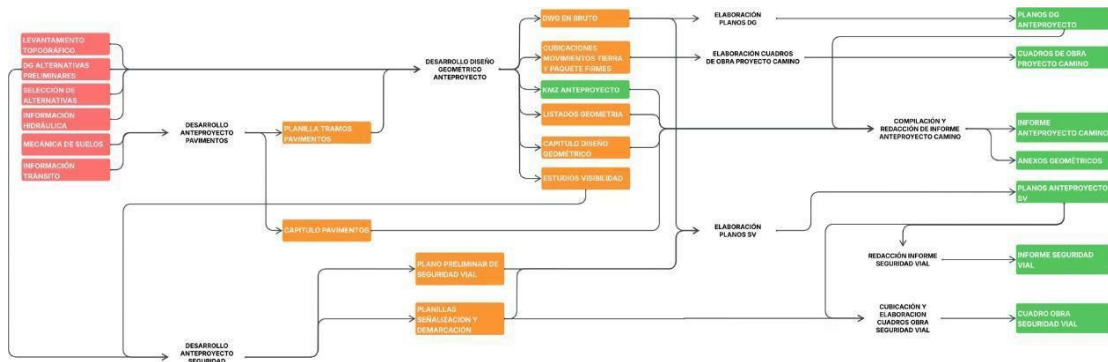


Figura 2: Flujo general preliminar del proceso de desarrollo y entrega en el Área de Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia en base a material interno no implementado.

2.3 Inconsistencias entre especialidades

La revisión del plano con observaciones visuales, junto con los antecedentes de la encuesta, demuestra que existen inconsistencias recurrentes entre las especialidades, como:

- Superposición o mala visualización de información.
- Discrepancias en escalas o criterios gráficos.
- Errores de simbolización y nomenclatura.
- Información faltante o contradictoria entre disciplinas.
- No correspondencia entre diseño geométrico, drenaje y seguridad vial.
- Falta de referencias comunes o plantillas unificadas.
- información y coordinación interdisciplinaria.

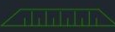
Además de los resultados obtenidos mediante la encuesta interna, fue posible identificar diferencias significativas en los criterios gráficos utilizados por cada especialidad.

Las siguientes imágenes muestran ejemplos reales de simbologías de proyectos de saneamiento y diseño geométrico, donde se evidencian variaciones en colores, capas, grosores de línea y nomenclaturas. Estas inconsistencias, aunque puedan parecer menores, afectan la lectura transversal de los planos, generan confusión durante la compatibilización y aumentan la probabilidad de errores cuando participan varios profesionales en un mismo proyecto.

SIMBOLOGÍA PROYECTO		SIMBOLOGÍA PROYECTO		SIMBOLOGÍA PROYECTO	
CUNETA DE HORMIGÓN		CUNETA REVESTIDA RECTANGULAR		CUNETA REVESTIDA RECTANGULAR CON SUBDREN	
CUNETA EN TIERRA		CUNETA REVESTIDA TRIANGULAR		CUNETA REVESTIDA TRIANGULAR CON SUBDREN	
FOSO DE HORMIGÓN		CUNETA EN TIERRA		SUBDREN	
FOSO EN TIERRA		FOSO REVESTIDO		SOLERA ZARPA CON SUBDREN	
SOLERA TIPO C		FOSO EN TIERRA		OBRA DE ARTE TRANSVERSAL	
SOLERA REBAJADA		SOLERA ZARPA		OBRA DE ARTE LONGITUDINAL	
SOLERA ZARPA		SOLERA REBAJADA		MAMPOSTERÍA	
CUNETA TIPO BADÉN		CUNETA TIPO BADÉN		MURO TERMINAL	
OBRA DE ARTE TRANSVERSAL		BAJADA DE AGUA LLUVIA		PUNTO BAJO Y ALTO	
OBRA DE ARTE LONGITUDINAL		DESCARGA SIMPLE		TUBO DE MEDIA CAÑA	
PUNTO BAJO Y ALTO				DESCARGA DE ESCURRIMIENTO EN BARRERA DE HORMIGÓN	
BAJADA AGUA LLUVIA SIMPLE				DESCARGA SIMPLE	
DESCARGA SIMPLE					

Figura 3: Diferencias de simbología de misma especialidad (saneamiento).

Fuente: Elaboración propia a partir de documentación de CyD Ingeniería.

SIMBOLOGÍA ELEMENTOS PROYECTO	
BORDE DE CAMINO	
TERRAPLÉN	
CORTE	
VÉRTICE	
PUNTO BAJO Y ALTO	PA  PB 

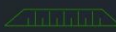
SIMBOLOGÍA ELEMENTOS PROYECTO	
BORDE DE CAMINO	
TERRAPLÉN	
CORTE	
PUNTO ALTO	PA 
PUNTO BAJO	PB 
VÉRTICE	

Figura 4: Comparación de simbología de diseño geométrico (bordes, terraplén, corte, vértice, PA/PB)

Fuente: Elaboración propia a partir de documentación de CyD Ingeniería.



