

Propuesta de uniformización y mejoramiento de los procesos constructivos de proyectos de naves industriales ejecutados por la empresa Diseño Construcción y Maquinaria S.A.

ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

CONSTANCIA DE PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Propuesta de uniformización y mejoramiento de los procesos constructivos de proyectos de naves industriales ejecutados por la empresa Diseño Construcción y Maquinaria S.A.

Llevado a cabo por el estudiante:

Zúñiga Arias José Fabián

Carné: 2019208771

Trabajo Final de Graduación presentado públicamente ante el Tribunal Evaluador el jueves 12 de diciembre de 2024 como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

En fe de lo anterior firman los siguientes integrantes del Tribunal evaluador:

MANUEL

ANTONIO ALLAN

ZUÑIGA (FIRMA)

Firmado digitalmente por
MANUEL ANTONIO ALLAN
ZUÑIGA (FIRMA)
Fecha: 2024.12.16 10:35:48
-06'00'

Ing. Manuel Alán Zúñiga, MBA, MGP
Representante Director de Escuela

LUIS GUSTAVO ROJAS
CHACON (FIRMA)

Firmado digitalmente por LUIS
GUSTAVO ROJAS CHACON (FIRMA)
Fecha: 2024.12.16 08:09:37 -06'00'

Ing. Luis Gustavo Rojas Chacón, MIV, MAP
Profesor Guía

MILTON ANTONIO
SANDOVAL QUIROS
(FIRMA)

Firmado digitalmente por MILTON
ANTONIO SANDOVAL QUIROS
(FIRMA)
Fecha: 2024.12.14 08:24:35 -06'00'

Ing. Milton Sandoval Quirós, MAE
Profesor Lector

MAURICIO
ESTEBAN ARAYA
RODRIGUEZ
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por MAURICIO ESTEBAN
ARAYA RODRIGUEZ
(FIRMA)
Fecha: 2024.12.16
09:53:27 -06'00'

Ing. Mauricio Araya Rodríguez
Profesor Observador

Resumen

Este trabajo de graduación se centró en la uniformización y mejora de los procesos constructivos para la construcción y remodelación de naves industriales desarrolladas por DICOMA Construcción. El objetivo principal fue desarrollar un manual que optimiza y estandariza la ejecución de procesos constructivos críticos, los cuales se identificaron según la recurrencia de estos en diferentes proyectos previamente ejecutados por la empresa y su impacto en el cronograma y presupuesto de la obra, esto con el fin de reducir reprocesos, errores y sobre costos.

El estudio utilizó un enfoque basado en la identificación de las causas más comunes de retrasos, como la falta de coordinación, disponibilidad de recursos y mano de obra no calificada, así como la implementación de herramientas digitales de gestión como Key Planning y Procore para mejorar la planificación y control de actividades.

Por medio de la revisión bibliográfica y aplicación del manual se demostró que la estandarización de procesos y el uso de herramientas digitales permiten una reducción significativa de reprocesos y una mejora en la eficiencia de los proyectos. También se destacó que la capacitación continua del personal fue clave para el éxito de la implementación del manual.

En conclusión, el trabajo muestra que la adopción de procesos estandarizados y la incorporación de herramientas tecnológicas ayudan a cumplir estándares de calidad, reducen costos y garantizan el cumplimiento normativo, logrando una mayor eficiencia en la construcción y remodelación de naves industriales. Sin embargo, aún se pueden lograr mejoras en estos proyectos a través del estudio de procesos constructivos que quedaron fuera del alcance de este trabajo.

Palabras clave: naves industriales, procesos constructivos, reprocesos, sobre costos, planificación, uniformización de procesos

Abstract

This graduation project focused on the standardization and improvement of construction processes for the building and remodeling of industrial warehouses developed by DICOMA Construcción. The main objective was to develop a manual that optimizes and standardizes the execution of critical construction processes, identified based on their recurrence in various previously executed projects by the company and their impact on the project schedule and budget, with the goal of reducing rework, errors, and cost overruns.

The study employed an approach based on identifying the most common causes of delays, such as lack of coordination, resource availability, and unskilled labor, as well as the implementation of digital management tools like Key Planning and Procore to enhance the planning and control of activities.

Through literature review and the application of the manual, it was demonstrated that the standardization of processes and the use of digital tools allow for a significant reduction in rework and an improvement in project efficiency. It was also highlighted that continuous staff training was key to the successful implementation of the manual.

In conclusion, the project shows that the adoption of standardized processes and the incorporation of technological tools help meet quality standards, reduce costs, and ensure regulatory compliance, achieving greater efficiency in the construction and remodeling of industrial buildings. However, further improvements can still be made in these projects through the study of construction processes that were outside the scope of this work.

Keywords: industrial warehouses, construction processes, rework, cost overruns, planning, process standardization

Propuesta de uniformización y mejoramiento de los procesos constructivos de proyectos de naves industriales ejecutados por la empresa Diseño Construcción y Maquinaria S.A.

JOSÉ FABIÁN ZÚÑIGA ARIAS

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Septiembre de 2024

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Resumen ejecutivo	7
Introducción	10
OBJETIVOS	13
ALCANCES Y LIMITACIONES.....	13
Objetivo específico 1 (OE1)	14
Objetivo específico 2 (OE2)	14
Objetivo específico 3 (OE3)	14
Objetivo específico 4 (OE4)	15
DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y MAQUINARIA S.A.	15
1.7.1 Estructura organizacional	16
1.7.2 Proyectos desarrollados por DICOMA Construcción	18
Capítulo 1: Marco teórico	21
1.1 PROYECTO CONSTRUCTIVO	21
1.1.1 Etapas de un proyecto constructivo.....	21
1.1.2 Interesados del proyecto	25
1.2 CALIDAD EN PROYECTOS CONSTRUCTIVOS	25
1.3 PROCESOS CONSTRUCTIVOS	27
1.3.1 Actividades críticas	28
1.3.2 Reproceso.....	28
1.4 UNIFORMIZACIÓN DE PROCESOS	29
1.5 PÉRDIDA O DESPERDICIO.....	29
1.6 PROYECTOS TIPO NAVE INDUSTRIAL	30
Capítulo 2: Metodología	32
2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
2.2 SUJETOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN	33
2.2.1 Fuentes de información	34
2.2.2 Sujetos de información	35
2.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS	36
2.3.1 Técnica de análisis documental.....	36
2.3.2 Cuestionario.....	37
2.3.3 Técnica de observación no participante	37
2.3.4 Técnica de listas de cotejo	38
2.4 FASES DE LA INVESTIGACIÓN	38
2.5 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	40
2.5.1 Fase 1: Diagnóstico	40
2.5.2 Fase 2: Diseño	41
2.5.3 Fase 3: Aplicación.....	42
Capítulo 3: Resultados	43
3.1 PROCESOS CONSTRUCTIVOS CRÍTICOS.....	43
3.2. USO DE KEY PLANNING Y PROCORE	71
3.3 MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS	77
3.4 APLICACIÓN DEL MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	80

Capítulo 4: Análisis de resultados	92
4.1 PROCESOS CONSTRUCTIVOS CRÍTICOS.....	92
4.1.1 Reprocesos en los procesos constructivos	93
4.1.2 Causas principales de los reprocesos	94
4.1.3 Proyectos de construcción vs. remodelación	94
4.1.4 Prevención de reprocesos y rol de la Inspección	94
4.1.5 Contratos y especificaciones técnicas.....	95
4.1.6 Matriz de brechas y diagrama de Ishikawa	95
4.2 USO DE KEY PLANNING Y PROCORE.....	98
4.3 APLICACIÓN DEL MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS	100
Capítulo 5: Conclusiones.....	103
Capítulo 6: Recomendaciones	105
Referencias.....	107
Apéndices	111
APÉNDICE 1. CUESTIONARIO PARA IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS CRÍTICOS.....	111
Apéndice 2. Hallazgos y registro fotográfico de las visitas a proyecto de nave industrial	113
APÉNDICE 3. MANUAL DE UNIFORMIZACIÓN Y MEJORA DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA NAVES INDUSTRIALES.	126

Resumen ejecutivo

Este proyecto de graduación tiene como objetivo principal el desarrollo e implementación de un manual de procesos constructivos que uniformice y mejore la forma de ejecutar los proyectos de construcción y remodelación de naves industriales en la empresa DICOMA Construcción, para la mejora de los procesos que se dan en todas las etapas del proyecto, considerando además factores de planificación, seguimiento y control de las actividades críticas.

La empresa DICOMA Construcción es una empresa privada que se encuentra activa en el mercado desde el año 2007, desarrollando principalmente proyectos de obra civil industrial, aunque a lo largo de estos años ha ejecutado proyectos de diversa naturaleza. Sin embargo, la actividad principal ha sido siempre la construcción y remodelación de naves industriales. Como producto del compromiso de la empresa con sus clientes y parte de la mejora continua, esta busca desarrollar estrategias para lograr mejoras en la ejecución de dichos proyectos, a través de cambios en la ejecución de algunos procesos constructivos que históricamente han significado retrasos en entregas, reprocesos y sobrecostos según el presupuesto del proyecto.

El diseño adecuado y oportuno de los procesos es fundamental para garantizar la sostenibilidad de un proyecto constructivo en todos sus aspectos. Una correcta planificación, acompañada de una ejecución uniforme y eficiente, asegura un producto de la calidad deseada, con entregas puntuales y la mínima generación de desperdicios. Además, contribuye a la sostenibilidad ambiental y la seguridad laboral, alineándose con los intereses económicos de la empresa al reducir los costos asociados a operaciones innecesarias, una problemática frecuente en la industria de la construcción.

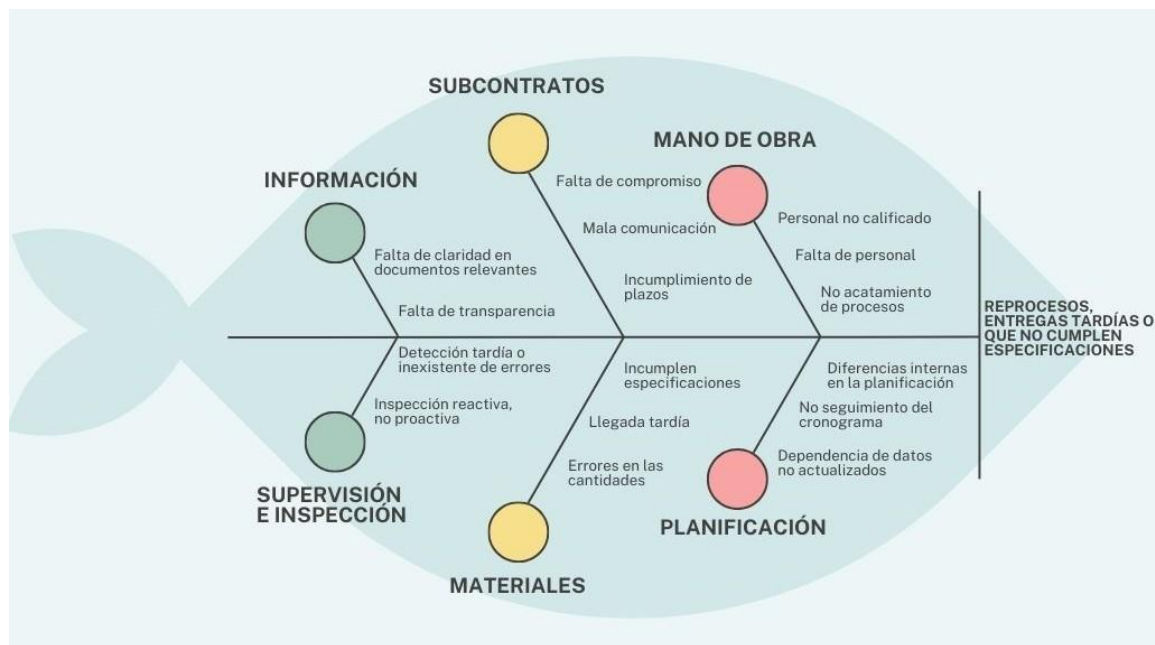
En busca de lograr estas mejoras y aprovechamiento óptimo de los recursos en la ejecución de estos proyectos, el alcance de este trabajo requirió una fase inicial de análisis profundo de la situación operativa actual, con el fin de identificar los procesos constructivos que necesitan mayor atención. La selección de los procesos constructivos se realizó en base al impacto que generan dichos procesos sobre el cronograma, la importancia en el tema económico y porque son altamente recurrentes en los proyectos desarrollados por la empresa. En esta fase, también se revisó la información disponible de proyectos similares previamente ejecutados, con el fin de contar con un respaldo histórico sobre cómo se han gestionado estos procesos en el pasado.

Para identificar estos procesos y proponer una mejora en la forma de ejecución de estos se aplicaron diversas técnicas e instrumentos que permitieran obtener la información relevante y necesaria para el cumplimiento de los objetivos. Además de la revisión de la documentación propia de la empresa, se realizó

un cuestionario a los ingenieros de proyecto que permitió identificar problemas que ocurren con frecuencia en el desarrollo de los proyectos de este tipo.

Como principales resultados de la aplicación de estos instrumentos, se obtuvieron 13 procesos constructivos a estudiar con detalle, estos son: demoliciones, movimientos de tierra, fundaciones, contrapisos y acabados de piso, vigas y columnas de concreto, paredes de mampostería, paredes livianas, enchape de paredes, pintura de paredes, estructura metálica, cubierta de techo, instalación de cielos y colocación y compactación de carpeta asfáltica. Además, como principales hallazgos de la revisión bibliográfica, se encontró que las causas que dan lugar a las entregas tardías, reprocesos y sobrecostos en DICOMA Construcción son problemáticas propias y comunes de la industria en construcción y no es una situación particular de la empresa; la figura 1 resume las principales causas de estos problemas en DICOMA Construcción.

Figura 1. Diagrama de Ishikawa con los principales hallazgos identificados en la operación actual de DICOMA Construcción.



Una vez identificados los procesos críticos, se implementaron las medidas, métodos y pautas de trabajo uniformes que se reflejan en el manual, para crear un entorno de trabajo más eficiente, productivo, colaborativo y ordenado. Se entiende que la adopción de estas medidas implicaba una curva de aprendizaje, ya que era necesario capacitar al personal y realizar ajustes en la metodología de trabajo tradicional.

El trabajo destaca el uso de las herramientas digitales Procore y Key Planning, que ya eran utilizadas en la empresa para el control de proyectos y la gestión documental, con la forma de trabajo propuesta, principalmente en cómo estas herramientas permiten monitorear el avance y los defectos o problemas que ocurren en la ejecución. Estos permiten generar diagramas y estadística para analizar las causas de

incumplimiento y el progreso de las tareas, lo que es fundamental para encontrar a que causas se están debiendo los reprocesos y atrasos generados y tomar acciones correctivas cuando sea necesario.

Con el manual desarrollado, se capacitó a los ingenieros de tres proyectos de nave industrial distintos, el acompañamiento de los maestros de obra fue necesario, dado que son quienes transmiten la información a los demás trabajadores de manera directa. Esto permitió el conocimiento del contenido del manual por parte de los principales involucrados de parte de DICOMA Construcción en estos proyectos y provocó cambios en la ejecución de los procesos que permitieron evitar reprocesos que naturalmente hubiesen ocurrido.

La aplicación del manual no solo representó la mejora en la ejecución de los procesos estudiados, sino que significó un cambio de la mentalidad y forma de trabajo de los involucrados, se crea un compromiso con la entrega de productos de calidad y principalmente una forma de trabajo proactiva y no reactiva como solía darse en los proyectos anteriores de DICOMA Construcción.

Finalmente, es relevante indicar que el éxito de esta propuesta de mejora y estandarización de los procesos constructivos aportó en el cumplimiento de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas, con en el objetivo “Industria, innovación e infraestructuras”. Esto debido a que la implementación del manual ayuda a modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, principalmente utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales.

Introducción

La propuesta de uniformización y mejoramiento de los procesos constructivos para naves industriales será desarrollada en la empresa, de carácter privado, Diseño Construcción y Maquinaria S.A. (DICOMA S.A.). La empresa, fundada en el año 2007, desarrolla principalmente proyectos de obra civil industrial, participando en todas las etapas de obra nueva o remodelación de estas. La problemática que busca solucionar esta propuesta es la diferencia en la ejecución y la forma solucionar inconvenientes similares en proyectos del mismo tipo, que incluso en algunos casos mantienen un prototipo establecido por el cliente, y ya se han resuelto anteriormente con éxito. Es decir, se quiere disminuir la cantidad de errores constructivos que continuamente se repiten en proyectos similares que son desarrollados por la empresa año a año. Por esto surge la necesidad en la empresa de tener una mejora en la ejecución de algunos procesos constructivos logrando una mejor gestión y aprovechamiento de los recursos de la construcción desde el diseño, planificación y uniformización de los procesos constructivos, en busca de reducir los desperdicios, mejorar flujos de trabajo, disminuir reprocesos y costos, manteniendo la calidad y agregando valor a los proyectos constructivos. La uniformización de los procesos constructivos se debe a que gran cantidad de los proyectos que se ejecutan son de características similares e incluso en ocasiones pertenecen al mismo cliente y se deben atender problemáticas idénticas; con lo cual, lograr esto supone un ahorro de tiempo y costos en la planificación, ejecución y entrega del proyecto.

El diseño oportuno de los procesos es la base de un proyecto constructivo sustentable en todos los ámbitos; una planificación adecuada de estos, sumado a una ejecución uniforme e idónea, implica un producto de la calidad requerida con entregas a tiempo y los menores desperdicios posibles, un proyecto ambientalmente sostenible y seguro en el aspecto laboral, aportando con ello a los intereses económicos de la empresa, mediante la disminución de gastos por operaciones innecesarias, como es común en la industria de la construcción. Es decir, una empresa constructora que no tenga en sus objetivos visualizada la mejora continua en todos los aspectos, entre ellos en la ejecución de los procesos constructivos y entregas de calidad a sus clientes, está destinada a perder grandes utilidades y ser obsoleta en una industria cada vez más cambiante y exigente, como la construcción.

Tal como indica Garita (2019, p.3), “la industria de la construcción se caracteriza por regirse por costos y tiempos, la viabilidad de un proyecto dependerá de que el mismo sea ejecutado y entregado dentro de un plazo y presupuesto determinado”. Actualmente en la empresa existe una cultura de monitoreo de los

proyectos con el fin de llevar un control de inventario, avance y costos durante la ejecución respecto a la planificación, sin embargo, en ocasiones se presentan problemas asociados a la gestión de los recursos de la construcción, como lo son la mano de obra y materiales, que generan problemas como sobrecostos y atrasos en entregas. Ante tal situación, con el objetivo de mejorar esto, la empresa busca implementar una herramienta efectiva para mejorar la eficiencia en sus proyectos.

El presente proyecto busca desarrollar un manual en el que se uniformice el diseño de los procesos constructivos, que se identifiquen como críticos y sean recurrentes, como propuesta para mejorar la eficiencia de los proyectos tipo nave industrial y disminuir los reprocesos y desperdicios de recursos que se generan en su ejecución. Tal como indican Fazinga et al. (2019), la estandarización, o uniformización, busca la reducción de variabilidad y desperdicio en base a elementos como el flujo de trabajo continuo, secuencia de operaciones y trabajo en procesos. Es justo esa reducción de variabilidad lo que da la uniformización, que ayudaría a evitar que el factor humano, la interpretación de cada ingeniero y el personal a su cargo afecten el resultado final cuando en diferentes proyectos se deben resolver problemáticas similares. Este manual sería un esquema o guía para el personal interno de cómo se deben realizar los procesos.

La industria de la construcción se ha caracterizado por ser reacia al cambio en muchos aspectos, pero en la actualidad el mercado demanda nuevas ideas y metodologías en la industria, de manera que se le dé un nuevo enfoque a la administración de los proyectos. Costa Rica no ha sido una excepción en este sentido y es común en el ámbito nacional sufrir de sobrecostos, fechas de entrega tardías y expectativas no alcanzadas (Barrantes, 2007). Patiño (2023), indica que estas consecuencias se deben a varias razones, entre las cuales menciona: los presupuestos limitados, la variedad de involucrados en los proyectos de construcción y por consumir de gran cantidad de recursos que deben ser gestionados eficazmente.

En la misma línea, Leandro (2008), menciona que la industria de la construcción, a diferencia de otras industrias, es una actividad en la que cada producto es diferente, es decir, ningún proyecto es o será igual a otro. En esta diferencia influyen aspectos como variabilidad de los materiales, de la mano de obra, del clima, de la tecnología, etc. Esta condición particular hace que cada proyecto de construcción sea único. Sin embargo, hay generalidades que es posible aplicar a cada proyecto con el objetivo de mejorar los procesos y, por ende, el producto final.

Es por estas razones que la industria de la construcción ha adaptado estrategias y herramientas propias de la administración industrial, caracterizada por su alta productividad y control de calidad, y con ello ha surgido Lean Construction, una adecuación de Lean Manufacturing a la construcción. Serpell (2002, p.23), asegura que aunque las características de ambas industrias las hacen diferentes y no en todos los casos son aplicables las mismas metodologías, a nivel de operaciones de construcción existen cualidades que son propias de la producción industrial como: equivalentes a procesos de producción en serie (moldajes, armaduras y otros), tareas repetitivas en cada proyecto, productos pequeños en grandes volúmenes y/o productos en masa (como el concreto) y períodos cortos de producción.

Ahora bien, entendiendo el contexto de la empresa y de la industria en general, se aclara que este proyecto no implica una reestructuración completa de la forma de trabajo actual, sino más bien la

identificación de las mayores deficiencias para dar un enfoque a estas y aplicar nuevos procesos de trabajo y administración de los procesos que se pueden uniformizar a nivel interno de la empresa, sin olvidar la visión y manejo integral que requieren los proyectos constructivos y que cada proyecto tiene sus particularidades.

Por ello, el alcance del presente trabajo precisa de una fase inicial de análisis de la situación de operación actual con una mayor profundidad para establecer los procesos constructivos, que sean relevantes, y que requieren mayor atención, ya sea porque forman parte de la ruta crítica del proyecto, por su significancia económica, o bien, porque son muy recurrentes en los proyectos desarrollados por la empresa. Además, en esta fase se estudiará la información disponible de proyectos similares ejecutados previamente, para tener un respaldo histórico de qué y cómo se han llevado a cabo los procesos en cuestión en la empresa.

Una vez identificados, se implementarán medidas y formas de trabajo uniformes de manera que dirijan a un entorno de trabajo eficiente, productivo, colaborativo y ordenado, considerando que la aplicación estas medidas conllevan una curva de aprendizaje, dado que requerirá de capacitación de personal y supondrá cambios en la metodología de trabajo tradicional. Además, todo esto se hará fundamentado en distintos casos de aplicación real, donde se identifiquen las mejores prácticas para la ejecución y administración de los procesos constructivos en análisis para asegurar que los cambios y medidas propuestas llevarán a una mejora significativa en el resultado de los procesos. Finalmente, una vez desarrollado el manual donde se uniformice los diferentes procesos seleccionados, será necesario evaluar las mejoras propuestas para visualizar los resultados obtenidos en un proyecto real. Para todo esto, se utilizarán las herramientas Procore y Key Planning, actualmente utilizadas en la empresa para el control de proyectos y respaldo de documentos, y con ello concluir respecto al trabajo realizado en este proyecto.

La selección de estas herramientas se basó principalmente en que son utilizadas a nivel de gestión de proyectos en la empresa, además, como indica Rodríguez (2019, p.40), “Procore brinda un ambiente de trabajo en la nube, que permite administrar la documentación de cualquier proyecto como: encargados, *submittals*, seguridad laboral, compras y facturas, control del costo de la obra, control del avance etc”. Es decir, permitirá evaluar el avance y los sobrecostos que se generan. Por su parte, Key Planning muestra diagramas y gráficos en los que se indican causas o razones de no cumplimiento, estadísticas de proyectos, avance de tareas realizadas, etc.

Cambios y estandarización en los procesos constructivos de diferentes tipos de edificaciones y obras han sido implementados en distintas empresas de todas las latitudes, apuntando justamente a reducir la variabilidad y desperdicios y agregando valor al proyecto. Un ejemplo en Costa Rica es el caso expuesto por Garzona (2012), donde la uniformización de los procedimientos le permitió a la compañía mejorar en la trazabilidad de las tareas, encontrando secciones en donde cabe la mejora, mejorando los controles internos tanto del trabajo realizado por la compañía como de los materiales, herramienta y personal. Además, permitió sentar las bases para el desarrollo de metodologías de control y aseguramiento de calidad en las obras de la empresa, garantizando la existencia de buenos hábitos constructivos y que el producto final (entregable) tenga las características y requerimientos adecuados por parte del cliente.

Por otra parte, Mellado (2013), menciona que un modelo gestión debe incluir como primer paso la uniformización de los procesos, lo que incluye el desarrollo de los respectivos diagramas de procesos, incorporando en ellos las instancias de control y las tolerancias máximas permitidas por las normativas y especificaciones. Este es un aspecto que algunas empresas ya han incluido, no obstante, los diagramas quedan archivados en oficina y no se aplican a las obras. Una vez superada esta problemática, las estrategias a implementar para avanzar en la gestión de calidad de los procesos constructivos, deben necesariamente superar las deficiencias en procesos no estandarizados.

Finalmente, es relevante indicar que el éxito de esta propuesta de mejora y estandarización de los procesos constructivos aportará en el cumplimiento de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas, especialmente en el objetivo “Industria, innovación e infraestructuras”. La manera en que ayudará a lograr esto es:

- De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

Objetivos

Objetivo general

- Desarrollar un manual de procedimientos que uniformice y mejore la ejecución de procesos constructivos asociados a remodelación y obra nueva de naves industriales desarrolladas por la empresa Diseño Construcción y Maquinaria S.A.

Objetivos específicos

- OE1: Diagnosticar la operación actual de los procesos constructivos asociados a naves industriales desarrolladas por la empresa Diseño Construcción y Maquinaria S.A. para el reconocimiento de las mayores deficiencias en su ejecución.
- OE2: Investigar en la literatura existente acerca de los procesos constructivos identificados para el reconocimiento de oportunidades de mejora en su ejecución.
- OE3: Diseñar un manual de procedimientos que contenga el diseño uniformizado de los procesos constructivos de proyectos de naves industriales para la implementación a nivel interno de la empresa Diseño Construcción y Maquinaria S.A.
- OE4: Aplicar el manual de procesos constructivos analizados para su evaluación y capacitación del personal.

Alcances y limitaciones

A continuación, se presentan los alcances y limitaciones por cada objetivo específico del presente trabajo de graduación.

Objetivo específico 1 (OE1)

Contempla:

- La exploración y evaluación de la forma de operación actual del diseño de los procesos constructivos para delimitar los procesos más críticos en la construcción y/o remodelación de naves industriales, así como para determinar las causas y efectos de las problemáticas identificadas.
- Recopilación de datos y documentación relacionada con proyectos anteriores de la empresa.
- Cuestionarios al personal de la empresa y otros involucrados en los proyectos de construcción.

No incluye:

- La aplicación inmediata de mejoras o medidas correctivas en la ejecución de los procesos constructivos.

Limitaciones:

- Falta de información clara y ordenada disponible respecto a proyectos anteriores.
- Personal muy ocupado que no permite que haya espacios para realizar las reuniones/encuestas.

Objetivo específico 2 (OE2)

Contempla:

- Identificación de mejores prácticas, tendencias y avances en la industria de la construcción.
- Análisis de estudios de casos relevantes que aborden oportunidades de mejora en el diseño y ejecución de procesos constructivos, mediante el uso de Procore y Key Planning.
- Resumen de hallazgos claves y recomendaciones basadas en la literatura para mejorar los procesos constructivos.

No incluye:

- La investigación no incluirá un análisis de costos o una evaluación económica de las oportunidades de mejora.

Limitaciones:

- Falta de información teórica enfocada a la ejecución de los procesos constructivos.
- Problemas con acceso al uso de los programas computacionales.

Objetivo específico 3 (OE3)

Contempla:

- Establecimiento de procedimientos y pautas uniformes para cada proceso incluyendo instrucciones paso a paso, cronogramas, responsabilidades y requisitos de calidad.
- Elaboración de un formato de manual claro y accesible para que el personal interno de la empresa pueda entender y aplicar los procesos.

- Un apartado en el manual de procesos que indique la importancia y ventajas del control de los proyectos mediante los programas computacionales Procore y Key Planning durante la ejecución de los proyectos.

Limitaciones:

- Complejidad de proyectos: los proyectos de naves industriales pueden variar en tamaño y complejidad, lo que hace difícil abordar todas las situaciones posibles en un solo manual.

Objetivo específico 4 (OE4)

Contempla:

- Recopilación y análisis de datos de procesos ejecutados siguiendo las pautas del manual.
- Identificación de mejoras cuantitativas y cualitativas en los procesos y procedimientos.
- Desarrollo de recomendaciones para ajustes o actualizaciones en el manual, si es necesario.
- Capacitación del personal para la correcta ejecución de los procesos de acuerdo con lo establecido en el manual desarrollado.

No incluye:

- La evaluación no incluirá asuntos legales, contractuales o de cumplimiento. Se centra en la mejora de procesos y su impacto en la ejecución de proyectos.

Limitaciones:

- Falta de procesos constructivos analizados en ejecución al momento de la evaluación de los cambios propuestos.
- Falta de espacio en agenda de trabajadores para capacitación del personal.

Diseño Construcción y Maquinaria S.A.

La empresa Diseño Construcción y Maquinaria S.A., en adelante DICOMA, es una empresa costarricense que nace en el año 2007 con el objetivo de formar una empresa que abarque la amplia variedad de proyectos de construcción que se presentan en la ingeniería civil. Desde su origen existe la necesidad de una segmentación de operaciones, lo cual da pie a la formación de otras cuatro empresas hermanas de DICOMA Construcción, conformando lo que hoy en día es DICOMA Corporación.

Estas otras empresas prestan servicios que se complementan con DICOMA Construcción y que en muchos casos han llegado a ejecutar proyectos en conjunto. A continuación, se muestra un breve resumen de dichas compañías:

- **SOLID Integral Design.** Ofrece servicios de consultoría cercana e innovadora en el campo de la ingeniería, tales como, análisis y diseños, gerencia de proyectos, análisis de factibilidad, entre otros.
- **DICOMA Maquinaria.** Ofrece servicios de construcción de obras e infraestructura, construcción de carreteras y puentes, alquiler de maquinaria, movimientos de tierra, construcción de acueductos, muro de gaviones y tierra armada, entre otros.

- **DICOMA Construcción.** Ofrece servicios de construcción civil e industrial, remodelación industrial y comercial, diseño y construcción de viviendas, diseño y construcción de metalmecánicos, construcción de subestaciones eléctricas, diseño y construcción electromecánico, entre otros.
- **DICOMA Refrigeración.** Ofrece servicios especializados en paneles y puertas frigoríficas con altos estándares de calidad y diferentes espesores, equipos de refrigeración para cuartos fríos, equipamiento para aires acondicionados, servicios de mantenimiento, entre otros.
- **Soluciones y Energías Limpias (SEL).** Ofrece servicios de energía solar fotovoltaica, energía solar térmica, consultoría y asesoría en proyectos solares, entre otros que incentivan la estrategia carbono neutral.

Figura 2. Empresas de DICOMA Corporación.



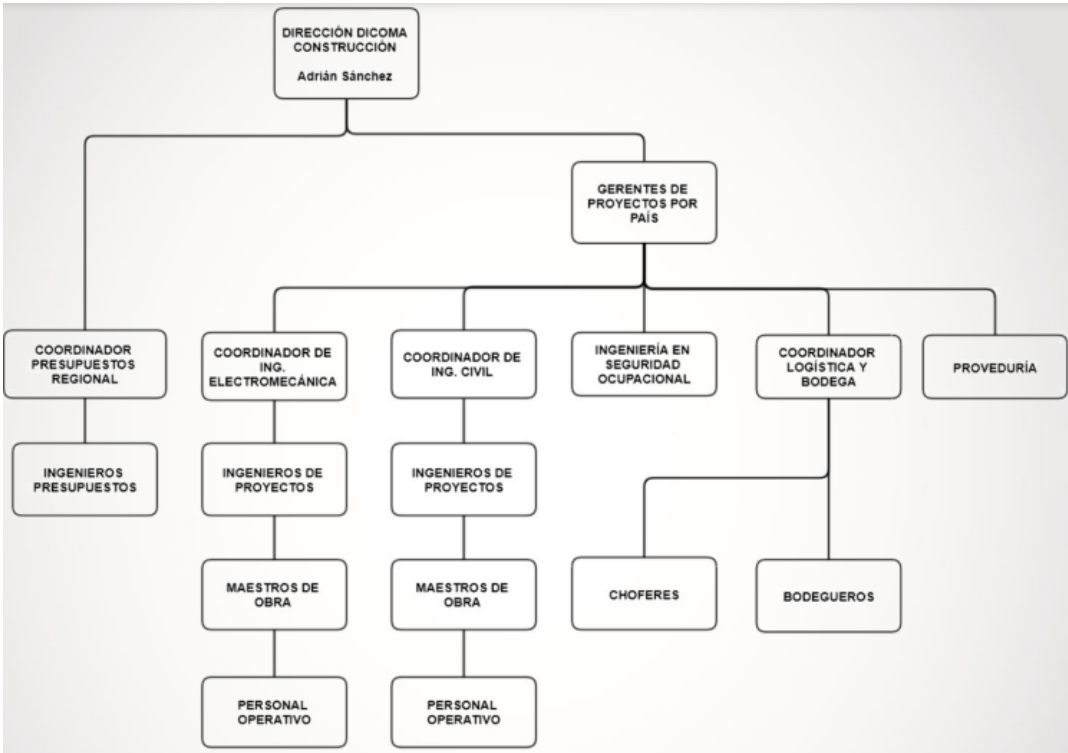
Nota. Tomado de DICOMA Corporación, 2024.

1.7.1 Estructura organizacional

En cuanto a la estructura organizacional, específicamente DICOMA Construcción, se tiene el siguiente esquema, ver figura 3, que demuestra dicha estructuración. Además, en la figura 4 se tiene la distribución del personal operativo de DICOMA Construcción.

La organización de DICOMA Construcción, cuyo socio fundador es Adrián Sánchez, sigue una jerarquía que comienza con el director de la empresa. Bajo su liderazgo se ubica un gerente de proyectos por país, dado que DICOMA Construcción se ha expandido a nivel de Centroamérica, México y el Caribe, seguido por coordinadores en diversas áreas como presupuesto, electromecánica, civil, seguridad ocupacional, logística y proveeduría. Después están los ingenieros de presupuestos y de proyectos, supervisando maestros de obra, choferes y bodegueros. Por último, está el personal operativo en las áreas civil y eléctrica que trabaja en campo.

Figura 3. Estructura organizacional de DICOMA Construcción.



Nota. Tomado de Organigrama, por DICOMA Corporación, 2024.

Figura 4. Personal operativo de DICOMA Construcción.

PERSONAL OPERATIVO	
PERSONAL DE CAMPO - ÁREA CIVIL	PERSONAL DE CAMPO - ÁREA ELÉCTRICA
Maestro de Obras A	Supervisor Eléctrico
Maestro de Obras B	Encargado Eléctrico
Operario A	Operario Eléctrico A
Operario B	Operario Eléctrico B
Operario C	Operario Eléctrico C
Ayudante A	Ayudante Eléctrico A
Ayudante B	Ayudante Eléctrico B
Peón	
Operario Soldador A	
Operario Soldador B	
Ayudante soldador	
Operario Fontanería	
Encargado de Bodega	
Ayudante Bodega	
Guarda	
Cocinero	
Ayudante de Cocinero	

Nota. Tomado de Organigrama, por DICOMA Corporación, 2024.

1.7.2 Proyectos desarrollados por DICOMA Construcción

Como se indicó previamente, DICOMA Construcción se especializa en la construcción y remodelación de naves industriales, por lo que la empresa cuenta con amplia experiencia en el área de construcción civil e industrial. Dentro de los principales clientes de DICOMA Corporación, se encuentra la Corporación de Supermercados Unidos S.A., corporación con la cual se han desarrollado una gran cantidad de proyectos, dentro de los que se incluyen construcciones completas y remodelaciones de puntos de venta para sus divisiones de Palí, Maxi Palí, Mas X Menos y Walmart. Además, dentro de su cartelera de clientes se encuentran también grandes empresas como: Aliss, Kellogg's, Pipasa, Nestlé, Price Smart, Veinsa Motors, Coca Cola, Dos Pinos, entre otros. A continuación, se muestran algunas imágenes con algunos de los proyectos realizados por la organización.

- **Proyecto Electroplast**

Desarrollado por DICOMA Construcción en Costa Rica, durante el año 2021. Se clasifica como construcción-remodelación de nave industrial para la industria médica/farmacéutica, con un área total de 6400 m².

Figura 5. Proyecto Electroplast.



Nota. Tomado de DICOMA Corporación, 2024.

- **Palí Miraflores**

Desarrollado por DICOMA Construcción en Costa Rica, durante el año 2024.

Figura 6. Palí Miraflores.



Nota. Facilitado por Ing. David Chavarría, encargado del proyecto, agosto del 2024.

- **Proyecto Fruta Internacional**

Desarrollado por DICOMA Construcción en Costa Rica, durante el año 2019/2020. Se clasifica como construcción de planta de procesos y empaque de frutas, incluyendo área de cuartos fríos, área de empaque, área de proceso y área de despacho, con un área total de 3100 m².

Figura 7. Proyecto Fruta Internacional.



Nota. Tomado de DICOMA Corporación, 2024.

En la tabla 1 se muestran una serie de algunos proyectos adicionales desarrollados del año 2020 al presente año, 2024, por DICOMA Construcción, así como los clientes para los que se ejecutaron dichos proyectos.

Tabla 1. Proyectos ejecutados por DICOMA Construcción.

Año	Proyecto	Cliente	Categoría
2020	Construcción de mejoras internas de la nave industrial de Electroplast	Electroplast	Remodelación
2020	Campamentos para cosechadores Tico Frut (Bloque I)	Tico Frut	Construcción
2020	Palí San Isidro	Walmart	Construcción
2020	Maxi Palí Quepos	Walmart	Remodelación
2020	Modificación CEDI Coyoil	Walmart	Infraestructura
2020	Remo Mas x Menos Santa Ana (Ampliación)	Walmart	Remodelación
2020	Remo MxM Santa Ana	Walmart	Remodelación
2020	Remo Walmart Curridabat	Walmart	Remodelación
2021	Construcción Palí Turrucare	Walmart	Construcción
2021	Construcción Palí La Guácima	Walmart	Construcción
2021	Reforzamiento estructural Maxi Palí Santa Bárbara	Walmart	Remodelación
2021	Construcción Palí Río Segundo	Walmart	Construcción
2021	Construcción Palí Fraijanes	Walmart	Construcción
2021	Mantenimiento Mayor Mas x Menos Sabanita	Walmart	Remodelación
2021	División tesorería Palí CEDI Coyoil	Walmart	Obra civil menor
2021	Supermercado Seretto Selecto	Gessa	Remodelación
2021	Construcción Maxi Palí San Antonio Escazú	Walmart	Construcción
2021	Mantenimiento Mayor Maxi Palí Paraíso	Walmart	Remodelación
2021	Mantenimiento Mayor Mas x Menos Limón	Walmart	Remodelación

Año	Proyecto	Cliente	Categoría
2021	Mantenimiento Mayor Palí Limón	Walmart	Remodelación
2021	Electroplast Etapa II	Cushman/Wakefield	Remodelación
2021	Bodegas para el almacenamiento de frijol	CNP	Construcción
2021	Ampliación - Remodelación Mas x Menos Santa Ana	Walmart	Remodelación
2021	Pizza Hut La Ceiba	Pizza Hut	Remodelación
2022	Reforzamiento estructural Mas x Menos Barrio San José	Walmart	Remodelación
2022	Mejoras internas Edificio Viant B6	Viant Medical	Remodelación
2022	Palí Cañas	Walmart	Remodelación
2022	Mantenimiento Mayor Palí Rohmoser	Walmart	Remodelación
2022	Palí Villa Bonita	Walmart	Remodelación
2022	Palí Paraíso	Walmart	Remodelación
2022	Palí San Rafael Abajo de Desamparados	Walmart	Remodelación
2022	Maxi Palí Guápiles	Walmart	Remodelación
2022	Maxi Palí Lagunilla	Walmart	Construcción
2022	Palí El Roble Puntarenas	Walmart	Remodelación
2022	Maxi Palí Turrialba	Walmart	Remodelación
2022	Walmart Guadalupe	Walmart	Remodelación
2022	Palí La Virgen	Walmart	Construcción
2022	Maxi Palí Playas del Coco	Walmart	Construcción
2022	Sucursal Veinsa Guápiles	Veinsa	Remodelación
2022	Palí Corales	Walmart	Construcción
2023	Maxi Palí Santa Cruz	Walmart	Remodelación
2023	Palí Limón	Walmart	Remodelación
2023	Mantenimiento Mayor Palí Orotina	Walmart	Remodelación
2023	Mantenimiento Mayor Palí Los Sauces	Walmart	Remodelación
2023	Mantenimiento Mayor Maxi Palí Limón	Walmart	Remodelación
2023	Mantenimiento Mayor Mas x Menos Limón	Walmart	Remodelación
2023	Palí Chacarita	Walmart	Remodelación
2023	Mantenimiento Mayor Palí Barrio San José	Walmart	Remodelación
2023	Mantenimiento Mayor Palí Barrio San Blas	Walmart	Remodelación
2023	Mantenimiento Mayor Palí Taras	Walmart	Remodelación
2023	Mantenimiento Mayor Maxi Palí Orotina	Walmart	Remodelación
2023	Mayca Tibás	Mayca	Remodelación
2023	Supercompro Alajuelita	Gessa	Construcción
2023	Palí Los Ángeles	Walmart	Construcción
2023	Palí Betania	Walmart	Construcción
2023	INTACO Lote 8	INTACO	Construcción
2023	Palí General Viejo	Walmart	Construcción
2023	Palí Candelaria	Walmart	Construcción
2024	Pali Miraflores	Walmart	Construcción
2024	Ampliación PDC Coyol Walmart	Walmart	Construcción

Capítulo 1: Marco teórico

Este proyecto se encuentra dirigido hacia la mejora y uniformización de los procesos constructivos durante la ejecución de proyectos de construcción de nave industrial desarrollados por DICOMA Construcción mediante la elaboración de un documento que contenga el diseño de los procesos constructivos más comunes y críticos.

Para lograr esto, se vuelve necesario que cada uno de los términos y metodologías a implantar sean claras; por ello en este capítulo se centrará en un eje temático: los procesos constructivos, así como los conceptos derivados de esto que se consideren relevantes para la comprensión adecuada de todos los términos, esto con el fin de facilitar la asimilación del tema de investigación.

1.1 Proyecto constructivo

Según la Guía para la Dirección de Proyectos (PMBOK Guide), un proyecto corresponde a “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos” (Project Management Institute [PMI], 2013, p.3). En el mismo documento se aclara que el final se alcanza cuando los objetivos se logran, cuando se termina el proyecto debido a que no se cumplirán los objetivos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto.

Es importante aclarar lo que indica el PMI (2013) al señalar que el concepto de temporalidad no significa corta duración y que, además, puede no ser aplicable al producto obtenido. Por otra parte, este producto, servicio o resultado puede ser tangible o intangible y, a pesar de que existen procesos o actividades repetitivas para llegar a ello, el proyecto se considera único. Tal como indica Fonseca (2022), se puede definir un proyecto constructivo como “un proyecto en el que se involucra la ejecución de todo tipo de obras de construcción civil, las cuales son diseñadas y dirigidas por profesionales de la ingeniería y arquitectura” (p.3).

1.1.1 Etapas de un proyecto constructivo

Según Solminihaç & Thenoux (2011), para que un proyecto constructivo pueda materializarse debe cumplirse una serie de pasos que se detallan a continuación:

- **Existencia de una necesidad.** Para que un proyecto se origine debe existir una necesidad insatisfecha.
- **Análisis.** En esta segunda etapa se analizan las necesidades, seleccionándose las más relevantes, para lo cual se deben considerar los siguientes aspectos:
 - Identificar las causas que originan la necesidad de un proyecto.
 - Establecer los objetivos que debe satisfacer el proyecto.
 - Priorizar las necesidades en función de los objetivos prioritarios establecidos.
- **Identificación de soluciones.** En esta etapa se identifican todas las posibles soluciones que permitan resolver el problema planteado en las etapas previas. Se propone en una primera etapa soluciones a nivel de conceptualización privilegiando la imaginación, más que las restricciones.
- **Estudios de factibilidad.** Una de las etapas importantes en el ciclo de un proyecto es realizar estudios de factibilidad, los cuales consisten en determinar si el proyecto en estudio es viable desde un punto de vista medioambiental, técnico, económico, administrativo y legal.
- **Evaluación.** Se evalúan todas las alternativas posibles que permitan satisfacer las necesidades seleccionadas y se elige por lo general la que presenta una mejor factibilidad técnico y económica, que cumpla con las exigencias.
- **Financiamiento.** Una vez decidido el proyecto técnico es importante considerar el aspecto de financiamiento, es decir, como se pagarán los gastos en que se incurrirá en la materialización del proyecto.
- **Diseño.** Una vez determinada la solución que se usará para satisfacer la necesidad se diseña el proyecto, tal diseño normalmente considera los siguientes aspectos:
 - Estudio del terreno donde se va a construir la obra (topografía, geología, hidrología, etc).
 - Diseño arquitectónico (incluye planos y especificaciones).
 - Diseño estructural de la obra para que sea capaz de resistir los esfuerzos a los cuales estará sometida durante su vida útil.
 - Estudios de impacto ambiental.
 - Diseño de las instalaciones, que consiste en dar a la estructura la funcionalidad que requerirá para ser ocupada con el fin para el que se la diseñó.
 - Redacción de los documentos de licitación.
 - Constructibilidad y mantenimiento.
- **Licitación.** Llamado a licitación y adjudicación. El llamado a licitación puede ser público o privado y la adjudicación puede estar previamente reglamentada o ser de absoluto criterio del mandante. La adjudicación a su vez puede ser negociada o no, dependiendo de las reglas de licitación.
- **Construcción.** Esta etapa es una de las más importantes debido a que en ella se materializa la obra. Sin embargo, es importante aclarar que existen actividades fundamentales previo al inicio de la construcción como lo son:

- Estudios de presupuestos. Estos deben realizarse incluso antes de finalizar la etapa de licitación, para que el contratista pueda realizar su oferta formal y ser elegible en dicho proceso.
- Una vez adjudicado el proyecto, la obtención de los permisos para realizar la obra por las autoridades respectivas es trascendental para poder iniciar la etapa de construcción.

Una vez que se ha cuenta con todos los permisos necesarios las actividades principales que se incluyen en la etapa de construcción son:

- Definición de una estrategia de gestión y calidad.
 - Redacción y aceptación de un contrato, en el cual se fijan plazos, costos y las relaciones entre dueño y contratista.
 - Metodología de trabajo, en que se determinan métodos más eficientes y racionales para la construcción, dado los recursos disponibles.
 - Planificación y programación de la obra, en que se fijan plazos parciales y totales, y se planifica el uso de los recursos disponibles a través de la construcción.
 - Contrato de la fuerza laboral necesaria para construir la obra.
 - Adquisición de los materiales y arriendo o compra de la maquinaria necesaria para la materialización.
 - Materialización física de la obra.
 - Control, donde se confronta lo realizado con lo que se debería haber hecho de acuerdo con lo programado y especificado. Este control puede ser interno (o autocontrol), externo (normalmente contratado por el mandante) o ambos.
 - Además, es preciso realizar una auditoría ambiental.
- **Puesta en marcha.** En esta etapa se entrega al servicio la obra, realizándose previamente diferentes controles para determinar la calidad de la construcción, entre los que se destacan:
 - Verificación de pruebas y ensayos de calidad realizados.
 - Revisión detallada de todos los elementos construidos y terminaciones.
 - Pruebas de funcionamiento.
 - Aprobación final.
 - **Operación y mantenimiento.** Esta es una etapa que no siempre es considerada adecuadamente, es importante tener en cuenta el mantenimiento en el tiempo de la obra terminada. Esta actividad cada día está tomando más relevancia pues es fundamental para el buen funcionamiento y durabilidad de la estructura y debería ser considerada desde la etapa de diseño.
 - **Abandono.** Muchos proyectos, una vez que su objetivo y vida útil se cumplen, deben abandonarse. Por lo tanto, esta actividad debe pensarse y diseñarse con anticipación, para minimizar, los impactos ambientales y económicos.

La figura 8 muestra un esquema que resume ampliamente las distintas fases que suelen darse en un proyecto constructivo, cada una de estas puede ampliarse cuanto sea necesario según las características del proyecto.

Figura 8. Esquema del ciclo de vida de un proyecto.



Nota. Tomado de Ciclo de vida del proyecto, por Gascón, s.f.

Se debe considerar que este es el proceso habitual cuando se trata de proyectos de construcción, en el caso de proyectos de remodelación algunas etapas podrían ser distintas dado que normalmente la obra, además de ser ya existente, se encuentra en operación. Esto supone principalmente cambios en la planificación y programación para la ejecución de la obra y no necesariamente en las etapas iniciales.

Respecto a las remodelaciones, Garces (2020) hace un análisis muy importante, del cual concluye que los trabajos de remodelación de edificios emplean elementos valiosos y funcionales para ampliar el uso de un stock de edificios antiguos y fuera de uso, y señala que dichas obras pueden clasificarse como reparación, remodelación, restauración, modernización y ampliación. Indica que las obras de remodelación se inician por diversos motivos, como el deterioro físico, las diferencias en la funcionalidad a lo largo del tiempo, la dinámica de las actividades económicas, la innovación, los cambios tecnológicos, los problemas legales, la estética, las limitaciones del uso de suelo en zonas urbanas, entre otros. Estas razones suponen que se realizarán las etapas de: existencia de una necesidad, análisis, identificación de soluciones, estudios de factibilidad y evaluación; e incluso podrían representar una mayor complejidad que en una construcción desde cero.

