



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

**GENERACIÓN DE PLANOS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN LA
INGENIERÍA DE DISEÑO**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

IVÁN MAURICIO ROLDÁN RIVERA

PROFESOR GUÍA:

EDGARDO GONZÁLEZ LIZAMA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

DAVID CAMPUSANO BROWN

FRANCISCO BELLO ARANCIBIA

SANTIAGO DE CHILE

2013

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE: Ingeniero Civil
POR: Iván Mauricio Roldán Rivera
FECHA: 03/07/2013
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 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 todo proceso constructivo.

Parte importante del proceso constructivo son las especificaciones técnicas elaboradas por la ingeniería de detalles del proyecto, ya que en conjunto a los planos, le permiten al contratista desarrollar sus procedimientos de construcción. Sin embargo, respecto de las referidas especificaciones se constata que adolecen de una serie de problemas que constituyen costos importantes para la industria de la construcción, los que responden principalmente a deficiencias en el contenido; y más detalladamente, a la ausencia, inconsistencia y/o no aplicación de los criterios que en ella se definen.

Para contribuir a la superación del problema descrito, se desarrolla un estudio de la situación actual de las especificaciones técnicas en Chile, lo que permite identificar y explotar oportunidades de mejora, las que luego se abordan mediante la implementación de una alternativa de representación gráfica denominada Plano de Especificaciones Técnicas, lo 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 jerarquizar adecuadamente los requerimientos específicos de cada proyecto con la intención de facilitar el trabajo en obra. Mediante el desarrollo de un procedimiento para elaborar Planos de Especificaciones Técnicas y por vía de la construcción de ejemplos para especificaciones de estructuras de acero y de hormigón, se logra dar forma al objetivo planteado.

Finalmente, se estima que el formato propuesto permite concentrar los esfuerzos del diseñador en mejorar el contenido de las especificaciones técnicas y en ajustar cada una de éstas a los requerimientos reales de los proyectos.

*A los que luchan contra la injusticia social,
a mi familia, a Annette
y a mis amigos.*

Agradecimientos

Al finalizar esta etapa tan importante de mi vida, miro hacia atrás y son muchas las personas que de algún u otro modo aportaron con su grano de arena en este proceso que está por finalizar.

Quisiera agradecer especialmente a mis padres, María e Iván, por su amor incondicional. A mis hermanos, por su disposición a tenderme una mano cuando lo necesité. A Annette, por todo su amor, comprensión y ser un pilar fundamental en todos mis aciertos y desaciertos. Y a la familia Henry Castro por todo su cariño.

Al interior de la universidad, agradezco al Prof. 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 entera disposición a ayudarme cuando se los solicité.

No puedo dejar de lado en este agradecimiento, a mis compañeros y amigos de tantas tortuosas jornadas de estudio y trabajo, Leonardo Muñoz y Jorge Mella. A mis grandes amigos, Paulina V. y Daniel S. y todos aquellos con quienes compartí grandes momentos de entretenimiento y relajación. Y al colectivo Raco, por ser mi cable a tierra en este ambiente tan materialista e individualista.

Tabla de contenido

Capítulo 1

| | |
|-----------------------------------|---|
| Introducción..... | 1 |
| 1.1 Motivación..... | 1 |
| 1.2 Objetivos..... | 4 |
| 1.2.1 Objetivo general | 4 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 4 |
| 1.3 Alcances..... | 4 |
| 1.4 Metodología | 5 |

Capítulo 2

| | |
|--|----|
| Estudio de la situación actual de las Especificaciones Técnicas en Chile | 6 |
| 2.1 Introducción | 6 |
| 2.2 Marco Normativo | 7 |
| 2.3 Comité de especificaciones técnicas, ICH..... | 8 |
| 2.4 Encuesta..... | 10 |
| 2.4.1 Resultados de encuesta | 11 |
| 2.4.2 Análisis de encuesta..... | 18 |
| 2.5 Deficiencias de las especificaciones técnicas | 19 |
| 2.5.1 Especificidad | 19 |
| 2.5.2 Consistencia..... | 21 |
| 2.5.3 Funcionalidad | 23 |
| 2.6 Identificación de las fuentes de problemas en las Especificaciones Técnicas..... | 24 |

Capítulo 3

| | |
|---|----|
| Propuesta de representación gráfica de Especificaciones Técnicas..... | 26 |
| 3.1 Introducción | 26 |
| 3.2 Tecnología de la Información | 26 |
| 3.3 Desarrollo Propuesta de Planos de Especificaciones Técnicas | 27 |
| 3.3.1 Definición de soluciones | 27 |
| 3.3.2 Estructura de los Planos de Especificaciones Técnicas | 29 |
| 3.3.3 Procedimiento para la confección de planos de especificaciones técnicas | 31 |
| 3.3.4 Impacto en el contenido de las Especificaciones Técnicas..... | 32 |

Capítulo 4

| | |
|-------------------|----|
| Conclusiones..... | 33 |
|-------------------|----|

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Futuras investigaciones sugeridas | 33 |
| 4.1.1 | Interfaz computacional para la elaboración de Planos de Especificaciones Técnicas | 33 |
| 4.1.2 | Aplicación de Planos de Especificaciones Técnicas en un proyecto real | 34 |
| 4.2 | Conclusiones | 34 |
| | Glosario | 36 |
| | Bibliografía..... | 37 |
| | Anexos..... | 39 |
| | Anexo A: Comentarios generales encuesta | 39 |
| | Anexo B: Detallamiento de estructuración de Planos de Especificación Técnica..... | 41 |
| | Anexo C: Prototipo de Plano de Especificación Técnica de Acero Estructural | 43 |
| | Anexo D: Prototipos de Planos de Especificación Técnica de Hormigón Estructural General | 45 |

Índice de tablas

| | |
|--------------------------------------|----|
| Tabla 2.1. Resumen Causa-Efecto..... | 25 |
|--------------------------------------|----|

Índice de ilustraciones

| | |
|--|----|
| Figura 2.1. Esquema de EETT | 8 |
| Figura 2.2. Distanciamiento del objetivo. | 20 |
| Figura 2.3. Resultado final ajustado al objetivo | 20 |
| Figura 2.4. Resultado final ajustado a requerimientos modificados..... | 21 |
| Figura 2.5. Flujo de información en un proyecto | 22 |
| Figura 2.6. Proceso comunicacional en Ingeniería | 23 |
| Figura 2.7. Diagrama de Ishikawa | 24 |
| Figura 3.1. Partes del Plano de EETT | 29 |
| Figura 3.2. Diagrama de proceso de confección de Planos de EETT..... | 31 |

Índice de gráficos

| | |
|---|----|
| Gráfico 1.1. Impacto del costo de los cambios en el proyecto | 2 |
| Gráfico 2.1. Encuesta: Experiencia profesional de encuestados | 11 |
| Gráfico 2.2. Encuesta: Áreas de experiencia en diseño | 12 |
| Gráfico 2.3. Encuesta: Áreas de experiencia en construcción | 12 |
| Gráfico 2.4. Encuesta: Apreciación de la función de las notas de un plano | 13 |
| Gráfico 2.5. Encuesta: Función que debiesen tener las notas de un plano..... | 13 |
| Gráfico 2.6. Encuesta: Calificación de EETT según especificidad | 14 |
| Gráfico 2.7. Encuesta: Calificación de EETT según grado de actualización..... | 14 |
| Gráfico 2.8. Encuesta: Calificación de EETT según redacción | 15 |
| Gráfico 2.9. Encuesta: Importancia de EETT para el cliente | 15 |
| Gráfico 2.10. Encuesta: Importancia de EETT para el diseñador | 16 |
| Gráfico 2.11. Encuesta: Importancia de EETT para el constructor..... | 16 |
| Gráfico 2.12. Encuesta: Representación gráfica de las EETT como mejora | 17 |
| Gráfico 2.13. Encuesta: Modificación de EETT previas | 17 |

Capítulo 1

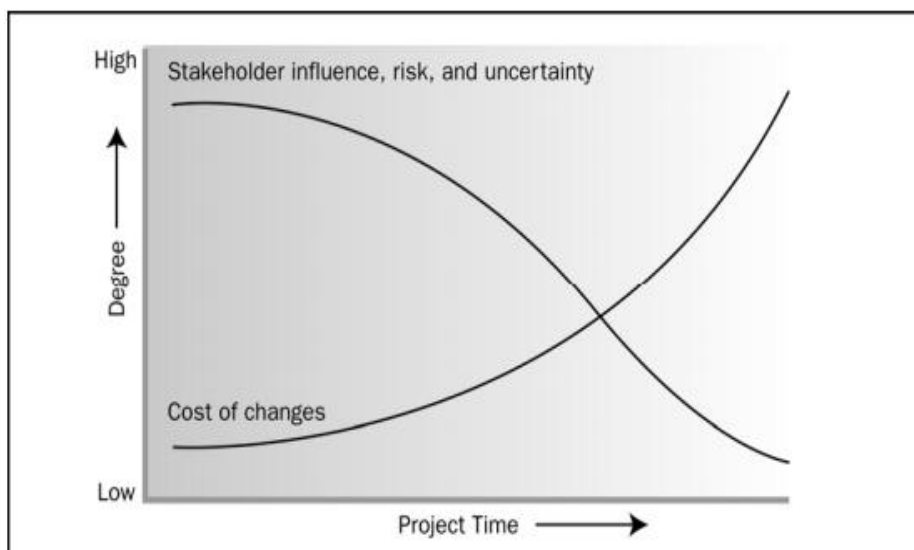
Introducción

1.1 Motivación

Las especificaciones técnicas, en adelante EETT, son parte de los documentos entregables de un proyecto, desarrollados por una ingeniería de diseño, donde se detallan los requerimientos constructivos que se complementan con la información contenida en planos, contratos y otros documentos.

Al interior de un proyecto poseen un carácter contractual, pudiendo transformarse en un medio probatorio para un eventual *claim* entre partes, dado a que en ellas se definen los criterios técnicos: de aceptación (que deben ser cuantificables y objetivos), de elección y uso de insumos, de partidas, de procedimientos, de pruebas de laboratorios, etc.; los que 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 y de EETT definen completamente las características físicas y técnicas de la obra que permiten cumplir con los objetivos de un proyecto.

Los proyectos de ingeniería poseen diversas etapas de estudio y de desarrollo, en la que a medida en que se avanza en su elaboración y detallamiento, el costo económico de las modificaciones y ajustes aumenta significativamente (Gráfico 1.1). De este modo, las EETT, al formar parte integral de un proyecto, deben ser elaboradas pensando en su capacidad de influencia sobre el producto final.



PROYECT Management Institute (PMI), Fundamentos para la dirección de proyectos (Guía PMBOK), 4a edición, EEUU, 2008

Gráfico 1.1. Impacto del costo de los cambios en el proyecto

Dada las características e importancia mencionadas, es imperativa la correcta comprensión y aplicación, de parte de todos los integrantes involucrados (diseñadores, proveedores y constructores) 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 e intrínseca existente 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 7.3% en 2013 (CChC, 2012). 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.

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 diseño 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

La industrialización¹ de la construcción se constituye entonces como una posible solución a esta situación, en post de una mejora en la productividad y calidad, sin embargo, su implementación requiere de una serie de cambios y condiciones, que dejarían de lado por ejemplo, las prácticas artesanales; dando paso a la incorporación de un sistema de gestión de la calidad, que otorgaría ambientes más controlados que permiten identificar y aplicar medidas correctivas a los distintos procesos que forman parte del diseño, construcción y uso. En este sentido, las EETT cumplen un rol fundamental, ya que entregan y definen los requisitos técnicos necesarios para ejecutar una obra de construcción.

Un enfoque industrializado requiere de una producción repetitiva y masiva para poder ser aplicada, condición que no necesariamente se da en los distintos proyectos de hoy en día. El desarrollo y mejoramiento de nuevos procesos y soluciones constructivas tales como enfierradura industrializada, construcción modular y elementos prefabricados han permitido el aumento de productividad y control de fallas, pero hay que tener en cuenta que la estandarización es la que logra maximizar los beneficios económicos de éstas. Las soluciones óptimas y con enfoque estandarizado, se obtienen cuando desde su concepción son desarrolladas de manera integral, razón por la que cualquier propuesta que apunte a mejorar y facilitar la coordinación entre las distintas especialidades es un aporte real para la industria.

Los grandes avances en materias de procesos constructivos, mejoras en las prestaciones de materiales; así como de nuevas y más asequibles tecnologías computacionales, han generado un ambiente propicio para la innovación en la industria. Sin embargo, la reticencia a implementar dichos avances es un común denominador por los diferentes actores. Es necesario entonces, generar instancias que promuevan la incorporación de la tecnología, pudiendo ser a través de plataformas intermedias que sirvan de interfaz y faciliten este proceso de cambio.