Figura 5: Ejemplo de diferencias en la representación de perfiles tipo.

Fuente: Elaboración propia a partir de documentación de CyD Ingeniería.



Figura 6: Ejemplo de diferencias en la representación de perfiles tipo.

Fuente: Elaboración propia a partir de documentación de CyD Ingeniería.

Estas discrepancias generan retrasos, aumentan las iteraciones y reducen la eficiencia global del proceso, afectando directamente la calidad del entregable final.

2.4 OPORTUNIDADES DE MEJORA

A pesar de las dificultades detectadas, los resultados de la encuesta también reflejan una disposición favorable del personal técnico a implementar mejoras en los procesos internos. Entre las propuestas más destacadas, los participantes mencionan la creación de un protocolo de revisión unificado, la implementación de formatos estandarizados y la incorporación gradual de principios colaborativos inspirados en la metodología BIM.

Estas iniciativas apuntan a fortalecer la comunicación entre especialidades y a optimizar la gestión documental, reduciendo los tiempos de revisión y el riesgo de errores en la etapa constructiva.

2.5 Conclusión del capítulo

En conclusión, el diagnóstico del proceso actual de entrega y revisión de proyectos en CyD Ingeniería demuestra que la ausencia de un sistema estandarizado constituye una de las principales causas de las inconsistencias técnicas detectadas. La información recopilada permite definir con claridad los puntos críticos del proceso y sienta las bases para avanzar en la evaluación de estándares y buenas prácticas BIM, tema que se desarrollará en el siguiente capítulo.

Capítulo II: análisis de estándares, buenas prácticas y principios de coordinación propios de la metodología BIM.

Introducción

En el capítulo anterior se realizó un diagnóstico exhaustivo de los procedimientos actuales utilizados en CyD Ingeniería para la entrega y revisión de proyectos, identificando diversas debilidades relacionadas con la falta de estandarización documental, la ausencia de trazabilidad en las revisiones y la escasa coordinación entre las distintas especialidades técnicas. A partir de estos hallazgos, el presente capítulo tiene como propósito analizar los principios fundamentales y buenas prácticas asociadas a la metodología BIM (Building Information Modeling), con el objetivo de evaluar su aplicabilidad dentro de la estructura operativa actual de la empresa.

El análisis se centra en los conceptos de colaboración, interoperabilidad y trazabilidad, los cuales representan pilares esenciales del enfoque BIM y resultan particularmente relevantes frente a las problemáticas detectadas en el diagnóstico previo. Asimismo, se revisan los principales estándares y lineamientos nacionales e internacionales que regulan el uso de esta metodología, con el fin de establecer un marco conceptual que oriente la formulación del protocolo estandarizado de revisión y entrega de proyectos que se desarrollará en capítulos posteriores.

1. Principios fundamentales de la metodología BIM

La metodología Building Information Modeling (BIM) se define como un proceso integral que permite crear, gestionar y compartir información digital del proyecto durante todo su ciclo de vida, desde la etapa de diseño hasta la operación y mantenimiento.

A diferencia del enfoque tradicional basado en planos 2D independientes, BIM integra la información de todas las disciplinas en un modelo digital tridimensional, donde los elementos constructivos poseen atributos técnicos, geométricos y de gestión que facilitan la coordinación y el control del proyecto.

Entre los principios fundamentales del enfoque BIM destacan los siguientes:

Colaboración

Implica un trabajo conjunto y simultáneo entre las distintas especialidades (estructuras, saneamiento, diseño geométrico, electricidad, etc.), donde todos los participantes acceden y contribuyen a un entorno común de datos (CDE, por sus siglas en inglés).

Esta colaboración no solo busca compartir información, sino también sincronizar decisiones, minimizar interferencias y asegurar que los cambios realizados por una disciplina sean visibles para las demás en tiempo real.

En el contexto de CyD Ingeniería, este principio cobra especial relevancia, considerando que actualmente las especialidades trabajan de forma aislada y los procesos de revisión dependen de intercambios manuales de archivos, generando errores y retrabajos.

Interoperabilidad

Se refiere a la capacidad de distintos programas, plataformas y profesionales de intercambiar información sin pérdida de contenido ni compatibilidad.

En la práctica, este principio se materializa mediante el uso de formatos abiertos como IFC (Industry Foundation Classes), que permiten que los modelos creados en diferentes softwares se integren en un entorno común.

Su aplicación parcial dentro de CyD Ingeniería podría traducirse en la definición de formatos de archivo unificados, nomenclaturas coherentes y criterios estandarizados que faciliten la lectura y comprensión transversal de la documentación técnica.

Trazabilidad

Consiste en mantener un registro histórico de las modificaciones, revisiones y aprobaciones realizadas sobre cada documento o plano, lo que permite conocer su evolución y autoría a lo largo del proyecto.

Implementar la trazabilidad implica establecer procedimientos claros para documentar observaciones, versiones y estados de revisión, garantizando un control efectivo de la información técnica.