“La gestión de las obras de remodelación de edificios es altamente compleja, exigente, arriesgada, inherentemente, llena de incertidumbres, e involucra muchos imprevistos. Además, las incertidumbres en los proyectos de remodelación son constantes a lo largo del ciclo de vida del proyecto y, con frecuencia, se enumeran como una razón para el bajo desempeño y rendimiento, siendo una de las causales del aumento de los costos y el tiempo estimado, debido a las incertidumbres en el proceso de diseño, la recuperación de información de diseño y los cambios de diseño son impredecibles durante la etapa de construcción.” (Garces, 2020, p.16)

1.1.2 Interesados del proyecto

Durante un proyecto constructivo se da la participación de muchos involucrados distintos, cada uno desempeña un rol diferente, con objetivos y metas que se centran en sus propios beneficios. Algunos estarán durante todas las etapas del proyecto, mientras que otros lo harán solamente durante una o algunas fases de este. El PMI (2013), menciona entre los principales interesados de un proyecto los siguientes:

- **Patrocinador.** Un patrocinador es la persona o grupo que provee recursos y apoyo para el proyecto y que es responsable de facilitar su éxito. El patrocinador puede ser externo o interno a la organización del director del proyecto.
- **Clientes y usuarios.** Los clientes son aquellas personas u organizaciones que aprobarán y gestionarán el producto, servicio o resultado del proyecto. Los usuarios son aquellas personas u organizaciones que utilizarán el producto, servicio o resultado del proyecto.
- **Vendedores.** Los vendedores, también llamados proveedores, suplidores o contratistas, son compañías externas que celebran un contrato para proporcionar componentes o servicios necesarios para el proyecto.
- **Socios de negocios.** Los socios de negocios son organizaciones externas que tienen una relación especial con la empresa, obtenida en ocasiones mediante un proceso de certificación. Los socios de negocios proporcionan experiencia especializada o desempeñan un rol específico, tales como una instalación, personalización, capacitación o apoyo.
- **Grupos de la organización.** Los grupos de la organización son interesados internos que se ven afectados por las actividades del equipo del proyecto. Entre los ejemplos de diversas partes del negocio de una organización que pueden verse afectadas por el proyecto, se incluyen marketing y ventas, recursos humanos, área legal, finanzas, operaciones, producción y servicio al cliente.
- **Gerentes funcionales.** Los gerentes funcionales son personas clave que desempeñan el rol de gestores dentro de un área administrativa o funcional de una empresa, tal como recursos humanos, finanzas, contabilidad o compras/adquisiciones.
- **Otros interesados.** Otros interesados, tales como entidades contratantes, instituciones financieras, organismos reguladores, expertos en la materia, consultores y otros, pueden tener interés financiero en el proyecto, realizar contribuciones al proyecto o tener interés en el resultado del proyecto.

1.2 Calidad en proyectos constructivos

Tal como indica Mallawaarachchi & Senaratne (2015), la calidad puede definirse como el cumplimiento de los requisitos legales, estéticos y funcionales de un proyecto. Los requisitos pueden ser simples o complejos, o plantearse en términos del resultado final requerido o como una descripción detallada de lo que hay que hacer. Sin embargo, la calidad se obtiene si los requisitos establecidos son adecuados y si el proyecto terminado se ajusta a los requisitos.

Con ello queda claro la importancia de la gestión de la calidad en los proyectos constructivos. Además, cabe recalcar que es un aspecto que no pasará desapercibido por los diferentes interesados en proyectos de este tipo, especialmente en el caso de los patrocinadores, clientes y usuarios. Por otra parte, Fonseca (2022) define la gestión de la calidad como “la aplicación de métodos, herramientas, técnicas y competencias a un proyecto con el fin de evitar posibles errores o desviaciones y para garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos por el cliente”.

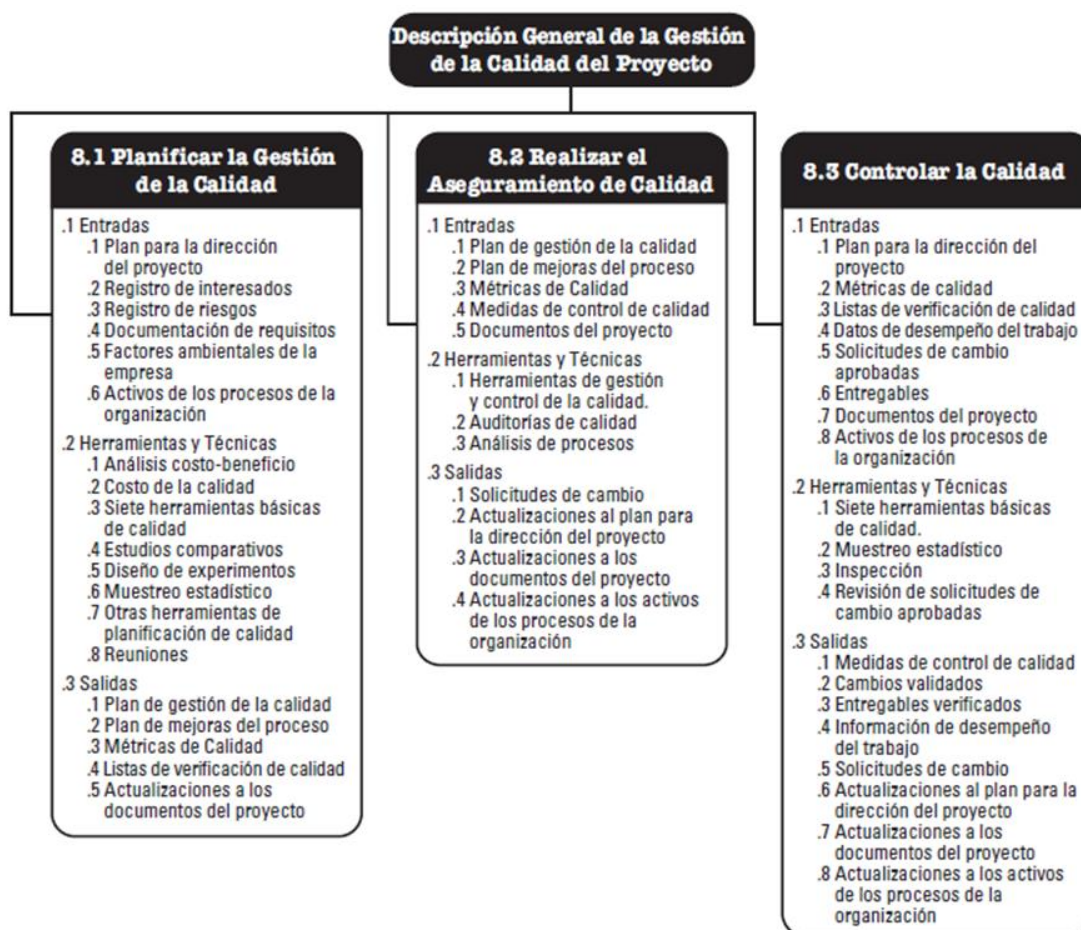
El PMI (2013) asegura que la gestión de la calidad del proyecto incluye los procesos y actividades de la organización ejecutora que establecen las políticas de calidad, los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue planteado. Además, indica que la gestión de la calidad del proyecto se basa en las políticas y procedimientos para implementar el sistema de gestión de la calidad de la organización en el contexto del proyecto, y, en la forma que resulte adecuada, apoya las actividades de mejora continua del proceso.

Según el PMI (2013, p.227), para una adecuada gestión de la calidad del proyecto, se podría dividir esta en tres etapas distintas:

- **Planificar la gestión de la calidad.** Es el proceso de identificar los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como de documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento con los mismos.
- **Realizar el aseguramiento de calidad.** Es el proceso que consiste en auditar los requisitos de calidad y los resultados de las mediciones de control de calidad, para asegurar que se utilicen las normas de calidad y las definiciones operacionales adecuadas.
- **Controlar la calidad.** Es el proceso por el que se monitorea y se registran los resultados de la ejecución de las actividades de control de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios.

En la figura 9 se muestra con mayor detalle cada una de las entradas, herramientas y técnicas y salidas durante estas etapas para la adecuada gestión de la calidad en los proyectos.

Figura 9. Etapas de la gestión de la calidad.



Nota. Tomado de Guía para la Dirección de Proyectos (PMBOK Guide), por Project Management Institute, 2013.

La gestión de la calidad en los proyectos constructivos está íntimamente ligada a la etapa de la construcción, “es tal su importancia dentro del progreso de cualquier proyecto que, si se ejecutan de forma adecuada, puede evitar la inclusión de valores adicionales y posibles reprocesos” (Silva et al., 2018).

La toma de decisiones del proyecto se orienta alrededor de los procesos de calidad, que son establecidos en el plan de gestión, donde se acuerdan los requerimientos mínimos que incluyen técnicas y herramientas para la inspección, el control y la vigilancia a partir de las auditorías e inspecciones. Por ello, el plan de gestión de calidad, además de incluir el desarrollo y cumplimiento de normas y especificaciones, también requiere una articulación de la política de calidad de la organización, con el fin de generar una integralidad con los lineamientos y las estrategias propuestos desde la alta dirección. (Silva et al., 2018)

1.3 Procesos constructivos

La construcción es “un proceso productivo y como tal debe ser administrado. Esto significa planificar, organizar, dirigir, coordinar y controlar todas las actividades del sistema y del proceso productivo a fin de

convertir los inputs del sistema en un producto terminado” (Serpell, 2002, p.19). Es decir, se debe ver un proyecto constructivo como una serie de procesos consecutivos, dispuestos de manera oportuna, que permiten lograr el resultado final deseado con la menor cantidad de recursos y en el menor tiempo posible.

Ahora bien, según Barrantes (2007), “la teoría de procesos establece que un proceso es una sucesión de pasos, tareas o actividades que transforman entradas en un producto y/o servicio (salida)”. Por lo tanto, un proceso constructivo se refiere a las diferentes etapas y actividades que se llevan a cabo para construir una obra. Estos procesos incluyen desde la planificación inicial, el diseño y la ingeniería, la adquisición de materiales y equipos, hasta la ejecución física de la construcción, el seguimiento y control de la obra, y la entrega final del proyecto. En la misma línea, Jiménez (2023) asegura que:

cuando se define un proceso constructivo es de suma importancia incluir el orden de ejecución en que se deben llevar a cabo las tareas, los detalles constructivos que aplican en cada caso, las necesidades de cada etapa, los tiempos de ejecución que se estiman para cada una y plantear los costos directos e indirectos asociados a cada etapa del proceso. (p.21)

1.3.1 Actividades críticas

Las actividades críticas en la construcción son aquellas tareas o actividades dentro de un proyecto de construcción que tienen una duración determinada y que no pueden retrasarse sin afectar el cronograma general del proyecto. Estas actividades son esenciales para el cumplimiento de plazos y el éxito del proyecto en su conjunto. La identificación de las actividades críticas es fundamental para la planificación y gestión efectiva del proyecto, pues permite a los gerentes y equipos de proyecto centrar sus esfuerzos en las tareas más importantes para evitar retrasos y garantizar la finalización del proyecto dentro del tiempo establecido.

Vega (2020) menciona que se consideran actividades críticas aquellas que han sido controversiales durante la recepción de obras y aquellas que han causado sobrecostos considerables. Además, que no todas las actividades tienen el mismo impacto en el proyecto si se les evalúa con respecto al riesgo de ser aceptadas por el cliente.

1.3.2 Reproceso

Según Cevallos (2017), los reprocesos “son las repeticiones o correcciones que se dan en un proceso, las causas son altas tasas de defectos, mala calidad de materiales, máquinas en malas condiciones, personal poco capacitado” (p.32).

Jiménez (2023) indica que los reprocesos se refieren a la repetición de una o varias fases en un proceso de fabricación o servicio debido a que no cumplen con las especificaciones de calidad previamente establecidas. También pueden ser definidos como acciones tomadas sobre productos no conformes para hacer que cumplan con los requisitos. Estas repeticiones afectan la productividad y la rentabilidad, generando pérdidas en el flujo de caja para las distintas partes interesadas. Los reprocesos en la construcción son comunes e inevitables, e independientemente de quién haya cometido el error, es necesario encontrar una solución rápida y económica.

1.4 Uniformización de procesos

Delgado & Trujillo (2013) indican que la estandarización es un proceso mediante el cual se proporcionan instrucciones precisas para la ejecución de tareas, documentando los materiales, la secuencia, los equipos, entre otros, a utilizar durante su ejecución, facilitando así la mejora continua para lograr altos niveles de competitividad.

Según este mismo trabajo, la estandarización puede dividirse básicamente en: estandarización de las cosas y estandarización del trabajo. La estandarización de las cosas se refiere a que los objetos deben ser iguales, y es indispensable en muchos de los aspectos para ser más eficientes.

La estandarización del trabajo consiste en establecer un acuerdo acerca de la forma de hacer algo; la estandarización de los procedimientos de trabajo es importante para verificar que todos los trabajadores, actuales y futuros, utilicen las mejores formas para llevar a cabo actividades relacionadas con el proceso. Cuando cada persona lo realiza en forma diferente, es muy difícil, si no imposible, efectuar mejoramientos para mejorar cualquier proceso.

Delgado & Trujillo (2013) indican que, aunque es imposible obtener los mismos resultados, si se busca lograr esto, se deben mantener las mismas condiciones. Es por esto por lo que para mantener la consistencia de un proceso es necesario estandarizar las condiciones de operación bajo:

- Materiales
- Maquinaria
- Mano de obra
- Métodos y procedimientos de trabajo
- Mediciones
- Conocimiento y habilidad de la gente

La estandarización de procesos en construcción se refiere a la implementación de prácticas y procedimientos consistentes y uniformes en todas las fases de un proyecto de construcción. Esto implica establecer estándares claros y definidos para diversas actividades, desde la planificación inicial hasta la ejecución y el cierre del proyecto.

La estandarización de procesos busca mejorar la eficiencia, la calidad y la consistencia en la ejecución de proyectos de construcción, mientras que reduce la probabilidad de errores y retrasos. Al adoptar prácticas estandarizadas, las organizaciones de construcción pueden optimizar sus operaciones, facilitar la capacitación del personal, mejorar la coordinación entre equipos y subcontratistas, y garantizar un resultado final que cumpla con las expectativas del cliente y los estándares del contrato.

1.5 Pérdida o desperdicio

Tal como lo expresa Cevallos (2017), un desperdicio es cualquier actividad que genera costos pero que no agrega valor al producto. Cualquier elemento dentro del proceso de producción (incluyendo áreas de servicio

y administrativas) que añade costo sin valor al producto. Se identifican siete tipos de desperdicios los cuales son: sobreproducción, esperas, transportación, sobre procesamiento, inventarios, movimientos y trabajos.

Desde un punto de vista del sector construcción, y más específicamente en los procesos constructivos, Barrantes (2007) indica que:

un desperdicio es una pérdida que se genera al consumirse recursos de forma directa o indirecta, al realizarse cualquier actividad, siempre que esta no agregue valor al proceso. En un sistema, el desperdicio se mide a través de la definición de indicadores de desempeño. Las pérdidas por su parte se asocian a la eficiencia que tenga el equipo y la mano de obra en el proceso de un proyecto. En la industria de la construcción se ven todos los días ejemplos de pérdidas y/o desperdicios, como son la tenencia de máquinas y equipos ociosos, tiempos muertos entre trabajos, retraso de entrega de productos o servicios (puede ser el mismo proyecto), ordenes de cambio debido al incumplimiento de las solicitudes del cliente, etc.

1.6 Proyectos tipo nave industrial

Las naves industriales se caracterizan por cubrir grandes luces, generalmente con pequeñas cargas de origen gravitatorio. Esto origina unas particularidades que solo se dan en este tipo de estructuras, en las cuales las cargas horizontales y los fenómenos de inestabilidad cobran especial importancia, debido a la gran esbeltez de la estructura (Vizuite, 2013, p.17).

Los proyectos tipo nave industrial son aquellos que se enfocan en el diseño, construcción o adaptación de estructuras destinadas a actividades industriales, de almacenamiento, logística o manufactura. Estas naves suelen ser amplios espacios cerrados, con techos altos y amplias áreas diáfanas, que permiten el almacenamiento de mercancías o la instalación de maquinaria y equipos industriales.

Estas estructuras pueden variar en tamaño y complejidad según las necesidades específicas de cada proyecto y el tipo de industria a la que se destinan. Algunas características comunes de las naves industriales incluyen sistemas de ventilación, acceso para vehículos de carga, iluminación especializada y, en algunos casos, características de seguridad adicionales.

En la figura 10 se muestra una fotografía de una nave industrial en desarrollo, proyecto que está siendo ejecutado por DICOMA Construcción en la zona de General Viejo; en esta figura se puede observar que es un espacio amplio y con la estructura de techo a una altura considerable para el flujo de personas y equipos.

Figura 10. Nave industrial en ejecución por DICOMA Construcción.



Capítulo 2: Metodología

En este capítulo se explica la metodología de trabajo que se utilizó para lograr los objetivos planteados en el presente proyecto de graduación. En este se busca especificar y describir el tipo de investigación que se realizó, los sujetos y fuentes de información y las categorías y variables del tópico en estudio. Además, se describen las técnicas y herramientas de recolección de información, así como el procesamiento y análisis de la información y la presentación de los resultados.

2.1 Tipo de investigación

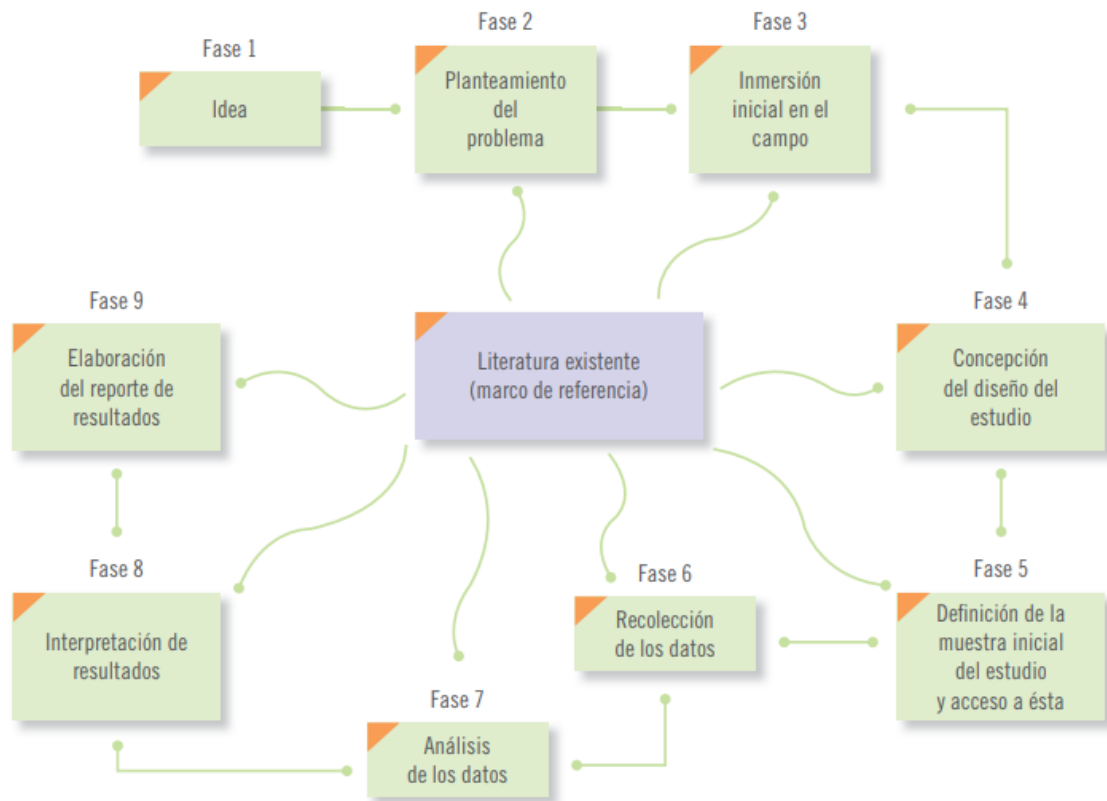
Según Huapaya & Ginocchio (2018), se puede definir una investigación como la acción de llevar a cabo una serie de actividades intelectuales o aplicadas, planificada con cuidado y ejecutadas con rigor y objetividad. Además, mencionan que una investigación, en tanto es científica, exige principalmente diligencia y capacidad de observación.

La investigación que se realiza en este proyecto de graduación es de carácter aplicada, puesto que busca dar solución a un problema práctico y real, esto es justamente lo que indican Huapaya & Ginocchio (2018, p.43), cuando indican que una investigación aplicada es aquella que consiste “en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos y está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico”.

Además, la investigación tiene un enfoque cualitativo. Según Guerrero (2016), la investigación cualitativa pretende “conceptuar sobre la realidad, con base en la información obtenida de la población o las personas estudiadas” (p.1). En este caso, se procura recolectar la información desde el personal de la empresa y proyectos desarrollados por esta para llegar a una solución.

De igual forma, Guerrero (2016) asegura que el método de investigación cualitativa se centra en “profundizar casos específicos y no a generalizar. Su preocupación no es prioritariamente medir, sino cualificar y describir el fenómeno a partir de los rasgos determinantes, según sean percibidos por los elementos mismos que están dentro de la situación estudiada” (p.1).

Figura 11. Proceso de investigación cualitativa.



Nota. Tomado de Metodología de la investigación, por Hernández et al., 2010.

La figura 11 permite visualizar el proceso desde la concepción de la idea o tema principal a investigar hasta el reporte final; en esta se evidencia la influencia de la literatura existente en todas las etapas y la posibilidad de regresar de una fase a otra desde la inmersión inicial en el campo hasta el reporte de resultados.

El alcance de la investigación es descriptivo; Hernández et al. (2010, p.80) afirma que esto consiste en describir fenómenos, situaciones y contextos, en detallar cómo son y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de cualquier fenómeno que se someta a un análisis.

2.2 Sujetos y fuentes de información

En este apartado se detallan los sujetos y fuentes de información. Según Arias (2019), una fuente de información es cualquier elemento, sujeto o hecho que suministra datos que tienen un sentido y valor para quien los obtiene. Según su naturaleza, las fuentes de información pueden ser documentales definidas como soportes materiales que proporcionan datos secundarios, y fuentes vivas, es decir, la persona o personas que suministran datos primarios al investigador.

2.2.1 Fuentes de información

Son todos aquellos medios de los cuales procede la información, que satisfacen las necesidades de conocimiento de una situación o problema presentado y, que posteriormente será utilizado para lograr los objetivos esperados.

2.2.1.1 Fuentes primarias

Según un informe de la Universidad San Marcos (2020) las fuentes primarias, también llamadas fuentes directas, refieren a los datos que son obtenidos de “primera mano” por el propio investigador. Estas fuentes son aquellas que otorgan evidencia directa sobre el tema en investigación. Las fuentes primarias son escritas durante el tiempo que se está estudiando el fenómeno o por el investigador directamente envuelto en la investigación. (p.6)

Dentro de las fuentes primarias utilizadas para el desarrollo de este proyecto, se encuentran todos los documentos internos de DICOMA Corporación a los que se tenga acceso, entrevistas, encuestas y observaciones en campo. Es decir, se tiene como fuentes primarias:

- Los resultados de las entrevistas a personal de proyectos: Tener entrevistas (no estructuradas) con ingenieros en construcción, arquitectos o gerentes de proyectos con experiencia en la construcción de naves industriales. Esto para obtener información valiosa sobre los desafíos actuales en los procesos constructivos y posibles áreas de mejora.
- Los resultados de las observaciones en campo: Visita a los sitios de construcción de proyectos tipo nave industrial para observar de primera mano cómo se llevan a cabo los procesos constructivos. Esto para identificar posibles ineficiencias, áreas de mejora y oportunidades para estandarizar procesos.
- El resultado de las encuestas a trabajadores de la construcción: Realizar encuestas a trabajadores de la construcción que hayan participado en proyectos de naves industriales. Las encuestas pueden proporcionar información sobre sus experiencias, percepciones y sugerencias para mejorar los procesos constructivos.
- Documentos internos de la empresa: Examinar manuales de procedimientos, políticas internas, registros de seguridad e informes de calidad proporcionados por la empresa. Estos documentos pueden revelar prácticas actuales, protocolos de seguridad, áreas problemáticas y oportunidades para estandarización y mejora.
- Datos internos de la constructora: Solicitar acceso a datos internos de la empresa, como registros de proyectos anteriores, informes de costos, programación de proyectos, planos y especificaciones técnicas de proyectos anteriores, entre otros. Analizar estos datos permite identificar tendencias, áreas de mejora y oportunidades para estandarizar procesos.

2.2.1.2 Fuentes secundarias

“Las fuentes secundarias surgen de la transformación (mediante el análisis, resumen e indización) de las fuentes primarias. Contienen información primaria reelaborada, sintetizada y reorganizada, lo que permite el acceso a las fuentes primarias”. (Jaén, 2019, p. 10)

Dentro de las fuentes de información secundarias utilizadas durante el desarrollo de este proyecto, se encuentran revistas y publicaciones especializadas en construcción, libros de texto y manuales de construcción, informes y estudios de consultoras en construcción, normativas y estándares de la industria y proyectos de graduación y tesis de otras universidades.

2.2.2 Sujetos de información

En cuanto a los sujetos de información, Jaén (2019), señala que “se refiere a los productores de la información, puede ser una persona física o jurídica”. Indica que para el primer caso podría ser un profesional del fenómeno en cuestión.

Los sujetos de información que se incluyen dentro de este proyecto esta conformados en su mayoría por profesionales de DICOMA Corporación. Entre ellos figuran los siguientes:

- Ing. Luis Diego Espinoza Montero (Gerente del Departamento de Ingeniería en DICOMA Construcción)
- Ing. Juan José Espinoza Montero (Gerente del Departamento de Presupuestos en DICOMA Construcción)
- Ing. Roberto Rodríguez Orozco (Ingeniero de proyectos en DICOMA Construcción)
- Ingenieros de proyectos de DICOMA Construcción.

2.2.2.1 Características de la población

En este apartado se describen los sujetos de información que participaron en el estudio, así como su relevancia para la investigación sobre la propuesta de mejora para la realización y estandarización de procesos constructivos en naves industriales.

Dado el enfoque de este proyecto, en la ejecución de los procesos constructivos, los sujetos de información están inmersos en una organización y contexto dedicado al desarrollo de proyectos de construcción y remodelación de naves industriales. Esto significa que se seleccionó una muestra de toda la población que conforma DICOMA Corporación, centrada principalmente en ingenieros en construcción o ingenieros civiles con experiencia comprobada en la ejecución y supervisión de proyectos.

Perfil de los Ingenieros

- Experiencia profesional: Se buscarán ingenieros con al menos tres años de experiencia en el campo de la construcción, con un enfoque específico en proyectos industriales.
- Especialización: Se dará preferencia a aquellos ingenieros con formación adicional o certificaciones en gestión de proyectos, control de calidad, o áreas afines.

- **Habilidades técnicas:** Se valorará la capacidad técnica en el uso de herramientas y tecnologías relacionadas con la construcción, como software de programación de proyectos, y técnicas de gestión lean en construcción.
- **Experiencia en proyectos:** Se buscarán ingenieros que hayan participado en la ejecución de proyectos de naves industriales de mediana a gran escala, con énfasis en la optimización de procesos y la mejora continua.

2.3 Técnicas e instrumentos para recolección de datos

En este apartado se realiza una descripción de las técnicas e instrumentos seleccionadas para la recolección de datos en el presente proyecto de graduación. Con esto se busca dejar claro la manera en que se obtuvo la información, así como lograr que esta sea objetiva.

Dado el tipo de investigación se optó por las siguientes técnicas: análisis documental y observación no participante. Además, en cuanto a los instrumentos para la recolección de datos: cuestionarios, software de gestión de proyectos y listas de cotejo.

2.3.1 Técnica de análisis documental

Según Martínez et al. (2023), el análisis documental es una serie de técnicas y métodos que tienen como objetivo localizar, procesar y almacenar información en documentos, como primera etapa; para su posterior presentación, bajo las características de ser sistemática, coherente y argumentada en un nuevo documento, esto como segunda etapa. Además, asegura que este proceso puede tener la función de responder preguntas sobre un tema y, en este caso, consiste no sólo en localizar y seleccionar, sino que se amplía el proceso en organizar y analizar la información para lograr encontrar esas respuestas.

En la misma línea, Peña & Pirela (2007), señalan que “el análisis documental comprende dos fases: una que consiste en la determinación del significado general del documento y la consiguiente transformación de la información contenida en él” (p.59).

Esta técnica resultó oportuna para el primer y segundo objetivo del presente proyecto, los cuales se enfocaron en la examinación de la operación actual de los procesos constructivos asociados a naves industriales y en la investigación de la literatura existente acerca de dichos procesos, respectivamente. En este sentido, dicha técnica estuvo orientada a la recopilación de datos y documentación relacionada con proyectos anteriores de la empresa, su comprensión, análisis e interpretación, para la identificación de procesos críticos. Además, una vez asimilada e interiorizada toda esta información, esta técnica permitió iniciar el proceso de transformación de la información orientada a la propuesta de mejoras que se reflejan en el manual de procesos.

Específicamente, esto contempló la revisión de cronogramas preliminares y definitivos planteados por el ingeniero de proyecto, garantías recurrentes en los proyectos de este tipo, planos, presupuestos y planteamiento de los procesos constructivos.

Adicionalmente, se contó con software de gestión de proyectos como instrumento para obtención de la información deseada. Con este se buscó utilizar software de gestión de proyectos para recopilar datos sobre el progreso de los proyectos, asignación de recursos, seguimiento de plazos, entre otros, para identificar áreas de mejora en la planificación y ejecución de proyectos. Para la obtención de datos con esta herramienta se solicitó a los ingenieros de proyecto facilitar la información documentada en las herramientas utilizadas, como lo son Key Planning y Procore, mediante las cuales se lleva un control de la gestión, avance y decisiones importantes sobre la ejecución del proyecto.

2.3.2 Cuestionario

De manera complementaria a la técnica de análisis documental, se utilizó el cuestionario. El cuestionario, según García (2003), es un procedimiento considerado clásico para la obtención y registro de datos. Su versatilidad permite utilizarlo como instrumento de investigación y como instrumento de evaluación de personas, procesos y programas de formación. Es una técnica de evaluación que puede abarcar aspectos cuantitativos y cualitativos. Se caracteriza por ser menos personal que la entrevista y porque permite consultar a una población amplia de una manera rápida y económica.

El cuestionario resulta útil para delimitar las variables de estudio. Por ello, se diseñó un cuestionario (ver apéndice 1) para obtener información específica sobre ciertos aspectos de los procesos de construcción y remodelación, como el uso de materiales, la planificación del proyecto, la gestión del tiempo, etc. Estos cuestionarios estuvieron dirigidos a ingenieros que cumplieran con el perfil dado en el apartado anterior y gerentes de la empresa.

2.3.3 Técnica de observación no participante

Según Campos & Lule (2012), la observación no participante consiste en una observación realizada por agentes externos que no tienen intervención alguna dentro del fenómeno estudiado; por lo tanto, no existe una relación con los sujetos del escenario; tan sólo se es espectador de lo que ocurre, y el investigador se limita a tomar nota de lo que sucede para poder aducir en consecuencia de las anotaciones hechas. Resulta necesario que la observación se realice sin tener ninguna influencia en el flujo de los hechos observados para obtener información objetiva y sin sesgos.

Esta técnica es idónea para el desarrollo del primer objetivo, dado que la observación siendo un agente externo permite, mediante la visita a proyectos de tipo nave industrial, obtener datos acerca de la manera en que diseñan los procesos constructivos, la planeación y ejecución de estos, así como las causas y efectos, para identificar posibles cuellos de botella, ineficiencias o problemas en la ejecución. Es decir, se observarán los aspectos globales y puntuales en los que se puede mejorar en la atapa de construcción. Para evidenciar esto se tiene un registro fotográfico (ver apéndice 2) y las listas de cotejo.

“Al igual que otras técnicas, métodos o instrumentos para consignar información; requiere de un sujeto que investiga y un objeto a investigar, tener claros los objetivos que persigue y focalizar la unidad de observación” (Campos & Lule, 2012, p.49). Esto resalta la importancia de contar con un instrumento como una lista de cotejo.

2.3.4 Técnica de listas de cotejo

La lista de cotejo, según Sierra González et al (2020), es un instrumento fácil de construir y flexible que relaciona acciones sobre tareas específicas, organizadas de manera sistemática para valorar la presencia o ausencia de estas y asegurar su cumplimiento durante el proceso. También se le conoce como lista de verificación o checklist y suele ser empleado con propósitos de diagnóstico. Además, permite obtener información de manera inmediata, lo que ayuda a definir el rumbo de acción en un proceso educativo, es decir, tomar decisiones fundamentadas para mejorar.

Esta técnica fue empleada para lograr el primer y último objetivo, ya que durante las visitas de sitio estas permitirán identificar oportunidades de mejoras de manera puntual y ordenada, para en un inicio plantear el manual de procesos y, posteriormente, para la mejora de este.

2.4 Fases de la investigación

Una vez aclarado el enfoque al que se adscribe la presente investigación, así como los sujetos y fuentes de información, las características de la población y el entorno en que se trabajó durante el desarrollo del proyecto, se introducen ahora las fases en que se estructura el proceso de recolección, análisis y procesamiento de la información. Esto conlleva el describir de manera detallada las principales actividades que se realizaron en cada etapa de la investigación y mencionar las técnicas e instrumentos de recolección de información que se aplicaron.

Para orientar esta descripción, se presenta la siguiente tabla, que resume las cuatro etapas, el objetivo específico, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, una descripción del proceso de análisis de datos y las categorías de análisis cuando aplica. Sin embargo, más adelante se detalla de manera más específica como se logró cada objetivo.

Tabla 2. Síntesis de la metodología de investigación.

Fase	Objetivo específico	Técnicas e instrumentos para recolección de datos	Proyección de análisis de datos	Categorías de análisis
Diagnóstico	OE1: Examinar la operación actual de los procesos constructivos asociados a naves industriales desarrolladas por la empresa Diseño Construcción y Maquinaria S.A. para el reconocimiento de las mayores deficiencias en su ejecución.	- Análisis documental - Cuestionario - Observación no participante - Listas de cotejo	Del análisis documental y de la información que arrojen las transcripciones de la observación no participante y la encuesta se determinarán las deficiencias en la forma de operación actual de los procesos. Estas se indicarán en el análisis de los resultados para encontrar las mejoras.	Operación actual de los procesos constructivos; tiempo de ejecución de proyectos, recursos utilizados (materiales, mano de obra, maquinaria), identificación de deficiencias en la ejecución
	OE2: Investigar en la literatura existente acerca de los procesos constructivos identificados para el reconocimiento de oportunidades de mejora en su ejecución		Para el segundo objetivo, a partir de los referentes teóricos se identificarán las prácticas correctas que se ajustan a las oportunidades de mejora determinadas previamente. La literatura ayudará a una mayor comprensión e interpretación del fenómeno de estudio.	Tendencias, avances tecnológicos y mejores prácticas en la industria de la construcción; identificación de mejores prácticas y oportunidades de mejora, casos de éxito y lecciones aprendidas en proyectos similares.
Diseño	OE3: Diseñar un manual de procedimientos que contenga el diseño uniformizado de los procesos constructivos de proyectos de naves industriales para la implementación a nivel interno de la empresa Diseño Construcción y Maquinaria S.A.	- Análisis documental	-	-
Aplicación	OE4: Aplicar el manual de procesos constructivos analizados para su evaluación y capacitación del personal.	- Manual de procesos (desarrollado en el OE3) - Listas de cotejo	-	-

2.5 Análisis y procesamiento de la información

En este apartado se describe la manera en que se van a presentar los resultados obtenidos por medio de las técnicas de análisis documental y observación no participante. Se realiza una descripción del proceso de análisis y procesamiento de la información en cada una de las fases.

McMillan & Schumacher (2005) describen el proceso de análisis de datos como un proceso cíclico que nunca se detiene y que forma parte de todas las fases de la investigación cualitativa. Destaca la que el análisis inductivo significa que las categorías y los modelos surgen a partir de los datos más que venir impuestos por la formulación de datos. Los mismos autores aseguran que el análisis cualitativo es un proceso relativamente sistemático de selección, categorización, comparación, síntesis e interpretación, que nos proporciona explicaciones sobre el único fenómeno de interés.

Por otra parte, Rueda et al. (2023) indican que las categorías de análisis se pueden definir a priori cuando ha se ha acotado la mirada y se ha elegido conocer o describir elementos específicos dentro del problema definido, aunque claro que en el proceso de análisis e interpretación de la información se pueden dar cambios.

2.5.1 Fase 1: Diagnóstico

La primera fase corresponde a la etapa de diagnóstico, en esta, tal y como se plantea en el primer objetivo, se busca examinar la operación actual de los procesos constructivos asociados a naves industriales desarrollados por DICOMA Construcción. Es decir, se realizó una exploración y evaluación de la forma de operación del diseño de los procesos constructivos para delimitar los procesos más críticos en la construcción y/o remodelación de naves industriales, así como para determinar las causas y efectos de las problemáticas identificadas.

Todo ello se llevó a cabo por medio de las técnicas de recolección de datos de análisis documental, junto con el cuestionario. Este instrumento permitió delimitar los temas de estudio mediante la aplicación de una serie de preguntas que buscan orientar la extracción de la información a las categorías planteadas. Además, se facilitó información de la situación real de la empresa través de lo reportado en los softwares de Procure y Key Planning, con lo que se pudo comparar los resultados del instrumento a lo que se estaba reportando que ocurre en los proyectos.

En esta primera fase también se revisaron documentos internos de la empresa, como manuales de procedimientos, planos, informes de proyectos anteriores, presupuestos, cronogramas, entre otros, para obtener información detallada sobre los procesos existentes y las prácticas de construcción utilizadas.

Con todo lo anterior se buscó disponer de una gran cantidad de datos e información para conocer el estado actual de los procesos constructivos. Sin embargo, antes de pasar a la siguiente etapa, y tal como indican Rueda et al. (2023), “el primer paso para un análisis cualitativo es la reducción, con el fin de resumir los datos recogidos y hacerlos manejables para su posterior entendimiento. Para ello, se requiere categorizar,

codificar, registrar y tabular” (p.84). Es decir, se debe seguir una secuencia tal que se dé la recolección; reducción, visualización de datos y conclusiones.

Respecto a la información que se obtuvo y la presentación de los resultados y los productos esperados de esta fase se tiene lo siguiente:

- Un listado de procesos constructivos recurrentes en los proyectos de construcción y/o remodelación de naves industriales que se identifican como los más críticos.
- Una matriz de brechas entre la situación actual y la situación deseada para identificar las diferencias entre lo que se tiene y lo que se requiere para alcanzar la situación ideal.
- Un diagrama de Ishikawa que permita visualizar, identificar y analizar las causas y efectos de situaciones que se dan en los procesos estudiados.
- Un resumen los resultados de casos prácticos en los que se realizaron mejoras a los procesos constructivos mediante estudios.

Se añade en la sección de apéndices (ver Apéndice 1), el cuestionario desarrollado para obtener la información relevante respecto a los procesos constructivos críticos.

2.5.2 Fase 2: Diseño

La fase de diseño, concerniente al tercer objetivo procura elaborar un manual de procedimientos que contenga el diseño uniformizado de los procesos constructivos de proyectos de naves industriales para la implementación a nivel interno de la empresa Diseño Construcción y Maquinaria S.A. El objetivo principal de este manual es estandarizar y mejorar las prácticas constructivas empleadas durante la ejecución de este tipo de proyectos, en busca de reducir desperdicios, reprocesos, sobrecostos y demás problemáticas comunes en la construcción.

En cuanto a la recolección de datos se debe señalar que la información que se utilizó en esta fase es la obtenida previamente durante la fase de diagnóstico, la cual permite conocer de manera objetiva las deficiencias y oportunidades de mejora en la gestión realizada por los ingenieros de DICOMA Construcción.

Del apropiado desarrollo de esta fase se deriva el principal resultado del presente trabajo, por lo que se delimitó su alcance al establecimiento de procedimientos y pautas uniformes para cada proceso incluyendo instrucciones paso a paso, cronogramas, responsabilidades y requisitos de calidad y la elaboración de un formato de manual claro y accesible para que el personal interno de la empresa pueda entender y aplicar los procesos.

Respecto a la presentación de los resultados y los productos esperados de esta fase se tiene lo siguiente:

- Manual de los procesos constructivos para proyectos de naves industriales ejecutados por la empresa Diseño Construcción y Maquinaria S.A.

2.5.3 Fase 3: Aplicación

Finalmente, en la tercera etapa se aplicó el manual de los procesos constructivos para proyectos de naves industriales ejecutados por la empresa Diseño Construcción y Maquinaria S.A, en proyectos seleccionados que eran desarrollados por la empresa.

El instrumento empleado fue propiamente el manual elaborado en la fase previa, el cual se desarrolló a través de una capacitación del personal para la correcta ejecución de los procesos de acuerdo con lo establecido en el manual desarrollado. Asimismo, se promovió la participación y la cooperación entre los distintos involucrados y la retroalimentación constante para favorecer la aplicación de lo estipulado en el manual.

En esta aplicación, se buscó lograr la recopilación y análisis de datos de procesos ejecutados siguiendo las pautas del manual, la identificación de mejoras cuantitativas y cualitativas en los procesos y procedimientos y el desarrollo de recomendaciones para ajustes o actualizaciones en el manual, con el fin de ajustar y mejorar la etapa de construcción en los procesos estudiados.

Respecto a la presentación de los resultados y los productos esperados de esta fase se tiene lo siguiente:

- Un informe de las mejoras identificadas ante la aplicación de los cambios sugeridos en el manual de los procesos constructivos estudiados.
- Personal de la empresa capacitado para realizar los procesos de manera uniforme desde ese proyecto en adelante.

Capítulo 3: Resultados

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos producto de la fase de diagnóstico para identificar los principales defectos que ocurren en los procesos constructivos asociados a naves industriales, así como las causas que dan origen a estos. Además, se tienen como complemento a lo que se identificó en sitio, los resultados de la aplicación del cuestionario a ingenieros de proyecto de este tipo.

3.1 Procesos constructivos críticos

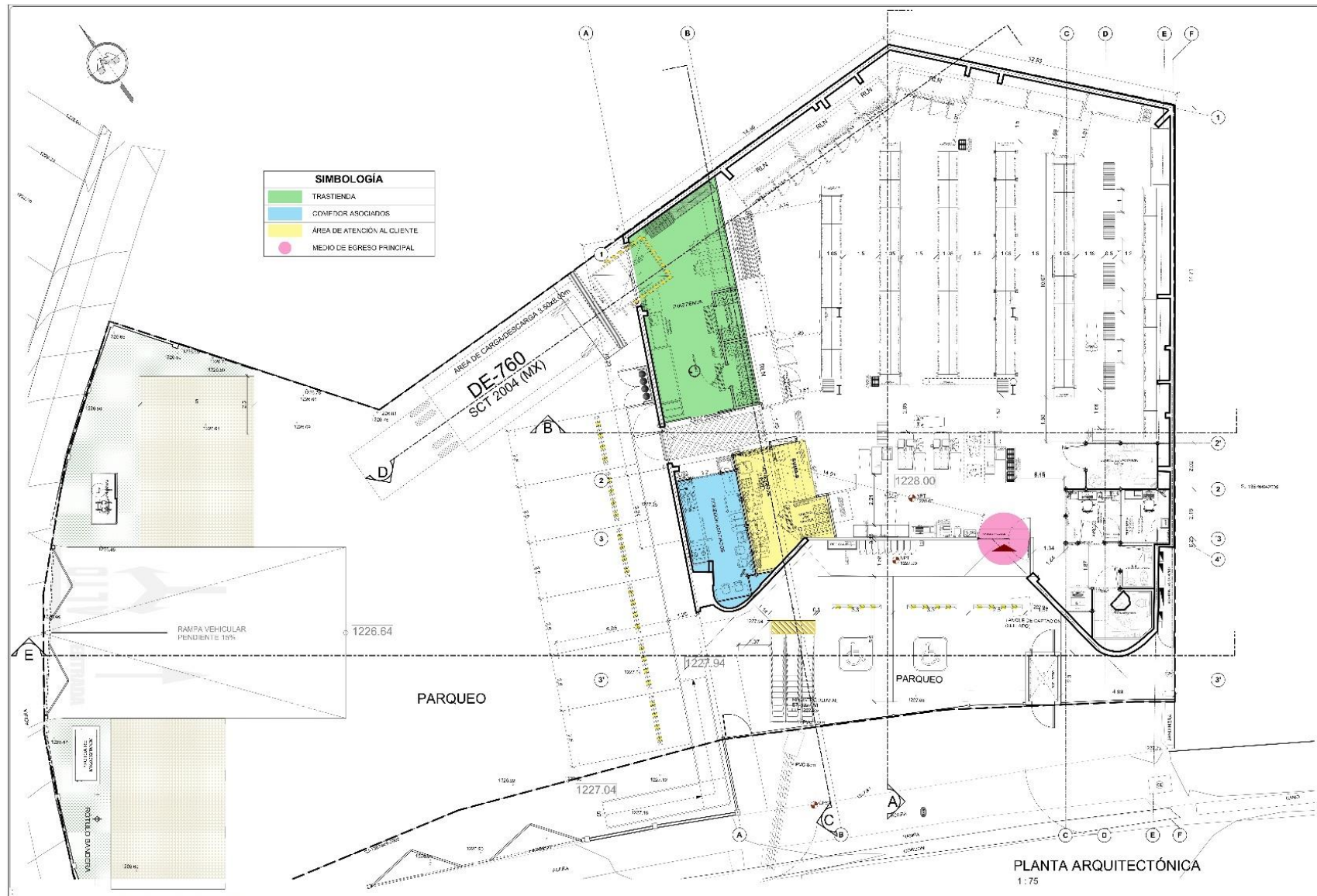
Como parte del proceso de identificación de los procesos críticos en proyectos, se planteó realizar un análisis exhaustivo de diversas fuentes de información con el fin de elaborar un listado completo de actividades prioritarias. Entre estas fuentes, se consideraron los registros de proyectos previamente ejecutados por DICOMA Construcción, así como los cronogramas elaborados por los ingenieros de proyecto durante la construcción y remodelación de naves industriales. Además, se llevó a cabo un cuestionario dirigido a ingenieros directamente involucrados en la ejecución de dichos proyectos. Adicionalmente, se realizaron observaciones de campo para identificar posibles deficiencias o áreas de mejora.

Para determinar si una actividad era crítica, se consideraron varios factores, como la frecuencia de repetición en diferentes proyectos, la incidencia de reprocesos, o bien, la recurrencia de defectos o deficiencias en procesos específicos históricamente y la importancia que representan dichos procesos en el costo global del proyecto.

Ahora bien, es necesario en primera instancia definir los alcances que típicamente se tienen en este tipo de proyectos y describir las tipologías constructivas de las naves, de modo que resulte sencillo comprender el trasfondo de la identificación de ciertos defectos en los procesos constructivos. El modelo de nave que se construye para los clientes más frecuentes de DICOMA Construcción consiste en un espacio amplio con paredes prefabricadas o de mampostería, dividido en áreas como: tienda, trastienda, servicios sanitarios (para clientes y asociados), comedor de asociados, gerencia, tesorería y conteo, atención al cliente, cuartos fríos (de carnes, verduras y lácteos y embutidos), cuartos congelados, cuarto eléctrico, andén y bodegas. Además, generalmente se cuenta con parqueos, basureros conformados por paredes de mampostería y techo en losa de concreto reforzado, plantas de tratamiento, cuartos de bombas, entre otros.

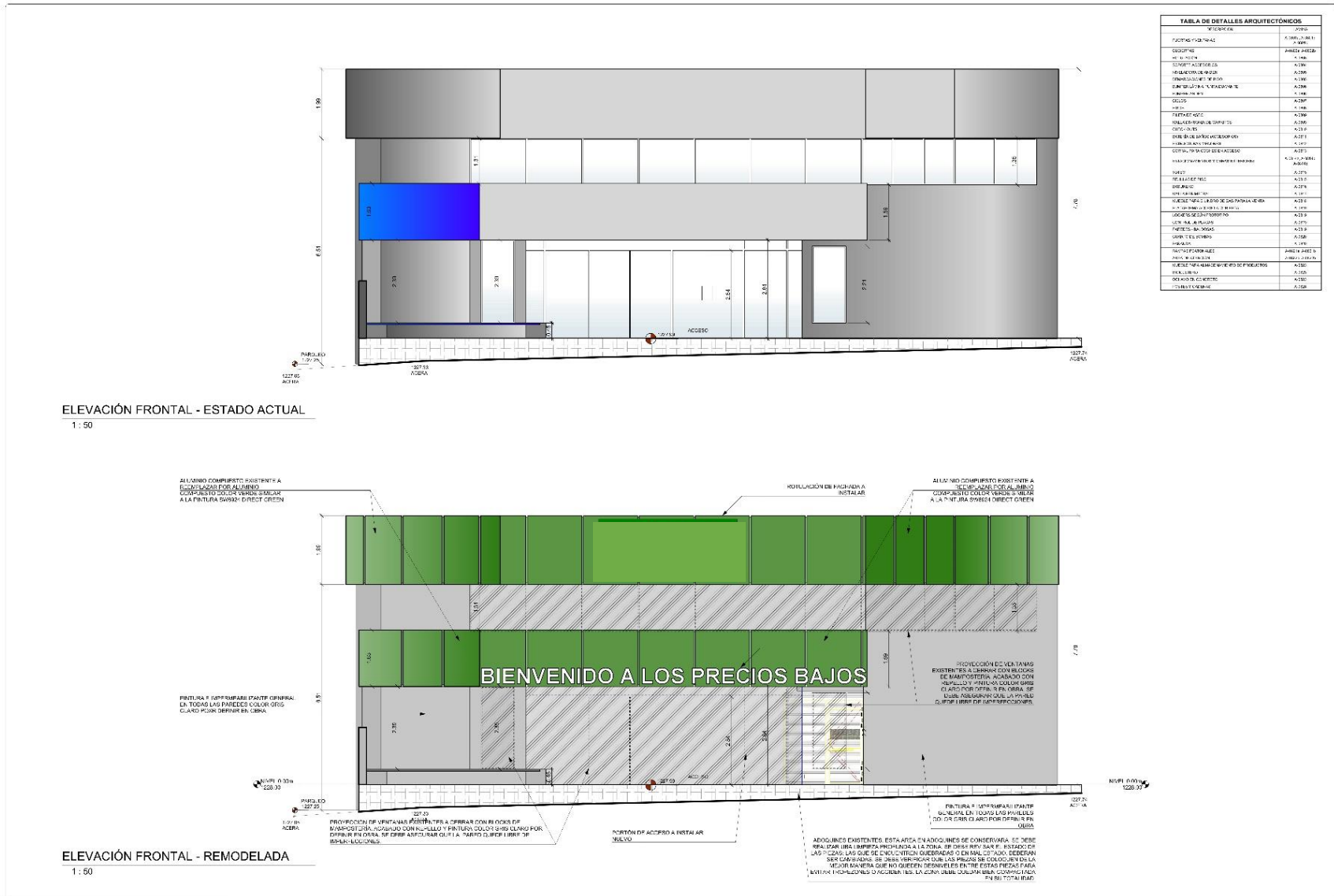
A continuación, se presentan algunos planos de Palí Betania, que ejemplifican la distribución típica de los proyectos ejecutados por DICOMA Construcción.