¹ Este concepto apunta a considerar de manera integral todo el ciclo de vida del producto, desde su diseño hasta su cierre, aplicando los conceptos de calidad en todas las etapas. Actualmente en la industria de la construcción, la exigencia se centra sobre todo en los productos y materiales, especialmente en aquellos que están sometidos a normativa, lo que obliga a procesos de control, mejora y optimización de la fabricación industrial; pero no se enfocan en la puesta en obra durante el proceso de ejecución y de la falta de mantenimiento posterior.

En materia de productividad e implementación de tecnología, el BIM (Building Information Modeling) se ha mostrado como una herramienta eficaz para el proceso de generación y gestión de datos en proyectos de construcción durante todo su ciclo de vida, permitiendo que la interacción entre las partes involucradas se realice de forma más rápida y directa, previniendo interferencias y posibles conflictos, con el consecuente aumento de la productividad. No obstante, su incorporación en Chile no ha estado ajena a las dificultades propias de la innovación (Revista BIT, marzo 2012).

La versatilidad de esta plataforma de coordinación y trabajo, no sólo permite la integración del diseño en un modelo 3D, sino que también la información y características paramétricas que describen a un material y/o proceso, de este modo, la instauración de las EETT al modelo es totalmente factible, pero se presenta la necesidad de orientar estos documentos de un modo que facilite su incorporación a dicha herramienta.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta de representación alternativa de las actuales especificaciones técnicas, denominada Planos de Especificaciones Técnicas, 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 las EETT.
- Determinar las variables relevantes que permita la confección de EETT más atinentes al proyecto al que pertenece.
- Generar una propuesta que sea compatible con desafíos futuros de la industria de la 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 técnicos.

1.4 Metodología

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

1. Recopilación de antecedentes

Se realiza una revisión del marco normativo vigente en Chile, de estudios y experiencias previas asociados a mejoras. Además, una recopilación de EETT para su posterior análisis.

En paralelo, se elabora una encuesta y es distribuida a profesionales del área de ingeniería y construcción, con la finalidad de establecer una caracterización del funcionamiento de estos documentos.

2. Análisis de la información

A raíz de los resultados observados de la encuesta y de los análisis desarrollados, se busca identificar problemáticas comunes y cuyas causa puedan ser abordadas con la implementación de herramientas gráficas. De este modo, se definen los requerimientos que deben ser considerados para la confección de la propuesta de planos de EETT.

3. Diseño de planos de especificaciones técnicas

Al disponer de los requerimientos y de EETT escritas, se procede a la definición de los elementos que conforman los planos de EETT 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 propuesta es que las EETT sean concebidas desde un comienzo como planos de EETT.

Capítulo 2

Estudio de la situación actual de las Especificaciones Técnicas en Chile

2.1 Introducción

Para el desarrollo de este trabajo de título, se hace necesario realizar un levantamiento del estado actual de las EETT, 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 marco normativo chileno acerca de estos documentos, específicamente la Norma NCh 1156 Of. 1999, en búsqueda de parámetros que determinen una confección que permita asegurar el cumplimiento de los objetivos de las EETT en los distintos proyectos.

Posteriormente, se analizan las EETT desarrolladas por un comité instituido para el efecto por el Instituto del Cemento y Hormigón de Chile con el objeto de dar solución y/o mitigar una serie de deficiencias que conllevan un costo importante para la industria de la construcción.

Por otra parte se presentan los resultados de la aplicación de una encuesta web a variados profesionales vinculados al desarrollo de proyectos, con la finalidad de poder realizar un diagnóstico y obtener un *input* de información y evaluación cualitativa que 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 confección de planos de EETT.

2.2 Marco Normativo

En Chile, la normativa vigente para la elaboración de EETT en la construcción corresponde a:

- NCh 1156/1 Of. 1999, Construcción – Especificaciones técnicas – Ordenación y designación de partidas – Parte 1: Generalidades
- NCh 1156/2 Of. 1999, Construcción – Especificaciones técnicas – Ordenación y designación de partidas – Parte 2: Gastos adicionales, obras provisionales y trabajos previos
- NCh 1156/3 Of. 1999, Construcción – Especificaciones técnicas – Ordenación y designación de partidas – Parte 3: Obras de construcción
- NCh 1156/4 Of. 1999, Construcción – Especificaciones técnicas – Ordenación y designación de partidas – Parte 4: Instalaciones
- NCh 1156/1 Of. 1999, Construcción – Especificaciones técnicas – Ordenación y designación de partidas – Parte 5: Obras complementarias

En esta normativa se define a las EETT “como un conjunto sistematizado de requisitos técnicos necesarios para ejecutar una obra de construcción”, formando “parte de un proyecto y complementando la representación gráfica del mismo”. Este documento “debe contener todas aquellas exigencias que sea posible o conveniente indicar en los planos, definiendo los criterios (cuantificables) de aceptación para determinar el control de calidad” (INSTITUTO, 1999).

A modo de uniformar la presentación de estos documentos en las instituciones públicas y privadas es que se establece el esquema de desarrollo, ordenación y contenido que se debe incluir. De esta manera se concibe a las EETT como un documento escrito conformado por la estructura presentada en la Figura 2.1.

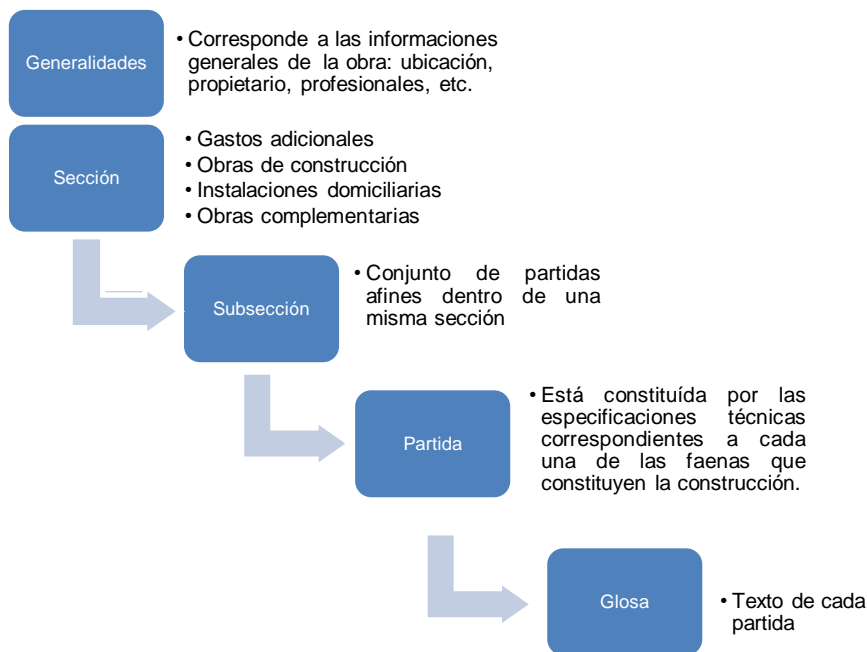


Figura 2.1. Esquema de EETT

Cabe destacar que el aporte de estas normativas para el desarrollo de las EETT, se limita a estandarizar el formato, él que a través de una indexación definida de la información, no incorpora herramientas para que la confección de estos documentos, ya sea de forma y/o contenido, cumpla con los objetivos y definiciones que se plantean en la norma. Por lo mismo, su utilización por parte de los ingenieros de proyectos es relativamente baja. Con ello, el desarrollo de las EETT queda sujeto a criterio de los diseñadores. En este contexto, se espera que las propuestas que se plantean en este trabajo de título sean un aporte a la Ingeniería de Proyectos

2.3 Comité de especificaciones técnicas, ICH

Según un análisis desarrollado por el Instituto del Cemento y Hormigón de Chile, ICH, a empresas del sector de la construcción, se concluyó que la generación de un correcto sistema de EETT permitiría un ahorro de US\$ 100 millones al año, por conceptos de disminución de conflictos y costos de reparación (ICH, mayo 2004).

En este contexto, el ICH convocó a un equipo técnico para estudiar las deficiencias en las EETT, cuyo análisis permitió concluir que los conflictos son generalmente ocasionados por las mismas razones en todos los proyectos. Los más recurrentes están asociados a la ausencia, diferencia o la no aplicación de criterios respecto a tolerancias, agrietamiento, colocación y durabilidad del hormigón, así como también, a problemas de claridad en las cláusulas contractuales.

A raíz de aquello, se logran definir las principales características que deben incorporar las actuales especificaciones, las cuales se detallan a continuación:

- Tener un cuerpo que sea capaz de autoexplicarse y sustentarse.
- Dar la posibilidad de flexibilizar el trabajo si se cumplen parámetros de control, medibles y objetivos, que deben ser definidos para cada caso, además de contar con acciones a realizar en caso de no cumplimiento.
- Entregar herramientas para actuar en caso de que la empresa no tenga experiencia

El resultado final de esta comité concluyó con la publicación de 5 EETT estándar de formato escrito que son respaldadas cada una, *in extenso*, con un Documento Técnico de Especificación (DTE), el que contiene: las definiciones de los diferentes estándares de calidad, procedimientos para empresas que no lo posean, descripción de las condiciones mínimas para la aplicación de las EETT y finalmente, las técnicas confiables de procedimiento en caso de no cumplimiento.

Las EETT elaboradas y aprobadas por el comité son las siguientes:

- Fisuras no-estructurales en muros de hormigón armado.
- Altura de vaciado del hormigón en elementos verticales.
- Tiempo de desmolde de elementos verticales de hormigón armado
- Tolerancias dimensionales de elementos de hormigón armado
- Criterios de aceptación de superficies moldeadas en elementos de hormigón

El desarrollo de las soluciones apunta a enfrentar una modificación en el contenido, basándolo en el desempeño de la obra terminada. A diferencia de las típicas EETT, las basadas en desempeño no se centran en especificar procedimientos de ejecución, sino que se identifican los parámetros mínimos aceptables de resultado para un comportamiento adecuado según sea su diseño. Y en caso de no cumplimiento, cuentan con los procedimientos necesarios para la corrección.

Este enfoque de desarrollo entrega mayor protagonismo al cliente en términos de facilitar la labor fiscalizadora final, pudiendo calificar objetivamente si el producto final cumple con los estándares definidos en el diseño. Por otro lado, flexibiliza la labor de construcción al permitir el uso de procedimientos y/o tecnologías propias del contratista, lo que favorece la innovación en la

industria. Con ello, se transfiere completamente la responsabilidad y costo de calidad² del producto al contratista.

Finalmente, al analizar el trabajo desarrollado por el comité del ICH en el marco del presente trabajo de título. Se plantea una elaborada propuesta que, mediante un cambio de fondo en el contenido, soluciona una serie de ineficiencias de las EETT, sin embargo, no incorpora acciones frente a los problemas derivados de un deficiente procedimiento de confección de estos documentos (Sección 2.5).

2.4 Encuesta

Para el desarrollo del presente trabajo de título se realizó una encuesta a 33 profesionales del ámbito de la ingeniería de proyectos, con el objeto de poseer una apreciación de los diseñadores con respecto a la funcionalidad, contenido e interpretación de las EETT, a la espera 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 las EETT mediante una representación gráfica.

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

La selección de la muestra es de carácter no probalístico 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 profesor guía y del autor del presente trabajo , los cuales la contestan y posteriormente la transmiten a otros encuestados.

² El costo de la calidad de un producto se compone de 2 variables que se relacionan inversamente; por un lado está el costo asociado a la falla del producto terminado, asociado por ejemplo, a la pérdida de material y tiempo, costo de mano de obra por conceptos de reparación, reputación con el cliente, etc., y, por el otro lado, al costo de la prevención y evaluación de fallas, como ejemplo podría ser la implementación de sistemas de medición (equipos) y control (ensayos) durante el proceso de construcción, etc.

2.4.1 Resultados de encuesta

Como se mencionó anteriormente, la encuesta posee 3 enfoques temáticos cuya síntesis es expuesta a continuación.

Los Gráficos 2.1, 2.2 y 2.3 presentan los datos que permiten caracterizar de manera general al universo de encuestados. De ese modo, es posible valorizar de manera cualitativa los resultados que arroje la encuesta.



