

Investigaciones y productos CID

un

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

N° 15

ISSN 2027-8780

Abril 2014

Temas críticos en la ejecución de interventoría
técnica de proyectos

*Critical Issues in Carrying Out Technical
Supervision of Projects*

Fernando J. Rodríguez

CID

Centro de
Investigaciones
para el Desarrollo

TEMAS CRÍTICOS EN LA EJECUCIÓN DE INTERVENTORÍA TÉCNICA DE PROYECTOS

Fernando J. Rodríguez

Resumen

El presente documento analiza los principales aspectos desde el punto de vista de la ingeniería, que tuvieron un alto impacto en las actividades propias de la interventoría durante la ejecución del Proyecto Sede Temporal. Se realzan los asuntos fundamentales que en algunos casos facilitaron la labor pero en otros causaron demora exigiendo un mayor esfuerzo y cuidado de la misma. Las lecciones aprendidas se analizan y se dan las recomendaciones necesarias que deberían tenerse en cuenta para la contratación de proyectos de obra civil que incluyen equipo de alta tecnología. No se presentan ni se profundizan los detalles, por razones de confidencialidad y no se tocan aspectos legales ni de tipo administrativo, sino que la crítica se enfoca en los términos de referencia de los contratos y la necesidad de incluir ciertas condiciones o puntos clave para facilitar la eficacia de la ejecución del proyecto y la calidad de los productos contratados. Las recomendaciones podrían ser útiles para dotar a los proyectos de obra civil de herramientas que faciliten el cumplimiento de las especificaciones técnicas, la eficiencia en el tiempo de ejecución y la compatibilidad de los productos en el futuro.

Palabras clave: Interventor, Auditor, Control de proyectos.

Clasificación JEL: J24, K12, L74

CRITICAL ISSUES IN CARRYING OUT TECHNICAL SUPERVISION OF PROJECTS

Abstract

This document analyzes the main aspects from the point of view of engineering , which had a high impact on the activities of the auditing during the implementation of Temporary Headquarters Project. Fundamental issues is performed to facilitate the work but in other cases caused delay and demanded more effort and care the same. The lessons learned are analyzed and the necessary recommendations are considered for hiring civil engineering projects including high-tech equipment. The details are not presented or deepen for confidentiality reasons , and legal or administrative issues do not touch, but the review it focuses on the terms of reference of the contracts and the needs to include some conditions or keys points to facilitate the effective implementation and quality of contracted products. The recommendations may be useful to equip civil works projects of tools that facilitate compliance of the technical specifications, efficiency in execution time and product compatibility in the future.

Keywords: Interventor, Auditor, Control project.

JEL Classification: J24, K12, L74

En esta colección se publican ensayos; resultados de investigación previos o concluidos; documentos producto de consultorías; reflexiones de investigadores adscritos al Centro de Investigaciones para el Desarrollo-CID; documentos de investigadores invitados a eventos realizados por el CID; y, en general, documentos caracterizados por su rigurosidad científica y pertinentes a un contexto específico o coyuntural.

Investigaciones y productos – CID ISSN 2027-8780

Investigaciones y productos FCE-CID puede ser consultada en el portal virtual:

<http://www.fce.unal.edu.co/publicaciones/>

Director Centro Editorial-FCE
Álvaro Zerda Sarmiento

Equipo Centro Editorial-FCE
Nadeyda Suárez Morales
Maria del Pilar Ducuara López
Jesús David Suárez Sosa

Contacto: Centro Editorial FCE-CID
Correo electrónico: publicac_fcebog@unal.edu.co

Este documento puede ser reproducido citando la fuente. El contenido y la forma del presente material es responsabilidad exclusiva de sus autores y no compromete de ninguna manera al Centro de Investigaciones para el Desarrollo CID, ni a la Facultad de Ciencias Económicas, ni a la Universidad Nacional de Colombia.

Rector

Ignacio Mantilla Prada

Vicerrector General

Jorge Iván Bula Escobar

Facultad de Ciencias Económicas

Decano

José Guillermo García Isaza

Vicedecano

Rafael Suárez

Centro de Investigaciones para El Desarrollo CID

Director

Jorge Armando Rodríguez

Subdirectora

Vilma Narváez

Contenido

Introducción.....	6
Necesidad de implementar la eficacia.....	6
Necesidad de trabajo multidisciplinario.....	7
Necesidad de incluir normas y códigos.....	8
Normativa constructiva principal.....	11
Necesidad de pruebas y ensayos.....	12
Necesidad de entregar actividades específicas y organigrama.....	12
Necesidad de la seguridad industrial.....	15
Necesidad de indentificar el personal.....	16
Necesidad de una correcta documentación.....	16
Planos de diseño.....	17
Memorias de cálculo e ingeniería.....	18
Planos de obra.....	19
Conclusiones.....	19
Referencias.....	20

1 Introducción

De acuerdo con el DANE [11], en Colombia se construyeron cerca de 30 millones de metros cuadrados en el año 2014, entre obras paralizadas, culminadas y en proceso de construcción. Estas incluyen excavaciones, estructuras, mampostería, acabados de diferentes niveles. Las obras de construcción incluyen apartamentos, casas, comercio, bodegas, hoteles, educación, oficinas, hospitales entre otras. Las obras civiles, que se refieren a obras de infraestructura durante el 2013, presentaron un crecimiento del 18% desde la ejecución del gasto público [12].

La contratación pública en Colombia está regida por la Ley 80 de 1993 y su reforma, la Ley 1150 de 2007, la Ley 1474 de 2011 y los respectivos decretos reglamentarios. Allí se enmarcan los principales aspectos de orden legal y técnico que deben regir las contrataciones, las modalidades de pago, supervisión, invitación y contratación, entre otras. Principalmente se realizan contratos de “Llave en mano” que comprende diseños de ingeniería, suministro de insumos y materiales, construcción y montaje, pruebas y puesta a punto en un sólo contratista. Pero otras modalidades como el contrato de administración delegada, imputa los valores de las cantidades y servicios prestados por el contratista al contratante, por último el contrato de precio global donde el contratista ejecuta los diseños y requerimientos de acuerdo con las especificaciones técnicas detalladas y entregadas por el contratante.

