



TESIS DE GRADO EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD  
EN UN PROYECTO DE IPC**

***Autor: Agustina Salvó  
Agostina.Salvo@gmail.com  
Tutor de Tesis: María del Carmen Galíndez  
galindez@itba.edu.ar***

**2010**

---

---

---

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo estudia la implementación de un sistema de gestión de calidad en un proyecto de ingeniería, procura y construcción en general y una planta termoeléctrica de ciclo combinado en particular.

El diseño de dicho sistema de calidad se lleva a cabo en dos etapas, a saber: análisis de la metodología de trabajo e implementación del sistema de gestión de calidad.

En la primera etapa, se realiza un análisis de la situación inicial del proyecto incluyendo una breve descripción de la planta en construcción y la problemática identificada a los pocos meses de comenzada la construcción de la misma. A continuación, se describe la metodología que será utilizada para resolver los problemas identificados y cómo la misma resulta innovadora en el marco de la nueva dinámica competitiva en la industria de la construcción en la República Argentina.

En la segunda etapa, se presenta el diseño y posterior implementación del sistema de gestión de calidad elegido (Norma ISO 9001) para el proyecto bajo análisis. Se comienza por presentar los lineamientos generales para la implementación de dicho sistema de calidad a la vez que se identifican aquellos procesos que resultan críticos para la correcta ejecución del mismo, a saber: control de los cambios de alcance en construcción, coordinación de materiales y control de la documentación técnica. Finalmente, se lleva a cabo un análisis de brecha para identificar los desvíos existentes entre los procedimientos actuales y aquellos necesarios para la implementación de la norma ISO.

Luego de realizada la implementación del sistema de gestión de calidad para el proyecto bajo análisis, se concluye:

- La implementación de un sistema de gestión de calidad específico para un proyecto ayuda a cumplir en tiempo y forma con las obligaciones contractuales y los requerimientos del cliente
  - Si bien se observan distintos grados de mejoría en las variables de gestión, cabe destacar que en el caso particular de las variables de avance y productividad, el sistema de gestión de calidad implementado contribuye a cerrar significativamente la brecha identificada
-

- 
- Desde el punto de vista de la compañía de IPC, el sistema de gestión de calidad maximiza la rentabilidad del negocio a la vez que garantiza el buen funcionamiento del producto terminado

A su vez, se identifican una serie de las lecciones aprendidas durante el proceso de implementación del sistema de gestión de calidad en el proyecto, a saber:

- Resulta fundamental la pronta implementación del sistema de gestión de calidad de modo de poder percibir la mayor cantidad de beneficios en el período de ejecución del proyecto
- Es imperativo proceder a la temprana identificación de las tareas críticas y darles prioridad en el plan de implementación del sistema de calidad para percibir los máximos beneficios posibles
- La norma ISO 9001 presenta una serie de ventajas frente a otros sistemas de gestión de calidad cuando se trata de la implementación en proyectos que por naturaleza tienen una duración definida

Por último, es importante destacar que el presente trabajo adquiere una mayor relevancia cuando se tiene en cuenta que la industria del IPC se encuentra en vertiginoso crecimiento gracias al desarrollo de proyectos de infraestructura claves para el crecimiento económico sostenido de la República Argentina.

---

---

## EXECUTIVE SUMMARY

The purpose of this thesis is to describe the implementation of a quality management system for an engineering, procurement and construction (or “EPC”) project in general and the development of a thermoelectric plant in particular.

The design of such quality system is conducted in two different stages: the first one analyzes the methodology employed to develop that quality system and the second and final one thoroughly describes the implementation process undergone.

In the first stage, a due diligence is performed to analyze the initial status of the project and identify the problematic areas that were causing delays and cost overruns only a few months after the project kicked-off. Going forward, the methodology applied to study and re-design such problematic areas is described, highlighting why this approach is original in the context of the current competitive dynamics in the Argentine construction industry.

In the second stage, a description of the design and implementation process of the selected quality management system (ISO 9001) is outlined. The general guidelines for implementation are described as well as the critical processes for an effective execution of the project identified. Those processes are: control of changes of scope during the construction work, coordination of materials and equipment and control of technical documentation. Finally, a gap analysis is performed to identify existing deviations in the current work processes and design corrective actions to comply with ISO 9001 requirements.

After finishing the development of the quality management system for the project under study, the following conclusions are drawn:

- The implementation of a quality management system, specifically designed for a particular project, assists to deliver in a timely manner with contractual obligations and customer requirements
  - Although different degrees of improvement are observed for each of the key performance indicators, the quality system developed has a significant impact in those variables related to the productivity and progress of the project
-

- 
- From an EPC company's perspective, the quality management system maximizes the project's profitability while at the same time ensures the proper functioning of the final product

At the same time, during the implementation process of the quality system, the following lessons are learnt:

- In order to capitalize most of the perceived benefits during the life cycle of the project, a prompt implementation of the quality management system is essential
- The early recognition of such processes that are critical to the correct execution of the project is imperative to achieve better results
- The ISO 9001 standards have a number of advantages over other quality management systems when applied to an EPC project that is short-term by nature

Finally, it is important to point out that this study takes greater significance in the context of a growing demand for EPC services in Argentina driven by major infrastructure projects that are currently under development in the country.

---

---

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia por ser un importante sostén para mí durante toda mi carrera en el ITBA.

En segundo lugar, agradezco a mi novio, Ignacio Sanz, por su gran apoyo a lo largo del transcurso de elaboración de esta tesis y por acompañarme siempre.

Por último, y no menos importante, a mi tutora María del Carmen Galíndez, por su ayuda y guía en el desarrollo de este trabajo.

---

---

---

---

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
2.1. ¿QUÉ ES CALIDAD? .....	6
2.2. EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD.....	7
2.3. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE CALIDAD: COMPANÍA VS. PROYECTO .....	9
2.4. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD ÓPTIMO PARA UN PROYECTO .....	11
2.4.1. GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL .....	11
2.4.2. NORMA ISO 9001:2000.....	12
<b>3. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>	<b>14</b>
3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL .....	14
3.2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.....	19
3.3. SOLUCIÓN PROPUESTA Y BENEFICIOS ESPERADOS .....	21
<b>4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD.....</b>	<b>23</b>
4.1. IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA ISO 9001:2000 .....	23
4.1.1. DECISIÓN DE IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD .....	23
4.1.2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL Y DESARROLLO DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN .....	25
4.1.3. ESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD .....	25
4.1.4. DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD.....	27
4.1.5. FORMACIÓN, AUDITORÍA INTERNA Y MEJORA CONTINUA ...	31
4.2. IDENTIFICACIÓN DE TAREAS CRÍTICAS.....	32
4.3. ANÁLISIS DE BRECHA – TAREAS CRÍTICAS .....	36
4.3.1. CONTROL DE CAMBIOS DE ALCANCE - CONSTRUCCIÓN.....	36
4.3.2. COORDINACIÓN DE MATERIALES .....	45
4.3.3. CONTROL DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	56
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
5.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	66
5.2. LECCIONES APRENDIDAS Y ÁREAS DE MEJORA .....	72
<b>6. BILIOGRAFÍA .....</b>	<b>74</b>

---

---

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
GESTIÓN DE CALIDAD EN UN PROYECTO DE  
INGENIERÍA, PROCURA Y CONSTRUCCIÓN**

---

---

---

## 1. INTRODUCCIÓN

### ¿Qué es una Compañía de “IPC”?

Las Compañías de “IPC” se dedican a la prestación de servicios de ingeniería, procura y construcción en proyectos de infraestructura de diversa envergadura y complejidad.

En la Figura I, se muestra un esquema que detalla el modelo de negocios de una compañía de IPC. En líneas generales, los accionistas del proyecto pagan a las compañías de IPC un monto fijo por realizar el diseño de ingeniería, garantizar el abastecimiento de recursos productivos y llevar adelante la construcción de una determinada obra. En otras palabras, la compañía de IPC lleva adelante el desarrollo integral del proyecto de construcción y a cambio de una suma de dinero determinada asume el riesgo de ejecución del mismo.

Esta metodología de trabajo, denominada proyecto “llave en mano” ha proliferado en los últimos años en la industria de la construcción de modo tal que las compañías de IPC se han convertido en un actor determinante para el desarrollo de dicha industria a nivel mundial.

En la Argentina, la industria del IPC ha sido tradicionalmente dominada por las grandes compañías constructoras como Techint, Grupo Roggio y Skanska. Sin embargo, en los últimos años, han surgido nuevos jugadores como la brasileña Odebrecht o la venezolana Inelectra que están compitiendo fuertemente en licitaciones recientes en un intento por aumentar su cuota de mercado.

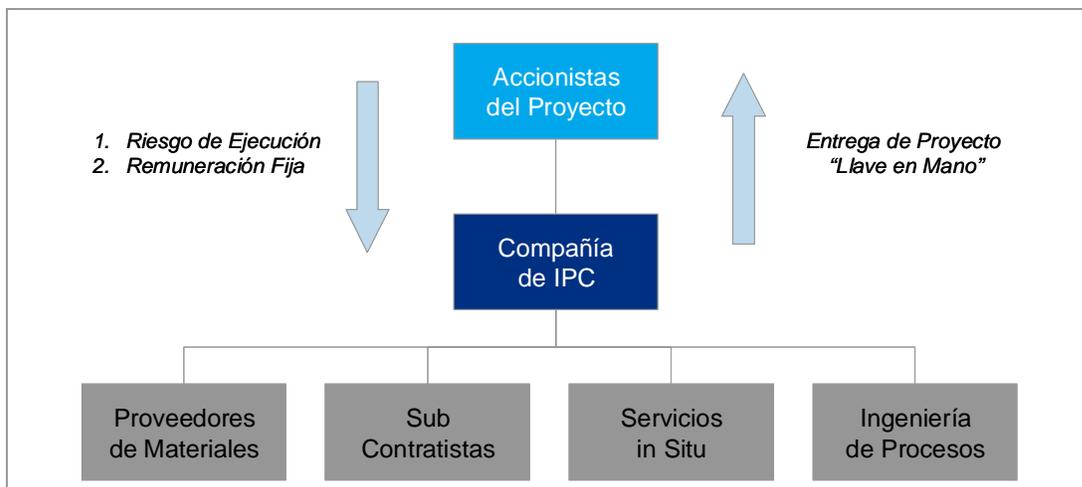


Figura I. Modelo de Negocios de una compañía de IPC.

