



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**GENERACIÓN DE PLANOS DE PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN PARA LA  
EJECUCIÓN DE FAENAS**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**VÍCTOR RODOLFO MARTÍNEZ QUEZADA**

**PROFESOR GUÍA:  
EDGARDO GONZÁLEZ LIZAMA**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
DAVID CAMPUSANO BROWN  
FRANCISCO BELLO ARANCIBIA**

**SANTIAGO DE CHILE  
2014**

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE: Ingeniero Civil  
POR: Víctor Rodolfo Martínez Quezada  
FECHA: 15/07/2014  
PROF. GUÍA: Sr. Edgardo González Lizama

La industria de la construcción en Chile está inserta en un marco económico caracterizado por el aumento en la demanda de proyectos industriales e inmobiliarios, escasez de mano de obra calificada y un escenario post terremoto que ha incrementado las exigencias en términos de regulaciones y normativas. En este contexto, la competitividad juega un papel relevante en la rentabilidad de los proyectos, lo que plantea la necesidad de aumentar la productividad y la calidad, entendiendo ésta última no sólo en función de las características de la obra terminada sino que además, en función de todos los procesos constructivos en el desarrollo de ésta.

Parte importante en la ejecución de faenas de un proyecto de construcción son los procedimientos constructivos elaborados por la Oficina Técnica o por el jefe de terreno, porque le permiten a la Inspección técnica en obra saber cómo la Empresa Constructora desarrollará las diferentes faenas de construcción y además le permite al jefe de terreno y supervisores definir la ejecución de una determinada faena constructiva a sus cuadrillas. Sin embargo, respecto de los referidos procedimientos se constata que a veces caen en una serie de problemas que constituyen costos importantes para la industria de la construcción, problemas que pudieran generarse producto de las enormes diferencias de formación técnica que hay entre los diferentes interlocutores: jefe de terreno, oficina técnica, inspección técnica, supervisores y cuadrillas.

Para contribuir a la superación del problema descrito, se desarrolla un estudio de la situación actual de los procedimientos constructivos en Chile, lo que permitirá identificar y generar mejoras, las que se abordarán mediante la implementación de una alternativa de representación gráfica denominada Plano de Procedimientos de Construcción, la que constituye el objetivo del presente trabajo de título.

La representación gráfica de la propuesta planteada no es total, puesto que no apunta a eliminar el contenido escrito, sino que a emplear herramientas visuales que permitan detallar adecuadamente los Procedimientos Constructivos específicos de cada faena con la intención de facilitar el trabajo en obra y la comprensión de éstos. Mediante el desarrollo de un concepto que permita generar el plano de Procedimientos Constructivos, se logra dar forma al objetivo planteado.

Para maximizar las prestaciones, se hace necesario concebir como plano desde su concepción, el desarrollo del contenido de los PPCC, pudiéndose incorporar herramientas basadas en el uso de colores, formas, etc., las que permiten ajustar el documento a cada una de las necesidades del proyecto.

Finalmente, se estima que el formato propuesto permite concentrar los esfuerzos de la oficina técnica y el jefe de terreno en mejorar el contenido de los procedimientos constructivos y en ajustar cada una de éstos a los requerimientos reales de cada uno de los proyectos.

*A mi padre, que se fue sin alcanzar a ver materializado todo su esfuerzo.  
A mi madre y mi hijo, que han sido mi respaldo esencial.*

# Agradecimientos

En esta etapa de la vida, en que uno comienza a cerrar capítulos que por mucho tiempo estuvieron inconclusos. Es inevitable que afloren en la memoria muchas imágenes de personas que ayudaron de alguna manera a que este trabajo tomara forma. Ayudas de distinta índole, a veces imperceptibles pero no menos trascendentes que otras más manifiestas, algunas ayudas permanentes incluso majaderas, otras eventuales e incluso ayudas superficiales. En fin, muchas ayudas que finalmente ven su fruto en este trabajo y a las que no puedo dejar de agradecer.

Entre todas las personas que me ayudaron quisiera agradecer especialmente a mis padres, Víctor y Lucrecia, por su apoyo incondicional. A mi hijo Francisco, por su amor y ser el motor de mi trabajo diario. A toda mi familia que con su cariño día a día no me dejó otra opción que sacar adelante este trabajo.

Quiero agradecer también al Profesor Edgardo González por su apoyo y plena confianza en la realización de esta memoria, a los profesores David Campusano y Francisco Bello por su gentileza y buena voluntad.

# Tabla de contenido

Capítulo 1: Introducción.	
1.1 Motivación	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcances	2
1.4 Metodología	3
Capítulo 2: Escenario actual de los Procedimientos Constructivos en Chile.	
2.1 Introducción	4
2.2 Realidad de los documentos de Procedimientos Constructivos	4
2.3 Encuesta	5
2.3.1 Resultados de encuesta	6
2.3.2 Análisis de la encuesta	9
2.4 Deficiencias de los Procedimientos Constructivos	10
2.4.1 Especificidad	10
2.4.2 Consistencia	12
2.4.3 Funcionalidad	14
Capítulo 3: Propuesta de representación gráfica de Procedimientos Constructivos	
3.1 Introducción	15
3.2 Tecnología de la Información	15
3.3 Desarrollo Propuesta de Planos de Procedimientos Constructivos	16
3.3.1 Definición de soluciones	16
3.3.2 Estructura de los Planos de Procedimientos Constructivos	17
3.3.3 Procedimiento para la confección de planos de Procedimientos Constructivos	21
3.3.4 Impacto en el contenido de los Procedimientos Constructivos	22
Capítulo 4: Conclusiones	
4.1 Futuras investigaciones sugeridas	23
4.1.1 Interfaz computacional para la elaboración de planos de PPCC	23
4.1.2 Aplicación de planos de PPCC en un proyecto real	23
4.2 Conclusiones	23
Glosario	25
Bibliografía	26
Anexos	27
Anexo A: Prototipo de Plano de Procedimientos Constructivos	27

# Índice de Ilustraciones

Figura 2.1. Esquema de los PPCC .....	5
Figura 2.2. Distanciamiento del objetivo.....	11
Figura 2.3. Resultado final ajustado al objetivo.....	11
Figura 2.4. Resultado final ajustado a requerimientos modificados.....	12
Figura 2.5. Flujo de información en un proyecto.....	13
Figura 3.1. Partes del Plano de PPCC.....	18
Figura 3.2. Ejemplo de bloques.....	19
Figura 3.3. Diagrama de proceso de confección de Planos de PPCC.....	21

# Índice de gráficos

Gráfico 2.1. Encuesta: Experiencia profesional de encuestados.....	6
Gráfico 2.2. Encuesta: Áreas de desempeño profesional.....	6
Gráfico 2.3. Encuesta: Calificación de PPCC según especificidad.....	7
Gráfico 2.4. Encuesta: Calificación de PPCC según grado de actualización.....	7
Gráfico 2.5. Encuesta: Apreciación de la funcionalidad de los documentos de PPCC .....	8
Gráfico 2.6. Encuesta: Aceptan la representación gráfica de los PPCC como mejora.....	8
Gráfico 2.7. Encuesta: Modificación de PPCC de obras previas.....	9

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1 Motivación

Los Procedimientos constructivos, en adelante PPCC, son documentos desarrollados por la oficina técnica o por el jefe de terreno, donde se detallan la ejecución de ciertas faenas para que la Inspección Técnica de Obra, en adelante ITO, pueda saber cómo se van a realizar. Estos se complementan con la información contenida en planos, especificaciones técnicas, contratos y otros documentos.

Al interior de un proyecto de construcción adquieren una importancia relevante, dado que son un medio explicativo en la línea de mando de una obra y además pudiendo servir para el control de calidad de dicha Obra, dado a que en ellos se define la manera en que se ejecutarán todas las faenas de una obra determinada. Los PPCC están basados en el marco normativo vigente, ya sea nacional como internacional, así como también de las exigencias propias que pueda tener el cliente y/o la ingeniería de diseño. Por lo tanto, la combinación de Planos de Diseño, Especificaciones Técnicas y PPCC definen completamente las características físicas y técnicas de la ejecución de una obra que permiten cumplir con los objetivos de un proyecto.

Dada las características e importancia mencionadas, es imperativa la correcta comprensión y aplicación, de parte de todos los integrantes involucrados (oficina técnica, constructores e ITO) del contenido que se especifique. De este modo, resulta motivador realizar una propuesta de mejora a los problemas que adolecen actualmente estos documentos.

A la par de realizar un diagnóstico para la búsqueda de problemas, es necesario desarrollar soluciones que anticipen el escenario próximo. De esta manera, las propuestas, además de mitigar o eliminar las fuentes actuales de riesgo, deben poseer una estructura que les de la capacidad de adaptarse a nuevos contextos.

La relación directa entre economía y construcción se ve reflejada inmediatamente cuando en un país se habla de su crecimiento económico, el que va acompañado del aumento de proyectos donde la construcción es un motor fundamental para la concretización de éstos.

En Chile existe un escenario caracterizado por una macro economía globalizada con aumento en la demanda de proyectos de gran envergadura y complejidad, como es el caso de la industria de la minería y de energía, con clientes cada vez más especializados, preparados y exigentes. Y una economía local con un volumen creciente de inversión en el sector inmobiliario. En Chile se espera que la inversión en construcción crezca un 4.0% en 2014 (CChC, 2013). Sin embargo, este explosivo crecimiento ha sido acompañado de una serie de desafíos, como es el aumento en el costo de la mano de obra debido a la escasez de especialistas y un incremento en las regulaciones y normativas causadas por el terremoto que afectó al país en febrero de 2010, las que se traducen en un incremento en los costos de los proyectos, debido al encarecimiento de los estudios de suelos, el aumento en las densidades de muros en los edificios, el aumento en las armaduras de confinamiento, etc.



En el actual ambiente de necesidades de mercado de la industria de la construcción, la competitividad juega un papel relevante en la rentabilidad, lo que plantea la necesidad de aumentar la productividad y eficiencia en todos los sentidos, logrando disminuir los tiempos de construcción y costos, manteniendo o mejorando la calidad del producto.