Actualmente, CyD Ingeniería no cuenta con un sistema formal para este control, lo que genera duplicidad de documentos y pérdida de antecedentes relevantes durante las revisiones.

2. Buenas prácticas BIM y estándares de referencia

La correcta aplicación de los principios BIM requiere el respaldo de protocolos y estándares que definan las reglas y procedimientos para la gestión de la información. A nivel internacional, la serie ISO 19650 establece un marco de referencia para la organización y digitalización de la información en modelos BIM. Esta norma define conceptos como niveles de desarrollo (LOD), estructuras de carpetas, nomenclaturas, procesos de revisión y mecanismos de control de calidad documental. De igual forma, el BIM Execution Plan (BEP) es una herramienta fundamental que especifica cómo se llevará a cabo la coordinación del modelo, qué entregables se generarán y bajo qué criterios se validarán los datos.

En el ámbito nacional, Plan BIM Chile, impulsado por CORFO y el Ministerio de Obras Públicas (MOP), ha promovido desde 2019 la adopción de esta metodología en proyectos públicos, estableciendo estándares mínimos de información, roles BIM definidos (coordinador, modelador, gestor de información) y formatos de entrega estandarizados.

Aunque CyD Ingeniería aún no opera bajo este esquema, la revisión de estos lineamientos permite identificar buenas prácticas transferibles al sistema actual, especialmente en lo que respecta al control de versiones, coordinación interdisciplinaria y trazabilidad de revisiones.

Entre las buenas prácticas BIM aplicables al contexto de la empresa destacan:

- Uso de nomenclaturas uniformes en planos y documentos técnicos.
- Generación de plantillas estandarizadas que aseguren consistencia visual y estructural.
- Incorporación de un registro de observaciones y revisiones, manteniendo trazabilidad documental.
- Definición de un flujo formal de aprobación que establezca responsabilidades y secuencia de revisión.
- Centralización de la información en un repositorio común o entorno compartido de datos.

3. Aplicabilidad de los principios BIM en CyD Ingeniería

El análisis del diagnóstico interno demuestra que CyD Ingeniería cuenta con equipos técnicos experimentados y con amplia capacidad profesional, pero sin una estructura metodológica común que oriente la entrega y revisión de información técnica. En este sentido, la aplicación parcial de los principios BIM ofrece una oportunidad real de mejorar la gestión documental y fortalecer la coordinación entre disciplinas, sin requerir una transformación digital total.

La colaboración, por ejemplo, puede promoverse mediante reuniones interdisciplinarias periódicas y la creación de flujos de revisión cruzada, donde cada especialidad valide la coherencia de los planos de las demás. La interoperabilidad puede abordarse definiendo formatos estándar (.dwg, .pdf, .xlsx) y criterios comunes de dibujo, escala y simbología. Por último, la trazabilidad puede implementarse mediante un registro interno que documente las observaciones y las versiones de planos aprobadas, incluso dentro de herramientas simples como Excel o sistemas compartidos de red.

Estas acciones no implican un cambio estructural inmediato, sino una adaptación progresiva de los principios BIM a la realidad de la empresa, consolidando una cultura organizacional orientada a la calidad, la transparencia y la eficiencia.

4. Factibilidad de implementación

Para garantizar que la incorporación de estos lineamientos sea viable, es necesario considerar aspectos técnicos y operativos propios de CyD Ingeniería. En primer lugar, la empresa posee una estructura jerárquica y equipos multidisciplinarios que trabajan en paralelo, lo que facilita la asignación de roles específicos dentro de un flujo de revisión estandarizado. Sin embargo, se identifican limitaciones relacionadas con la capacidad de software, la capacitación del personal y la disponibilidad de tiempo para la adopción de nuevos procesos.

Por ello, la estrategia más adecuada corresponde a una implementación gradual y selectiva, enfocada inicialmente en:

- Formalizar el flujo de revisión y aprobación de planos.
- Unificar los formatos y nomenclaturas de entrega.
- Capacitar a los equipos en trazabilidad documental y control de versiones.
- Promover el uso de plataformas colaborativas internas.

De esta manera, CyD Ingeniería podría avanzar hacia una estructura metodológica más sólida, alineada con las tendencias actuales de gestión de proyectos, sin comprometer su productividad ni su esquema operativo.

5. Beneficios esperados

La adopción progresiva de los principios BIM traerá beneficios tangibles tanto a nivel operativo como organizacional.

Entre los principales se destacan:

- Reducción de observaciones por inconsistencias entre planos.
- Optimización de los plazos de revisión y aprobación.
- Mayor trazabilidad y control documental.
- Mejora en la comunicación interna entre disciplinas.
- Aumento de la productividad y calidad técnica de los entregables.

A nivel institucional, la implementación de un protocolo basado en estos principios permitirá fortalecer la imagen corporativa de la empresa frente a mandantes públicos y privados, posicionándola como una organización moderna, estructurada y alineada con los estándares vigentes de la industria de la construcción en Chile.