Ahora, ¿A qué se debe el surgimiento de estos nuevos jugadores en la industria del IPC?

En Noviembre del año 2008, la Presidenta Cristina Fernández de Kirchner anunció un paquete de estímulo fiscal en el marco de una serie de medidas contra-cíclicas para evitar o disminuir el efecto de la crisis financiera global en la economía Argentina.

De acuerdo al anuncio realizado, una gran parte de dicho estímulo fiscal (aproximadamente US\$20 billones de dólares) estaría enfocado en el desarrollo de importantes obras de infraestructura en los sectores de energía y transporte.

Se espera que la industria de la construcción crezca un ~90% entre 2010 y 2014 como resultado de esta gran cantidad de proyectos de infraestructura ha llevarse a cabo en el país en los próximos años (ver Figura II).

En este marco de demanda creciente es que se ha producido la proliferación de compañías que ofrecen servicios de IPC a los distintos operadores que han ganado las concesiones para el desarrollo de diversos proyectos en los años venideros.

En la Tabla I, se muestran los proyectos más importantes otorgados en los últimos años, en el marco del paquete de estímulo fiscal, en los sectores de transporte y energía eléctrica entre otros.

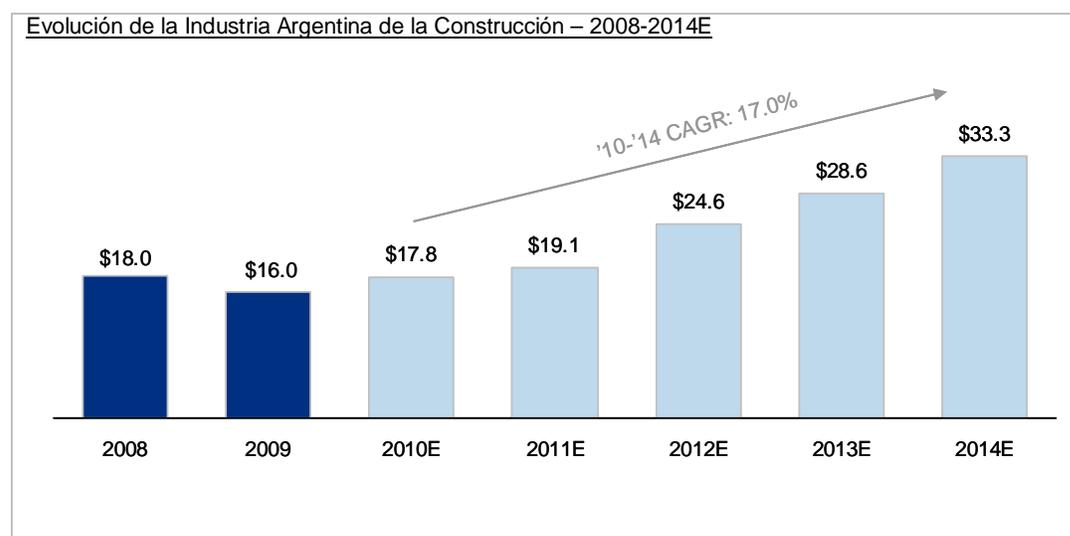


Figura II. Evolución de la Industria de la Construcción en Argentina (Billones de US\$)

Del análisis de dicha tabla es posible observar que más del 25% de los proyectos asignados corresponden a obras para el desarrollo y expansión de la capacidad de generación eléctrica a lo largo del territorio nacional.

Esto último está vinculado no sólo con el hecho de que el desarrollo de la capacidad eléctrica es una condición esencial para el desarrollo industrial del país sino también con la falta de inversión que ha habido en este sector, desde el año 2002 hasta la actualidad, producto del congelamiento de tarifas.

Proyecto	Valor (US\$ mm)	Compañía	Período	Status
<b>Sector Eléctrico</b>				
Granja Eólica (600 - 900 MW)	\$2,400	Grupo Guascor	--	Anuncio en 2009
Planta Hidroeléctrica Chihuido (640 MW)	1,100	--	2011 / 2012	Concesión otorgada 2010
Expansión Planta Nuclear Embalse (648 MW)	1,030	--	--	Planeamiento
Planta Hidroeléctrica Los Blancos	700	Provincia de Mendoza	--	Planeamiento
Finalización Atucha II	700	Nucleoeléctrica SA / Siemens	2007 / 2010	Proyecto Retornado en 2010
Planta Hidroeléctrica Negra (62 MW)	350	Techint	2009	Contrato Firmado en 2009
Planta Hidroeléctrica La Barrancosa (1,740 MW)	4,000	--	2010 / 2016	Por Licitar
Otros	1,833	--	--	--
<b>Total Sector Eléctrico</b>	<b>\$12,113</b>			
<b>Sector Energético</b>				
Gasoducto Argentina - Venezuela	\$20,000	Petrosur	2006 / 2013	En Ejecución
Gasoducto Noroeste	1,600	Enarsa	2007 / 2010	En Ejecución
Otros	211	--	--	--
<b>Total Sector Energético</b>	<b>\$21,811</b>			
<b>Otras Obras de Infraestructura</b>				
Desarrollo Red Transporte de Agua Pcia Chubut	\$987	--	2010	En Ejecución
Actualización Red Cloacal	720	AySA	2009	Proyecto Anunciado
Expansión Subte de Buenos Aires	2,500	--	--	Proyecto Detenido por Falta de Fondos
Modernización Línea San Martín de Tren	650	Alstom	--	Por Licitar
Subterráneos Pcia de Córdoba	1,250	Roggio	--	Propuesta Presentada
Otros	9,965	--	--	--
<b>Total Otras Obras de Infraestructura</b>	<b>\$16,072</b>			

Tabla I. Proyectos de Infraestructura en la República Argentina.

*Ahora, ¿Cómo ha evolucionado la industria del IPC a lo largo de los años?*

En la última década, la industria del IPC ha experimentado cambios estructurales producto del desequilibrio entre la oferta y la demanda.

En la Figura III, se muestra la evolución de las tendencias en la industria del IPC en los últimos 25 años. Como puede observarse, en la década de los 90's las compañías de IPC ejecutaban una cantidad reducida de proyectos, los cuales estaban vinculados en general a refacciones de obras existentes y eran ejecutados con abundantes recursos tanto naturales como humanos. Es en este contexto donde los márgenes operativos promedio de las compañías de IPC se vieron reducidos de ~10% en 1985 a menos de ~5% en el 2000.

Con la llegada del nuevo milenio, la industria del IPC experimentaría una serie de cambios drásticos que la modificarían para siempre. Entre los factores más importantes que afectaron a la industria cabe destacar:

1. Inestabilidad en el precio de los commodities: la variabilidad en el costo de los suministros para el desarrollo de los proyectos impactaría drásticamente los márgenes operativos de las compañías de IPC
2. Escasez de recursos humanos: la cantidad de ingenieros graduados está decreciendo año a año a nivel mundial dificultando a las firmas de IPC la contratación y el desarrollo de nuevo talento
3. Complejidad creciente de los proyectos: la demanda de proyectos de gran envergadura y complejidad se ha multiplicado 9 veces desde el 2002 a la actualidad

Como consecuencia de las tendencias arriba descritas, los servicios de las compañías de IPC se encuentran cada vez más requeridos.

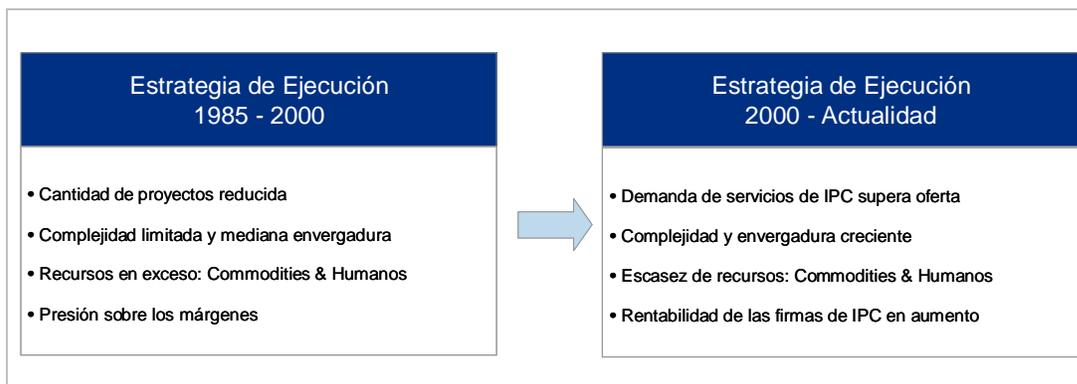


Figura III. Tendencias en la Industria del IPC.

*Ahora, ¿Por qué el aseguramiento de la calidad es un pilar fundamental para la industria del IPC en este nuevo y desafiante escenario competitivo?*

En primer lugar, dada la complejidad creciente en los proyectos de IPC, el aseguramiento de la calidad representa un pilar fundamental de la industria en la medida que permite garantizar un producto terminado en línea con las expectativas del cliente. Un proyecto bien ejecutado que a lo largo de su vida útil funciona dentro de los parámetros establecidos durante su desarrollo, es la herramienta de marketing número uno que tienen las compañías de IPC.