De este modo, cualquier planteamiento en la mejora de los procesos de control y métodos de construcción, debe apuntar a que las empresas que lo incorporen sean más competitivas y permitan estar en mayor sintonía con los requerimientos del cliente.

Cabe hacer notar que este Trabajo de Título es la continuación espontánea de la Memoria de Título de Iván Roldán Rivera “Generación de Planos de Especificaciones Técnicas en la Ingeniería de Diseño”. De ahí que se explica la similitud en el desarrollo del marco teórico entre ambos trabajos.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Elaborar una propuesta de representación alternativa de los actuales procedimientos constructivos, denominada Planos de Procedimientos de Construcción (PPCC), que mediante el uso de elementos gráficos potencie la interpretación y aplicación de estos documentos.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Determinar los elementos relevantes que permitan establecer un medio de información más representativo para los PPCC.
- Determinar las variables relevantes que permita la confección de PPCC más atinentes al proyecto al que pertenece.
- Generar una propuesta que sea compatible con los diferentes niveles de conocimiento técnico de los interlocutores en una obra de construcción.

## **1.3 Alcances**

El alcance de esta memoria de título comprende la definición de un formato de representación que debe ser aplicado en el proceso de diseño de estos documentos. Dada la individualidad que poseen los distintos proyectos, en términos de características y objetivos, no se incorporan procedimientos para la definición de contenidos específicos.

## 1.4 Metodología

Para lograr los objetivos planteados, se realizaron las etapas siguientes:

### *1 Recopilación de antecedentes*

Se realiza una revisión en distintas obras en Chile, de estudios y experiencias previas asociados a mejoras. Además, una recopilación de PPCC para su posterior análisis, con la finalidad de establecer una caracterización del funcionamiento de estos documentos. Todo esto mediante una encuesta a los profesionales a cargo.

### *2 Análisis de la información*

A raíz de los resultados observados de la encuesta y de los análisis desarrollados, se busca identificar cuál es la alternativa de diseño que tiene mayor aceptación y eficacia. De este modo, se definen los requerimientos que deben ser considerados para la confección de la propuesta de planos de PPCC.

### *3 Diseño de planos de procedimientos de construcción*

Al disponer de los requerimientos y de PPCC escritos, se procede a la definición de los elementos que conforman los planos de procedimientos de construcción y posteriormente se realiza un prototipo que está basado en un documento convencional a modo de validar la factibilidad de implementación al interior de un proyecto. No obstante, la finalidad última de la presente memoria es que los PPCC sean concebidos por el constructor en formato de plano como parte de su sistema de gestión permanente, superando al formato escrito en todos los casos que sea posible.

## Capítulo 2

# Escenario actual de los Procedimientos Constructivos en el país.

### 2.1 Introducción

Para el desarrollo de este trabajo de título, se hace necesario realizar un levantamiento del estado actual de los PPCC, donde se identifiquen y describan problemáticas comunes que ocurren en el proceso de confección y uso de éstas. De este modo, se dispondrá de un punto de partida para la generación de una propuesta que permita explotar las oportunidades de mejora de estos documentos.

En primera instancia, se realiza una descripción del uso clásico de estos documentos, específicamente en búsqueda de parámetros que determinen una confección que permita asegurar el cumplimiento de los objetivos de los PPCC en los distintos proyectos.

Posteriormente, se analizan los PPCC desarrollados por algunas Empresas Constructoras con el objeto de dar solución y/o mitigar una serie de deficiencias en nuestra propuesta.

Por otra parte se presentan los resultados de la aplicación de una pequeña encuesta web a variados profesionales vinculados al área de la construcción, con la finalidad de poder realizar un diagnóstico y obtener un *input* de información y evaluación cualitativa que nos permitan contribuir a la definición de los requerimientos de la propuesta del presente trabajo de título.

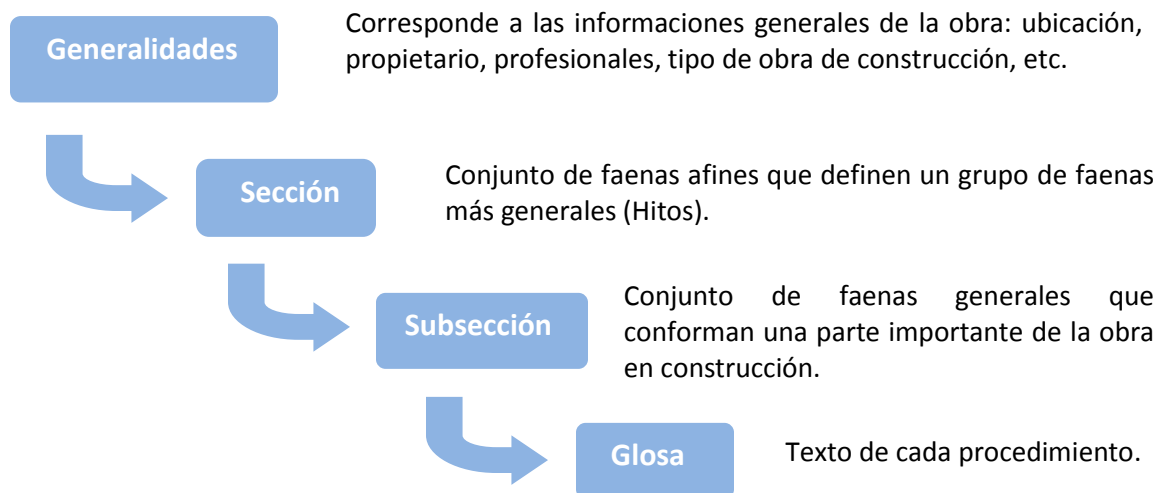
Finalmente, se describen los principales problemas a abordar para la generación de planos de PPCC.

### 2.2 Realidad de los documentos de Procedimientos Constructivos

En la realidad se define a los PPCC como un conjunto de acciones u operaciones que tienen que realizarse de la misma forma, para obtener el mismo resultado bajo las mismas circunstancias, todo esto para materializar una faena de una obra de construcción, formando parte de un proyecto y complementando la información técnica del mismo.

Este documento debe contener todas aquellas exigencias que sea posible o conveniente indicar para asegurar la correcta ejecución de dicha faena.

De esta manera se concibe a los PPCC como un documento escrito conformado por una estructura estandarizada, tal como podemos ver en la Figura 2.1. Se debe aclarar que la estructura que se analiza es netamente para la clasificación u organización del documento y no la que conforma la glosa, la cual también presenta una estructura estándar pero que no nos interesa ya que nuestro interés al respecto es de como ordenar los PPCC.



**Figura 2.1. Esquema de los PPCC; Fuente: Elaboración propia.**

### 2.3 Encuesta

Para el desarrollo del presente trabajo de título se realizó una encuesta a 22 profesionales del ámbito de la construcción, con el objeto de poseer una apreciación con respecto a la funcionalidad, contenido e interpretación de los PPCC, pretendiendo de que al analizar los resultados sea posible identificar problemáticas comunes, y así disponer de un material para usar como referencia en la elaboración de una propuesta de mejora en el actual formato de los PPCC mediante una representación gráfica.

Con respecto a la metodología usada, la encuesta fue implementada mediante un cuestionario que consta de 3 enfoques temáticos: uno dirigido a la identificación y clasificación del profesional encuestado, otro a la caracterización de los actuales PPCC y, finalmente, otro dependiente de si el encuestado considera que una representación gráfica solucionaría problemas en el manejo actual de los PPCC. Por ello es que se plantean las preguntas abiertas enfocadas a la implementación de planos de PPCC o bien, a lo que se debiese mejorar del actual formato.

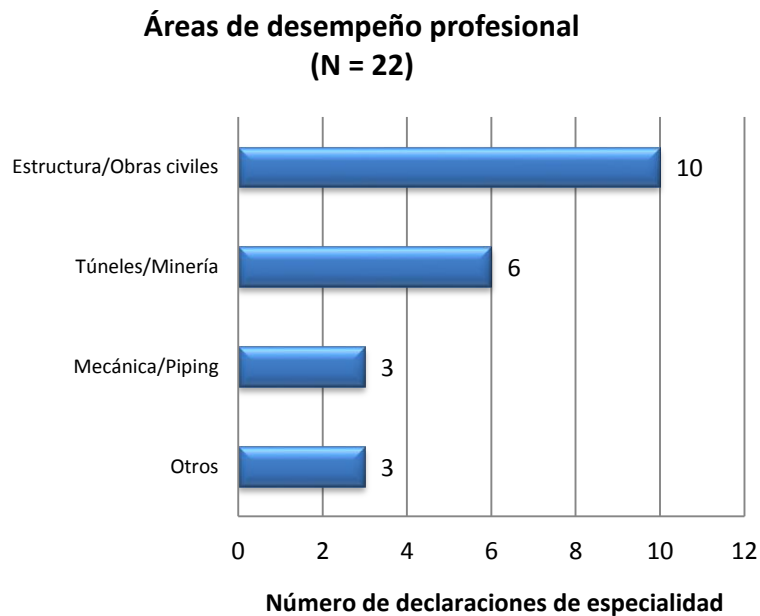
La selección de la muestra es de carácter no probabilístico dado a que se obtuvo mediante un procedimiento informal, razón por la que la encuesta posee una connotación cualitativa. El método empleado es denominado “bola de nieve” (Grande y Abascal, 2005), cuyo funcionamiento está basado en la búsqueda de diversos individuos afines, en este caso mediante contactos del autor del presente trabajo, los cuales la contestan y posteriormente la transmiten a otros encuestados.

### 2.3.1 Resultados de encuesta

Los Gráficos 2.1 y 2.2 presentan los datos que permiten caracterizar de manera general a los encuestados. De ese modo, es posible valorizar de manera cualitativa los resultados que arroje la encuesta.