Figura 12. Planta arquitectónica Palí Betania.



Nota. Tomado de DICOMA Construcción

Figura 13. Elevaciones de Palí Betania.



Nota. Tomado de DICOMA Construcción

Seguidamente, de las tablas 3 a la 10 se muestran las actividades principales, según el desglose del presupuesto detallado, que se ejecutan en el proceso constructivo de proyectos tipo nave industrial, con ello se tiene que los procesos más recurrentes en el desarrollo de estos son: demoliciones de contrapiso, paredes y cielos, vigas, columnas, escaleras, estructura de techo, precintas y aleros en estructura metálica, paredes en mampostería, prefabricadas y livianas, contrapisos, enchapes, acabados de piso, losa sanitaria, particiones sanitarias, pintura, puertas, cubierta y hojalatería, sistemas mecánicos y eléctricos, movimientos de tierra, sistemas pluviales, colocación de asfalto en parqueos, aceras, cordón y caño, bordillos y cerramiento en malla ciclón.

Tabla 3. Actividades en cronograma del proyecto “Construcción Palí Betania”.

Proyecto	Principales actividades	Actividades específicas
Construcción Palí Betania	Demoliciones	Demolición de elementos concreto
		Demolición de elementos metálico
		Desmontaje de cubierta
		Demolición de losa
		Demolición de cerramientos
		Demolición de pisos
	Fundaciones	Excavación
		Relleno
		Refuerzo
		Colado
	Cubierta y hojalatería	-
	Sistema mecánico	Aguas negras
		Aguas grises
		Agua potable
	Sistema eléctrico	-
	Pisos	Colocación de madera tratada
		Contrapiso
	Paredes	Paredes de mampostería
		Paredes prefabricadas
	Acabados	Enchapes
		Pintura de paredes
		Resane de paredes
		Piso epóxico y quarry tiles
		Pulido de piso
		Cielos livianos
		Puertas
		Losa sanitaria
	Infraestructura	Muros de sótanos
		Contrafuertes
		Losas y aceras
		Cordón y caño
		Bordillos
		Colocación de zacate block
		Colocación de adoquines

Tabla 4. Actividades en cronograma del proyecto " Construcción Palí Los Ángeles".

Proyecto	Principales actividades	Actividades específicas
Construcción Palí Los Ángeles	Movimientos de tierras	-
	Fundaciones principales de nave	Excavación
		Relleno
		Refuerzo
		Colado
	Estructura metálica principal	Columnas
		Vigas
		Refuerzos
		Estructura de techo
		Precintas
		Aleros
	Cubierta y hojalatería	-
	Paredes	Paredes de mampostería
		Paredes de baldosas (columnas y baldosas)
		Paredes livianas
	Pisos	Contrapisos
	Sistema mecánico	Aguas negras
		Aguas grises
		Agua potable
		Ventilación
	Sistema eléctrico	-
	Acabados	Enchapes
		Impermeabilizantes
		Piso epóxico y quarry tiles
		Cielos livianos
		Puertas
		Losa sanitaria
	Infraestructura	Muros de contención
		Losas y aceras
		Asfalto de parqueo
		Cordón y caño
		Bordillos
		Zonas verdes
	Cerramiento perimetral	Malla ciclón
	Sistema pluvial	Tragantes
		Tubería pluvial
		Tanque de almacenamiento pluvial

Tabla 5. Actividades en cronograma del proyecto "Construcción Palí Candelaria".

Proyecto	Principales actividades	Actividades específicas
Construcción Palí Candelaria	Movimientos de tierras	-
	Fundaciones principales de nave	Excavación
		Relleno
		Refuerzo
		Colado
	Estructura metálica principal	Columnas
		Vigas
		Refuerzos
		Estructura de techo
		Precintas
		Aleros
	Cubierta y hojalatería	-
	Paredes	Paredes de mampostería
		Paredes de baldosas (columnas y baldosas)
		Paredes livianas
	Pisos	Colocación de madera tratada
		Contrapisos
	Sistema mecánico	Aguas negras
		Aguas grises
		Agua potable
		Ventilación
	Sistema eléctrico	-
	Acabados	Enchapes
		Impermeabilizantes
		Piso epóxico y quarry tiles
		Brillado y sellado de pisos
		Cielos livianos
		Puertas
		Losa sanitaria
	Infraestructura	Muros de contención
		Losas y aceras
		Asfalto de parqueo
		Cordón y caño
		Bordillos
		Zonas verdes
	Cerramiento perimetral	Malla ciclón
	Sistema pluvial	Tragantes
		Tubería pluvial
		Tanque de almacenamiento pluvial

Tabla 6. Actividades en cronograma del proyecto "Construcción Palí General Viejo".

Proyecto	Principales actividades	Actividades específicas
Construcción Palí General Viejo	Movimientos de tierras	-
	Fundaciones principales de nave	Excavación
		Relleno
		Refuerzo
		Colado
	Estructura metálica principal	Columnas
		Vigas
		Refuerzos
		Estructura de techo
		Precintas
		Aleros
	Cubierta y hojalatería	-
	Techo	Losa de techo
	Paredes	Paredes de mampostería
		Paredes de baldosas (columnas y baldosas)
		Paredes livianas
	Pisos	Colocación de madera tratada
		Contrapisos
	Sistema mecánico	Aguas negras
		Aguas grises
		Agua potable
		Ventilación
	Sistema eléctrico	-
	Acabados	Enchapes
		Impermeabilizantes
		Piso epóxico y quarry tiles
		Brillado y pulido de pisos
		Cielos livianos
		Puertas
		Losa sanitaria
	Infraestructura	Muros de contención
		Losas y aceras
		Asfalto de parqueo
		Cordón y caño
		Bordillos
		Zonas verdes
	Cerramiento perimetral	Malla ciclón
	Sistema pluvial	Tragantes
		Tubería pluvial
		Tanque de almacenamiento pluvial

Tabla 7. Actividades en cronograma del proyecto "Remodelación Palí Cañas".

Proyecto	Principales actividades	Actividades específicas
Remodelación Palí Cañas	Demoliciones	Demolición de cielos
		Demolición de paredes
		Demolición de piso vinílico
		Demolición de enchapes
		Demolición de paneles de cuartos fríos
		Demolición de carpeta asfáltica
		Demolición de contrapisos
	Sistema mecánico	Aguas negras
		Aguas grises
		Agua potable
		Ventilación
	Sistema eléctrico	-
	Pisos	Colocación de madera tratada
		Contrapiso
	Paredes	Paredes livianas
	Acabados	Enchapes
		Pintura de paredes
		Piso epóxico, cerámico, quarry tiles
		Fragua de piso
		Pulido de piso
		Cielos livianos
		Puertas
		Losa sanitaria
		Particiones sanitarias
		Cajas pluviales
	Infraestructura	Losas y aceras
		Cordón y caño
		Bordillos
		Bacheo
		Divisiones de adoquín
		Colocación de asfalto

Tabla 8. Actividades en cronograma del proyecto "Remodelación Maxi Palí Guápiles".

Proyecto	Principales actividades	Actividades específicas
Remodelación Maxi Palí Guápiles	Demoliciones	Demolición de cielos
		Demolición de paredes
		Demolición de particiones
		Demolición de piso cerámico
		Demolición de enchapes
		Demolición de paneles de cuartos fríos
		Demolición de carpeta asfáltica
		Demolición de contrapisos
	Sistema mecánico	Aguas negras
		Aguas grises
		Agua potable
		Ventilación
	Sistema eléctrico	-
	Pisos	Colocación de madera tratada
		Contrapiso
	Paredes	Paredes livianas
		Rodapié vinílico
	Techo	Losa de techo
	Acabados	Enchapes
		Resane de paredes
		Pintura de paredes
		Piso epóxico, cerámico, quarry tiles
		Fragua de piso
		Nivelación de piso
		Pulido y restauración de pisos
		Cielos livianos
		Puertas
		Losa sanitaria
		Particiones sanitarias
	Infraestructura	Cajas pluviales
		Losas y aceras
		Cordón y caño
		Bordillos
		Bacheo
		Colocación de asfalto

Tabla 9. Actividades en cronograma del proyecto "Remodelación de Maxi Palí Santa Cruz".

Proyecto	Principales actividades	Actividades específicas
Remodelación Maxi Palí Santa Cruz	Demoliciones	Demolición de cielos
		Demolición de paredes
		Demolición de paneles de cuarto fríos
		Demolición de particiones sanitarias
		Demolición de enchapes
		Demolición de carpeta asfáltica
		Demolición de pisos
	Fundaciones	Excavación
		Relleno
		Refuerzo
		Colado
	Cubierta y hojalatería	-
	Techo	Losa de techo
	Sistema mecánico	Aguas negras
		Aguas grises
		Agua potable
		Ventilación
	Sistema eléctrico	-
	Pisos	Colocación de madera tratada
		Contrapiso
	Paredes	Paredes livianas
		Paredes de mampostería
		Rodapié vinílico
	Acabados	Enchapes
		Pintura de paredes
		Resane de paredes
		Piso vinílico, epóxico y quarry tiles
		Sellado de paredes
		Pulido de piso
		Nivelación de piso
		Cielos livianos
		Puertas
		Losa sanitaria
		Particiones sanitarias
	Infraestructura	Cajas pluviales
		Losas y aceras
		Cordón y caño
		Bordillos
		Colocación de asfalto

Tabla 10. Actividades en cronograma del proyecto "Remodelación Walmart Curridabat".

Proyecto	Principales actividades	Actividades específicas
Remodelación Walmart Curridabat	Demoliciones	Demolición de cielos
		Demolición de paredes
		Demolición de paneles de cuarto fríos
		Demolición de particiones sanitarias
		Demolición de enchapes
		Demolición de escaleras
		Demolición de carpeta asfáltica
		Demolición de pisos
		Apertura de buques
	Estructura metálica principal	Estructura de escalera
	Cubierta y hojalatería	-
	Sistema mecánico	Aguas negras
		Aguas grises
		Agua potable
		Ventilación
	Sistema eléctrico	-
	Pisos	Colocación de madera tratada
		Contrapiso
	Paredes	Paredes livianas
		Paredes de mampostería
		Paredes cortafuego
		Rodapié vinílico
	Acabados	Enchapes
		Pintura de paredes
		Resane de paredes
		Piso vinílico y epóxico
		Sellado de paredes
		Pulido de piso
		Cielos livianos
		Puertas
		Losa sanitaria
		Particiones sanitarias
	Infraestructura	Cajas pluviales
		Losas y aceras
		Cordón y caño
		Bordillos
		Bacheo
		Resane de gaviones
		Colocación de asfalto

Es importante aclarar que cuando se habla de construcción, en el caso de Palí Betania, la nave es existente y se considera construcción debido a que el cliente denomina así el proyecto, dado que la tienda es nueva. Por esta razón, en la tabla 3 se pueden encontrar actividades de demolición.

Para la selección definitiva de los procesos a estudiar con detalle en el manual, se comprobó el peso porcentual de cada uno de los procesos en el total de costos directos del proyecto. Para ello se recurrió al presupuesto detallado de cada uno de los proyectos anteriormente desglosados por actividades (remodelaciones: Palí Cañas, Palí Guápiles, Maxi Palí Santa Cruz y Walmart Curridabat; construcciones: Palí Betania, Palí Los Ángeles, Palí Candelaria y Palí General Viejo), se clasificaron las líneas de costos presentadas en la oferta dentro de alguno de los procesos antes mencionados y se obtuvo lo siguiente para cada proyecto:

Tabla 11. Porcentaje del total de costos directo por proceso para el proyecto “Remodelación Palí Cañas”.

Proyecto: Remodelación Palí Cañas	
Proceso	% del total de costos directos
Demoliciones	7,31%
Movimiento de tierras	0,00%
Fundaciones	0,00%
Contrapisos y acabados de pisos	10,81%
Vigas y columnas de concreto	0,07%
Paredes de mampostería	0,65%
Paredes livianas	2,03%
Enchape de paredes	0,92%
Pintura de paredes	2,65%
Cubierta de techo	13,88%
Estructura metálica (acero)	11,37%
Instalación de cielos	0,87%
Colocación y compactación de carpeta asfáltica	4,38%
Total	54,93%

Tabla 12. Porcentaje del total de costos directo por proceso para el proyecto “Remodelación Palí Guápiles”.

Proyecto: Remodelación Palí Guápiles	
Proceso	% del total de costos directos
Demoliciones	3,60%
Movimiento de tierras	0,00%
Fundaciones	0,00%
Contrapisos y acabados de pisos	9,11%
Vigas y columnas de concreto	0,00%
Paredes de mampostería	0,00%
Paredes livianas	2,27%
Enchape de paredes	0,39%
Pintura de paredes	1,70%
Cubierta de techo	0,00%
Estructura metálica (acero)	9,85%
Instalación de cielos	1,10%
Colocación y compactación de carpeta asfáltica	0,89%
Total	28,90%

Tabla 13. Porcentaje del total de costos directo por proceso para el proyecto “Remodelación Maxi Palí Santa Cruz”.

Proyecto: Remodelación Maxi Palí Santa Cruz	
Proceso	% del total de costos directos
Demoliciones	4,08%
Movimiento de tierras	0,00%
Fundaciones	0,00%
Contrapisos y acabados de pisos	10,58%
Vigas y columnas de concreto	0,96%
Paredes de mampostería	0,00%
Paredes livianas	2,06%
Enchape de paredes	1,34%
Pintura de paredes	1,66%
Cubierta de techo	13,06%
Estructura metálica (acero)	7,11%
Instalación de cielos	0,85%
Colocación y compactación de carpeta asfáltica	2,20%
Total	43,90%

Tabla 14. Porcentaje del total de costos directo por proceso para el proyecto “Remodelación Walmart Curridabat”.

Proyecto: Remodelación Walmart Curridabat	
Proceso	% del total de costos directos
Demoliciones	1,81%
Movimiento de tierras	0,00%
Fundaciones	0,11%
Contrapisos y acabados de pisos	17,42%
Vigas y columnas de concreto	0,19%
Paredes de mampostería	0,15%
Paredes livianas	2,32%
Enchape de paredes	1,16%
Pintura de paredes	4,74%
Cubierta de techo	0,00%
Estructura metálica (acero)	11,46%
Instalación de cielos	2,67%
Colocación y compactación de carpeta asfáltica	0,69%
Total	42,72%

Tabla 15. Porcentaje del total de costos directo por proceso para el proyecto “Construcción Palí Betania”.

Proyecto: Construcción Palí Betania	
Proceso	% del total de costos directos
Demoliciones	3,10%
Movimiento de tierras	5,41%
Fundaciones	0,68%
Contrapisos y acabados de pisos	4,97%
Vigas y columnas de concreto	1,66%
Paredes de mampostería	1,30%
Paredes livianas	0,52%
Enchape de paredes	0,34%
Pintura de paredes	4,33%
Cubierta de techo	8,39%
Estructura metálica (acero)	13,21%
Instalación de cielos	0,20%
Colocación y compactación de carpeta asfáltica	3,47%
Total	47,56%

Tabla 16. Porcentaje del total de costos directo por proceso para el proyecto “Construcción Palí Los Ángeles”.

Proyecto: Construcción Palí Los Ángeles	
Proceso	% del total de costos directos
Demoliciones	0,00%
Movimiento de tierras	14,69%
Fundaciones	4,65%
Contrapisos y acabados de pisos	4,40%
Vigas y columnas de concreto	0,19%
Paredes de mampostería	0,00%
Paredes livianas	0,54%
Enchape de paredes	0,32%
Pintura de paredes	0,70%
Cubierta de techo	9,15%
Estructura metálica (acero)	13,63%
Instalación de cielos	0,16%
Colocación y compactación de carpeta asfáltica	1,73%
Total	50,17%

Tabla 17. Porcentaje del total de costos directo por proceso para el proyecto “Construcción Palí Candelaria”.

Proyecto: Construcción Palí Candelaria	
Proceso	% del total de costos directos
Demoliciones	0,87%
Movimiento de tierras	13,77%
Fundaciones	3,17%
Contrapisos y acabados de pisos	4,93%
Vigas y columnas de concreto	0,00%
Paredes de mampostería	0,00%
Paredes livianas	0,59%
Enchape de paredes	0,86%
Pintura de paredes	0,95%
Cubierta de techo	9,21%
Estructura metálica (acero)	10,49%
Instalación de cielos	0,22%
Colocación y compactación de carpeta asfáltica	4,02%
Total	49,08%

Tabla 18. Porcentaje del total de costos directo por proceso para el proyecto “Construcción Palí General Viejo”.

Proyecto: Construcción Palí General Viejo	
Proceso	% del total de costos directos
Demoliciones	0,02%
Movimiento de tierras	12,81%
Fundaciones	4,01%
Contrapisos y acabados de pisos	3,74%
Vigas y columnas de concreto	0,00%
Paredes de mampostería	4,79%
Paredes livianas	0,40%
Enchape de paredes	0,30%
Pintura de paredes	0,96%
Cubierta de techo	9,20%
Estructura metálica (acero)	11,62%
Instalación de cielos	0,30%
Colocación y compactación de carpeta asfáltica	1,20%
Total	49,35%

De las tablas 11 al 18 se extrae que, en promedio, para las remodelaciones el total del porcentaje de los costos directos que representan los procesos seleccionados corresponde a un 42,61%, mientras que para las construcciones este mismo porcentaje corresponde a 49,04%, lo cual indica que dentro del tema de costos son procesos relevantes, pues tienen un peso importante del presupuesto, y el hecho de tener reprocesos recurrente en ellos genera pérdidas en la utilidad de la empresa sobre cada proyecto; para visualizar esto se muestran las tablas 19 y 20. La diferencia en estos porcentajes se debe a que el alcance de las remodelaciones es muy variable, es decir, depende del estado de la nave que se vaya a remodelar, no así en las construcciones, donde en los proyectos se mantienen los mismos alcances con sus particularidades según el sitio de proyecto.

Lo anterior se evidencia en la comparativa entre los proyectos de remodelación Palí Cañas y Palí Guápiles, que presentan la mayor diferencia porcentual en el total de costos directos, con un 23,44%, siendo que en las construcciones este dato es de un 7,55%, la cual se da entre los proyectos Palí Betania y Palí General Viejo.

Tabla 19. Promedio porcentual de costos directos por proceso en remodelaciones.

Promedio porcentual de costos directos por proceso en remodelaciones	
Proceso	% del total de costos directos
Demoliciones	4,20%
Movimiento de tierras	0,00%
Fundaciones	0,03%
Contrapisos y acabados de pisos	11,98%
Vigas y columnas de concreto	0,31%
Paredes de mampostería	0,20%
Paredes livianas	2,17%
Enchape de paredes	0,95%
Pintura de paredes	2,69%
Cubierta de techo	6,74%
Estructura metálica (acero)	9,95%
Instalación de cielos	1,37%
Colocación y compactación de carpeta asfáltica	2,04%
Total	42,61%

Tabla 20. Promedio porcentual de costos directos por proceso en construcciones.

Promedio porcentual de costos directos por proceso en construcciones	
Proceso	% del total de costos directos
Demoliciones	1,00%
Movimiento de tierras	11,67%
Fundaciones	3,13%
Contrapisos y acabados de pisos	4,51%
Vigas y columnas de concreto	0,46%
Paredes de mampostería	1,52%
Paredes livianas	0,51%
Enchape de paredes	0,46%
Pintura de paredes	1,73%
Cubierta de techo	8,99%
Estructura metálica (acero)	12,24%
Instalación de cielos	0,22%
Colocación y compactación de carpeta asfáltica	2,61%
Total	49,04%

Una vez identificados los procesos a estudiar, se lleva a cabo el estudio de la forma de ejecución de cada uno de los procesos en los proyectos de este tipo. El apéndice 2 muestra un registro fotográfico de los hallazgos que se hicieron en las visitas relacionados a los procesos constructivos de interés.

Por otra parte, la revisión de los cronogramas permitió identificar que en la mayoría de los casos la organización de dichos cronogramas difiere a nivel interno de la empresa, es decir, cada ingeniero de proyecto lo organiza según su criterio. Esto ocasiona que en algunos de los cronogramas se encuentra distribuido por zonas, mientras que otros están por actividades, e incluso se llaman a las mismas actividades de manera distinta. A continuación, se muestra la evidencia de estas diferencias en diferentes cronogramas de proyectos ejecutados.

Figura 14. Cronograma por zona en proyecto “Construcción Palí Betania”.

▣ Servicios Sanitarios	22 days	Thu 23/11/23 09:00	Thu 14/12/23 19:00		85%
▣ Pisos	4 days	Sun 3/12/23 09:00	Wed 6/12/23 19:00		100%
Resane (Acabado brillado)	4 days	Sun 3/12/23 09:00	Wed 6/12/23 19:00	309	100%
▣ Sistema eléctrico	14 days	Thu 23/11/23 09:00	Wed 6/12/23 19:00		100%
Soporteria	7 days	Thu 23/11/23 09:00	Wed 29/11/23 19:00	304SS	100%
Canalización y cableado	7 days	Thu 30/11/23 09:00	Wed 6/12/23 19:00	301	100%
▣ Paredes	17 days	Thu 23/11/23 09:00	Sat 9/12/23 19:00		98%
Prefabricadas	10 days	Thu 23/11/23 09:00	Sat 2/12/23 19:00	321SS	100%
Enchape artica	7 days	Sun 3/12/23 09:00	Sat 9/12/23 19:00	304	95%
▣ Sistema mecánico	10 days	Thu 23/11/23 09:00	Sat 2/12/23 19:00		49%
Drenaje	3 days	Thu 23/11/23 09:00	Sat 25/11/23 19:00	304SS	100%
Pileta	5 days	Sun 26/11/23 09:00	Thu 30/11/23 19:00	307	0%
Inodoro	2 days	Fri 1/12/23 09:00	Sat 2/12/23 19:00	308	95%
▣ Cielo	5 days	Sun 10/12/23 09:00	Thu 14/12/23 19:00		60%
Estructura de cielo (Estructura metalica / cuadrícula)	3 days	Sun 10/12/23 09:00	Tue 12/12/23 19:00	305	100%
Paneles de cielo suspendido	1 day	Wed 13/12/23 09:00	Wed 13/12/23 19:00	311	0%
Instalación de lamparas	1 day	Thu 14/12/23 09:00	Thu 14/12/23 19:00	312	0%

Nota. Tomado de DICOMA Construcción

Figura 15. Cronograma por actividad en proyecto “Construcción Palí Los Ángeles”.

▣ Paredes	46 days	Fri 15/9/23 09:00	Mon 30/10/23 19:00	99%	
▣ Paredes de baldosas	46 days	Fri 15/9/23 09:00	Mon 30/10/23 19:00	99%	
▣ Columnas prefa	14 days	Fri 15/9/23 09:00	Thu 28/9/23 19:00	100%	
Columnas eje A	4 days	Fri 15/9/23 09:00	Mon 18/9/23 19:00	100%	85;89;91
Columnas eje E	3 days	Tue 19/9/23 09:00	Thu 21/9/23 19:00	100%	87;89;92SS
Columnas eje 5	4 days	Fri 15/9/23 09:00	Mon 18/9/23 19:00	100%	93
Columnas eje D	3 days	Fri 22/9/23 09:00	Sun 24/9/23 19:00	100%	95
Columnas eje 1	4 days	Fri 15/9/23 09:00	Mon 18/9/23 19:00	100%	96
Columnas internas	7 days	Fri 22/9/23 09:00	Thu 28/9/23 19:00	100%	
▣ Baldosas prefa	42 days	Tue 19/9/23 09:00	Mon 30/10/23 19:00	98%	
Baldosas eje A	5 days	Tue 19/9/23 09:00	Sat 23/9/23 19:00	100%	92;65
Baldosas eje E	5 days	Sun 24/9/23 09:00	Thu 28/9/23 19:00	100%	191
Baldosas eje 5	5 days	Tue 19/9/23 09:00	Sat 23/9/23 19:00	100%	94
Baldosas eje 1	5 days	Sun 24/9/23 09:00	Thu 28/9/23 19:00	100%	95
Baldosas Internas	5 days	Fri 29/9/23 09:00	Tue 3/10/23 19:00	100%	96;99
Baldosas Externas (batería de baños)	5 days	Wed 4/10/23 09:00	Sun 8/10/23 19:00	100%	123;97;239
Impermeabilizante pare	22 days	Mon 9/10/23 09:00	Mon 30/10/23 19:00	95%	

Nota. Tomado de DICOMA Construcción

Las figuras anteriores permiten visualizar que en el proyecto de construcción de Palí Betania se hace la zonificación de los sectores que forman parte del alcance del proyecto, en la figura 14 se visualiza lo planificado para los servicios sanitarios, donde se incluyen las paredes prefabricadas de estos. Sin embargo, en el proyecto de construcción de Palí Los Ángeles (ver figura 15) se tiene en el cronograma la actividad de paredes de baldosas, que se desglosa aún más por colocación de columnas y baldosas, y esta considera las paredes de baldosas de toda la nave. Es decir, a diferencia de Palí Betania, no solo se planifica por actividad y no por zona, sino que también se llama a las mismas actividades de manera diferente, dado que paredes de baldosas en este caso corresponde a las mismas paredes prefabricadas. Esto resulta de gran importancia debido a la rotación interna del personal de un proyecto a otro, de no existir estas diferencias, se garantiza que no habrá confusiones de lo planificado.

Por otra parte, de manera complementaria a esta información se tienen las repuestas del cuestionario (ver Apéndice 1) de parte de 5 de los ingenieros de proyectos de DICOMA Construcción con experiencia en la construcción de naves industriales. A continuación, se muestran las preguntas y respuestas obtenidas mediante la aplicación de dicho formulario.

Tabla 21. Pregunta 1 y sus respectivas respuestas del cuestionario realizado.

Pregunta 1. Desde la perspectiva de las tolerancias en su proyecto actual, ¿Qué actividades prevé que puedan enfrentar dificultades durante la inspección final por parte de los inspectores?	
Respuesta 1	En el proyecto actual el alcance es de muros de contención y movimiento de tierras, no pueden existir dificultades estructurales en el muro. Se colocó la armadura según planos y se dosificó el concreto según el requerimiento. El acabado del muro es repellado y tal vez el acabado pueda generar alguna dificultad, ya que el cliente es muy estricto y no puede existir algún detalle o algún mal acabado.
Respuesta 2	El nivel freático con el que cuenta el terreno en el cual estamos construyendo.
Respuesta 3	Sistemas eléctricos, sistemas mecánicos y acabados generales.
Respuesta 4	Todo lo relacionado a acabados finales.
Respuesta 5	Enchapes de pared y acabados de pintura.

Tabla 22. Pregunta 2 y sus respectivas respuestas del cuestionario realizado.

Pregunta 2. ¿Ha ocurrido alguna vez que los inspectores hayan señalado problemas potenciales en la aceptación de ciertas actividades debido a que lo construido no cumplía con las expectativas? ¿Podría mencionar alguna actividad específica?	
Respuesta 1	Sí, esto nos pasa mucho en acabados como enchape de baños en caso de los Palí y se debe a que el personal que se recluta en algunos proyectos no está calificado para realizar un excelente acabado e incluso algunos subcontratistas no realizan la actividad como se espera, en este caso entran otros temas como garantía del subcontrato antes de ser presentado al cliente, ya que nosotros como ingenieros debemos ser el primer filtro de calidad.
Respuesta 2	Cambio de cubierta de canopy. Se dañó ya que a la hora de pintar los tapicheles transitaban mal sobre la cubierta dañándola.
Respuesta 3	Losas de piso, cielos suspendidos y pintura general.
Respuesta 4	Las paredes enchapadas.
Respuesta 5	Sí, en los enchapes de pared y acabado de la estructura metálica o de la soldadura.

Tabla 23. Pregunta 3 y sus respectivas respuestas del cuestionario realizado.

Pregunta 3. ¿En proyectos anteriores, qué actividades requirieron reparaciones o retrabajos para ser aprobadas por los inspectores? Considere las actividades indicadas en el encabezado del formulario, pero no se limite a estas si cree necesario añadir alguna otra actividad.	
Respuesta 1	Enchapes generales.
Respuesta 2	Cubierta de techo y sistema de drenajes sanitario.
Respuesta 3	Los acabados generales del proyecto.
Respuesta 4	Trabajos de acabados.
Respuesta 5	Enchapes de paredes, trabajos de soldadura.

Figura 16. Pregunta 4 y sus respectivas respuestas del cuestionario realizado.

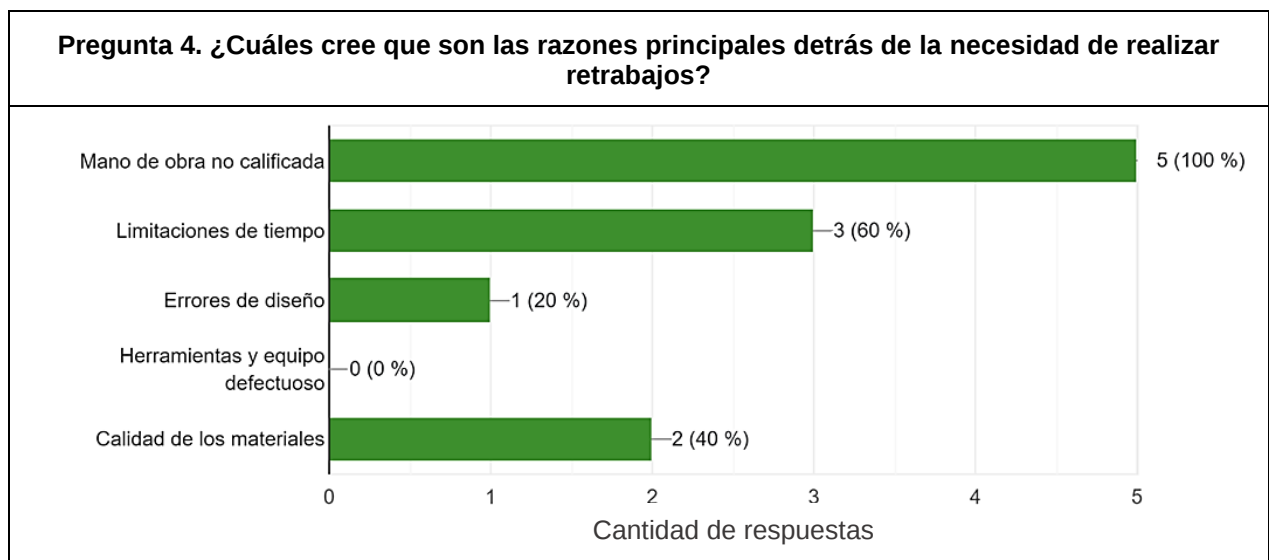


Figura 17. Pregunta 5 y sus respectivas respuestas del cuestionario realizado.

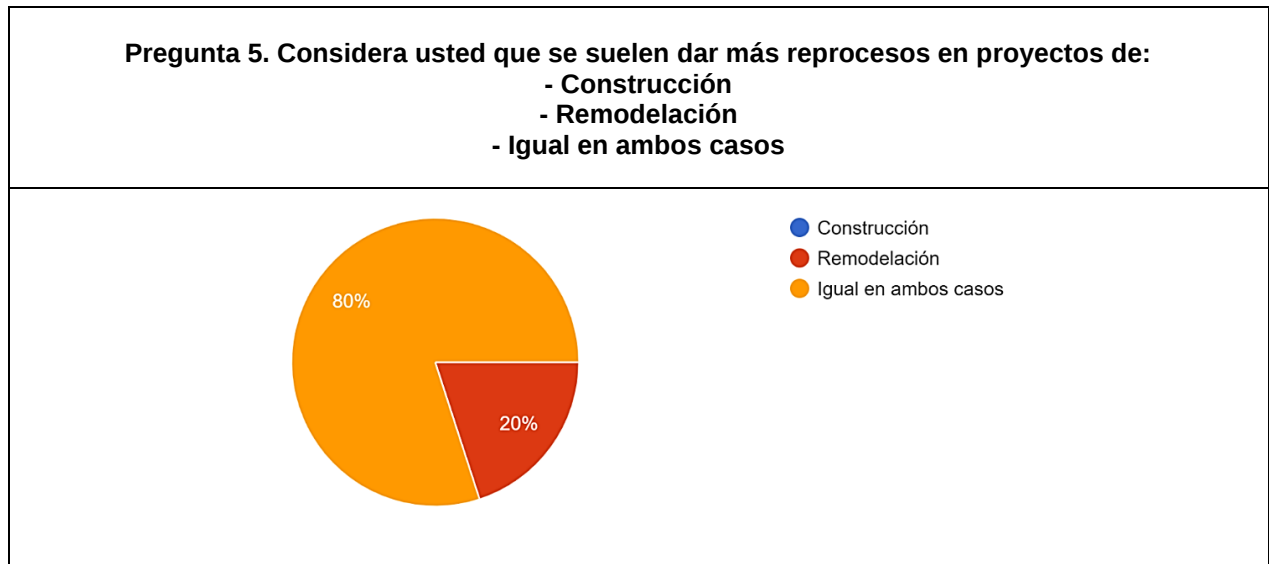


Tabla 24. Pregunta 6 y sus respectivas respuestas del cuestionario realizado.

Pregunta 6. ¿Se ha utilizado el contrato como una medida de protección en su proyecto en caso de disputas con los inspectores? ¿En qué actividad específica?	
Respuesta 1	No.
Respuesta 2	Alcances de licitación vs lo que quieren en el proyecto.
Respuesta 3	Sí, tiempos de entrega.
Respuesta 4	Para cobrar actividades que solicitan y no están en el alcance del proyecto.
Respuesta 5	Lechada en paredes.

Tabla 25. Pregunta 27 y sus respectivas respuestas del cuestionario realizado.

Pregunta 7. ¿Las especificaciones técnicas y los planos han sido utilizados como salvaguarda en su proyecto en caso de discrepancias de tolerancias con los inspectores? ¿Podría mencionar una actividad en particular?	
Respuesta 1	Esto siempre va a ocurrir no solo en planos, si no en alcances generales ya que en un plano se muestra un conjunto de dibujos que no necesariamente es alcance de la constructora, en los proyectos existen otros subcontratos contratados por el cliente.
Respuesta 2	Reubicación de tomas eléctricos.
Respuesta 3	Sí, cuando se habla de las especificaciones de los materiales a utilizar.
Respuesta 4	En utilizar el grado de acero correcto para todo tipo de armadura de cimientos y losas.
Respuesta 5	Lechada en paredes.

Figura 18. Pregunta 8 y sus respectivas respuestas del cuestionario realizado.

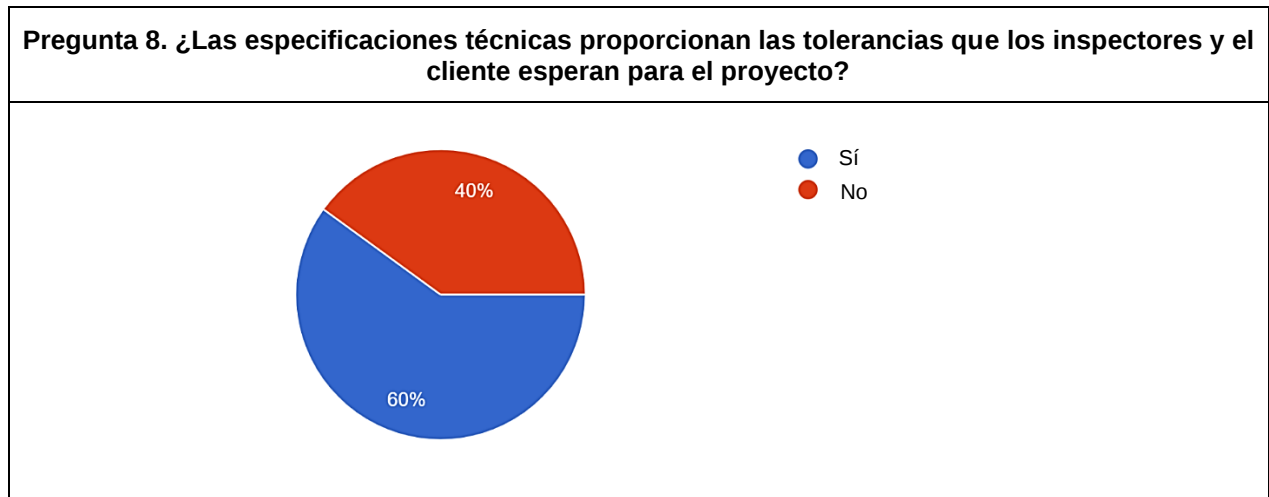


Figura 19. Pregunta 9 y sus respectivas respuestas del cuestionario realizado.

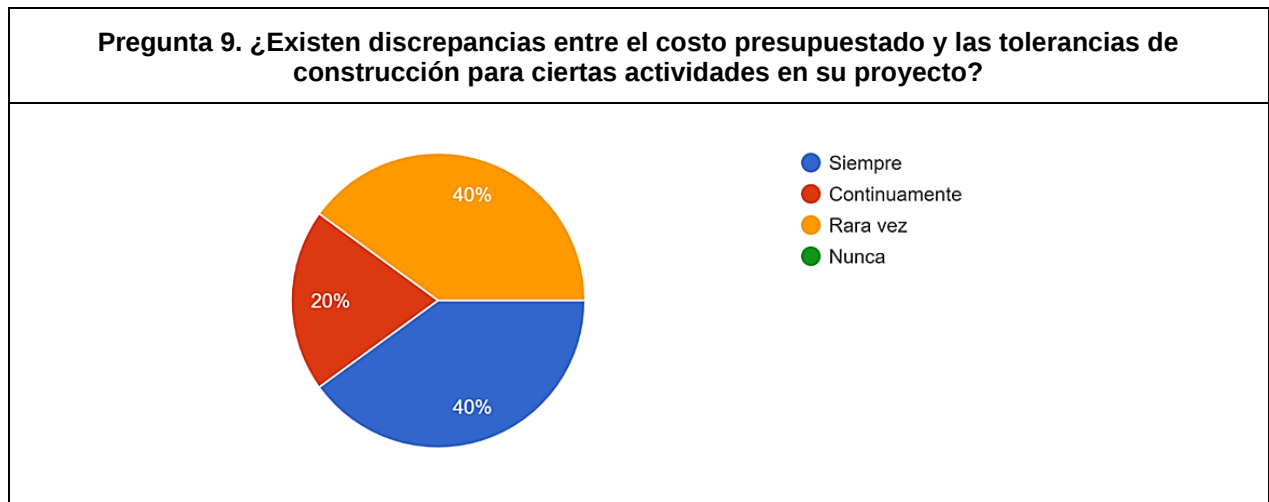


Tabla 26. Pregunta 10 y sus respectivas respuestas del cuestionario realizado.

Pregunta 10. ¿Se ha tenido que aumentar la calidad en ciertas actividades, excediendo el presupuesto original, para cumplir con las expectativas del cliente? ¿Podría mencionar algunas de estas actividades?	
Respuesta 1	Sí, por supuesto, hay situaciones que se ha tenido que demoler todo un piso por mal acabado. Sin embargo, nosotros como ingenieros de proyecto debemos de saber cómo proteger el proyecto de estos costos que no estaban contemplados como aplicarle la garantía al subcontratado, pero en caso de ser personal directo de la constructora es un costo que difícilmente se recupera.
Respuesta 2	Ubicación de tomas, aplicación de aqualock en paredes, acabado de pintura y colocación de enchapes.
Respuesta 3	En concretos y cubiertas de techo.
Respuesta 4	En los proyectos que he llevado no.
Respuesta 5	La lechada en paredes o la impermeabilización de paredes.

Una vez identificadas las deficiencias más comunes según el cuestionario y definidos los procesos constructivos a estudiar, se utilizaron listas de cotejo planteadas para evaluar el proceso constructivo de los mismos. A continuación, se muestra el resumen de los principales hallazgos una vez aplicadas las listas de cotejo.

Tabla 27. Lista de cotejo de: Demoliciones

Pregunta	¿Cumple? (Sí/No)	Observaciones
¿Se revisan los planos y especificaciones antes de la demolición?	Sí	
¿Se obtienen los permisos necesarios antes de iniciar?	Sí	
¿Se desconectan todos los servicios públicos previos a la demolición?	Sí	
¿Se implementan medidas de seguridad para proteger áreas circundantes?	Sí	Se puede mejorar. Quedan zonas sin señalar/proteger.
¿El personal utiliza equipo de protección personal adecuado?	No	Problema recurrente con el uso de guantes por parte de algunos trabajadores.

Tabla 28. Lista de cotejo de: Movimientos de tierra

Pregunta	¿Cumple? (Sí/No)	Observaciones
¿Se revisan los estudios de suelo y especificaciones técnicas?	Sí	
¿Se verifica la capacidad portante del suelo antes de iniciar?	Sí	
¿Se delimitan correctamente las áreas de corte y relleno?	Sí	
¿Se planifican las rutas de acarreo y botaderos adecuadamente?	Sí	
¿Se realiza una compactación conforme a las especificaciones?	No	Reproceso por compactación inadecuada en un proyecto, que implicó demoliciones y costos adicionales.

Tabla 29. Lista de cotejo de: Fundaciones

Pregunta	¿Cumple? (Sí/No)	Observaciones
¿Se revisan los planos y especificaciones antes de iniciar?	Sí	
¿Las excavaciones cumplen con las dimensiones y niveles indicados?	Sí	Algunas son muy ajustadas a las dimensiones de la fundación a colar. Implica retrabajos de maquinaria para ampliar la excavación.
¿El refuerzo de acero está correctamente instalado y limpio?	Sí	
¿Se realiza el colado de concreto de sello si es necesario?	Sí	
¿Se ejecuta el vibrado del concreto para evitar vacíos?	Sí	

Tabla 30. Lista de cotejo de: Contrapisos y acabados de piso

Pregunta	¿Cumple? (Sí/No)	Observaciones
¿Se nivela y compacta adecuadamente la base?	Sí	
¿Se coloca una barrera de vapor o impermeabilización si aplica?	Sí	
¿El refuerzo (malla o varillas) está correctamente instalado?	No	Se tuvo que corregir el recubrimiento del acero.
¿Se controlan adecuadamente las juntas de expansión?	No	Faltaron cortes de las juntas de expansión, lo que podría causar agrietamientos.
¿Las pendientes del contrapiso cumplen con los requisitos?	No	Los líquidos no drenan bien.

Tabla 31. Lista de cotejo de: Vigas y columnas de concreto

Pregunta	¿Cumple? (Sí/No)	Observaciones
¿Los encofrados están alineados y cumplen con las especificaciones?	Sí	
¿El refuerzo está correctamente colocado según el plano?	No	Retrabajos frecuentes por incorrecta separación de los aros y varillas de refuerzo vertical.
¿Se realiza el colado de concreto sin interrupciones?	Sí	
¿El vibrado del concreto asegura la ausencia de vacíos?	Sí	
¿Se verifica la nivelación y alineación final de las vigas y columnas?	Sí	

Tabla 32. Lista de cotejo de: Paredes de mampostería

Pregunta	¿Cumple? (Sí/No)	Observaciones
¿Los bloques y el mortero cumplen con las especificaciones técnicas?	Sí	
¿Se verifica la plomada y nivelación de los muros durante la construcción?	Sí	
¿Los refuerzos horizontales y verticales están correctamente instalados?	No	Se corrigió la ausencia de refuerzo en algunas hiladas. Incluso se detecta acero no centrado en la celda de los bloques. También se notó el doblado a 90° de las varillas de acero verticales para facilitar la colocación de los bloques.
¿Las juntas entre bloques son uniformes y adecuadamente rellenas?	Sí	
¿Se inspecciona el muro final para identificar defectos o inconsistencias?	Sí	

Tabla 33. Lista de cotejo de: Paredes livianas

Pregunta	¿Cumple? (Sí/No)	Observaciones
¿Se instalan correctamente los marcos metálicos de soporte?	Sí	
¿Los paneles están fijados de forma segura y alineada?	Sí	Se detectan perfiles no tan estables.
¿Se colocan materiales de aislamiento acústico o térmico si son necesarios?	Sí	
¿Se realizan los acabados superficiales según las especificaciones?	Sí	

Tabla 34. Lista de cotejo de: Enchape de paredes

Pregunta	¿Cumple? (Sí/No)	Observaciones
¿Las superficies están preparadas y limpias antes de iniciar el enchape?	Sí	
¿Se seleccionan y aplican los adhesivos adecuados para el material?	Sí	
¿Las piezas de enchape están correctamente alineadas?		Se encuentran piezas desalineadas.
¿El patrón de colocación cumple con el diseño especificado?	Sí	
¿Se revisan las juntas y acabados finales para asegurar uniformidad?	Sí	
¿Se controla la calidad de las piezas?	No	En algunos casos, diferencias en el tamaño de las piezas afectaron la colocación. Si el cliente pide estas piezas no recae sobre la constructora si se logra demostrar.
¿Se protege adecuadamente el área enchapada?	No	Falta de protección provocó daños en las piezas, lo que llevó a sustituciones.

Tabla 35. Lista de cotejo de: Pintura de paredes

Pregunta	¿Cumple? (Sí/No)	Observaciones
¿Se reparan y preparan las superficies antes de pintar?	Sí	
¿Se utiliza la pintura adecuada según el tipo de pared y condiciones?	Sí	
¿La aplicación de pintura es uniforme y sin goteos?	Sí	
¿Se realiza una inspección final para detectar imperfecciones o áreas sin cubrir?	Sí	Se realiza y gracias a ello se detecta que zonas ya acabadas están desprotegidas y se manchan las paredes. Constantemente con huellas de manos y marcas por herramientas.

Tabla 36. Lista de cotejo de: Estructura metálica

Pregunta	¿Cumple? (Sí/No)	Observaciones
¿Se verifican las dimensiones y calidad de los elementos metálicos?	Sí	
¿El montaje asegura la alineación y estabilidad de la estructura?	Sí	
¿Las uniones soldadas cumplen con los estándares de calidad?	Sí	
¿Se aplican recubrimientos protectores contra la corrosión si corresponde?	Sí	
¿Se realiza una inspección final para garantizar la seguridad estructural?	Sí	

Tabla 37. Lista de cotejo de: Cubierta de techo

Pregunta	¿Cumple? (Sí/No)	Observaciones
¿La estructura soporte está instalada correctamente antes de la cubierta?	Sí	
¿Se verifican los materiales de la cubierta para garantizar calidad?	Sí	
¿Los métodos de fijación aseguran impermeabilidad y resistencia?	Sí	
¿Se instalan adecuadamente los sistemas de drenaje?	Sí	
¿Se realiza una prueba final de impermeabilidad en la cubierta instalada?	Sí	
¿Se realiza una inspección final para verificar que todo esté según planos?	Sí	Se realiza y gracias a ello se detecta que zonas ya finalizadas se dañan por caminar sobre la cubierta sin cuidado o preocupación alguna por el daño de la lámina.

Tabla 38. Lista de cotejo de: Instalación de cielos

Pregunta	¿Cumple? (Sí/No)	Observaciones
¿Los soportes y anclajes están correctamente alineados y fijados?	Sí	
¿Los paneles están nivelados y sin deformaciones?	Sí	
¿Se integran adecuadamente sistemas de iluminación o ventilación?	Sí	
¿El acabado final cumple con los estándares estéticos y funcionales?	Sí	Algunas zonas no estaban bien selladas, en general se observa bien.
¿Se protege adecuadamente durante la manipulación?		Se concientizó a los trabajadores sobre la importancia de evitar daños.

Tabla 39. Lista de cotejo de: Colocación y compactación de carpeta asfáltica

Pregunta	¿Cumple? (Sí/No)	Observaciones
¿La subbase está preparada y nivelada según las especificaciones?	Sí	
¿La mezcla asfáltica cumple con el diseño estructural?	Sí	
¿Se distribuye adecuadamente el riego de imprimación?	No	Se corrigieron problemas en la distribución, mejorando la adhesión del asfalto.
¿La compactación se realiza por capas para garantizar densidad óptima?	Sí	
¿Se verifican los espesores y pendientes establecidos?	Sí	
¿Se realizan pruebas de calidad, como densidad?	Sí	

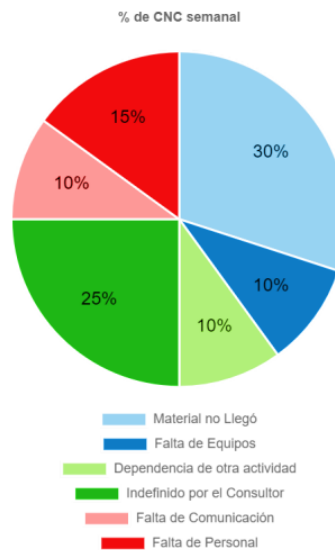
3.2. Uso de Key Planning y Procore

En relación con el cumplimiento y programación de las actividades propias de los procesos constructivos, se tiene el registro generado mediante el software Key Planning. Para entender el uso de esta herramienta es importante considerar que la manera de planificar los procesos en DICOMA Construcción se hace de modo semanal, de forma que el uso de esta herramienta permite identificar si las actividades programadas para la semana se cumplieron y en caso de que no se haya cumplido el porcentaje total de las actividades asignadas, se debe especificar la razón por la cual no se ejecutaron las tareas de acuerdo con la planificación planteada. Es decir, permite también la planificación de las actividades de la semana siguiente, así como la asignación del responsable de cada actividad, lo cual es de gran funcionalidad para identificar cuellos de botella en el proceso constructivo y da un reflejo de la situación actual de la empresa en cada proyecto.