En segundo lugar, el aseguramiento de la calidad juega un papel fundamental en la rentabilidad de las compañías de IPC. Y, ¿A qué se debe esto? Debe recordarse que las compañías de IPC llevan adelante el desarrollo del proyecto a cambio de una compensación fija. De esta manera, cualquier desviación del plan de ejecución que produzca un reproceso o desperdicio de recursos resultará en una disminución de la rentabilidad de ese proyecto para la compañía de IPC.

Finalmente, el proceso de aseguramiento de la calidad tiene una importancia crítica en lo que respecta a la seguridad ambiental. En otras palabras, cualquier falla en el funcionamiento del producto terminado podría ocasionar serias consecuencias desde el punto de vista ambiental (Ej.: mal funcionamiento de una planta nuclear de energía eléctrica).

### *Conclusión*

El proceso de aseguramiento de la calidad resulta crítico para las compañías de IPC en la medida que les permite garantizar el buen funcionamiento del producto terminado y la seguridad del medio ambiente a la vez que maximiza la rentabilidad del negocio.

Este proceso adquiere mayor relevancia aún cuando se tiene en cuenta que se trata de una industria en vertiginoso crecimiento gracias al desarrollo de proyectos de infraestructura clave para el crecimiento económico sostenido de la República Argentina.

El siguiente trabajo aplica una serie de metodologías académicas para diseñar un sistema de gestión de calidad aplicable a un proyecto de IPC en general y a la construcción de una planta de energía termoeléctrica en particular.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ¿QUÉ ES CALIDAD?

El término calidad es utilizado en nuestras conversaciones diariamente sin dar importancia a su verdadero significado. Quizás esto se deba a que existen tantas definiciones del término calidad como académicos que han estudiado la materia:

*“Calidad es el cumplimiento de los requisitos.”* Crosby (1986)

*“Calidad es la menor pérdida posible para la sociedad.”* Taguchi (2004)

*“Calidad es satisfacción del cliente”* Demming (1986)

Sea como fuere, es posible concluir que el término calidad se refiere a un conjunto de propiedades inherentes a un producto o servicio que le confieren la capacidad para satisfacer las necesidades explícitas o implícitas que un dado cliente tiene del mismo.

Ahora, las definiciones anteriormente mencionadas se aplican mayormente a procesos donde una compañía determinada manufactura un producto o provee un servicio. Sin embargo, en vistas de que el presente trabajo intenta analizar la aplicación de un sistema de gestión de calidad en un proyecto de IPC, es necesario encontrar una definición de calidad que mejor se adapte al proyecto bajo análisis. Para esto resulta clave considerar que en la industria de la construcción el concepto de calidad se encuentra directamente vinculado al cumplimiento de las obligaciones contractuales. Esto último se debe a que son dichas obligaciones contractuales las que establecen los requerimientos de los clientes. De esta manera, es posible concluir que una definición más apropiada para el término calidad en el marco de la industria de la construcción sería:

*“Calidad es el cumplimiento de las especificaciones contractuales.”* Gibson & Hamilton (1994)

Es importante destacar que el hecho de que la definición haga referencia únicamente a las especificaciones contractuales no quiere decir que las necesidades implícitas (aquellas no plasmadas en el contrato de construcción) no sean importantes para el desarrollo de una obra de buena calidad sino que

en el marco de un proyecto de IPC son las necesidades explícitas las que adquieren una importancia superlativa. Y, ¿A qué se debe esto último?

En un proyecto de IPC, las especificaciones contractuales no solo detallan las instrucciones para satisfacer los requerimientos externos e internos del cliente sino también para el cumplimiento de las regulaciones pertinentes en materia civil y ambiental. En otras palabras, son las especificaciones contractuales las que permiten pasar del tablero de diseño a la obra en construcción a la vez que ayudan a resolver áreas grises en una potencial situación de litigio entre proveedor y cliente. Lo antedicho asigna a las obligaciones contractuales en un proyecto de ingeniería, procura y construcción tal importancia que hace que formen parte de la definición del término calidad en esa industria.

## **2.2. EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD**

En la Figura IV, se muestra una evolución de los sistemas de gestión de la calidad a lo largo del tiempo. Antes de la década de los 80, los programas de calidad estaban basados en el concepto de inspección. Era así como en un proceso de producción se llevaba a cabo una actividad de inspección donde se distinguía al producto terminado como bueno o malo al compararlo contra un estándar de manufactura. Como resultado de dicho proceso de inspección, el producto era aceptado o rechazado.

Con el paso del tiempo y en un intento por reducir el desperdicio en los procesos productivos, dicha actividad de inspección evoluciona hacia un proceso de control de calidad. Es importante destacar que si bien dicho proceso de control de calidad también se encuentra basado en el concepto de inspección, esta actividad es realizada a lo largo del proceso productivo (y no sólo al final) lo cual permite retroalimentar el sistema en presencia de una unidad defectuosa reduciendo así el desperdicio total del mismo.

A pesar de ser utilizados durante un período extenso de tiempo, tanto el proceso de inspección como el proceso de control de calidad no garantizan la satisfacción del cliente. En otras palabras, el hecho de que un producto resulte exitoso o no al compararlo contra un estándar de manufactura, nada dice sobre la satisfacción del cliente al utilizar dicho producto. Esto lleva al desarrollo de los sistemas de aseguramiento de la calidad (Ej.: ISO 9000). Dichos sistemas están enfocados al control de las actividades de producción de modo de garantizar la calidad del producto terminado en los ojos del consumidor final.

Es en este contexto que nace la norma ISO 9000 hacia 1987, como un sistema de aseguramiento de la calidad que fija los requerimientos mínimos con los que deben cumplir las actividades de producción para garantizar la calidad del producto terminado en los ojos del consumidor final.

Si bien los sistemas de aseguramiento representan un importante avance en materia de calidad, los mismos no contemplan la influencia que tienen en el producto final las actividades de soporte (Ej.: finanzas, recursos humanos, etc.). En otras palabras, los sistemas de aseguramiento de la calidad hacen foco sólo en aquellas actividades que influyen directamente al producto terminado y por ende a la satisfacción del cliente. Sin embargo, dichos sistemas no tienen en cuenta a las actividades de soporte que si bien no tienen una injerencia directa en la calidad del producto terminado, resultan clave para la correcta gestión de las compañías en general. Este fenómeno llevaba a que algunas compañías enormemente exitosas satisfaciendo a sus clientes dieran pérdidas desde un punto de vista económico.

La introducción de los sistemas de gestión de calidad (o “QMS” de sus siglas en inglés) hacia el año 2000 rectifica la situación arriba descripta. Un sistema de gestión de calidad es el conjunto de normas interrelacionadas de una organización por las cuales se administra la calidad del producto o servicio proveído al cliente garantizando al mismo tiempo el bienestar de la organización como un todo. En otras palabras, un sistema de gestión de la calidad es una extensión del sistema de aseguramiento de la calidad que incluye elementos adicionales adaptados a las necesidades de cada organización en particular. La gestión de la calidad total (o “TQM” de sus siglas en inglés) y la última versión de la norma ISO, 9001:2000, son ejemplos de sistemas de gestión de calidad.

La gestión de la calidad ha continuado su desarrollo vertiginoso durante la última década de la mano de la mejora continua. La estrategia de la mejora continua busca realimentar al sistema de gestión de calidad no sólo con el “feedback” proveído por los consumidores respecto del producto ofrecido (factores exógenos) sino también con los problemas encontrados a lo largo de la cadena de producción (factores endógenos). De esta manera, se observa que las organizaciones que realizan este proceso una y otra vez, logran reducir sus costos y aumentar la satisfacción del consumidor en forma continua.

Es posible a su vez encontrar una variante del concepto de mejora continua en la reingeniería de procesos (o “BPR” de sus siglas en inglés). El concepto de reingeniería de procesos coincide con la estrategia de mejora continua en la

medida de que enfatiza la búsqueda del perfeccionamiento de los procesos de una organización. Sin embargo, el BPR está enfocado en el rediseño de los procesos existentes en una organización y se utiliza cuando un cambio radical es necesario.

Cabe resaltar que para aplicar los conceptos de mejora continua y reingeniería de procesos es necesario que en la organización exista previamente un sistema de gestión de calidad. De esta manera, es importante destacar que el presente trabajo se focalizará en la implementación de un sistema de gestión de calidad en un proyecto de IPC y no así en la mejora continua de dicho sistema.

	Metodología	Comentarios	Período de Tiempo
Inspección	Método de Inspección	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basados en el método de inspección</li> <li>Unidad aceptada o rechazada por comparación contra un estándar</li> <li>No considera satisfacción del consumidor</li> </ul>	Antes de 1980
	Control de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basados en el método de inspección</li> <li>Retroalimentación a lo largo de la cadena de producción para reducir el número de unidades defectuosas</li> <li>No considera satisfacción del consumidor</li> </ul>	
Aseguramiento	Sistemas de Aseguramiento de la Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control de las actividades de producción para garantizar calidad del producto terminado en los ojos del consumidor final</li> <li>Surgimiento de la <b>norma ISO 9000</b></li> <li>No contemplan la influencia de actividades de soporte</li> </ul>	Década de los 90's
Gestión	Sistemas de Gestión de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adminstran la calidad del producto proveído al cliente garantizando al mismo tiempo el bienestar de la organización como un todo</li> <li>Surgimiento de <b>Gestión Total de la Calidad o TQM</b></li> <li>No consideran la evolución del sistema en el tiempo - feedback</li> </ul>	Posterior al 2000
	Otros	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buscan retroalimentar el sistema de gestión con la información recibida de los consumidores y de la organización</li> <li>Incluyen los conceptos de <b>mejora continua y reingeniería de procesos</b></li> </ul>	

Figura IV. Evolución de los Sistemas de Calidad.