2 Necesidad de implementar la eficiencia

Los proyectos del sector de la construcción siguen procedimientos tradicionales para su diseño, desarrollo y construcción. Las firmas constructoras siguen diferentes esquemas de trabajo, de acuerdo a su propia conveniencia. En el sector estatal, existen procesos complejos basados en la ley pero que en términos generales siguen un esquema, con procedimientos de gestión definidos institucionalmente. Comienzan con la formulación de los términos de referencia para contratar a uno o varios proponentes en varios ítems de diferentes maneras de acuerdo con los montos de ejecución. Durante la ejecución del contrato y para garantizar que el proceso se realiza de acuerdo con éstos términos de referencia, también es usual contratar los servicios de entes de control agrupados por áreas o por el total del proyecto denominados interventores.

Acorde con las políticas de contratación del estado, para realizar un proyecto se deben surtir varias etapas. La primera tiene que ver con diseños preliminares que suelen ser contratados en un proceso que puede tener varias modalidades, entre las que se cuentan: Contratación directa, invitación pública a cotizar y licitación. Sin importar cual es la modalidad, existen varios procedimientos internos en un organismo contratante y también criterios diversos sobre las ofertas ganadoras. La parte técnica en ocasiones tiene un peso importante pero en otras prima más la solvencia económica y el valor de la oferta que la calidad técnica, tiempo de entrega y coherencia de la misma.

En esta primera etapa, podrían contratarse los requerimientos que serían la base de un contrato mayor, bajo el nombre de “Términos de Referencia”. También podrían contratarse los estudios previos para determinar la factibilidad económica y técnica del proyecto. Los productos entregados en esta primera etapa dependen mucho de la capacidad técnica, legal y económica del grupo encargado. Pero al tratarse de un proyecto de construcción, debería

tener perfectamente definidos los términos técnicos para el cual se realizó el contrato.

En la segunda etapa, podrían contratarse los servicios de diseño requeridos para el proyecto de construcción, aunque esta puede haber ocurrido en la primera etapa. En general, una o un conjunto de firmas propone diseños con base en los requerimientos de la propuesta, brindando soluciones.

Finalmente, en la tercera etapa, debería darse la construcción o por lo menos el inicio de la obra constructiva. Para ello y como fruto de las etapas anteriores, la unidad contratante formula una convocatoria a una o varias empresas según lo indique la ley para la realización del proyecto o parte del mismo, con base en los requerimientos formulados y acondicionados desde las etapas anteriores. Una vez definido a los contratistas se contrata un servicio de interventoría para garantizar que los términos de referencia se cumplen al pie de la letra y que la obra se realizó siguiendo las mejores prácticas de manufactura.

3 Necesidad de trabajo multidisciplinario

Durante las primeras etapas el contratista, los ingenieros o arquitectos de la obra deberían trabajar como un sólo equipo para optimizar costos, tecnología y tiempo. Las decisiones que se determinen tendrán un impacto significativo sobre el desarrollo del proyecto en las etapas futuras de manera multidisciplinaria se deberían obtener los alcances del proyecto y todos los requerimientos posibles. Esto se facilita, si todos los implicados y afectados en el desarrollo del proyecto, tanto desde los contratistas como del contratante tienen algún grado de participación mediante cualquier metodología. Es decir que no se debe dar poca importancia la formulación detallada del proyecto ni por los costos que tiene ni por el tiempo que se toma.

Los términos de referencia, que ya tiene delimitados los alcances del proyecto, son una camisa de fuerza para la toma de decisiones futuras y por ende, deben ser realizados con el mayor de los juicios. Cuando no han tenido en cuenta a todos los involucrados la cantidad de cambios futuros aumenta notablemente y existe mayor malestar por insatisfacción durante las entregas finales.

A pesar de un excelente trabajo en las etapas tempranas del proyecto y la más detallada exigencia en los términos de referencia, las especificaciones técnicas podrían necesitar cambios importantes. Durante la iniciación del proyecto, por ejemplo, pueden existir cambios tecnológicos, regulaciones, accidentes, hallazgos o contratistas no esperados; que tienen como consecuencia obligar a realizar cambios. Así que la modificación de los proyectos es un aspecto que siempre debe ser tenido en cuenta. En el esquema de construcción tradicional, donde el diseñador es uno y el constructor es otro, además el diseñador no puede actuar de interventor, se causa que los cambios tengan que ser sugeridos por un tercero que no ha participado en las etapas tempranas del proyecto. Esto puede ser originado en los contratistas o por el criterio de los interventores, que sin el histórico del diseño podrían obviar aspectos importantes que si se tuvieron en cuenta en el diseño original.

Si las cosas que se proyectan no tuviesen que cambiar y fuesen poco modificables, el esquema de contratación de diseñador, constructor e interventor resulta el más adecuado. Si los encargados de la revisión no tienen arte y parte en la construcción ni en la proposición del diseño del proyecto; se facilita la detección de errores de criterio y cálculo. Por otro lado, la contratación se hace más transparente y se pueden bajar costos inherentes a las modificaciones y a la coordinación de la misma.

En todo caso, cuando existen modificaciones se aumentan los costos de cualquier manera. Estas usualmente son aprovechadas por los contratistas para aumentar sus cobros y para posteriormente utilizarlas como excusa en las demoras y fallas en los entregables. Y en este aspecto, el trabajo del interventor se debilita ya que muchos cambios se originan en hallazgos y cuando ocurren las modificaciones sólo autoriza pero no propone por cuestiones legales.

Entre los problemas originados por los cambios, se pueden contar: Variación en los alcances, reclamos, pérdida de responsabilidades, dificultades en la coordinación, pérdida del propósito principal, variación en la planeación original del proyecto, variación en los criterios de aceptación de los productos e ítems contractuales, deficiencia organizacional, aumento en las actividades de personal, aumento en los tiempos e incluso tiempos muertos. Todo esto, suma en costo y duración dando como resultado que el proyecto sea ineficiente, perjudicando al contratante, que ya asumió los riesgos del proyecto a pesar de las pólizas y garantías.

En los contratos tradicionales, como se ha mencionado antes, existe un diseño preliminar que es el que se enmarca en los términos de referencia y casi siempre es apenas conceptual. Los contratistas responsables de la construcción tienen su propio equipo de trabajo y de diseño. Los errores del equipo de diseño en muchos casos se imputan al concepto formulado en los términos de referencia ya que estos son cláusulas para los entregables del proyecto. Además de esto, cuando el contratista trabaja en el diseño autónomamente, la interventoría reduce su trabajo al resultado de la puesta a punto en equipos, perdiendo el control sobre la calidad en la manufactura; a la revisión de la fabricación en obras de infraestructura, donde si puede ejercer control del desarrollo.