Como ejemplo del uso de la herramienta, para el proyecto de “Remodelación Walmart Curridabat” se tiene un registro de esto semanalmente, de la figura 20 a la 22 se puede visualizar tanto las causas de no cumplimiento (CNC) en las actividades, como la asignación de responsables y porcentajes de cumplimiento según el avance semanal.

Figura 20. Causas de no cumplimiento de tareas en la Semana 3 del proyecto Remodelación Walmart Curridabat.

Causas de no cumplimiento



Nota. Tomado de DICOMA Construcción

Figura 21. Causas de no cumplimiento de tareas en la Semana 9 del proyecto Remodelación Walmart Curridabat.

Causas de no cumplimiento



Nota. Tomado de DICOMA Construcción

Figura 22. Causas de no cumplimiento de tareas en la Semana 15 del proyecto Remodelación Walmart Curridabat.

Causas de no cumplimiento



Nota. Tomado de DICOMA Construcción

Todas estas figuras respaldan lo expresado por el Ing. Roberto Rodríguez (comunicación personal, agosto de 2024) quien durante una reunión expresó que la implementación de Key Planning ha sido fundamental para identificar las dificultades que enfrenta DICOMA Construcción en la ejecución de proyectos. En palabras del Ing. Roberto Rodríguez (comunicación personal, agosto de 2024):

Key Planning nos ha ayudado a ser más eficientes, a tener menos reprocesos, a mejorar el cálculo de los materiales que se requieren progresivamente en el proyecto, ha ayudado a tener claridad sobre cómo intervenir el proyecto, pero siempre se ha sido dependiente de un buen cronograma; eso es fundamental.

Para comprender la importancia que tiene la implementación de Key Planning y su impacto en la mejora de procesos constructivos, es crucial destacar cómo este sistema permite a la empresa identificar y mitigar errores y reprocesos, además de optimizar la planificación semanal de actividades. El software no solo realiza un seguimiento del cumplimiento de las tareas asignadas, sino que también registra las causas de retrasos y asigna responsabilidades específicas. De las figuras 20 a la 22, se deben destacar las CNC, para ello se hizo un recuento de las principales causas en todos los proyectos de nave industrial estudiados anteriormente, de los cuales se tenga registro de este tipo y con ello realizar las consideraciones necesarias en el desarrollo del manual. Entre estas causas se tienen las siguientes:

- Material no llegó
- Material no pedido

- Habilitación de espacios
- Dependencia de otra actividad
- Reprogramación de actividad
- Indefinido por consultor
- Indefinido por el cliente
- Falta de equipos
- Falta de comunicación
- Falta de personal
- Falta de compromiso

Uno de los puntos más importantes que emerge del uso de Key Planning es precisamente la identificación de las causas de incumplimiento. Estos factores son claves en el desarrollo de un manual de procesos constructivos, ya que su adecuada gestión puede reducir los tiempos de inactividad y los reprocesos derivados de errores de planificación o fallos de coordinación entre las diferentes partes del proyecto. La visualización de estos problemas a lo largo de las semanas, como se ve en el proyecto de remodelación del Walmart Curridabat (figuras de la 20 a la 22), proporciona datos que pueden retroalimentar las estrategias de planificación y asignación de recursos para evitar errores futuros. Además, la implementación de Key Planning revela la importancia crítica de contar con personal capacitado y con la habilidad para interpretar planos, lo que influye en la correcta ejecución y el flujo de trabajo. Como señala Rodríguez (comunicación personal, agosto de 2024), la falta de personal capacitado complica la ejecución y puede derivar en la contratación de mano de obra no calificada, lo cual afecta la calidad y el tiempo de entrega de los proyectos.

Por otra parte, la implementación de Procore, como indicó el Rodríguez (comunicación personal, agosto de 2024), ha demostrado ser un factor clave para mejorar el flujo de información en los proyectos de construcción y remodelación de naves industriales. Este software permite gestionar y compartir de manera eficiente documentos críticos como planos, registros fotográficos diarios o semanales, e incluso datos sobre interrupciones causadas por condiciones climáticas, como la lluvia. La capacidad de registrar estos eventos permite a los equipos ajustarse rápidamente a las circunstancias cambiantes en obra, lo que es vital en proyectos de gran escala donde cualquier interrupción puede generar retrasos considerables si no se gestiona adecuadamente.

Además, Rodríguez (comunicación personal, agosto de 2024) asegura que la funcionalidad de Procore para generar *punch lists* (listas de pendientes), minutas de reuniones, RFI (Solicitudes de Información), *submittals*, *transmittals*, y planos de taller contribuye significativamente a una mejor coordinación entre las diferentes partes involucradas en el proyecto. Esto es especialmente relevante en la construcción de naves industriales, donde la precisión en la ejecución es crucial para asegurar la calidad y funcionalidad del edificio. El registro rápido y eficiente de errores identificados también permite que estos sean corregidos sin que se detenga el progreso general del proyecto, lo que reduce los tiempos muertos y el riesgo de reprocesos.

Uno de los puntos destacados por el Rodríguez (comunicación personal, agosto de 2024) es que, aunque no todos los usuarios o clientes manejan Procore, su implementación en proyectos donde participan equipos multidisciplinarios, como los consultores arquitectónicos, electromecánicos, estructurales, de refrigeración, el cliente, los directores de proyecto y DICOMA Construcción, ha demostrado cómo el software puede mejorar la coordinación y el flujo de información entre todas las partes. La posibilidad de que todos trabajen en una misma plataforma asegura que la información fluya de manera transparente y en tiempo real, reduciendo el riesgo de errores por falta de comunicación o desactualización de documentos, principalmente cuando se presentan cambios en el diseño original o se trabaja con la metodología *fast track*.

Al integrar Procore en la construcción y remodelación de naves industriales, se facilita la gestión de procesos complejos que dependen de una comunicación clara y eficiente. Según Rodríguez (comunicación personal, agosto de 2024), en este tipo de proyectos que requieren un alto grado de precisión para evitar errores en los diferentes procesos constructivos, el software permite:

1. Un flujo de información continuo: Gracias al acceso a documentos actualizados como planos y reportes fotográficos, se evita que los equipos trabajen con información desfasada, lo que previene reprocesos y asegura la coherencia en la ejecución de todas las fases del proyecto.
2. Gestión dinámica de problemas y errores: El registro de *punch lists* y la posibilidad de reportar errores rápidamente garantizan que cualquier inconveniente se aborde de inmediato, minimizando el impacto en el cronograma. Esto es especialmente útil en remodelaciones, donde la obra puede verse afectada por la operación continua de la nave industrial.

Como ejemplo de la efectividad que tiene esta herramienta, en un proyecto de este tipo que se estudió durante el desarrollo del manual se tiene el caso del registro de un defecto en la sección de *punch list* (ver figura 23), en este caso uno de los inspectores logró identificar un daño en los acabados de cielos (ver figura 24). Una vez se identificó, se registró en el programa, se adjunta evidencia fotográfica y el equipo de DICOMA Construcción atiende esta situación.

Figura 23. Ítem de *punch list* reportado en Procore.

Punch list > Ítem de punch list n.º 166: Reparar cielo

Exportar

Correo electrónico
Eliminar
Volver a abrir

Ítem de punch list n.º 166

General Ítems relacionados (0) Correos electrónicos (0) Historial de cambios (9)

Cerrado
Este ítem fue cerrado por Manrique Rojas el 05/09/24 13:28.

INFORMACIÓN DEL ÍTEM

Título:	Reparar cielo		
N.º:	166	Estatus:	Cerrado por Manrique Rojas en 05/09/2024
Ubicación:		Tipo:	
Especialidad:		Prioridad:	
Impacto en el programa:		Impacto en el costo:	
Código de Costo:		Plano enlazado:	A-108-01-NEC
Referencia:		Privado:	No
Descripción:			
Adjuntos:	Descargar todos % 4060D3E3-CF82-4126-8796-845DE00E883.jpg % 3647E0E2-B092-4PCD-8F14-81EE979EA238.jpg		

Nota. Facilitado por Ing. Roberto Rodríguez encargado del proyecto, setiembre del 2024.

Figura 24. Evidencia fotográfica del defecto identificado.



Nota. Facilitado por Ing. Roberto Rodríguez encargado del proyecto, setiembre del 2024.

- Planificación ajustada y control de cronogramas: Procore permite gestionar el cronograma de manera eficiente, ajustando las actividades en tiempo real según las condiciones del proyecto, como el clima o la disponibilidad de materiales. Esto ayuda a cumplir con los plazos establecidos, evitando retrasos o sobrecostos.
- Mejora de la colaboración entre equipos: Cuando todos los involucrados en el proyecto, desde los consultores hasta los clientes, pueden acceder a la misma plataforma, la coordinación mejora significativamente. Esto es especialmente importante en la construcción de naves industriales, donde las decisiones técnicas deben ser tomadas de forma rápida y eficiente para garantizar que la obra avance sin interrupciones.

Aunque Procore es una herramienta valiosa, el Ing. Rodríguez (comunicación personal, agosto de 2024) señala que uno de los desafíos es que no todos los usuarios o clientes están familiarizados con el software, lo que puede generar ciertas limitaciones en cuanto a la adopción y uso generalizado. Sin embargo, en los proyectos donde se ha logrado integrar a los consultores y al equipo de DICOMA, Procore ha demostrado ser una plataforma eficaz para mantener la transparencia y el flujo de información, lo cual es crucial para la ejecución exitosa de proyectos industriales.

3.3 Manual de procesos constructivos

El desarrollo del manual que contiene el diseño de los procesos constructivos estandarizados en la construcción y remodelación de naves industriales se encuentra en el apéndice 3. El manual de procesos constructivos desarrollado para la construcción y remodelación de naves industriales está diseñado como una herramienta integral que busca uniformizar y optimizar las prácticas constructivas en cada etapa del proyecto. Su estructura responde a las necesidades de la industria y a los retos específicos identificados en proyectos ejecutados por DICOMA Construcción.

Este manual está organizado con el objetivo de facilitar la planificación, ejecución y control de los procesos más críticos, reduciendo los reprocesos y sobrecostos. Además, permite capacitar al personal, alinear las expectativas de calidad y garantizar el cumplimiento de normativas técnicas y legales.

El manual está dividido en secciones que abordan cada proceso constructivo crítico identificado. Cada sección incluye descripciones detalladas, pasos específicos, diagramas de flujo y listas de chequeo para garantizar un enfoque práctico y aplicable en campo. Expone lo anterior para los siguientes procesos:

- **Demoliciones**

Esta sección describe los pasos necesarios para realizar demoliciones de manera eficiente, especialmente en edificios en uso. Entre los aspectos tratados se encuentran:

- Revisión de planos y especificaciones.
- Identificación de riesgos asociados a estructuras existentes.
- Implementación de medidas de seguridad para evitar daños colaterales.
- Disposición de escombros según normativas ambientales.

- **Movimientos de Tierra**

Incluye actividades relacionadas con la preparación del terreno para garantizar una base sólida y estable. Entre los aspectos tratados se encuentran:

- Estudios de suelo y análisis de capacidad portante.
- Delimitación de áreas de corte y relleno.
- Métodos de compactación y pruebas de densidad.
- Control topográfico para verificar niveles y pendientes.

- **Fundaciones**

Esta parte detalla la ejecución de cimientos y otros elementos estructurales en contacto con el suelo. Entre los aspectos tratados se encuentran:

- Excavaciones según dimensiones y niveles especificados.
- Instalación de refuerzo de acero y verificación de su limpieza.
- Técnicas de colado y vibrado de concreto.
- Curado del concreto para asegurar su resistencia.

- **Contrapisos y acabados de piso**

Se enfoca en las actividades necesarias para la construcción de pisos industriales, con énfasis en:

- Nivelación y compactación del terreno base.
- Instalación de barreras de vapor e impermeabilización.
- Colocación de refuerzos como mallas y varillas y colado de contrapiso.
- Ejecución de acabados que cumplan con especificaciones de nivelación y planitud.

- **Vigas y columnas de concreto**

Describe las etapas para construir elementos estructurales verticales y horizontales, incluyendo:

- Verificación de encofrados para garantizar alineación y estabilidad.
- Colocación adecuada de refuerzos y sujeciones.
- Colado continuo y vibrado del concreto.
- Inspección final para asegurar la calidad estructural.

- **Paredes de mampostería**

Incluye la construcción de muros utilizando bloques de concreto. Entre los aspectos tratados se encuentran:

- Uso de materiales que cumplan con las especificaciones.
- Aplicación de mortero y colocación de bloques siguiendo plomada y nivelación.
- Colocación de refuerzos horizontales y verticales.
- Control de juntas para garantizar uniformidad y resistencia.

- **Paredes Livianas**

Aborda la construcción de divisiones internas con materiales livianos, como paneles de yeso. Entre los aspectos tratados se encuentran:

- Montaje de estructuras metálicas ligeras.
- Colocación de paneles y tratamientos para juntas.
- Aislamiento acústico o térmico según requerimientos.
- Acabados superficiales, como pintura o revestimientos.

- **Enchape de paredes**

Detalla las técnicas de revestimiento de paredes con materiales como cerámica, porcelanato o cualquier otro azulejo. Entre los aspectos tratados se encuentran:

- Preparación de superficies para una adecuada adherencia.
- Selección y aplicación de adhesivos específicos.
- Colocación precisa de piezas siguiendo patrones establecidos.
- Inspección final para garantizar uniformidad y acabados estéticos.

- **Pintura de paredes**

Se describe el proceso para aplicar pintura con resultados duraderos y uniformes. Entre los aspectos tratados se encuentran:

- Preparación de superficies, incluyendo limpieza y reparación de grietas.
- Selección de pinturas y herramientas según el tipo de pared.
- Aplicación en capas para lograr cobertura uniforme.
- Revisión de acabados para corregir defectos.

- **Estructura metálica**

Esta sección abarca el levantamiento estructural de estructuras metálicas (placas de asiento, columnas, vigas, cerchas, tensoras, bracones, clavadores, diagonales y precintas). Entre los aspectos tratados se encuentran:

- Revisión de especificaciones y planos estructurales.
- Corte, soldadura y ensamble de elementos según estándares.
- Alineación y nivelación (con revisión topográfica) durante el montaje.
- Aplicación de recubrimientos protectores contra la corrosión.

- **Cubierta de techo**

Describe la instalación de sistemas de techado industrial. Entre los aspectos tratados se encuentran:

- Verificación de la estructura soporte para garantizar estabilidad.
- Selección de materiales.
- Métodos de fijación y sellado para asegurar impermeabilidad.
- Instalación de sistemas de drenaje y aislamiento térmico.

- **Instalación de cielos**

Detalla la colocación y acabados de cielos suspendidos. Entre los aspectos tratados se encuentran:

- Selección de materiales estéticos y funcionales.
- Métodos de anclaje y nivelación.
- Incorporación de sistemas de iluminación o ventilación.
- Verificación de acabados y estabilidad.

- **Colocación y compactación de carpeta asfáltica**

Cubre la ejecución de pavimentos asfálticos, desde la preparación de la subbase hasta los acabados finales. Entre los aspectos tratados se encuentran:

- Mezclas asfálticas según el diseño.
- Preparación de capas de subbase y base y aplicación de riego de imprimación.

- Compactación en capas para garantizar resistencia.
- Control de espesores y pendientes.
- Pruebas de calidad como densidad y adherencia.

El manual responde a las siguientes necesidades críticas de la industria y propias de DICOMA Construcción:

1. Estandarización: reduce variabilidad en la ejecución y asegura uniformidad en proyectos similares.
2. Cumplimiento normativo: Garantiza que las actividades se realicen de acuerdo con las regulaciones nacionales e internacionales.
3. Reducción de costos: minimiza los reprocesos y el desperdicio de recursos.
4. Capacitación y transferencia de conocimiento: facilita la formación de nuevo personal y mejora las competencias del equipo actual.
5. Sostenibilidad: promueve prácticas que optimizan el uso de recursos y reducen el impacto ambiental.

3.4 Aplicación del manual de procesos constructivos

A continuación, a modo de informe tras la aplicación del manual de uniformización y mejora de los procesos constructivos en los proyectos de remodelación y construcción de naves industriales ejecutados por DICOMA Construcción, se detallan los resultados, y mejoras observadas en cada proceso constructivo. Se adjuntan fotografías como evidencia de lo encontrado.

1. Demoliciones

- **Reconocimiento de la importancia en la protección y cerramientos:** Se implementaron barreras físicas y protecciones en las áreas adyacentes, lo que evitó el daño a zonas ocupadas y redujo las quejas por polvo y ruido. Esto ya era aplicado antes del desarrollo del manual, sin embargo, siempre existían zonas no protegidas correctamente.
- **Mayor énfasis en el equipo adecuado:** En conjunto con el equipo de seguridad ocupacional, se seleccionó equipo especializado para cada tipo de demolición, mejorando la seguridad del personal y acelerando el proceso.

Una problemática común es que en muchos casos los trabajadores (ayudante, peón u operario) no usa guantes para realizar determinadas actividades, debido a que acusan que entorpece su agarre. Se insiste y se les hace saber la importancia de usar estas medidas de seguridad.

- **Mejor manejo de escombros y residuos:** En conjunto con una iniciativa y compromiso de la empresa se logró clasificar y pesar residuos de las demoliciones y materiales provenientes de desperdicios para generar información interna de lo que se está produciendo en los proyectos de remodelación.

2. Movimientos de tierra

- **Compactación del terreno:** En uno de los proyectos se tuvo que demoler estructura metálica y fundaciones, actividades ya finalizadas, debido a que la compactación del terreno no cumplía con lo especificado en el diseño. Lo que a su vez lleva al reconocimiento de la importancia de realizar los estudios de laboratorio o ensayos en momentos oportunos.

Este reproceso implicó no solo tiempo perdido, sino que aumenta los recursos consumidos, implicando que los costos que se incurren en dicha actividad sobrepasen lo establecido en el presupuesto. En proyectos posteriores a este se ha dado mucha importancia y se ha sido reiterativo en los ensayos para verificar la compactación de las terrazas una vez entregadas.

- **Revisión de planos y estudios topográficos:** En otro proyecto, la revisión previa de planos permitió identificar que la terraza entregada por subcontratistas del cliente no cumplía con los niveles especificados, evitando una excavación no planificada en roca, lo que hubiera aumentado los costos para DICOMA Construcción, debido a que el costo de la excavación en roca implicaba un costo mayor a hacerlo en la capa de lastre que otro subcontrato del cliente debió entregar según lo acordado en contrato y planos.

Figura 25. Evidencia fotográfica del proceso constructivo: movimiento de tierras.



En la figura 25 se muestra la conformación de un talud con el uso de maquinaria. Para esto se lleva un control con el equipo de topografía del proyecto. Se destaca el uso del control topográfico debido a que hubo que realizar ajustes debido a la pendiente dada inicialmente.

3. Fundaciones

- **Excavaciones adecuadas:** Se identificó la importancia de realizar excavaciones con un ancho adecuado desde el inicio, lo que evitó interrumpir otros procesos por ajustes posteriores, mejorando la fluidez del proyecto. Esto ya que en ocasiones el operador de la maquinaria dejaba la excavación muy ajustada al tamaño de las fundaciones. Luego de esto, si la maquinaria estaba en otra actividad, era necesario interrumpir dicho proceso para hacer la excavación un poco más ancha y facilitar la colocación de encofrado y acero de refuerzo, afectando otros procesos.

Figura 26. Evidencia fotográfica del proceso constructivo: fundaciones.



En la figura 26 se muestra la excavación de placas aisladas (fundaciones) en uno de los proyectos visitados. Fue necesario ampliar los anchos de la excavación ya que en un inicio se pensaba colar el concreto sin encofrado, pero esto no fue aprobado.

4. Contrapisos y acabados de piso

- **Control en las juntas de expansión:** Se insistió en la ejecución completa de las juntas de expansión según lo indicado en los planos, evitando futuros agrietamientos del contrapiso. Esto debido a que se encontraron zonas donde debían existir dichas juntas que no las tenían.
- **Revisión de acero de refuerzo y pendientes:** Se enfatizó la importancia de cumplir con el recubrimiento y las pendientes especificadas, asegurando un correcto drenaje y una mayor durabilidad del contrapiso. En dos de los proyectos se tuvieron que corregir ambos aspectos, el recubrimiento para el acero de refuerzo y las pendientes para desagüe de líquidos.

Figura 27. Evidencia fotográfica del proceso constructivo: contrapisos y acabados de pisos.



La figura 27 muestra la colocación de malla de acero en área de losa de contrapiso. Antes de colar se tuvieron que corregir sectores que no respetaban el recubrimiento especificado. Posterior al colado en esta zona no se tenían las pendientes solicitadas, fue necesario realizar trabajos para darle la pendiente indicada.

5. Vigas y columnas de concreto

- **Corrección en el armado del acero:** Especialmente en el tema del doblado y armado del acero se encontró que había muchos retrabajos debido a que repetidamente la separación de los aros (acero transversal) y entre varillas longitudinales no era la distancia indicada. Se insiste en la importancia de cumplir con los diámetros y distancias de separación y recubrimientos del acero para evitar estos retrabajos; se logra una mejora y se disminuyen estos errores.
- **Apuntalamiento adecuado:** No se presentaron fallos en el apuntalamiento de los elementos estructurales, garantizando la estabilidad durante el proceso de construcción.

Figura 28. Evidencia fotográfica del proceso constructivo: vigas y columnas de concreto.



La figura 28 muestra como el aro confeccionado para una de las columnas no respeta las distancias especificadas en planos e implica buscar una solución alternativa y esperar aprobación del consultor, atrasando el avance en el proyecto, o bien, reprocesos en el armado del acero, desperdiciando tiempo y materiales.

6. Paredes de mampostería

- **Refuerzo en hiladas de bloques:** Se corrigió la ausencia de acero de refuerzo en algunas hiladas de bloques de concreto, aunque esto implicó desperdicio de material. Se implementó un sistema de revisión constante (lista de chequeo) para evitar estos errores.

Otro error recurrente fue el doblado del acero de refuerzo para colocar los bloques en paredes de gran altura, o bien, que el acero de refuerzo vertical se encuentra desfasado del centro de la celda del bloque de concreto.

- **Verificación de dimensiones:** Se reforzó la importancia de verificar longitudes y alturas de paredes antes de proceder, lo que redujo los errores en la alineación y acabados finales. Esto porque en uno de los proyectos, el cliente indicaba que un murete de mampostería no tenía la altura indicada.

Figura 29. Evidencia fotográfica del proceso constructivo: paredes de mampostería.



La figura 29 muestra como el acero de refuerzo se coloca muy cerca de la esquina de la celda, pudiendo provocar que el agregado del concreto no entre en esa zona y derivar en vacíos de aire en el interior de las celdas que deben ir rellenas.

7. Paredes livianas

- **Colocación de perfiles de soporte:** Corrección de la colocación de los perfiles de soporte para los paneles que se colocaran. Revisión del calibre de estos a la hora recibir el material para evitar inconvenientes con proveedores y retrabajos debido a calibre menores en el soporte de los paneles.

Figura 30. Evidencia fotográfica del proceso constructivo: paredes de mampostería.



La figura 30 muestra la perfilería de paredes livianas. Se encontró stud y track que no era del calibre indicado. Se tuvo que quitar los elementos que no eran del calibre indicado en planos y hacer el cambio.

8. Enchape de paredes

- **Control de calidad en las piezas:** Siendo uno de los procesos que más defectos suele presentar se logró identificar y demostrar al cliente de que en algunos casos la diferencia en el tamaño de las sisas se debe a que las mismas piezas presentan diferencias en milímetros de una a otra pieza, es decir, no es un asunto de mala colocación de las piezas, sino algo relacionado a la calidad de los materiales solicitados por el mismo cliente. Los defectos encontrados en la colocación de piezas, por piezas despegadas o mala alineación se detectan visualmente y se corrigen, se logra una revisión más constante para evitar reprocesos mayores.
- **Protección de áreas enchapadas:** La falta de protección en áreas ya enchapadas generó daños en las piezas instaladas, lo que llevó a sustituir varias de ellas. Se implementó un protocolo de protección para evitar estas situaciones.

Figura 31. Evidencia fotográfica del proceso constructivo: enchape de paredes.



La figura 31 muestra el enchape de paredes en baño sanitario de clientes, posterior a la corrección de piezas mal colocadas según la inspección del cliente.

Figura 32. Evidencia fotográfica del proceso constructivo: enchape de paredes.

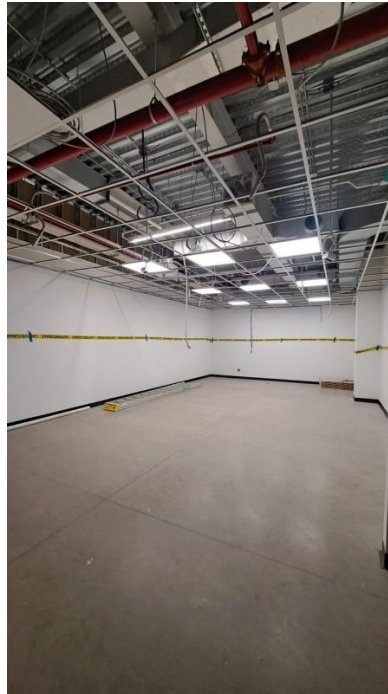


La figura 32 muestra la instalación de enchape de paredes en baños. Se tuvo que volver a colocar piezas cerámicas debido a que el tamaño de la separación (sisa) no era uniforme.

9. Pintura de paredes

- **Control de manchas y protección:** Se introdujeron medidas para proteger las áreas pintadas y evitar manchas y daños causados por la circulación de personal y equipo en las zonas ya trabajadas, reduciendo los retrabajos.

Figura 33. Evidencia fotográfica del proceso constructivo: pintura de paredes.

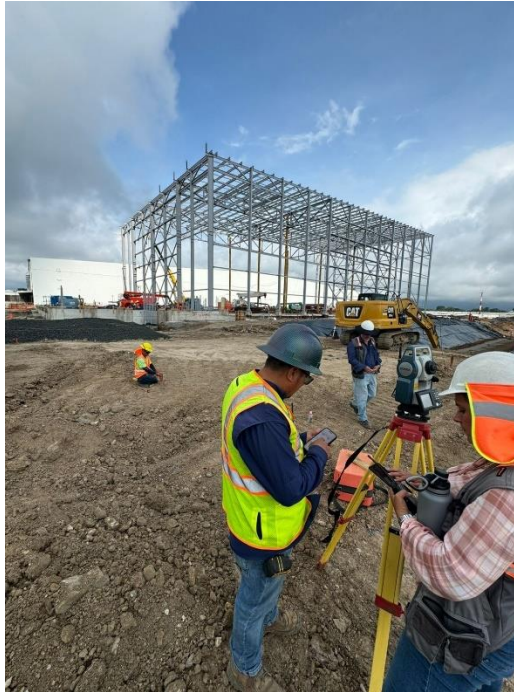


La figura 33 muestra la protección de paredes que ya se encontraban pintadas para evitar manchas o rayones en las mismas.

10. Estructura metálica

- **Aplicación de pintura anticorrosiva:** Se mejoró el control en la aplicación uniforme de pintura anticorrosiva en toda la estructura, reduciendo las zonas sin protección que podían generar corrosión en el futuro.
- **Revisión topográfica constante:** Se implementaron revisiones periódicas en la colocación de la estructura y sus anclajes, minimizando las posibilidades de desajustes estructurales.

Figura 34. Evidencia fotográfica del proceso constructivo: estructura metálica.



La figura 34 muestra los trabajos de revisión topográfica en pendientes de confirmación de taludes y pernos de estructura metálica para aprobación y continuación del proceso.

Figura 35. Evidencia fotográfica del proceso constructivo: estructura metálica.



La figura 35 muestra la verificación del espesor de la capa de acabado aplicada a la estructura metálica para demostrar que se cumple con las especificaciones mínimas.

11. Cubierta de techo

- **Control de traslapes y fijación:** Aunque esta actividad proviene siempre de subcontratos, se mejoró la supervisión de los traslapes entre láminas y la fijación de elementos de hojalatería, asegurando la integridad de la cubierta y evitando futuras filtraciones.
- **Protección de la cubierta instalada:** Se resaltó al personal la importancia de evitar daños en las cubiertas ya instaladas, para reducir significativamente las reparaciones que históricamente han ocurrido con cierta frecuencia.

Figura 36. Evidencia fotográfica del proceso constructivo: cubierta de techo.



La figura 36 muestra cómo se dañó la lámina ya colocada y finalizada por caminar encima de la misma una vez que ya se habían finalizado los trabajos en ella.

12. Instalación de cielos

- **Cuidado en la manipulación de piezas:** Se concientizó a los trabajadores sobre la importancia de manipular cuidadosamente las piezas de cielo suspendido para evitar rayones y manchas, mejorando la calidad final del acabado y no tener que sustituir piezas, como ocurre en cada proyecto.
- **Sellado correcto de juntas:** Se corrigieron las deficiencias en el sellado de juntas entre paneles, logrando un acabado más uniforme y estético.

Figura 37. Evidencia fotográfica del proceso constructivo: instalación de cielos.



La figura 37 muestra piezas de cielo suspendido que debieron ser sustituidas debido a rayones y manchas en las mismas.

13. Compactación y colocación de carpeta asfáltica

- **Verificación de compactación:** Al igual que la cubierta, es una actividad que proviene de subcontratistas en todos los proyectos. Se logra una inspección del proceso más detallada gracias a la secuencia del proceso indicada en el manual. Debido a lo ocurrido en la etapa de movimientos de tierra, a este punto ya se ha verificado mediante ensayos la compactación de las capas inferiores a la carpeta asfáltica.
- **Distribución uniforme de imprimación:** Se identificaron y corrigieron problemas en la distribución del riego de imprimación, lo que mejora la adhesión del asfalto.

Capítulo 4: Análisis de resultados

En este capítulo se realiza el análisis a detalle de la información presentada en el capítulo anterior, la fase de diagnóstico fue vital para identificar problemáticas en el desarrollo de naves industriales por parte de DICOMA Construcción y esta sección se discuten los principales hallazgos de esta etapa del trabajo de graduación. Además, se discuten las mejoras identificadas tras la aplicación del manual en cada uno de los procesos estudiados.

4.1 Procesos constructivos críticos

De las tablas 3 a la 10 mostradas en la sección anterior, se extrae que los procesos constructivos de mayor recurrencia corresponden y se clasifican como: demoliciones, movimientos de tierra, fundaciones, contrapisos y acabados de piso, vigas y columnas de concreto, paredes (de mampostería y livianas), enchape de paredes, pintura de paredes, estructura metálica, cubierta de techo, instalación de cielos y colocación y compactación de carpeta asfáltica. Estos son los mismos que se estudiaron y para los cuales se desarrolló el manual de procesos que estandariza y mejora la forma en que se planifican y ejecutan dichos procesos.

Respecto a la falta de estandarización en la creación de cronogramas en proyectos de construcción, se tiene claro que esto puede generar dificultades importantes en la comprensión y coordinación a nivel interno de una empresa, afectando la eficiencia de las operaciones. En el análisis de los proyectos Palí Betania y Palí Los Ángeles (ver figuras 14 y 15), se observan diferencias en la estructura de los cronogramas, donde algunos se organizan por zonas y otros por actividades específicas, utilizando terminologías distintas para procesos similares. Esto puede causar confusión entre los equipos de trabajo, complicar la comunicación e incluso provocar errores o reprocesos debido a la falta de claridad en la secuencia y el avance de las actividades.

Tal como indican Santelices et al. (2019), en ocasiones, la falta de una definición clara de roles y responsabilidades dentro de los procesos constructivos, sumada al desconocimiento de los derechos de los involucrados y la ausencia de un plan maestro, conduce a una planificación global insuficiente. Durante la inspección para elaborar un plan de mantenimiento de una estructura existente, muchos profesionales enfrentan el inconveniente de trabajar con información poco fiable, debido a la falta de registros de especificaciones técnicas que describan las partidas de lo ya construido, lo que incluye la ausencia de planos *as-built*. Además, no se cuenta con una guía eficiente para el mantenimiento de instalaciones eléctricas,

sanitarias, de ventilación, gas, entre otras. Esta deficiencia en la planificación de los proyectos provoca problemas en los tiempos de ejecución y en el suministro oportuno de materiales. En el ámbito administrativo, también se generan conflictos debido a la falta de claridad en cuanto a la documentación requerida o aceptada como evidencia, falencias que se han detectado en el desarrollo del manual de procesos.

Por otra parte, mediante el estudio de las respuestas del cuestionario aplicado a los ingenieros de proyectos se obtuvo información referente a los procesos constructivos e historial en cuanto a reprocesos y problemáticas que ocurren en la ejecución de los proyectos de tipo nave industrial. Se identificaron patrones claros que reflejan deficiencias tanto en la planificación como en la ejecución, afectando proyectos de construcción y remodelación en la empresa DICOMA Construcción. A continuación, se aborda un de manera detallada lo que expone el cuestionario referente a las causas de estos retrabajos, sus implicaciones y cómo podrían ser mitigados.

4.1.1 Reprocesos en los procesos constructivos

Según la información suministrada, los reprocesos en la construcción de naves industriales se concentran principalmente en actividades vinculadas a acabados. Según las respuestas del cuestionario, los enchapes de paredes, los trabajos de pintura, y las losas de piso son las áreas con mayor frecuencia de problemas identificados. Específicamente, para enchapes de paredes los fallos más recurrentes corresponden a diferencias en el tamaño de las sisas y a mano de obra no calificada que coloca o pega mal las piezas, es decir, no quedan alineadas unas con otras. Respecto a la diferencia en el tamaño de las sisas, como ya se mencionó, se ha logrado demostrar al cliente que la calidad de las piezas en ocasiones es lo que provoca dicha diferencia.

En cuanto a la pintura, se dan retrabajos debido a descuidos y desprotección de la zona ya acabada, es decir, se debe volver a pintar en áreas ya terminadas por no indicar que en ciertas zonas ya no se debe realizar ningún tipo de trabajo. Por su parte, en las losas de piso se logró identificar como principal fallo que las pendientes en algunos casos no son adecuadas para el rápido y correcto desagüe de líquidos. Es por estos fallos precisamente, que el manual detalla paso a paso el procedimiento a seguir en cada proceso constructivo, facilitando de forma visual con un diagrama de flujo y una lista de chequeo para dar seguimiento al avance real en el campo.

Estos procesos, críticos en las fases intermedias y finales del proyecto, suelen estar sujetos a exigencias estrictas en términos de tolerancias y calidad superficial, que si no se cumplen generan retrasos significativos. Desde una perspectiva técnica, los enchapes de paredes presentan un reto particular por la mano de obra no calificada, especialmente cuando los subcontratistas no cumplen con las expectativas de calidad. Esto afecta directamente el cumplimiento de las especificaciones técnicas y las expectativas del cliente, y en muchos casos deriva en la demolición de elementos mal acabados, con las correspondientes pérdidas de tiempo y recursos.

Además, las respuestas indican problemas recurrentes en cubiertas de techo y sistemas de drenajes sanitarios. Estos sistemas son vulnerables a daños durante la ejecución, como se observó en un caso donde

la falta de cuidado al caminar sobre las cubiertas resultó en su reparación completa. Estos errores muestran la importancia de una adecuada planificación de los flujos de trabajo y la necesidad de estrictos controles de acceso a áreas sensibles durante la construcción.

4.1.2 Causas principales de los reprocesos

Las razones detrás de estos reprocesos están claramente relacionadas con la calidad de la mano de obra y la falta de supervisión técnica adecuada. La contratación de personal no calificado para ejecutar acabados finos, como los enchapes, ha sido un factor decisivo en la generación de defectos, obligando a la realización de retrabajos. Este problema podría mitigarse mediante una mejora en la selección y formación de subcontratistas, junto con la implementación de estándares de calidad más estrictos desde las primeras fases del proyecto.

Por otro lado, la falta de coordinación y los errores en la ejecución, como en el caso de la reubicación de tomas eléctricas o la mala instalación de sistemas de drenaje, demuestran que aún existen brechas en la gestión del diseño y la obra. Estos problemas se deben en gran parte a desviaciones entre los planos y las condiciones reales del sitio, lo que resalta la necesidad de realizar inspecciones preliminares exhaustivas para alinear las expectativas con la ejecución.

4.1.3 Proyectos de construcción vs. remodelación

Uno de los aspectos más reveladores del análisis es que los reprocesos ocurren tanto en proyectos de construcción como de remodelación, lo que sugiere que las fallas en la ejecución no son exclusivas de un tipo de proyecto, siendo que solo 1 de las 5 respuestas indica que las remodelaciones presentan más reprocesos. Esto implica que la naturaleza del proyecto no es el factor más determinante, sino la calidad de la mano de obra y la supervisión.

No obstante, las remodelaciones suelen presentar un mayor desafío debido a que involucran actividades en edificios que permanecen en uso. Esto introduce complejidades adicionales, como la coordinación de tiempos y la protección de áreas existentes, que requieren una planificación más cuidadosa para evitar interrupciones y errores.

4.1.4 Prevención de reprocesos y rol de la Inspección

Una de las principales estrategias para prevenir retrabajos es a través de un sistema de inspección y control de calidad continuo y bien estructurado. Los ingenieros de DICOMA reconocen y saben la importancia de ser el primer filtro de calidad y responsables de aplicar las herramientas de inspección y control de calidad, pero es evidente que este control no siempre es efectivo. La inspección técnica debe realizarse en cada etapa crítica del proyecto, especialmente en aquellas actividades con altos requerimientos de precisión, como los acabados; para ello, el manual propone hitos intermedios que consisten en verificaciones.

La inspección también debe estar respaldada por una gestión eficaz del contrato y las especificaciones técnicas. Estos documentos proporcionan el marco para resolver disputas en caso de discrepancias, como ha sido señalado en varios proyectos. Sin embargo, el análisis revela que en ocasiones

las especificaciones no son claras o no cubren todos los escenarios, lo que abre la puerta a diferencias entre lo presupuestado y lo finalmente requerido en sitio.

4.1.5 Contratos y especificaciones técnicas

El uso de los contratos ha sido crucial para proteger a la empresa ante situaciones no previstas, como actividades fuera del alcance o cambios en los tiempos de entrega. Sin embargo, en muchos casos, el contrato no refleja adecuadamente las tolerancias exigidas por el cliente, lo que provoca ajustes imprevistos en el proyecto, aumentando los costos operativos. Los ingenieros mencionan la necesidad de cumplir los requerimientos de calidad en actividades como la impermeabilización y enchape de paredes o el acabado de cubiertas, lo que en ocasiones ha llevado a superar el presupuesto original.

Este desajuste presupuestario es un síntoma de la falta de integración entre las diferentes fases de la construcción. Para evitar discrepancias entre lo acordado y lo ejecutado, es fundamental que las especificaciones técnicas se alineen completamente con las expectativas del cliente y las condiciones del proyecto desde el inicio. Además, se requiere un proceso de retroalimentación continua entre el equipo de presupuestos y el equipo de ejecución de obras, para ajustar cualquier diferencia antes de que se convierta en un problema mayor en la fase de ejecución. En este punto resulta necesario señalar lo que indican Santelices et al. (2019):

El riesgo y los problemas de calidad son muy cotidianos en la industria arquitectura, ingeniería y construcción, sin embargo, el tenerlos presentes y controlados desde etapas tempranas, puede ayudar bastante a tomar mejores decisiones sobre la dirección del proyecto y así, aumentar las probabilidades de lograr los índices de calidad, productividad, cronograma y costos. Es relevante considerar que se estima que, los costos por fallas de calidad varían entre 5 y 25% del costo total del proyecto, según casos de estudios en Estados Unidos de América, el Reino Unido, y en América Latina. (p. 242)

4.1.6 Matriz de brechas y diagrama de Ishikawa

En general, el análisis revela una serie de deficiencias en la planificación, la ejecución, y la supervisión de los procesos constructivos, especialmente en lo relacionado a los acabados, los cuales son áreas críticas que requieren una mayor atención. Para reducir los retrabajos, es indispensable reforzar los controles de calidad desde el inicio, mejorar la formación del personal, y asegurar que los contratos y especificaciones técnicas estén alineados con las expectativas del cliente, las condiciones del sitio y que no sean ambiguos o puedan generar confusiones. Solo mediante la implementación de estas mejoras será posible optimizar los flujos de trabajo y minimizar los desperdicios y retrasos en futuros proyectos de construcción y remodelación.

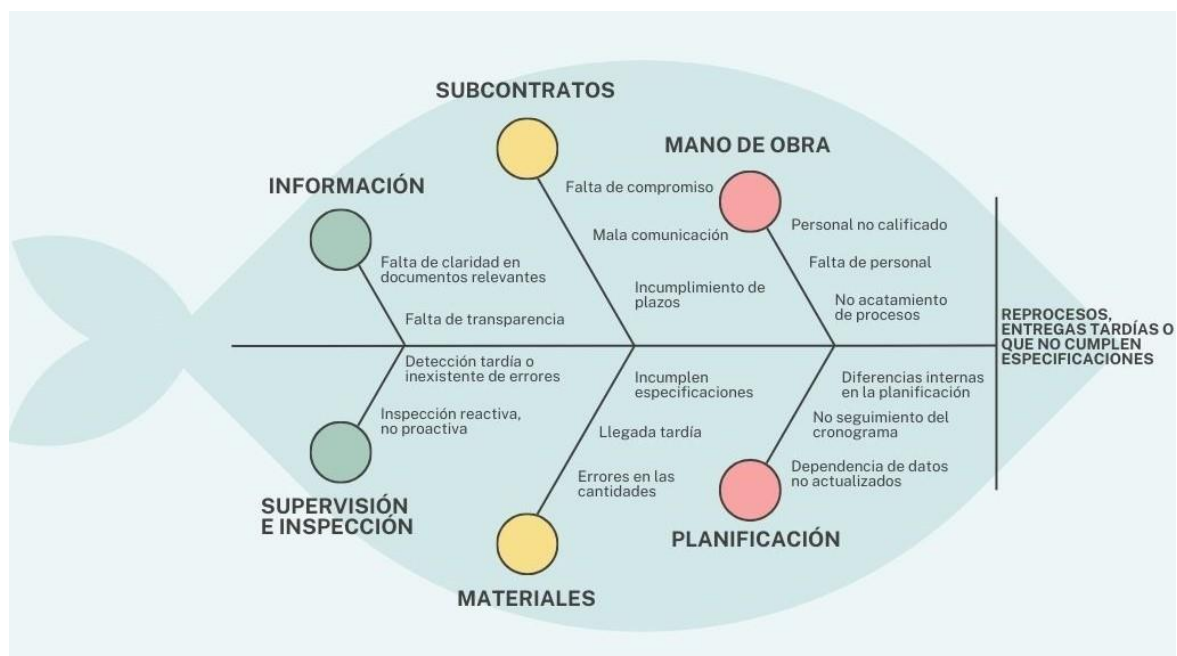
A continuación, se tiene una matriz de brechas que resume lo que se ha identificado producto de la revisión de documentación interna y el cuestionario realizado a los ingenieros de proyectos.

Tabla 40. Matriz de brechas entre la situación actual y la situación deseada.

Área	Estado actual	Estado deseado	Brecha	Causa	Acción correctiva
Planificación de actividades	Falta de coordinación entre actividades críticas	Planificación integrada y ajustada a las necesidades del proyecto	Retrasos y solapamientos de actividades	Dependencia de otros procesos y falta de comunicación	Implementar sistemas de planificación de actividades para asegurar mejor coordinación y flujo continuo de trabajo
Ejecución de procesos constructivos	Variabilidad en la ejecución de procesos	Procesos estandarizados y alta calidad	Diferencias en la calidad y tiempos de ejecución	Falta de estándares claros y personal capacitado	Establecer estándares uniformes para cada proceso, capacitar al personal y supervisar en fases críticas
Supervisión e inspección de calidad	Inspección reactiva y correctiva	Inspección proactiva y preventiva	Problemas detectados tarde en el ciclo constructivo	Falta de procedimientos definidos para la inspección	Desarrollar una guía estandarizada de inspección, con puntos de control en fases clave del proyecto
Control de inventarios y suministros	Escasez de materiales en momentos críticos	Abastecimiento justo a tiempo	Retrasos por falta de materiales	Mala previsión de suministros	Implementar herramientas digitales para la gestión de inventarios y el abastecimiento de materiales
Gestión de subcontratistas	Subcontratistas no alineados con los objetivos	Subcontratistas integrados al sistema de planificación y ejecución	Descoordinación entre actividades y entregas parciales	Falta de compromiso y de alineación con el plan de trabajo	Integrar a los subcontratistas al proceso de planificación utilizando herramientas en conjunto, asegurando su compromiso y alineación

De forma complementaria a esta matriz de brechas se tiene a continuación el diagrama de Ishikawa, que permite identificar, de manera más visual, las causas de las situaciones que generan reprocesos, entregas tardías o que no cumplen especificaciones y expectativas.

Figura 38. Diagrama de Ishikawa con los principales hallazgos identificados en la operación actual de DICOMA Construcción.



El análisis del diagrama de Ishikawa revela varias causas raíz que impactan de manera significativa la eficiencia y calidad en los proyectos de construcción, derivando en reprocesos, retrasos y productos que no cumplen con las especificaciones técnicas. Las principales áreas afectadas incluyen la subcontratación, la mano de obra, la planificación, el suministro de materiales, la supervisión e inspección, y la gestión de la información.

En el ámbito de la subcontratación, uno de los factores críticos identificados es la falta de compromiso por parte de los subcontratistas, lo que puede ocasionar una ejecución deficiente de las actividades asignadas. Asimismo, la comunicación ineficaz entre el contratista principal, en este caso DICOMA Construcción, y los subcontratistas puede dar lugar a malentendidos sobre las responsabilidades y los plazos de entrega, lo que afecta directamente el cronograma de obra. Finalmente, el incumplimiento de los plazos acordados por parte de los subcontratistas genera retrasos significativos en el avance global del proyecto, lo deriva en la insatisfacción del cliente e incluso en sanciones económicas para DICOMA Construcción.

En cuanto a la mano de obra, la baja calificación del personal es un problema que influye directamente en la calidad del trabajo final, mientras que la falta de personal suficiente afecta la continuidad y ritmo del proyecto. Además, la falta de acatamiento de los procesos establecidos y estándares técnicos genera desviaciones en la calidad, resultando en la necesidad de realizar correcciones y retrabajos.

La planificación también es un factor fundamental que influye en la ocurrencia de problemas. Las diferencias internas en las formas de planificación pueden generar discrepancias que se reflejan en retrasos en la ejecución de actividades. A esto se suma el no seguimiento del cronograma, lo cual incrementa la probabilidad de que se presenten desvíos no controlados en los tiempos previstos. Además, una planificación basada en datos desactualizados o erróneos (como rendimientos de materiales y mano de obra) puede conllevar a decisiones incorrectas que afectan tanto los plazos como los recursos.

Respecto a los materiales, uno de los problemas recurrentes es la llegada tardía de los insumos necesarios para la construcción, lo que provoca paradas no planificadas en las actividades y genera cuellos de botella en el flujo de trabajo. Esto es una problemática identificada a nivel interno de DICOMA Construcción, sin embargo, su solución depende tanto de un tema de la estructura de la organización como de la planificación de los procesos como tal, ya que entra en la ecuación el departamento de proveeduría. Adicionalmente, los errores en las cantidades de materiales solicitados y entregados pueden generar desperdicio o retrasos mientras se espera el reabastecimiento.

En el campo de la supervisión e inspección, una de las debilidades identificadas es la detección tardía o inexistente de errores, lo que impide que se corrijan a tiempo. Además, se evidencia una tendencia a realizar inspecciones reactivas, es decir, que las acciones correctivas solo se toman una vez que el problema ya ha impactado el proyecto, en lugar de adoptar un enfoque proactivo que permita anticipar y mitigar los problemas antes de que se materialicen.

Finalmente, en relación con la gestión de la información, la falta de claridad en los documentos relevantes puede llevar a interpretaciones incorrectas de las especificaciones y requisitos del proyecto. Esto

se agrava con la falta de transparencia en el flujo de información entre los diferentes equipos, lo que genera inconsistencias y errores en la ejecución.

En general, las principales causas de reprocesos, entregas tardías o productos que no cumplen especificaciones provienen de fallos en la mano de obra, la planificación, la subcontratación, el manejo de materiales, la supervisión y la gestión de la información. Para mitigar estos problemas, es indispensable implementar mejores prácticas en la comunicación, seguimiento y control, garantizando que todos los actores involucrados respeten los estándares de calidad, procesos y plazos establecidos, además de contar con una planificación y supervisión que anticipen errores y minimicen sus impactos; todo esto se logra justamente con Procore y Key Planning.

Todo lo anterior es precisamente lo que indican Santelices et al (2019), cuando aseguran que la inspección técnica de obra a menudo enfrenta discrepancias entre los responsables del diseño y el personal que ejecuta la construcción en campo. Frecuentemente se observan prácticas deficientes como el uso de materiales mal almacenados, manipulados de forma inadecuada y por mano de obra que carece de calificación o experiencia. En varias ocasiones, el personal no sigue las indicaciones del fabricante durante la ejecución de los procedimientos o no tiene claridad sobre cómo proceder correctamente, lo que genera desviaciones que impactan tanto en el cronograma como en los costos del proyecto.

Otro problema, señalado por los mismos autores, es la falta de control adecuado sobre la competencia profesional y la calidad del trabajo de los contratistas. Aseguran que actualmente, la mano de obra en la construcción se caracteriza por una capacitación insuficiente, poca experiencia y una creciente escasez de trabajadores calificados.