### 2.3. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE CALIDAD: COMPANÍA VS. PROYECTO

Antes de evaluar cuál es el sistema de gestión de calidad óptimo para un proyecto de IPC, es necesario identificar las diferencias principales entre el sistema de gestión de calidad de una organización y aquel de un proyecto.

En una organización el producto o servicio ofrecido al consumidor final es procesado por una sola entidad. En un proyecto de IPC, en cambio, una serie de proveedores y entidades trabajan en conjunto para construir el producto

final. Cabe destacar que la interacción entre las distintas partes involucradas es tan importante para el éxito del proyecto que el simple hecho de que cada proveedor cuente con su propio sistema de gestión de calidad no asegura la calidad del producto terminado, es decir, del proyecto como un todo. De esta manera, se hace necesaria la implementación de un sistema de calidad específico para el proyecto de modo de fortalecer la relación entre las distintas partes involucradas y garantizar la calidad del producto terminado.

Ahora, ¿Por qué resulta desafiante la implementación de un sistema de gestión de calidad específico para un proyecto? La realidad es que las distintas partes involucradas en un proyecto IPC se encuentran vinculadas por una relación contractual. De esta manera, la relación entre las distintas entidades está gobernada por una jerarquía funcional donde cada organización se enfoca más en satisfacer los requerimientos del cliente final (dueño del proyecto) que del verdadero cliente de su producto. Es así como por ejemplo, la firma de ingeniería encargada de realizar los planos de ingeniería para el proyecto se preocupa más por satisfacer las condiciones que le impuso la organización que la contrató que de interactuar en forma eficiente con la empresa constructora que llevará adelante el proyecto en base a los planos proveídos por la primera. Esta desconexión entre las diferentes partes involucradas en un proyecto de IPC es perjudicial para la calidad del producto terminado siendo la causa de un gran número de reprocesos que originan retrasos en el tiempo de ejecución total del proyecto.

Es por esto que para implementar un sistema de gestión de calidad específico a un proyecto es necesario migrar de una organización gobernada por una jerarquía funcional a una gobernada por una jerarquía de producto (ver Figura V). En una organización enfocada al producto, las distintas partes involucradas en el proyecto trabajarán enfocadas en los procesos que conllevan al producto final incrementando significativamente la satisfacción del consumidor final y la calidad del producto terminado. En líneas generales, la implementación de un sistema de gestión de calidad específico para el proyecto permitirá apalancar los sistemas de calidad individuales de cada una de las partes aumentando la cooperación y comunicación entre ellas. Esto último permitirá a su vez reducir el tiempo de ejecución global del proyecto.

En conclusión, el presente trabajo evaluará la implementación de un sistema de gestión de calidad para un proyecto de IPC y no la implementación de sistemas de calidad en las distintas organizaciones que participan de la ejecución de dicho proyecto.

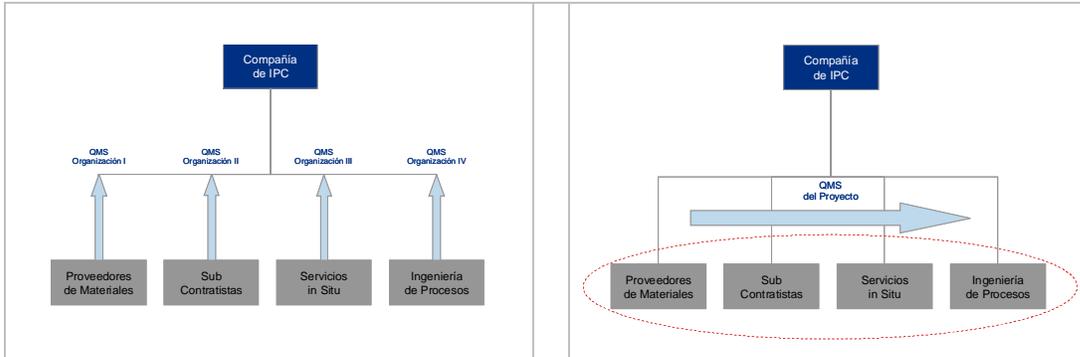


Figura V. Sistemas de Gestión de Calidad: Organización vs. Proyecto.

## 2.4. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD ÓPTIMO PARA UN PROYECTO

Como se mencionó anteriormente, tanto TQM como la norma ISO 9001:2000 son ejemplos de sistemas de calidad. Para seleccionar el modelo más apropiado para implementar en un proyecto de IPC es necesario evaluar las ventajas y desventajas de cada uno de estos sistemas.

### 2.4.1. GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL

La calidad total es una estrategia de gestión orientada a crear conciencia de calidad en todos los procesos de una organización para satisfacer las necesidades presentes y futuras de sus clientes.

Este sistema de gestión de calidad está basado en dos principios fundamentales: satisfacción del cliente y mejora continua. Cabe destacar que la calidad total define al término cliente incluyendo tanto a los clientes externos (el consumidor final del producto) como a los clientes internos (miembros de la organización en cuestión). A su vez, el sistema de calidad total pregona que la mejora continua se convierta en una actividad proactiva dentro de una organización en búsqueda de que sus procesos, productos y servicios evolucionen permanentemente.

Para materializar los principios arriba descriptos, el sistema de calidad total se apoya en seis elementos principales que incluyen: liderazgo, trabajo en equipo, métodos estadísticos, proveedores, entrenamiento y costos. La consideración de cada uno de estos elementos en el desarrollo de la filosofía operacional de una organización ha llevado a aumentar la satisfacción de los clientes, la productividad de la fuerza de trabajo y los beneficios de las compañías a la vez que ha conseguido una reducción de costos y tiempos de ejecución. Es por esto que al día de la fecha se considera al TQM como la

estrategia por excelencia para el desarrollo de un programa de calidad en una organización.

#### 2.4.2. NORMA ISO 9001:2000

Tal y como se describe anteriormente, la norma ISO 9001:2000 constituye un sistema de aseguramiento de la calidad que fija los requerimientos mínimos con los que deben cumplir las actividades de producción para garantizar la calidad del producto terminado en los ojos del consumidor final.

Este sistema de aseguramiento de la calidad está basado en 8 principios fundamentales: liderazgo, orientación al consumidor, participación de los miembros de la organización, gestión basada en procesos, mejora continua, visión sistémica y pragmática y establecimiento de relaciones mutuamente beneficiosas con proveedores. Para materializar los principios arriba descriptos, la organización para la estandarización internacional (o "ISO" de sus siglas en inglés) ha delineado más de 20 elementos.

Ahora, ¿Cuál es el sistema de calidad óptimo para un proyecto de IPC? Se considera que la norma ISO 9001:2000 es más adecuada para ser implementada en un proyecto de IPC dado que:

1. Un proyecto de IPC es por definición una actividad de duración definida en el tiempo (algunos meses a unos pocos años) a diferencia de una organización cuya intención es perdurar a lo largo del tiempo. De esta manera, se considera que la aplicación de un sistema de gestión de calidad del tipo TQM no haría demasiado sentido dado que este último es aplicable a organizaciones con objetivos de largo plazo.
2. El sistema de gestión de calidad TQM no hace hincapié en el proceso de documentación, proceso que resulta clave en un proyecto de IPC y que constituye uno de los aspectos más importantes de la norma ISO 9001:2000 ¿A qué se debe esto último? Dada la relación contractual que vincula a las distintas partes involucradas en un proyecto de IPC, la documentación de las distintas tareas se vuelve un proceso crítico. Al final del día, este proceso es el único que permitirá determinar si los distintos contratistas han cumplido con la tarea encomendada.

3. La norma ISO 9001:2000 representa estándares aceptados a nivel nacional e internacional proveyendo de esta manera un sistema auditable. Otros sistemas de gestión de calidad como el TQM no proveen la posibilidad de hacer una evaluación objetiva del cumplimiento de las especificaciones contractuales.

Teniendo en cuenta lo antedicho, es posible concluir que la norma ISO 9001:2000 ofrece una serie de ventajas sobre el TQM para ser implementada en un proyecto de IPC. De esta manera, el presente trabajo tratará la implementación de la norma ISO 9001:2000 en un proyecto de IPC.

Si bien en el año 2008 se publica una nueva versión de la norma ISO 9001, el presente trabajo utiliza la norma ISO 9001:2000 como base para la implementación del sistema de gestión de calidad en el proyecto bajo análisis. Esto se debe a que la decisión de implementar dicho sistema y el planeamiento del mismo se lleva a cabo durante el año 2007 cuando la última versión de la norma aún no era publicada. Sin embargo, cabe destacar que los cambios entre una versión y la otra son menores enfocándose únicamente en aspectos específicos en la implementación de la norma.

### 3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

En esta sección se propone hacer un análisis de la situación inicial del proyecto incluyendo una breve descripción de la planta en construcción y la problemática identificada a los pocos meses de comenzado el desarrollo de la misma. A su vez, se describe cuál es la metodología utilizada comúnmente en la industria del IPC para resolver el problema en cuestión y cómo la metodología utilizada en el presente trabajo resulta innovadora en el marco de la nueva dinámica competitiva del sector. Finalmente, se ilustran cuales son los beneficios esperados de la aplicación de dicha metodología.

Por motivos de confidencialidad, en el desarrollo del presente trabajo se utiliza el nombre de “CONSTRUCCIONES SRL” para hacer referencia al consorcio de empresas al que fue adjudicada la construcción de una planta de energía termoeléctrica en la República Argentina.

#### 3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL

A comienzos del año 2006, la firma CONSTRUCCIONES SRL se adjudicó la licitación para el desarrollo de una planta termoeléctrica en la región del litoral de la República Argentina. El alcance del proyecto licitado incluía el diseño de la ingeniería, la procura, la construcción, el montaje y la puesta en marcha de una central termoeléctrica de ciclo combinado y 800 MW de capacidad localizada a unos 300 KM al norte de la Ciudad de Buenos Aires.