Gráfico 2.1. Encuesta: Experiencia profesional de encuestados

Desempeño en el área de diseño (N=33)

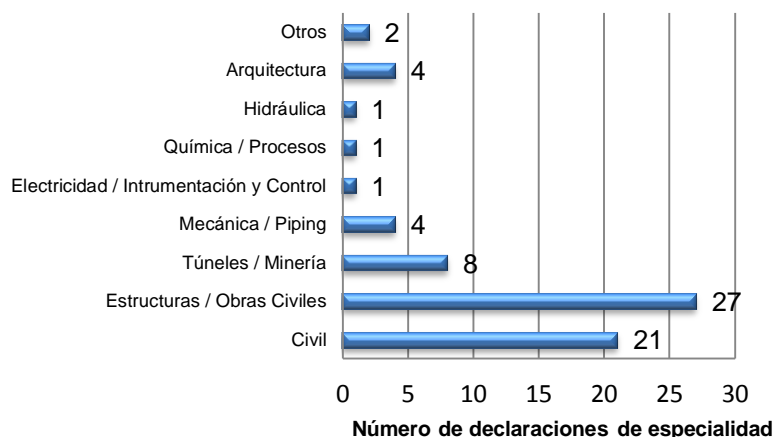


Gráfico 2.2. Encuesta: Áreas de experiencia en diseño³

Desempeño en el área de construcción (N=33)

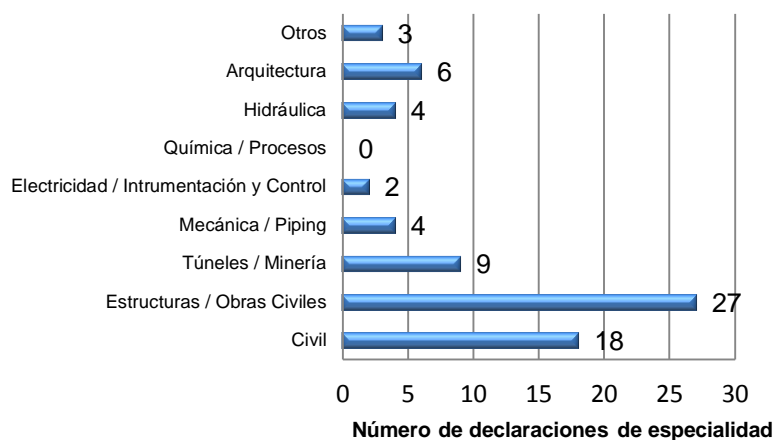


Gráfico 2.3. Encuesta: Áreas de experiencia en construcción⁴

En los Gráficos 2.4 y 2.5 se presentan por un lado, los resultados correspondientes a la funcionalidad que han presentado las notas de un plano en los distintos proyectos en que han desempeñado funciones los encuestados, y por el otro lado, a modo de contraste, lo que según su experiencia creen que debiese ser.

³ Los encuestados pueden seleccionar más de una especialidad, por lo que la suma de las respuestas supera el número de encuestados.

⁴ Ídem 3.

Con respecto a las NOTAS de un plano. ¿Cuál es la función que a usted le parece que han cumplido en los proyectos en que ha trabajado? (Lo que usted ha visto, no lo que cree que debiese ser)

(N=33)

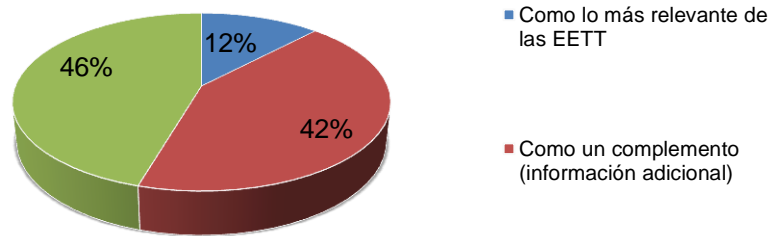


Gráfico 2.4. Encuesta: Apreciación de la función de las notas de un plano

En el mismo contexto de la pregunta anterior. ¿Cuál cree que debiese ser la función?

(N=33)

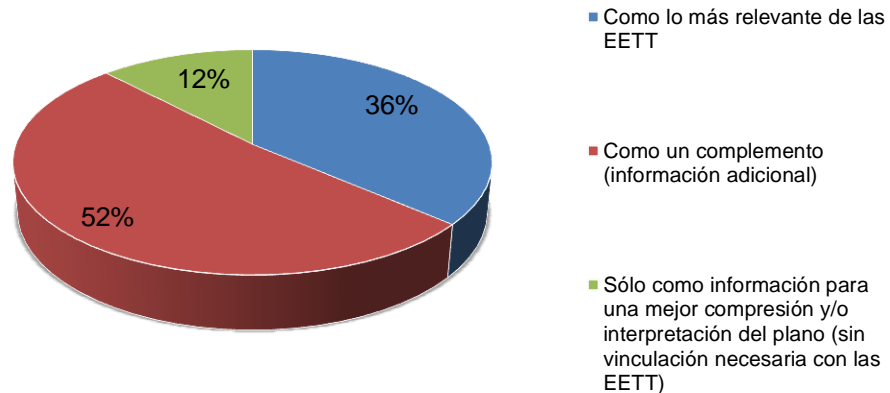


Gráfico 2.5. Encuesta: Función que debiesen tener las notas de un plano

Los Gráficos 2.6, 2.7 y 2.8 muestran las calificaciones que los profesionales dan a las EETT en lo que respecta a especificidad, grado de actualización y redacción.

En la actualidad, ¿Cómo calificaría las EETT, con respecto a su especificidad?

(N=33)

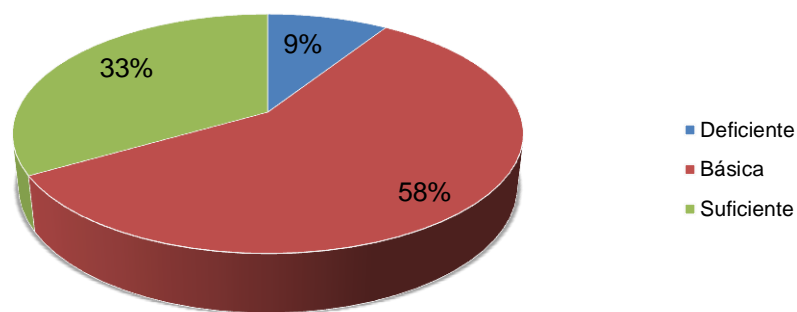


Gráfico 2.6. Encuesta: Calificación de EETT según especificidad

En la actualidad, ¿Cómo calificaría las EETT, con respecto a su grado de actualización (normativo y tecnológico)?

(N=33)

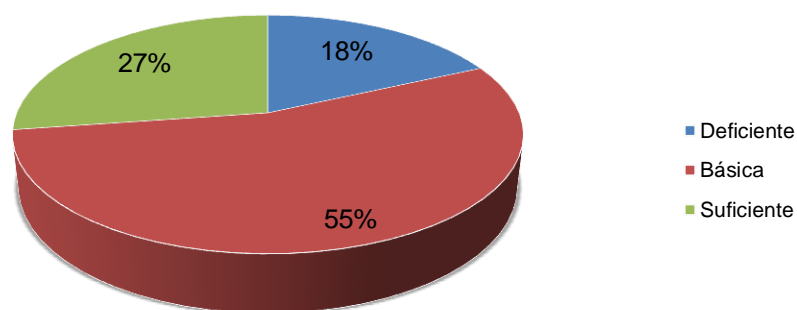


Gráfico 2.7. Encuesta: Calificación de EETT según grado de actualización

En la actualidad, ¿Cómo calificaría las EETT, con respecto a su redacción?

(N=33)

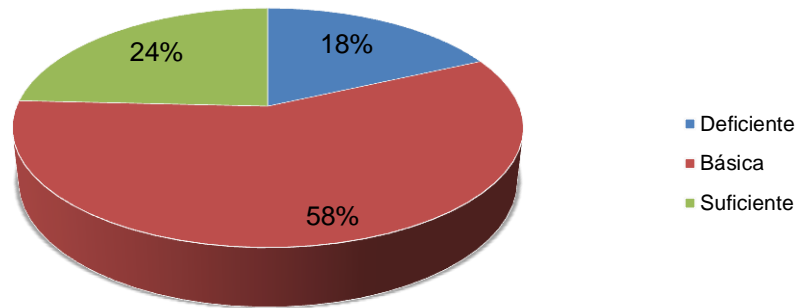


Gráfico 2.8. Encuesta: Calificación de EETT según redacción

En los Gráficos 2.9, 2.10 y 2.11 están los resultados de la importancia que según los encuestados, le otorgan a las EETT los distintos actores del proyecto, sea el cliente, el diseñador y el constructor.

En la actualidad. ¿Qué importancia le da a las EETT el cliente?

(N=33)

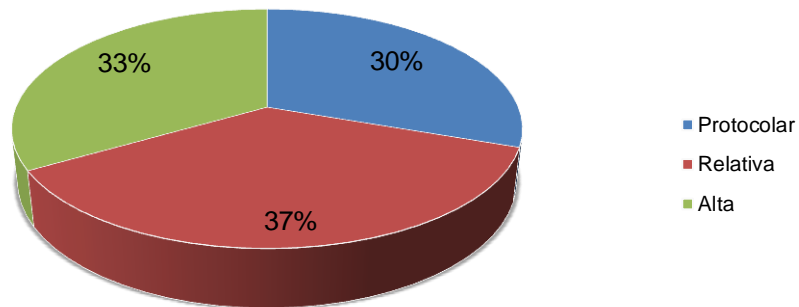


Gráfico 2.9. Encuesta: Importancia de EETT para el cliente

En la actualidad. ¿Qué importancia le da a las EETT el diseñador?

(N=33)

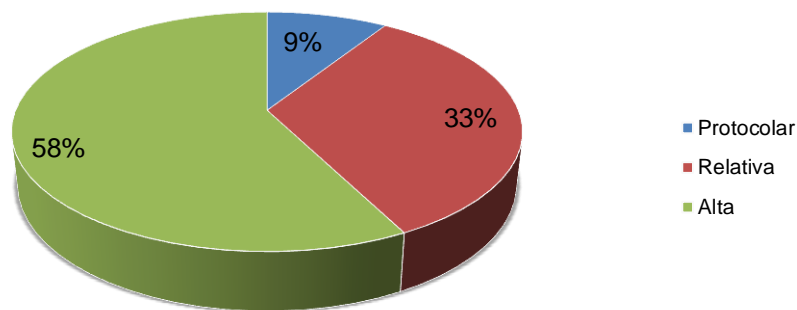


Gráfico 2.10. Encuesta: Importancia de EETT para el diseñador

En la actualidad. ¿Qué importancia le da a las EETT el constructor?

(N=33)

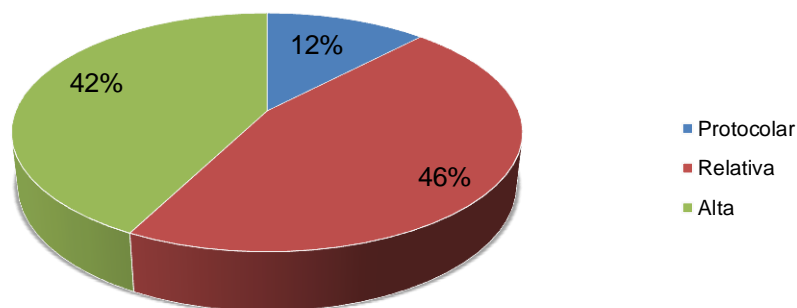


Gráfico 2.11. Encuesta: Importancia de EETT para el constructor

Por otro lado, en el Gráfico 2.12 se muestra el resultado asociado a si una representación gráfica permitiría una mejora en el entendimiento del contenido del actual formato escrito de las EETT.

¿Usted cree que parte de las EETT pueden ser representadas de manera gráfica a través de planos, para efectos de mejor entendimiento del contenido de éstas?. (No confundir con planos de notas generales).

(N=33)

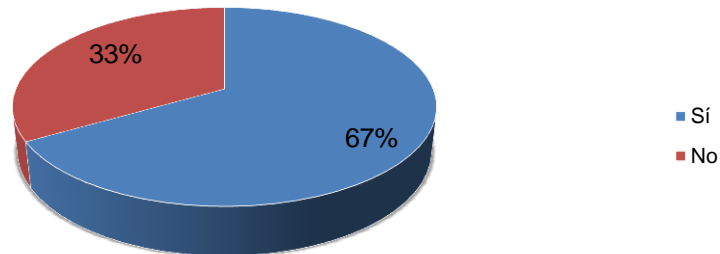


Gráfico 2.12. Encuesta: Representación gráfica de las EETT como mejora

En el Gráfico 2.13, 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 las EETT.

Cuando para un nuevo proyecto tomamos las EETT de un proyecto previo. ¿Qué cree usted que sería más fácil cambiar, en términos de tiempo y de buena adecuación?