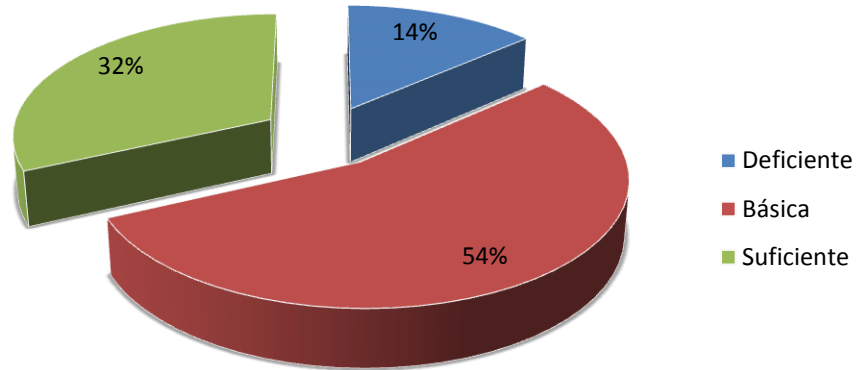
**Gráfico 2.1. Encuesta: Experiencia profesional de encuestados**



**Gráfico 2.2. Encuesta: Áreas de desempeño profesional**

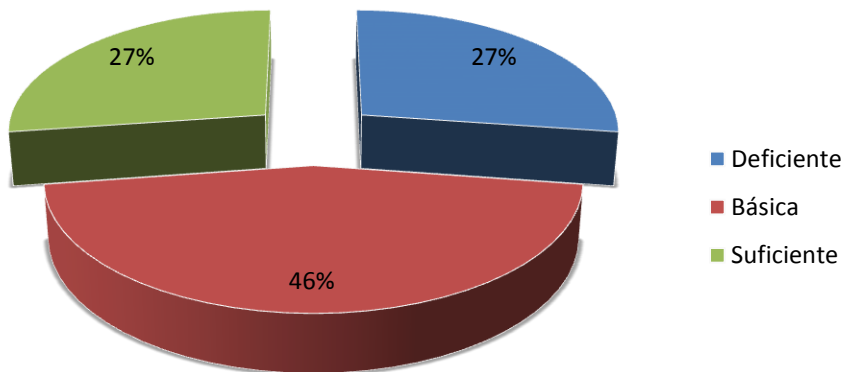
Los Gráficos 2.3 y 2.4 muestran las calificaciones que los profesionales dan a los documentos de PPCC. en lo que respecta a especificidad y grado de actualización.

**En la actualidad, ¿Cómo calificaría los PPCC, con respecto a su especificidad?**  
(N=22)



**Gráfico 2.3. Encuesta: Calificación de PPCC según especificidad**

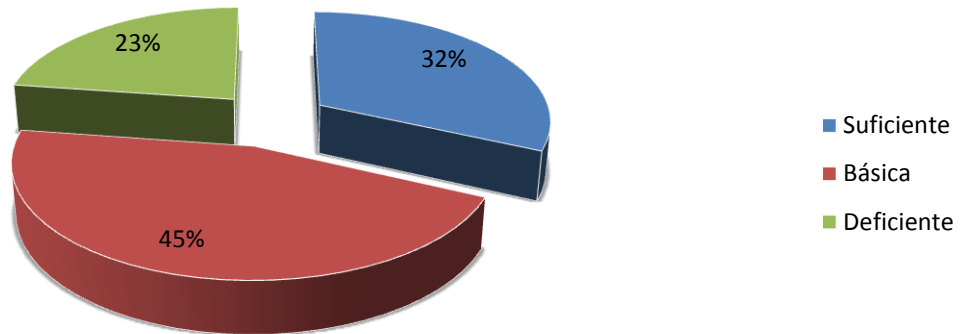
**En la actualidad, ¿Cómo calificaría los PPCC, con respecto a su grado de actualización (normativo y tecnológico)?**  
(N=22)



**Gráfico 2.4. Encuesta: Calificación de PPCC según grado de actualización**

En el Gráfico 2.5 se presentan los resultados correspondientes a la funcionalidad que han presentado los documentos de PPCC en los distintos proyectos en que han desempeñado funciones los encuestados.

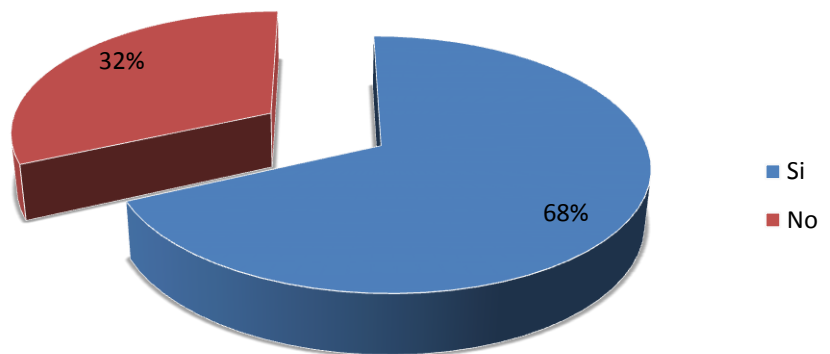
**Con respecto a los documentos de un PPCC. ¿Cree usted que éstos cumplen a cabalidad su función?**  
(N=22)



**Gráfico 2.5. Encuesta: Apreciación de la funcionalidad de los documentos de PPCC.**

Por otro lado, en el Gráfico 2.6 se muestra el resultado asociado a si una representación gráfica permitiría una mejora en el entendimiento del contenido del actual formato escrito de los PPCC.

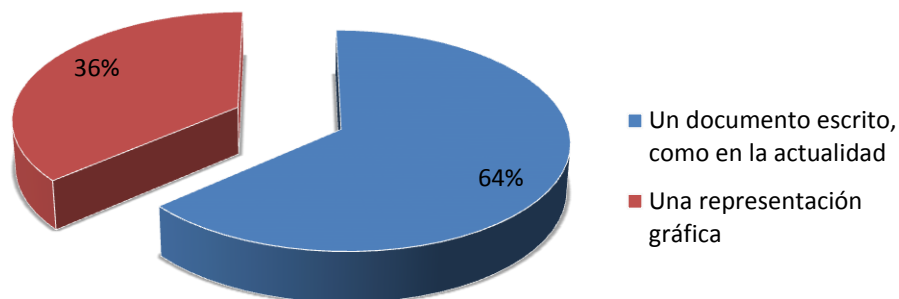
**¿Usted cree que parte de los PPCC pueden ser representadas de manera gráfica a través de planos, para efectos de mejor entendimiento del contenido de éstos?**  
(N=22)



**Gráfico 2.6. Encuesta: Aceptan la representación gráfica de los PPCC como mejora**

En el Gráfico 2.7, se presentan los resultados de una pregunta realizada sólo a los encuestados que consideraron que una representación gráfica, a través de planos, mejora el entendimiento del contenido del actual formato escrito de los PPCC.

**Cuando para una nueva obra, se consideran los PPCC de una obra previa.  
¿Cuál formato cree usted que sería más fácil cambiar?  
(N=22)**



**Gráfico 2.7. Encuesta: Modificación de PPCC de obras previas.**

### 2.3.2 Análisis de la encuesta.

Las características de los encuestados, donde un 41% posee más de 15 años de experiencia (Gráfico 2.1), permiten dar un alto valor cualitativo a la encuesta cuando se toma como supuesto que a mayor experiencia, mayor respaldo poseen las respuestas.

Según el resultado de los Gráficos 2.3 y 2.4, es posible determinar que los PPCC, en lo que respecta a sus características de especificidad y grado de actualización poseen una calificación mayoritariamente básica, en una escala de deficiente < básico < suficiente, dejando entrever que existe una necesidad de mejora, por lo menos, en estos tópicos.

No obstante lo anterior, como se analiza en la sección siguiente, se observan malas prácticas relacionadas con la confección de los PPCC por parte de la oficina técnica, como por ejemplo: la copia indiscriminada del contenido de PPCC de proyectos previos (Sección 2.4.1), que para efectos del presente trabajo se denominará *copiar-pegar* o *copy-paste*; así como también, incoherencias en el contenido, producto de problemas de coordinación (Sección 2.4.2). Estas acciones van en desmedro de la calidad de los PPCC y pueden provocar un impacto negativo en el producto final. Esto se explica en detalle en el punto 2.4.

Finalmente, existe un amplio apoyo, reflejado en el Gráfico 2.6, de que una representación gráfica de los PPCC puede mejorar el entendimiento de su contenido, validando la justificación de la propuesta del presente trabajo de título. Sin embargo, existe la idea de que este nuevo tipo de formato es más difícil de corregir en comparación a uno escrito (Gráfico 2.7) lo que impone como desafío la elaboración de un concepto de formato gráfico en que sea fácil la elaboración y modificación del contenido de los PPCC.



## 2.4 Deficiencias de los Procedimientos Constructivos

Como resultado del levantamiento realizado a lo largo de este capítulo, se pueden identificar en los PPCC, 3 características fundamentales que son afectadas por una serie de problemas que se describen a continuación.

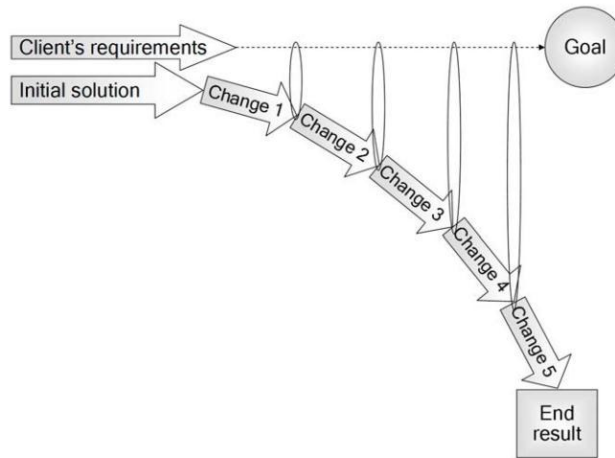
### 2.4.1 Especificidad

Uno de los grandes y más recurrentes problemas que enfrentan los PPCC es su falta de especificidad, entendiéndose este término como la estrecha, particular y precisa relación que debe tener este documento con las obras a cubrir.