Cabe destacar que el proyecto a desarrollar no sólo era de gran envergadura sino también de una alta complejidad desde el punto de vista organizacional dada la estructura del consorcio de empresas encargado de llevar adelante la obra. Dicho consorcio estaba compuesto por tres empresas con diferentes culturas y esquemas de gestión a la vez que el diseño de la ingeniería y la procura estaban subcontratados en compañías nacionales e internacionales. En otras palabras, la coordinación entre estas tres entidades se convirtió en un elemento crítico para la correcta ejecución del proyecto y en la causa de un sinnúmero de problemáticas que serán objeto de análisis del presente trabajo.

La propuesta económica presentada durante la licitación del proyecto incluía un presupuesto para la ejecución del mismo. Este presupuesto se presenta en la Tabla II y en las Figuras VI y VII se desglosa el monto total en las principales categorías que incluyen: servicios de ingeniería (5.6%), procura de materiales a nivel local (11.6%), procura de materiales a nivel internacional (23.6%) y costos de construcción (26.5%).

(US\$ en millones)	Presupuesto Original	Participación %
<b>Servicios de Ingeniería</b>		
Diseño de Ingeniería - Subcontratado	\$3,735,750	1.2%
Costos de Gerenciamiento del Proyecto - Management en Oficinas + In Situ	6,602,594	2.2
Overhead - Ejecución de Proyecto	4,000,000	1.3
Success Fee	1,200,000	0.4
Otros (Gestión de la Procura, Gastos de Oficina, etc.)	1,280,143	0.4
<b>Total Servicios de Ingeniería</b>	<b>\$16,818,487</b>	<b>5.6%</b>
<b>Procura - Local</b>		
Civil	\$6,121,642	2.0%
Electricidad	6,801,354	2.3
Instrumentación	1,663,077	0.6
Mecánica	8,550,345	2.9
Tuberías	9,433,406	3.1
Telecomunicaciones	552,598	0.2
Otros	1,572,708	0.5
<b>Total Procura Local</b>	<b>\$34,695,129</b>	<b>11.6%</b>
<b>Procura - Internacional</b>		
Suministros de Materiales y Equipos	\$40,008,951	13.3%
Montaje de Equipos	12,313,600	4.1
Otros	18,565,682	6.2
<b>Total Procura Internacional</b>	<b>\$70,888,233</b>	<b>23.6%</b>
<b>Servicios de Construcción (100% Subcontratado)</b>		
Toma Descarga + Perfil de Costa	\$11,542,713	3.8%
Prefabricación y Montaje de Tuberías	10,935,899	3.6
Obras Civiles	9,872,047	3.3
Movimiento de Tierra	7,946,558	2.6
Instalación Eléctrica	5,292,229	1.8
Estructuras Metálicas	4,320,337	1.4
Otros	29,472,442	9.8
<b>Servicios de Construcción</b>	<b>\$79,382,225</b>	<b>26.5%</b>
<b>Otros Costos</b>		
Total Otros Costos	\$98,212,053	32.7%
<b>Total Otros Costos</b>	<b>\$98,212,053</b>	<b>32.7%</b>
<b>Presupuesto Total</b>	<b>\$299,996,128</b>	<b>100.0%</b>

Tabla II. Presupuesto para la ejecución del proyecto por categoría.

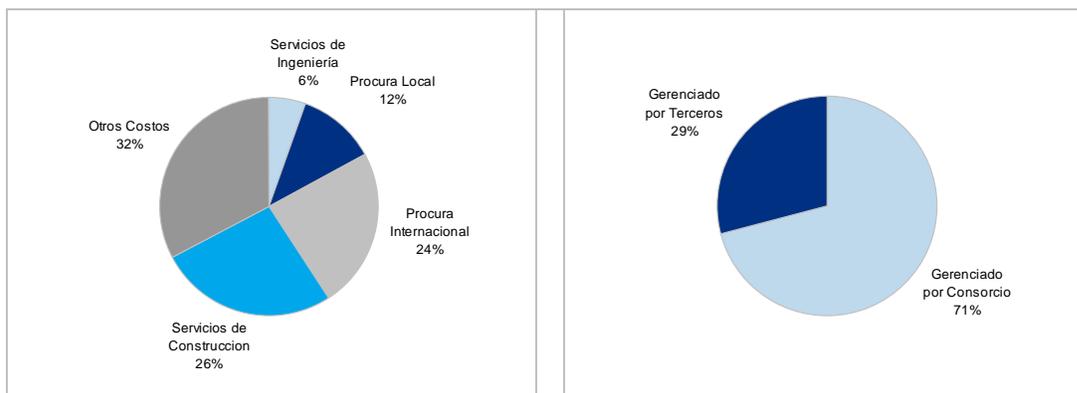


Figura VI. Desglose Costos - Por Categoría.

Figura VII. Desglose Costos - Por Gerenciamiento.

Del análisis de las Figuras VI y VII cabe destacar:

1. Una parte significativa de los costos provenían de la procura internacional incluyendo los principales equipos y materiales para la construcción de la planta termoeléctrica. Este factor resulta relevante al evaluar los desvíos respecto del presupuesto original dado que agrega

- diversos factores de variabilidad incluyendo: fluctuación del precio de los commodities y fluctuación de la tasa de cambio
2. Una parte significativa de los costos no estaban bajo el gerenciamiento del consorcio que lideraba al proyecto. Con respecto a esto es importante aclarar que si bien una parte importante de las tareas de construcción fueron subcontratadas, esto no quiere decir que el consorcio no estaba encargado del manejo y control de dichas actividades. De esta manera, en la Figura VII, cuando se indica que existían actividades que directamente quedaban fuera del paraguas de gerenciamiento del consorcio, esto se refiere a aquellas tareas donde el consorcio no tenía ingerencia alguna. Como ejemplo se puede citar a la procura de materiales internacionales. Esta actividad era manejada por una compañía extranjera contratada en forma directa por el cliente. Por este hecho, el consorcio no tenía ingerencia alguna sobre el 30% de los costos de ejecución del proyecto ni sobre su variabilidad. Esto último es importante al analizar la desviación a lo largo del tiempo con respecto al presupuesto original

A finales de 2006, CONSTRUCCIONES SRL termina el período de planificación de las actividades de ingeniería, procura y construcción y da comienzo a la ejecución del proyecto. En el período que va de Noviembre del 2006 a Octubre del 2007, se lleva adelante la etapa inicial de ejecución del proyecto en ausencia de un sistema de gestión de calidad específico para el mismo. Con respecto a esto último es importante aclarar que el hecho de que el proyecto careciera de un sistema de gestión de calidad específico no quiere decir que existiese una ausencia total de control de la calidad de las distintas actividades, sino que las compañías encargadas de las distintas tareas eran responsables del aseguramiento de la calidad en cada una de ellas. Demás está decir que la existencia de múltiples estándares de calidad era la causa de una importante confusión a la hora de evaluar la evolución del proyecto. Esto último dificultaba a su vez considerablemente la correcta gestión de la obra y ponía en riesgo la rentabilidad y puntual conclusión de la misma.

En la Figura VIII, se muestra la evolución de las principales variables de gestión del proyecto en el período que va de Junio a Octubre del 2007. Del análisis de dicha figura es posible concluir que las principales variables de gestión vinculadas al avance del proyecto y a los costos de ejecución del mismo excedían los objetivos fijados durante el período de planeación. La desviación respecto del objetivo era tal que en algunos casos de seguir ese rumbo la rentabilidad del proyecto en general se vería seriamente comprometida.

Para dar un ejemplo de la seriedad del problema vasta con observar la evolución del avance de la obra a Octubre del 2007. En ese entonces, las tareas de construcción estaban ~10% retrasadas respecto de lo especulado durante el proceso de planeación. De persistir este retraso, el proyecto se terminaría 3 meses más tarde de lo pautado en el contrato originando multas significativas por parte del cliente. Estaba claro que el consorcio tenía que tomar alguna medida para revertir la situación arriba descripta. Pero, ¿Cuál era la causa detrás de los desvíos en las principales variables de gestión?

Si bien es difícil atribuir el desvío de las variables de gestión a una sola causa, no cabe duda que la ausencia de un sistema de gestión de calidad específico para el proyecto tenía una gran injerencia sobre el comportamiento de las mismas. En otras palabras, el hecho de que cada una de las organizaciones que integraba el consorcio se manejara con su propio sistema de gestión de calidad estaba ocasionando una distorsión en la medición de los principales indicadores dificultando y hasta a veces tornando imposible la correcta ejecución del proyecto. El problema se agravaba al considerar la cantidad de tareas que eran subcontratadas por el consorcio en compañías locales e internacionales. Esta situación estaba originando entre otras cosas:

1. Duplicación de Tareas / Retrabajos: originados principalmente por cambios de alcance definidos por ingeniería, el área de construcción realizaba la misma tarea más de una vez
2. Uso poco Eficiente de Materiales: la falta de control en la procura y almacenamiento de materiales originaba pérdidas y roturas de componentes esenciales para la obra y demoras en el abastecimiento
3. Control Limitado de Documentación: la falta de documentación en los procesos, dificultaba el cumplimiento de las obligaciones contractuales

En líneas generales, la falta de coordinación entre las entidades que integraban el consorcio y entre las tres grandes tareas del proyecto (ingeniería, procura y construcción) estaba ocasionando una serie de problemas que debían ser resueltos para la correcta ejecución del proyecto.

En el marco de la problemática arriba descripta es que el consorcio decide contratar un equipo hacia finales de 2007 para el desarrollo de un sistema de gestión de calidad para el proyecto (El autor del presente trabajo forma una parte integral de dicho equipo de trabajo). Con la creación de dicho sistema de calidad se pretendía “enderezar” los principales indicadores de gestión con el objetivo de que alcanzaran los niveles mínimos necesarios para garantizar al consorcio la rentabilidad planeada durante la licitación del proyecto.