(N=22)

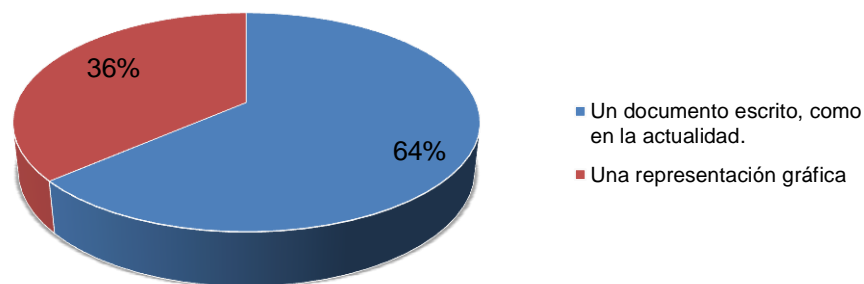


Gráfico 2.13. Encuesta: Modificación de EETT previas

Finalmente existen comentarios generales manifestados por los encuestados (Anexo A) sobre las EETT que serán empleados en la Sección 3.3.1.

2.4.2 Análisis de encuesta

Las características de los encuestados, donde un 49% 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 2.6, 2.7 y 2.8, es posible determinar que las EETT, en lo que respecta a sus características de especificidad, grado de actualización y redacción 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. Por otra parte, en los resultados asociados a la importancia que le otorgan los distintos actores a juicio de los encuestados, se puede observar que los clientes (Gráfico 2.9) no poseerían una tendencia definida sobre la valorización que se le entregan a las EETT. Esto puede deberse a que los ingenieros diseñadores estiman que los clientes se preocupan sólo de los planos como producto final del proyecto encargado.

Respecto de los diseñadores (Gráfico 2.10), a juicio de ellos mismos, son los que más interés mostrarían en las EETT. Esto se debe a que son ellos quienes elaboran este documento y por tanto, tienen en consideración la importancia de su aplicación para el correcto desempeño del diseño.

No obstante lo anterior, como se analiza en la sección siguiente, se observan malas prácticas relacionadas con la confección de la EETT por parte de los diseñadores, como por ejemplo: la copia indiscriminada del contenido de EETT de proyectos previos (Sección 2.5.1), que para efectos del presente trabajo se denominará *copiar-pegar* o *copypaste*; así como también, incoherencias en el contenido, producto de problemas de coordinación (Sección 2.5.2). Estas acciones van en desmedro de la calidad de las EETT y pueden provocar un impacto negativo en el producto final.

Respecto de los constructores (Gráfico 2.11), los encuestados estiman que éstos le otorgan una importancia media a las EETT. Este juicio podría deberse a que son ellos quienes deben llevar a cabo la aplicación del contenido de éstas, pero a la vez, lo que se observa en terreno es que no se consideran completamente. Sin embargo, dado que las actuales EETT poseen deficiencias, éstas podrían estar adquiriendo un carácter referencial que disminuye su importancia.

Finalmente, existe un amplio apoyo, reflejado en el Gráfico 2.12, de que una representación gráfica de las EETT 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 concebir en comparación a uno escrito (Gráfico 2.13) lo que impone

como desafío la elaboración de un concepto de formato gráfico en que sea fácil la elaboración y modificación del contenido de las EETT.

2.5 Deficiencias de las especificaciones técnicas

Como resultado del levantamiento realizado a lo largo de este capítulo, y considerando el proceso íntegro de confección y uso de las EETT, se pueden identificar en estos entregables, 3 características fundamentales que son afectadas por una serie de problemas que son descritas a continuación.

2.5.1 Especificidad

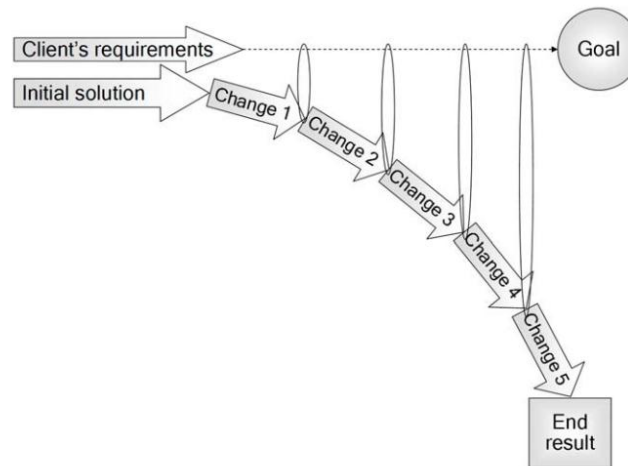
Uno de los grandes y más recurrentes problemas que enfrentan las EETT es su falta de especificidad, entendiéndose este término como la estrecha, particular y precisa relación que debe tener este documento con el proyecto al cual pertenece.

Se observan EETT 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 el proyecto al cual describe, incluyendo información innecesaria que dificulta la aplicación de las EETT. En la práctica, este problema de atingencia lleva a que los profesionales de la construcción no den a las EETT 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 *copypaste* de los documentos de proyectos previos sin la discriminación necesaria. Su práctica común muestra que existe una clara tendencia a considerar a ciegas que las EETT de 2 proyectos 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 del segundo proyecto 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.

El dinamismo en la vida del desarrollo de un proyecto supone una serie de desafíos que condicionan el éxito de éste. 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 el diseño. El

problema de especificidad se traduce en un desalineamiento entre el objetivo y el resultado final (Figura 2.2).

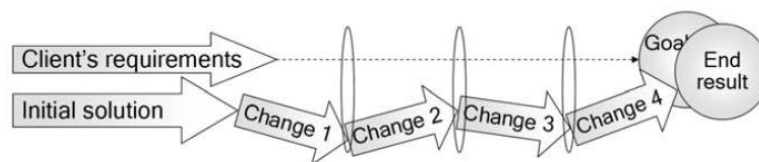


KIVINIEMI, Arto (2005). Requirement management interface to building product models. Reporte Técnico #161 CIFE. Stanford University

Figura 2.2. Distanciamiento del objetivo.

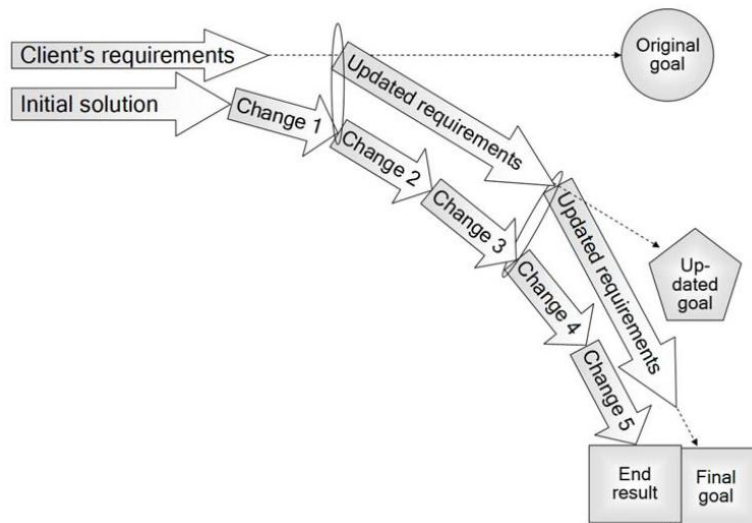
Este problema de sintonía es frecuente, pero no implica necesariamente que los proyectos estén mal diseñados o que no cumplan con su propósito general (KIVINIEMI, 2005), pero supone un costo económico para la industria, ya que por el lado del cliente, éste puede estar pagando por un producto que carece 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).



KIVINIEMI, Arto (2005). Requirement management interface to building product models. Reporte Técnico #161 CIFE. Stanford University

Figura 2.3. Resultado final ajustado al objetivo



KIVINIEMI, Arto (2005). Requirement management interface to building product models. Reporte Técnico #161 CIFE. Stanford University

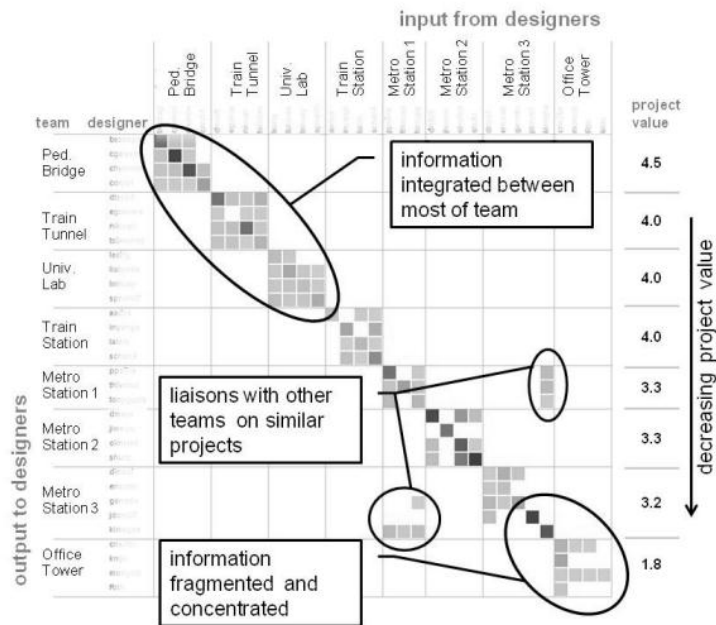
Figura 2.4. Resultado final ajustado a requerimientos modificados

2.5.2 Consistencia

Anteriormente se ha hecho mención a la importancia que las EETT tienen al interior de un proyecto, cuya función principal es de entregar y definir con criterios objetivos y cuantificables los requisitos técnicos que debe poseer la obra final.

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 diseñadores 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 diseñadores 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.



SENESCU, R. y Haymaker, J. (2011). Communicating design processes effectively and efficiently. Reporte Técnico #198 CIFE. Stanford University

Figura 2.5. Flujo de información en un proyecto

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. (Senescu y Haymaker, 2011)

Por otra parte, cuando se realiza la práctica común de *coppypaste*, empleando las EETT 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 EETT 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.

2.5.3 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 las actuales EETT, 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, las EETT poseen una estructura similar a la presentada en la NCh 1156 Of. 1999 (Sección 2.2), donde existe un orden estructurado de las distintas partidas, sin embargo, existen diferencias en como son finalmente presentadas las glosas. Por otra parte se observan documentos en que los requerimientos se hallan claramente definidos e identificados a lo largo de las EETT, mientras que en otros documentos, las glosas se encuentran como un conjunto inserto en un párrafo. En este último escenario es donde se constatan los mayores problemas que dificultan al usuario entender eficazmente los requerimientos, puesto que la excesiva y/o deficiente literatura se contrapone a la precisión de las ideas.

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 las EETT 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 (Figura 2.6), 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. Por ejemplo, para obtener la información relevante a un elemento A, es necesario revisar toda las EETT, dado a que existen requerimientos de otros que elementos que pueden condicionar las características del elemento A.

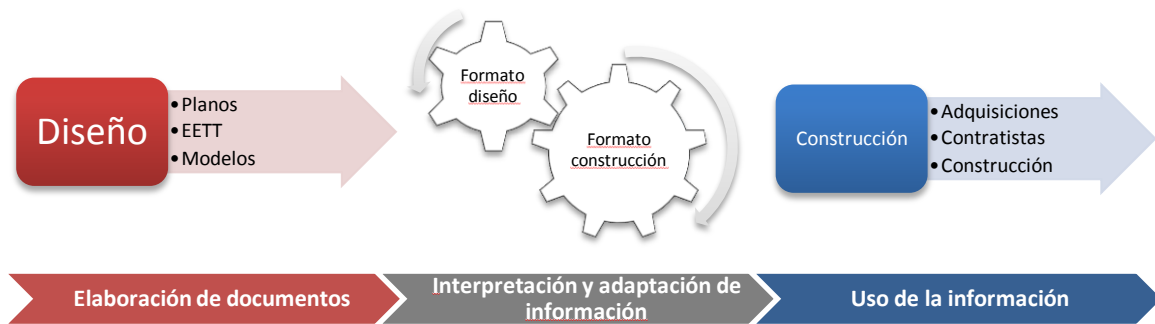


Figura 2.6. Proceso comunicacional en Ingeniería

2.6 Identificación de las fuentes de problemas en las Especificaciones Técnicas

En la Sección 2.5 se definen y analizan las características fundamentales que son consideradas para la elaboración de la propuesta de mejora de las actuales EETT. Para realizar un análisis de los requerimientos que la propuesta debe contener, primero se deben identificar las causas más importantes de los problemas. Para ello se empleará una herramienta llamada “diagrama de Ishikawa”, comúnmente denominada “diagrama de causa-efecto”, cuyo propósito es determinar en forma sistemática cuáles son las causas posibles que provocan un efecto. Con ello, se podrán observar organizadamente las relaciones entre los distintos factores que intervienen en el desarrollo de un proyecto.

La Figura 3.1 corresponde al diagrama de Ishikawa para el problema actual de las EETT, cuya fuente de datos para su confección, se obtuvo de los comentarios generales (Anexo A) ingresados en la encuesta descrita en la Sección 2.4, así como también de la síntesis de los resultados del comité de EETT del ICH (Sección 2.1).