6. Conclusión del capítulo

En conclusión, el análisis de los principios y buenas prácticas BIM demuestra que su aplicación parcial y adaptada es técnica y operativamente factible dentro de CyD Ingeniería.

Los fundamentos de colaboración, interoperabilidad y trazabilidad permiten abordar directamente las debilidades diagnosticadas en el capítulo anterior, contribuyendo a una gestión más ordenada, eficiente y transparente de la información técnica.

La implementación de un protocolo estandarizado de entrega y revisión, basado en estos principios, representa el siguiente paso lógico en la evolución de los procesos internos de la empresa. Este protocolo permitirá reducir errores, mejorar la coordinación interdisciplinaria y sentar las bases para una futura adopción más amplia de la metodología BIM, fortaleciendo la calidad y confiabilidad de los proyectos desarrollados por CyD Ingeniería.

Capítulo III: Desarrollo De La Propuesta De Protocolo Estandarizado.

3.1 Objetivo del protocolo propuesto

El presente capítulo desarrolla la propuesta de un protocolo estandarizado para la entrega y revisión de proyectos técnicos, orientado a mejorar la coordinación interna, la trazabilidad documental y la coherencia gráfica entre especialidades en CyD Ingeniería.

El objetivo principal del protocolo es ordenar y sistematizar los procesos asociados al desarrollo, revisión y aprobación interna de proyectos, estableciendo criterios claros respecto al flujo de trabajo, la organización de la información, el control de versiones y los mecanismos de revisión. De esta manera, se busca reducir reprocesos, observaciones reiteradas y pérdidas de información detectadas en el diagnóstico desarrollado en el Capítulo 1.

3.2 Alcance del protocolo

El protocolo propuesto está dirigido a proyectos de infraestructura desarrollados por CyD Ingeniería y aplica a las etapas internas de desarrollo técnico, revisión y aprobación, independientemente de la etapa contractual del proyecto.

Su alcance considera la participación de las distintas especialidades técnicas involucradas —tales como diseño geométrico, drenaje y saneamiento, seguridad vial y demarcación, topografía, entre otras— y se enfoca en la gestión interna de la información y los entregables, sin reemplazar ni modificar los criterios técnicos definidos por normativas externas o bases contractuales.

El protocolo se plantea como una herramienta flexible y adaptable, que puede ajustarse al tamaño y complejidad de cada proyecto, manteniendo siempre una estructura común que facilite el trabajo colaborativo.

3.3 Flujo general del proceso de desarrollo y revisión

La propuesta de protocolo se estructura a partir de un flujo general de trabajo, que define de manera secuencial las etapas que componen el desarrollo de un proyecto técnico, así como los documentos asociados a cada una de ellas.

Este flujo considera desde la solicitud inicial del proyecto hasta su aprobación final, incorporando instancias formales de revisión y corrección. La Figura 3.1 presenta el flujo general del proceso propuesto, el cual establece claramente los puntos de control y decisión, especialmente en lo relativo a la detección y resolución de observaciones.