Por último, indican que los resultados deficientes en los proyectos suelen ser consecuencia de la descoordinación entre las especialidades, la falta de definiciones claras en el diseño, la formulación de contratos constructivos inadecuados y otros factores que los encargados del proyecto no pueden resolver sin afectar el presupuesto de la obra. Estos problemas repercuten, de manera directa o indirecta, en la planificación, gestión y control de la calidad. Por ello, es fundamental reconocer estas dificultades y buscar soluciones proactivas, ya que son comunes en proyectos de arquitectura, ingeniería y construcción, independientemente de su tamaño o ubicación.

4.2 Uso de Key Planning y Procore

El uso de Key Planning refuerza la necesidad de un cronograma bien estructurado, y, al identificar las causas de no cumplimiento recurrentes, se convierte en una herramienta estratégica para mejorar el flujo de trabajo en los proyectos constructivos. La utilización de este programa demuestra el trabajo y compromiso de DICOMA Construcción con la mejora continua, ya que le permite identificar donde se encuentran los cuellos de botella que interrumpen los procesos constructivos, señalando así las áreas que debe reforzar. Estas áreas son características de la industria de la construcción y en su mayoría las problemáticas detectadas y mencionadas anteriormente coinciden con las señaladas por parte de Santelices et al. (2019), que se muestran a continuación en la figura 39.

Figura 39. Problemas ordenados según análisis de índice de importancia relativa (RII) midiendo el grado de impacto en la gestión de calidad e inspección.

RANKING	CÓDIGO	PROBLEMAS ORDENADOS	RII
1°	P2	Incompatibilidad entre planos de las diversas especialidades	0,713
2°	G3	Diferencias de criterio entre ejecutantes del diseño y personal que lleva a cabo la construcción en terreno	0,705
3°	G4	Metodologías con baja retroalimentación	0,685
4°	C5	Personal no sigue recomendaciones del fabricante y/o ITO durante la ejecución de procedimientos	0,683
5°	P8	Inexistencia de plan maestro lo que implica una insuficiente planificación global	0,673
6°	C4	Controles no se llevan cabo	0,669
7°	C3	Bajo nivel de supervisión durante la ejecución de los trabajos en obra	0,669
8°	P3	Nivel de detalle bajo y escasa precisión	0,676
9°	P1	Coordinación ineficiente	0,667
10°	C1	Personal no calificado, sin experiencia o no capacitado para trabajos encomendados	0,661
11°	P4	Responsabilidades y roles mal definidos	0,659
12°	P6	Desconocimiento en los derechos de las diferentes partes participantes del proyecto	0,653
13°	G1	La excesiva rotación de grupos de diseño y construcción del proyecto	0,651
14°	C2	Materiales mal almacenados y manipulados inadecuadamente	0,648
15°	P5	Bases administrativas y/o documentos mal definidos	0,636
16°	G2	Inexistencia de estándares completos para evaluación de la calidad	0,634
17°	P7	Carencia de formalidad durante la administración contractual	0,632
18°	C7	Áreas de trabajo no despejadas para realizar la inspección	0,630
19°	C8	Ausencia de registros de especificaciones técnicas de la estructura construida,	0,618
20°	C6	No se entrega una programación a la ITO	0,600

Nota. Tomado de “Problemas en la gestión de calidad e inspección técnica de obra: un estudio aplicado al contexto chileno”, por Santelices et al., 2019.

Otro aspecto que merece atención es el control de los recursos humanos. La asignación de responsabilidades específicas a través del software permite una mayor rendición de cuentas. Cada equipo y responsable está visiblemente asociado a una tarea, lo que facilita identificar cuellos de botella o puntos de ineficiencia. La capacidad de Key Planning para asignar tareas basadas en las competencias del personal también juega un papel crucial en la reducción de reprocesos. En este sentido, la capacitación del personal se vuelve indispensable, pues como se señaló previamente, los problemas de interpretación de planos y la falta de personal calificado pueden generar retrabajos que impactan negativamente la calidad y el tiempo de entrega.

También es esencial señalar que la correcta integración de Key Planning con otros sistemas de gestión de proyectos como Procore permite a la empresa un manejo integral del cronograma, costos y calidad, asegurando que los proyectos se ejecuten conforme a los estándares establecidos y sin incurrir en errores que resulten en reprocesos o sobrecostos.

Este enfoque holístico, al considerar la interdependencia entre planificación, recursos materiales, control de personal y comunicación, refuerza el valor de Key Planning como un pilar para la ejecución eficiente y de calidad en los proyectos constructivos.

Santelices et al. (2019) han demostrado que la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción enfrenta como uno de sus principales desafíos su alta complejidad y fragmentación, derivada de la gran cantidad de actores involucrados y del constante flujo de información entre ellos. Señalan que, a nivel global,

también se observa una baja productividad, lo que repercute directamente en la calidad de los proyectos. Ante este panorama, es indispensable implementar herramientas que permitan mejorar y optimizar los procesos en cada una de las etapas del proyecto, resultando de gran utilidad el uso de herramientas tecnológicas y modernas como Key Planning y Procore.

Considerando a las principales partes interesadas, como el cliente y el contratista, es fundamental una correcta planificación, gestión y control del proyecto para garantizar tanto el aseguramiento como el control de calidad. Esto no solo genera confianza y satisfacción para el cliente y los futuros usuarios, sino que también garantiza la calidad tanto de los productos finales como de los procesos empleados para lograrlos. En consecuencia, las empresas están obligadas a garantizar un alto nivel de calidad constructiva para mantenerse competitivas en el mercado.

Por lo tanto, Procore no solo mejora el control y la planificación de los proyectos de construcción y remodelación de naves industriales, sino que también facilita una colaboración más estrecha entre todas las partes involucradas, permitiendo un flujo de información continuo y en tiempo real, y reduciendo los errores y los reprocesos, lo cual es esencial para asegurar la calidad, cumplir los plazos y optimizar los costos.

4.3 Aplicación del manual de procesos constructivos

Tal como se demuestra en el listado de mejoras logradas en el apartado 3.4, la aplicación del manual de procesos constructivos ha demostrado ser altamente beneficiosa tanto en la remodelación como en la construcción de naves industriales. Se han logrado mejoras significativas en la calidad de los acabados, la optimización de los recursos y la reducción de reprocesos. A continuación, se acotan las mejoras logradas según los resultados presentados para cada proceso:

- **Demoliciones:** Se implementaron barreras físicas para proteger áreas adyacentes y se mejoró el manejo de residuos, con un énfasis en el uso adecuado de equipo de protección, especialmente guantes.
- **Movimientos de tierra:** Se dio mayor atención a los ensayos de compactación y se mejoró la revisión de planos para evitar excavaciones no planificadas o problemas con pendientes de taludes.
- **Fundaciones:** Se optimizó el ancho de las excavaciones, evitando ajustes posteriores y mejorando la fluidez del proyecto, principalmente con el uso de recursos como maquinaria pesada.
- **Contrapisos y acabados de piso:** Se reforzó la ejecución de los cortes de juntas de expansión en su totalidad en una sola etapa y se corrigieron pendientes y recubrimiento del acero.
- **Vigas y columnas:** Se corrigió el armado del acero, reduciendo retrabajos, y no hubo fallos en el apuntalamiento.

- **Paredes de mampostería:** Se corrigió la ausencia y colocación del acero de refuerzo y errores en el doblado del acero.
- **Paredes livianas:** Se mejoró la colocación de perfiles de soporte, verificando que sean estables y se verifica el calibre de los perfiles desde que se recibe el material, para evitar retrabajos.
- **Enchape de paredes:** Se identificó y se le notificó al cliente los problemas asociados la calidad de las piezas y se implementaron medidas para proteger las áreas enchapadas.
- **Pintura de paredes:** Se insiste en la protección de áreas pintadas para evitar manchas y daños.
- **Estructura metálica:** Se optimizó la aplicación de pintura anticorrosiva y se implementaron revisiones topográficas periódicas cuando es necesario.
- **Cubierta de techo:** Se supervisaron los traslapes y la fijación, mejorando la integridad de la cubierta. Se prohíbe caminar sobre la estructura ya finalizada cuando no se deben realizar labores en la zona.
- **Instalación de cielos:** Se concientizó sobre el cuidado en la manipulación de piezas y se mejoró el sellado de juntas, evitando dejar vacíos.
- **Compactación y colocación de carpeta asfáltica:** Se verificó la compactación de capas inferiores y se corrigió la distribución de imprimación para mejorar la adhesión del asfalto.

Por otra parte, la capacitación del personal y la estandarización de procesos han creado una cultura de compromiso con la calidad en todos los niveles de los involucrados en los proyectos estudiados. Además, el manual sirve como una herramienta de formación clave para ingenieros y maestros de obra, facilitando su integración y alineación con los estándares de DICOMA Construcción.

La implementación del manual de uniformización y mejora de procesos constructivos en proyectos de remodelación y construcción de naves industriales ha generado resultados positivos, ayudando a garantizar la calidad de los trabajos y reduciendo la cantidad de reprocesos. En el área de demoliciones, se destacó la protección de áreas adyacentes mediante cerramientos adecuados, el uso del equipo especializado y un manejo más eficiente de los escombros y residuos en general. Estos cambios han mejorado la seguridad y reducido tiempos de limpieza, optimizando el flujo de trabajo en cada proyecto.

En los movimientos de tierra, la correcta compactación del terreno, junto con la ejecución oportuna de estudios de laboratorio, ayuda a evitar fallas estructurales, como la demolición de fundaciones y estructura metálica por compactación inadecuada. La revisión exhaustiva de planos y estudios topográficos permitió detectar inconsistencias tempranas, evitando sobre costos por excavaciones no previstas, ya que se estaba entregando una terraza a una altura menor a la indicada, es decir, aún se debía rellenar y compactar material de base por parte de otro contratista. De igual manera, en las fundaciones, se optimizó la excavación para

asegurar un espacio adecuado para encofrados y refuerzos, reduciendo interrupciones y aumentando la eficiencia del uso de maquinaria.

En procesos como contrapisos y acabados de piso, se destacó la mejora en la ejecución de juntas de expansión y el cumplimiento de pendientes, lo cual eliminó problemas de estancamiento de líquidos y agrietamientos. En vigas y columnas de concreto, el control preciso en el doblado del acero y la separación de los refuerzos redujo los retrabajos, asegurando el cumplimiento de los requisitos estructurales sin afectar los tiempos de ejecución.

Por otro lado, la verificación constante de refuerzos en paredes de mampostería y paredes livianas ha logrado garantizar la estabilidad estructural y reducido los desperdicios de materiales, mientras que en el enchape de paredes y la pintura, se implementaron medidas de protección para evitar daños en áreas ya trabajadas, lo que disminuyó la necesidad de reparaciones y aumentó la satisfacción del cliente. El control en la calidad de los materiales, desde su recepción, y la supervisión de los operarios aseguraron acabados estéticos uniformes.

En cuanto a la estructura metálica y de techo, el control en la aplicación de pintura anticorrosiva y la revisión constante de los anclajes y traslapes logran garantizar la durabilidad y resistencia de la estructura, reduciendo futuros problemas de mantenimiento. Asimismo, el manejo cuidadoso de las piezas y la supervisión del sellado de juntas en la instalación de cielos livianos garantizaron un acabado de la calidad requerida.

Finalmente, la colocación de carpeta asfáltica se benefició de controles rigurosos en la compactación de las capas inferiores y la distribución uniforme del riego de imprimación, lo que optimizó su adhesión y durabilidad. En conjunto, la aplicación del manual permitió una estandarización que mejoró la eficiencia operativa, redujo costos y garantizó un control de calidad más riguroso en todas las etapas constructivas, promoviendo una ejecución más segura, eficiente y orientada al cumplimiento de especificaciones técnicas.

Capítulo 5: Conclusiones

A lo largo de este trabajo, se lograron identificar los procesos constructivos más críticos asociados a la construcción y remodelación de naves industriales, siendo estos: demoliciones, movimientos de tierra, fundaciones, contrapisos y acabados de pisos, vigas y columnas de concreto, paredes de mampostería, paredes livianas, enchape de paredes, pintura de paredes, cubierta de techo, estructura metálica, instalación de cielos y colocación y compactación de carpeta asfáltica. Estos procesos fueron seleccionados para el desarrollo de manual por su alta recurrencia y su impacto en el cronograma global de los proyectos. Además, se determinó que, respecto a los costos directos del proyecto, estos procesos corresponden a un 42,61% para las remodelaciones y un 49,04% para las construcciones.

Los reprocesos se identificaron como uno de los principales problemas en los proyectos de construcción y remodelación de naves industriales, siendo las causas más comunes la falta de planificación, coordinación y el no seguimiento de un cronograma, encontrándose repetidamente reprocesos en el proceso de enchapes de paredes y acabados en general. Las diferencias en la estructura de cronogramas y la falta de uniformidad en la terminología utilizada provocaron confusión y retrasos en varios proyectos. La implementación de un manual de procesos estandarizados proporcionó una base sólida para mitigar estos problemas.

El uso de herramientas digitales como Procore y Key Planning resultó ser un factor clave para la mejora de la planificación, control y ejecución de los proyectos. Estas plataformas no solo facilitaron la recopilación y análisis de datos en tiempo real, sino que también mejoraron la colaboración entre equipos y la transparencia de la información. A pesar de algunas limitaciones en la adopción de estas herramientas por parte de ciertos usuarios, su utilización ha mostrado un impacto positivo en la ejecución de proyectos, reduciendo sobrecostos y mejorando la coordinación entre las partes involucradas, principalmente con el cliente y contratistas que estarán a largo plazo en el proyecto, ya que permiten identificar las causas de no cumplimiento y encontrar a los responsables de que existan atrasos, defectos o reprocesos.

La implementación de Key Planning y Procore, además de mejorar el flujo de la información, son claves para identificar las causas de no cumplimiento (CNC), que en algunos casos deja de ser un aspecto técnico y propio de los procesos constructivo y se convierte en temas de comunicación, planificación, compromiso y hasta de la estructura organizacional, y porcentaje de actividades completadas (PAC).

El manual de procesos constructivos, desarrollado como resultado de este trabajo, logró uniformizar y mejorar las prácticas constructivas empleadas en los proyectos de naves industriales mediante la aplicación de este por parte de los ingenieros de proyecto y maestros de obra en tres proyectos distintos donde se ejecutaban los procesos seleccionados. Este manual no solo estableció procedimientos claros y detallados

para la ejecución de actividades críticas que se repitieron en los proyectos visitados y estudiados, sino que también fomentó la capacitación del personal y el seguimiento riguroso del mismo. La aplicación de este manual en proyectos piloto demostró una mejora significativa en la eficiencia de los procesos, con una reducción de reprocesos y una mejor gestión del tiempo y los recursos, evitando problemas que naturalmente hubiesen ocurrido.

Finalmente, la capacitación del personal en el uso del manual y las herramientas digitales fue un aspecto fundamental para la aplicación del manual de procesos. La formación constante y la retroalimentación entre los equipos de trabajo permitieron una adaptación eficiente a los nuevos procesos y un compromiso con la mejora continua, es decir, significó un cambio de la mentalidad y forma de trabajo de los involucrados, creando un compromiso con la entrega de productos de calidad y principalmente una forma de trabajo proactiva y no reactiva como solía darse en los proyectos anteriores de DICOMA Construcción. Este enfoque no solo garantiza la sostenibilidad de las mejoras implementadas, sino que también crea una cultura organizacional orientada a la excelencia y la optimización de los recursos.

Capítulo 6: Recomendaciones

Se recomienda que el Departamento de Ingeniería continúe con la implementación del manual de procesos en todos los proyectos de naves industriales, ampliando su aplicación a todas las fases de construcción y remodelación. Esto incluye la incorporación de aquellos procesos que no se abarcaron en el trabajo inicial. Para garantizar una aplicación exitosa, se debe establecer un seguimiento constante y realizar ajustes periódicos basados en el rendimiento observado en los proyectos piloto. Este enfoque asegurará la estandarización de los procesos y contribuirá a reducir las inconsistencias durante la ejecución.

Es necesario para el Departamento de Ingeniería establecer un programa de capacitación continua para todo el personal involucrado en los proyectos, especialmente enfocado en la correcta aplicación del manual de procesos constructivos y el uso eficiente de herramientas como Procore y Key Planning. Asegurarse de que todo el personal esté alineado con las nuevas metodologías ayudará a mejorar la eficiencia y reducir los reprocesos, asegurando la sostenibilidad de las mejoras introducidas.

Se recomienda a los directores de proyecto establecer un sistema de monitoreo en tiempo real de los proyectos mediante las plataformas digitales existentes, como Procore, para llevar un control más preciso del avance, los costos y los recursos. Esto permitirá detectar desviaciones o problemas de forma oportuna, favoreciendo una rápida respuesta para evitar reprocesos o retrasos innecesarios.

Se debe considerar un proceso interno a nivel del Departamento de Ingeniería para que se dé una retroalimentación continua entre el equipo de presupuestos y el equipo de ejecución de obras, esto permite documentar las lecciones aprendidas y evitar incurrir en costos superiores a lo presupuestado inicialmente. El recurso económico insuficiente deriva indirectamente en mano de obra no calificada y materiales que no cumplen las especificaciones, afectando la calidad del entregable, de ahí la importancia de esta retroalimentación.

Es crucial promover una cultura de mejora continua dentro de la organización, donde se incentive al personal a aportar retroalimentación sobre los procesos y posibles áreas de mejora. Realizar evaluaciones periódicas del desempeño de los proyectos y fomentar el intercambio de buenas prácticas entre los diferentes equipos será clave para mantener un entorno de trabajo colaborativo y en constante evolución.

Se recomienda que el Departamento de Ingeniería implemente un protocolo riguroso para verificar las especificaciones de materiales y dimensiones desde antes de ser enviado por el proveedor, ya que la detección de no cumplimiento de especificaciones en campo podría ser tardía según la etapa del proyecto. Las mediciones deben ser verificadas por un equipo para asegurar que se cumpla con las especificaciones

técnicas antes de la aceptación de cualquier entrega. Esta verificación previene discrepancias que puedan afectar la calidad y el cronograma del proyecto.

Se recomienda que el Departamento de Ingeniería establezca un sistema de registro de lecciones aprendidas de cada proyecto, asegurando que este conocimiento esté disponible para todos los encargados de los proyectos actuales y futuros. Este sistema debe ser accesible y debe incluir tanto los éxitos como los desafíos enfrentados, con el fin de evitar errores recurrentes y mejorar continuamente los procesos. Las lecciones aprendidas deben ser compartidas de manera estructurada en reuniones periódicas o plataformas digitales para fomentar la transferencia de conocimiento entre equipos.

Se recomienda que el Departamento de Ingeniería aborde de manera sistemática las causas raíz identificadas en el análisis del diagrama de Ishikawa, especialmente aquellas que no se han abordado en este trabajo. Este análisis debe ser parte integral de las revisiones de los proyectos, y debe involucrar a los departamentos clave para implementar acciones correctivas o preventivas que eliminen las causas subyacentes de los problemas recurrentes, como la calidad deficiente, los retrasos o el incumplimiento de especificaciones. De este modo, se mejora la eficiencia operativa y la calidad general de los proyectos.

Referencias

- Arias, F.G. (2019). Citación de fuentes documentales y escogencia de informantes: un estudio cualitativo de las razones expuestas por investigadores venezolanos. *e-Ciencias de la Información*, 9(1). <https://doi.org/10.15517/eci.v1i1.32224>
- Barrantes, G. (2007). *Implementación en procesos constructivos de métodos de calidad utilizados a nivel industrial* [tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. RepositorioTec. <https://hdl.handle.net/2238/6234>
- Campos, G. & Lule, N. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Revista Xihmai* 7(13), 45-60. <https://issuu.com/olga23alencastro/docs/dialnet-laobservacionunmetodoparaelestudiodelareal/1>
- Cevallos, P. (2017). Análisis y reducción de reprocesos y desperdicios en la línea de producción de la empresa FRUCONSA [tesis de Magíster, Pontificia Universidad Católica del Ecuador – Matriz]. Repositorio PUCE. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/19181>
- Delgado, M. & Trujillo, S. (2013). *Estandarización de procesos en una empresa del sector de la construcción para cumplir con requisitos de la norma internacional ISO 9001:2008* [tesis de grado, Universidad ICESI]. Biblioteca Digital – Universidad ICESI. http://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/78100
- DICOMA Corporación. (2024). DICOMA. <https://www.dicoma.com>
- Fazinga, W., Saffaro, F., Isatto, E. & Lantelme, E. (2019). Implementación del trabajo estandarizado en la industria de la construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, 34 (3). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732019000300288
- Fonseca, E. (2022). *Planificación de la gestión de la calidad para los procesos constructivos de los proyectos de construcción civil e industrial de la empresa DICOMA Construcción* [tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. RepositorioTec. <https://hdl.handle.net/2238/13910>
- Garces, G. (2020). Atributos de liderazgo entre los gerentes de proyectos: Una revisión desde el desempeño y la incertidumbre en los proyectos de remodelación de edificios. *Revista Ingeniería de Obras Civiles*, 10(1), 15-31. <https://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/article/view/2100>

- García, J. (2019). *Estandarización de la gestión de proyectos para la empresa Constructora Electromecánica COELME S.A.* [tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. RepositorioTec. <https://hdl.handle.net/2238/10692>
- García, T. (2003). *El cuestionario como instrumento de investigación/evaluación*. Universidad Nacional Federico Villarreal. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-federico-villarreal/psicologia-organizacional/10081248-el-cuestionario/42462095>
- Garita, A. (2019). Estudio de un plan de implementación de un programa de administración de proyectos en una empresa constructora [Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica]. Repositorio SIBDI-UCR. <https://repo.sibdi.ucr.ac.cr/bitstream/123456789/15705/1/44651.pdf>
- Garzona, R. (2012). Estandarización de los procedimientos técnicos y administrativos para la ejecución de obras in situ, en proyectos realizados con los sistemas constructivos prefabricados de ESCOSA [Tesis de grado de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. RepositorioTEC. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6063/estandarización-procedimientosescosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gascón, O. (s.f.). Ciclo de vida del proyecto. TodoPMP. <https://todopmp.com/ciclo-de-vida-del-proyecto/>
- Guerrero, M. (2016). La investigación cualitativa. *INNOVA Research Journal*, 1(2), 1-9. <https://doi.org/10.33890/innova.v1.n2.2016.7>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Huapaya, C. & Ginocchio, J. (2018). *Guía de investigación en ciencias e ingeniería, Ingeniería civil*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/172142>
- Jaén, L. (2019). Fuentes de información para la investigación en archivística y bibliotecología (1ª ed.). Editorial UCR. <https://editorial.ucr.ac.cr/bibliotecologia/item/1916-fuentes-de-informacion-para-la-investigacion-en-archivistica-y-bibliotecologia.html>
- Jiménez, A. (2023). Guía de criterios de aceptación para la recepción de los procesos constructivos de las viviendas en serie del Condominio Vistas del Bosque de la empresa Constructora ALFA S.A. [tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. RepositorioTec. <https://hdl.handle.net/2238/15047>

- Leandro, G. (2008). Mejoramiento de los procesos constructivos. *Tecnología en marcha*, 21 (4).
- Mallawaarachchi, H. & Senaratne, S. (2015, 11-13 de diciembre). *Importance of quality for construction project success*. 6th International Conference on Structural Engineering and Construction Management, Sri Lanka. http://www.civil.mrt.ac.lk/web/conference/ICSECM_2015/volume_4/Extract/SECM-15-129.pdf
- Martinez, J., Palacios, G. & Oliva, D. (2023). Guía para la revisión y el análisis documental: Propuesta desde el enfoque investigativo. *Ra Ximhai*, 19(1), 67-83. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8851658>
- McMillan, J. y Schumacher, S. (2005). *Investigación Educativa*. Pearson Educación, S.A.
- Mellado, M. (2013). Hacia la gestión de la calidad en los procesos constructivos. *Revista Ingeniería de Obras Civiles*, 3. <https://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/article/view/1979/1769>
- Patiño, G. (2023). Integración de diferentes metodologías como herramientas para el mejoramiento de procesos en proyectos de edificación vertical en hospitales [Tesis de grado de maestría, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional Javeriano. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/63736>
- Peña, T. & Pirela, J. (2007). La complejidad del análisis documental. *Información, cultura y sociedad*, 16, 55-81. <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=263019682004>
- Project Management Institute. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)* (5ª ed.). Project Management Institute Inc.
- Rodríguez, C. (2019). Plan de Acción para la Implementación de la Metodología BIM en las Operaciones de Constructora Costarricense S.A [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. RepositorioTEC. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10988/plan_accion_implementacion_metodologia_bim.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rueda Sánchez, M. P., Armas, W. J., & Sigala-Paparella, S.-P. (2023). Análisis cualitativo por categorías a priori: reducción de datos para estudios gerenciales. *Ciencia y Sociedad*, 48(2), 83–96. <https://doi.org/10.22206/cys.2023.v48i2.pp83-96>
- Santelices, C., Herrera, R. & Muñoz, F. (2019). Problemas en la gestión de calidad e inspección técnica de obra: un estudio aplicado al contexto chileno. *Revista Ingeniería de Construcción*, 34(3), 242-251. <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v34n3/0718-5073-ric-34-03-242.pdf>

Serpell, A. (2002). Administración de operaciones de construcción (2a ed.). Alfaomega.

Sierra González, R., Sosa Ramírez, K., y González Garibay, V. (2020). Lista de cotejo. *Evaluación del y para el aprendizaje: instrumentos y estrategias*, 18(3), 89-107. <https://cuaieed.unam.mx/publicaciones/libro-evaluacion/pdf/Capitulo-14-LISTA-DE-COTEJO>.

Silva, C. A.; Dugarte, J. S. y Mejía, A. (2018). Impacto de los costos de calidad en la ejecución de los proyectos de construcción en Colombia. *Revista EAN*, pp. 33-54. DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n0.2018.2017>

Solminihaq, H. & Thenoux. (2011). *Procesos y técnicas de construcción*. (5ª ed.). Ediciones Universidad Católica de Chile. <https://supervisióndeobrasumayor.files.wordpress.com/2017/07/procesos-y-tecnicas-de-construccion.pdf>

Universidad San Marcos. (2020). Fuentes de información y tipos de estudio. <http://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/handle/11506/1267>

Vega, J. (2020). Guía de criterios de aceptación para la recepción de proyectos constructivos de la empresa Bilco Costa Rica S. A. [tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. RepositorioTec. <https://hdl.handle.net/2238/11555>

Vizurel, M. (2013). Cálculo y diseño de una nave industrial con cubierta fotovoltaica y entreplanta [proyecto de fin de grado, Universidad Carlos III de Madrid]. <http://hdl.handle.net/10016/19244>

Apéndices

Apéndice 1. Cuestionario para identificación de procesos críticos

Este cuestionario es parte del trabajo final de graduación del Instituto Tecnológico de Costa Rica desarrollado como práctica profesional por el estudiante José Fabián Zúñiga Arias en la empresa DICOMA Construcción. El objetivo del siguiente cuestionario es extraer información para el desarrollo de un manual de procesos constructivos en la construcción/remodelación de naves industriales para DICOMA Construcción. Para ello es necesario determinar los procesos o actividades que con alguna frecuencia generan atrasos en los proyectos.

Les agradezco de antemano que las respuestas sean lo más amplias y objetivas posibles para que los resultados obtenidos sean apegados a la situación actual de la empresa.

Considere al menos los siguientes procesos para sus respuestas: *demoliciones varias, estructura metálica (vigas, columnas, escaleras, estructura de techo, precintas y aleros), paredes en mampostería, prefabricadas y livianas, contrapisos, enchapes, acabados de piso (piso cerámico, vinílico, epóxico, quarry tile, entre otros), losa sanitaria, particiones sanitarias, pintura, puertas, cubierta y hojalatería, sistemas mecánicos y eléctricos, movimientos de tierra, sistemas pluviales, colocación de asfalto en parqueos, aceras, cordón y caño, bordillos y cerramiento en malla ciclón.*

- 1- Nombre
- 2- Desde la perspectiva de las tolerancias en su proyecto actual, ¿Qué actividades prevé que puedan enfrentar dificultades durante la inspección final por parte de los inspectores?
- 3- ¿Ha ocurrido alguna vez que los inspectores hayan señalado problemas potenciales en la aceptación de ciertas actividades debido a que lo construido no cumplía con las expectativas? ¿Podría mencionar alguna actividad específica?
- 4- ¿En proyectos anteriores, qué actividades requirieron reparaciones o retrabajos para ser aprobadas por los inspectores? Considere las actividades indicadas en el encabezado del formulario, pero no se limite a estas si cree necesario añadir alguna otra actividad.
- 5- ¿Cuáles cree que son las razones principales detrás de la necesidad de realizar retrabajos? (Selección múltiple)
 - () Mano de obra no calificada
 - () Limitaciones de tiempo
 - () Errores de diseño
 - () Herramientas y equipo defectuoso
 - () Calidad de los materiales
 - () Otra... _____

- 6- Considera usted que se suelen dar más reprocesos en proyectos de: (Selección única)
- () Construcción
 - () Remodelación
 - () Igual en ambos casos
- 7- ¿Se ha utilizado el contrato como una medida de protección en su proyecto en caso de disputas con los inspectores? ¿En qué actividad específica?
- 8- ¿Las especificaciones técnicas y los planos han sido utilizados como salvaguarda en su proyecto en caso de discrepancias de tolerancias con los inspectores? ¿Podría mencionar una actividad en particular?
- 9- ¿Las especificaciones técnicas proporcionan las tolerancias que los inspectores y el cliente esperan para el proyecto?
- 10- ¿Existen discrepancias entre el costo presupuestado y las tolerancias de construcción para ciertas actividades en su proyecto?
- 11- ¿Se ha tenido que aumentar la calidad en ciertas actividades, excediendo el presupuesto original, para cumplir con las expectativas del cliente? ¿Podría mencionar algunas de estas actividades?

Apéndice 2. Hallazgos y registro fotográfico de las visitas a proyecto de nave industrial

A continuación, se adjuntan fotografías que muestran los resultados de los procesos constructivos en el desarrollo de naves industriales.

Figura 40. Estructura de soporte para cielos livianos.



La figura 40 muestra la instalación de estructura de soporte para la instalación de cielo liviano.

Figura 41. Empastado de juntas de cielos livianos.



La figura 41 muestra que las juntas entre paneles de cielos livianos no se encontraban empastadas en su totalidad.

Figura 42. Cielos suspendidos y pintura de cuarto.



La figura 42 muestra cielos suspendidos y pintura de cuarto aprobado por cliente para entrega.

Figura 43. Perfiles para colocación de paneles de paredes y cielos livianos.



La figura 43 muestra el producto de la instalación de perfiles para colocación de paneles de paredes y cielos livianos.

Figura 44. Estructura metálica.



La figura 44 muestra los perfiles de estructura metálica instalados para que el subcontratista del cliente instale los equipos necesarios para el fin de uso de la nave.

Figura 45. Cubierta de techo finalizada.



La figura 45 muestra la estructura de cubierta finalizada. No se detectaron errores en su instalación más allá de algunos traslapes en la colocación de láminas que eran menores a lo indicado y podrían causar filtraciones de agua.

Figura 46. Instalación de enchape en paredes y acabado de pisos.



La figura 46 muestra la instalación de enchape en paredes y acabado de pisos. Fue necesario realizar retrabajos en la instalación de acabados de piso pues el drenaje de líquidos no era adecuado al punto indicado (parrilla cuadrada que se muestra en la imagen).

Figura 47. Acabado de pisos.



La figura 47 muestra las juntas y acabado de piso aprobado por cliente para entrega.

Figura 48. Carpeta asfáltica.



La figura 48 muestra la carpeta asfáltica y señalización de esta aprobada por cliente sin inconvenientes. Las pendientes para drenaje del agua se entregaron tal como se indicó en planos.

Figura 49. Instalación de elementos de seguridad cerca de zona de parqueo.

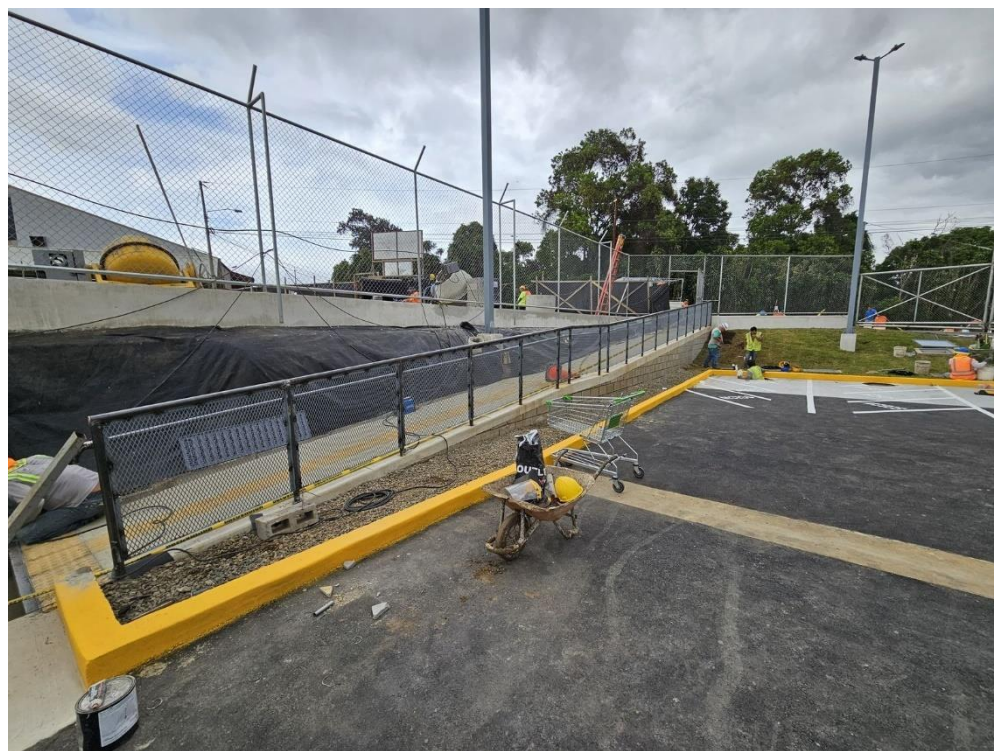
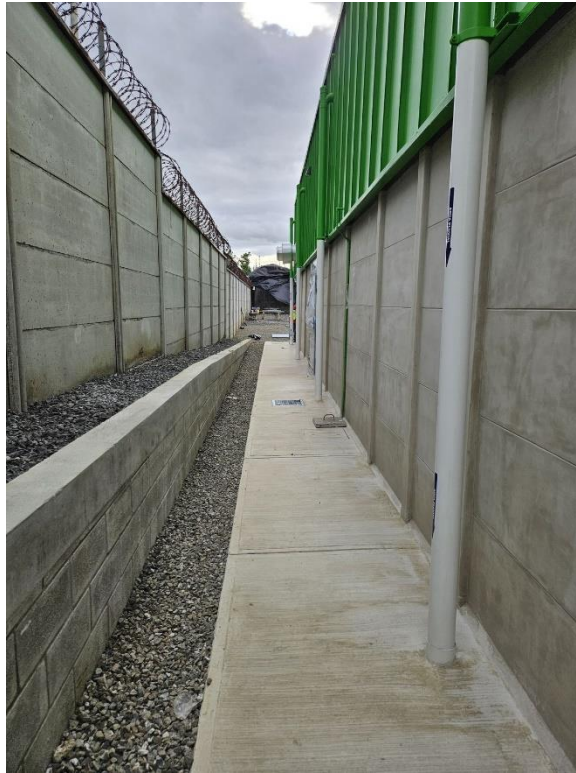


Figura 50. Murete de mampostería.



La figura 50 muestra un murete de mampostería en el que existían diferencias en planos que causaron inconvenientes con la altura del mismo; el cliente aprobó orden de cambio para llegar a un acuerdo en su altura.

Figura 51. Cubierta de nave finalizada y con pintura aprobada por cliente.



Figura 52. Losa de contrapiso.



La figura 52 muestra una losa de contrapiso con espesor indicado en planos. Se protege para realizar trabajos de estructura metálica en el área de contrapiso colada y con la resistencia del concreto indicada ya alcanzada.

Figura 53. Proceso de acabado de piso.

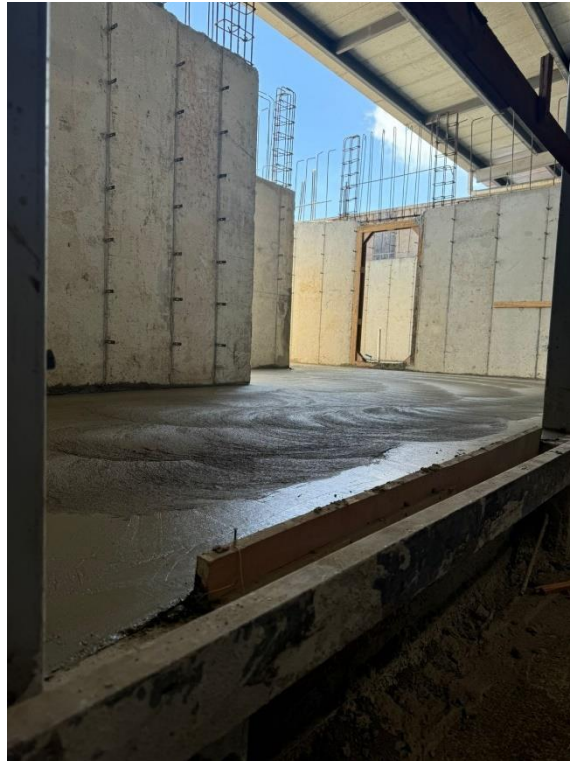


Figura 54. Armado de acero de refuerzo para pedestales.

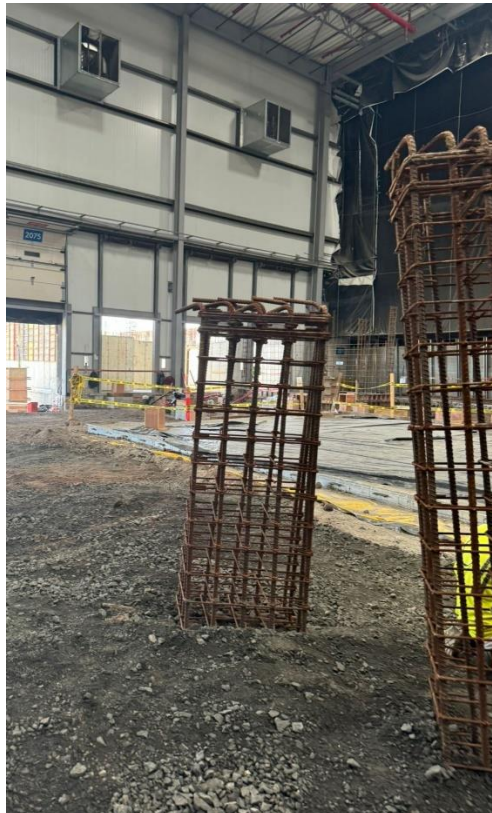


Figura 55. Estructura metálica para construcción de mezzanine en zona de comedor de asociados.



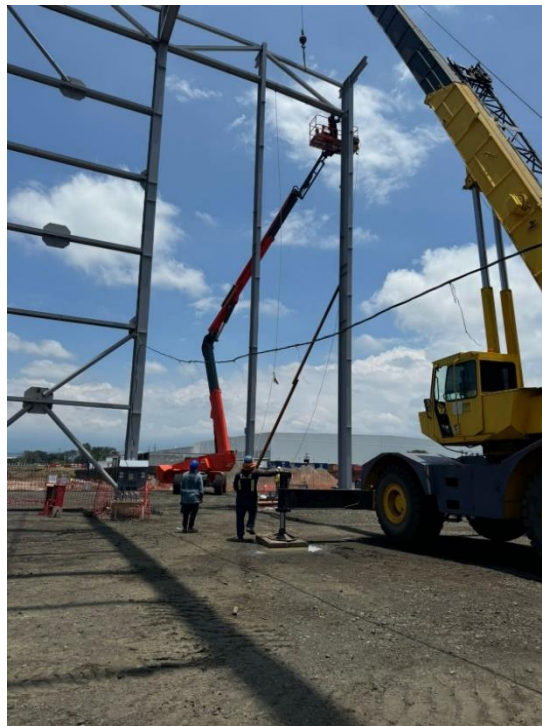
Figura 56. Pedestal de concreto reforzado para apoyo de columna metálica.



Figura 57. Unión de estructura metálica mediante pernos y placas soldadas.



Figura 58. Estructura metálica.



La figura 58 muestra los trabajos de soldadura e izaje de elementos de estructura metálica con el equipo necesario.

Figura 59. Soldadura de estructura metálica.



La figura 59 muestra los trabajos de soldadura de los perfiles metálicos antes del levantamiento y colocación en sitio.

Figura 60. Compactación de material de lastre en zona de muro contención.



Figura 61. Estructura metálica.



La figura 61 muestra los trabajos en estructura metálica para levantamiento de la estructura principal de nave necesario para instalación de cubierta y cerramientos.

Figura 61. Capacitación a ingeniero residente e ingeniero de seguridad ocupacional.

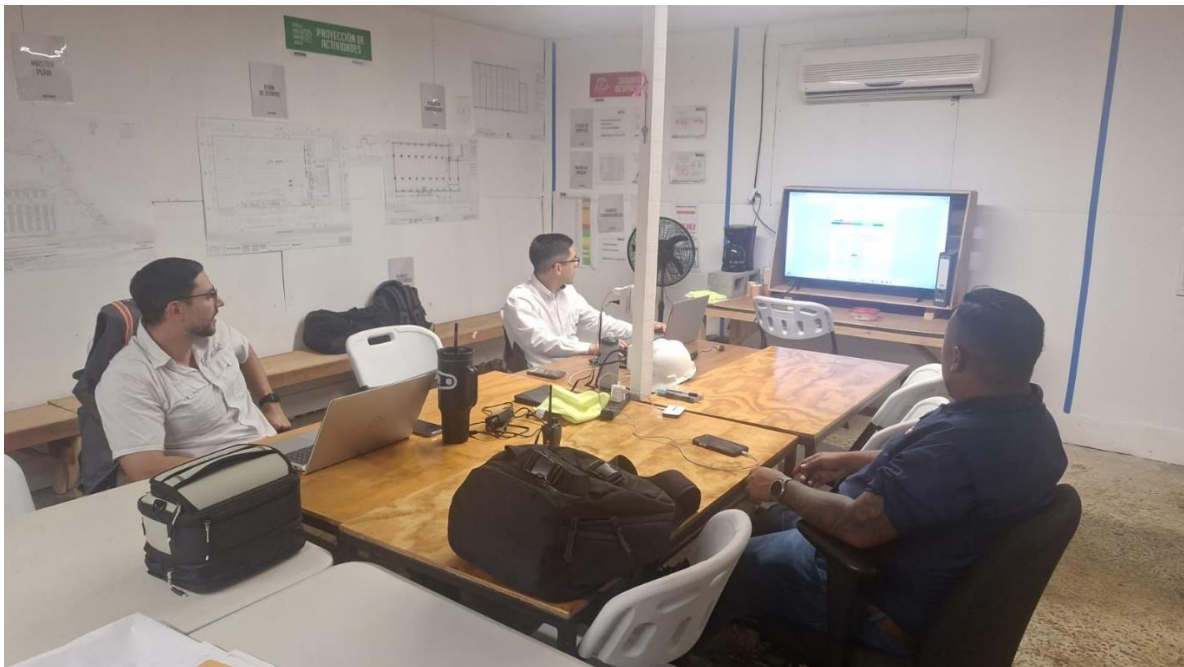


Figura 61. Capacitación a personal de campo sobre el uso del manual.



Apéndice 3. Manual de uniformización y mejora de procesos constructivos para naves industriales.

A continuación, se presenta el contenido del manual desarrollado para la mejora y estandarización de los procesos constructivos seleccionados en la construcción y remodelación de naves industriales.



Manual de uniformización y mejora de los procesos constructivos para naves industriales

Elaborado por: Fabián Zúñiga Arias

Septiembre 2024

Contenido

Alcance y aspectos generales	1
Generalidades	1
Alcance	1
Introducción.....	3
Conceptos	4
Proyecto constructivo	4
Procesos constructivos.....	4
Actividades críticas.....	5
Reproceso	5
Uniformización de procesos	6
Pérdida o desperdicio.....	7
Proyectos tipo nave industrial	8
Información por proceso constructivo.....	9
Demoliciones	11
Descripción del proceso.....	11
Procedimiento de ejecución.....	12
Diagrama de flujo	15
Lista de chequeo	17
Movimientos de tierra.....	18
Descripción del proceso.....	18
Procedimiento de ejecución.....	18
Diagrama de flujo	21
Lista de chequeo	23
Fundaciones	24
Descripción del proceso.....	24
Procedimiento de ejecución.....	24
Diagrama de flujo	29
Lista de chequeo	31
Contrapisos y acabados de piso	32
Descripción del proceso.....	32
Procedimiento de ejecución.....	32
Diagrama de flujo	36
Lista de chequeo	38

Vigas y columnas de concreto reforzado.....	39
Descripción del proceso.....	39
Procedimiento de ejecución.....	39
Diagrama de flujo	42
Lista de chequeo	44
Paredes de mampostería	45
Descripción del proceso.....	45
Procedimiento de ejecución.....	45
Diagrama de flujo	48
Lista de chequeo	50
Paredes livianas	51
Descripción del proceso.....	51
Procedimiento de ejecución.....	51
Diagrama de flujo	54
Lista de chequeo	56
Enchape de paredes	57
Descripción del proceso.....	57
Procedimiento de ejecución.....	58
Diagrama de flujo	60
Lista de chequeo	62
Pintura de paredes.....	63
Descripción del proceso.....	63
Procedimiento de ejecución.....	63
Diagrama de flujo	66
Lista de chequeo	68
Estructura metálica	69
Descripción del proceso.....	69
Procedimiento de ejecución.....	69
Diagrama de flujo	73
Lista de chequeo	75
Cubierta de techo	76
Descripción del proceso.....	76
Procedimiento de ejecución.....	76
Diagrama de flujo	80

Lista de chequeo	82
Instalación de cielos livianos	83
Descripción del proceso.....	83
Procedimiento de ejecución.....	83
Diagrama de flujo	86
Lista de chequeo	88
Colocación y compactación de carpeta asfáltica	89
Descripción del proceso.....	89
Procedimiento de ejecución.....	89
Lista de chequeo	94
Observaciones importantes.....	95
Referencias bibliográficas	98

Alcance y aspectos generales

Generalidades

El manual de uniformización planteado tiene como principal objetivo la estandarización y mejora en la ejecución y gestión de los recursos involucrados en los procesos constructivos más recurrentes que se dan durante la construcción y/o remodelación de naves industriales desarrollados por DICOMA Construcción. Durante el desarrollo de este manual se detectaron las oportunidades de mejora en la ejecución de los diferentes procesos constructivos seleccionados, con el fin de que este permita optimizar los flujos de trabajo, rendimiento de la mano de obra, uso de los materiales y tiempo empleado por actividad, de manera que se mantenga la misma forma de trabajo en los proyectos de tipo nave industrial que tienen alcances y productos finales similares.

Para lograr la uniformización de los procesos constructivos tal como se desarrolla en este manual es necesario el compromiso por parte de la gerencia y el personal que está día a día en los proyectos que se ejecutan, quienes han estado de acuerdo con la aplicación de este. Es justamente a través de la repetición y la aplicación estricta y continua de este que se llegará a interiorizar la forma de ejecución planteada dentro del manual, logrando así una forma estandarizada de ejecución.

Alcance

DICOMA Construcción es una empresa que a lo largo de su historia ha asumido retos en la industria de la construcción tanto a nivel nacional como internacional, siendo parte de DICOMA Corporación se ha buscado abarcar de manera integral todas las áreas de la construcción y esto ha llevado a la empresa al reconocimiento y renombre en la región Centroamericana, México y el Caribe.

El crecimiento siempre ha ido de la mano con el compromiso y la mejora continua para garantizar a los clientes la calidad de los productos finales, este manual es un ejemplo de ello. DICOMA Construcción constantemente está buscando capacitar y mejorar a su

personal, es decir, se realizan esfuerzos con el fin de garantizar entregas a tiempo y de calidad para cumplir las expectativas del cliente.

La empresa actualmente no ha implementado en su totalidad una forma estandarizada de planificar y ejecutar los procesos constructivos que se desarrollan en la construcción y/o remodelación de naves industriales. Esto ocasiona que en proyectos que presentan los mismos retos o problemáticas no se aborden de la misma manera, aunque se haya tenido éxito anteriormente, pues cada ingeniero de proyecto lo trabaja según su criterio.

Por lo tanto, al desarrollar el manual de uniformización y mejora de procesos constructivos, se pretende que, mediante la continua y estricta aplicación de este, la empresa logre estandarizar los procesos para la ejecución de proyectos, avance de manera eficiente evitando interrupciones causadas por reprocesos, y reduzca los desperdicios ocasionados por reprocesos, tiempos muertos y en general se tenga un óptimo aprovechamiento de los recursos disponibles en los distintos procesos.

Lo anterior implica que este manual está dirigido a quienes día a día son los responsables del avance y la calidad del proyecto, es decir, al ingeniero de proyecto y maestro de obras. Además, no escapan de esta responsabilidad el director de proyecto e ingeniero de seguridad ocupacional (cuando corresponde tomar medidas de seguridad), por lo que deben conocer y asegurarse de la aplicación de este. El manual también resulta de utilidad para la familiarización del nuevo personal contratado por la empresa que desconoce el tipo de proyectos que, en su mayoría, ejecuta la empresa.

Es importante considerar que cada proyecto constructivo es único y aunque presente el mismo alcance y problemáticas idénticas, siempre existirán factores internos y externos que van a caracterizar a cada proyecto y, por tanto, se requiere del juicio profesional y la experiencia para interpretar como se debe manejar cada situación del proceso constructivo, sin embargo, de este manual pretende justamente facilitar esta toma de decisiones y por ello resulta importante su conocimiento.