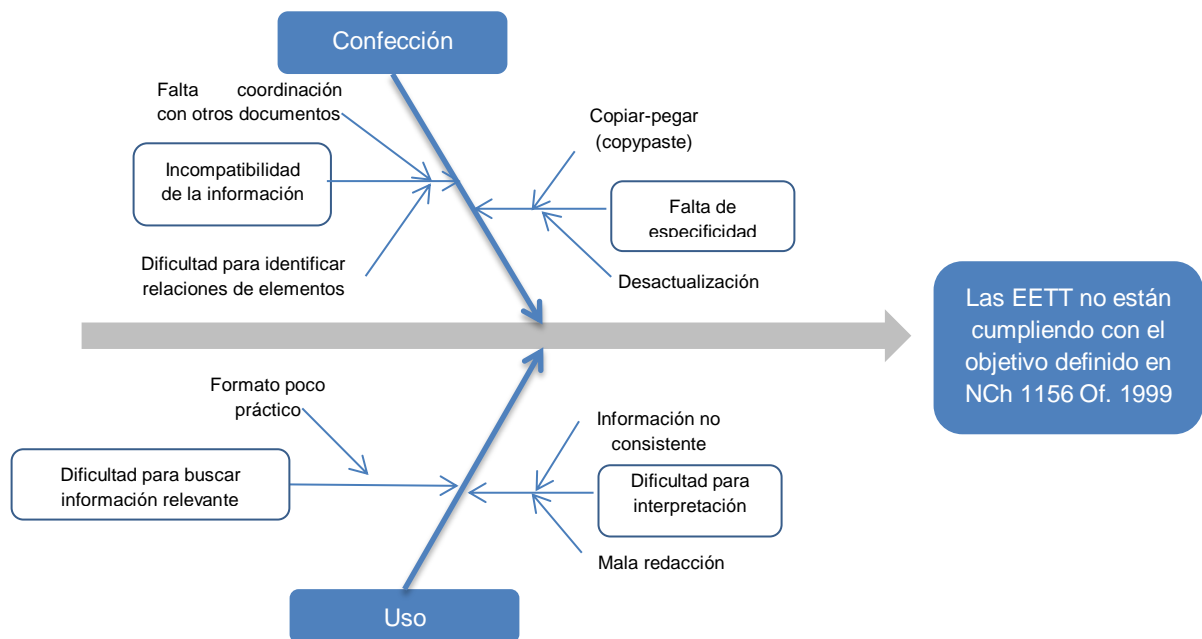


Figura 2.7. Diagrama de Ishikawa

Tabla 2.1. Resumen Causa-Efecto

| Efecto | Causa |
|--|---|
| Incompatibilidad de la información | Falta coordinación con otros documentos |
| | Dificultad para identificar relaciones de elementos |
| Falta de especificidad | Copiar-Pegar (Coppypaste) |
| | Desactualización |
| Dificultad para buscar información relevante | Formato poco práctico |
| Dificultad para interpretación | Información no consistente |
| | Mala redacción |

Capítulo 3

Propuesta de representación gráfica de Especificaciones Técnicas

3.1 Introducción

El estudio del estado actual de las EETT 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 de las actuales EETT con el objetivo de ser una solución a los problemas actuales, 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 término de Plano de EETT, 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. Los avances en esta materia durante las últimas 2 décadas han sido explosivos, basta ver el desarrollo de internet y todas las aplicaciones que se generaron detrás de su implementación, por ejemplo, *e-mail*, *e-commerce*, etc.

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 las EETT. 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 relaciones 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 Especificaciones Técnicas

3.3.1 Definición de soluciones

Definidas las relaciones causales en el capítulo 2 (tabla 2.1) se está en condición de generar una propuesta de mejora que considera el contexto en el que se insertan las EETT.

Por un lado, las características específicas de cada proyecto impone 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 las EETT, sino que son orientadas hacia una modificación de la estructura que conforma dicho documento.

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 las EETT, 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 EETT y que justifican esta propuesta, se presentan a continuación.

- **Falta coordinación con otros documentos:** Las EETT están basadas 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.
 - **Solución:** Incorporar las referencias que suponen una restricción de contenido entre distintos documentos mediante una referencia al código identificador de la glosa.
- **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 las distintas glosas que componen la especificación técnica.
- **Copiar-Pegar (Copypaste):** 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 las distintas glosas que componen las EETT.
- **Desactualización:** Generalmente el proceso de actualización de las versiones de una EETT es un copypaste 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 copypaste.
- **Formato poco práctico:** Se debe tener en consideración al usuario, típicamente el constructor, que emplea las EETT para diferentes tareas (elección y compra de suministros, restricciones de procedimientos para faenas, criterios para la aceptación de partidas, 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 de la glosa según la naturaleza del contenido.
- **Mala redacción:** Al interior de cualquier documento escrito, la redacción es una parte importante que permite dar cuerpo, coherencia a una idea y fluidez al texto. Problemas en este ámbito implica que las ideas que quiera transmitir el diseñador 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 relaciones permite disminuir parte de los problemas de redacción que son propios del lenguaje escrito.

3.3.2 Estructura de los Planos de Especificaciones Técnicas

En términos generales, la propuesta de Planos de EETT plantea una organización matricial de las distintas glosas que componen una EETT en cuanto a los distintos elementos estructurales a los que hacen mención en los requerimientos técnicos, como también a la naturaleza de estos últimos.

La estructura esquemática para concebir un plano de EETT según los requerimientos definidos en la Sección 3.2.1 se presenta en la Figura 3.1.

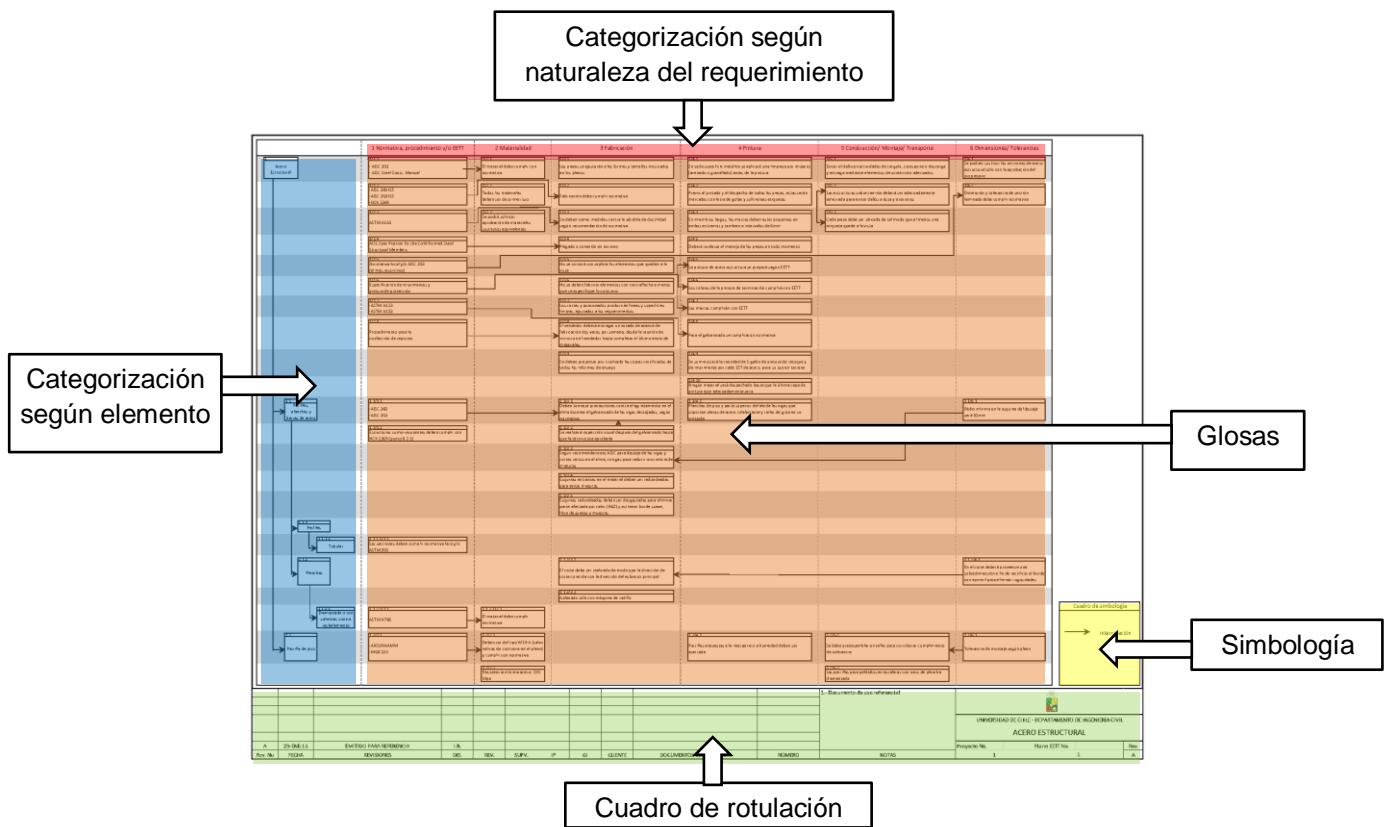


Figura 3.1. Partes del Plano de EETT

3.3.2.1. Categorización según elemento

Esta zona corresponde a la organización jerarquizada 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 elemento y un código identificador.

3.3.2.2. Categorización según naturaleza del requerimiento

Al igual que en una EETT convencional, los requerimientos técnicos son definidos a través de glosas. Sin embargo, la propuesta considera que las glosas además de poseer una relación directa con el elemento, deben ser clasificadas usando categorías predefinidas según sea su naturaleza (normativa/procedimientos/EETT, materialidad, dimensiones/tolerancias, montaje/construcción, etc.), las que deben ser enumeradas.

3.3.2.3. Glosas

En esta zona se debe incorporar el contenido de las EETT en recuadros que deben ser ubicados según categoría de elemento y naturaleza del requerimiento, además de un código que identifica su pertenencia según elemento y categoría de contenido.

En el caso en que dos o más glosas posean alguna relación restrictiva con otra glosa, se deben disponer flechas para explicitar dicha relación. A su vez, cuando una glosa se relacione con otro documento, se debe incorporar una glosa en la categoría según naturaleza de la restricción (normativa/procedimientos/EETT), en la que se indique el código del documento y alguna identificación que permita obtener la información referenciada.

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 B, correspondiente al Plano de Estructuración que utiliza como ejemplo un prototipo de Plano de Especificaciones Técnicas para hormigón estructural.

3.3.3 Procedimiento para la confección de planos de especificaciones técnicas

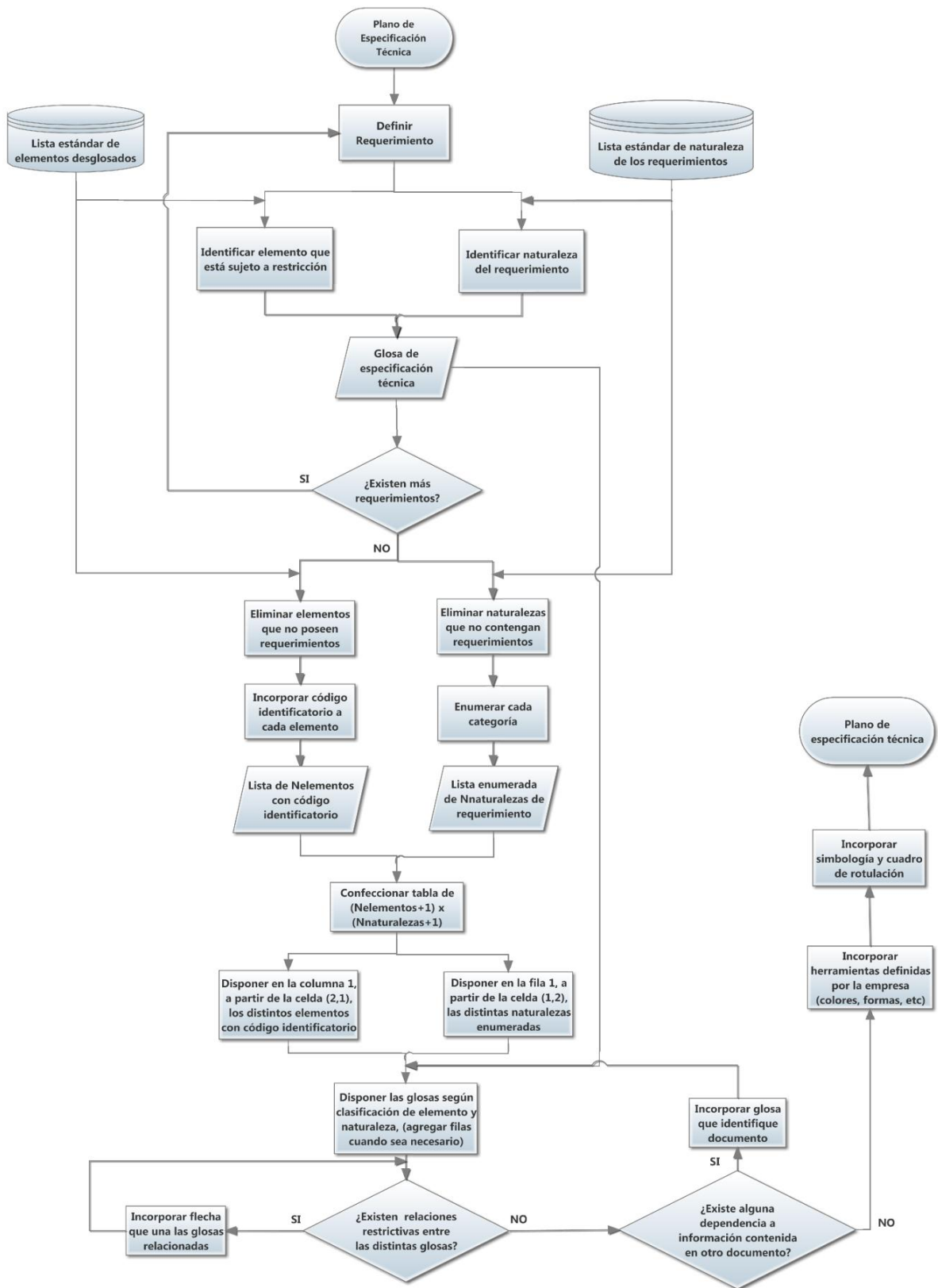


Figura 3.2. Diagrama de proceso de confección de Planos de EET

En la Figura 3.2 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 EETT.