Se observan PPCC que poseen un contenido muy generalizado, no logrando definir criterios específicos necesarios para la etapa constructiva; y otras que con mucha información, no mantienen la necesaria relación con las faenas a las cuales describe, incluyendo información innecesaria que dificulta la aplicación de los PPCC. En la práctica, este problema de atingencia lleva a que los profesionales de la construcción no den a los PPCC el uso acorde a la importancia que tienen, o en su defecto, les lleva a una identificación errónea del caso que aplica, basada en interpretaciones ambiguas.

La causa principal de este problema es sin duda el *copy - paste* de los documentos de obras previas sin la discriminación necesaria. Su práctica común muestra que existe una clara tendencia a considerar a ciegas que los PPCC de 2 obras de la misma naturaleza pueden ser replicadas, lo que bajo ciertas condiciones puede ser una decisión acertada cuando se toma en cuenta el tiempo economizado en su elaboración, sin embargo, el contexto de la segunda obra puede transformarse en una diferencia clara. A modo de ejemplo, la ubicación de una obra condiciona el mercado de mano de obra y de insumos disponible para el proyecto, de este modo, la disponibilidad de dichos recursos puede poner serias limitaciones a las exigencias técnicas, resultando que la obra final tenga cualidades muy distintas a las proyectadas, lo que suele ir acompañado de costos superiores a los estimados, muchos de los cuales, se podrían haber evitado con una adecuada previsión inicial de las diferencias específicas de las dos obras.

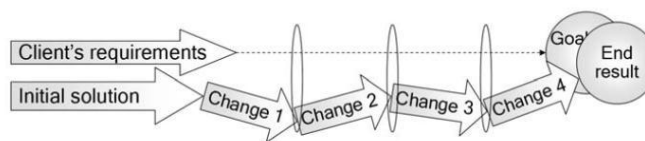
El dinamismo en el desarrollo de una obra supone una serie de desafíos que condicionan el éxito de ésta. Las distintas y posibles soluciones constructivas (en la etapa de diseño) deben estar estrechamente sintonizadas a los requerimientos del cliente, por lo que se vuelve imperante la actualización de los documentos que son empleados en la ejecución de las faenas. El problema de especificidad se traduce en un desalineamiento entre el objetivo y el resultado final (Figura 2.2).



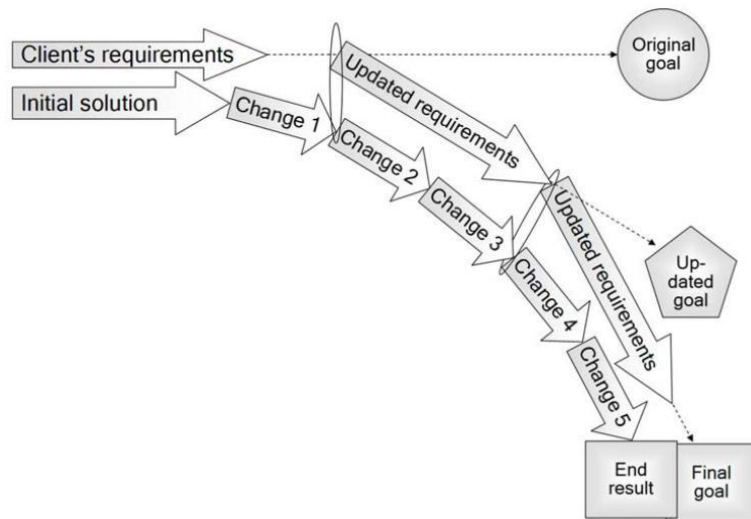
**Figura 2.2. Distanciamiento del objetivo; Fuente: KIVINIEMI, Arto (2005). Requirement management interface to building product models. Reporte Técnico #161 CIFE. Stanford University.**

Este problema de sintonía es frecuente, pero no implica necesariamente que las obras estén mal concebidas o que no cumplan con su propósito general (KIVINIEMI, 2005), pero supone un costo económico para la industria, ya que por el lado del cliente, éste puede estar pagando por un producto que carece de características definidas en el contrato; mientras que el contratista, puede estar entregando una solución constructiva con un valor agregado que no necesariamente será identificado y retribuido por el mandante.

Cualquier solución, que apunte a disminuir o eliminar el problema de especificidad, permite ajustar de mejor modo el resultado con el objetivo final, ya sea cuando este último permanece invariable en el tiempo (Figura 2.3), como también cuando existen modificaciones en los requerimientos (Figura 2.4).



**Figura 2.3. Resultado final ajustado al objetivo; Fuente: KIVINIEMI, Arto (2005). Requirement management interface to building product models. Reporte técnico #161 CIFE. Stanford University.**



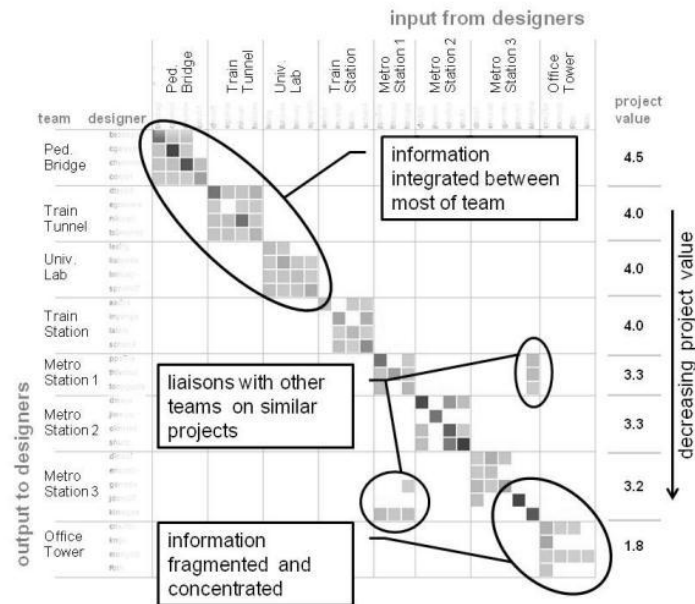
**Figura 2.4. Resultado final ajustado a requerimientos modificados; Fuente: KIVINIEMI, Arto (2005). Requirement management interface to building product models. Reporte técnico #161 CIFE. Stanford University.**

## 2.4.2 Consistencia

La consistencia de la información contenida es una de las características fundamentales en estos documentos, entendiendo este término como la congruencia y compatibilidad de los datos que en ella se detallan.

Los proyectos, sobre todo en los de gran envergadura y complejidad, son caracterizados por la alta cantidad de especialidades que intervienen en su desarrollo y lo extenso y numeroso de sus entregables. Por ejemplo, en los grandes proyectos mineros se pueden generar del orden de 10.000 documentos. Es por esto que existe una dificultad de coordinar el trabajo, el cual incide directamente en problemas de compatibilidad de la información. El trabajo desarrollado por los distintos equipos frecuentemente depende de la información que ellos mismos han creado. Sin embargo, a medida que un proyecto posee más complejidad, la información posee una dependencia con el trabajo desarrollado por otras disciplinas y/o técnicos del mismo equipo.

A modo de ejemplificar la existencia de estas relaciones, la Figura 2.5 muestra el resultado de un estudio sobre el flujo de información en un proyecto de línea de tren que fue diseñado por distintos equipos de trabajo.



**Figura 2.5. Flujo de información en un proyecto; Fuente: SENESCU, R. y Haymaker, J. (2011). Communicating design processes effectively and efficiently. Reporte Técnico #198 CIFE. Stanford University.**

En la matriz, cada fila y columna corresponde a un diseñador perteneciente a un determinado equipo de trabajo multidisciplinario. La sombra de cada cuadro representa el número de dependencias de información creada por un diseñador A (input) y que es empleada por un diseñador B (output); entre más oscura, mayor es la cantidad de dependencias. Existe una clara diagonal desde la parte superior izquierda hacia la parte inferior derecha porque los diseñadores dependen sobre todo de la información creada por ellos mismos. Por otra parte, existe una banda diagonal porque la mayoría de los diseñadores dependen principalmente de la información desarrollada por su mismo equipo.

Una excepción es el equipo 3 que trabaja en las diferentes estaciones de tren. Los proyectos fueron ordenados de mayor a menor valor del proyecto, indicando que los equipos en la parte superior han logrado integrar sus diseños mejorando los resultados de las soluciones que se desarrollaron, mientras que los de más abajo elaboraron trabajos independientemente de la información generada por otros miembros del equipo.

Por otra parte, cuando se realiza la práctica común de *copy - paste*, empleando los PPCC de otro proyecto de similares características, pero teniendo la precaución de adaptar el contenido a las características propias, se tiene la dificultad de poder identificar las interrelaciones de los elementos que se describen, resultando en PPCC que pueden contener información incongruente o incompatible consigo y/o con otros documentos. Por ejemplo, una modificación en el tipo de pernos supone también cambios en el uso y elección de tuercas, golillas, procedimiento de pintura, etc.

### 2.4.3 Funcionalidad

Una parte no menos importante que el contenido es el cómo se logra transmitir dicha información. En las secciones 2.5.1 y 2.5.2 se han abordado las problemáticas asociadas al contenido que presentan los actuales PPCC, sin embargo, en el proceso comunicativo de la información, entran en juego una serie de elementos adicionales que influyen en cómo son interpretadas las ideas.

En general, los PPCC poseen un nivel de redacción y de conceptos técnicos que sólo personal capacitado logra entender perfectamente, sin embargo, existen muchos interlocutores de estos documentos que no poseen un nivel de conocimiento técnico muy importante y ellos obviamente, tendrán lecturas distintas de lo que mencionan los PPCC con otros interlocutores. En este último escenario es donde se constatan los mayores problemas que dificultan al usuario entender eficazmente los requerimientos, puesto que el deficiente conocimiento técnico se contrapone a la correcta recepción de las ideas. La mayoría de los conceptos complejos se pueden comprender mucho mejor con una representación gráfica. La prueba de esto es que, en la realidad, cuando uno quiere explicar algo inevitablemente termina con un lápiz y papel explicándolo.