Introducción

La uniformización y mejora de los procesos constructivos es clave para garantizar la eficiencia y calidad en la construcción y remodelación de naves industriales. Un enfoque estandarizado permite minimizar errores, evitar retrasos innecesarios y asegurar que los recursos se utilicen de manera óptima. En la ejecución de un proyecto, una planificación adecuada es esencial para prevenir interrupciones que puedan surgir por causas comunes, ya identificadas en DICOMA Construcción, como la llegada tardía de materiales, la falta de habilitación de espacios, la dependencia de otras actividades, la reprogramación, o la falta de definición por parte del consultor o cliente.

Además, otros factores críticos como la falta de equipo, la ausencia de personal o la deficiente comunicación entre las partes implicadas también pueden incidir en el avance de los proyectos. En el contexto de remodelaciones, en particular, el reto es mayor debido a la necesidad de realizar demoliciones en espacios que normalmente permanecen en uso, lo cual no debe ser un obstáculo para el cumplimiento de los plazos de entrega.

Por lo tanto, este manual busca uniformizar y mejorar los procesos constructivos, proporcionando directrices claras que permitan una ejecución eficiente y sin contratiempos. Al seguir estas directrices, se podrán reducir los reprocesos, las pérdidas de tiempo y los costos adicionales, contribuyendo así a la competitividad de la empresa mediante la entrega de proyectos exitosos y la satisfacción del cliente.

Entre los principales objetivos de este enfoque se encuentran:

- Planificar y ejecutar los procesos de manera eficiente.
- Evitar interrupciones por causas prevenibles.
- Establecer un control riguroso y sistemático de las actividades constructivas.
- Mejorar la comunicación y el compromiso de todos los involucrados.

La implementación de este enfoque permitirá una optimización integral de los recursos, tiempo y calidad en cada proyecto de construcción o remodelación de naves industriales.

Conceptos

Proyecto constructivo

Según la Guía para la Dirección de Proyectos (PMBOK Guide), un proyecto corresponde a “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos” (Project Management Institute [PMI], 2013, p.3). En el mismo documento se aclara que el final se alcanza cuando los objetivos se logran, cuando se termina el proyecto debido a que no se cumplirán los objetivos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto.

Es importante aclarar lo que indica el PMI (2013) al señalar que el concepto de temporalidad no significa corta duración y que, además, puede no ser aplicable al producto obtenido. Por otra parte, este producto, servicio o resultado puede ser tangible o intangible y, a pesar de que existen procesos o actividades repetitivas para llegar a ello, el proyecto se considera único.

Tal como indica Fonseca (2022), se puede definir un proyecto constructivo como “un proyecto en el que se involucra la ejecución de todo tipo de obras de construcción civil, las cuales son diseñadas y dirigidas por profesionales de la ingeniería y arquitectura” (p.3).

Procesos constructivos

La construcción es “un proceso productivo y como tal debe ser administrado. Esto significa planificar, organizar, dirigir, coordinar y controlar todas las actividades del sistema y del proceso productivo a fin de convertir los inputs del sistema en un producto terminado” (Serpell, 2002, p.19). Es decir, se debe ver un proyecto constructivo como una serie de procesos consecutivos, dispuestos de manera oportuna, que permiten lograr el resultado final deseado con la menor cantidad de recursos y en el menor tiempo posible.

Ahora bien, según Barrantes (2007), “la teoría de procesos establece que un proceso es una sucesión de pasos, tareas o actividades que transforman entradas en un producto y/o servicio (salida)”. Por lo tanto, un proceso constructivo se refiere a las diferentes etapas y

actividades que se llevan a cabo para construir una obra. Estos procesos incluyen desde la planificación inicial, el diseño y la ingeniería, la adquisición de materiales y equipos, hasta la ejecución física de la construcción, el seguimiento y control de la obra, y la entrega final del proyecto. En la misma línea, Jiménez (2023) asegura que:

cuando se define un proceso constructivo es de suma importancia incluir el orden de ejecución en que se deben llevar a cabo las tareas, los detalles constructivos que aplican en cada caso, las necesidades de cada etapa, los tiempos de ejecución que se estiman para cada una y plantear los costos directos e indirectos asociados a cada etapa del proceso. (p.21)

Actividades críticas

Las actividades críticas en la construcción son aquellas tareas o actividades dentro de un proyecto de construcción que tienen una duración determinada y que no pueden retrasarse sin afectar el cronograma general del proyecto. Estas actividades son esenciales para el cumplimiento de plazos y el éxito del proyecto en su conjunto. La identificación de las actividades críticas es fundamental para la planificación y gestión efectiva del proyecto, pues permite a los gerentes y equipos de proyecto centrar sus esfuerzos en las tareas más importantes para evitar retrasos y garantizar la finalización del proyecto dentro del tiempo establecido.

Vega (2020) menciona que se consideran actividades críticas aquellas que han sido controversiales durante la recepción de obras y aquellas que han causado sobrecostos considerables. Además, que no todas las actividades tienen el mismo impacto en el proyecto si se les evalúa con respecto al riesgo de ser aceptadas por el cliente.

Reproceso

Según Cevallos (2017), los reprocesos “son las repeticiones o correcciones que se dan en un proceso, las causas son altas tasas de defectos, mala calidad de materiales, máquinas en malas condiciones, personal poco capacitado” (p.32).

Jiménez (2023) indica que los reprocesos se refieren a la repetición de una o varias fases en un proceso de fabricación o servicio debido a que no cumplen con las especificaciones de calidad previamente establecidas. También pueden ser definidos como acciones tomadas sobre productos no conformes para hacer que cumplan con los requisitos. Estas repeticiones afectan la productividad y la rentabilidad, generando pérdidas en el flujo de caja para las distintas partes interesadas. Los reprocesos en la construcción son comunes e inevitables, e independientemente de quién haya cometido el error, es necesario encontrar una solución rápida y económica.

Uniformización de procesos

Delgado & Trujillo (2013) indican que la estandarización es un proceso mediante el cual se proporcionan instrucciones precisas para la ejecución de tareas, documentando los materiales, la secuencia, los equipos, entre otros, a utilizar durante su ejecución, facilitando así la mejora continua para lograr altos niveles de competitividad.

Según este mismo trabajo, la estandarización puede dividirse básicamente en: estandarización de las cosas y estandarización del trabajo. La estandarización de las cosas se refiere a que los objetos deben ser iguales, y es indispensable en muchos de los aspectos para ser más eficientes.

La estandarización del trabajo consiste en establecer un acuerdo acerca de la forma de hacer algo; la estandarización de los procedimientos de trabajo es importante para verificar que todos los trabajadores, actuales y futuros, utilicen las mejores formas para llevar a cabo actividades relacionadas con el proceso. Cuando cada persona lo realiza en forma diferente, es muy difícil, si no imposible, efectuar mejoramientos para mejorar cualquier proceso.

Delgado & Trujillo (2013) indican que, aunque es imposible obtener los mismos resultados, si se busca lograr esto, se deben mantener las mismas condiciones. Es por esto por lo que para mantener la consistencia de un proceso es necesario estandarizar las condiciones de operación bajo:

- Materiales
- Maquinaria
- Mano de obra
- Métodos y procedimientos de trabajo

- Mediciones
- Conocimiento y habilidad de la gente

La estandarización de procesos en construcción se refiere a la implementación de prácticas y procedimientos consistentes y uniformes en todas las fases de un proyecto de construcción. Esto implica establecer estándares claros y definidos para diversas actividades, desde la planificación inicial hasta la ejecución y el cierre del proyecto.

La estandarización de procesos busca mejorar la eficiencia, la calidad y la consistencia en la ejecución de proyectos de construcción, mientras que reduce la probabilidad de errores y retrasos. Al adoptar prácticas estandarizadas, las organizaciones de construcción pueden optimizar sus operaciones, facilitar la capacitación del personal, mejorar la coordinación entre equipos y subcontratistas, y garantizar un resultado final que cumpla con las expectativas del cliente y los estándares del contrato.

Pérdida o desperdicio

Tal como lo expresa Cevallos (2017), un desperdicio es cualquier actividad que genera costos pero que no agrega valor al producto. Cualquier elemento dentro del proceso de producción (incluyendo áreas de servicio y administrativas) que añade costo sin valor al producto. Se identifican siete tipos de desperdicios los cuales son: sobreproducción, esperas, transportación, sobre procesamiento, inventarios, movimientos y trabajos.

Desde un punto de vista del sector construcción, y más específicamente en los procesos constructivos, Barrantes (2007) indica que:

un desperdicio es una pérdida que se genera al consumirse recursos de forma directa o indirecta, al realizarse cualquier actividad, siempre que esta no agregue valor al proceso. En un sistema, el desperdicio se mide a través de la definición de indicadores de desempeño. Las pérdidas por su parte se asocian a la eficiencia que tenga el equipo y la mano de obra en el proceso de un proyecto. En la industria de la construcción se ven todos los días ejemplos de pérdidas y/o desperdicios, como son la tenencia de máquinas y equipos ociosos, tiempos muertos entre trabajos, retraso de entrega de productos o servicios (puede ser el mismo proyecto), ordenes de cambio debido al incumplimiento de las solicitudes del cliente, etc.

Proyectos tipo nave industrial

Las naves industriales se caracterizan por cubrir grandes luces, generalmente con pequeñas cargas de origen gravitatorio. Esto origina unas particularidades que solo se dan en este tipo de estructuras, en las cuales las cargas horizontales y los fenómenos de inestabilidad cobran especial importancia, debido a la gran esbeltez de la estructura. (Vizuete, 2013, p.17)

Los proyectos tipo nave industrial son aquellos que se enfocan en el diseño, construcción o adaptación de estructuras destinadas a actividades industriales, de almacenamiento, logística o manufactura. Estas naves suelen ser amplios espacios cerrados, con techos altos y amplias áreas diáfanas, que permiten el almacenamiento de mercancías o la instalación de maquinaria y equipos industriales.

Estas estructuras pueden variar en tamaño y complejidad según las necesidades específicas de cada proyecto y el tipo de industria a la que se destinan. Algunas características comunes de las naves industriales incluyen sistemas de ventilación, acceso para vehículos de carga, iluminación especializada y, en algunos casos, características de seguridad adicionales.

Información por proceso constructivo

En este capítulo se presenta el proceso que deberá seguirse durante la ejecución de los distintos procesos constructivos. Es fundamental cumplir rigurosamente con cada una de las etapas definidas, garantizando la correcta y detallada lectura e interpretación de planos y especificaciones, así como la revisión de las tolerancias establecidas. Además, se deberán realizar las pruebas, ensayos y verificaciones de calidad necesarias antes de avanzar a otros procesos que dependan de los anteriores, asegurando así la calidad y continuidad del proyecto sin contratiempos.

Los procesos constructivos seleccionados se basaron en la importancia que representan dichos procesos en el presupuesto, específicamente en el porcentaje que representan de costos directos, de los proyectos de construcción y remodelación de naves industriales previamente ejecutados por DICOMA Construcción. Además, se consideró la recurrencia de estos procesos en los distintos proyectos, para garantizar que el manual sea de provecho no en casos aislados, sino en la gran mayoría de proyectos de este tipo. La lista de procesos seleccionados a estudiar se muestra a continuación:

- Demoliciones
- Movimientos de tierra
- Fundaciones
- Contrapisos y acabados de piso
- Vigas y columnas de concreto
- Paredes de mampostería
- Paredes livianas
- Enchape de paredes
- Pintura de paredes
- Estructura metálica
- Cubierta de techo
- Instalación de cielos
- Colocación y compactación de carpeta asfáltica

Seguidamente, una vez descrito el proceso y la secuencia de las actividades para finalizar los procesos constructivos, se muestra el diagrama de flujo de cada uno de los procesos. Estos diagramas resumen y muestran de manera visual el paso a paso que se desarrolló anteriormente, con el fin de facilitar el seguimiento del proceso uniformizado durante la ejecución de los proyectos.

Finalmente, se tienen las listas de chequeo que complementan la forma uniformizada desarrollada en el manual de realizar los procesos estudiados. Estas listas son propias de cada proceso y permiten tener una inspección y forma de trabajo proactiva que disminuya los defectos en la calidad y, por ende, resulte en menores reprocesos, desperdicios y sobrecostos.

Estos diagramas, en conjunto con las listas de chequeo, simplificarán el entendimiento y capacitación del personal sobre el uso del manual y el proceso constructivo mismo.

Demoliciones

Descripción del proceso

Las demoliciones en la construcción consisten en la remoción controlada de estructuras existentes, ya sea parcial o completamente. En proyectos de remodelación y construcción de naves industriales, este proceso es crítico para preparar el sitio para nuevas edificaciones o modificaciones. Las demoliciones deben planificarse cuidadosamente para evitar impactos negativos en la seguridad, los edificios adyacentes y la infraestructura general, garantizando el cumplimiento de normativas ambientales y de seguridad.

En los proyectos de DICOMA Construcción se tienen dos tipos de demoliciones: demolición manual y demolición mecánica. Según la Guía sobre medidas de seguridad en demoliciones: Reglamento general de seguridad en construcciones, del Ministerio de trabajo y Seguridad Social (MTSS) en conjunto con el Consejo de Seguridad Ocupacional (CSO), se pueden definir como:

“Demolición manual: es la demolición en la que es necesaria la intervención del personal que ejecuta la obra, es utilizada para demoler de forma parcial o total una estructura, con diferentes herramientas como, mazos, pico, martillos, cinces, entre otros” (MTSS & CSO, s.f., p.7).

“Demolición mecánica: este tipo de demolición involucra el uso de maquinaria y equipos como pala mecánica, con bola, retroexcavadora, martillo hidráulico o cualquier otra maquinaria pesada” (MTSS & CSO, s.f., p.8).

En muchos casos este proceso supone una dificultad debido a los limitados espacios dado que el edificio puede seguir en operación y no se puede afectar el uso de este ni interrumpir el tránsito de los usuarios. Por lo tanto, resulta importante seguir las instrucciones que a continuación se indican.

Nota: Todas las actividades del proceso de demolición requieren la participación y toma de decisiones del ingeniero de seguridad ocupacional y regente ambiental para determinar las soluciones y formas de trabajo respecto a temas ambientales y de seguridad, pues son los profesionales encargados de garantizar las medidas adecuadas. El ingeniero de proyecto debe garantizar que los procesos se ejecuten bajo las indicaciones sugeridas por los profesionales de seguridad laboral e higiene ambiental.

Procedimiento de ejecución

1. Revisión de especificaciones y planos

- **Descripción:** Antes de iniciar la demolición, es fundamental revisar los planos y especificaciones para comprender la estructura que se va a demoler, su relación con otras estructuras y los límites del área de trabajo.
- **Actividades:**
 - Análisis detallado de los planos del edificio para identificar elementos estructurales y no estructurales a demoler.
 - Verificación de especificaciones técnicas y restricciones impuestas por los reglamentos locales y medioambientales.
 - Identificación de áreas sensibles, como estructuras vecinas o elementos que no deben ser afectados durante la demolición.
 - Identificación de sitios y rutas para colocación de los residuos producto de la demolición. Además, se deben identificar lugares (botaderos autorizados, centros de reciclaje, plantas de procesamiento de materiales) donde se puedan llevar dichos residuos y se les dé un trato adecuado según su clasificación.

2. Identificación de riesgos y medidas de seguridad

- **Descripción:** Se identifican los riesgos inherentes al proceso de demolición y se implementan medidas de seguridad para proteger a los trabajadores, a las personas en áreas adyacentes y las estructuras colindantes.
- **Actividades:**
 - Realización de un análisis de riesgos para identificar posibles peligros, como el colapso descontrolado de elementos, la presencia de materiales peligrosos o el impacto en estructuras vecinas.
 - Definición de procedimientos de seguridad, como el uso de barreras, señalización, y equipo de protección personal (EPP).

- Capacitación del personal en procedimientos de emergencia y en el uso de equipos y herramientas específicas para la demolición.

3. Desconexión de servicios públicos

- **Descripción:** Antes de iniciar la demolición, se desconectan y aseguran todos los servicios públicos para evitar riesgos de incendios, descargas eléctricas, explosiones o inundaciones durante el proceso.
- **Actividades:**
 - Coordinación con las empresas de servicios públicos para cortar el suministro de electricidad, gas, agua y telecomunicaciones.
 - Inspección y aseguramiento de que todas las líneas estén correctamente desactivadas y señalizadas.
 - Revisión y documentación del corte de servicios para evitar accidentes durante la demolición.

4. Implementación de sistemas de contención y protección

- **Descripción:** Se implementan barreras físicas y sistemas de protección para evitar que escombros, polvo o materiales peligrosos afecten las áreas circundantes o comprometan la seguridad del personal.
- **Actividades:**
 - Colocación de vallas de contención y pantallas o mallas anti-polvo alrededor de la zona de demolición.
 - Instalación de redes o mallas de seguridad en áreas críticas para evitar la caída de escombros.
 - Implementación de sistemas de humectación para minimizar la dispersión de polvo durante el proceso.

5. Ejecución de medidas preliminares (desmantelado)

- **Descripción:** Antes de proceder con la demolición estructural, se realiza el desmantelado de elementos no estructurales, como instalaciones eléctricas, puertas, ventanas y mobiliario, para facilitar el proceso y reducir riesgos.
- **Actividades:**
 - Retiro controlado de elementos interiores, como carpintería, sistemas de cableado y accesorios.
 - Extracción de materiales reutilizables o reciclables, como metales y componentes eléctricos.
 - Segregación y clasificación de los elementos retirados según su disposición final (reutilización, reciclaje o eliminación).

6. Demolición controlada de estructuras

- **Descripción:** Se procede con la demolición de las estructuras principales, asegurando que se utilicen las técnicas adecuadas para mantener el control del proceso y evitar colapsos inesperados.
- **Actividades:**
 - Utilización de maquinaria pesada, como retroexcavadoras y martillos hidráulicos, para la demolición de muros, columnas y otros elementos estructurales.
 - Implementación de técnicas de demolición manual en áreas donde el uso de maquinaria podría comprometer la seguridad o la estabilidad de las estructuras vecinas.
 - Control del ritmo de demolición, asegurando que los escombros se gestionen de manera eficiente para evitar acumulaciones peligrosas.

7. Separación y gestión de residuos

- **Descripción:** Durante la demolición, se realiza la segregación y gestión de los residuos, separando los materiales reciclables de los desechos que deben ser eliminados.
- **Actividades:**
 - Clasificación de materiales como acero, concreto, madera y otros residuos para su reutilización, reciclaje o disposición en vertederos.
 - Transporte de escombros a centros de reciclaje o plantas de procesamiento, cumpliendo con las normativas medioambientales.
 - Documentación de la cantidad y tipo de residuos generados para cumplir con los requisitos legales de manejo de residuos.

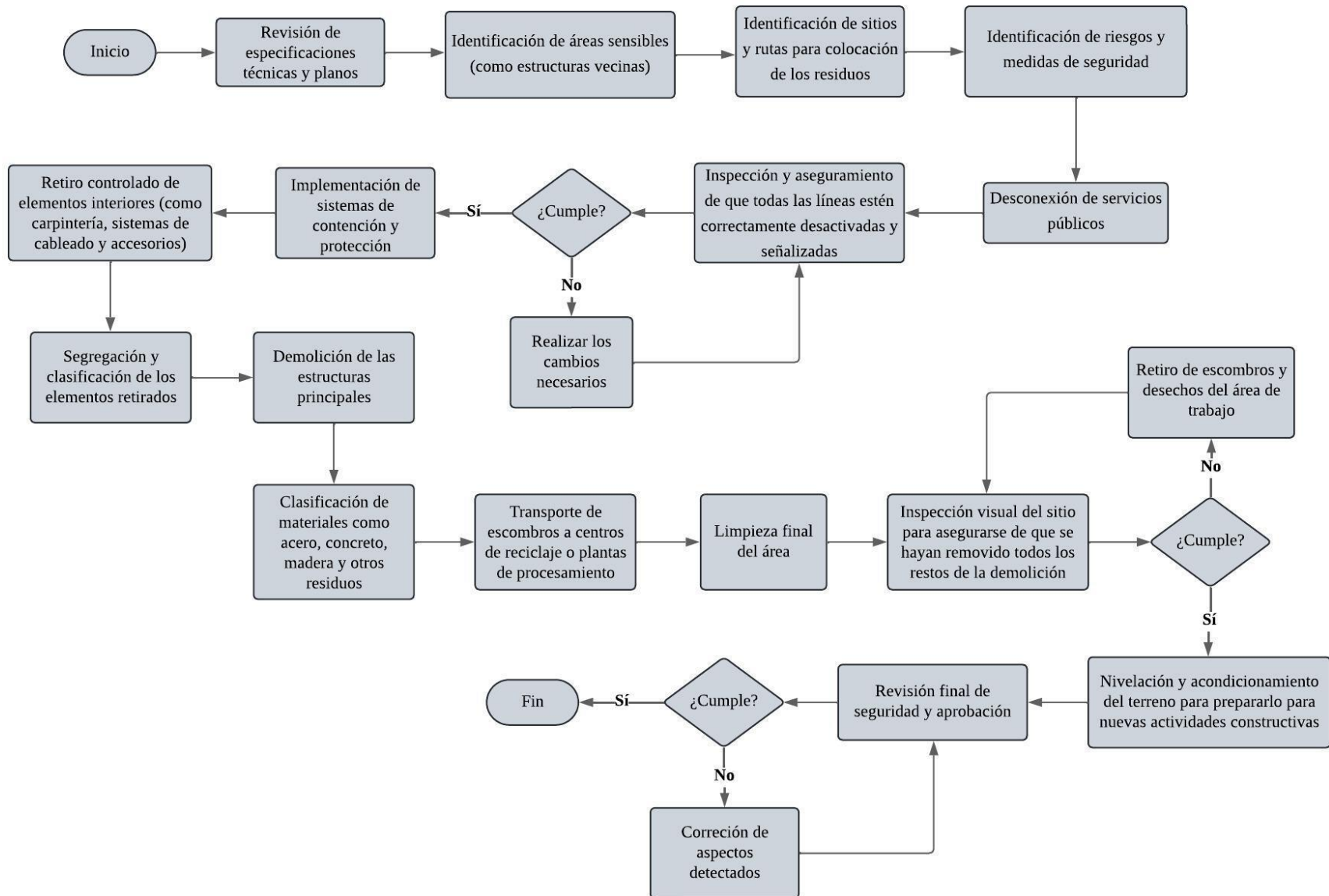
8. Limpieza final del área

- **Descripción:** Una vez finalizada la demolición, se realiza una limpieza exhaustiva del área para dejar el sitio preparado para las siguientes etapas del proyecto.
- **Actividades:**
 - Retiro de escombros y desechos del área de trabajo utilizando maquinaria y equipos adecuados.
 - Inspección visual del sitio para asegurarse de que se hayan removido todos los restos de la demolición.
 - Nivelación y acondicionamiento del terreno para prepararlo para nuevas actividades constructivas.

Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

Demoliciones



Lista de chequeo

A continuación, se muestra la lista de chequeo de este proceso.

Proceso constructivo: Demoliciones				
Actividad	Verificación	¿Cumple?		Notas
		Sí	No	
Revisión de planos y especificaciones	¿Se revisaron los planos para identificar las áreas a demoler?			
Permisos de demolición	¿Se obtuvo el permiso correspondiente para la demolición?			
Protección del entorno	¿Se instalaron barreras de protección para áreas adyacentes?			
Desconexión de servicios	¿Se desconectaron todos los servicios (agua, electricidad, gas, etc.)?			
Equipo adecuado	¿Se cuenta con el equipo adecuado para la demolición?			
Seguridad del personal	¿El personal está usando el equipo de protección personal (EPP) adecuado?			
Procedimientos de seguridad	¿Se han implementado todas las medidas de seguridad necesarias?			
Gestión de escombros	¿Se está gestionando adecuadamente la disposición de los escombros?			
Limpieza del área	¿Se realizó una limpieza profunda en el área de trabajo?			
Inspección post-demolición	¿Se inspeccionó el área demolida para verificar que no haya estructuras inestables?			

Movimientos de tierra

Descripción del proceso

El movimiento de tierras es una de las primeras actividades en un proyecto de construcción. Implica la modificación del terreno natural mediante excavaciones, rellenos y nivelaciones para preparar la plataforma o banco de tierra donde se realizará la construcción, por lo tanto, requiere el uso de maquinaria pesada y estudios de suelos. Este proceso es fundamental para asegurar una base estable y adecuada que soporte las cargas de la estructura y prevenga problemas como asentamientos diferenciales.

Procedimiento de ejecución

1. Revisión de especificaciones y planificación

- Este paso inicial consiste en revisar los planos de diseño y las especificaciones del terreno para asegurarse de que todas las actividades de movimiento de tierras se planifiquen y se realicen correctamente.
- **Actividades:**
 - Estudio de los planos topográficos y especificaciones de nivelación.
 - Identificación de los niveles de corte y relleno necesarios para la plataforma.
 - Planificación del equipo requerido, como excavadoras, niveladoras y compactadores.

2. Verificación de capacidad del material

- Se realiza una evaluación del tipo de suelo y su capacidad para determinar la necesidad de estabilización o mejora. Este tipo de estudios y ensayos implican la contratación de servicios de laboratorios certificados para realizar los estudios mínimos necesarios establecidos.

- **Actividades:**
 - Realización de ensayos de clasificación de suelos (granulometría, límite líquido y plástico).
 - Evaluación de la capacidad portante del suelo mediante pruebas de compactación in situ.
 - Identificación de áreas que requieran mejoramiento o sustitución de material.

3. Marcado de áreas de excavación

- Se marcan los límites de las áreas a excavar o rellenar para guiar las operaciones de maquinaria pesada.
- **Actividades:**
 - Colocación de estacas, cuerdas y cal para delinear las áreas de corte y relleno.
 - Establecimiento de referencias de nivel para guiar la excavación.
 - Verificación de los límites marcados con los planos topográficos.

4. Ejecución de corte o relleno

- Se realiza la remoción de material en áreas de corte o se procede al relleno en áreas que lo requieran, siguiendo las cotas especificadas.
- **Actividades:**
 - Determinación de las cantidades de volumen y relleno que se deben intervenir y verificación en sitio.
 - Establecimiento de los sitios de acumulación de material, las rutas de acarreo, ubicación de botaderos y demás aspectos de diseño de sitio que se consideren necesarios.

- Excavación del terreno utilizando maquinaria pesada, retirando el exceso de material en áreas de corte.
- Transporte y colocación de material de relleno en áreas designadas, asegurando una distribución uniforme.
- Control de la altura y pendiente del terreno mediante equipo topográfico.

5. Compactación y pruebas de densidad

- La compactación del terreno se realiza para asegurar que el suelo alcance la densidad especificada, lo que es fundamental para evitar asentamientos futuros.
- **Actividades:**
 - Uso de rodillos vibratorios o compactadores para consolidar el terreno en capas sucesivas de los espesores indicados en planos y especificaciones técnicas.
 - Realización de pruebas de densidad in situ mediante el método del cono de arena o densímetro nuclear para verificar la compactación.
 - Recompactación de áreas que no cumplan con los requisitos de densidad.

6. Nivelación final

- Una vez alcanzada la compactación adecuada, se realiza la nivelación final del terreno para asegurar que esté listo para las siguientes etapas de construcción.
- **Actividades:**
 - Uso de niveladoras para ajustar las pendientes y alturas finales del terreno.

- Verificación topográfica de las cotas finales, ajustando según sea necesario.
- Preparación del terreno para la colocación de subbases o fundaciones.

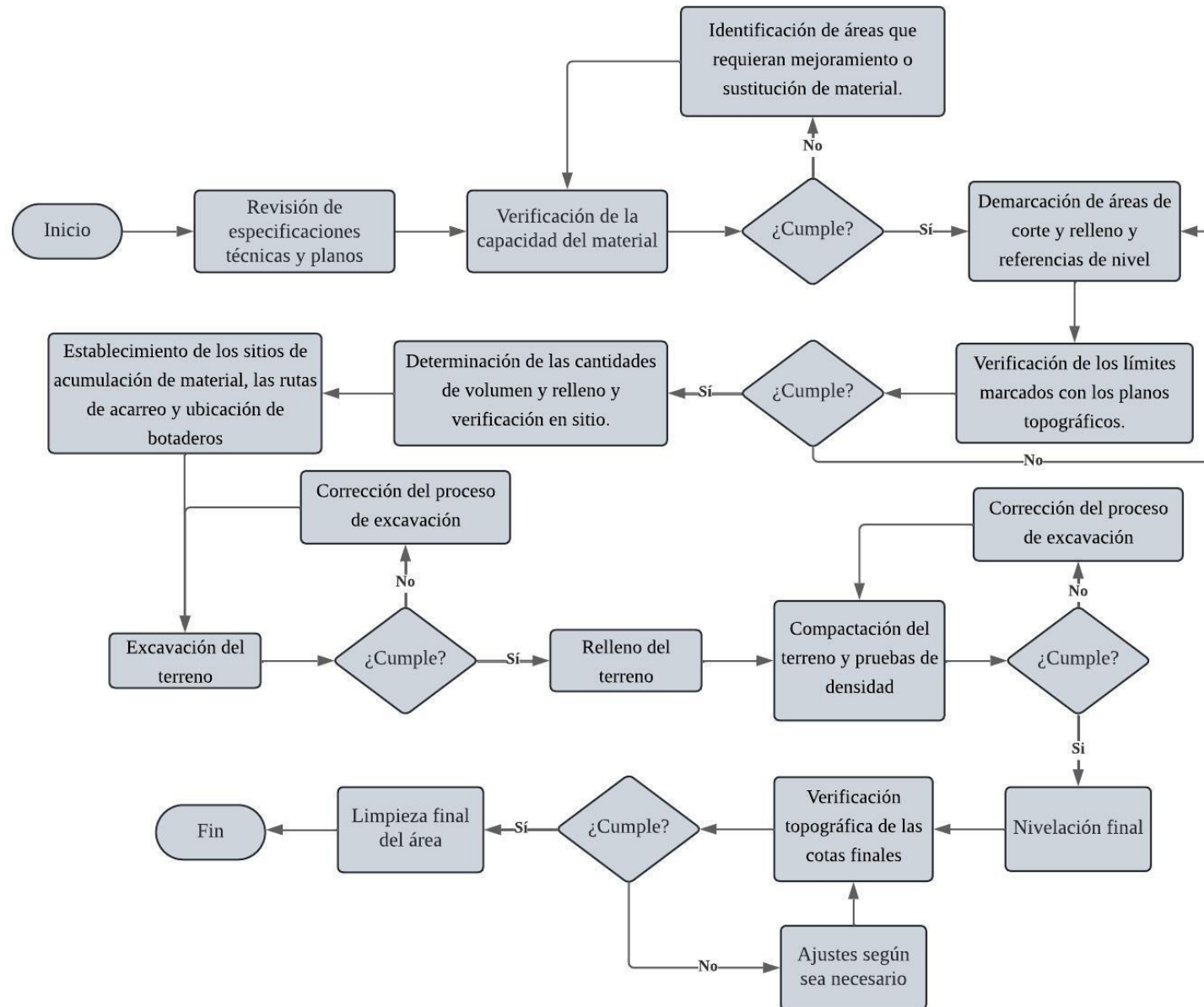
7. Limpieza del área

- Se realiza la limpieza final del área, eliminando escombros y materiales excedentes, para dejar el sitio listo para la siguiente fase del proyecto.
- **Actividades:**
 - Retiro de escombros y materiales sobrantes, transportándolos fuera del sitio.
 - Aseguramiento de que no haya obstáculos o residuos en las áreas donde se realizarán trabajos posteriores.
 - Verificación final del área para asegurar que esté lista para las fundaciones o instalación de subbases.

Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

Movimiento de tierras



Lista de chequeo

A continuación, se muestra la lista de chequeo de este proceso.

Proceso constructivo: Movimientos de tierra				
Actividad	Verificación	¿Cumple?		Notas
		Sí	No	
Revisión de especificaciones	¿Se revisaron los planos topográficos y especificaciones?			
Capacidad del terreno	¿Se realizaron ensayos para verificar la capacidad del suelo?			
Delimitación de áreas	¿Se marcaron correctamente las áreas de corte y relleno?			
Cantidades de volumen y relleno	¿Coinciden las cantidades indicadas en planos con lo que hay en sitio?			
Rutas de acarrero	¿Se tienen claras las rutas de acarreo y ubicación de botaderos?			
Coordinación de maquinaria	¿Se coordinaron las máquinas y equipos necesarios para los trabajos de tierra?			
Compactación	¿Se está compactando el terreno según las especificaciones requeridas?			
Verificación de cotas	¿Se verificaron las cotas de nivelación y compactación?			
Control de drenajes temporales	¿Se instalaron sistemas de drenaje provisionales para evitar inundaciones?			
Pruebas de densidad del terreno	¿Se realizaron las pruebas de densidad del terreno según las especificaciones?			
Nivelación final	¿Se realizó la verificación topográfica de las cotas finales?			
Limpieza del área	¿Se realiza la limpieza final del área para dejar el sitio listo para la siguiente fase del proyecto?			

Fundaciones

Descripción del proceso

El proceso de fundaciones consiste en preparar y construir la base estructural de una edificación para transmitir las cargas al suelo de manera segura y eficiente, ahorrando recursos y garantizando la estabilidad estructural. Comienza con la evaluación del suelo mediante estudios geotécnicos, aplicando mejoras o estabilización del suelo si es necesario. Se realiza la excavación y compactación del terreno, con la posible colocación de lastre, geotextil o concreto de sello, y posteriormente se lleva a cabo el armado del acero de refuerzo y el montaje de encofrados, asegurando la alineación correcta. El concreto se vierte y vibra para eliminar burbujas de aire, garantizando la adherencia al refuerzo, y se procede con el curado para controlar la humedad y alcanzar la resistencia requerida. Durante el proceso es necesario realizar inspecciones detalladas para verificar que el proceso cumple con las especificaciones y estándares de calidad establecidos.

Procedimiento de ejecución

1. Revisión de especificaciones técnicas y planos

- Antes de iniciar cualquier trabajo en campo, se realiza una revisión exhaustiva de los planos constructivos y las especificaciones técnicas. Este paso es crucial para asegurar que todos los detalles del diseño se comprendan y que no haya discrepancias entre los documentos técnicos y la realidad del sitio.
- **Actividades:**
 - Análisis de los planos estructurales, identificando dimensiones y tipos de fundaciones.
 - Revisión de las especificaciones de materiales, como el tipo de concreto, acero de refuerzo y cualquier tratamiento especial del suelo.
 - Identificación de puntos críticos, como intersecciones con instalaciones existentes o futuras.

2. Verificación de capacidad del suelo

- La capacidad del suelo se evalúa para determinar si puede soportar las cargas proyectadas. Esto se logra mediante estudios geotécnicos que analizan la resistencia y compresibilidad del suelo.
- **Actividades:**
 - Realización de pruebas de campo, como ensayos de penetración estándar (SPT) o ensayos de placa de carga.
 - Evaluación de los resultados para verificar que los valores de capacidad de carga del suelo sean consistentes con los requisitos del diseño.
 - En caso de que el suelo no cumpla con las especificaciones, se planifican medidas correctivas, como la mejora del suelo mediante inyecciones o compactación adicional.

3. Excavación para fundaciones

- Se procede a la excavación del terreno según las dimensiones y profundidades especificadas en los planos. La precisión en esta etapa es fundamental para asegurar que las fundaciones se construyan en la posición correcta (dan la alineación/posición de los ejes) y con la profundidad adecuada.
- **Actividades:**
 - Trazado de los límites de excavación utilizando estacas, cuerdas y cal para guiar la maquinaria.
 - Excavación del terreno utilizando excavadoras u otros equipos pesados, cuidando de no exceder las profundidades indicadas.
 - Verificación de la estabilidad de las paredes de la excavación para evitar deslizamientos o colapsos.

- Si es necesario, se implementan sistemas de soporte temporal, como sistemas de apuntalamiento, para garantizar la seguridad durante la excavación.

4. Compactación y colocación de lastre/geotextil

- Después de la excavación, se compacta el fondo de la zanja para crear una base sólida y uniforme. Es frecuente que se coloque una capa de lastre compactado o geotextil para mejorar la estabilidad y drenaje.
- **Actividades:**
 - Compactación del fondo de la excavación utilizando apisonadores o compactadores vibratorios, siguiendo las especificaciones de densidad.
 - Colocación de una capa de lastre (grava) en el fondo de la excavación, asegurando su distribución uniforme y compactación.
 - Instalación de geotextil sobre la capa de lastre, si es requerido, para mejorar el drenaje y evitar la mezcla de materiales del suelo con el lastre.
 - Durante esta etapa se debe colocar la capa de sello de concreto pobre, si así se indica en los planos y especificaciones técnicas.

5. Armado y encofrado de fundaciones

- En esta fase, se arman las estructuras de acero de refuerzo y se instalan los encofrados que darán forma al concreto. Este paso es vital para garantizar que las fundaciones tengan la resistencia y forma correctas.
- **Actividades:**
 - Corte y doblado del acero de refuerzo según los detalles del plano estructural, asegurando el cumplimiento de los recubrimientos y dimensiones.

- Armado y colocación de las mallas de refuerzo, utilizando silletas, amarres y estribos para mantener las posiciones correctas de las barras de acero.
- Instalación del encofrado de madera o metal alrededor de la zona de colado, garantizando que esté bien sellado para evitar fugas de concreto.
- Verificación de las dimensiones del encofrado y alineación del acero de refuerzo, realizando ajustes si es necesario.

6. Colado y vibrado de concreto

- Una vez preparado el encofrado y el refuerzo, se procede al colado del concreto en las fundaciones. El vibrado es esencial para eliminar burbujas de aire y asegurar que el concreto se adhiera correctamente al acero de refuerzo.
- **Actividades:**
 - Preparación de la mezcla de concreto, asegurando que cumpla con las especificaciones de resistencia y trabajabilidad.
 - Colado del concreto en capas uniformes dentro del encofrado, evitando que el concreto se segregue.
 - Uso de vibradores mecánicos para compactar el concreto y eliminar bolsas de aire que podrían comprometer la resistencia.
 - Nivelación y acabado superficial del concreto, asegurando que la superficie quede lisa y uniforme.

7. Curado del concreto

- El curado es el proceso mediante el cual se controla la pérdida de humedad del concreto para asegurar que alcance su resistencia máxima. Este paso es crítico para evitar grietas y otros defectos estructurales.

- **Actividades:**
 - Cubrimiento del concreto con mantas húmedas o plásticos para mantener la humedad durante el proceso de curado.
 - Aplicación de agentes curadores líquidos que formen una capa protectora sobre la superficie del concreto.
 - Monitoreo regular de la humedad para asegurar condiciones óptimas de curado durante el período especificado.

8. Desencofrado y resane

- Después del período de curado, se retiran los encofrados, y se inspecciona la superficie del concreto para identificar cualquier defecto que deba corregirse.
- **Actividades:**
 - Retiro cuidadoso de los encofrados para evitar dañar las superficies de concreto.
 - Inspección visual del concreto para identificar posibles defectos, como nidos de piedra (grava), grietas o irregularidades.
 - Resane de cualquier imperfección utilizando morteros de reparación específicos para el tipo de defecto encontrado.

9. Verificación final de calidad

- Antes de proceder con las etapas posteriores del proyecto, se realiza una revisión exhaustiva para asegurar que las fundaciones cumplen con todas las especificaciones de diseño y calidad.
- **Actividades:**
 - Medición de las dimensiones finales de las fundaciones y comparación con los planos constructivos.
 - Realización de pruebas de resistencia del concreto mediante la extracción de cilindros o núcleos, según sea necesario.

- Documentación de los resultados de la inspección final y aprobación para proceder con la construcción de la superestructura.

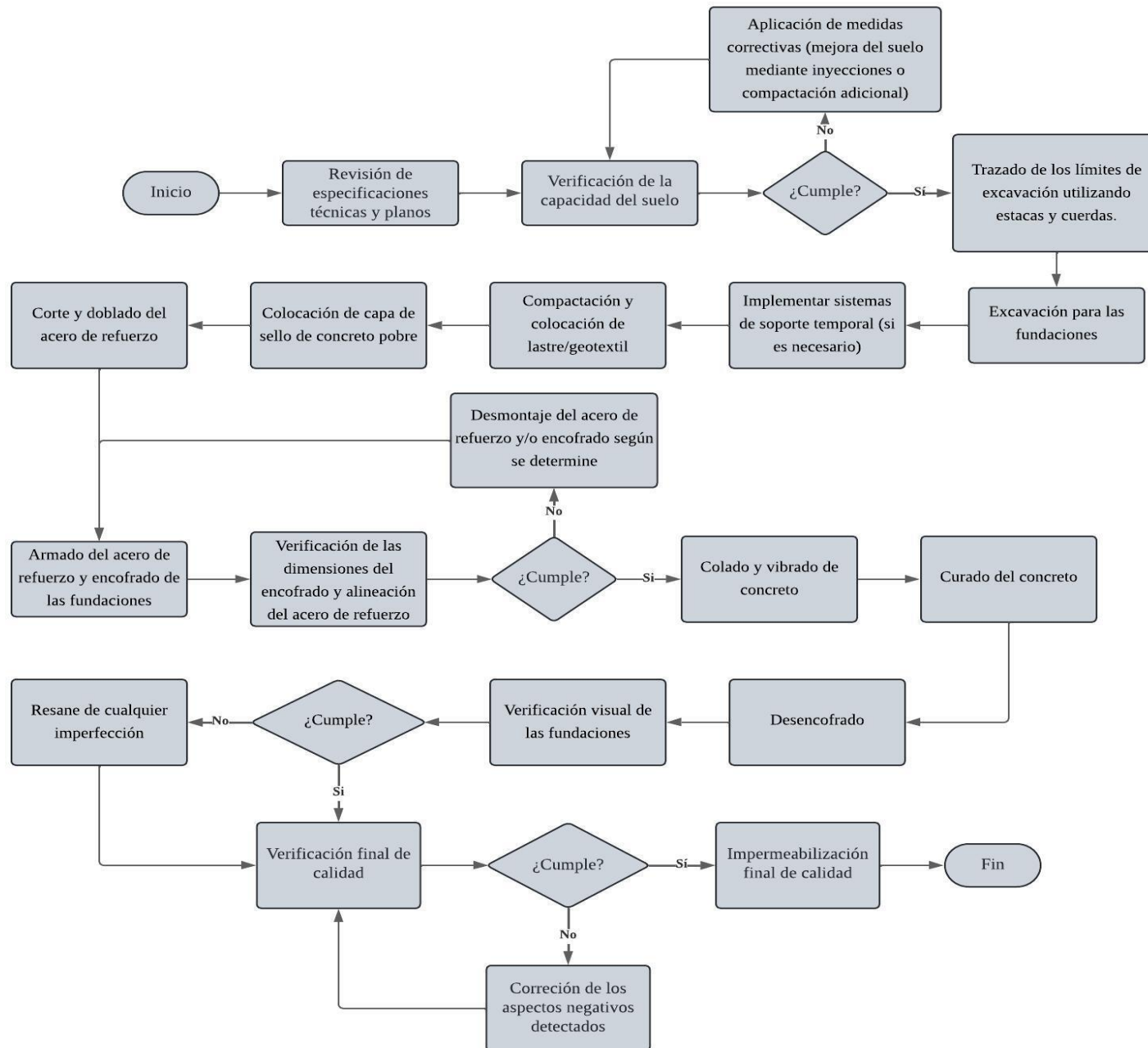
10. Impermeabilización de fundaciones

- Una vez desencofrado, resanado y que se cumplió con la verificación final, se aplica un sistema de impermeabilización en las fundaciones para protegerlas de la penetración de agua y humedad, lo que es esencial para evitar deterioros futuros y prolongar la vida útil de la estructura.
- **Actividades:**
 - Selección del sistema de impermeabilización adecuado (membranas asfálticas, pinturas impermeabilizantes, o sistemas líquidos).
 - Aplicación de la impermeabilización sobre las superficies externas de las fundaciones, asegurando una cobertura completa y sin interrupciones.
 - Tiempo de secado o curado de la impermeabilización antes de continuar con el proceso constructivo.

Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

Fundaciones



Lista de chequeo

A continuación, se muestra la lista de chequeo de este proceso.

Proceso constructivo: Fundaciones				
Actividad	Verificación	¿Cumple?		Notas
		Sí	No	
Revisión de planos	¿Se revisaron los planos de fundaciones?			
Excavación	¿La excavación se realizó según las dimensiones especificadas?			
Nivelación de la base	¿La base de la excavación está nivelada correctamente?			
Control de humedad en la base	¿Se verificó que la base esté libre de humedad excesiva?			
Armado de refuerzo	¿El refuerzo de acero cumple con las especificaciones?			
Encofrado	¿El encofrado está correctamente alineado y sin deformaciones?			
Colocación de sello de concreto pobre o lastre	¿Se colocó la capa de sello de concreto pobre o lastre según se indique?			
Control de calidad del concreto	¿Se verificó que el concreto cumple con las especificaciones solicitadas?			
Colado de concreto	¿El concreto fue colocado correctamente y sin interrupciones?			
Vibrado del concreto	¿Se utilizó un vibrador para eliminar vacíos de aire en el concreto?			
Verificación de curado	¿Se está aplicando el método de curado recomendado para el concreto?			
Desencofrado y resane	¿Se realizó el retiro cuidadoso de los encofrados para evitar dañar las superficies de concreto?			

Contrapisos y acabados de piso

Descripción del proceso

El proceso de construcción de contrapisos y acabados de piso implica la preparación de una base plana y resistente sobre la cual se colocarán los revestimientos finales del suelo. Los contrapisos deben ser nivelados correctamente para evitar irregularidades en el piso final, que podrían afectar la instalación de equipos y maquinaria en la nave industrial o generar problemas en el traslado de materias primas. Antes de iniciar este proceso, algunos de los clientes más recurrentes de DICOMA Construcción especifican que se debe tener los cerramientos (tanto fachadas como cubierta) listos para evitar que la humedad pueda interferir con el colado del contrapiso, por lo tanto, se debe haber logrado estos hitos antes de iniciar este proceso.

Procedimiento de ejecución

1. Revisión de especificaciones técnicas

- Antes de iniciar el trabajo, se revisan las especificaciones técnicas del contrapiso y el piso terminado, asegurando que se utilicen los materiales y procedimientos correctos.
- **Actividades:**
 - Verificación de las especificaciones del material del contrapiso (concreto, mortero, acero, etc.).
 - Revisión de las tolerancias de nivelación y acabado final requeridas.
 - Confirmación de la secuencia de trabajos para evitar interferencias con otras actividades.

2. Preparación y nivelación del terreno

- Se realiza la nivelación y compactación del terreno para proporcionar una base estable para el contrapiso.

- **Actividades:**
 - Nivelación del terreno con maquinaria o manualmente, siguiendo las cotas establecidas.
 - Compactación del terreno mediante rodillos vibratorios o apisonadores.
 - Verificación de la nivelación y compactación mediante herramientas topográficas.

3. Colocación de lastre y aislamiento

- Se coloca una capa de lastre para mejorar el drenaje y, si es necesario, se instala un aislamiento para proteger contra la humedad.
- **Actividades:**
 - Extensión de una capa de lastre de espesor uniforme, asegurando su compactación.
 - Colocación de una lámina de polietileno o geotextil como barrera contra la humedad, si aplica.
 - Verificación de la continuidad y traslape adecuado de la barrera de aislamiento (polietileno o geotextil) para garantizar una cobertura continua y hermética, evitando posibles vías de filtración o pérdida de integridad de la barrera.

4. Armado de mallas de refuerzo

- Se colocan mallas de refuerzo (pueden ser armadas o electrosoldadas), si aplica, para proporcionar resistencia adicional al contrapiso, evitando fisuras y asentamientos.
- **Actividades:**
 - Corte y posicionamiento de las mallas de refuerzo sobre la superficie preparada.

- Elevación de las mallas con separadores (silletas) para garantizar su correcta ubicación en el espesor del contrapiso.
- Aseguramiento de que las mallas estén bien traslapadas y amarradas.

5. Encofrado de áreas perimetrales

- Se instalan encofrados temporales para definir los bordes del contrapiso, asegurando que mantenga las dimensiones y niveles requeridos.
- **Actividades:**
 - Instalación de encofrado perimetral utilizando tablones de madera o metal.
 - Verificación de la alineación y nivelación del encofrado.
 - Fijación del encofrado para evitar desplazamientos durante el colado.
 - Instalación de madera tratada en todo el perímetro cuando se trata de cuartos fríos.

6. Colado de concreto

- Se vierte y distribuye la mezcla de concreto sobre la superficie preparada, asegurando una aplicación uniforme.
- **Actividades:**
 - Preparación de la mezcla de concreto en la dosificación adecuada.
 - Colado del material en secciones, extendiéndolo uniformemente sobre la superficie.
 - Uso de reglas vibratorias o manuales para nivelar y compactar el concreto.

7. Nivelación y acabado

- Se realiza la nivelación final y acabado del contrapiso para dejarlo listo para el revestimiento final.

- **Actividades:**
 - Utilización de llanas y reglas para alisar la superficie y obtener el acabado requerido.
 - Control de las pendientes para asegurar un correcto drenaje.
 - Inspección visual para detectar y corregir cualquier imperfección.

8. Curado

- Se realiza el proceso de curado para evitar el agrietamiento del concreto y asegurar que alcance su resistencia máxima.
- **Actividades:**
 - Cubrimiento del contrapiso con mantas húmedas o aplicación de membranas de curado.
 - Monitoreo del tiempo de curado, manteniendo la humedad constante durante el periodo especificado.
 - Control de temperatura en la zona de trabajo, especialmente en condiciones extremas.