Otro de los problemas asociados a los contratos de llave en mano, es la falta de experiencia que puede tener el contratista en uno o varios ítems de los términos de referencia. La reputación y solvencia de muchos contratistas los lleva a ser los ganadores de las propuestas. Se admite entonces que el contratista, con todo su hombro financiero, subcontrate actividades y con ello delegue responsabilidades. Como consecuencia, el interventor pierde control y tiene que aumentar su eficacia de coordinación. Así mismo, tiene que realizar observaciones sobre una base contractual diferente a la propia del subcontratista con el contratante principal generando además, pérdidas en el proceso de diseño, generando malestar en la ejecución y gestión de la obra.

4 Necesidad de incluir normas y códigos

Cuando no se consolida un grupo técnico para los estudios previos o la elaboración de los términos de referencia de los proyectos, se terminan realizando además de los requerimientos legales y financieros, una lista de atributos técnicos que deben tener los proyectos. Esta lista en muchos casos se toma de un conjunto de ofertas y algo del conocimiento del contratante, por medio de asesorías informales con los proponentes, de los líderes del mercado, de los productos o de los sistemas contenidos en el proyecto. En algunos otros casos, donde se reconoce la necesidad de los expertos, se contratan los servicios de asesoría o consultoría externa si no se cuenta con el personal idóneo o con el tiempo suficiente para analizar los sistemas y subsistemas del proyecto. Esto se aplica tanto al contratante como a los contratos que realizan los contratistas con sus propios subcontratos.

En ninguno de los casos mencionados suele aparecer la figura del futuro interventor,

quién es el que finalmente será el garante de los requerimientos del proyecto. Para los requerimientos de orden legal y financiero es común que tanto contratistas como contratantes tengan suficiente experiencia y además casi nunca son modificados en la ejecución del proyecto. A diferencia de éstos, cuando comienza el proyecto y es contratada la intevectoría, tras una revisión de la propuesta surgen las primeras solicitudes de cambios. Con ello aparece desde temprano una tendencia a redefinir los términos de referencia y las respectivas modificaciones a los contratos.

Cuando se realizan estudios previos y después durante las invitaciones a ofertar tienen que variarse los términos de referencia por cambio en los requisitos de sistemas y subsistemas o para facilitar la oferta de un mayor número de proponentes, podrían causarse modificaciones fundamentales en la calidad del proyecto que luego serán reflejadas. Después, cuando deben evaluarse los proponentes y se han perdido especificaciones claves pueden llegar al proyecto contratistas inexpertos y muchos más cambios tendrían que realizarse durante la ejecución del proyecto, sin contar con la pérdida de requerimientos de orden técnico.

En ocasiones, las modificaciones terminan con una mejora de un sistema. Esto sucede muy a menudo cuando los proyectos son largos y existe un cambio de tecnología. Así que, los sistemas tienen que cambiarse y el interventor tomará las decisiones adecuadas, de nuevo, respetando los términos de referencia. Algunos contratistas esperan el efecto de este cambio tecnológico para su propio beneficio, logrando mayores ganancias, ya que estos pueden bajar costos en los equipos inicialmente ofertados.

Otro de los grandes problemas de los cambios en los sistemas o subsistemas de los proyectos, es que se pueden generar deficiencias o incompatibilidades funcionales. Los sistemas interconectados deben ser completamente compatibles en su ensamble y su funcionalidad para evitar daños futuros, reducción de tiempos en el servicio, cambios en el programa de mantenimiento y fallas en los montajes.

Para reducir estos problemas y facilitar por ende, el trabajo de los inspectores de cada uno de los sistemas, es necesario que estos cuenten en sus términos de referencia o en sus especificaciones con la mayor y suficiente cantidad de normas aplicables regladas en los contratos. El exceso de normas puede causar que los costos se eleven demasiado en los productos, pero su deficiencia puede causar fallas por incompatibilidad y calidad, que no se cumplan con requerimientos, que se incrementen costos de servicio y de funcionamiento en el futuro, junto con las posibles deficiencias en los programas de mantenimiento.

Las normas son reglamentos voluntarios y obedecen a criterios de ingeniería que se toman por conveniencia del contratante o del proyecto. Una vez estipuladas en el contrato serán una cláusula de obligatorio cumplimiento que facilitará la ejecución y la supervisión.

Además de las normas, existen reglamentos o códigos para ciertas actividades que pueden ser de obligatorio cumplimiento en un país o región. Así que deben ser cumplidas junto con todas las normas que sean mencionadas dentro del código, a pesar de no estar escritas en los contratos.

Las razones que motivan el uso de normas podrían ser:

- Los sistemas y equipos deben cumplir códigos en los países de origen.
- Las empresas constructoras definen una serie de normas para categorizar o clasificar sus sistemas.
- Los fabricantes utilizan normas para facilitar el intercambio de partes con los proveedores.

- Los fabricante utilizan las normas como parte de su política de buenas prácticas de manufactura.
- Los fabricantes y comercializadores utilizan normas para facilitar las labores de logística y por ende comercialización de sus productos.
- Los fabricantes buscan la normalización para hacer que sus productos sean compatibles, intercambiables y fáciles de mantener.
- Facilitar los procedimientos de inspección

Cuando se exigen normas en los términos de referencia resulta más fácil tomar decisiones en las modificaciones y se facilita el proceso de contratación. Por un lado, si un producto cumple cierta norma de funcionamiento, otro de diferente marca, que también la cumple, entonces ambos tendrán mayor probabilidad de ser compatibles con los accesorios de uno y sus partes quizá sean intercambiables. También suelen ser compatibles las herramientas de montaje y el mantenimiento futuro.

Entonces, si en el contrato están estipuladas las normas se facilita la toma de decisiones en las modificaciones sin temor a realizar cambios drásticos en la calidad y compatibilidad del producto. La revisión al diseño por parte de la interventoría se reduce a la estimación de variación en coste, a asuntos como reputación de la marca, insumos y repuestos. Lo más importante, evita que por cuestiones legales se tenga que cambiar la tecnología como cuando se deben adquirir productos por su bajo costo comparativo entre ofertas.