En este último sentido, la elección del formato de comunicación puede ser crucial en términos de productividad dado que el proceso de decodificación de la información puede no ser eficiente. Es por esto que la necesidad de mejora de los PPCC debe estar orientada al proceso completo, teniendo especial consideración en el usuario de la información y su acción posterior a la recepción del mensaje.

La actual estructuración supone, a juicio del autor, un trabajo de adaptación de la información que facilite su aplicación, ya que teniendo en consideración el gran volumen de información, no existen herramientas que faciliten la búsqueda y empleo de los requerimientos puntuales que se necesitan.

# Capítulo 3

## Propuesta de representación gráfica de Procedimientos Constructivos

### 3.1 Introducción

El estado actual de los PPCC descrito en el Capítulo 2 es abordado en la presente sección mediante el análisis de las relaciones causa-efecto que conllevan a conflictos. Con ello es posible identificar de mejor modo las soluciones que requieren estos documentos.

Teniendo como antecedente las diversas investigaciones enfocadas en el mejoramiento del manejo de la información en todo su proceso: formato, contenido y uso, es que se propone una representación alternativa complementaria de los actuales PPCC con el objetivo de ser una mejor solución, pero pensando en un diseño que logre facilitar la implementación de tecnologías y aumentar las prestaciones de estos entregables.

De este modo, se introduce el concepto de Plano de PPCC, un nuevo formato consistente en incorporar la información escrita en un plano mediante elementos gráficos que permiten una mejor organización y visualización de la información.

### 3.2 Tecnología de la Información

La tecnología de la información y comunicación, TIC, es una disciplina que está siendo ampliamente estudiada por los investigadores. Sus aplicaciones han sido llevadas a diversas áreas debido a los grandes beneficios que ha mostrado tener en términos de productividad. Y en este sentido, la industria de la construcción no ha estado ajena a dicho proceso.

En materia comunicacional en la ingeniería, existen diversos *papers* orientados al flujo de la información y coordinación entre los actores, así como también, la interoperabilidad de los datos entre los distintos programas computacionales que se usan actualmente en la industria de la construcción. Senescu y Haymaker (2011) proporcionan evidencia que la aplicación de una metodología que mejore el proceso comunicacional de información a nivel multidisciplinario conlleva a mejores soluciones para el proyecto. En este sentido, la evolución de la ingeniería de proyectos y de la construcción producto del aumento de la complejidad de los proyectos, ha redundado en la sobre especialización de la profesión. Antes, el ingeniero realizaba las labores en todos los campos de un proyecto (administración, control y diseño y/o construcción) por lo que la coordinación no era una actividad clave, sin embargo, hoy el escenario es totalmente distinto y las mejoras en los procesos comunicativos se hacen indispensables.

La propuesta del presente trabajo de título cae dentro de la categoría de TIC, debido al planteamiento de solución y mejora al actual formato de representación de los PPCC.

Variados autores centran sus investigaciones en el concepto de que el lenguaje gráfico logra incorporar totalmente al lenguaje escrito, pero además posee mayor cantidad de recursos que

permiten dar valor agregado al mensaje; mejorando la comprensión y productividad (Mourgues, Fischer y Kunz, 2008).

La representación gráfica de la propuesta planteada no es total, puesto que no pretende eliminar todo el contenido escrito, sino que se emplean herramientas visuales que permiten esquematizar faenas y organizar de mejor manera lo que actualmente está escrito, con el consecuente potencial de solución de los problemas que existen, además de dar cabida a futuras prestaciones.

### 3.3 Desarrollo Propuesta de Planos de Procedimientos Constructivos

#### 3.3.1 Definición de soluciones

Definidas las relaciones causales en el capítulo 2, se está en condición de generar una propuesta de mejora que considera el contexto en el que se insertan los PPCC.

Por un lado, las características específicas de cada obra imponen que las soluciones constructivas también lo sean, de este modo, las propuestas de mejora no son enfocadas hacia el proceso de definición del contenido de los PPCC, sino que son orientadas hacia una nueva directriz de la estructura que conforma dicho documento, es decir, la esquematización.

Por otro lado, la implementación de nuevas plataformas se ve dificultada debido a que existe una reticencia por parte de las empresas por cuanto sobredimensionan los riesgos asociados a la innovación. En este sentido, la propuesta debe plantearse como una optimización de los PPCC, empleando similares recursos a los que se usan actualmente, y como promotor y facilitador en la implementación de nuevas tecnologías.

En consideración a lo expuesto anteriormente, los problemas a solucionar que definen la estructura de un plano de PPCC y que justifican esta propuesta, se presentan a continuación.

- **Falta coordinación con otros documentos:** Los PPCC están basados en glosas cuya información puede estar directamente asociada a lo que indican otros documentos. La mayoría de las veces este nexo no es explicitado mediante una referencia notoria.

- **Solución:** Incorporar las referencias que suponen una restricción de contenido entre distintos documentos mediante una referencia al código identificador del gráfico.

- **Dificultad para identificar relaciones de elementos:** La información en las glosas no incluye las dependencias directas que existen con otras glosas, dificultando la labor de modificación del documento.

- **Solución:** Incorporar visualmente las relaciones restrictivas entre los distintos gráficos que componen el Procedimiento Constructivo.

- **Copiar-Pegar (Copy-paste):** Esta práctica, dentro de parámetros bien controlados de qué copiar y qué adaptar, no deja de ser deseable desde la perspectiva de la optimización

de los procesos. Se plantea entonces la necesidad de establecer relaciones restrictivas de glosas de manera explícita, a objeto de facilitar la adaptación y/o incorporación de nuevos elementos.

- **Solución:** Incorporar visualmente las relaciones restrictivas entre los distintos gráficos que componen los PPCC.

- **Desactualización:** Generalmente el proceso de actualización de las versiones de un PPCC es un copy-paste del documento anterior, al que se le adicionan modificaciones que pueden no considerar el impacto en el resto del documento.

- **Solución:** La propuesta es la misma que para copy-paste.

- **Formato poco práctico:** Se debe tener en consideración al usuario, típicamente el constructor, que emplea los PPCC para diferentes tareas (Informar a la ITO, definir las directrices para la ejecución de faenas, etc.). La recopilación de esa información es dificultosa al interior del documento convencional.

- **Solución:** Dotar una indexación jerarquizada que identifique a que elementos pertenece; y una clasificación del gráfico según la naturaleza del contenido.

- **Disfuncionalidad:** La comprensión de esta información es dificultosa cuando los interlocutores del documento son muy heterogéneos respecto a su calificación técnica. Problemas en este ámbito implica que las ideas que quiere transmitir el constructor puedan no ser entendidas, o peor aún, entendidas de forma que impliquen desviaciones importantes y/o eventuales daños en la obra.

- **Solución:** Usar lenguaje gráfico para la descripción de faenas permite disminuir parte de los problemas que son propios del lenguaje escrito.

### 3.3.2 Estructura de los Planos de Procedimientos Constructivos

En términos generales, la propuesta de Planos de PPCC plantea una organización matricial de los distintos gráficos que conforman un PPCC en cuanto a los distintos hitos generales que componen una obra de construcción, por un lado. Como también a la naturaleza de los procedimientos específicos más detallados que conforman estos hitos por otro lado.

La estructura esquemática para concebir un plano de PPCC según los requerimientos definidos en la Sección 3.3.1 se presenta en la Figura 3.1.



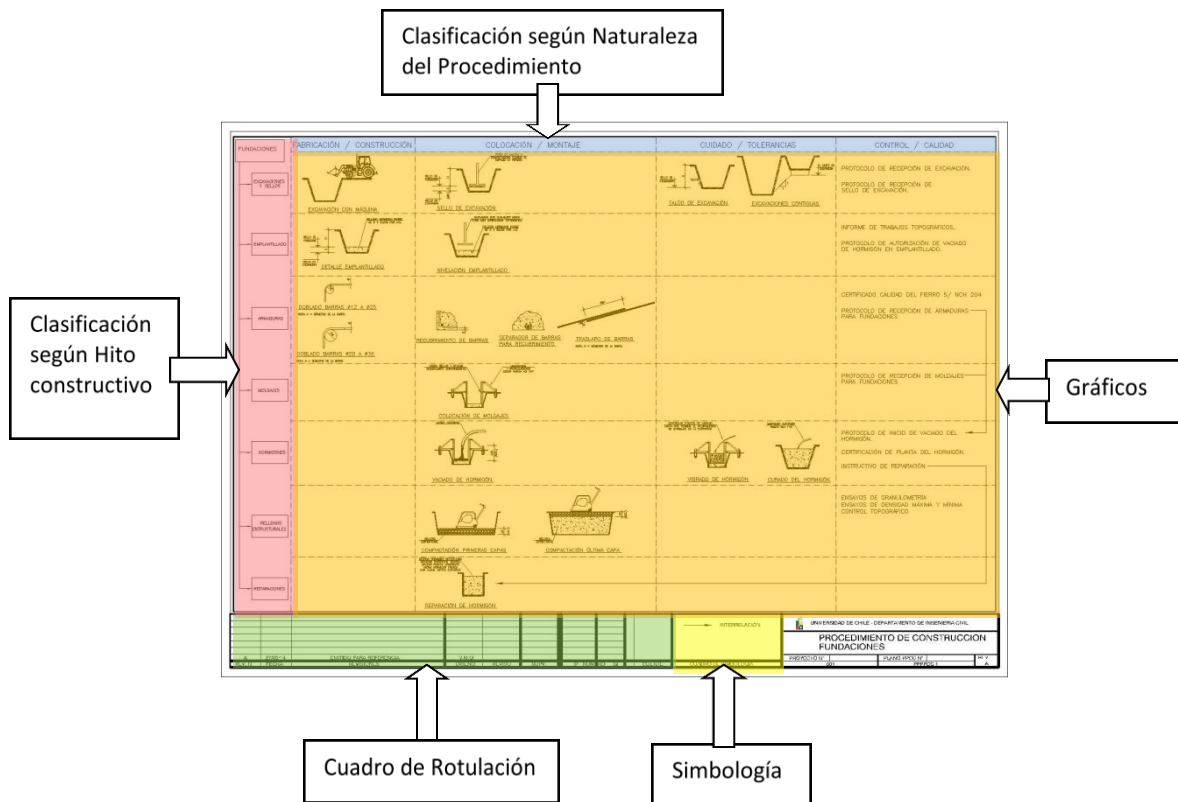


Figura 3.1. Partes del Plano de PPCC; Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.1. Categorización según Hito Constructivo

Esta zona corresponde a la organización de la información basado en un desglose de elementos y subelementos que permiten facilitar la búsqueda. Cada elemento incorporado en esta zona se estructura mediante el uso de un recuadro que contiene el nombre del hito.