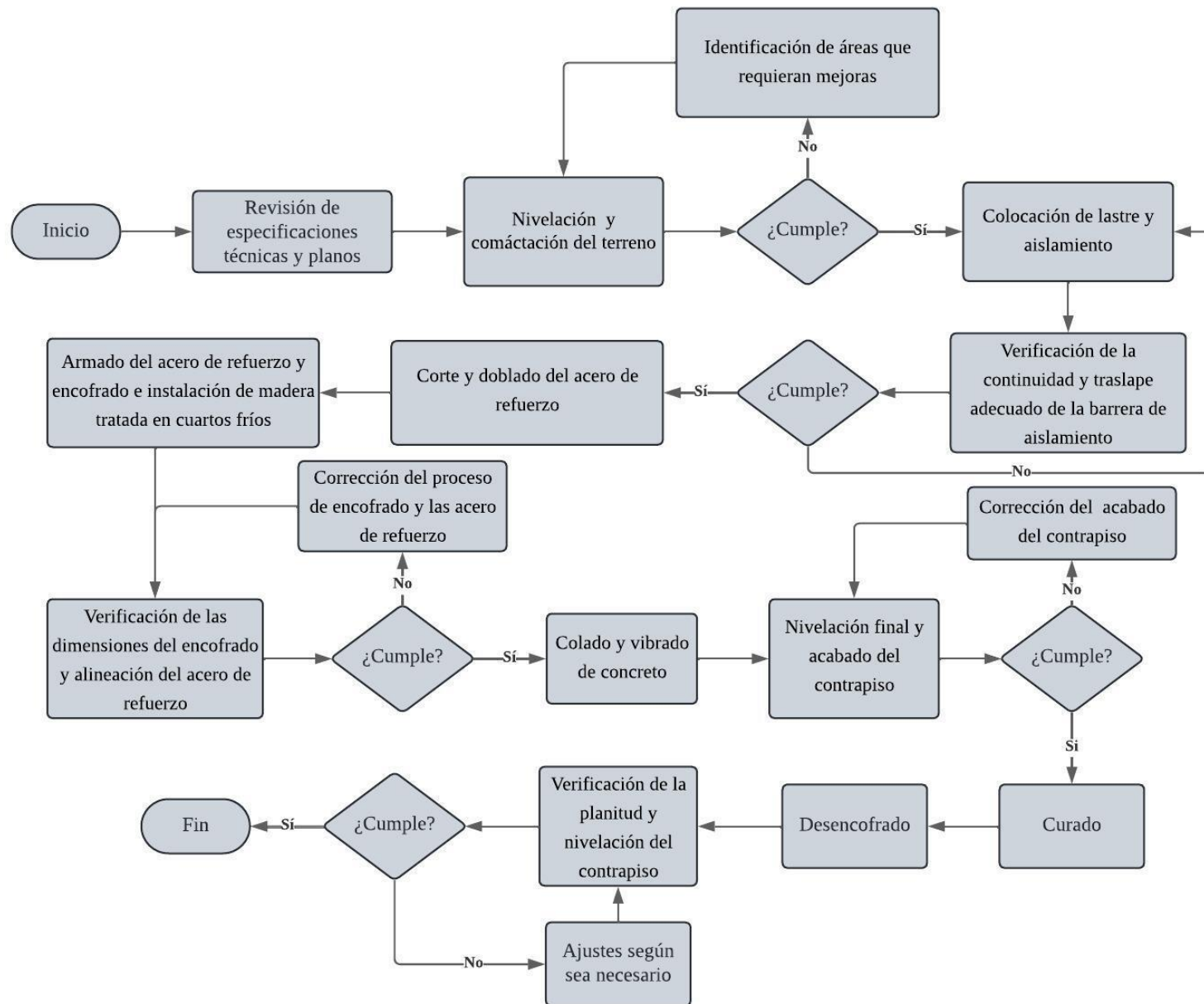
9. Inspección final

- Se realiza una inspección final del contrapiso y el acabado del piso para garantizar que cumpla con todas las especificaciones técnicas.
- **Actividades:**
 - Verificación de la planitud y nivelación del contrapiso utilizando niveles láser y reglas.
 - Realización de pruebas de resistencia del concreto mediante la extracción de probetas.
 - Aprobación final para proceder con la instalación de revestimientos o equipos.

Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

Contrapisos y acabados de piso



Lista de chequeo

A continuación, se muestra la lista de chequeo de este proceso.

Proceso constructivo: Contrapisos y acabados de pisos				
Actividad	Verificación	¿Cumple?		Notas
		Sí	No	
Revisión de especificaciones	¿Se verificaron las especificaciones técnicas del contrapiso?			
Preparación del terreno	¿El terreno fue nivelado y compactado correctamente?			
Colocación de lastre (si aplica)	¿Se colocó la capa de lastre de espesor uniforme asegurando su compactación?			
Colocación de barrera contra humedad (si aplica)	¿Se instaló una barrera de vapor o impermeabilización adecuada?			
Armado de refuerzo	¿El refuerzo de acero cumple con las especificaciones?			
Colocación de malla de refuerzo	¿Se colocó la malla de refuerzo según lo especificado?			
Encofrado	¿El encofrado está correctamente alineado y sin deformaciones?			
Colocación de concreto	¿El concreto fue colocado y nivelado adecuadamente?			
Control de espesores	¿El espesor del contrapiso cumple con las especificaciones?			
Vibrado del concreto	¿Se utilizó vibrado para compactar el concreto adecuadamente?			
Curado del concreto	¿Se siguieron las especificaciones para el curado del concreto?			
Control de juntas de expansión	¿Se realizaron las juntas de expansión en los puntos establecidos?			
Acabado final	¿El acabado del piso cumple con los requisitos de planitud y nivelación?			

Vigas y columnas de concreto reforzado

Descripción del proceso

En las naves industriales es usual encontrar que la estructura sismorresistente sea de acero, sin embargo, se pueden encontrar elementos de concreto que forman parte de dicho sistema, como vigas y columnas (o pedestales) para complementar los requerimientos estructurales.

Las vigas y columnas de concreto son elementos estructurales clave en cualquier edificación. Su correcta construcción es vital para garantizar la integridad y estabilidad de la estructura. Este proceso incluye el armado y colocación del refuerzo en la posición definitiva, el encofrado (considerando los recubrimientos del acero), el colado del concreto y su posterior curado y desencofrado. Una ejecución precisa asegura que los elementos cumplan con los requisitos de carga y durabilidad.

Procedimiento de ejecución

1. Revisión de especificaciones técnicas

- **Descripción:** Se revisan los planos y especificaciones de las vigas y columnas para asegurar que se cumplan todos los requisitos de diseño antes de iniciar la construcción.
- **Actividades:**
 - Revisión detallada de los planos estructurales, identificando las dimensiones, cantidad y ubicación y longitud de refuerzos.
 - Verificación de las especificaciones del concreto, incluyendo la resistencia, tipo de cemento, tamaño máximo de agregados, y aditivos a utilizar.
 - Confirmación de los detalles del encofrado y los procedimientos de colado.

2. Armado y posicionamiento de refuerzos

- **Descripción:** Se arma el acero de refuerzo de las vigas y columnas según las especificaciones, y se posiciona correctamente de manera que vayan a quedar dentro del encofrado.
- **Actividades:**
 - Corte y doblado de barras de refuerzo según los planos, asegurando la precisión en las dimensiones y formas.
 - Armado de estribos, varillas longitudinales y amarres de refuerzo, cuidando los recubrimientos mínimos.
 - Posicionamiento y fijación de los refuerzos utilizando separadores y anclajes para mantener su ubicación durante el colado.

3. Instalación del encofrado

- **Descripción:** Se colocan los encofrados alrededor de los refuerzos, asegurando que mantengan la forma y dimensiones correctas para el colado del concreto.
- **Actividades:**
 - Ensamblaje del encofrado utilizando paneles de madera o metal, conforme a los planos.
 - Aseguramiento de las juntas del encofrado para evitar fugas de concreto durante el colado.
 - Verificación del alineado y nivelación del encofrado, realizando ajustes si es necesario.

4. Colado y vibrado del concreto

- **Descripción:** Se vierte el concreto en los encofrados, seguido del vibrado para eliminar burbujas de aire y asegurar una buena adherencia al refuerzo.

- **Actividades:**
 - Preparación de la mezcla de concreto con la dosificación adecuada, garantizando la calidad y trabajabilidad.
 - Colado del concreto dentro del encofrado, asegurando una distribución uniforme y sin interrupciones.
 - Uso de vibradores de inmersión para compactar el concreto y eliminar posibles huecos o segregaciones.

5. Curado del concreto

- **Descripción:** El curado es esencial para asegurar que el concreto alcance su resistencia máxima. Se controla la pérdida de humedad durante este proceso.
- **Actividades:**
 - Aplicación de métodos de curado, como el rociado de agua, mantas húmedas o membranas curadoras.
 - Mantenimiento de las condiciones de humedad y temperatura adecuadas durante el período de curado.
 - Monitoreo continuo del curado para asegurar que el concreto no sufra agrietamientos por secado rápido.

6. Desencofrado

- **Descripción:** Una vez que el concreto ha alcanzado la resistencia adecuada, se retiran los encofrados con cuidado para evitar dañar los elementos.
- **Actividades:**
 - Retiro gradual del encofrado, comenzando por los laterales y luego los soportes.
 - Inspección visual de las superficies expuestas del concreto para detectar defectos o irregularidades.

- Reparación inmediata de cualquier área dañada durante el desencofrado.

7. Resane y limpieza

- **Descripción:** Se realizan trabajos de resane en las superficies de concreto para corregir defectos menores y asegurar un acabado liso y uniforme.
- **Actividades:**
 - Aplicación de morteros de reparación en áreas con defectos superficiales, como nidos de agregado o grietas menores.
 - Alisado y pulido de las superficies para mejorar la apariencia y durabilidad del concreto si se requiere.
 - Limpieza de escombros y restos de material en el área de trabajo.

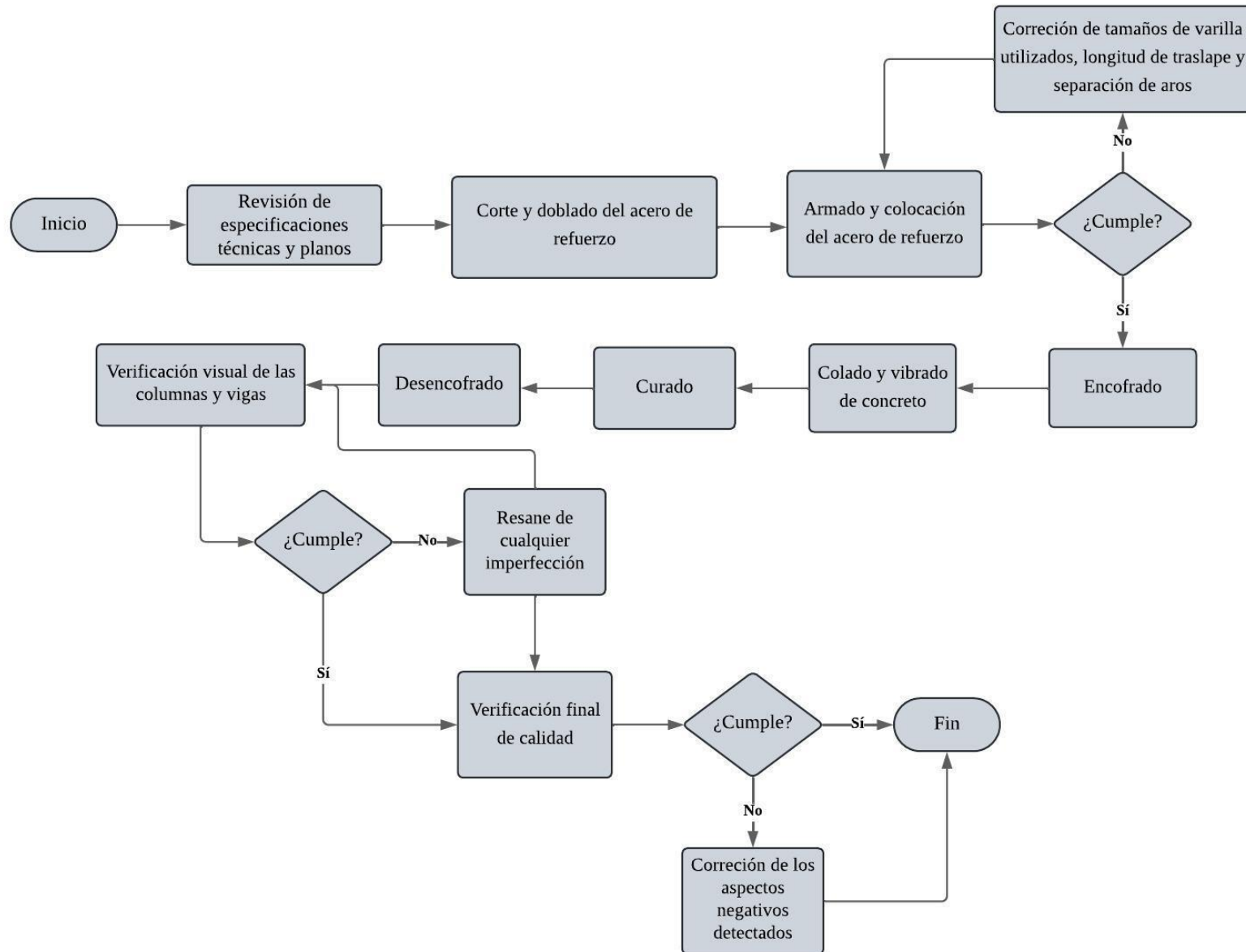
8. Inspección de calidad

- **Descripción:** Se lleva a cabo una inspección final para asegurar que las vigas y columnas cumplen con todas las especificaciones técnicas y de calidad.
- **Actividades:**
 - Medición de las dimensiones finales de las vigas y columnas para verificar que coincidan con los planos.
 - Realización de pruebas de resistencia del concreto, como extracción de núcleos o ensayos de compresión.
 - Documentación de la inspección y aprobación para proceder con la construcción de elementos adicionales.

Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

Vigas y columnas de concreto



Lista de chequeo

A continuación, se muestra la lista de chequeo de este proceso.

Proceso constructivo: Vigas y columnas de concreto				
Actividad	Verificación	¿Cumple?		Notas
		Sí	No	
Revisión de planos	¿Se revisaron los planos estructurales para el armado de vigas y columnas?			
Armado del acero de refuerzo	¿El acero de refuerzo está limpio y correctamente colocado?			
Encofrado	¿El encofrado está bien alineado y apuntalado para soportar la carga?			
Instalación de separadores	¿Se colocaron separadores para garantizar el recubrimiento adecuado del refuerzo?			
Colado de concreto	¿El concreto fue colado de manera continua y uniforme?			
Vibrado del concreto	¿Se usó vibrado durante el colado para eliminar los vacíos de aire?			
Pruebas de resistencia del concreto	¿Se tomaron cilindros de prueba para medir la resistencia del concreto?			
Desencofrado	¿Se realizó el desencofrado después del tiempo de fraguado adecuado?			
Curado del concreto	¿Se siguieron las especificaciones para el curado del concreto?			
Verificación de alineación	¿Las vigas y columnas están correctamente alineadas y niveladas?			
Acabado final	¿El acabado de las vigas y columnas es uniforme y libre de imperfecciones?			

Paredes de mampostería

Descripción del proceso

La construcción de paredes de mampostería involucra la colocación de bloques de concreto, formando muros que pueden ser parte de un sistema de mampostería integral o confinada. Este proceso implica la colocación precisa de bloques de concreto, utilizando trazados con cordales para garantizar un alineado uniforme, y herramientas como plomada y nivel para asegurar la verticalidad y horizontalidad del muro. Es fundamental asegurarse que el acero de refuerzo esté dispuesto según el diseño estructural, tanto vertical como horizontal, y asegurándose de rellenar con concreto las celdas con refuerzo.

Procedimiento de ejecución

1. Revisión de especificaciones técnicas y planos

- **Descripción:** Antes de iniciar la construcción, se revisan los planos y especificaciones para asegurar que las paredes se construyan conforme al diseño estructural y arquitectónico.
- **Actividades:**
 - Análisis de los planos estructurales y arquitectónicos para identificar la ubicación, altura y espesor de las paredes. Es importante verificar que no existan inconsistencias en ambos tipos de planos y el tipo de acabado que se dará a la pared.
 - Verificación de las especificaciones de los materiales, incluyendo tipo de bloques y la mezcla de mortero.
 - Confirmación de las técnicas de refuerzo requeridas, como la colocación de varillas de acero tanto verticales como horizontales.

2. Preparación del área de trabajo

- **Descripción:** Se limpia y nivela el área donde se construirán las paredes de mampostería, asegurando una base sólida y adecuada.

- **Actividades:**
 - Limpieza del área de trabajo, eliminando escombros y materiales que puedan interferir con la construcción.
 - Verificación de la nivelación de la base de apoyo, ajustando si es necesario para garantizar que los bloques se asienten correctamente.
 - Preparación de herramientas y materiales, incluyendo la mezcla de mortero y los bloques.

3. Colocación de guías y modulación

- **Descripción:** Se colocan guías y se marca la modulación de los bloques para asegurar una colocación precisa y alineada.
- **Actividades:**
 - Instalación de hilos o guías metálicas para definir la alineación y altura de las filas de bloques.
 - Marcado de las modulaciones en la base y paredes adyacentes, garantizando que los bloques se coloquen en la posición correcta.
 - Revisión de las guías para asegurarse de que están bien tensadas y alineadas, haciendo ajustes si es necesario.

4. Preparación de mortero

- **Descripción:** Se prepara el mortero de pega, asegurando la trabajabilidad y una buena adhesión entre los bloques.
- **Actividades:**
 - Mezcla del mortero utilizando morteros premezclados, o bien, una proporción específica de cemento, arena y agua, según las especificaciones técnicas.
 - Verificación de la trabajabilidad del mortero, asegurando que se adhieran los bloques sin escurrirse.
 - Preparación de cantidades adecuadas de mortero para evitar interrupciones durante la colocación de bloques.

5. Colocación de bloques

- **Descripción:** Los bloques se colocan sobre el mortero, alineándolos y nivelándolos cuidadosamente para asegurar que las paredes queden rectas y resistentes.
- **Actividades:**
 - Aplicación de una capa de mortero sobre la base donde se colocará el primer bloque.
 - Colocación del bloque sobre el mortero, ajustando su posición para asegurar que esté alineado y nivelado.
 - Uso de una llana para aplicar mortero en las juntas verticales y horizontales, asegurando un buen contacto entre los bloques.
 - Continuación del proceso fila por fila, verificando la alineación y nivelación de cada bloque.

6. Verificación de plomada y nivelación

- **Descripción:** Durante la construcción de la pared, se verifica constantemente la plomada y nivelación para asegurar que las paredes queden perfectamente rectas y alineadas.
- **Actividades:**
 - Uso de herramientas como plomadas, niveles y reglas para verificar la verticalidad y horizontalidad de la pared.
 - Ajuste inmediato de bloques si se detecta alguna desviación durante la construcción.
 - Inspección frecuente de la alineación general de la pared, especialmente en esquinas y puntos críticos.

7. Refuerzos y colocación de concreto de relleno

- **Descripción:** Se colocan refuerzos verticales y horizontales y se vierte concreto de relleno en áreas indicadas (siempre donde exista refuerzo vertical) para aumentar su resistencia estructural.
- **Actividades:**
 - Instalación de varillas de refuerzo verticales y horizontales en las celdas de bloques, siguiendo las especificaciones estructurales.

- Relleno de las celdas de los bloques con concreto, vibrando para eliminar burbujas de aire y asegurar un buen contacto con los refuerzos.
- Verificación de la continuidad de los refuerzos y el correcto llenado de las celdas.

8. Acabados de juntas

- **Descripción:** Se realizan los acabados de las juntas entre los bloques, asegurando una apariencia uniforme y durabilidad en las paredes.
- **Actividades:**
 - Relleno y alisado de las juntas con mortero, utilizando una llana o espátula para obtener un acabado suave.
 - Eliminación del exceso de mortero en las juntas y limpieza de la superficie de los bloques.
 - Verificación de la uniformidad de las juntas en toda la pared, corrigiendo cualquier irregularidad.

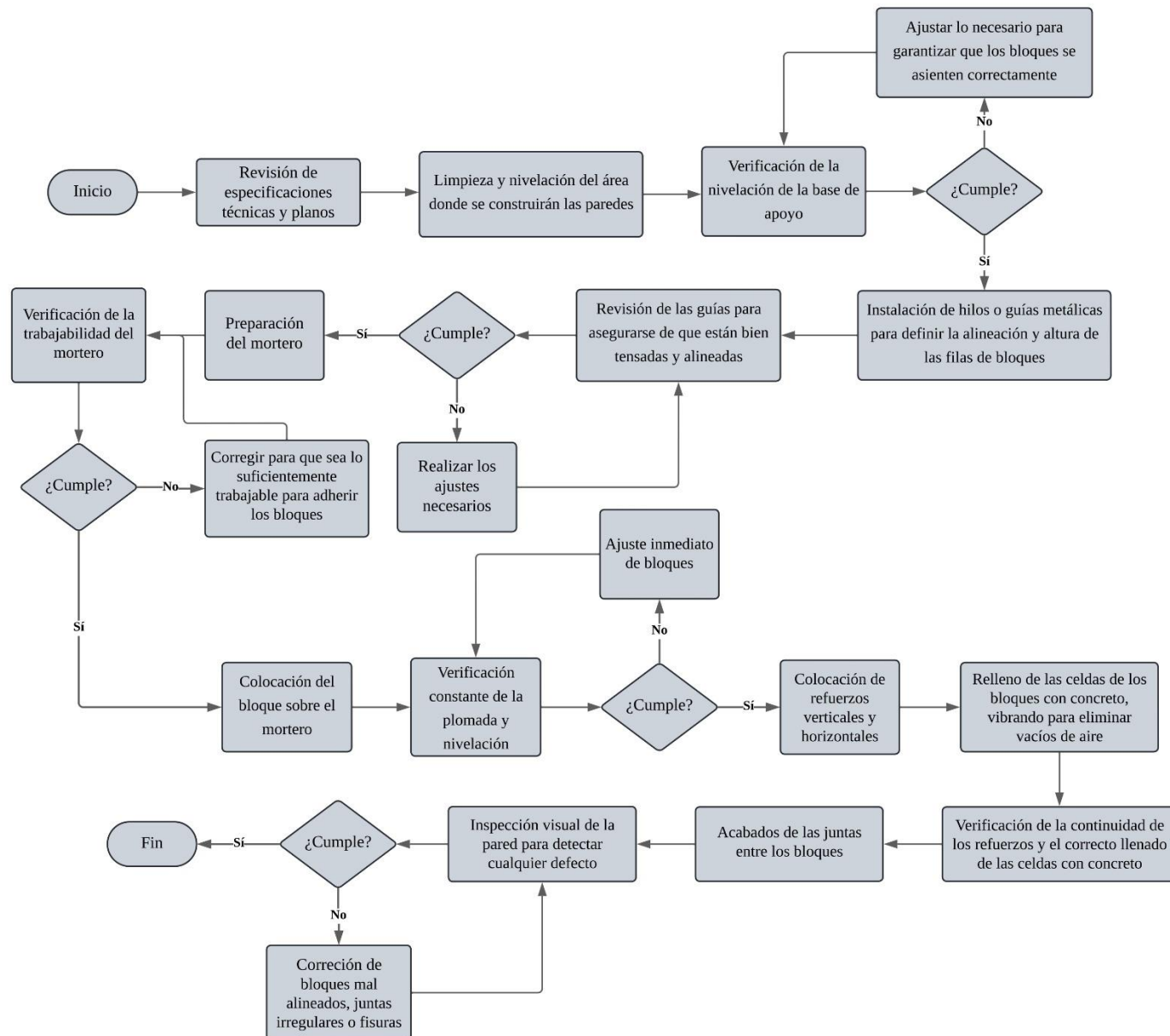
9. Revisión final

- **Descripción:** Se realiza una inspección final de la pared de mampostería para asegurar que cumple con todas las especificaciones técnicas y estéticas antes de continuar con otros trabajos.
- **Actividades:**
 - Inspección visual de la pared para detectar cualquier defecto, como bloques mal alineados, juntas irregulares o fisuras.
 - Verificación de la plomada, nivelación y dimensiones de la pared, comparándolas con los planos.
 - Documentación de la aprobación final para proceder con acabados adicionales, como estuco o pintura.

Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

Paredes de mampostería



Lista de chequeo

A continuación, se muestra la lista de chequeo de este proceso.

Proceso constructivo: Paredes de mampostería				
Actividad	Verificación	¿Cumple?		Notas
		Sí	No	
Revisión de especificaciones	¿Se revisaron los planos y especificaciones de la mampostería?			
Verificación de materiales	¿Los bloques y mortero cumplen con las especificaciones?			
Alineación y nivelación	¿Las guías están correctamente alineadas y niveladas?			
Preparación de mortero	¿El mortero es lo suficientemente trabajable para adherir los bloques sin escurrirse?			
Colocación de refuerzo vertical y horizontal	¿El refuerzo de acero está colocado según las especificaciones?			
Concreto de relleno	¿Se coloca el concreto de relleno de celdas donde se indica en planos?			
Verificación de plomadas	¿Se revisa constantemente la plomada y nivel de la pared?			
Verificación de juntas	¿Las juntas entre bloques son uniformes y cumplen con el diseño?			
Revisión final	¿Se hizo una inspección visual de la pared para detectar cualquier defecto, como bloques mal alineados, juntas irregulares o fisuras?			

Paredes livianas

Descripción del proceso

Las paredes livianas, comúnmente construidas con sistemas de paneles (forros) de yeso o fibrocemento, son una solución eficiente y versátil para la división de espacios interiores. El proceso comienza con la instalación de una estructura de soporte liviana, generalmente formada por perfiles metálicos galvanizados, asegurando su correcto trazado, alineación y fijación para garantizar estabilidad. Posteriormente, se fijan los paneles a esta estructura de soporte, cuidando la uniformidad y los acabados. Estas paredes permiten la incorporación de materiales de aislamiento térmico o acústico antes de la colocación definitiva de los paneles.

Procedimiento de ejecución

1. Revisión de especificaciones técnicas y planos

- **Descripción:** Se revisan los planos y especificaciones para asegurar que las paredes livianas se construyan conforme al diseño arquitectónico, considerando factores como la altura, espesor y ubicación.
- **Actividades:**
 - Revisión de los planos arquitectónicos para determinar la ubicación exacta, altura y espesor de las paredes livianas.
 - Verificación de los materiales especificados, incluyendo los tipos de perfiles metálicos, paneles y en algunos casos materiales de aislamiento acústico o térmico.
 - Confirmación de las técnicas de instalación recomendadas, especialmente en áreas con refuerzos estructurales o necesidades de aislamiento.

2. Instalación de la estructura de soporte

- **Descripción:** Se instala la estructura de soporte, usualmente compuesta por perfiles metálicos, que servirá como esqueleto para fijar los paneles livianos.

- **Actividades:**
 - Fijación de los perfiles metálicos a la estructura existente (contrapiso, techo y paredes) utilizando tornillos o anclajes propuestos por el proveedor.
 - Instalación de montantes verticales y horizontales a intervalos regulares, asegurando que estén bien alineados y nivelados.
 - Verificación de la estabilidad y rigidez de la estructura antes de proceder con la instalación de los paneles.

3. Fijación de paneles livianos

- **Descripción:** Los paneles livianos se fijan a la estructura de soporte, asegurando que queden bien alineados y firmemente adheridos.
- **Actividades:**
 - Corte de los paneles a las dimensiones requeridas utilizando herramientas adecuadas, como sierras de mano o cortadoras de paneles.
 - Fijación de los paneles a la estructura de soporte con tornillos autoperforantes, asegurando que queden bien sujetos y alineados.
 - Verificación de que los bordes de los paneles queden correctamente alineados y que no haya desplazamientos entre ellos.

4. Instalación de refuerzos (si aplica)

- **Descripción:** En áreas donde se requiere mayor resistencia, se instalan refuerzos adicionales en la estructura o los paneles, especialmente en zonas de alta carga o donde se instalarán accesorios pesados.
- **Actividades:**
 - Colocación de refuerzos adicionales en la estructura de soporte, como perfiles de mayor calibre o refuerzos transversales.
 - Instalación de placas o refuerzos internos en los paneles para soportar la instalación de accesorios como estantes, racks o unidades de aire acondicionado o extracción.
 - Verificación de la correcta instalación de los refuerzos, asegurando que cumplan con las especificaciones de diseño.

5. Sellado y acabado de juntas

- **Descripción:** Se realiza el sellado y acabado de las juntas entre los paneles para crear una superficie uniforme y lista para el acabado final.
- **Actividades:**
 - Aplicación de cinta para juntas en las uniones entre los paneles, asegurando que quede bien adherida.
 - Aplicación de compuesto (pasta) para juntas sobre la cinta, alisándolo con una espátula para obtener un acabado uniforme.
 - Repetición del proceso de aplicación de compuesto en capas sucesivas hasta obtener una superficie lisa y sin imperfecciones.

6. Lijado y preparación para acabado final

- **Descripción:** Después de que la pasta para juntas se haya secado, se lija la superficie para eliminar irregularidades y preparar las paredes para el acabado final, como pintura o revestimientos.
- **Actividades:**
 - Lijado de las juntas y áreas adyacentes con papel de lija de grano fino para obtener una superficie suave y uniforme.
 - Limpieza del polvo generado durante el lijado con un paño húmedo o aspiradora para preparar la superficie para el acabado final.
 - Inspección visual de la superficie para detectar cualquier imperfección que necesite corrección antes de proceder con el acabado final.

7. Revisión final

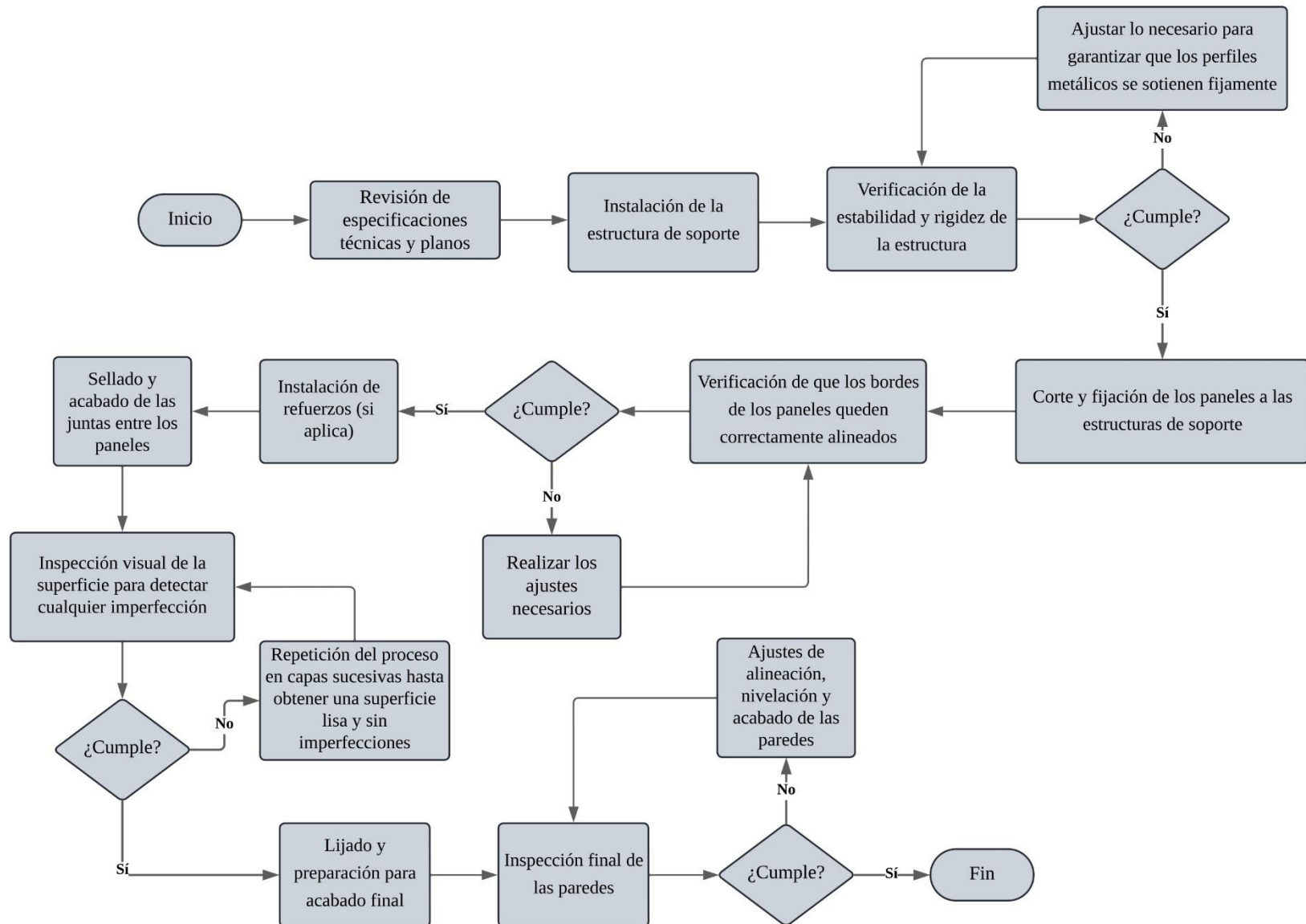
- **Descripción:** Se realiza una inspección final de las paredes livianas para asegurar que cumplen con todas las especificaciones técnicas y estéticas antes de la entrega del proyecto.
- **Actividades:**
 - Inspección visual de la alineación, nivelación y acabado de las paredes, asegurando que estén listas para el acabado final.
 - Verificación de la integridad de las juntas y la calidad del sellado, asegurando que no haya fisuras ni imperfecciones.

- Documentación de la aprobación final para proceder con la aplicación de acabados como pintura o empapelado.

Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

Paredes livianas



Lista de chequeo

A continuación, se muestra la lista de chequeo de este proceso.

Proceso constructivo: Paredes livianas				
Actividad	Verificación	¿Cumple?		Notas
		Sí	No	
Revisión de planos	¿Se revisaron los planos para la instalación de paredes livianas?			
Estructura de soporte	¿La estructura metálica o de soporte está correctamente instalada? (revisar estabilidad y rigidez)			
Verificación de aislamiento	¿Se instaló el aislamiento térmico o acústico según especificaciones?			
Colocación de paneles	¿Los paneles de yeso u otros materiales están bien fijados y alineados?			
Tratamiento de juntas	¿Las juntas entre paneles están correctamente tratadas y selladas?			
Control de humedad	¿Se tomaron medidas para evitar la acumulación de humedad en las paredes?			
Acabado de bordes y esquinas	¿Los bordes y esquinas tienen un acabado limpio y sin imperfecciones?			
Acabado final	¿El acabado de las paredes está uniforme y listo para pintura o recubrimiento?			
Verificación final	¿Se cumple con la alineación, nivelación y acabado de las paredes según las especificaciones?			

Enchape de paredes

Descripción del proceso

El proceso de enchape de paredes se lleva a cabo mediante una serie de pasos cuidadosamente ejecutados para garantizar un acabado duradero y estético. Inicialmente, se revisan las especificaciones técnicas, incluyendo los tipos de materiales, adhesivos y patrones indicados en los planos. Luego, se prepara la superficie eliminando irregularidades y asegurando una base lisa y limpia. A continuación, se aplica el mortero de pega con una llana dentada para lograr una distribución uniforme que facilite la adherencia. Posteriormente, los azulejos o cerámicos se colocan siguiendo referencias, manteniendo el espaciado uniforme con crucetas y verificando constantemente el nivel y la alineación. Tras el fraguado, se rellenan las juntas, limpiando los excesos y, si es necesario, aplicando selladores. Finalmente, se realiza una inspección visual para confirmar la calidad, la adherencia y la alineación, asegurando que el enchape cumpla con las especificaciones antes de su entrega.

Este procedimiento no solo mejora la estética de la estructura, sino que también ofrece protección adicional contra la humedad y el desgaste, es común su uso en zonas de baños, cocinetas o comedores, espacios que requieren un acabado más estético e incluso laboratorios.

En este proceso es muy importante considerar la superficie donde se colocará el enchape, por ejemplo, cuando existen paredes de concreto prefabricadas (de baldosas y columnas) generalmente se recomienda colocar un forro de paredes livianas para evitar problemas por el movimiento estructural que podrían sufrir dichas paredes, por la dificultad de adherencia y la compatibilidad de materiales. Sin embargo, esto depende en cada caso de las condiciones que rigen el diseño arquitectónico y estructural del proyecto.

Procedimiento de ejecución

1. Revisión de especificaciones técnicas

- **Descripción:** Antes de comenzar con el enchape, se revisan las especificaciones técnicas para asegurar el uso adecuado de materiales y técnicas.
- **Actividades:**
 - Verificación de los tipos de azulejos, cerámicos o baldosas a utilizar, y sus dimensiones.
 - Revisión de los adhesivos recomendados, como morteros de pega y su aplicación correcta.
 - Confirmación de las medidas de espaciado y alineación y patrones especificados en los planos.

2. Preparación de la superficie

- **Descripción:** Se prepara la superficie de la pared para asegurar una buena adherencia del mortero y el enchape, eliminando irregularidades y aplicando selladores si es necesario.
- **Actividades:**
 - Limpieza de la superficie para eliminar polvo, grasa o cualquier material suelto.
 - Aplicación de imprimantes o selladores en superficies porosas para mejorar la adherencia.
 - Relleno de grietas o huecos para crear una superficie lisa y uniforme.

3. Aplicación de mortero de pega

- **Descripción:** Se aplica una capa de mortero de pega sobre la superficie preparada, utilizando técnicas que aseguren una distribución uniforme y adecuada adhesión.
- **Actividades:**
 - Mezcla del mortero de pega premezclado, según las instrucciones del fabricante, asegurando la trabajabilidad adecuada.

- Aplicación del mortero con una llana dentada, creando surcos uniformes para mejorar la adherencia.
- Ajuste de la cantidad de mortero aplicado para evitar excesos o insuficiencias que afecten el enchape.

4. Colocación de azulejos o cerámicos

- **Descripción:** Los azulejos o cerámicos se colocan cuidadosamente sobre la capa de mortero, asegurando su alineación y nivelación conforme a las especificaciones.
- **Actividades:**
 - Colocación de los azulejos o cerámicos desde un punto de referencia, como una esquina o el centro de la pared.
 - Presión suave sobre los azulejos para asegurar una buena adherencia al mortero. Para esto se puede utilizar un mazo de goma.
 - Uso de crucetas para mantener un espaciado uniforme entre las piezas.

5. Verificación de nivel y alineación

- **Descripción:** Durante la colocación, se verifica constantemente el nivel y la alineación de los azulejos o cerámicos para asegurar un acabado recto y adecuado.
- **Actividades:**
 - Uso de niveladores láser o manuales para verificar que los azulejos estén perfectamente alineados y nivelados.
 - Ajuste inmediato de cualquier azulejo que esté fuera de lugar antes de que el mortero se seque.
 - Revisión periódica de la alineación general y corrección de cualquier desviación.

6. Fraguado y limpieza de juntas

- **Descripción:** Después de que los azulejos se han fijado, se realiza el fraguado de las juntas y la limpieza final para obtener un acabado limpio y duradero.
- **Actividades:**
 - Preparación y aplicación de la mezcla de fraguado en las juntas, asegurando que penetre adecuadamente entre los azulejos.

- Limpieza de los azulejos con esponjas húmedas para eliminar cualquier exceso de fraguado.
- Aplicación de selladores sobre el fraguado, si es requerido, para mejorar la resistencia a la humedad.

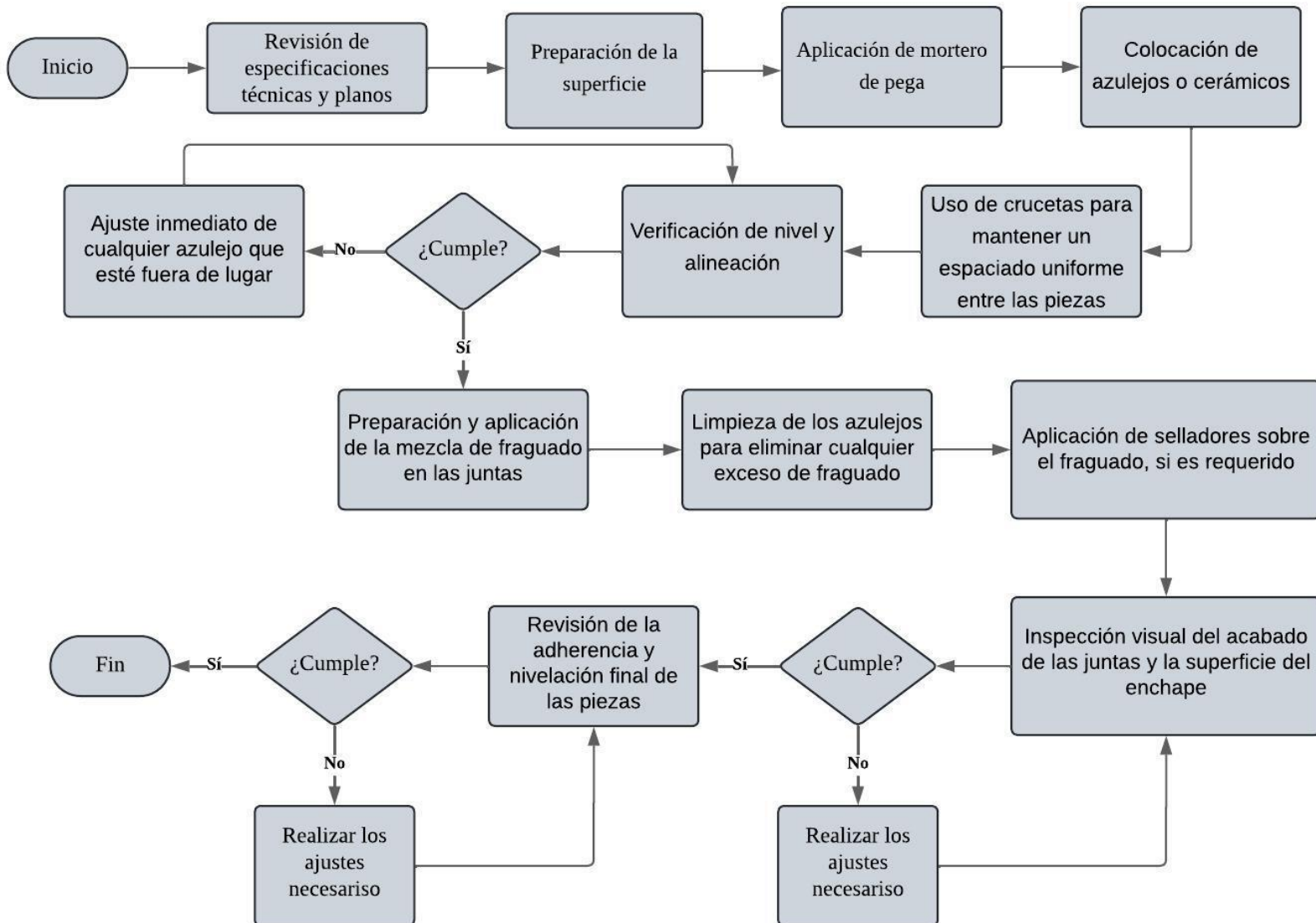
7. Revisión final

- **Descripción:** Se realiza una inspección final del enchape para asegurarse de que cumple con todas las especificaciones de calidad y estética.
- **Actividades:**
 - Inspección visual del acabado de las juntas y la superficie del enchape, verificando la ausencia de defectos.
 - Revisión de la adherencia y nivelación final de las piezas para asegurar que no haya desprendimientos.
 - Aprobación del trabajo para proceder con la entrega del área o la continuación con otros acabados.

Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

Enchape de paredes



Lista de chequeo

A continuación, se muestra la lista de chequeo de este proceso.

Proceso constructivo: Enchape de paredes				
Actividad	Verificación	¿Cumple?		Notas
		Sí	No	
Revisión de especificaciones técnicas	¿Se verificaron las especificaciones técnicas de los materiales?			
Preparación de la superficie	¿La superficie está limpia y preparada para el enchape?			
Verificación de adherencia	¿El adhesivo o mortero utilizado tiene la adherencia adecuada?			
Colocación de materiales	¿Las piezas de enchape están correctamente colocadas y niveladas?			
Verificación de alineación	¿El enchape está alineado y sin desviaciones?			
Control de juntas	¿Las juntas entre piezas son uniformes y cumplen con el diseño o patrón?			
Limpieza final	¿Se limpió la superficie de residuos de adhesivos?			
Verificación de acabados	¿El acabado final es uniforme y sin imperfecciones?			
Protección del enchape	¿El enchape está protegido de posibles daños hasta la entrega final?			

Pintura de paredes

Descripción del proceso

El proceso de pintura de paredes se realiza mediante una serie de etapas para garantizar un acabado estético y duradero que proteja las superficies contra desgaste y manchas. Primero, se revisan las especificaciones técnicas para seleccionar pinturas, acabados y métodos adecuados según el proyecto. Luego, se prepara la superficie limpiando contaminantes, reparando grietas y lijando para obtener una base uniforme. Posteriormente, se aplica un imprimante o sellador que mejora la adherencia y uniformidad de la pintura, seguido de una primera capa aplicada con rodillo, brocha o equipo seleccionado, asegurando cobertura y consistencia. Tras el secado, se realiza un lijado suave y limpieza para perfeccionar la base antes de aplicar la segunda capa, que satura el color y garantiza un acabado uniforme. Finalmente, se inspecciona minuciosamente el trabajo, realizando retoques en áreas necesarias y verificando el cumplimiento de estándares de calidad antes de la entrega del área.

Procedimiento de ejecución

1. Revisión de especificaciones técnicas

- **Descripción:** Antes de iniciar la aplicación de pintura, se revisan las especificaciones para asegurar que los productos y procedimientos cumplan con los requisitos del proyecto.
- **Actividades:**
 - Verificación de los tipos de pintura (en base de agua o aceite) y acabados especificados (mate, satinado, brillante).
 - Revisión de las recomendaciones de aplicación, como métodos de rodillo, brocha, pulverizador u otro equipo adecuado.
 - Confirmación de las condiciones ambientales recomendadas, como temperatura y humedad.

- Verificación de la cobertura de la primera capa, asegurando que no queden áreas sin pintar.

5. Lijado ligero y limpieza

- **Descripción:** Después del secado de la primera capa, se realiza un lijado ligero para eliminar cualquier imperfección y mejorar la adherencia de la segunda capa.
- **Actividades:**
 - Lijado suave de la superficie con papel de lija de grano fino para alisar la capa base.
 - Limpieza de la superficie con un paño húmedo o aspiradora para eliminar el polvo del lijado.
 - Inspección de la superficie para asegurarse de que esté lista para la siguiente capa.

6. Aplicación de la segunda capa

- **Descripción:** Se aplica la segunda capa de pintura para asegurar un acabado final uniforme, con la saturación de color y textura deseada.
- **Actividades:**
 - Aplicación de la segunda capa de pintura con las mismas técnicas utilizadas en la primera capa.
 - Control de la uniformidad del color y la textura mientras se aplica la pintura.
 - Verificación de que todas las áreas estén completamente cubiertas y que la pintura esté libre de goteos o marcas.

7. Inspección y retoques

- **Descripción:** Se realiza una inspección detallada para identificar áreas que puedan necesitar retoques, garantizando un acabado impecable.
- **Actividades:**
 - Inspección visual bajo diferentes condiciones de luz para detectar imperfecciones.
 - Aplicación de retoques en áreas donde la pintura no esté uniforme o donde haya pequeñas fallas.

- Revisión final del acabado para asegurarse de que cumple con los estándares de calidad.

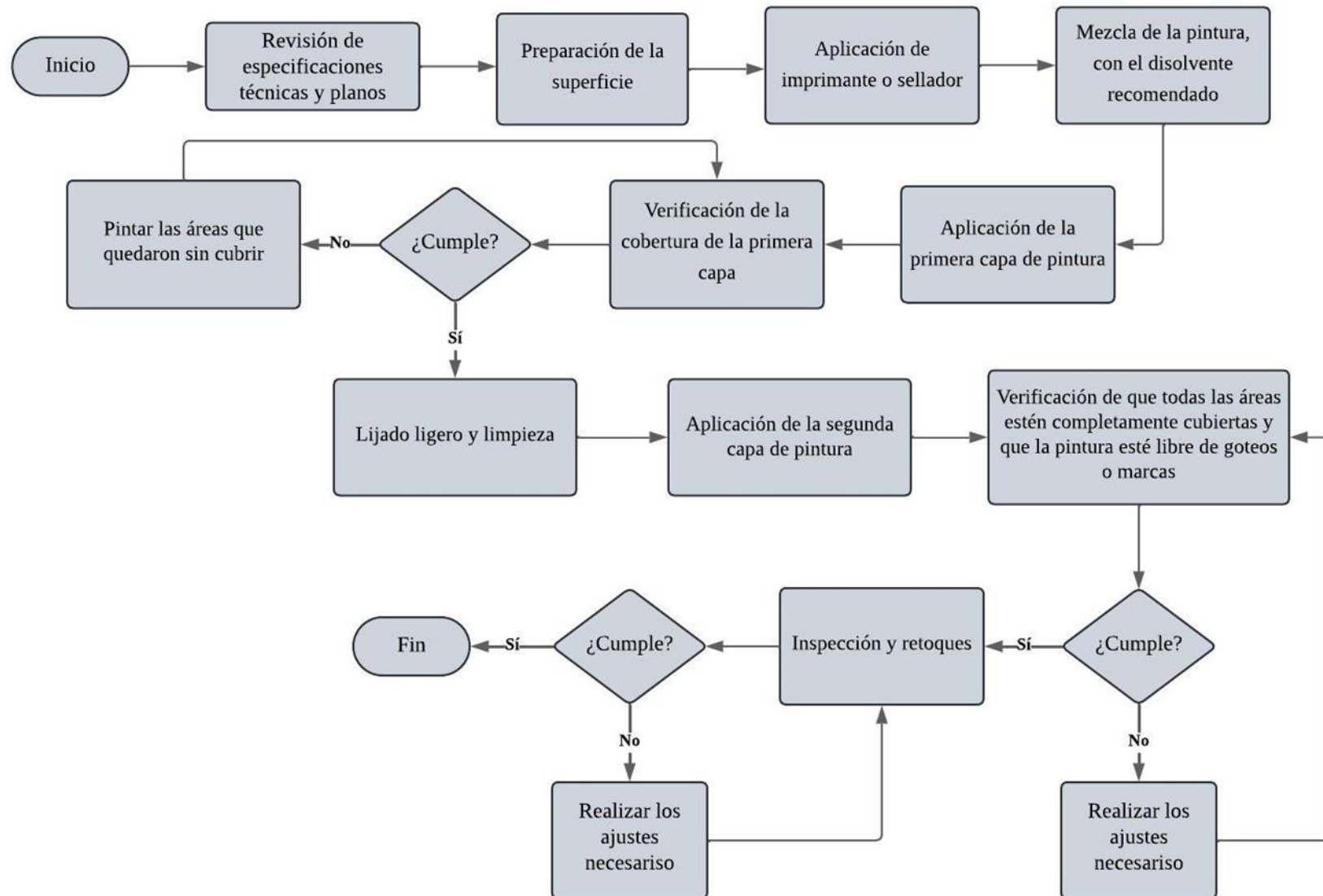
8. Revisión final

- **Descripción:** Se lleva a cabo una revisión final de la pintura, verificando que todas las especificaciones técnicas y estéticas se hayan cumplido antes de la entrega del proyecto.
- **Actividades:**
 - Verificación del secado completo de la pintura.
 - Inspección final de la superficie pintada para confirmar la calidad del trabajo.
 - Documentación de la aprobación final para proceder con la entrega del área.

Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

Pintura de paredes



Lista de chequeo

A continuación, se muestra la lista de chequeo de este proceso.

Proceso constructivo: Pintura de paredes				
Actividad	Verificación	¿Cumple?		Notas
		Sí	No	
Revisión de especificaciones técnicas	¿Se verificaron las especificaciones técnicas de los materiales?			
Preparación de la superficie	¿Las paredes fueron lijadas y limpiadas antes de pintar?			
Aplicación de imprimante o sellador	¿Se aplicó correctamente la primera capa de imprimante?			
Protección de superficies no pintadas	¿Se protegieron correctamente los marcos, pisos y demás superficies que no serán pintadas?			
Verificación de cobertura	¿Se aplicó uniformemente la pintura, sin goteos ni acumulaciones?			
Control de tonalidad	¿La tonalidad de la pintura es uniforme en toda la superficie?			
Aplicación de capas adicionales	¿Se aplicaron las capas adicionales según las especificaciones?			
Inspección y retoques	¿Se realizó una inspección detallada para identificar áreas que puedan necesitar retoques?			
Verificación del acabado final	¿El acabado final es uniforme y cumple con los estándares de calidad?			
Limpieza final del área	¿El área de trabajo quedó limpia y sin restos de pintura o polvo?			

Estructura metálica

Descripción del proceso

La construcción de estructuras metálicas es esencial en la construcción de naves industriales, ya que estas estructuras conforman los marcos estructurales típicos que soportan las cargas del techo y otros elementos. Estos marcos están formados por componentes como placas de asiento, columnas, vigas, cerchas, tensoras, bracones, clavadores, diagonales y precintas. Por lo tanto, este proceso aplica a este tipo de elementos.

El proceso abarca desde la revisión de especificaciones y planos estructurales para iniciar la fabricación, seguido del ensamblaje, transporte y montaje en el sitio, concluyendo con la verificación final de calidad. Cada etapa garantiza que los elementos metálicos se fabriquen, ensambren y monten conforme al diseño, cumpliendo con los estándares de seguridad, durabilidad, acabado y calidad requeridos.

Procedimiento de ejecución

1. Revisión de especificaciones técnicas y planos estructurales

- **Descripción:** Se revisan los planos y especificaciones estructurales para garantizar que todos los elementos metálicos se fabriquen y monten de acuerdo con el diseño.
- **Actividades:**
 - Análisis de los planos estructurales para identificar dimensiones, tipos de perfiles y detalles de conexión.
 - Verificación de los requisitos de materiales, como tipo de acero y tratamientos de superficie.
 - Planificación del orden de ensamblaje y montaje para optimizar el proceso. Es recomendable realizar los planos de taller para que sean aprobados por el consultor del proyecto, e incluso si no existe este ente en el proyecto se recomienda hacerlo.

2. Corte y preparación de los perfiles metálicos

- **Descripción:** Los perfiles metálicos se cortan y preparan, en taller, de acuerdo con las especificaciones de los planos, asegurando que todas las piezas se ajusten correctamente.
- **Actividades:**
 - Medición y marcado de los perfiles metálicos según las dimensiones especificadas.
 - Corte de los perfiles utilizando sierras, cortadoras de plasma u otros equipos adecuados según las dimensiones y propiedades de los perfiles.
 - Desbaste de los bordes cortados para eliminar rebabas y preparar las superficies para la soldadura.

3. Ensamblaje y armado de componentes

- **Descripción:** Se ensamblan y arman los componentes estructurales, siguiendo las indicaciones de los planos y asegurando la precisión de las conexiones.
- **Actividades:**
 - Posicionamiento de los perfiles cortados en las configuraciones especificadas.
 - Uso de plantillas o dispositivos de sujeción para mantener los componentes en su lugar durante el armado.
 - Verificación de la alineación y nivelación de los componentes antes de la soldadura.

4. Soldadura de las uniones

- **Descripción:** Se realiza la soldadura de las uniones entre los perfiles metálicos, utilizando técnicas adecuadas para asegurar la integridad estructural.

- **Actividades:**
 - Selección del tipo de soldadura según el material y las especificaciones del proyecto.
 - Aplicación de la soldadura en las uniones, asegurando la penetración y calidad de las soldaduras.
 - Control de la temperatura y velocidad de soldadura para evitar deformaciones o defectos.

5. Inspección de soldaduras y uniones

- **Descripción:** Se inspeccionan las soldaduras y uniones para asegurar que cumplen con los estándares de calidad y que no presentan defectos.
- **Actividades:**
 - Inspección visual de las soldaduras para identificar grietas, porosidades o falta de fusión.
 - Uso de pruebas no destructivas (ultrasonido, radiografía) para verificar la calidad interna de las soldaduras.
 - Corrección de cualquier defecto detectado durante la inspección.

6. Aplicación de pintura anticorrosiva

- **Descripción:** Se aplica pintura anticorrosiva a los componentes metálicos para protegerlos contra la oxidación y prolongar su vida útil.
- **Actividades:**
 - Limpieza de las superficies metálicas para eliminar grasa, óxido o contaminantes.
 - Aplicación de una capa de imprimación anticorrosiva utilizando brocha, rodillo o pulverizador.

- Aplicación de capas adicionales de pintura según las especificaciones para asegurar una protección duradera.

7. Montaje en sitio

- **Descripción:** Los componentes estructurales se transportan al sitio de construcción y se montan siguiendo un orden específico para asegurar la estabilidad de la estructura.
- **Actividades:**
 - Transporte de los componentes armados al sitio de montaje utilizando grúas y equipos de izaje.
 - Montaje de los componentes siguiendo un orden que garantice la estabilidad temporal de la estructura.
 - Uso de conexiones atornilladas o soldadas para unir los componentes en el sitio.

8. Verificación de alineación y nivelación

- **Descripción:** Durante el montaje, se verifica constantemente la alineación y nivelación de los componentes para asegurar que la estructura quede perfectamente alineada.
- **Actividades:**
 - Uso de niveles láser y equipo topográfico (estación total) para verificar la alineación vertical y horizontal de la estructura.
 - Ajuste de los componentes durante el montaje para corregir cualquier desviación detectada.
 - Aseguramiento de que las cargas se distribuyan uniformemente entre los componentes estructurales.

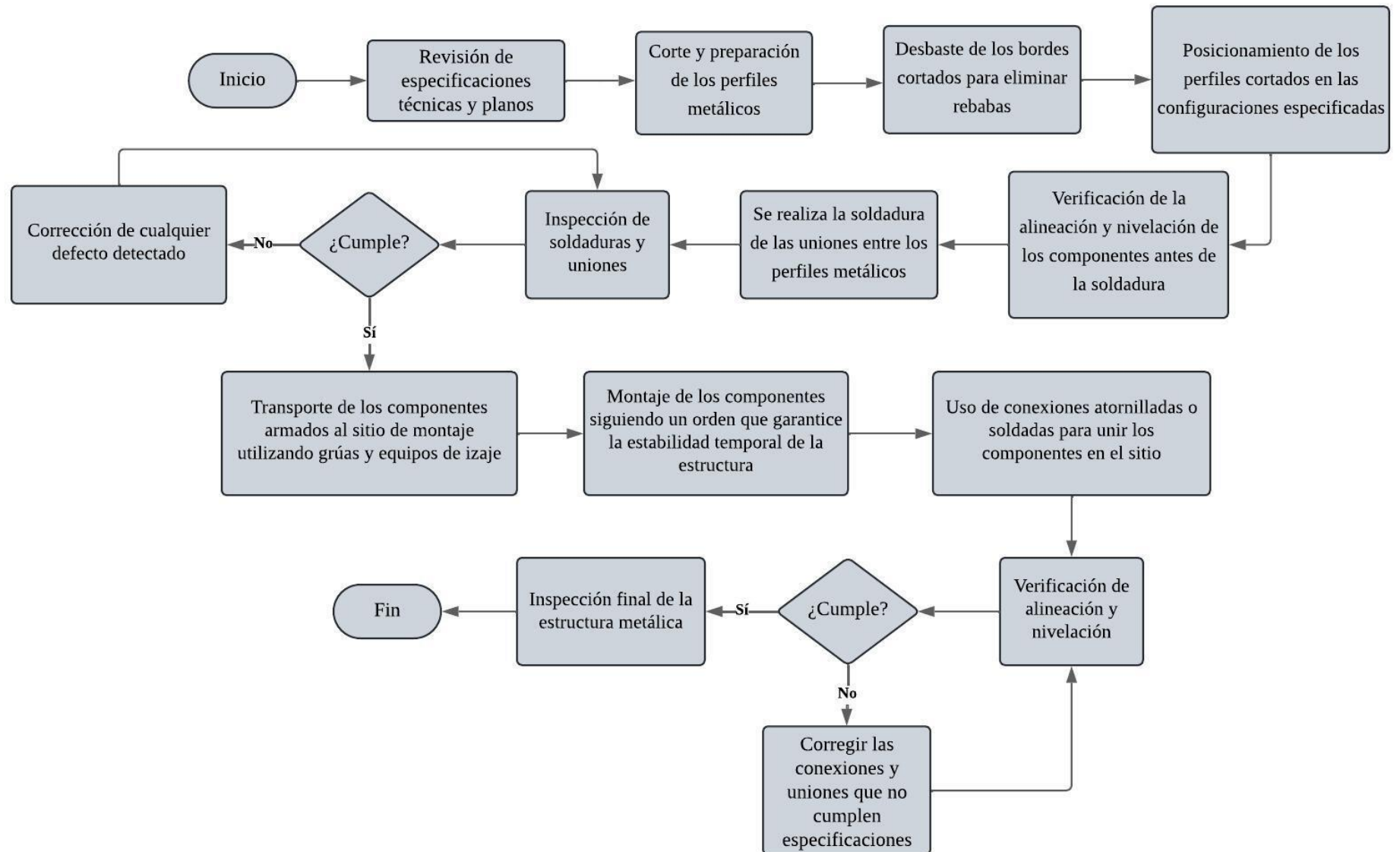
9. Revisión final de calidad

- **Descripción:** Se realiza una inspección final de la estructura metálica para verificar que todos los componentes y conexiones cumplan con las especificaciones técnicas.
- **Actividades:**
 - Inspección visual de la estructura montada para identificar cualquier defecto o desviación.
 - Verificación de la calidad de las conexiones atornilladas o soldadas.
 - Documentación de la aprobación final para proceder con el siguiente paso en la construcción.

Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

Estructura metálica



Lista de chequeo

A continuación, se muestra la lista de chequeo de este proceso.

Proceso constructivo: Estructura metálica				
Actividad	Verificación	¿Cumple?		Notas
		Sí	No	
Revisión de planos y especificaciones	¿Se revisaron los planos estructurales y especificaciones de materiales?			
Corte y preparación de los perfiles metálicos	¿Se tiene el equipo necesario para el corte y manejo de los perfiles metálicos?			
Armado y montaje	¿Las piezas metálicas están correctamente ensambladas y alineadas?			
Soldaduras	¿Las soldaduras cumplen con las especificaciones técnicas?			
Protección contra corrosión	¿Se aplicó el tratamiento anticorrosivo según lo especificado?			
Verificación de otras uniones	¿Las uniones entre elementos metálicos son seguras y firmes?			
Control de alineación	¿La estructura metálica está bien alineada?			
Montaje en sitio	¿El montaje de los componentes sigue un orden que garantice la estabilidad temporal de la estructura?			
Verificación de pernos y fijaciones	¿Se han verificado los pernos y fijaciones de la estructura?			
Inspección final de seguridad	¿Se realizó una inspección final para verificar la estabilidad y seguridad de la estructura?			

Cubierta de techo

Descripción del proceso

La instalación de la estructura de cubierta en naves industriales inicia cuando la estructura metálica principal está completamente finalizada, rígida y estable para soportar las cargas de trabajo y de los elementos del techo. Este proceso abarca la fabricación (si aplica) y colocación de las láminas o paneles de cubierta, asegurando que cumplan con los requisitos de diseño en cuanto a impermeabilidad, resistencia mecánica y, de ser requerido, aislamiento térmico y acústico.

En función de las necesidades del proyecto y las capacidades técnicas, las láminas de cubierta pueden fabricarse en el sitio (si se cuenta con las bobinas necesarias y una perfiladora) o llegar prefabricadas con las formas requeridas. Además, según el diseño, la cubierta puede consistir en piezas continuas de gran longitud (de cumbrera a canoa) o seccionado. Además, puede ser en un sistema tipo bandeja o compuesto (sandwich), que incorpora materiales aislantes para mejorar el rendimiento térmico y acústico.

Nota: La instalación de la cubierta de una nave industrial es una actividad crítica que requiere atención especial a la seguridad debido al trabajo en altura y el manejo de equipos especializados. Es fundamental la participación de un ingeniero de seguridad ocupacional para coordinar medidas preventivas como la instalación de líneas de vida y mallas anticaídas, así como garantizar el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP) por el personal.

Procedimiento de ejecución

1. Revisión de especificaciones técnicas

- **Descripción:** Se revisan las especificaciones del sistema de cubierta, incluyendo los materiales, métodos de instalación y requisitos de aislamiento.
- **Actividades:**
 - Verificación de los tipos de paneles o láminas especificados y sus dimensiones, propiedades de resistencia, aislamiento e impermeabilidad.

- Revisión de los detalles de instalación, como tipos de fijaciones, selladores y métodos de unión.
- Confirmación de los requisitos de drenaje y la ubicación de los sistemas de evacuación de agua, para tener en consideración las perforaciones necesarias.

2. Fabricación de láminas de cubierta (si aplica)

- **Descripción:** Las láminas pueden fabricarse en sitio utilizando bobinas de acero y equipos especializados, lo que permite adaptarlas a las dimensiones requeridas en el proyecto.
- **Actividades:**
 - Montaje del equipo perfilador en un área estable y segura del proyecto, con amplio espacio para producir las longitudes requeridas.
 - Configuración del perfilador según el tipo de lámina requerido (grecado, trapezoidal, etc.).
 - Producción de láminas a la medida, asegurando su calidad y continuidad durante el proceso.
 - Transporte de las láminas al área de instalación de forma controlada para evitar deformaciones o daños.

3. Preparación de las láminas de cubierta

- **Descripción:** Si las láminas ya llegan prefabricadas, deben manejarse con cuidado para garantizar su integridad antes de la instalación.
- **Actividades:**
 - Verificación de las láminas recibidas, identificando deformaciones o defectos.
 - Limpieza de las superficies de las láminas, eliminando suciedad, aceite o polvo acumulado.

- Transporte de las láminas al área de instalación de forma controlada para evitar deformaciones o daños.

4. Colocación de láminas de cubierta

- **Descripción:** Las láminas se instalan sobre la estructura metálica, siguiendo un orden definido para garantizar su fijación adecuada y hermeticidad.
- **Actividades:**
 - Posicionamiento de las láminas desde el punto más bajo (canao) del techo hacia el punto más alto (cumbre), asegurando el traslape adecuado.
 - Fijación de las láminas a la estructura utilizando tornillos autoperforantes con sellos, clips o métodos indicados en los planos.
 - Verificación de la alineación, continuidad y del solapado entre las láminas para asegurar la impermeabilidad y resistencia al viento.

5. Instalación de aislantes térmicos/acústicos (si aplica)

- **Descripción:** Se instalan los materiales aislantes sobre la estructura de soporte para mejorar el rendimiento térmico y acústico del edificio. Es importante que se instale según corresponda por el tipo de cubierta a utilizar. Si es tipo bandeja irá en la cara inferior de la lámina de cubierta y será visible o no según si hay cielos o no. Si la cubierta es tipo compuesta (sándwich), deberá colocarse sobre la lámina previamente colocada y, una vez instalado el aislante, volver al paso anterior para colocar cubierta.
- **Actividades:**
 - Colocación de láminas o paneles de aislamiento según las especificaciones, asegurando una cobertura continua.
 - Fijación de los aislantes a la estructura de soporte utilizando los métodos adecuados para evitar desplazamientos.

- Verificación de la continuidad del aislamiento, asegurando que no queden huecos o áreas desprotegidas.

6. Fijación de elementos de drenaje y hojalatería

- **Descripción:** Se instalan los sistemas de drenaje y los elementos de hojalatería para asegurar la evacuación adecuada del agua y proteger los bordes de la cubierta.
- **Actividades:**
 - Instalación de canaletas, bajantes y otros elementos de drenaje siguiendo las pendientes y especificaciones de diseño.
 - Colocación de bordes de hojalatería, incluyendo remates y tapajuntas, para proteger las uniones y evitar filtraciones.
 - Verificación de la fijación y sellado de los elementos de hojalatería para asegurar su durabilidad.

7. Inspección de fijaciones y sellos

- **Descripción:** Se realiza una inspección detallada de todas las fijaciones y sellos para garantizar que la cubierta esté segura y libre de puntos débiles.
- **Actividades:**
 - Inspección visual de todas las fijaciones para asegurar que estén correctamente apretadas y en su lugar.
 - Verificación de los sellos en las uniones y solapes para asegurar que no haya fugas.
 - Pruebas de integridad de la cubierta, como la prueba de estanqueidad, si es requerida.

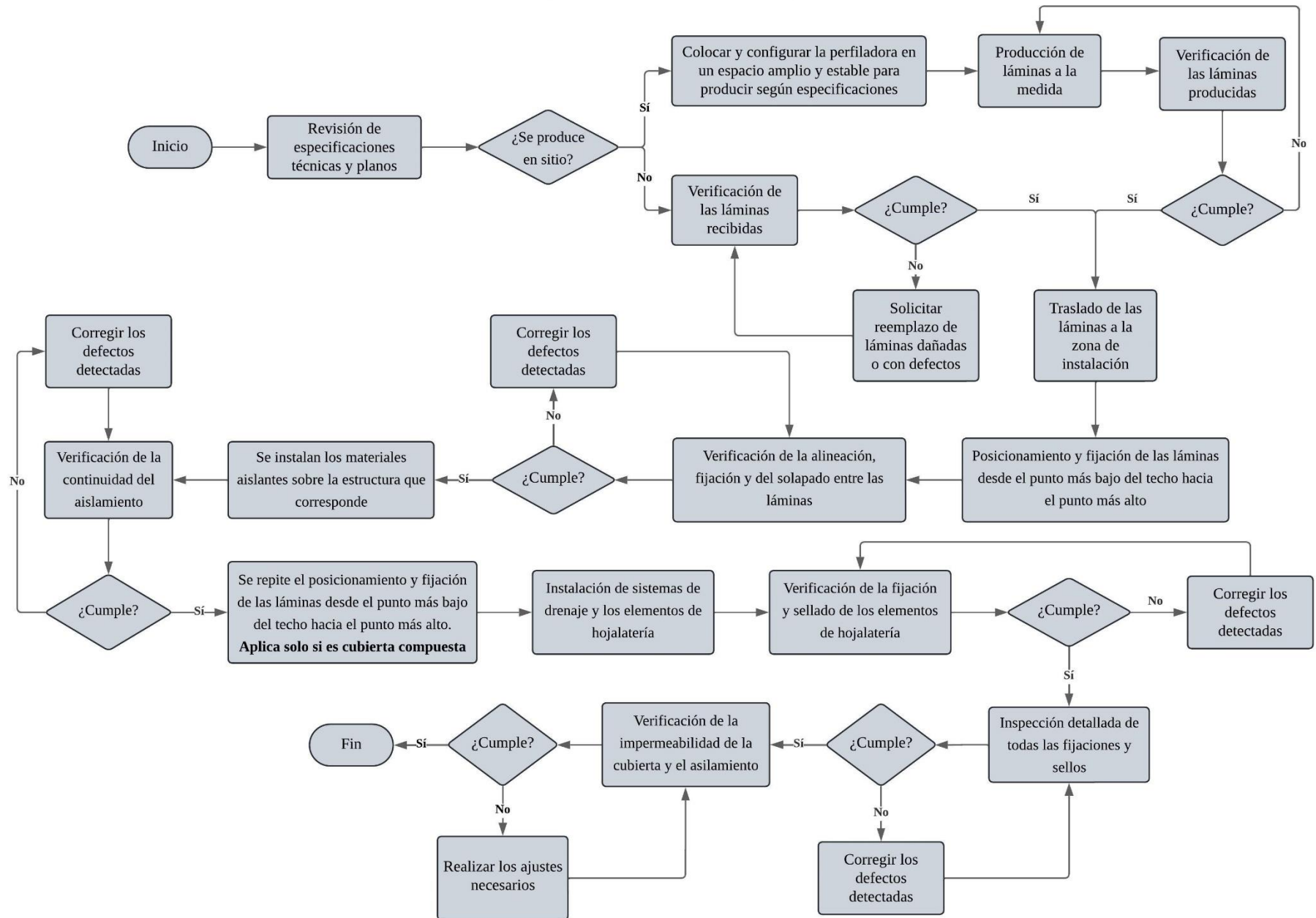
8. Revisión final de impermeabilidad y aislamiento

- **Descripción:** Se lleva a cabo una revisión final para asegurarse de que la cubierta sea completamente impermeable y que cumpla con los requisitos de aislamiento térmico y acústico.
- **Actividades:**
 - Verificación de la impermeabilidad de la cubierta mediante pruebas de agua, si es necesario.
 - Inspección del rendimiento del aislamiento térmico y acústico, asegurando que no haya puentes térmicos ni zonas de filtración de ruido.
 - Documentación de la aprobación final para la entrega de la estructura de techo.

Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

Cubierta de techo



Lista de chequeo

A continuación, se muestra la lista de chequeo de este proceso.

Proceso constructivo: Cubierta de techo				
Actividad	Verificación	¿Cumple?		Notas
		Sí	No	
Revisión de planos y especificaciones	¿Se revisaron los planos y especificaciones de la cubierta de techo?			
Configuración de perfiladora (si aplica)	¿Se colocó y configuró la perfiladora en un espacio apto para producir según especificaciones?			
Verificación de láminas	¿Las láminas producidas/recibidas cumplen las especificaciones?			
Instalación de láminas de cubierta	¿Las láminas están colocadas de manera uniforme y sellada correctamente? ¿Se colocan desde el punto más bajo hacia el más alto?			
Verificación de la instalación de láminas	¿Las láminas están correctamente alineadas, fijadas y solapadas?			
Instalación de materiales aislantes	¿Se colocó el aislante en todas las zonas indicadas en planos?			
Instalación de láminas de cubierta (aplica si es cubierta compuesta)	¿Las láminas están colocadas de manera uniforme y sellada correctamente? ¿Se colocan desde el punto más bajo hacia el más alto?			
Instalación de sistemas de drenaje y hojalatería	¿Los sistemas de drenaje y bajantes están instalados correctamente?			
Verificación final de la fijación y sellado de la hojalatería	¿Todos los elementos son estables y están correctamente sellados?			
Verificación de impermeabilidad y aislamiento	¿Se realizaron pruebas de impermeabilidad y aislamiento del techo?			
Limpieza y protección	¿El techo está limpio y protegido contra posibles daños hasta la entrega final?			

Instalación de cielos livianos

Descripción del proceso

El proceso constructivo para la instalación de cielos livianos comienza con el marcado de niveles y verificación de la estructura superior. Luego, se instala la estructura de soporte mediante perfiles perimetrales y suspendidos, reforzando áreas de alta carga como luminarias. Los paneles se fijan sobre la estructura, aplicando cinta y masilla en las uniones para obtener una superficie uniforme. Finalmente, se realizan acabados como empastado, lijado y pintura, integrando sistemas como luminarias y ventilación según el diseño. La inspección final verifica nivelación y acabados, dejando el área limpia y lista para su uso.

Procedimiento de ejecución

1. Revisión de especificaciones técnicas y diseño

- **Descripción:** Se revisan las especificaciones y el diseño del cielo raso para asegurar que todos los materiales y métodos de instalación cumplan con los requisitos del proyecto.
- **Actividades:**
 - Revisión de los tipos de paneles o plafones a utilizar, así como sus características de resistencia y acabado.
 - Verificación del diseño de la estructura de soporte, incluyendo las ubicaciones de perfiles y anclajes.
 - Confirmación de la ubicación de las luminarias, difusores de aire y otros sistemas empotrados.

2. Montaje de la estructura de soporte del cielo raso

- **Descripción:** Se monta la estructura de soporte que sostendrá los paneles o plafones, asegurando que esté alineada y nivelada.

- **Actividades:**
 - Instalación de perfiles principales y secundarios según el diseño, utilizando sistemas de anclaje adecuados.
 - Aseguramiento de la estructura con suspensiones ajustables para mantener la nivelación del cielo raso.
 - Verificación de la alineación de la estructura utilizando niveles láser o manuales.

3. Instalación de paneles o plafones

- **Descripción:** Se colocan los paneles o plafones sobre la estructura de soporte, cuidando que queden perfectamente alineados y ajustados.
- **Actividades:**
 - Colocación de los paneles o plafones comenzando desde un punto central o de referencia para asegurar uniformidad.
 - Ajuste de los paneles en la estructura, verificando que queden bien fijados y sin espacios visibles.
 - Corte de paneles a medida para encajar en áreas donde sea necesario, como alrededor de luminarias o difusores.

4. Alineación y nivelación

- **Descripción:** Se verifica la alineación y nivelación de todos los paneles para asegurar que el cielo raso tenga un acabado uniforme y estético.
- **Actividades:**
 - Uso de herramientas de medición para comprobar que todos los paneles estén al mismo nivel y alineados entre sí.
 - Ajuste de los paneles y la estructura de soporte para corregir cualquier desviación detectada.

- Inspección visual para asegurar que no haya irregularidades o desniveles en la superficie del cielo raso.

5. Instalación de iluminación y sistemas empotrados

- **Descripción:** Se instalan, o bien, se dejan previstas de las luminarias, difusores de aire y otros sistemas que deben quedar empotrados en el cielo raso.
- **Actividades:**
 - Montaje de luminarias y otros dispositivos empotrados según el diseño, asegurando que queden bien integrados con el cielo raso.
 - Conexión de los sistemas eléctricos y mecánicos, garantizando su funcionamiento correcto y seguro.
 - Ajuste final de las cubiertas y acabados para asegurar un aspecto limpio y uniforme.

6. Acabados y limpieza final

- **Descripción:** Se realizan los acabados finales, incluyendo la limpieza de los paneles o plafones, para dejar el cielo raso listo para su uso.
- **Actividades:**
 - Revisión de las juntas y uniones entre los paneles, aplicando selladores o masillas si es necesario.
 - Limpieza de los paneles con productos adecuados para eliminar polvo, huellas y cualquier mancha.
 - Verificación de que los paneles estén libres de defectos, como rayones o golpes.

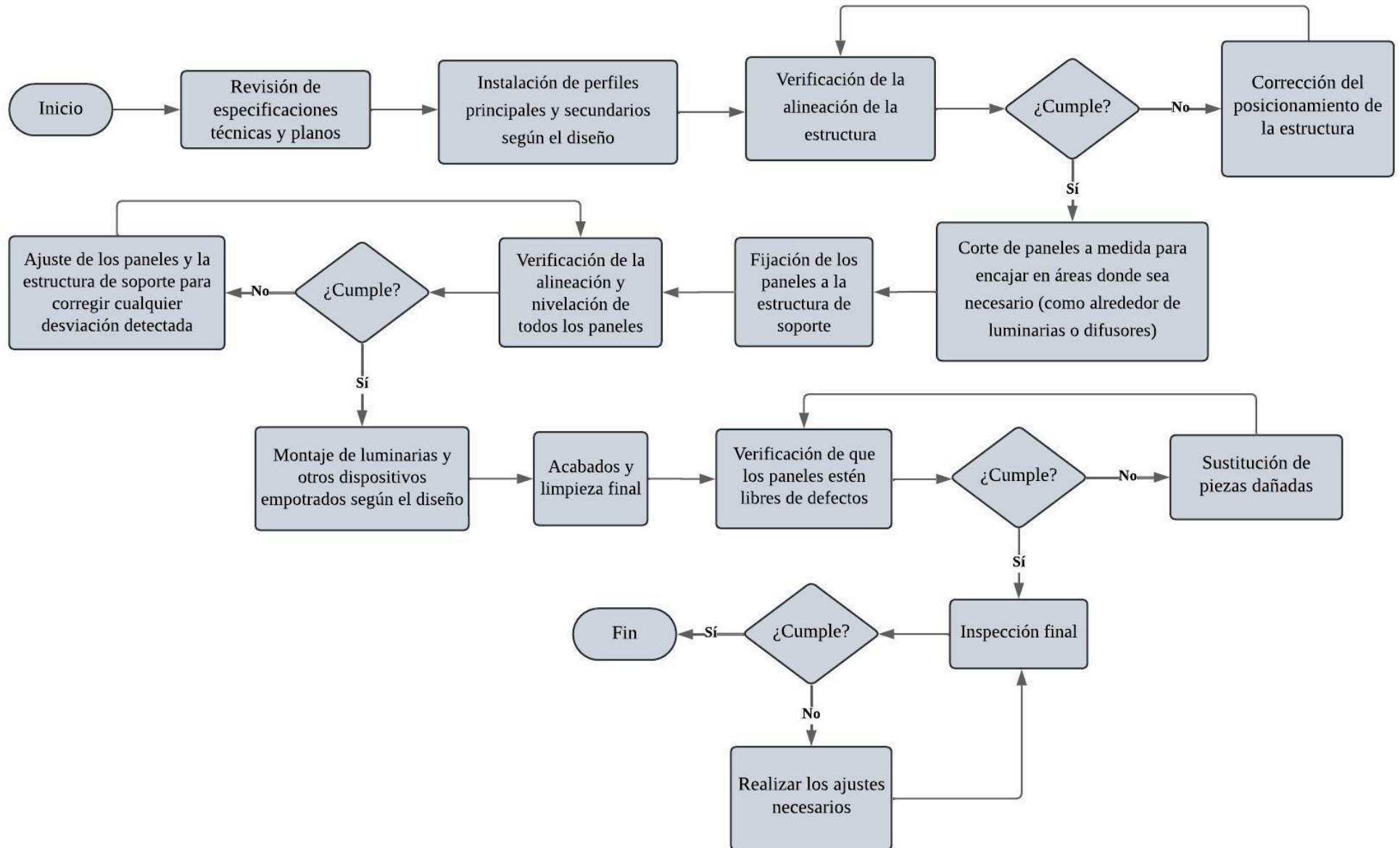
7. Inspección final

- **Descripción:** Se lleva a cabo una inspección final para asegurar que el cielo raso cumple con todas las especificaciones de calidad y estética antes de la entrega.
- **Actividades:**
 - Inspección visual de toda la superficie del cielo raso para detectar cualquier imperfección.
 - Verificación del funcionamiento de las luminarias y sistemas empotrados.
 - Documentación de la aprobación final para proceder con la entrega del área.

Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

Instalación y acabados de cielos



Lista de chequeo

A continuación, se muestra la lista de chequeo de este proceso.

Proceso constructivo: Instalación de cielos				
Actividad	Verificación	¿Cumple?		Notas
		Sí	No	
Revisión de planos y especificaciones técnicas	¿Se revisaron los planos y especificaciones de materiales para la instalación del cielo raso?			
Verificación de estructura de soporte	¿La estructura de soporte del cielo está correctamente instalada y nivelada?			
Aislamiento térmico o acústico (si aplica)	¿Se instaló el aislamiento térmico o acústico especificado en el diseño?			
Colocación de paneles	¿Los paneles del cielo raso están bien ajustados y nivelados?			
Fijación adecuada	¿Los paneles están firmemente fijados a la estructura?			
Verificación de nivel y alineación	¿El cielo raso está correctamente nivelado y alineado?			
Instalación de luminarias y ductos	¿Se dejaron los espacios (previstas) adecuados para la instalación de luminarias y ductos?			
Tratamiento de juntas	¿Las juntas entre paneles están correctamente tratadas y selladas?			
Acabado final	¿El acabado final del cielo raso es uniforme y libre de imperfecciones?			
Limpieza de la superficie	¿El cielo raso está limpio y libre de polvo o residuos de instalación?			

Colocación y compactación de carpeta asfáltica

Descripción del proceso

La colocación y compactación de una carpeta asfáltica es un proceso fundamental en la construcción de pavimentos, diseñado para garantizar la durabilidad, resistencia y funcionalidad de las superficies vehiculares y peatonales. El proceso constructivo de colocación y compactación de la carpeta asfáltica incluye la revisión de especificaciones técnicas, preparación y compactación de subrasante, subbase y base, aplicación de riego de imprimación, extensión uniforme de la mezcla asfáltica y su compactación inmediata para garantizar densidad y nivelación. Finalmente, se realizan acabados, señalización e inspecciones de calidad para asegurar el cumplimiento de las especificaciones del proyecto.

Procedimiento de ejecución

1. Revisión de especificaciones técnicas

- **Descripción:** Antes de comenzar con la colocación de la carpeta asfáltica, se revisan las especificaciones técnicas para asegurar que los materiales y métodos de colocación y compactación cumplan con los requisitos del proyecto.
- **Actividades:**
 - Verificación de las especificaciones de la mezcla asfáltica indicada.
 - Revisión de las especificaciones de espesor de la carpeta y las pendientes para el drenaje.
 - Confirmación de los equipos necesarios para la colocación y compactación del asfalto.

2. Preparación de la subrasante, subbase y base

- **Descripción:** Se prepara la subrasante y se coloca la subbase y base, según se indique, asegurando que estas capas proporcionen un soporte estable y nivelado para la carpeta asfáltica.

- **Actividades:**
 - Nivelación y compactación de la subrasante utilizando maquinaria pesada.
 - Extensión y compactación de la subbase, asegurando que alcance la densidad requerida.
 - Extensión y compactación de la base, asegurando que alcance la densidad requerida.
 - Verificación de las cotas y pendientes para asegurar un drenaje adecuado.

3. Colocación de riego de imprimación

- **Descripción:** Se aplica un riego de imprimación sobre la subbase para mejorar la adherencia entre esta y la capa asfáltica.
- **Actividades:**
 - Preparación del material de imprimación (bitumen o emulsión asfáltica) a la temperatura adecuada.
 - Aplicación uniforme del riego de imprimación sobre la base, asegurando una cobertura completa.
 - Tiempo de curado adecuado para el riego de imprimación antes de la colocación del asfalto.

4. Extensión de mezcla asfáltica

- **Descripción:** Se extiende la mezcla asfáltica sobre la base preparada, asegurando una distribución uniforme y un espesor constante.
- **Actividades:**
 - Transporte de la mezcla asfáltica desde la planta hasta el sitio, manteniendo la temperatura adecuada.

- Extensión de la mezcla asfáltica utilizando pavimentadoras, asegurando que el espesor sea uniforme.

5. Compactación de la carpeta asfáltica

- **Descripción:** La compactación es esencial para lograr una carpeta asfáltica densa y resistente. Este paso se realiza inmediatamente después de la extensión del asfalto.
- **Actividades:**
 - Compactación inicial con rodillos vibratorios o neumáticos, comenzando desde los bordes y avanzando hacia el centro.
 - Compactación final para lograr la densidad y nivelación especificadas en los planos.

6. Acabado y nivelación final

- **Descripción:** Después de la compactación, se realiza el acabado y nivelación final de la carpeta asfáltica para asegurar una superficie lisa y uniforme.
- **Actividades:**
 - Inspección visual y medición de la superficie para identificar y corregir cualquier irregularidad.
 - Aplicación de un acabado superficial, si es especificado, para mejorar la resistencia al desgaste y la fricción.
 - Revisión de las pendientes y drenajes para asegurar que el agua se evacúe correctamente a los sitios indicados en planos.

7. Señalización y acabados

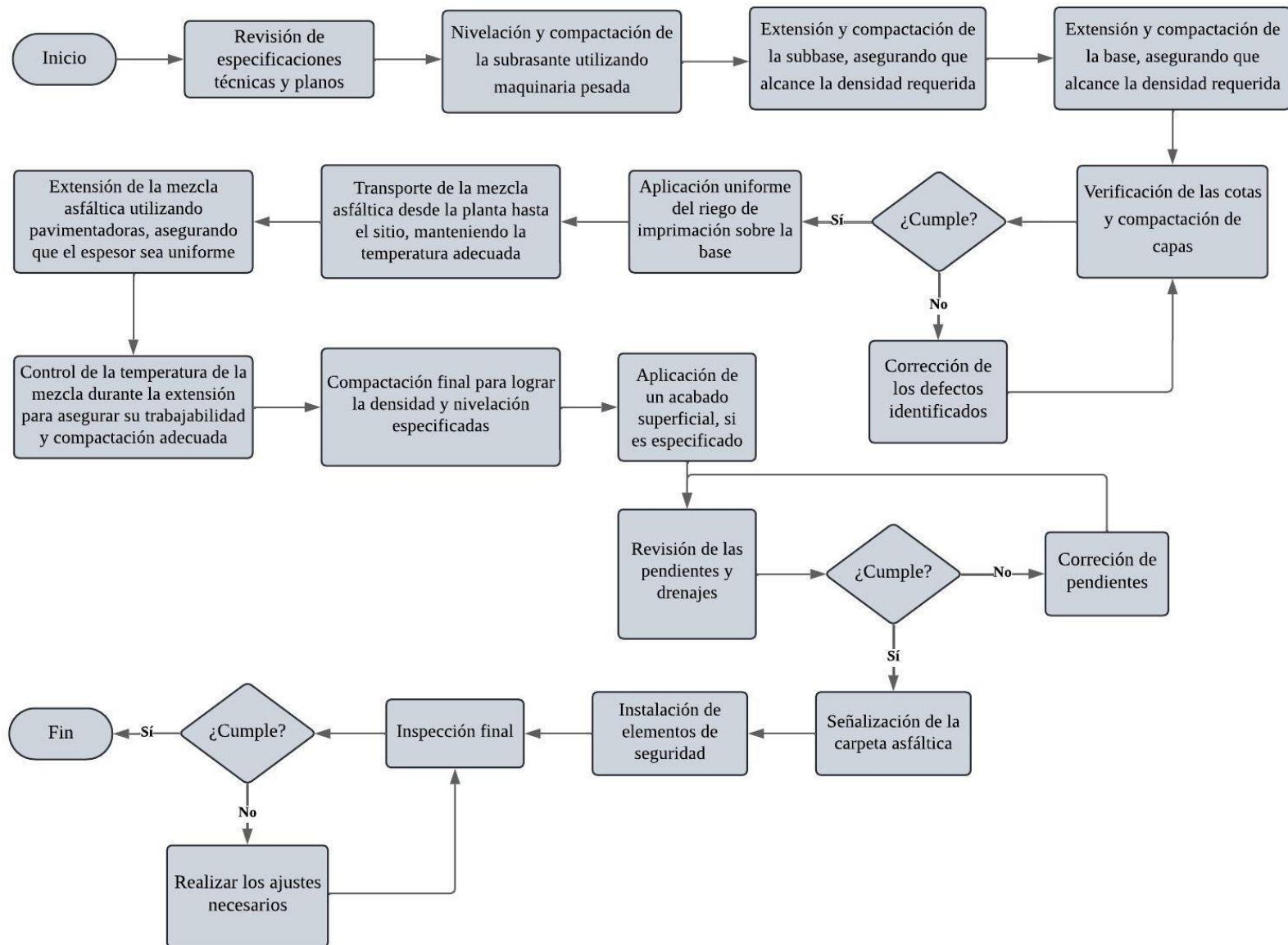
- **Descripción:** Se realiza la señalización de la carpeta asfáltica, incluyendo marcas viales y otros acabados que sean necesarios para la operación segura del área.

- **Actividades:**
 - Marcado de líneas de tráfico, pasos de peatones y otras señales viales utilizando pinturas de alta visibilidad.
 - Instalación de elementos de seguridad como bordillos, barreras o reflectores, si es necesario.
 - Inspección de la calidad y durabilidad de la señalización para asegurar su eficacia y durabilidad.

8. Inspección final de calidad

- **Descripción:** Se lleva a cabo una inspección final para asegurar que la carpeta asfáltica cumpla con todas las especificaciones de calidad antes de la entrega del proyecto.
- **Actividades:**
 - Pruebas de densidad y resistencia de la carpeta asfáltica para verificar que cumpla con los requisitos del proyecto.
 - Inspección visual de la superficie para identificar y corregir cualquier defecto, como grietas o depresiones.
 - Documentación de la aprobación final para proceder con la entrega del área pavimentada.

Carpeta asfáltica



Lista de chequeo

A continuación, se muestra la lista de chequeo de este proceso.

Proceso constructivo: Carpeta asfáltica				
Actividad	Verificación	¿Cumple?		Notas
		Sí	No	
Revisión de especificaciones	¿Se revisaron las especificaciones de los materiales y métodos de colocación?			
Preparación de la subrasante	¿Se realizó la nivelación y compactación de la subrasante?			
Preparación de la subbase y base	¿La base está compactada y nivelada correctamente?			
Colocación de riego de imprimación	¿Se colocó de manera uniforme el riego de imprimación sobre la base?			
Colocación del asfalto	¿El asfalto se extendió uniformemente según las especificaciones?			
Compactación del asfalto	¿Se compactó el asfalto uniformemente utilizando el equipo adecuado?			
Control de espesor	¿El espesor de la carpeta asfáltica cumple con las especificaciones técnicas?			
Verificación de pendientes	¿Las pendientes fueron verificadas para asegurar un drenaje adecuado?			
Señalización	¿El marcado de líneas de tráfico y otras señales viales se realizó correctamente y utilizando pinturas de alta visibilidad?			
Verificación de acabados	¿El acabado de la carpeta asfáltica es uniforme, sin fisuras ni deformaciones?			

Observaciones importantes

El estudio llevado a cabo para la elaboración de este manual permitió identificar las oportunidades de mejora que tiene DICOMA Construcción en la ejecución de proyectos de tipo nave industrial, a continuación, se enlista una serie de puntos que son fundamentales para lograr la mejora y uniformización de los procesos constructivos estudiados.

1. **Inspección proactiva:** Es fundamental que los responsables del proyecto realicen inspecciones constantes y proactivas de los procesos constructivos, no esperando a que los consultores o contrapartes señalen errores. Esta práctica es clave para la detección temprana de fallos, lo cual evita la necesidad de retrabajos y garantiza la calidad del producto final, por lo tanto, es necesario adoptar esta práctica. Además, permite asegurar que los subcontratistas cumplan con las especificaciones técnicas, corregir cualquier error durante la ejecución y reducir el riesgo de reprocesos.
2. **Conocimiento del proceso constructivos de las actividades subcontratadas:** A pesar de que muchas de las actividades constructivas son realizadas por subcontratistas, es esencial que los ingenieros de DICOMA Construcción posean un conocimiento detallado de cómo deben ser ejecutadas correctamente. Este entendimiento es crucial para realizar inspecciones eficaces que permitan detectar fallos en la ejecución y asegurar que los trabajos cumplen con los estándares de calidad requeridos. Saber qué aspectos técnicos deben revisarse —como el ajuste de tolerancias, los materiales utilizados, o la secuencia de actividades— garantiza que se puedan corregir errores antes de que se conviertan en problemas mayores.
3. **Uso de Key Planning:** La implementación de Key Planning ha demostrado ser esencial para una planificación semanal detallada y controlada. El uso de esta herramienta ha permitido identificar que algunos de los principales problemas en la ejecución de proyectos que generan reprocesos o atrasos en las fechas de entrega corresponden a:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Material no llegó | 6. Falta de equipos |
| 2. Material no pedido | 7. Falta de comunicación |
| 3. Habilitación de espacios | 8. Falta de personal |
| 4. Dependencia de otra actividad | 9. Falta de compromiso |
| 5. Reprogramación de actividad | 10. Indefinido por consultor |
| | 11. Indefinido por el cliente |

Debe notarse que solo las últimas dos problemáticas son ajenas a DICOMA Construcción, lo que indica que hay un gran margen de mejora. Además, esta herramienta permite asignar responsabilidades a cada uno de los encargados del proyecto, permitiendo identificar responsables de atrasos o incumplimientos.

4. **Procore como herramienta de gestión:** Procore ha facilitado una mejora significativa en el flujo de información, especialmente en proyectos que involucran múltiples partes interesadas, como arquitectos, ingenieros de DICOMA, consultores y clientes. La capacidad de compartir en tiempo real documentos, planos y reportes fotográficos, así como gestionar listas de pendientes (punch lists) y solicitudes de información (RFI), ha permitido mantener una coordinación clara y continua. Esto es crucial para la ejecución exitosa de proyectos de gran escala, como las naves industriales.
5. **Verificación de estudios y diseño en sitio:** Es frecuente que información importante para la ejecución provenga de la fase de diseño, la cual puede no ser parte del alcance directo de DICOMA Construcción. No obstante, es responsabilidad del equipo en obra asegurarse de que lo planificado en esta etapa se cumpla estrictamente en el sitio. La falta de seguimiento en este aspecto puede generar graves fallas estructurales o de funcionalidad en el proyecto. Por ejemplo, inconsistencias en los estudios de suelos, análisis geotécnico o especificaciones técnicas del diseño pueden afectar la estabilidad de los elementos estructurales si no son detectadas a tiempo.
6. **Cumplimiento con normativas nacionales:** Relacionado al punto anterior, resulta indiscutible el cumplimiento con las normativas locales y nacionales. Es una parte fundamental para asegurar que la construcción cumpla con los estándares legales y

técnicos. En Costa Rica, normativas como el Código Sísmico de Costa Rica, Código de Cimentaciones de Costa Rica, Código Geotécnico de Taludes y Laderas de Costa Rica, las regulaciones de uso de suelo y los planes reguladores municipales, deben ser una referencia constante durante la planificación y ejecución. El personal de DICOMA debe estar al tanto de cualquier cambio en estas normativas y ser capaz de identificar si los diseños o indicaciones del consultor no cumplen con las disposiciones estipuladas. Esto incluye verificar el correcto dimensionamiento de elementos estructurales, pendientes en taludes, especificaciones de cimentaciones, o requerimientos especiales para zonas de riesgo sísmico.

7. **Revisión topográfica en obra:** Un aspecto crítico en proyectos de naves industriales es la verificación y revisión constante con equipo de topografía en varias fases del proyecto. Para actividades como la colocación de pedestales y placas de estructuras metálicas, es fundamental que las elevaciones y alineaciones estén dentro de los rangos de tolerancia especificados. Un mal ajuste en esta etapa puede provocar desajustes importantes durante la instalación de las estructuras superiores o incluso comprometer su estabilidad. Asimismo, en las etapas de movimiento de tierras, la topografía debe utilizarse para garantizar la correcta conformación de taludes (revisando sus pendientes), así como las elevaciones de corte y relleno. Estas verificaciones no solo aseguran la precisión en la ejecución, sino que también permiten evitar retrabajos costosos y prolongaciones innecesarias del cronograma.

Referencias bibliográficas

- Barrantes, G. (2007). *Implementación en procesos constructivos de métodos de calidad utilizados a nivel industrial* [tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. RepositorioTec. <https://hdl.handle.net/2238/6234>
- Cevallos, P. (2017). *Análisis y reducción de reprocesos y desperdicios en la línea de producción de la empresa FRUCONSA* [tesis de Magíster, Pontificia Universidad Católica del Ecuador – Matriz]. Repositorio PUCE. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/19181>
- Consejo de Salud Ocupacional (CSO). (s.f.). *Guía sobre medidas de seguridad en demoliciones. Reglamento General de Seguridad en Construcciones*. Consejo de Salud Ocupacional, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. <https://www.cso.go.cr/divulgacion/construccion/documentos/guiasseguridadconstruccion/3.%20Guia%20sobre%20medidas%20de%20seguridad%20en%20demoliciones%20MTSS%20CSO.pdf>
- Delgado, M. & Trujillo, S. (2013). *Estandarización de procesos en una empresa del sector de la construcción para cumplir con requisitos de la norma internacional ISO 9001:2008* [tesis de grado, Universidad ICESI]. Biblioteca Digital – Universidad ICESI. http://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/78100
- Fonseca, E. (2022). *Planificación de la gestión de la calidad para los procesos constructivos de los proyectos de construcción civil e industrial de la empresa DICOMA Construcción* [tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. RepositorioTec. <https://hdl.handle.net/2238/13910>
- Jiménez, A. (2023). *Guía de criterios de aceptación para la recepción de los procesos constructivos de las viviendas en serie del Condominio Vistas del Bosque de la empresa Constructora ALFA S.A.* [tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. RepositorioTec. <https://hdl.handle.net/2238/15047>

Project Management Institute. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)* (5ª ed.). Project Management Institute Inc.

Serpell, A. (2002). *Administración de operaciones de construcción* (2a ed.). Alfaomega.

Vega, J. (2020). *Guía de criterios de aceptación para la recepción de proyectos constructivos de la empresa Bilco Costa Rica S. A.* [tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. RepositorioTec. <https://hdl.handle.net/2238/11555>

Vizuite, M. (2013). *Cálculo y diseño de una nave industrial con cubierta fotovoltaica y entreplanta* [proyecto de fin de grado, Universidad Carlos III de Madrid]. <http://hdl.handle.net/10016/19244>