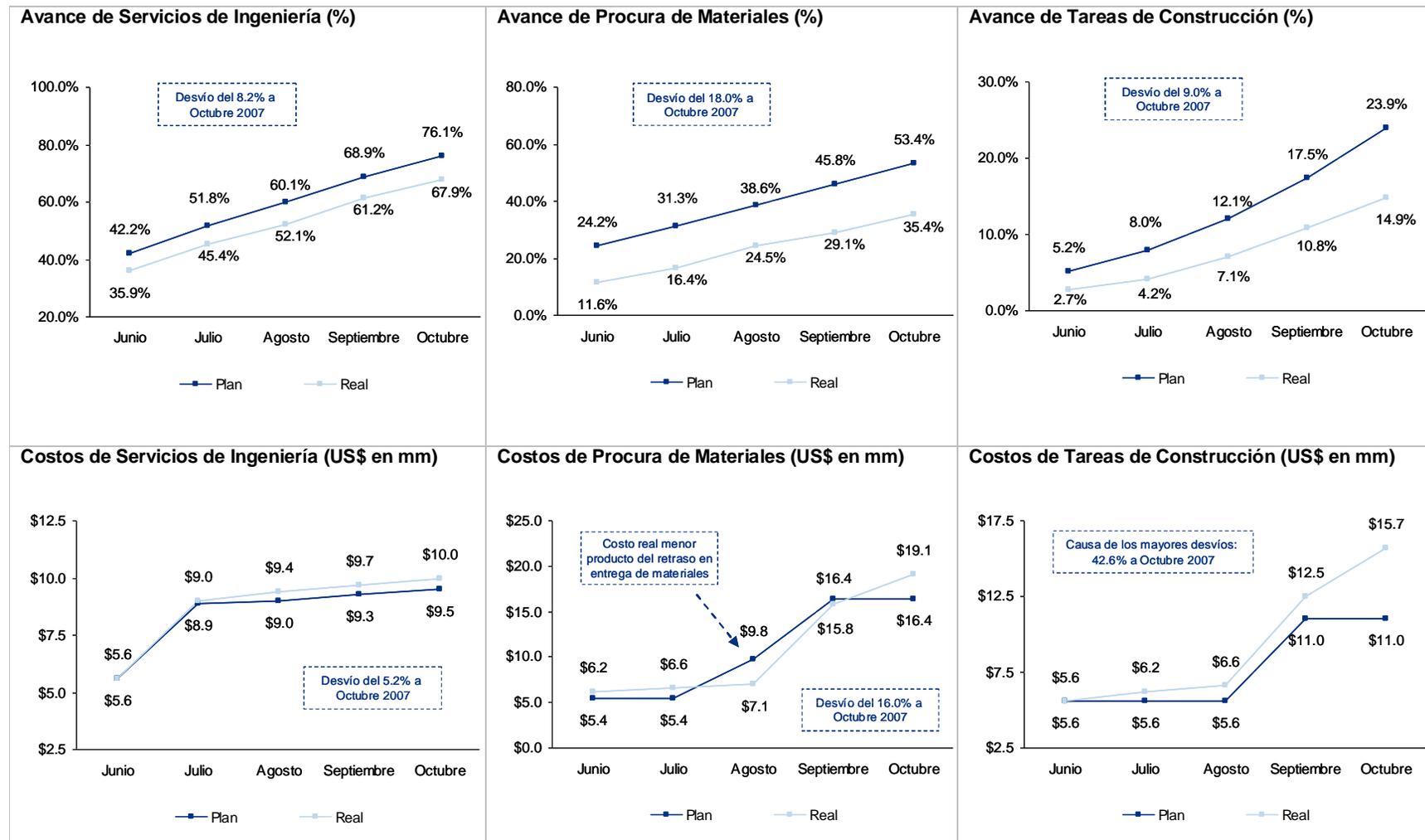


Figura VIII. Evolución de las principales variables de gestión.

### **3.2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS**

En la actualidad, los proyectos de IPC son ejecutados por una serie de proveedores y entidades que trabajan en conjunto para construir el producto final. Por lo general, cada una de las organizaciones que integran el proyecto cuenta con su propio sistema de gestión de calidad. De esta manera, las obras son ejecutadas de acuerdo a una jerarquía funcional donde la firma encargada del diseño de la ingeniería, se preocupa únicamente por el aseguramiento de la calidad de su producto en particular (Ej.: planos de ingeniería) y no del proyecto como un todo. En otras palabras, cada entidad se preocupa por el cumplimiento de sus obligaciones contractuales y no por el éxito del proyecto en sí mismo. Este inconveniente se profundiza cuanto mayor es el número de compañías encargadas de desarrollar un proyecto dado.

Ahora, ¿cuál es la metodología utilizada comúnmente en la industria del IPC para resolver la problemática descrita? Por lo general, la compañía que lidera el consorcio de construcción es la encargada de llevar adelante el control de calidad de la obra. De esta manera, usualmente se toma el sistema de gestión de calidad de esta organización y se hace una extensión al proyecto en desarrollo. Existen tres inconvenientes principales con la aplicación de la metodología tradicional para la resolución del problema descrito:

1. Tal y como se menciona en la introducción del presente trabajo, los proyectos de gran envergadura y complejidad se han multiplicado nueve veces desde el 2002 a la actualidad. Por este motivo, el número de organizaciones que llevan adelante la ejecución del proyecto ha crecido en forma significativa dificultándose considerablemente la posibilidad de identificar cuál es la firma que “lidera” la obra. En otras palabras, el conflicto radica en determinar cómo se elige entre el sistema de gestión de calidad de la compañía encargada de la procura de los materiales (Ej.: firma especializada en turbinas en el proyecto bajo análisis) y aquel de la compañía encargada de llevar adelante la construcción de la obra (Ej.: compañía especializada en el montaje de la planta termoeléctrica). Este problema se intensifica cuánto mayor es la envergadura y complejidad del proyecto dado que las compañías que participan de la ejecución del mismo son consideradas líderes en sus respectivos sectores.
2. Sea cual fuere la organización elegida para llevar adelante el control de calidad del proyecto, los resultados obtenidos nunca serán los mismos al hacer una extensión de un sistema de calidad existente que al

- desarrollar uno específico para el proyecto. Esto último podría atentar contra la sustentabilidad de las organizaciones que integran el consorcio. Esto se debe a que en la industria del IPC, un alto porcentaje de los proyectos ejecutados provienen de clientes con los que ya se ha trabajado anteriormente. En otras palabras, un proyecto bien ejecutado que a lo largo de su vida útil funciona dentro de los parámetros establecidos durante su desarrollo, es la herramienta de marketing número uno que tienen las compañías de IPC. De esta manera, un sistema de gestión de calidad deficiente, como aquel que no está adaptado a las necesidades particulares de un proyecto, podría poner en riesgo la reputación de todos los miembros del consorcio.
3. Por último, los estándares de calidad alcanzados con la metodología tradicional nunca serán los mismos que aquellos que se alcancen con un sistema de calidad hecho a la medida del proyecto en ejecución. Con respecto a esto cabe destacar que si bien en la actualidad, el desarrollo de un sistema de gestión de calidad específico para el proyecto no suele ser un requisito durante el período de licitación, dada la creciente competencia en la industria del IPC se podría convertir en uno, otorgando una ventaja competitiva a aquellas organizaciones que tengan entre sus “mejoras prácticas” dicha implementación.

Teniendo en cuenta lo antedicho, se puede concluir que existen una serie de inconvenientes con la metodología tradicional utilizada para resolver la problemática descrita. Por este motivo, el presente trabajo propone la implementación de un sistema de gestión de calidad específico para el proyecto bajo desarrollo en lugar de la tradicional utilización de los sistemas de gestión calidad de las distintas organizaciones que integran los consorcios de ejecución.

Si bien la aplicación de la metodología propuesta incluye una serie de desafíos tales como la coordinación entre las distintas entidades y actividades del proyecto, se cree que su aplicación generará una serie de beneficios que se traducirán en el aumento de la rentabilidad esperada o en el proyecto bajo análisis en el alineamiento de los principales indicadores de gestión. En líneas generales la aplicación de la metodología propuesta permitirá pasar de una organización gobernada por una jerarquía funcional a una gobernada por una jerarquía de procesos (ver Figura V).

Es importante resaltar que si bien los conceptos a aplicar no son nuevos (lineamientos de la ISO 9001:2000), la metodología a aplicar no es la usual en

la industria de la construcción. Con respecto a esto último cabe resaltar que la metodología propuesta ha experimentado una aplicación creciente dada la dinámica competitiva de la industria en los últimos años.

### 3.3. SOLUCIÓN PROPUESTA Y BENEFICIOS ESPERADOS

Para desarrollar un sistema de gestión de calidad específico para el proyecto bajo análisis se implementa la norma ISO 9001:2000. Tal como se describe en el marco teórico del presente trabajo (*ver Marco Teórico*), dicha norma presenta una serie de ventajas respecto de otros sistemas de gestión de calidad cuando se aplica a un proyecto de duración definida.

Ahora, con el propósito de implementar la norma ISO 9001:2000 a la construcción de la planta termoeléctrica en cuestión, es necesario realizar un análisis de brecha de los diferentes procesos que forman una parte integral de la ejecución del proyecto. El análisis de brecha permite identificar cuál es la diferencia entre la práctica actual y aquella necesaria para alcanzar los estándares de calidad de la norma ISO 9001:2000. Una vez identificada la “brecha” entre la práctica actual y la deseada se procede al rediseño del proceso bajo análisis y a la implementación de una serie de medidas correctivas que permitan acortar y de ser posible cerrar la diferencia identificada. Finalmente, se analizan los beneficios obtenidos producto del rediseño de los procesos críticos para la correcta ejecución del proyecto. Con respecto a esto último es importante destacar que dichos beneficios se presentan en algunas ocasiones como la mejora de uno o más indicadores de gestión mientras que otras veces se trata de ahorros significativos originados por la eliminación de ciertos errores asociados a los procedimientos originales.