### 3.3.2.2. Categorización según Naturaleza del Procedimiento

Al igual que en un PPCC convencional que son definidos a través de glosas. En el plano con gráficos, la propuesta considera que las glosas además de poseer una relación directa con el hito, deben ser clasificadas usando categorías predefinidas según sea su naturaleza (fabricación, montaje/colocación, reparación, etc.).

### 3.3.2.3. Gráficos

En esta zona se debe incorporar el contenido de los PPCC, en forma gráfica en recuadros que deben ser ubicados según categoría de elemento y naturaleza del requerimiento.

En el caso en que dos o más gráficos posean alguna relación restrictiva con otro gráfico, se deben disponer flechas para explicitar dicha relación. A su vez, cuando un gráfico se relacione con otro documento, se debe incorporar una glosa en dicho gráfico según la naturaleza del procedimiento, en la que se indique el nombre del documento y alguna identificación que permita obtener la información referenciada.

Es importante notar que los detalles gráficos de PPCC que se efectuaron para este trabajo se dibujaron en el programa AutoCAD, mediante elementos gráficos llamados “bloques”, que permiten ser insertados en cualquier programa con motor gráfico compatible. Al ser insertado el bloque puede ser escalado y preguntar por los valores de los “atributos” asignados como variables, que permiten que el bloque quede definido perfectamente considerando las singularidades del PPCC.

Como ejemplo podemos ver en la figura 3.2 donde se muestran dos gráficos originados del mismo bloque, el bloque es un detalle de excavación donde la variable es la herramienta a usar para ejecutar dicha faena.



**Figura 3.2. Ejemplo de bloques**

### 3.3.2.4. Simbología

La riqueza que entrega la representación gráfica permite la adición de formas, colores, figuras, etc. que pueden otorgar mayores prestaciones a las definidas en esta propuesta, de este modo, cualquier uso de estos recursos debe ser expuesto en el cuadro de simbología.

### 3.3.2.5. Cuadro de rotulación

Como es habitual en un plano, se debe incorporar la información relativa al documento: profesional responsable de la confección, revisión, aprobación, etc.

Finalmente, el detalle de cada una de las secciones anteriormente descritas se encuentra en el Anexo A, correspondiente al Plano de Procedimientos de Construcción que utiliza como ejemplo un prototipo de Plano de Procedimientos Constructivos para una obra de hormigón armado.

### 3.3.3 Procedimiento para la confección de planos de procedimientos constructivos

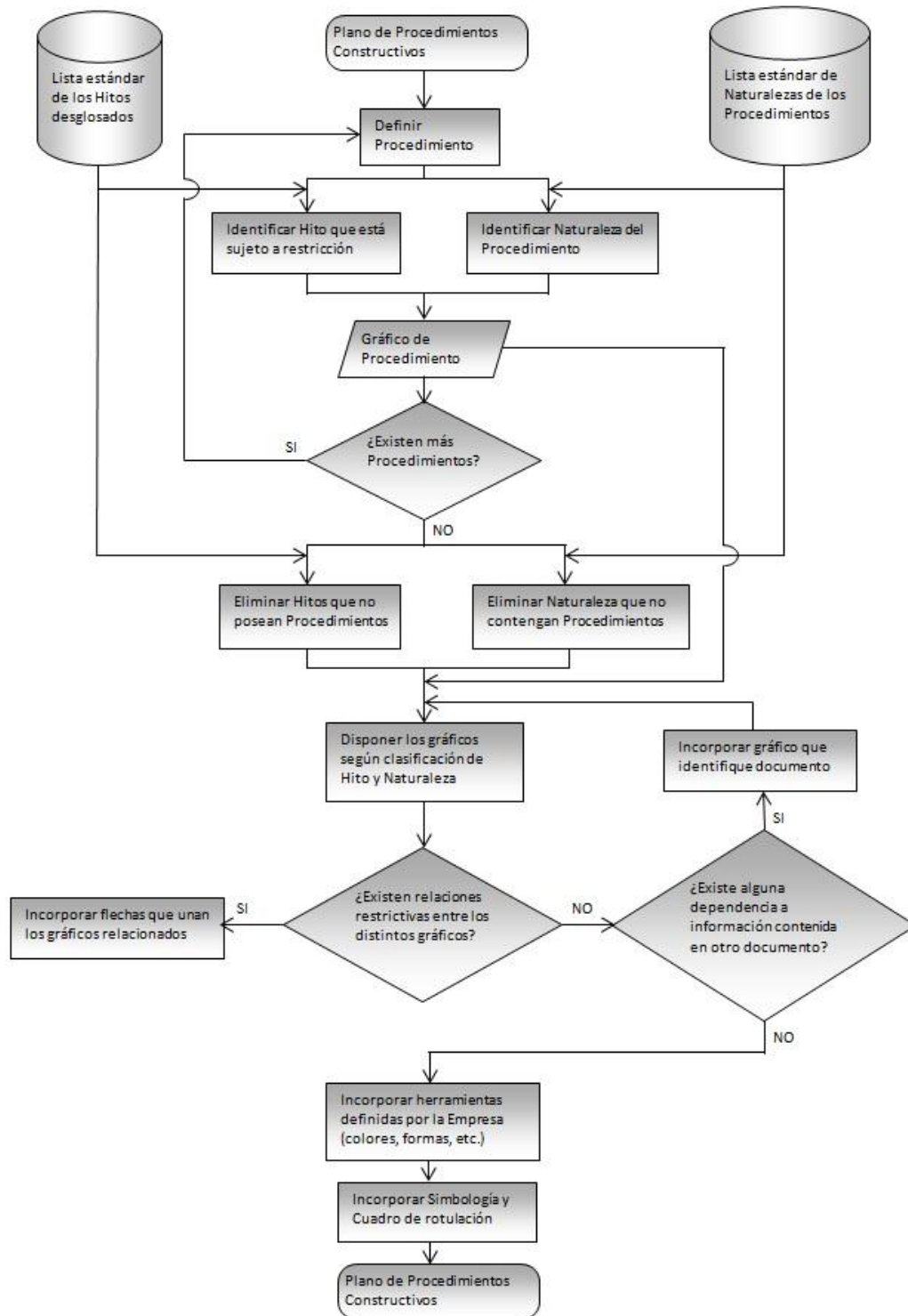


Figura 3.3. Diagrama de proceso de confección de Planos de PPCC; Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3.3 se presenta un diagrama de proceso que permite tener una visión ampliada de todos los pasos que se deben considerar para la confección de un plano de PPCC.

En el Anexo A se encuentra disponible un prototipo de planos de PPCC generales para una obra de construcción de hormigón armado, los que incorporan la estructura definida anteriormente. Sin embargo, cabe destacar que su elaboración está basada en el contenido de un documento de formato escrito convencional, razón por la que su *performance* podría estar limitada a dicha condición, pero cumpliendo con los objetivos de la presente propuesta.

Para maximizar las prestaciones, se hace necesario concebir como plano desde su concepción, el desarrollo del contenido de los PPCC, pudiéndose incorporar herramientas basadas en el uso de colores, formas, etc., las que permiten ajustar el documento a cada una de las necesidades del proyecto.

#### 3.3.4 Impacto en el contenido de los procedimientos Constructivos

Si bien la propuesta para la elaboración de los Planos de PPCC apunta básicamente a las formas, es indudable que tiene como virtud mejorar el contenido técnico de éstas, puesto que permite jerarquizar adecuadamente los procedimientos constructivos específicos de cada proyecto, sea en un cuadro destacado y/o en un cuadro especial. Ello permite que el constructor pueda resaltar y concentrarse en aspectos técnicos que en el formato actual, quedan limitados por todo el cuerpo de los PPCC.

## Capítulo 4

# Conclusiones

### 4.1 Futuras investigaciones sugeridas

Esta sección del capítulo tiene por objetivo proponer futuras investigaciones nacidas a partir de las ideas que sustentan el desarrollo de este trabajo de título, las que son expuestas a modo de apoyo y complemento al estudio realizado.

#### 4.1.1 Interfaz computacional para la elaboración de Planos de Procedimientos Constructivos

Las características de la propuesta de planos de PPCC, definidas a lo largo de este trabajo de título, permiten que su confección pueda ser desarrollada sin el uso de herramientas computacionales adicionales a las ya disponibles en toda oficina de diseño. En el caso particular de los planos presentados en el Anexo C, éstos fueron elaborados íntegramente en AutoCAD. Sin embargo, para una confección más prolija y optimizada, se propone la realización de bloques en AutoCAD que sirvan de interfaz para el desarrollo de estos documentos. De este modo, los esfuerzos del constructor estarían enfocados solamente al contenido de los PPCC.

#### 4.1.2 Aplicación de Planos de Procedimientos Constructivos en un proyecto real

En la presente memoria, la factibilidad de implementación de la propuesta al interior de un proyecto ha sido demostrada al elaborar planos de PPCC a partir del uso de documentos de formato escrito convencional. Sin embargo, se hace necesaria la aplicación y análisis de planos de PPCC en un proyecto real, concibiendo la idea de plano desde el comienzo del proyecto y logrando maximizar las prestaciones de la propuesta. De este modo, es posible registrar y evaluar el desempeño real, permitiendo visualizar oportunidades de mejora para una efectiva implementación de este nuevo formato de representación.