El ejercicio de la interventoría se favorece ya que cuando existen subcontratistas de tercero, cuarto o quinto orden, suele ser más fácil realizar las inspecciones a la luz de la norma técnica. Cuando se permiten subcontrataciones hay una pérdida en la cadena de requerimientos técnicos que las normas técnicas ayudan a impedir.

Durante el proceso de formulación de los términos de referencia o durante los estudios previos es necesario realizar un cuadro con la normatividad aplicable. Los códigos o reglamentos vigentes deben ser revisados, puesto que estos pueden incluir requerimientos de materiales, documentación, competencias de personal, otros reglamentos o normas. Durante el proceso de ejecución del proyecto la interventoria tendrá las herramientas suficientes para exigir requerimientos técnicos. También es importante en los términos de referencia determinar las condiciones sobre la entrega de documentos, planos, esquemas y diagramas de la obra ya que éstos tienen connotaciones legales que también servirán para resolver controversias y en el futuro realizar cambios.

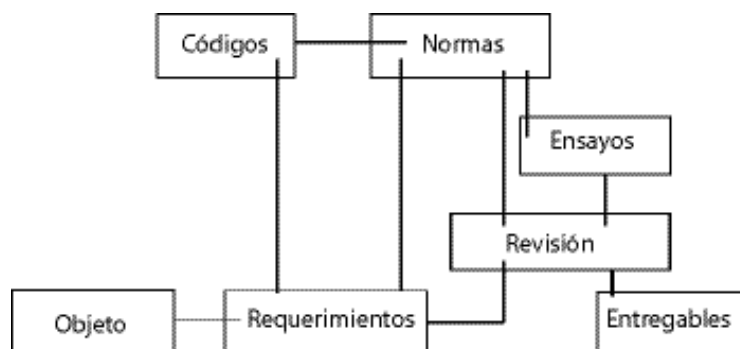


Figure 1: Modelo de Especificaciones Técnicas con Interventoría

La figura 2 por el contrario, muestra un esquema en donde las normas no son consideradas tan importantes como los términos de referencia. Cuando se administra bajo este esquema, se facilita el proceso de contratación ya que se podrían postular una mayor cantidad de firmas, utilizando menor tiempo en la formulación del problema, pero en la ejecución del proyecto no se tendrían las herramientas suficientes para la revisión, inspección y documentación. Es decir, bajo éste esquema la labor de la interventoría se dificulta y al final el contratante podría recibir productos que no esperaba, sistemas heterogéneos y un alto índice de falla en la compatibilidad. Así mismo, se hará dispendiosa la documentación para la inspección y los cambios en el futuro.

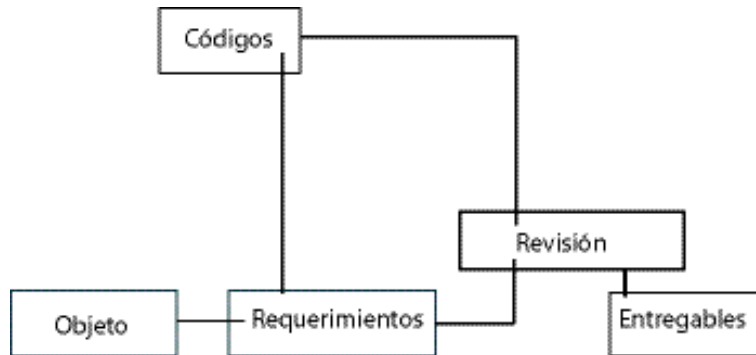


Figure 2: Modelo de Especificaciones Técnicas sin cuidar aplicación de normas

5 Normativa constructiva principal

El sector de construcción cambió drásticamente en cuando a la concepción de reglamentos a partir de la ley 11 de 1983. El primer reglamento relacionado con sismo resistencia se basó en la norma AIS 100-83 emitida por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, la ICONTEC 2000 de concreto reforzado y el Código de Estructuras Metálicas de Fedestructuras [10]. El decreto Ley 1400 de 1984 implantó el Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes. Este código fue modificado por la ley 400 de 1997 y reglamentado en la norma NSR-98. Posteriormente, en vigencia del decreto 926 de 2010 se actualizó con la norma NSR-10. Esta norma se puede consultar en el diario oficial de la República de Colombia.

La norma NSR-10 [8] incluye mapas de riesgo de sismos, los requisitos generales, las cargas, la mampostería estructural, estructuras metálicas, de madera y de guadua, estudios geotécnicos, los requisitos de la supervisión técnica, la seguridad para las personas y la seguridad contra el incendio. No incluye entre su contenido la implementación de los sistemas de iluminación, energía y las redes de servicio salvo por la condición de los materiales, estos últimos son parte fundamental de las contrucciones sismoresistentes. Este reglamento ha sido modificado por el Decreto 340 de 2012, incluyendo algunos asuntos sobre la protección contra incendios y los requisitos complementarios.

Una inclusión importante de la norma NSR-10 es el título I que da los requisitos y alcances para la supervisión técnica. En ésta ley, se encuentran enmarcadas las competencias profesionales y la idoneidad para realizar los trabajos como sus alcances. De esta manera se ayuda a definir exigencias sobre las obligaciones de contratista, contratante y se facilita la labor del interventor o supervisor.

6 Necesidad de Pruebas y Ensayos

Cuando se han formulado pruebas en los productos, entregables de proyecto y se exigen los certificados pertinentes, se garantiza la calidad del producto, su confiabilidad, su coherencia con las especificaciones técnicas de los contratos. Los ensayos y pruebas en muchas normas son mandatorios aunque la norma en sí misma no lo sea. Es decir, cuando en un proyecto se ofrece una norma voluntaria y se pacta en los términos de referencia, su cumplimiento podría causar que se deban entregar certificados de pruebas así como ensayos determinados.

En algunos casos, el compromiso de cumplir con una determinada norma voluntaria causa que se deban incluir otras normas citadas por la norma inicial con el programa de pruebas y ensayos. Consecuentemente éstas últimas podrían exigir. Esto debe quedar suficientemente claro en los términos de referencia para dotar a la interventoría de las herramientas necesarias para exigir los certificados y la validez con los organismos certificadores.

Como se menciona anteriormente, para revisar normas de productos y servicios pueden existir entidades certificadoras, que por supuesto, emiten certificados de satisfacción o de categorización según sea el caso. Algunos productos no cuentan con organismos certificadores nacionales o regionales, lo que puede causar problemas futuros en la evaluación. Los contratistas que ofrecen un producto sujeto a normas deben conocer los programas de certificación y sus costos. El contratante debe tener especial cuidado con la inclusión de cláusulas condicionadas a situaciones específicas.