En la Figura IX, se presenta un diagrama de flujo del análisis de brecha necesario en cada uno de los procesos críticos para la correcta ejecución del proyecto. Con respecto a esto último, cabe destacar que para seleccionar aquellos procedimientos sometidos a un análisis detallado, se identifica aquellas tareas que originaban una porción significativa de los desvíos presupuestarios, a saber: cambios de alcance, coordinación de materiales y control de documentación técnica.

Al aplicar la metodología arriba descrita, se espera no solo alinear los principales indicadores de gestión para garantizar al consorcio la rentabilidad planeada durante la licitación del proyecto sino también asegurar el funcionamiento apropiado de la planta termoeléctrica a lo largo de su vida útil. Cabe destacar que el presente trabajo pretende identificar aquellas variables

donde se observa el mayor beneficio producto de la implementación de un sistema de gestión de calidad específico para el proyecto a la vez que se pretende establecer áreas de potenciales mejoras e investigación futura.

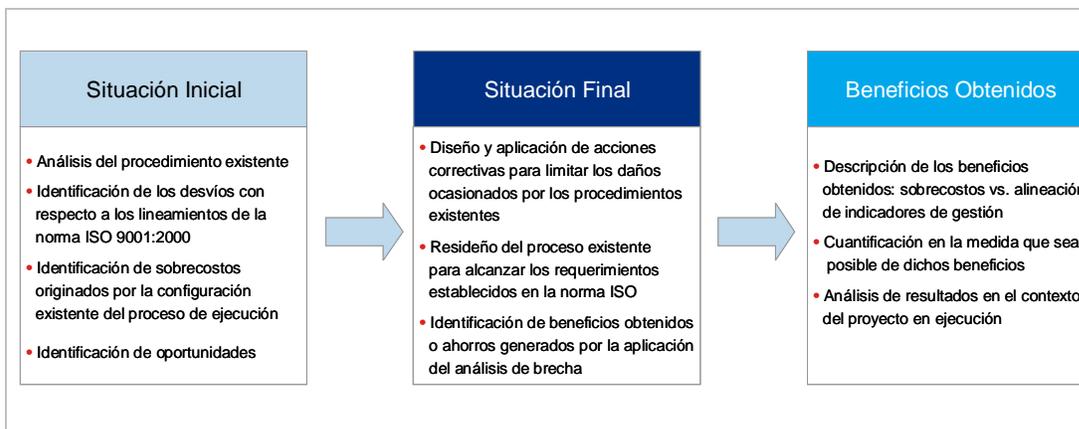


Figura IX. Análisis de Brecha – Implementación de la norma ISO 9001:2000.

En la siguiente sección, se describe la implementación de la norma ISO 9001:2000 para la construcción de una planta de energía termoeléctrica con una capacidad de generación de 800 MW.

## 4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

En esta sección se presenta la implementación del sistema de gestión de calidad para un proyecto de IPC en general y la construcción de una planta de energía termoeléctrica en particular. Con este propósito, se comienza por describir los lineamientos generales para la implementación de la norma ISO 9001:2000 en un proyecto de IPC. A continuación, se muestra un diagrama de flujo del proyecto bajo análisis y se identifican aquellos procesos que resultan críticos para la correcta ejecución del mismo. Finalmente, se lleva a cabo el análisis de brecha descrito en la sección anterior (*ver Metodología de Trabajo*) para cerrar el “gap” entre los procedimientos existentes y aquellos necesarios para la implementación de la norma ISO. Es en dicho análisis de brecha donde se presentan los beneficios obtenidos producto del rediseño de cada uno de estos procesos.

### 4.1. IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA ISO 9001:2000

En esta sección se presenta el desarrollo del sistema de gestión de calidad para el proyecto bajo análisis. En la Figura X, se muestra un diagrama de flujo con los pasos seguidos por el consorcio encargado del desarrollo de la obra para la implementación y posterior control de dicho sistema de calidad.

Es importante destacar que si bien el presente trabajo se focalizará en el rediseño de aquellas actividades que se consideran críticas para la correcta ejecución del proyecto, a continuación se presenta una breve descripción del proceso llevado a cabo por CONSTRUCCIONES SRL para el desarrollo y posterior implementación del sistema de gestión de calidad para la construcción de la planta termoeléctrica. Esta descripción permitirá al lector del presente trabajo obtener una visión integral del proyecto bajo análisis.

#### 4.1.1. DECISIÓN DE IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

A los pocos meses de comenzada la construcción de la planta y ante el desvío de los principales indicadores de gestión del proyecto, la alta dirección toma la decisión de implementar un sistema de gestión de calidad para el mismo. Este punto de partida es fundamental para la exitosa implementación del sistema de calidad ya que garantiza el compromiso de la gerencia del proyecto con dicho sistema. Sin el liderazgo y las acciones de la alta dirección, no hubiera sido posible crear un ambiente en el que todo el personal estuviera completamente involucrado con la implementación eficaz del sistema de calidad.

Ahora, ¿Por qué es tan importante el papel de la alta gerencia en la implementación de un sistema de gestión de calidad? El diseño de un sistema de gestión de calidad en un proyecto de IPC es un proceso subjetivo y depende fuertemente de elementos particulares de la obra bajo desarrollo. Por este motivo, resulta imperativo que todos los miembros y recursos de la organización trabajen en forma conjunta en pos de dicho objetivo. En este contexto, el papel de la alta dirección se vuelve crítico dado que es el único sector dentro del proyecto que posee un rol de control sobre todos los miembros y recursos del mismo.

Con el objetivo de implementar el sistema de gestión de calidad, la gerencia del proyecto establece un comité de calidad y contrata un equipo de implementación integrado por especialistas en la materia. El rol de este comité consistía en el diseño, dirección y mantenimiento del sistema de gestión de calidad siendo a su vez el responsable de tomar las acciones correctivas necesarias en cada ocasión que sea requerido. Es importante destacar que representantes de la alta dirección de cada uno de los miembros del consorcio participaban de las reuniones de este comité de calidad en un intento por aportar elementos de los sistemas de gestión de calidad de cada una de las empresas involucradas en la ejecución del proyecto. Las funciones del comité de calidad incluían:

1. Definición de la estrategia de calidad para el proyecto incluyendo no solo la elaboración de la política y objetivos de calidad sino también indicadores de gestión que permitieran evaluar a detalle la evolución del proyecto
2. Establecimiento de un plan para la implementación del sistema de gestión de calidad del proyecto incluyendo el horizonte temporal de las distintas tareas y la disponibilidad de recursos
3. Análisis de los resultados de las auditorías internas sentando las bases para la mejora continua y rediseño de los procedimientos existentes

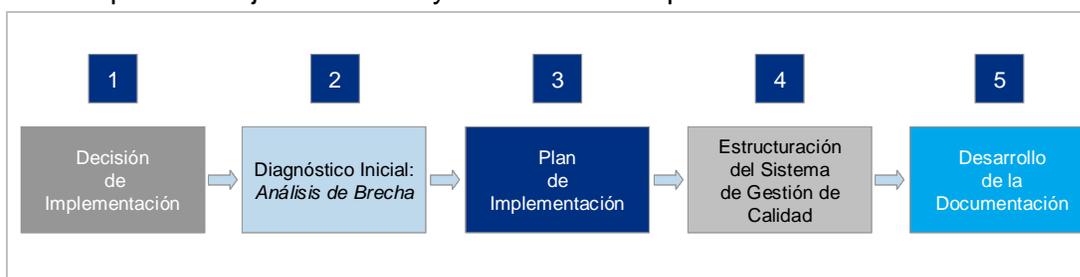


Figura X. Diagrama de Flujo – Implementación del Sistema de Gestión de Calidad

#### 4.1.2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL Y DESARROLLO DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Una vez que la alta gerencia toma la decisión de implementar un sistema de gestión de calidad específico para el proyecto, se procede a la realización de un diagnóstico de la situación inicial.

El propósito de este análisis consiste en estudiar la situación actual y compararla con el escenario deseado tras la introducción del modelo de calidad elegido con el fin de identificar las deficiencias existentes en el sistema y crear la base para el plan de implementación. Para esto, se realiza un análisis de brecha que abarca a los distintos procedimientos del proyecto de IPC. Dicho análisis permite detectar aquellas áreas y procedimientos que presentan desvíos con respecto a las especificaciones de la norma de manera de definir un plan de acción para alinear el proyecto con la misma.

Es importante destacar que para llevar adelante el análisis de brecha en forma exitosa resulta clave no sólo la participación de todos los miembros de la organización sino también el acceso a información objetiva respecto de la performance del proyecto. Dado que esto último resulta sumamente complejo en un proyecto de IPC liderado por un consorcio integrado por tres organizaciones con diferentes culturas y modelos de gestión, fue necesario a su vez realizar entrevistas al personal gerencial a cargo de la ejecución del proyecto.

En base a los resultados obtenidos del análisis de brecha realizado, se desarrolla un plan para la implementación del sistema de gestión de calidad elegido de modo de proveer un enfoque de trabajo sistemático y en línea con la norma ISO 9001:2000. Este plan de implementación debe contemplar la asignación de recursos, el detalle de las diferentes actividades y las fechas estimadas para la finalización de cada una de las tareas sugeridas para cerrar la brecha identificada.