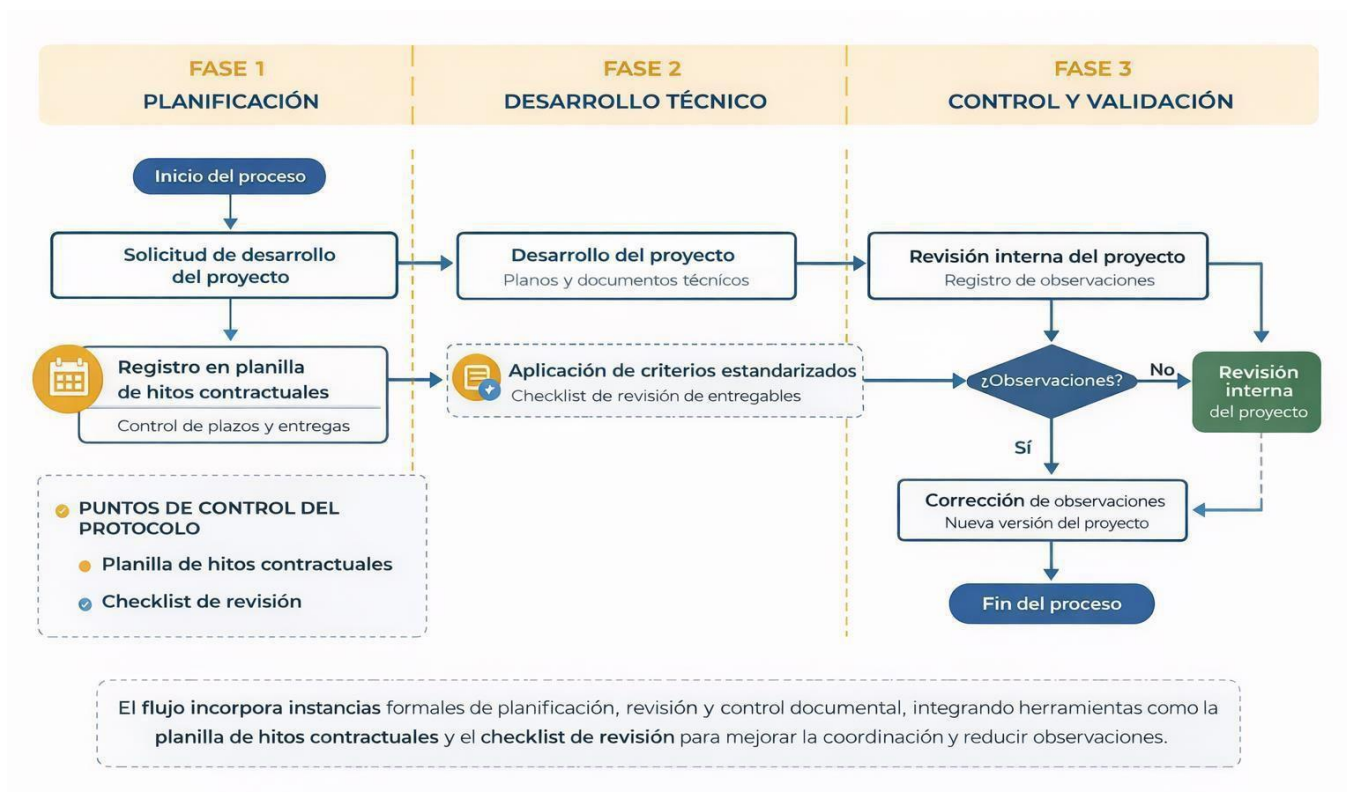


Figura 3.1. Flujo general del proceso de desarrollo y revisión de proyectos técnicos.

El flujo propuesto permite identificar etapas críticas donde suelen generarse reprocesos, tales como la revisión interna y la corrección de observaciones, reforzando la necesidad de criterios estandarizados y registros formales.

3.4 Estructura de carpetas y control de versiones del proyecto

Uno de los elementos centrales del protocolo corresponde a la estructura de organización de la información, la cual cumple un rol fundamental en la trazabilidad y control de versiones de los proyectos.

3.4.1 Estructura general del proyecto

El protocolo establece una estructura base de carpetas para cada proyecto, organizada según las distintas etapas del proceso de revisión y aprobación. Esta estructura permite mantener un orden cronológico de los entregables y evitar la sobrescritura o pérdida de versiones anteriores.

La Figura 3.2 muestra la estructura general propuesta para la organización del proyecto.

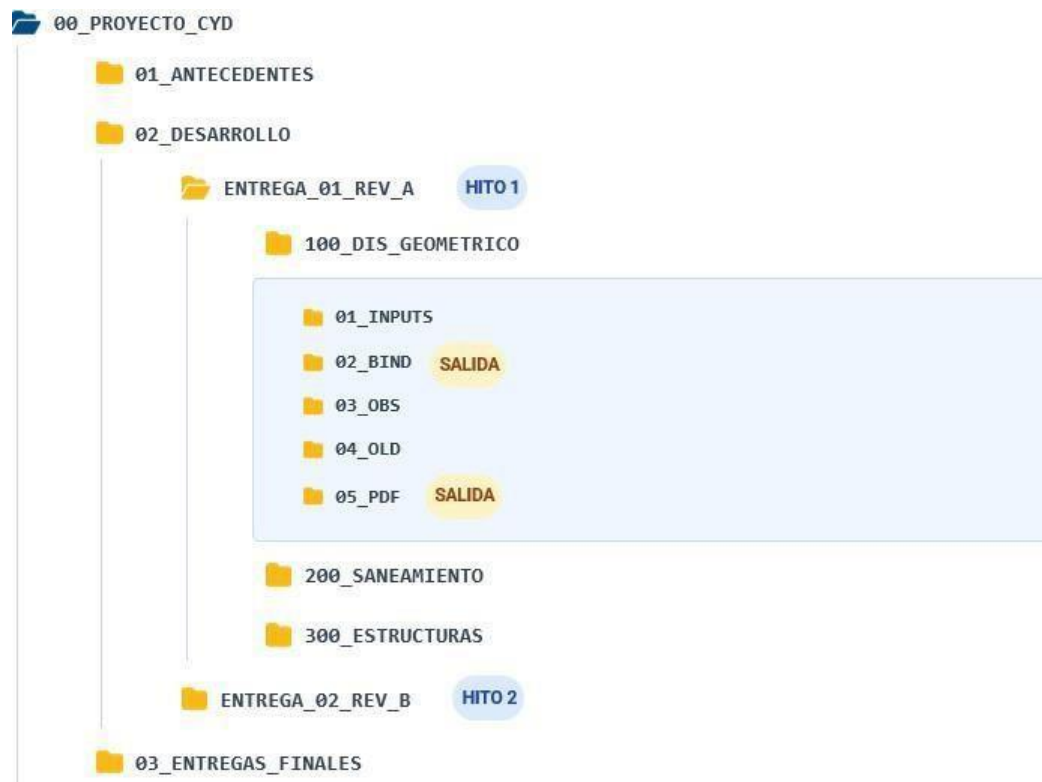


Figura 3.2. Estructura general de carpetas del proyecto según protocolo propuesto.