Cuando en un contrato se permiten subcontrataciones, la condición de certificar productos y servicios puede diluirse entre los niveles de contrato pero no en el contrato general. De esta forma se podrían causar demoras mientras se establecen responsables. Posteriormente el contratista de primer orden justifica adiciones en tiempo y costo por estos supuestos imprevistos. El contratante debe estar enterado que esta probabilidad aumenta cuando realiza contratos con firmas no expertas en los temas delicados o que requieren la aplicación de normas específicas.

Así que, durante la realización de los términos de referencia se deben integrar los requerimientos de pruebas, especialmente las certificadas, que deben realizarse según el contenido de las normas. Por dispendioso que sea, ayuda mucho realizar lecturas preliminares de todas las normas.

7 Necesidad de entregar actividades específicas y organigrama

Los contratos de llave en mano suelen parecer favorables casi siempre. Este tipo de contratos, desde el punto de vista técnico es adecuado cuando el contratista conoce la magnitud del proyecto y entiende todos los aspectos del mismo. Pero en general, esto no es lo que ocurre sino la realidad es que los contratistas conocen algunos aspectos del proyecto, saben a quién contratar para las actividades y a su vez, estos subcontratistas por esta misma razón o por conveniencia vuelven a contratar con terceros, siguiendo la cadena.

Como resultado de lo anterior, los proyectos terminan encareciéndose y las responsabilidades diluyéndose entre los contratistas. La revisión de la interventoría comienza

por no ser eficiente ya que aparecen una serie de inconvenientes desde el punto de vista de las responsabilidades y los términos contractuales. En la obra, suelen estar los contratistas de más bajo nivel con unos entregables de servicio y producto diferentes a los pactados entre el contratante y el contratista principal. Entonces, las actividades hechas, que son sujeto de inspección, aunque pueden estar bien realizadas, podrían ser distintas a las del contrato y el residente revisor podría confundirse con facilidad, aceptando algunas actividades no propias del contrato, rechazando otras. Cuando ocurre el rechazo, los residentes de interventoría y el contratista de más bajo nivel entran en discusiones, que no podrían ser resueltas de manera inmediata, sin en un comité de obra, donde existe un representante del contratista de más alto nivel.

Por lo anterior, es preferible contratar con empresas que tengan la capacidad y experiencia en la mayoría de los aspectos. Si esto no es así, deberían exigirse los organigramas completos de sus subcontratistas y además las especificaciones técnicas de estos subcontratos avaladas por la interventoría. Se recomienda utilizar un esquema administrativo como el mostrado en la figura 3. La labor de la interventoría, al margen de las buenas prácticas de manufactura y servicio de todos los contratistas de la obra, debe enfocarse en los términos de referencia técnicos que deben ser la suma de cada una de las especificaciones técnicas. Los representantes del contratante en la revisión pueden cubrir todos los aspectos del contrato conociendo el organigrama, las tareas contratadas y pueden coordinar con una mayor facilidad.