En los Anexos C y D se encuentran disponibles prototipos de planos de EETT generales para acero de uso estructural y para 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 las EETT, 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 las Especificaciones Técnicas

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

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 Especificaciones Técnicas

Las características de la propuesta de planos de EETT 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 los Anexos C y D, éstos fueron elaborados íntegramente en una planilla Excel. Sin embargo, para una confección más prolija y optimizada, se propone la realización de un software que sirva de interfaz para el desarrollo de estos documentos. De este modo, los esfuerzos del especificador estarían enfocados solamente al contenido de las EETT.

Por otra parte, la incorporación de una plataforma computacional entrega la oportunidad de integración con otras herramientas disponibles actualmente en materia de contenido de las EETT, como por ejemplo, las bases de información actualizadas del Registro CDT⁵.

Del mismo modo, la presencia de una clasificación según elemento y naturaleza del requerimiento facilita la interoperabilidad de la información con plataformas que gestionan datos

⁵ Es un servicio de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción, con el respaldo de la Asociación de Oficinas de Arquitectos (AOA), que cuenta con una completa base de conocimientos sobre materiales de construcción, permitiendo a los profesionales del área acceder a información clasificada, estandarizada y verificada.

paramétricos del proyecto, como el caso de BIM. En este sentido, se insta a la investigación del formato IFC⁶ (*Industry Foundation Classes*) en el contexto de los planos de EETT.

4.1.2 Aplicación de Planos de Especificaciones Técnicas 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 EETT a partir del uso de documentos de formato escrito convencional. Sin embargo, se hace necesaria la aplicación y análisis de planos de EETT 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 las EETT 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 EETT, 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 los criterios técnicos 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. En ese sentido, la falta de coordinación de la información entre los distintos documentos es un problema que adolecen las actuales EETT.

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 EETT, en la que por vía de la incorporación del recurso gráfico y una

⁶ El IFC es un formato de datos estándar para programas computacionales del área de la construcción, basado en clases y objetos que permiten definir funcionalidades y características a un modelo paramétrico.

nueva estructuración, se plantean soluciones de forma que también impactan 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 EETT, 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) y una estructuración que se adapta de mejor modo a los modelos basados en elementos paramétricos, como el caso de BIM.

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

Glosario

Claim: Una solicitud, demanda o declaración de derechos realizada por un vendedor contra un comprador, o viceversa, para su consideración, compensación o pago en virtud de los términos de un contrato legalmente vinculante, como puede ser el caso de un cambio que es objeto de disputa. También conocido como: Reclamo.

Bola de nieve: Tipo de muestreo no probalístico 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, Ildefonso y ABASCAL, Elena Análisis de encuesta, Madrid, ESIC EDITORIAL, 2005.
3. INSTITUTO del cemento y del hormigón de Chile (ICH), Reducción de costos y conflictos en contratos de construcción, Especificaciones técnicas por comportamiento, Chile, [200-].
4. INSTITUTO del cemento y del hormigón de Chile (ICH), Proyecto FDI-ICH: Menos costos y conflictos, Revista BIT, (36):62-63, Mayo 2004.
5. INSTITUTO Nacional de Normalización (INN), NCh1165/1.Of1999, Construcción – Especificaciones técnicas – Ordenación y designación de partidas – Parte 1: Generalidades. Chile. 1999.
6. INSTITUTO Nacional de Normalización (INN), NCh1165/2.Of1999, Construcción – Especificaciones técnicas – Ordenación y designación de partidas – Parte 2: Gastos adicionales, obras provisionales y trabajos previos. Chile. 1999.
7. INSTITUTO Nacional de Normalización (INN), NCh1165/3.Of1999, Construcción – Especificaciones técnicas – Ordenación y designación de partidas – Parte 3: Obras de construcción. 1999.
8. INSTITUTO Nacional de Normalización (INN), NCh1165/4.Of1999, Construcción – Especificaciones técnicas – Ordenación y designación de partidas – Parte 4: Instalaciones. Chile. 1999.
9. INSTITUTO Nacional de Normalización (INN), NCh1165/5.Of1999, Construcción – Especificaciones técnicas – Ordenación y designación de partidas – Parte 5: Obras complementarias. Chile. 1999.
10. KIVINIEMI, A, Requirements Management interface to building product models, [en línea], CIFE Technical Report #161, Marzo, 2005, <<http://cife.stanford.edu/sites/default/files/TR161.pdf>>, [fecha de consulta: 2 de mayo de 2013]
11. 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>>, [fecha de consulta: 28 de enero de 2013].

12. PROYECT Management Institute (PMI), Fundamentos para la dirección de proyectos (Guía PMBOK), 4ª edición, EEUU, 2008.
13. 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>, [fecha de consulta: 28 de enero de 2013].
14. 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>>, [fecha de consulta: 28 de enero de 2013].

Anexos

Anexo A: Comentarios generales encuesta

- Generalmente se toman las ETG de otros proyectos y por falta de tiempo ni siquiera se adaptan al proyecto.
- Las obras civiles que no son estructuras, y algunas de estas también, es más fácil de indicar y entender, mediante expresiones gráficas, que muestren detalles.
- "Las EETT al describir materiales y obras son usadas para por un lado para cuantificar las obras de construcción, y por otro lado, para la compra de suministros.
- En el sentido de determinar las obras de construcción ayudaría que, como complemento, se agreguen dibujos y esquemas aclaratorios que vayan más allá de lo que puede entregar un documento. Podrían ser planos que acompañen el documento.
- Las EETT que se usan para comprar suministros (equipos ppalmente) se acompañan con Hojas de datos normalmente y no requieren en general esquemas aclaratorios."
- "Las EETT, por sí solas debieran ser cabalmente representativas del proyecto e incluir todos los elementos para comprenderlo, formular las características de los elementos que lo integrarán y determinar los equipos mecánicos y de personal que se requerirán para materializarlo.
- Si los conceptos fundamentales de las EETT, se incorporan a planos, especialmente en los proyectos repetitivos, se irá en beneficio de su materialización."
- En general muestran mucha literatura con poco asunto, demasiada referencia a Normas, solo por cumplir, porque muchas veces especifican normas contrapuestas. deberían ser más precisas y en cada caso para el tema de criterio de aceptación, debiera estar claramente definido, si una tarea pasa o no pasa.
- "En general se aprecia mucho copy - paste en las EETT cayendo en contradicciones con el proyecto gráfico.
- Arquitectos intervienen especificando en las concernientes a arquitectura capítulos y párrafos que corresponden a EETT de estructura. Esto introduce incongruencias pues no están coordinadas.
- EETT de especialidades en general no están coordinadas con arquitectura ni entre ellas."
- Estimo que las EE. TT son directamente dependientes de la naturaleza y complejidad de cada específica Obra Civil (por experiencia de mi profesión en Obras Civiles y Estructuras). Es difícil y poco apropiado dar reglas generales o absolutas en cuanto a su profundidad y amplitud, por lo antes explicado. Opino que en algunos casos las preguntas no fueron correctamente planteadas. Normalmente las EE. TT. deberían ser de ayuda o mejor procedimiento para cumplir y ejecutar exactamente con lo que mandan las normas

técnicas. Dado que en Chile tenemos un ENORME déficit de éstas en comparación a países más desarrollados hemos recurrido a la solución de suplir lo que falta a través de las EE.TT. con las obvias desviaciones conceptuales o malos entendidos que esta situación ha generado y genera. Planteo aquí algo muy superficial y con poco detalle un tema que requiere larga discusión entre expertos y necesarias conclusiones finales.

- "Grandes problemas de las ETES:
 - No son atingentes. Generalmente son un copy paste muy amplio por lo cual deja de ser útil y fácil de manejar en obra.
 - No están en obra. Nunca he visto una ETE en terreno. La ETE escrita y/o ""dibujada"" debe ir como un plano para que se encuentre en terreno. Muchos ingenieros con bastante experiencia prefieren dicho método.
 - No están coordinadas con Bases técnicas y con otras disciplinas menos aún. es usual ver contradicciones entre una ETE mecánica, civil o de arquitectura.
 - Una ETE incompleta o inconsistente puede ocasionar perjuicios económicos severos para medianos y grandes proyectos. Lo anterior puede ser desde el punto vista técnico o contractual. La ETE eventualmente se transforma en medio probatorio para un eventual claim entre partes."
- Hay EETT demasiado detallistas y engorrosas que al final uno opta por no tomarlas en cuenta porque detienen en exceso el avance de la construcción para cumplir con todas las exigencias. Ser más específico y directo en los que se solicita.
- "Si la relación cliente - proveedor que se establece de común acuerdo entre ellos respecto del cumplimiento de pautas o especificaciones acerca de los bienes o servicios que serán provistos y ambas partes coinciden en que las condiciones establecidas son posibles de cumplir, entonces mejoramos sustancialmente la calidad.
- Las respuestas al cuestionario están sujetas al tamaño del Proyecto.
- Las EETT hay que leerlas en detalle siempre, como diseñador y como constructor.
- En general se debe capacitar a la gente que trabaja en el proyecto, que deben regirse por las especificaciones y no sólo un documento referencial.