Esta organización facilita la identificación del estado del proyecto en todo momento, permitiendo distinguir claramente entre entregas iniciales, revisiones internas, correcciones y versiones aprobadas.

3.4.2 Organización por revisiones y especialidades

Dentro de cada etapa de revisión, el protocolo propone una organización adicional por especialidades técnicas, lo que permite separar claramente los entregables de cada disciplina y mejorar la coordinación entre equipos.

Cada revisión se estructura mediante carpetas identificadas como Rev_A, Rev_B, Rev_C, entre otras, las cuales contienen subcarpetas correspondientes a cada especialidad involucrada en el proyecto. La Figura 3.3 ilustra este esquema de organización.



Figura 3.3. Organización del proyecto por revisiones y especialidades.

Esta estructura favorece la revisión simultánea de distintas disciplinas y reduce la confusión asociada al manejo de archivos en carpetas comunes sin jerarquía definida.

3.4.3 Estructura interna de trabajo por especialidad

A nivel de cada especialidad, el protocolo define una estructura interna estándar que permite gestionar adecuadamente los archivos durante el desarrollo y revisión del proyecto. Esta estructura considera las siguientes carpetas principales:

- Inputs: contiene la información base y antecedentes recibidos para el desarrollo del trabajo.
- Bind: incluye los archivos consolidados sin referencias externas.
- Obs: almacena las observaciones generadas durante la revisión.
- Old: resguarda versiones anteriores de los archivos antes de aplicar correcciones.
- PDF: contiene los archivos finales emitidos en formato PDF.

La Figura 3.4 presenta un ejemplo de esta estructura interna por especialidad.



Figura 3.4. Estructura interna de carpetas por especialidad para control de versiones y observaciones.

Este esquema permite mantener un historial completo del desarrollo del proyecto, facilitando la revisión posterior y la identificación de cambios realizados.

3.5 Control de cambios y trazabilidad documental

El protocolo incorpora mecanismos explícitos para el control de cambios y la trazabilidad documental, asegurando que todas las modificaciones realizadas durante el proceso queden registradas.

Mediante la estructura de carpetas propuesta y el uso de plataformas de almacenamiento colaborativo, es posible mantener un registro de actividad que evidencia la creación, modificación y movimiento de archivos a lo largo del tiempo. La Figura 3.5 muestra un ejemplo de este registro de actividad, el cual refuerza la transparencia del proceso de revisión.



Figura 3.5. Ejemplo de registro de actividad y control de modificaciones en el entorno de trabajo del proyecto.

La trazabilidad resultante permite identificar responsabilidades, verificar el cumplimiento de revisiones y respaldar decisiones técnicas adoptadas durante el desarrollo del proyecto.

3.6 Herramientas de apoyo al protocolo

Con el fin de facilitar la aplicación práctica del protocolo, se proponen herramientas de apoyo que permiten estandarizar los criterios de revisión y sistematizar el seguimiento de observaciones.

3.6.1 Checklist de revisión de entregables

El checklist de revisión constituye una herramienta clave para asegurar la coherencia y calidad de los entregables. Este instrumento permite verificar aspectos como nomenclatura de archivos, uso de capas y colores, simbología, rotulación y coherencia gráfica entre especialidades.

La Figura 3.6 muestra un ejemplo de checklist de revisión utilizado como parte del protocolo.

ÍTEM	CATEGORÍA	CRITERIO DE VERIFICACIÓN	CONFORMIDAD  
01	 Nomenclatura	Los archivos deben estar nombrados estrictamente según el protocolo (código de proyecto, especialidad, nivel y contenido).	☐
02	 Capas/Colores	Uso correcto de capas (layers) y asignación de colores según estándares de impresión (CTB institucional).	☐
03	 Simbología	Bloques y símbolos deben corresponder a la biblioteca oficial, sin explotar y escalados correctamente.	☐
04	 Rotulación	Cajetín (viñeta) completo con datos del proyecto, revisión vigente, fechas y nombres de responsables.	☐
05	 Coherencia	Consistencia gráfica en espesores de línea, textos legibles y escalas de visualización apropiadas.	☐
06	 Documental	Correspondencia total entre plantas, elevaciones, cortes y detalles constructivos referenciados.	☐

Figura 3.6. Checklist de revisión de entregables utilizado como herramienta de control del protocolo.

El uso de este checklist contribuye a reducir la subjetividad en las revisiones y a disminuir la cantidad de observaciones repetitivas entre proyectos.

3.6.2 Consideración de hitos contractuales en el proceso de revisión

En el desarrollo de proyectos de ingeniería, los procesos de entrega y revisión no se realizan de manera aislada, sino que se encuentran directamente condicionados por los hitos contractuales definidos para cada proyecto, los cuales establecen plazos formales de entrega, revisión y aprobación de los distintos productos técnicos.