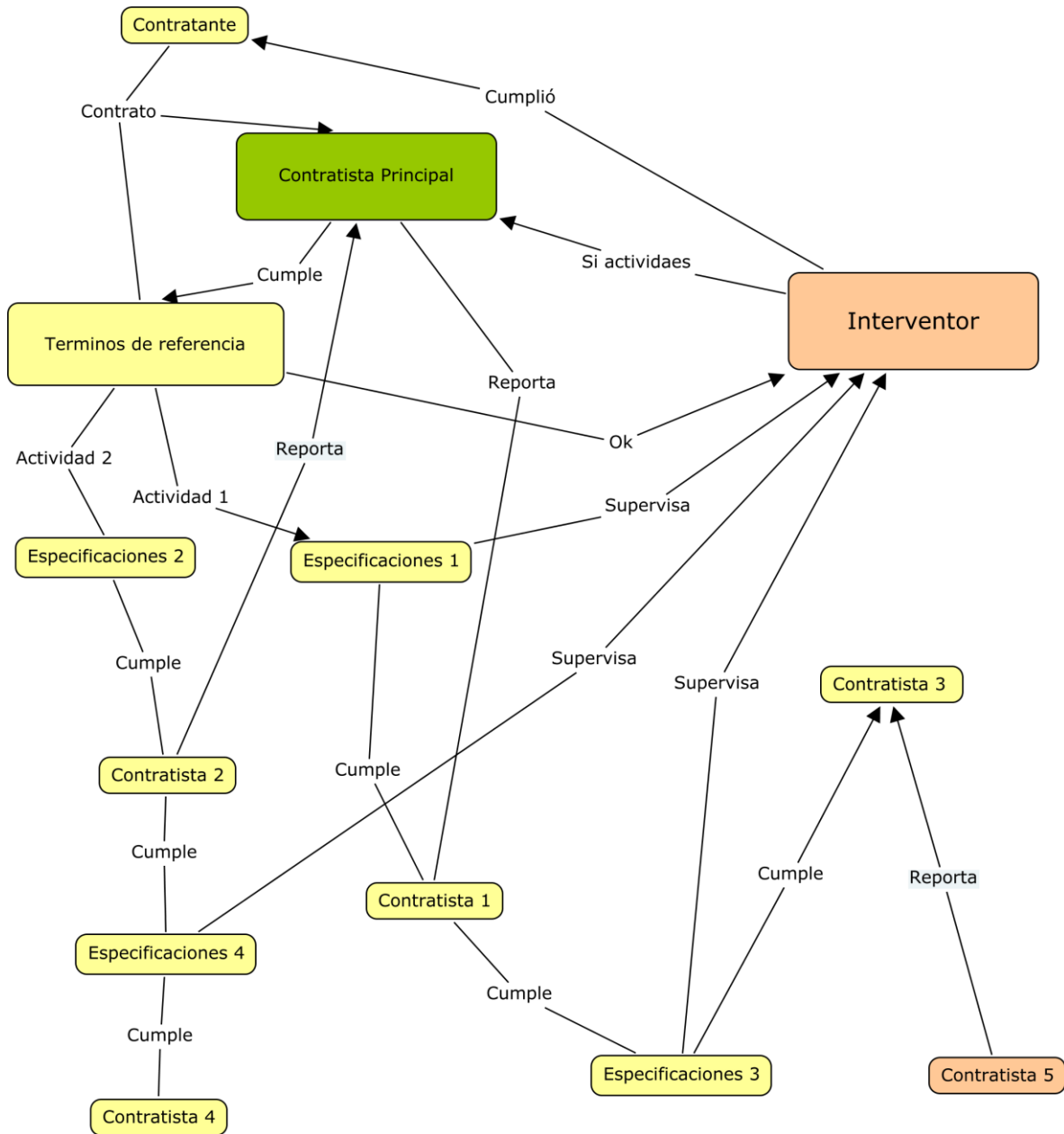


Figure 3: Concepto de gestión de interventoría con subcontratistas

Durante la etapa contractual debería quedar bien claro la obligatoriedad de entregar el esquema y organigrama definitivo. Aunque se debe dar flexibilidad para que el contratista pueda elegir a sus proveedores, si es que el contrato original no impide intermediación, se debe exigir la entrega de organigramas de toda la cadena al iniciar la obra so pena de incurrir en multas por retraso causado. Cada uno de estos cronogramas debe tener todas las actividades detalladas de la obra. Cuando se generalizan las actividades por grupos, como ocurre usualmente, se dificulta la supervisión y las responsabilidades.

Todos los contratos deben tener cláusulas de cumplimiento de seguridad industrial y salud ocupacional, con la exigencia de un sistema de gestión. Adicionalmente, todos los empleados de un contrato deben estar uniformados; debidamente identificada su

indumentaria y sus herramientas de trabajo. Esto facilita el orden de la obra, las responsabilidades y la seguridad de la misma, además de la supervisión de las actividades realizadas.

8 Necesidad de la Seguridad Industrial

Durante el ejecución de un proyecto es indispensable y obligatorio utilizar todos los elementos de seguridad. En los contratos de obra se exige casi siempre la presencia de un responsable de seguridad industrial y un programa de seguimiento para la buena administración de éste por cuenta del contratista. Los sistemas de salud y riesgos laborales exigen que se tenga afiliación a estos, los pagos que se realizan a los contratistas dependen de la realización de los aportes a este sistema de seguridad social de los trabajadores del proyecto.

A todo esto, no es muy habitual que los obreros estén uniformados y plenamente identificados. En general, en el ambiente laboral no existen buenas prácticas de manufactura por cuenta de los trabajadores, lo que es peor, existen hábitos y costumbres para realizar las actividades laborales que se arraigan que son difíciles de cambiar. En muchos casos, cuando se obliga a utilizar algún elemento de seguridad, los resultados del trabajo son malos.

En las obras, es un muy buen indicador cualitativo del entrenamiento institucional de un trabajador la utilización del equipo correcto de la seguridad industrial y de la manera correcta de utilización de las herramientas. Los obreros entrenados suelen sujetar correctamente todas sus herramientas, utilizar los elementos de protección y tener los cuidados en el sector en el que están trabajando. Mientras que el obrero que no ha recibido entrenamiento, que aprendió por acumulación de experiencia, no muestra mucho interés en las buenas prácticas.

No solo porque la ley lo exige, las organizaciones deben tener un sistema de salud, higiene y seguridad industrial debidamente planeado, tal como lo recomiendan diversos autores para favorecer el desarrollo del trabajo y disminuir los riesgos de accidentes [7],[3],[13], [4], [2],[1], y organizaciones como la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA). Incluso podrían realizarse los términos de referencia en términos de la seguridad para el trabajo o métodos de Diseño para Proceso Seguro como lo describe [5].

En todo caso, contratista y contratante deben tener entre los principios del contrato que:

- La salud y seguridad debe ser parte de la política de una empresa.
- El sistema de seguridad y protección debe tener un fuerte apoyo de la alta dirección.
- Deben estar articulados con los contratistas y subcontratistas y con el contratante.
- Debe ser retroalimentado continuamente para producir mejoras.
- Deben reportarse los incidentes de obra en un sistema de administración. Deben forma parte de las obligaciones contractuales.
- El sistema de gestión de la seguridad social debe estar integrado con los sistemas existentes.
- El personal encargado de un grupo de obreros debe realizar inspecciones regulares a los sitios de trabajo [6].

9 Necesidad de identificar el personal

En la mayoría de obras de infraestructura de carácter civil, los obreros no se identifican de manera adecuada y por lo general no tienen uniformes. En algunos casos, cuando si tienen este uniforme y su identificación debida, no se diferencian de otros por la suciedad o desgaste. Esto no ayuda mucho con la buena coordinación y supervisión de la obra causando problemas.

Los uniformes y la identificación son útiles para definir responsabilidades del contratista y subcontratistas; para diferenciar los trabajos entre ellos, para facilitar la inspección, exigencia de los elementos de seguridad, para generar un ambiente de limpieza y orden en una obra. Cuando estos no son regla en el proyecto, la labor de interventoría y su documentación en sitio se dificulta así como la seguridad, especialmente si hay una cantidad suficientemente grande de personal trabajando.

Mientras que el uniforme causa un ambiente de orden y aseo, la identificación ayuda a definir responsabilidades y las tareas que debe ejecutar un contratista de acuerdo al programa de trabajo del cronograma de la obra. Esta debe señalar por lo menos el nombre, la empresa (Contratista y contratante) y el tipo o código de contrato. Los programas de seguridad industrial exigen además que el personal se identifique con el número del carné o cédula y el grupo sanguíneo. Debe hacerse en cada elemento, prenda del uniforme o del equipo de seguridad, así sea redundante.

Los elementos que utilizan los contratistas, como herramientas, andamios, soportes, e insumos, deben estar debidamente identificados. Esto contribuye a las buenas prácticas de manufactura en obra y por supuesto al aseo.

Los ambientes donde el personal está debidamente uniformado e identificado son limpios, y rápidamente se puede dilucidar la existencia de personal ajeno a la obra. Los obreros mejoran su comportamiento dado que son rápidamente identificados y los robos podrían ser disminuidos. Los uniformes son indicadores de los procesos internos en las organizaciones y su estructura; de los valores de un compañía y de la manera como el trabajo está organizado [9]. Así mismo, los uniformes afectan el cumplimiento de las metas del personal, el comportamiento inherente a su rol y la legitimación de los empleados frente a los desconocidos.