Anexo B: Detallamiento de estructuración de Planos de Especificación Técnica

NUMERACIÓN DE NATURALEZA DE REQUERIMIENTO

| JERARQUIZACIÓN DE DESGLOSE | | 1 Normativa, procedimiento y/o EETT | 2 Materialidad | 3 Almacenamiento | 4 Fabricación / Construcción | 5 Dimensiones / Tolerancias | 6 Otros | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|--|--|---|--|--|---|--|-------------------------------------|--------------|----------|-----|---------------|-------|---------------|---|-----------|
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">JERARQUIZACIÓN DE DESGLOSE</p> | Hormigón Armado | 1/1.1 NCh 170 | 1/2.1 H5 según normativa | <p>Numeración Identificatoria (Nnaturaleza)</p> | 1/4.1 Para emplantillados o según indique el plano | 1/5.1 En los recubrimientos se admitirá una tolerancia de ±6 mm, salvo en las losas donde se admitirán ±3 mm | 1/6.1 Cualquier variación de lo que se indica en esta EETT deberá ser aprobada por ITO | | | | | | | | | | |
| | | 1/1.2 NCh 1019E Of 1974 | 1/2.2 H30 según normativa | | 1/4.2 Para hormigones estructurales | 1/6.2 La resistencia debe certificarse por un laboratorio conocido y autorizado por el cliente | | | | | | | | | | | |
| | | | 1/2.3 Hormigón bombeable | 1/4.3 Para lugares de difícil acceso | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1/2.4 La resistencia especificada debe cumplirse a los 28 días | 1/4.4 Cuando exista riesgo de ataque químico por contenido de sulfato se deberá aislar | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1/2.5 Si el cliente lo requiere, el contratista podrá solicitar hormigones cuya resistencia especificada se cumpla a los 7 días | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1/2.6 El hormigón estructural deberá contar con un nivel de confianza de 90% | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1/2.7 La dosificación debe contener al menos: - Tipo y dosis de cemento [kgm/3] - Tipo, procedencia, tamaño y dosis de áridos [kg/m3] - Razón A/C y asentamiento de cono de Abrams según normativa - Tipo y proporciones de aditivos - Resistencia a los 7 y 28 días obtenidas en mezclas de prueba, incluyendo corrección por humedad de los materiales | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1/2.8 Emplear lámina de cloruro de polivinilo de 0.4mm de espesor | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Cemento | 1.1/1.1 De acuerdo a NCh 148 y NCh 161 | 1.1/2.1 A no ser que se indique lo contrario se utilizará cemento Portland Puzolánico Corriente | 1.1/3.1 Se debe almacenar en bodegas debidamente cerradas, protegidas de la interperie y que cuente con la suficiente aireación | <p>Ndiferenciación</p> <p>Número para diferenciar glosas que pertenecen a un mismo elemento y naturaleza de requerimiento</p> | | | | | | | | | | | |
| | | | 1.1/1.2 Condiciones especiales no mencionadas en estas normas, serán incluidas en EETT especiales | 1.1/2.2 Contenido de aluminato tricálcico debe ser inferior a 5% | 1.1/3.2 Almacenamiento se hará en pilas de máximo 12 sacos de altura | | | | | | | | | | | | |
| | | 1.1/1.3 Cumplimiento de Normativa Chilena | | 1.1/3.3 En la estriba se dejará pasillo de no menos de 30cm de ancho, los sacos se colocarán trabados unos con otros | <p>Código Identificatorio</p> <p>Compuesto por las siguientes partes Nelemento/Nnaturaleza.Ndiferenciación</p> | 1.1/6.1 Contratista debe certificar mediante ensayos en un laboratorio aprobado por ITO ó clasificarlo según ASTM vigente | | | | | | | | | | | |
| | Cemento de alta resistencia | 1.1/2/1.1 ASTM C150 | 1.1/2/2.1 Porcentaje de aluminato tricálcico en función a la agestión de sulfatos: moderada (8%) o alta (5%) | 1.1/2/5.1 Uso requiere aprobación | | 1.1/2/6.1 Aprobación expresa de la ITO | | | | | | | | | | | |
| | Agregados pétreos | 1.2/1.1 NCh 163 | 1.2/2.1 Áridos deben estar limpios de sustancias nocivas: arcillas, materias orgánicas, compuestos de azufre, sales y cualquier material que afecte endurecimiento y resistencia del hormigón o ataque armaduras | 1.2/3.1 El almacenamiento en el lugar de fabricación del hormigón se hará en canchas previamente preparadas con planchas metálicas y hormigón pobre. | 1.2/5.1 El tamaño máximo de los áridos será según dimensión de la sección | 1.2/6.1 La responsabilidad de mantener abastecida la faena con los diversos tipos de agregados es | | | | | | | | | | | |
| | | 1.2/1.2 PPEETT-H-2 Hormigón Estructural General - 2 de 3 (1.4.1/5.5) | 1.2/2.2 No se podrá hacer uso de agregados recuperación del material por excavación | | <p>Requerimiento</p> | | | | | | | | | | | | |
| | | 1.3/1.1 NCh 1498 | 1.3/2.1 Agua de amasado, curado y lavado de áridos deberá ser agua potable | | | <table border="1"> <tr> <td colspan="2">1.2/5.2</td> </tr> <tr> <td>Dimensión mínima de la sección [cm]</td> <td>T máx [inch]</td> </tr> <tr> <td>Hasta 15</td> <td>3/4</td> </tr> <tr> <td>Entre 15 y 30</td> <td>1 1/2</td> </tr> <tr> <td>Entre 30 y 50</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Más de 50</td> <td>3</td> </tr> </table> | 1.2/5.2 | | Dimensión mínima de la sección [cm] | T máx [inch] | Hasta 15 | 3/4 | Entre 15 y 30 | 1 1/2 | Entre 30 y 50 | 2 | Más de 50 |
| 1.2/5.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dimensión mínima de la sección [cm] | T máx [inch] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hasta 15 | 3/4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Entre 15 y 30 | 1 1/2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Entre 30 y 50 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Más de 50 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Agua | | | | | | | | | | | | | | | | |

Código Identificatorio Elemento (Nelemento)

Numeración basada en niveles de desglose de elementos

Nombre Elemento

Ndiferenciación

Número para diferenciar glosas que pertenecen a un mismo elemento y naturaleza de requerimiento

Código Identificatorio

Compuesto por las siguientes partes
Nelemento/Nnaturaleza.Ndiferenciación

Referencia a otro documento


Los elementos incorporados deben permitir identificar claramente la información que es referenciada

Relación Restrictiva

Simbología

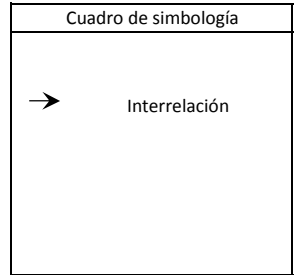



Cuadro de Rotulación

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------|-------------------------|--|--|------|------|-------|----|----|----------------------------------|--------------------------|--|----------------|------|
| | | | | | | | | | | 1.- Documento de uso referencial | |  UNIVERSIDAD DE CHILE - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL HORMIGÓN ESTRUCTURAL GENERAL - 1 de 3 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 29-ENE-13 | EMITIDO PARA REFERENCIA | | | I.R. | | | | | | | Proyecto No. | Plano EETT No. | Rev. |
| Rev. No | FECHA | REVISIONES | | | DIS. | REV. | SUPV. | IP | GI | CLIENTE | DOCUMENTOS DE REFERENCIA | NÚMERO | NOTAS | |
| | | | | | | | | | | | | 1 | PPEETT-H-1 | A |

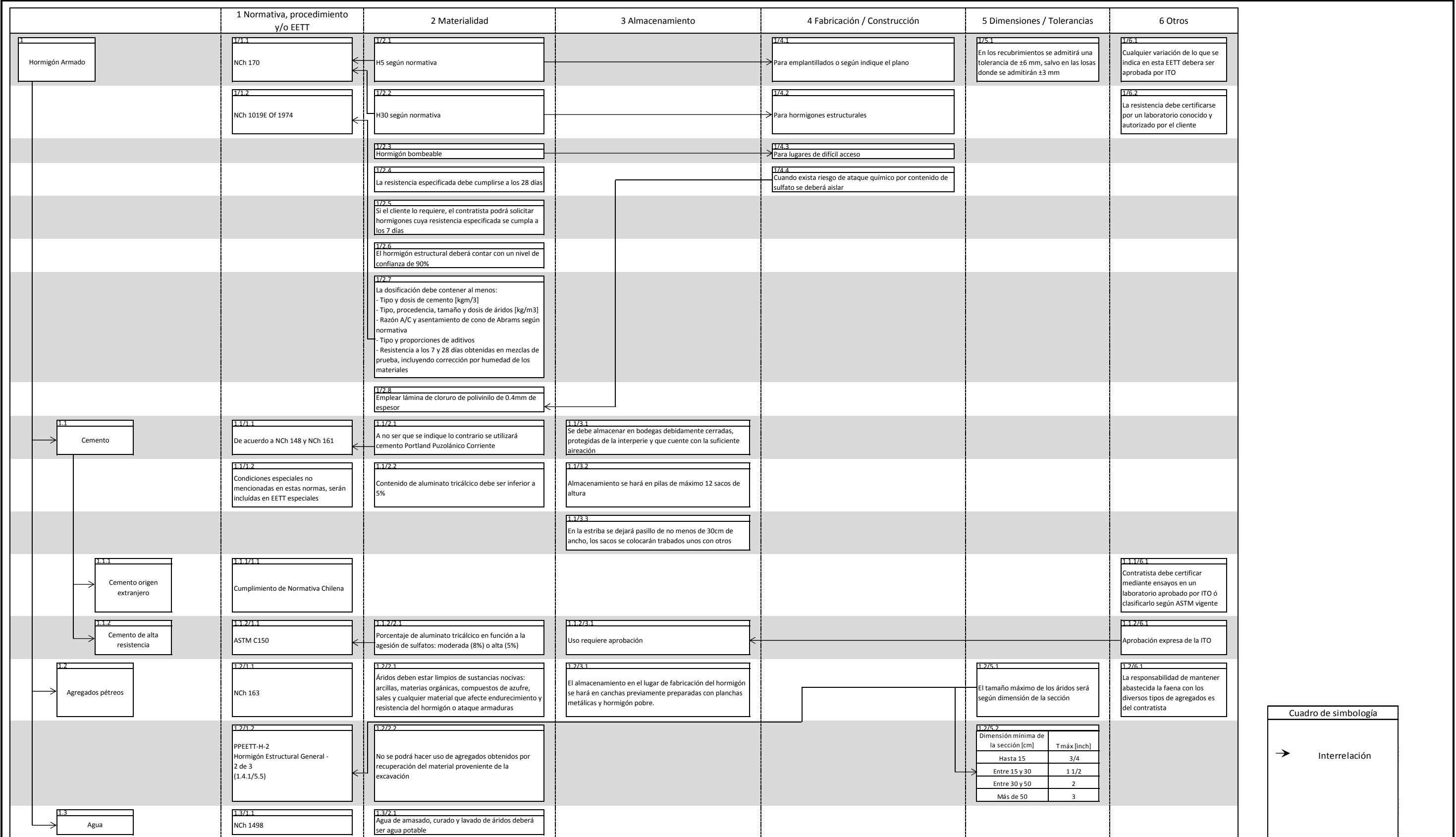
Anexo C: Prototipo de Plano de Especificación Técnica de Acero Estructural


| | 1 Normativa, procedimiento y/o EETT | 2 Materialidad | 3 Fabricación | 4 Pintura | 5 Construcción/ Montaje/ Transporte | 6 Dimensiones/ Tolerancias |
|--|---|--|--|--|---|---|
| Acero Estructural | 1/1.1 - AISC 303 - AISC Steel Const. Manual | 1/2.1 El material debe cumplir con normativa | 1/3.1 Las piezas se ajustarán a las formas y tamaños mostrados en los planos | 1/4.1 En toda superficie metálica se aplicará una limpieza por impacto (arenado o granallado) antes de la pintura | 1/5.1 Evitar el daño en actividades de carga, transporte o descarga y entrega mediante elementos de protección adecuados | 1/6.1 Se podrán sustituir las secciones de acero estructural sólo con la aprobación del propietario |
| | 1/1.2 -AISC 360-05 -AISC 303-05 -NCh 2369 | 1/2.2 Todos los materiales deben ser de primer uso | 1/3.2 Fabricación debe cumplir normativa | 1/4.2 Previo al pintado y al despacho de todas las piezas, estas serán marcadas con letra de golpe y suficientes etiquetas | 1/5.2 Las estructuras sobre camión deberá ser adecuadamente amarrada para evitar daños a ésta y a terceros | 1/6.2 Dimensión y tolerancia de sección laminada debe cumplir normativa |
| | 1/1.3 ASTM A143 | 1/2.2 Se podrá solicitar aprobación de materiales sustitutos equivalentes | 1/3.3 Se deben tomar medidas contra la pérdida de ductilidad según recomendación de normativa | 1/4.3 En miembros largos, las marcas deben estar presentes en ambos extremos y también a intervalos de 6mm | 1/5.3 Cada pieza debe ser ubicada de tal modo que al menos una etiqueta quede a la vista | |
| | 1/1.4 AISI, Specification for the Cold-Formed Steel Structural Members | | 1/3.4 Plegado o conexión en terreno según normativa | 1/4.5 Deberá cuidarse el manejo de las piezas en todo momento | | |
| | 1/1.5 Normativa local y/o AISC 303 (el más restrictivo) | | 1/3.5 No se cortará con soplete los elementos que queden a la vista | 1/4.5 La pintura de acero estructura se preparará según EETT | | |
| | 1/1.6 Especificación de imprimantes y pintura de protección | | 1/3.6 No se deben fabricar elementos con contraflecha a menos que se especifique lo contrario | 1/4.6 Los colores de la pintura de terminación cumplirá con EETT | | |
| | 1/1.7 -ASTM A123 -ASTM A153 | | 1/3.7 Los cortes y punzonados producirán líneas y superficies limpias, ajustados a los requerimientos | 1/4.7 Las marcas cumplirán con EETT | | |
| | 1/1.8 Procedimiento para la confección de reportes | | 1/3.8 El vendedor deberá entregar un estado de avance de fabricación dos veces por semana, desde la reunión de inicio con el vendedor hasta completar el último envío de materiales | 1/4.8 Para el galvanizado se cumplirá con normativa | | |
| 1.1 Perfiles, planchas y barras de acero | 1.1/1.1 -AISC 360 -AISC 303 | | 1.1/3.1 Deben tomarse precauciones contra el agrietamiento en el alma durante el galvanizado de las vigas destajadas, según normativa | 1.1/4.1 Planchas de piso y parte superior del ala de las vigas que soportan placas de acero colaborante y rieles de grúa no se pintarán | | 1.1/6.1 Rádio mínimo en la esquina del destaje será 10mm |
| | 1.1/1.2 Estructuras sismo-resistentes deben cumplir con NCh 2369 (punto 8.2.1) | | 1.1/3.2 Se realizará inspección visual después del galvanizado hasta que la técnica sea aprobada | | | |
| | | | 1.1/3.3 Seguir recomendaciones AISC para destaje de las vigas y cortes rectos en el alma, con gas para reducir ocurrencia de muescas | | | |
| | | | 1.1/3.4 Esquinas entrantes en el material deben ser redondeadas para evitar muescas | | | |
| | | | 1.1/3.5 Esquinas redondeadas deben ser desgastadas para eliminar parte afectada por calor (HAZ) y así tener borde suave, libre de grietas y muescas | | | |
| | 1.1.1 Perfiles | | | | | |
| | 1.1.1.1 Tubular | 1.1.1.1/1.1 Las secciones deben cumplir normativa local y/o ASTM 501 | | | | |
| | 1.1.2 Planchas | | 1.1/3.1 El corte debe ser realizado de modo que la dirección de corte coincida con la dirección del esfuerzo principal | | | 1.1/6.1 En el corte deberá proveerse una sobredimensión a fin de rectificar el borde con esmeril para eliminar rugosidades |
| | 1.1.2.1 Diamantado o con salientes contra resbalamiento | 1.1.2.1/1.1 ASTM A786 | 1.1.2.1/2.1 El material debe cumplir normativa | 1.1/3.2 Aplanado sólo con máquina de rodillo | | |
| | 1.2 Parrilla de piso | 1.2/1.1 -ANSI/NAAMM -MGB 531 | 1.2/2.1 Deben ser del tipo W19-4 (salvo indicación contraria en el plano) y cumplir con normativa | | 1.2/4.1 Parrillas expuestas a la interperie o a humedad deben ser aserrada | 1.2/5.1 Se debe preensamblar en taller para corroborar cumplimiento de tolerancia |
| | | 1.2/2.2 Resistencia mínima acero: 210 Mpa | | 1.2/5.2 Las parrillas para peldaños en escaleras con nariz de plancha diamantada | | |