En este contexto, el protocolo propuesto considera la necesidad de alinear el proceso interno de desarrollo y revisión con los hitos contractuales del proyecto, de manera de asegurar que las instancias de revisión se realicen dentro de los plazos establecidos y con un nivel de avance acorde a cada etapa.

La incorporación de los hitos contractuales como referencia permite ordenar el flujo de trabajo, definir momentos claros de revisión interna y evitar retrasos derivados de entregas incompletas o revisiones tardías. Asimismo, facilita la planificación del trabajo entre especialidades, al establecer fechas y entregables definidos previamente.

Si bien el presente trabajo no desarrolla un sistema de medición del cumplimiento de hitos, la consideración explícita de estos dentro del protocolo contribuye a fortalecer la trazabilidad del proceso de entrega y revisión, mejorando la coordinación interna y la gestión de los plazos del proyecto.

HITO CONTRACTUAL	PLAZO	ESTADO	FECHA ENTREGA	INDICADOR	EVIDENCIA	ruta
INICIO CONTRATO						
Programa de trabajo	05-11-2024	Entregado	30-10-2024	DENTRO DE PLAZO	Correo de WC a IF	G:\Unidades compartidas\GOP-6-24081-500 ING Ruta T-985\520 Comunicaciones\5
Guarismo	11-11-2024	Entregado	08-11-2024	DENTRO DE PLAZO	Carta GOP-6-24081-002	G:\Unidades compartidas\GOP-6-24081-100 ING Ruta T-985\130 Comunicaciones\1
Reunión Inicio	21-11-2024	Realizada	11-11-2024	DENTRO DE PLAZO	GOP-6-24081 MINUTA REUNION 01	G:\Unidades compartidas\GOP-6-24081-500 ING Ruta T-985\520 Comunicaciones\W
Reunión Autocontrol	21-11-2024	Entregado	11-11-2024	DENTRO DE PLAZO	GOP-6-24081 MINUTA REUNION 02	G:\Unidades compartidas\GOP-6-24081-500 ING Ruta T-985\520 Comunicaciones\W
Planificación Trabajos Topográficos	21-11-2024	Entregado	19-11-2024	DENTRO DE PLAZO	Carta GOP-6-24081-003	G:\Unidades compartidas\GOP-6-24081-100 ING Ruta T-985\130 Comunicaciones\1
ENTREGA ETAPAS						
Entrega Etapa 1	21-12-2024	Entregado	20-12-2024	DENTRO DE PLAZO	Carta GOP-6-24081-005	G:\Unidades compartidas\GOP-6-24081-100 ING Ruta T-985\130 Comunicaciones\1
Entrega Etapa 1 (Rev_B)	18-02-2025	Entregado	18-02-2025	DENTRO DE PLAZO	Carta GOP-6-24081-012	G:\Unidades compartidas\GOP-6-24081-100 ING Ruta T-985\130 Comunicaciones\1
Entrega Etapa 1 (Rev_C)	16-04-2025	Entregado	16-04-2025	DENTRO DE PLAZO	Carta GOP-6-24081-016	G:\Unidades compartidas\GOP-6-24081-100 ING Ruta T-985\130 Comunicaciones\1
Entrega Etapa 2.1	21-03-2025	Entregado	20-03-2025	DENTRO DE PLAZO	Carta GOP-6-24081-014	G:\Unidades compartidas\GOP-6-24081-100 ING Ruta T-985\130 Comunicaciones\1
Entrega Etapa 2.1 (Rev_B)	29-05-2025	Entregado	29-05-2025	DENTRO DE PLAZO	Carta GOP-6-24081-020	G:\Unidades compartidas\GOP-6-24081-100 ING Ruta T-985\130 Comunicaciones\1
Entrega Etapa 2.1 (Rev_C)	13-08-2025	Entregado	13-08-2025	DENTRO DE PLAZO	Carta GOP-6-24081-029	G:\Unidades compartidas\GOP-6-24081-100 ING Ruta T-985\130 Comunicaciones\1
Entrega Etapa 2.2	20-05-2025	Entregado	20-05-2025	DENTRO DE PLAZO	Carta GOP-6-24081-019	G:\Unidades compartidas\GOP-6-24081-100 ING Ruta T-985\130 Comunicaciones\1

Figura 3.7. Registro de hitos contractuales y control de estados de entrega del proyecto.

NOMBRE PROYECTO	ESTUDIO DE INGENIERÍA “MEJORAMIENTO RUTA T-985 S: CHINCHÍN LICÁN, COMUNA DE RÍO BUENO”
NOMBRE ABREV.	T-985
CÓDIGO PROYECTO	GOP624081
DURACIÓN CONTRATO (DÍAS)	480
INICIO (DÍA 1)	miércoles, 23 de octubre de 2024
TÉRMINO	sábado, 14 de febrero de 2026
HOY	lunes, 15 de diciembre de 2025

Figura 3.8. Registro de hitos contractuales y control de estados de entrega del proyecto.