10 Necesidad de una correcta documentación

El manejo de documentos escritos y correspondencia no presenta mayores problemas. Pese a que cada uno de los contratistas maneja sus propios formatos, el estilo en la comunicación suele ser fluido, los documentos son los soportes a los acuerdos y a las obligaciones durante el desarrollo de una interventoría y supervisión de un proyecto.

La documentación correspondiente al diseño si tiene muchos problemas y es un punto bastante importante para el buen desarrollo de una interventoría. Los proyectos principalmente se muestran con planos y con documentos de especificaciones técnicas. Los primeros exigen la aplicación de normas técnicas de dibujo específicas y los segundos formatos que suelen depender más de la forma como los fabricantes presentan la documentación a sus clientes que de los procesos mismos de una compañía. Los documentos asociados a los diseños, como las memorias de cálculo presentan una dificultad mayor en la

forma como se presenta y se interpreta.

10.1 Planos de Diseño

El diseño comienza con una idea que se plasma en bocetos y esquemas para luego ser realizada en un dibujo técnico. El dibujo técnico debe estar enmarcado en normas voluntarias pero que deben ser anunciadas en los términos de referencia y consecuentemente, tener un carácter de obligatoriedad en la presentación para todos los contratistas. La presentación de los diseños en modelos tridimensionales está tomando fuerza cada vez más, para esto existen normas que son poco conocidas y difundidas, más allá de los formatos de archivo de dibujo e intercambio.

Uno de los principales problemas que emergen con la normatividad técnica asociada a los dibujos es el hecho que los contratistas utilizan programas de diseño de diferentes firmas, cada uno de estos programas viene con herramientas de dibujo para planos con plantillas configuradas con normas diferentes y con algunos retoques de usuario. Las plantillas suelen ser modificadas de una plantilla base y no todos los elementos de la plantilla base adaptados a la norma que se requiere. Como resultado, los planos se presentan con una mezcla de normas y en algunos casos, la información puede ser confusa pudiéndose causar errores de fabricación.

En algunos casos, se realizan los dibujos en computador y se imprimen al margen de la calidad de la impresión dando como resultado que la norma original que se usa no se refleje en el plano impreso. Por ejemplo, los espesores de línea para geometrías de contorno y cotas en los dibujos. Esto causa dificultad en la lectura del plano y con ello la posibilidad de error.

Otro de los problemas es la facilidad de cambio e impresión. Con el dibujo paramétrico, donde se pueden realizar modificaciones muy rápidas que fluyen a lo largo de todos los elementos diseñados que están asociados, para luego imprimir información fresca mientras los planos más viejos no son retirados de los sitios de trabajo, de tal forma que se pierde la trazabilidad.

Cuando se utilizan programas especializados las empresas deben realizar un esquema jerárquico y modular del proyecto. Esto suele ser difícil de implementar pero termina facilitando la ejecución del proyecto y minimizando los errores. Se requiere de un responsable de la administración del proyecto y de los cambios en los archivos del programa, así como un responsable de mantener actualizados los planos y de retirar los que se van declarando obsoletos. Al finalizar el proyecto deberían estar listos los planos Records o definitivos de obra terminada. Esto últimos son los que harán fáciles las labores de modificación y mantenimiento en el futuro. La interventoría debería tener un esquema asociado para facilitar también su labor de inspección.

Cuando se tienen muchos contratistas esta labor comienza a ser realmente difícil. Si los programas y formatos de archivo no son compatibles, se incrementan los gastos de revisión, bien sea porque se requiere personal con experiencia más amplia o porque se requiere un mayor licenciamiento de software. La coordinación se dificulta si cada contratista debe interpretar cada documento, causando mayor posibilidad de error.

En cuanto a la validez, los planos de ingeniería deben tener la firma de quién realizó, quien aprobó y quién calculó o revisó. No pueden ser la misma persona puesto que esto demostraría que las cosas no se están realizando de manera coordinada con un equipo de

trabajo. Esto se debe cumplir aún cuando sea un subcontratista pequeño, donde por lo menos el dueño del contrato debe revisar y responsabilizar por la actividad de diseño aceptada.

10.2 Memorias de cálculo e ingeniería

En Colombia existen pocas leyes que den cuenta de las competencias de quién calcula. La norma NSR-10 determinan que profesional puede realizar los cálculos de ingeniería. Los profesionales de diferentes áreas suelen presentar las memorias de cálculo en diferentes formatos y estilos. Lo importante es contar con una buena definición del problema, los esquemas y ecuaciones de cálculo pertinentes presentados claramente, con el uso de normas y convenciones para facilitar la lectura de los mismos. Debe siempre incluirse un glosario de términos técnicos para evitar errores de interpretación entre diferentes disciplinas de la ingeniería.

En las cláusulas debería estipularse como deben ser entregadas las memorias de cálculo; sus contenidos e incluso delegando a la interventoría para definir los parámetros de la documentación para el cálculo. Las memorias de cálculo de todos los contratistas deben presentarse de manera coherente en el proyecto ya que servirán en el futuro para tomar decisiones de modificaciones y son los soportes legales para cualquier falla eventual.

Existe un problema mayor en la actualidad ya que muchos de los cálculos se realizan directamente con programas de simulación y se ha generalizado el término “hecho con elementos finitos”, que aparentemente permite saltar información de procedimientos en las entregas. De esta manera, los contratistas presentan los resultados en esquemas poco entendibles en una serie de tablas que no sirven para nada y presentados tal como los programas los muestran en pantalla durante la simulación.

En una buena documentación del proyecto y para la revisión eficiente, los resultados obtenidos en los programas de simulación deben tener trazabilidad, deben fichar la especificación del computador y del programa, incluida su licencia; deben especificar los algoritmos o “solvers” utilizados así como el error e incertidumbre obtenida en los resultados. Además deben poder ser emulables con otros computadores con los archivos entregables, en formatos compatibles con otros programas y finalmente incluir los modelos tridimensionales o bidimensionales utilizados.