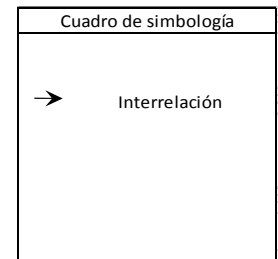
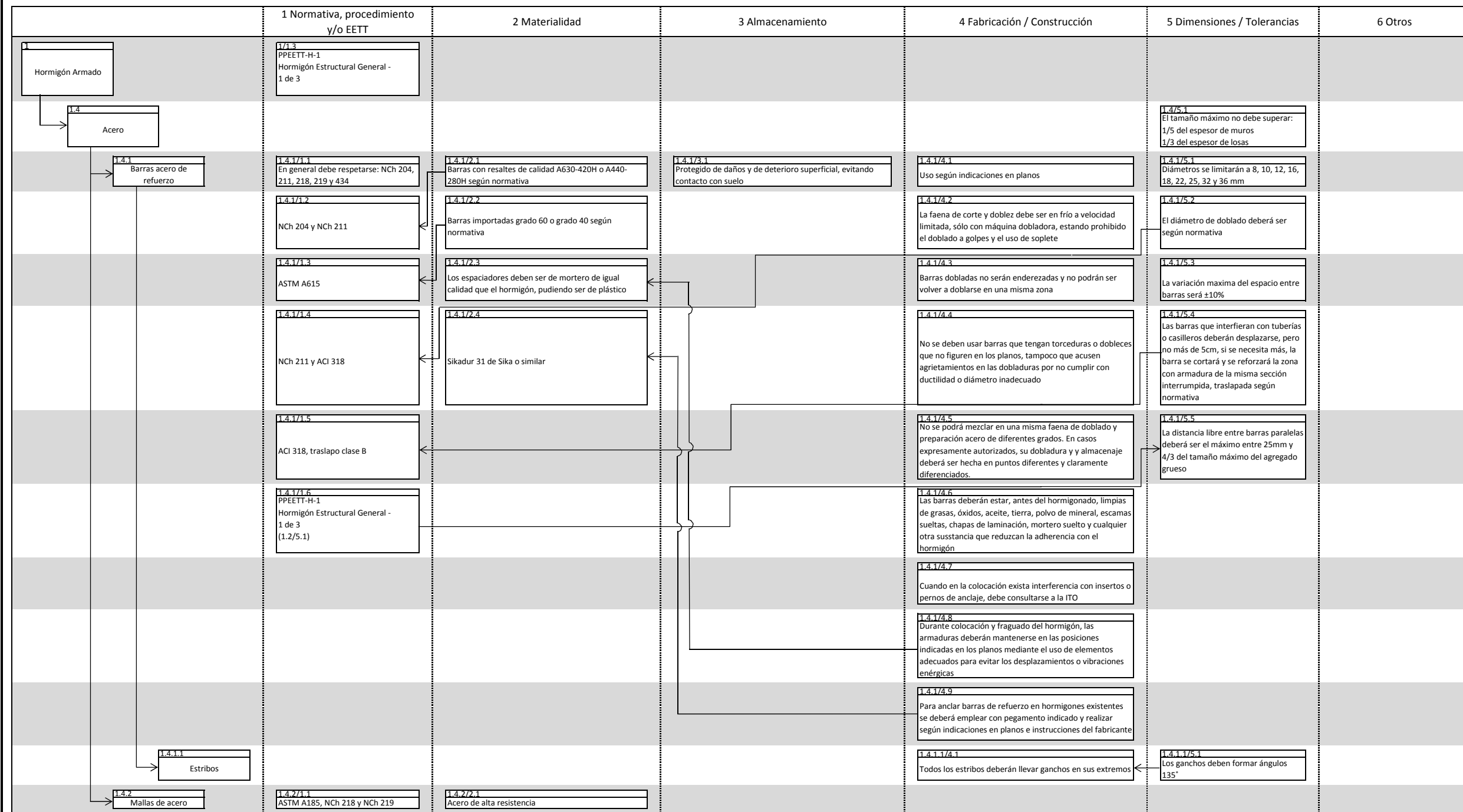



| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------|-------------------------|--|--|------|------|-------|----|----|----------------------------------|--------------------------|--|-----------|--------------|
| | | | | | | | | | | 1.- Documento de uso referencial | |  UNIVERSIDAD DE CHILE - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL ACERO ESTRUCTURAL | | |
| A | 29-ENE-13 | EMITIDO PARA REFERENCIA | | | I.R. | | | | | | | | | Proyecto No. |
| Rev. No | FECHA | REVISIONES | | | DIS. | REV. | SUPV. | IP | GI | CLIENTE | DOCUMENTOS DE REFERENCIA | NÚMERO | NOTAS | |
| | | | | | | | | | | | | 1 | PPEET-A-1 | A |

Anexo D: Prototipos de Planos de Especificación Técnica de Hormigón Estructural General

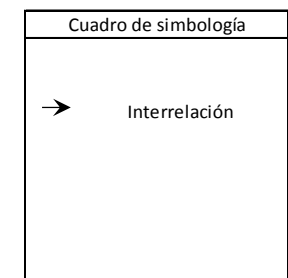



| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------|-------------------------|--|--|------|------|-------|----|----|----------------------------------|--------------------------|--|------------|---|
| | | | | | | | | | | 1.- Documento de uso referencial | |  UNIVERSIDAD DE CHILE - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL HORMIGÓN ESTRUCTURAL GENERAL - 1 de 3 | | |
| A | 29-ENE-13 | EMITIDO PARA REFERENCIA | | | I.R. | | | | | | Proyecto No. | Plano EETT No. | Rev. | |
| Rev. No | FECHA | REVISIONES | | | DIS. | REV. | SUPV. | IP | GI | CLIENTE | DOCUMENTOS DE REFERENCIA | NÚMERO | NOTAS | |
| | | | | | | | | | | | | 1 | PPEETT-H-1 | A |



| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------|-------------------------|------|------|-------|----|----|---------|--|--------------------------------------|------------|--|----------------|------|
| | | | | | | | | | | 1.- Documento de uso referencial | |  UNIVERSIDAD DE CHILE - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL HORMIGÓN ESTRUCTURAL GENERAL - 2 de 3 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 29-ENE-13 | EMITIDO PARA REFERENCIA | I.R. | | | | | | | HORMIGÓN ESTRUCTURAL GENERAL- 1 DE 3 | PPEETT-H-1 | Proyecto No. | Plano EETT No. | Rev. |
| Rev. No | FECHA | REVISIONES | DIS. | REV. | SUPV. | IP | GI | CLIENTE | | DOCUMENTOS DE REFERENCIA | NÚMERO | 1 | PPEETT-H-2 | A |

| | 1 Normativa, procedimiento y/o EETT | 2 Materialidad | 3 Almacenamiento | 4 Fabricación / Construcción | 5 Dimensiones / Tolerancias | 6 Otros |
|---|--|--|------------------|--|-----------------------------|---|
| 1 Hormigón Armado | 1.1/1.4 PPEETT-H-1 Hormigón Estructural General - 1 de 3 | | | | | |
| 1.5 Insertos y Anclajes | 1.5/1.1 ACI 301 | | | 1.5/4.1 La colocación según normativa y requiere aprobación | | 1.5/6.1 Se requiere aprobación de ITO antes del hormigonado |
| | 1.5/1.2 ASTM A615 y ASTM A706 | | | 1.5/4.2 Los inserto deben ser cuidadosamente colocados y firmemente anclados con suficiente antelación para inspección | | |
| | | | | 1.5/4.3 Deben disponerse con suficiente tiempo de antelación para su inspección antes del vaciado del hormigón | | |
| | | | | 1.5/4.4 La parte embebida deberá estar limpia de grasa, óxidos, aceite, tierra, polvo de mineral, escamas sueltas, chapa de laminación y mortero suelto. Donde suelto se refiere a que se desprenda al frotar con una arpillera | | |
| | | | | 1.5/4.5 La chapa de laminación, el óxido o una combinación de ambos que permanezca, serán aceptables sin limpieza o escobillado, siempre que después de una limpieza a una muestra con escobilla de acero, las dimensiones incluyendo las alturas de deformación y su peso no sean inferiores a los mínimos establecidos por norma ASTM | | |
| | | | | 1.5/4.6 La parte embebida en el hormigón no se pintará | | |
| | | | | 1.5/4.6 La pintura se ejecutará antes de la instalación, efectuándose solo los retoques o reparaciones necesarios en forma posterior a ella | | |
| | | | | 1.5/4.7 Los insertos, salvo los pernos de anclaje, se pintarán en la superficie que quedarán expuestas, con la misma preparación de superficie y sistema de pintura correspondiente a las estructuras metálicas en el área en que se ubican | | |
| 1.5.1 Pernos de anclaje | | | | 1.5.1/4.1 Deben ser asegurados mediante una plantilla aprobada y ubicada a a elevación aproximada de la futura placa base | | |
| 1.6 Soldadura | 1.6/1.1 AWS D1.4/D1M-05 | | | 1.6/4.1 Cualquier soldadura sobre las amarras o partes embebidas deberán estar sujetas a aprobación y cumplir normativa | | |
| 1.7 Aditivos | | | | 1.7/4.1 Uso cuando sea definido en los planos o por necesidades en obra | | 1.7/6.1 Se requiere aprobación por ITO, además de pruebas verificadoras del tipo de aditivo y dosis aplicada |
| 1.8 Sellantes, impermeabilizante y otros | 1.8/1.1 ACI 504R-90 "Guide to sealing joint in concrete structures" | 1.8/2.1 De fabricante conocido, óptima calidad y aprobado por ITO | | 1.8/4.1 Su empleo deberá ser sólo en los lugares especificado en los planos | | |
| | | | | 1.8/4.2 Colocación compatible con las instrucciones del fabricante y con normativa | | |



| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------|-------------------------|------|------|-------|----|----|---------|--------------------------|--------------------------------------|------------|--|------------|--------------|----------------|------|
| | | | | | | | | | | 1.- Documento de uso referencial | |  UNIVERSIDAD DE CHILE - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL HORMIGÓN ESTRUCTURAL GENERAL - 3 de 3 | | | | |
| A | 29-ENE-13 | EMITIDO PARA REFERENCIA | I.R. | | | | | | | HORMIGÓN ESTRUCTURAL GENERAL- 1 DE 3 | PPEETT-H-1 | | | Proyecto No. | Plano EETT No. | Rev. |
| Rev. No | FECHA | REVISIONES | DIS. | REV. | SUPV. | IP | GI | CLIENTE | DOCUMENTOS DE REFERENCIA | NÚMERO | NOTAS | 1 | PPEETT-H-3 | A | | |