3.7 Evaluación de la propuesta de protocolo

Como parte del desarrollo de la propuesta de protocolo, se realizó una revisión con profesionales de CyD Ingeniería, quienes fueron consultados progresivamente durante el avance del trabajo. Esta revisión tuvo por objetivo obtener una percepción general respecto a la claridad, utilidad y aplicabilidad práctica del protocolo propuesto.

En total, se recogieron opiniones de 10 profesionales vinculados al desarrollo y revisión de proyectos.

De ellos:

- 7 profesionales señalaron que la propuesta resulta clara, sencilla y fácil de aplicar, destacando especialmente:
- La utilidad del registro de hitos contractuales como herramienta de control.
- El checklist de revisión como apoyo para ordenar y sistematizar las observaciones.
- El hecho de que el protocolo no resulta complejo ni sobrecargado en términos operativos.

Por otro lado, 3 profesionales manifestaron que, si bien el protocolo es comprensible y técnicamente adecuado, su correcta aplicación dependerá fuertemente de la cultura organizacional, indicando que la falta de hábitos de control y seguimiento podría dificultar su implementación efectiva en el tiempo.

De manera transversal, se coincidió en que el protocolo no requiere instancias formales de capacitación, debido a su carácter simple y práctico. Sin embargo, se sugirió que su implementación podría apoyarse mediante una reunión informativa inicial, orientada a explicar el flujo de trabajo, los documentos asociados y el rol de cada actor dentro del proceso.

En síntesis, la evaluación preliminar evidencia una alta aceptación de la propuesta (70 %), reconociendo su utilidad como herramienta de orden y control, junto con una observación relevante (30 %) asociada a factores organizacionales y culturales, los cuales deberán ser considerados en una eventual implementación futura.

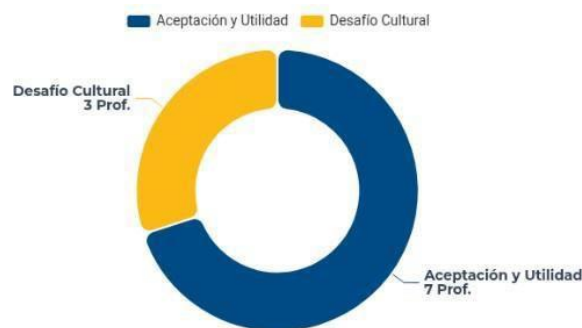


Figura 3.9. Distribución de Evaluaciones emitidas por profesionales.

Conclusiones

El presente trabajo de título tuvo como propósito desarrollar una propuesta de protocolo estandarizado para la entrega y revisión de proyectos técnicos en CyD Ingeniería, orientado a mejorar la coordinación entre especialidades, la trazabilidad documental y la eficiencia de los procesos internos. A partir del diagnóstico realizado, fue posible constatar que la ausencia de criterios comunes y de un flujo formal de revisión constituye una de las principales causas de inconsistencias técnicas, reprocesos y retrasos en la aprobación de los proyectos.

El levantamiento de información y el análisis de la situación actual evidenciaron una alta frecuencia de observaciones asociadas a diferencias de formato, nomenclatura, simbología y falta de información, así como múltiples rondas de revisión antes de alcanzar una versión aprobada. Estas condiciones no solo afectan los plazos de entrega, sino que también generan impactos económicos para la empresa, especialmente en proyectos sujetos a hitos contractuales y multas por atraso.

El análisis de estándares, buenas prácticas y principios propios de la metodología BIM permitió identificar lineamientos aplicables al contexto operativo de CyD Ingeniería, destacando la colaboración, la interoperabilidad y la trazabilidad como elementos clave para abordar las debilidades detectadas. Si bien la empresa no opera bajo una implementación BIM formal, se concluye que la adopción parcial y adaptada de estos principios resulta técnica y operativamente viable.

La propuesta de protocolo desarrollada en el Capítulo III responde directamente a las problemáticas diagnosticadas, estableciendo un flujo claro de desarrollo y revisión, una estructura estandarizada de carpetas, mecanismos de control de versiones y herramientas de apoyo como el checklist de revisión y la consideración de hitos contractuales. Estos elementos permiten ordenar el proceso, reducir la subjetividad en las revisiones y fortalecer el control documental sin generar una sobrecarga operativa.

La evaluación preliminar realizada con profesionales de la empresa mostró una aceptación mayoritariamente positiva de la propuesta, destacando su simplicidad, claridad y utilidad práctica. No obstante, también se identificó que su correcta implementación dependerá en gran medida de la cultura organizacional y del compromiso de los equipos para adoptar y mantener los lineamientos propuestos.

En conclusión, el protocolo estandarizado propuesto constituye una herramienta pertinente y aplicable para mejorar la gestión interna de los proyectos en CyD Ingeniería. Su implementación permitiría reducir errores, optimizar los tiempos de revisión y fortalecer la coordinación interdisciplinaria, sentando además las bases para una futura evolución hacia metodologías de gestión más avanzadas y alineadas con las tendencias actuales del sector de la ingeniería.