Para los cálculos, en los términos contractuales se sugiere por lo menos incluir:

- Carta de responsabilidades del ingeniero calculista.
- Cada una de las paginas de los documentos de cálculo debe estar firmada y sellada.
- Los planos anexos a la norma debe corresponder con la misma normatividad contractual para la presentación de los planos.
- Incluir la información relacionada con las consideraciones del cálculo y las idealizaciones del diseño.
- En caso que algunos elementos o sistemas no requieran un cálculo específico, a criterio del ingeniero calculista, se debe precisar.
- Se deben especificar los códigos y normas a que halla lugar para el cálculo, indicando claramente si han sido condicionantes para el resultado y los factores de seguridad.
- Se debe precisar los requerimientos mínimos que deberían cumplir los cálculos señalados para cada disciplina correspondiente.
- Se deben precisar los criterios de falla utilizados.

- Para el caso de utilizar programas de diseño, CAD/CAE/CAM, se debe indicar con claridad la versión utilizada, la ficha técnica del computador y del software donde se realizaron los cálculos, el solver utilizado, la metodología del software, el diagrama de aplicación de cargas utilizado en el mismo y la licencia documentada.

10.3 Planos de obra

Es costumbre que para parecer eficientes, los contratistas y su personal, no utilicen planos para ejecutar sus actividades o realizar tareas sujetas a planos, incluidos diseños nuevos y remodelaciones. Las decisiones en cuanto a las modificaciones producidas por el criterio del residente o del obrero, por no tener las herramientas o los insumos adecuados se hacen en los sitios de trabajo, al ritmo de los hallazgos. Así mismo, cuando cometen errores no documentan la corrección para posteriormente realizar una actualización.

La ejecución del proyecto queda con poca trazabilidad, los ingenieros de obra, tanto del contratista como del contratante e interventoría pierden elementos de juicio para tomar decisiones. Adicional a esto, otras actividades se afectan por “cosa hallada” obligando a un paro de actividad o realizar correcciones en sitio, cometiendo la misma clase de errores en la documentación. Al final, los planos Record no mostraran confiabilidad y no corresponderán con la realidad sin contar los innumerables errores de diseño que esto pudo generar.

Todos los contratos deben exigir los planos previos al comienzo de una actividad de fabricación o de construcción. Esos deben ser debidamente aprobados por la interventoría antes y después de la actividad. Deben ser debidamente documentados con los cambios por el responsable contratista y por quién autoriza. Si es el caso, cuando se necesita deben ser acompañados del nuevo esquema de cálculos y la justificación para el cambio.

Cuando se organiza el proyecto desde las etapas iniciales, para prevenir el desorden producido por la subcontratación, se deben realizar cronogramas con detalle de las actividades a realizar por subcontratistas. A su vez cada uno de los subcontratistas debe tener su propio organigrama, la interventoría revisar y hacerle seguimiento.

11 Conclusiones

Los proyectos de obra civil requieren que durante la realización de los términos de referencia se establezca un equipo de diseño. Este equipo de diseño debe ser contratado directamente o mediante una consultoría dedicada. Se deben determinar con juicio todos los requerimientos que la obra proyecta y discutir como funcionará mejor durante la ejecución de la misma. Los trabajos multidisciplinarios suelen dar excelentes resultados puesto que amplían el número de aspectos a tener en cuenta y las especificaciones técnicas resultan abarcando un mayor número de actividades que pueden ser exigidas en el contrato resultando en una mayor eficacia en tiempo y calidad.

Cuando se utilizan normas técnicas, ya sean voluntarias u obligatorias se facilitan la implementación técnica del contrato y las modificaciones a que halla lugar en las especificaciones técnicas. Así mismo, se favorece la compatibilidad entre elementos y equipos así como en la lectura de los documentos y manuales asociados a los entregables. Posteriormente, ayudan durante el funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones. Las normas técnicas, junto con las pruebas de los productos, ayudan a realizar un interventoría

objetiva, confiable y a recibir los estándares de calidad contratados en las instalaciones.

En los contratos debe definirse con claridad la documentación que debe ser entregada. Unificarse en lo posible los formatos, la numeración de documentos y las normas técnicas de los dibujos debe ser unificada para todos los contratistas y subcontratistas de cualquier nivel que intervengan en la obra. Deben definirse claramente las competencias de ingeniería, de acuerdo con la ley, que pueden firmar y realizar cálculos. También debe definirse con claridad las formas en que deben presentarse los cálculos de ingeniería y los archivos de simulación entregados.

Para la fabricación deben ser exigida la utilización de planos previos a la realización de la actividad y posterior a la misma con la debida actualización para que sean finalmente el soporte o resulten en los planos Record.

Estas recomendaciones toman su tiempo para ser implementadas en un proyecto pero resultan en la ejecución eficiente y controlable del proyecto causando beneficios en el futuro del mismo.

Referencias

[1] Adel Badri, André Gbodossou, and Sylvie Nadeau. Occupational health and safety risks: Towards the integration into project management. *Safety Science*, 50(2):190 – 198, 2012.

[2] I.W.H. Fung, V.W.Y. Tam, T.Y. Lo, and L.L.H. Lu. Developing a risk assessment model for construction safety. *International Journal of Project Management*, 28(6):593–600, 2010. cited By (since 1996)18.

[3] J. Gambatese. *Safety Constructability: Designer Involvement in Construction Site Safety*, chapter 69, pages 650–660.

[4] Matthew R. Hallowell and John A. Gambatese. Activity-based safety risk quantification for concrete formwork construction. *Journal of Construction Engineering & Management*, 135(10):990 – 998, 2009.

[5] Steven Hecker, John Gambatese, and Marc Weinstein. Designing for worker safety. *Professional Safety*, 50(9):32 – 44, 2005.

[6] Jimmie Hinze and John Gambatese. Factors that influence safety performance of specialty contractors. *Journal of Construction Engineering & Management*, 129(2):159, 2003.

[7] N. Kartam. Integrating safety and health performance into construction cpm. *Journal of Construction Engineering and Management*, 123(2):121–126, 1997.

[8] República de Colombia: Diario Oficial. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente: NSR-10, 1994.

[9] Anat Rafaeli and Michael G. Pratt. Tailored meanings: On the meaning and impact of organizational dress. *The Academy of Management Review*, 18(1):pp. 32–55, 1993.

[10] María Fernanda Aguirre Patiño. Evolución de las normas técnicas y la inclusión de nuevos sistemas constructivos, 2012.

[11] Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. Información construcción, 2014.

[12] Dirección General de Política Macroeconómica Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Hechos destacables PIB 1T2013. Volumen 1(Año 2), Junio 2013.

[13] KJ Zink. From industrial safety to corporate health management. *Ergonomics*, 48(5):534–546, 2005. PMID: 16040525.