### 4.2 Conclusiones

Luego de la documentación y análisis de la situación actual de los PPCC en Chile, se constata que frente a un deficiente marco regulatorio no existen lineamientos que estandaricen el proceso de elaboración de estos documentos, quedando a criterio de cada empresa la importancia de estos entregables.

Dentro del amplio espectro de PPCC, se observan una serie de problemas de confección que responden principalmente a deficiencias en el contenido; y más detalladamente, a la ausencia, inconsistencia y no especificidad de la información que componen estos documentos, los que a nivel de construcción, se reflejan en problemas de interpretación y uso. En el extremo, una mala interpretación puede causar una incorrecta aplicación de las faenas constructivas que definen las

características de los elementos de un proyecto, lo que puede significar desviaciones importantes y/o eventuales daños en la obra.

Los estudios en materia de productividad apuntan a que el esfuerzo debe estar orientado hacia una visualización integral de las soluciones de un proyecto y su obra. En ese sentido, la falta de coordinación de la información entre los distintos documentos es un problema que adolecen los actuales PPCC. En este escenario es que el nuevo formato, al igual que el resto de los planos del proyecto, pasa a formar parte del legajo que siempre están en la obra, por lo que el nuevo formato no debiera incomodar al usuario.

Ante este escenario y luego de un análisis de causa-efecto, se observan oportunidades de mejora que son abordadas mediante la implementación de una alternativa de representación denominada '*Plano de PPCC*', en la que por vía de la incorporación del recurso gráfico y una nueva estructuración, se plantean soluciones de forma que también terminen en una mejora del contenido.

La reticencia a la innovación por parte de la mayoría de los actores, sobre todo pequeñas y medianas empresas, supone dificultades a la hora de implementar cambios. Los planos de PPCC, a juicio del autor, reducen esta limitante al optimizar las EETT con similares recursos a los que se emplean actualmente.

En términos generales, se cumplen los objetivos propuestos, dado que además de entregar un instrumento para mitigar los problemas detectados, se entrega una propuesta con un gran potencial para la incorporación de nuevas herramientas: disponibilidad de recurso gráfico (formas, color y figuras).

Finalmente, se plantea la necesidad de validar la propuesta a través de su implementación en diversos proyectos y sus obras, para que de este modo, se pueda estar en condiciones de evaluar la eficiencia y eficacia de los planos de PPCC.

# Glosario

**Bola de nieve:** Tipo de muestreo no probabilístico que se emplea cuando se trata de estudiar poblaciones pequeñas muy especializadas, que son difíciles de localizar. Su procedimiento consiste en que a cada persona, después de la entrevista, se le pide el nombre de una o más de la misma población que se estudia.

**Copiar Pegar / Copypaste:** Práctica habitual en la ingeniería de diseño, consistente en emplear y copiar recursos de proyectos anteriores para la elaboración de documentos de un nuevo proyecto.

**Tecnología de la información y comunicación (TIC):** se define como aquellas herramientas y métodos empleados para recabar, retener, manipular o distribuir información.

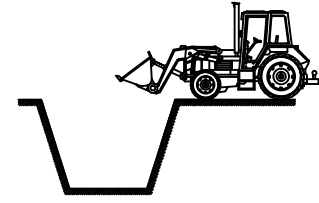
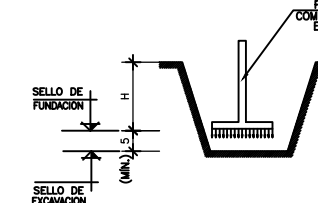

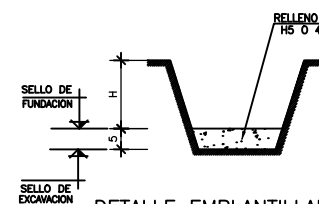

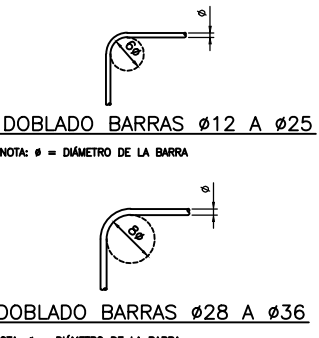

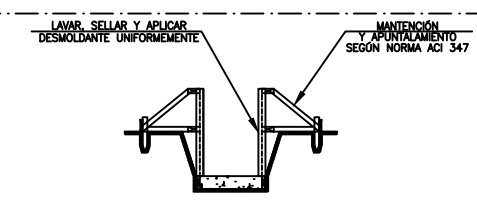
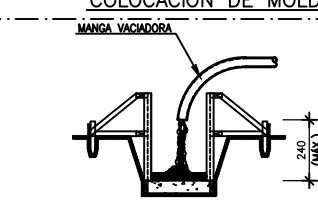


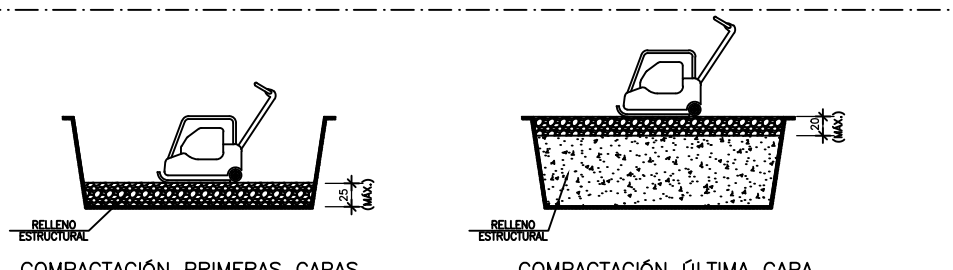
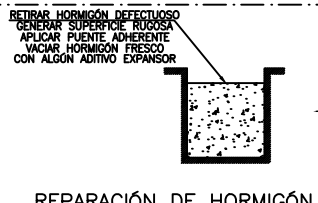



# Bibliografía

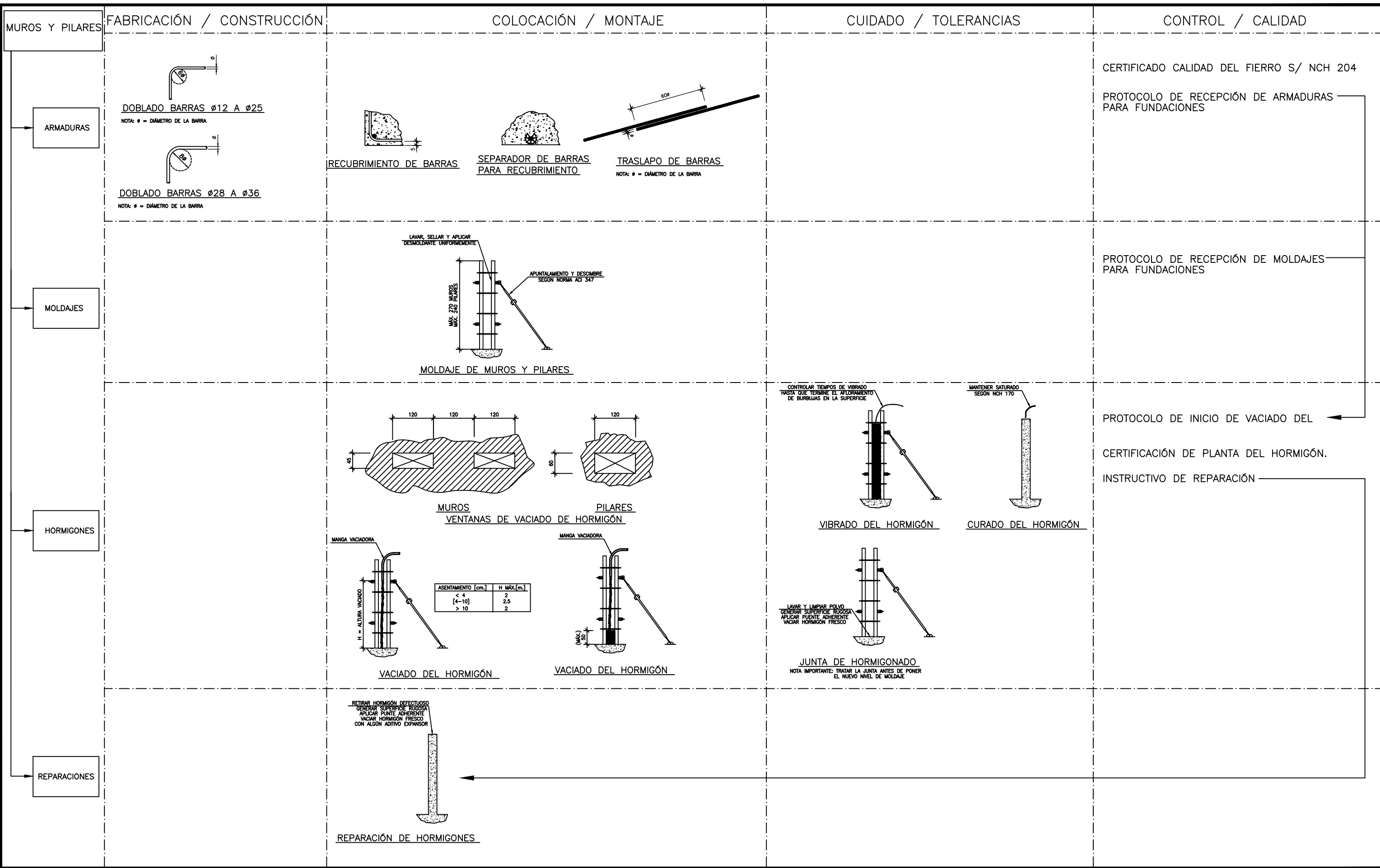
1. CÁMARA Chilena de la Construcción (CChC). Informe macroeconómico MACH. Informe #37. Santiago. 2012.
2. GRANDE, Ildelfonso y ABASCAL, Elena Análisis de encuesta, Madrid, ESIC EDITORIAL, 2005.
3. INSTITUTO del cemento y del hormigón de Chile (ICH), Proyecto FDI-ICH: Menos costos y conflictos, Revista BIT, (36):62-63, Mayo 2004.
4. MOURGUES, C., Fisher, M., Kunz, J. (2008), Method to produce field instruction from product & process model for cast-in-place concrete operations, [en línea], CIFE Working Paper #WP110, Diciembre, 2008, <<http://cife.stanford.edu/sites/default/files/WP110.pdf>>.
5. PROYECT Management Institute (PMI), Fundamentos para la dirección de proyectos (Guía PMBOK), 4ª edición, EEUU, 2008.
6. ROLDÁN, I. (2013), Generación de Planos de Especificaciones Técnicas, Memoria para optar al Título de ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile
7. SENESCU, R. y Haymaker, J. (2011), Communicating design processes effectively and efficiently, [en línea], CIFE Technical Report #TR198, Julio, 2011, <[http://cife.stanford.edu/sites/default/files/TR198\\_0.pdf](http://cife.stanford.edu/sites/default/files/TR198_0.pdf)>.
8. SENESCU, R., Haymaker, J. y Fisher, M. (2011), Design process communication methodology: improving the efficiency and effectiveness of collaboration, sharing, and understanding, [en línea], CIFE Technical Report #TR197, Julio, 2011, <<http://cife.stanford.edu/sites/default/files/TR197.pdf>>.

# **Anexos**

**Anexo A: Prototipo de Plano de Procedimientos Constructivos.**

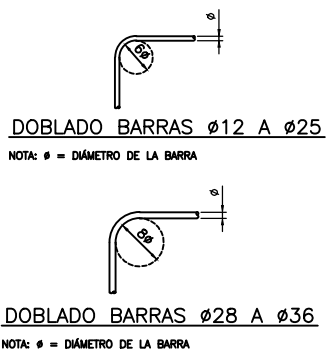
FUNDACIONES	FABRICACIÓN / CONSTRUCCIÓN	COLOCACIÓN / MONTAJE	CUIDADO / TOLERANCIAS	CONTROL / CALIDAD
EXCAVACIONES Y SELLOS	 <p>EXCAVACIÓN CON MÁQUINA</p>	 <p>SELLO DE EXCAVACIÓN</p>	 <p>TALÚD DE EXCAVACIÓN      EXCAVACIONES CONTIGUAS</p>	<p>PROTOCOLO DE RECEPCIÓN DE EXCAVACIÓN.</p> <p>PROTOCOLO DE RECEPCIÓN DE SELLO DE EXCAVACIÓN.</p>
EMPLANTILLADO	 <p>DETALLE EMLANTILLADO</p>	 <p>NIVELACIÓN EMLANTILLADO</p>		<p>INFORME DE TRABAJOS TOPOGRÁFICOS.</p> <p>PROTOCOLO DE AUTORIZACIÓN DE VACIADO DE HORMIGÓN EN EMLANTILLADO.</p>
ARMADURAS	 <p>DOBLADO BARRAS Ø12 A Ø25 NOTA: Ø = DIÁMETRO DE LA BARRA</p> <p>DOBLADO BARRAS Ø28 A Ø36 NOTA: Ø = DIÁMETRO DE LA BARRA</p>	 <p>RECUBRIMIENTO DE BARRAS      SEPARADOR DE BARRAS PARA RECUBRIMIENTO      TRASLAPO DE BARRAS NOTA: Ø = DIÁMETRO DE LA BARRA</p>		<p>CERTIFICADO CALIDAD DEL FIERRO S/ NCH 204</p> <p>PROTOCOLO DE RECEPCIÓN DE ARMADURAS PARA FUNDACIONES</p>
MOLDAJES		 <p>COLOCACIÓN DE MOLDAJES</p>		<p>PROTOCOLO DE RECEPCIÓN DE MOLDAJES PARA FUNDACIONES</p>
HORMIGONES	 <p>VACIADO DE HORMIGÓN</p>		 <p>VIBRADO DE HORMIGÓN</p>  <p>CURADO DEL HORMIGÓN</p>	<p>PROTOCOLO DE INICIO DE VACIADO DEL HORMIGÓN.</p> <p>CERTIFICACIÓN DE PLANTA DEL HORMIGÓN.</p> <p>INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN</p>
RELLENOS ESTRUCTURALES		 <p>COMPACTACIÓN PRIMERAS CAPAS      COMPACTACIÓN ÚLTIMA CAPA</p>		<p>ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA</p> <p>ENSAYOS DE DENSIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA</p> <p>CONTROL TOPOGRÁFICO</p>
REPARACIONES		 <p>REPARACIÓN DE HORMIGÓN</p>		

										→ INTERRELACIÓN		 UNIVERSIDAD DE CHILE - DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL <b>PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION FUNDACIONES</b>		
A	27/05/14	EMITIDO PARA REFERENCIA		V.M.Q.									PROYECTO N° 001	PLANO PPCC N° PPPPCC 1
REV. N°	FECHA	REVISIONES		DISEÑO	REVISO	SUPV.	IP	NUM	RO	GI	CLIENTE	CUADRO DE SIMBOLOGIA		



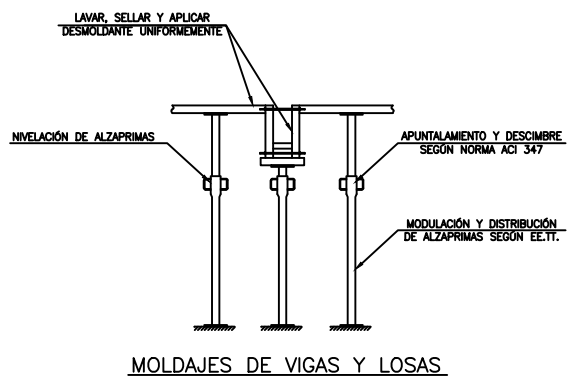
MUROS Y PILARES FABRICACIÓN / CONSTRUCCIÓN COLOCACIÓN / MONTAJE CUIDADO / TOLERANCIAS CONTROL / CALIDAD

ARMADURAS



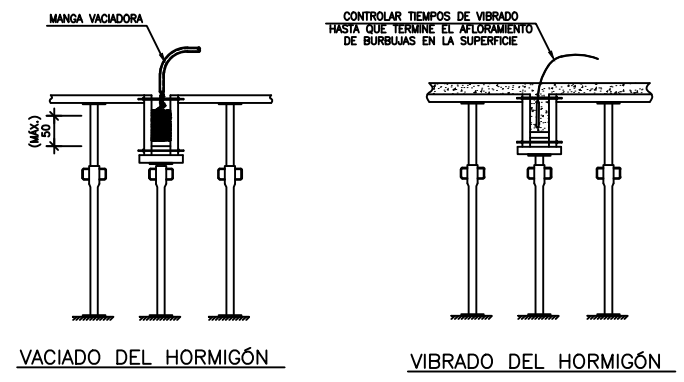
CERTIFICADO CALIDAD DEL FIERRO S/ NCH 204  
PROTOCOLO DE RECEPCIÓN DE ARMADURAS PARA FUNDACIONES

MOLDAJES



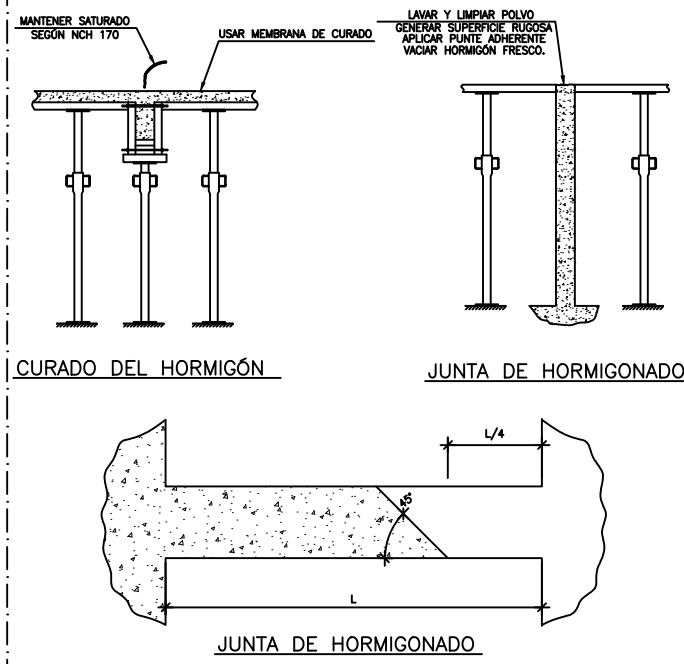
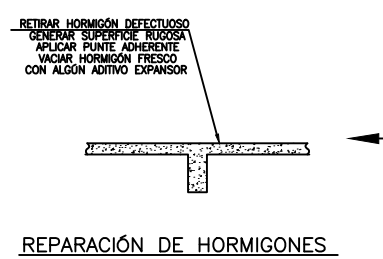
PROTOCOLO DE RECEPCIÓN DE MOLDAJES PARA FUNDACIONES

HORMIGONES



PROTOCOLO DE INICIO DE VACIADO DEL HORMIGÓN  
CERTIFICACIÓN DE PLANTA DEL HORMIGÓN.  
INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN

REPARACIONES



INTERRELACIÓN

UNIVERSIDAD DE CHILE - DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

**PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION LOSAS Y VIGAS**

PROYECTO N°	PLANO PPCC N°	REV.
001	PPPPCC 3	A

A	27/05/14	EMITIDO PARA REFERENCIA	V.M.Q.																
REV. N°	FECHA	REVISIONES	DISEÑO	REVISO	SUPV.	IP	NUM	RO	GI	CLIENTE	CUADRO DE SIMBOLOGIA								