#### 4.1.3. ESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD

Para estructurar el sistema de gestión de calidad a ser implementado en el proyecto de IPC bajo análisis, es necesario definir tres elementos críticos, a saber:

1. El organigrama del proyecto incluyendo no sólo las funciones y responsabilidades de cada puesto sino también las habilidades y conocimientos necesarios para el correcto desempeño del empleado
2. Las políticas y objetivos de calidad del proyecto las cuales delinearán las expectativas e ideales de alta dirección en el corto y largo plazo
3. Los indicadores de gestión que permitirán medir la performance del proyecto a lo largo del tiempo e identificar los resultados de las distintas acciones correctivas diseñadas por el equipo de calidad

En la Figura XI, se muestra un organigrama de CONSTRUCCIONES SRL donde se identifica el personal clave del proyecto bajo análisis y las distintas relaciones jerárquicas existentes entre el personal que dirige, realiza y verifica trabajos que terminan por incidir en la calidad del producto terminado.

La gerencia del proyecto debe asegurar que todo el personal del mismo cuente con las habilidades y conocimientos específicos para el cumplimiento eficiente de sus funciones y responsabilidades. Esto último tiene una gran relevancia en la implementación del sistema de gestión de calidad dado que el talento humano es uno de los recursos más importantes en el desarrollo del proyecto y por consiguiente tiene un gran impacto en la conformidad del producto terminado. Con el propósito de atender este requerimiento, se desarrollaron perfiles de puesto para todas las posiciones del proyecto junto con un documento que establecía las funciones y responsabilidades de los mismos. Dichos documentos se desarrollaron no sólo para facilitar la determinación de las competencias necesarias para cada puesto y asignar de esta manera los recursos de la forma más eficiente posible, sino también para detectar las falencias en el nivel de competencia requerido y poder proveer el entrenamiento necesario para eliminarlas.

Una vez identificadas las funciones y responsabilidades de cada puesto de trabajo, se procede al establecimiento de la política y los objetivos de calidad. Esta es una de las etapas más importantes en el proceso de implementación del sistema de gestión de calidad.

Delineada por la alta gerencia, la política de calidad establece aquellos objetivos de calidad que deben ser alcanzados en todas las áreas y niveles del proyecto. Dichos objetivos se encuentran relacionados no solo con el cumplimiento de las especificaciones de la norma ISO 9001:2000 en cada uno de los procesos sino también con los requerimientos del cliente manifestados a través del contrato de prestación o en forma directa al consorcio. Para la

definición de la política de calidad, se llevaron a cabo reuniones en las que participaron la gerencia del proyecto y el comité de calidad. En dichas reuniones se definió la política de calidad tomando como base las respectivas políticas de cada una de las organizaciones que integraban el consorcio de ejecución. A su vez, es importante destacar que la política de calidad fue incluida en el plan de calidad y publicada en carteleras paralelamente de modo que todo el personal estuviera enterado de su existencia. Los objetivos de calidad definidos para el proyecto se definen a continuación:

1. Proveer un servicio de alta calidad que cumpla con los requerimientos del cliente y alcance sus expectativas
2. Ejecutar el trabajo de manera eficiente y segura
3. Asegurar que el personal esté constantemente entrenado y motivado
4. Búsqueda continúa de mejora en los procesos de trabajo existentes

Además de los objetivos definidos en la política de calidad, se identificaron una serie de objetivos estratégicos y operacionales en las distintas áreas del proyecto bajo análisis. A su vez, se definieron una serie de indicadores de gestión asociados a las principales actividades del proyecto para medir el cumplimiento de los objetivos establecidos e identificar desviaciones que pudieran ocasionar retrasos en el avance de la obra o sobrecostos respecto del presupuesto de ejecución originalmente establecido. En la práctica, el establecimiento de estos indicadores no solo sirvió para el control del avance del proyecto sino también para la identificación de oportunidades de mejora e implementación de actividades correctivas para tal fin. En la Figura XII, se presentan dichos indicadores de gestión incluyendo su alcance (financiero, interno, etc.) y el valor objetivo para cada uno de ellos.

#### 4.1.4. DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD

Cabe destacar que una vez estructurado el sistema de gestión de calidad para el proyecto de IPC bajo análisis es necesario documentar su existencia. Esto último se debe no sólo al hecho de que la documentación de los lineamientos de calidad del proyecto es necesaria para cumplir con las obligaciones contractuales sino también al hecho de que el proceso de documentación ayuda a almacenar información respecto de los indicadores de gestión del proyecto que resulta instrumental a la hora de evaluar el rendimiento del proyecto como un todo.

De esta manera, la documentación del sistema de gestión de calidad tiene como objetivo principal describir al sistema desarrollado presentando los lineamientos y requisitos determinados para la correcta ejecución de las distintas actividades. A su vez, dicho sistema de documentación tendrá como objetivo la recopilación de evidencia respecto del cumplimiento de los estándares de calidad y resultados del proceso de auditoría. En la Figura XIII, se presenta un diagrama que incluye los distintos documentos a desarrollar y la jerarquía existente entre ellos, a saber:

1. *Plan de Gestión de Calidad*: desarrollado en base al cumplimiento de los requisitos contractuales y las especificaciones de la norma ISO 9001:2000, refleja la política y los objetivos de calidad definidos por la alta gerencia y el comité de calidad. Describe el sistema de gestión de calidad específico para el proyecto bajo análisis y tiene como objetivo establecer los lineamientos para cumplir con los requisitos del cliente
2. *Procedimientos*: detallan todos los requerimientos para llevar adelante los distintos procesos que integran el sistema de gestión de calidad incluyendo no sólo los responsables de cada proceso sino también los indicadores o criterios por los cuales se puede medir la eficacia de los mismos. El conjunto de procedimientos se agrupa por área (gerencia, administración y finanzas, ingeniería, compras y construcción entre otras) y son publicados por el comité de calidad en un directorio electrónico disponible para todo el personal del proyecto con el propósito de asegurar su disponibilidad en los puntos de uso
3. *Registros*: proveen evidencia documental de que se alcanza en el proyecto la calidad requerida y que el sistema de gestión de calidad está operando de manera eficaz. Cada procedimiento de trabajo detalla el registro documental necesario



Figura XIII. Documentación del Sistema de Gestión de Calidad.

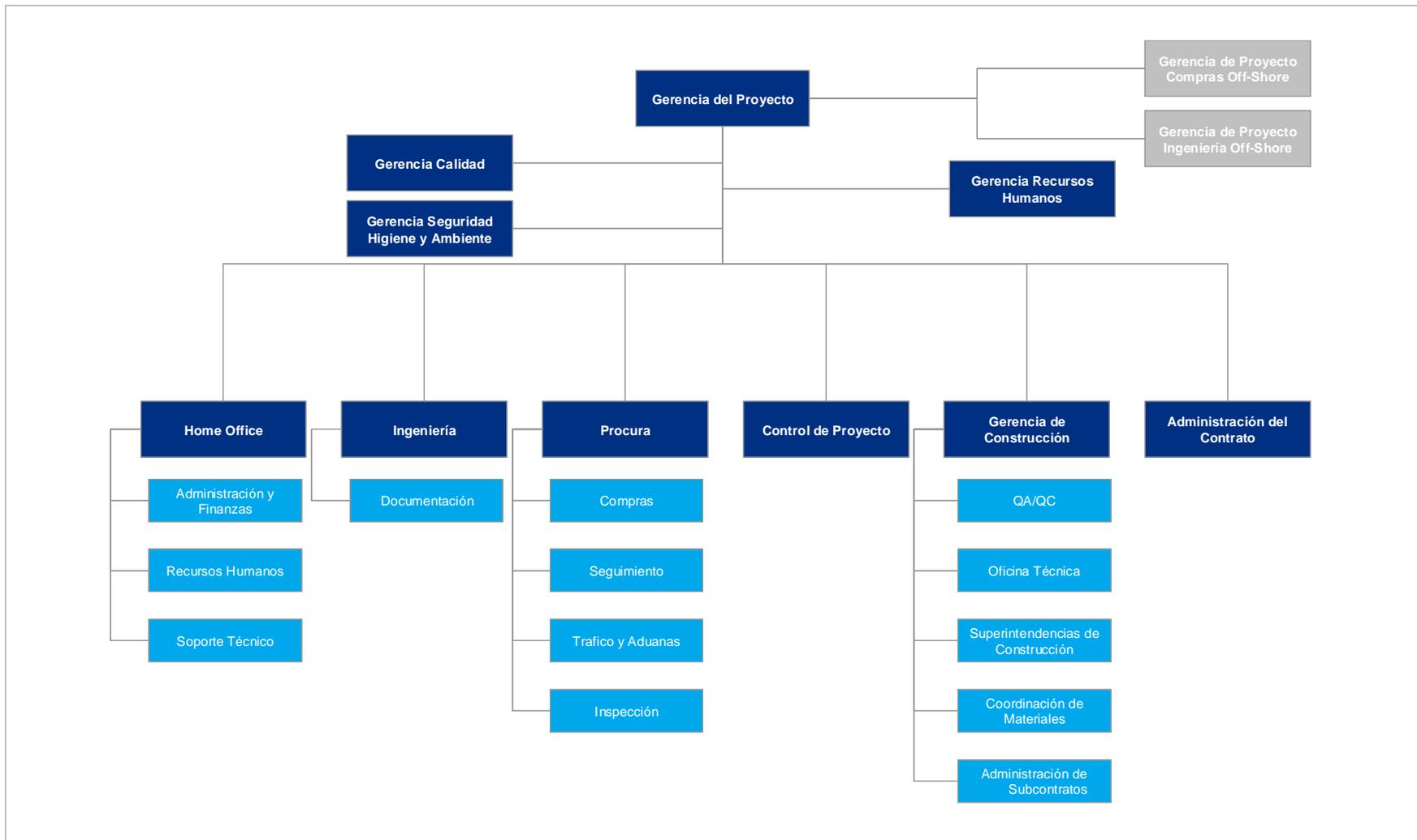
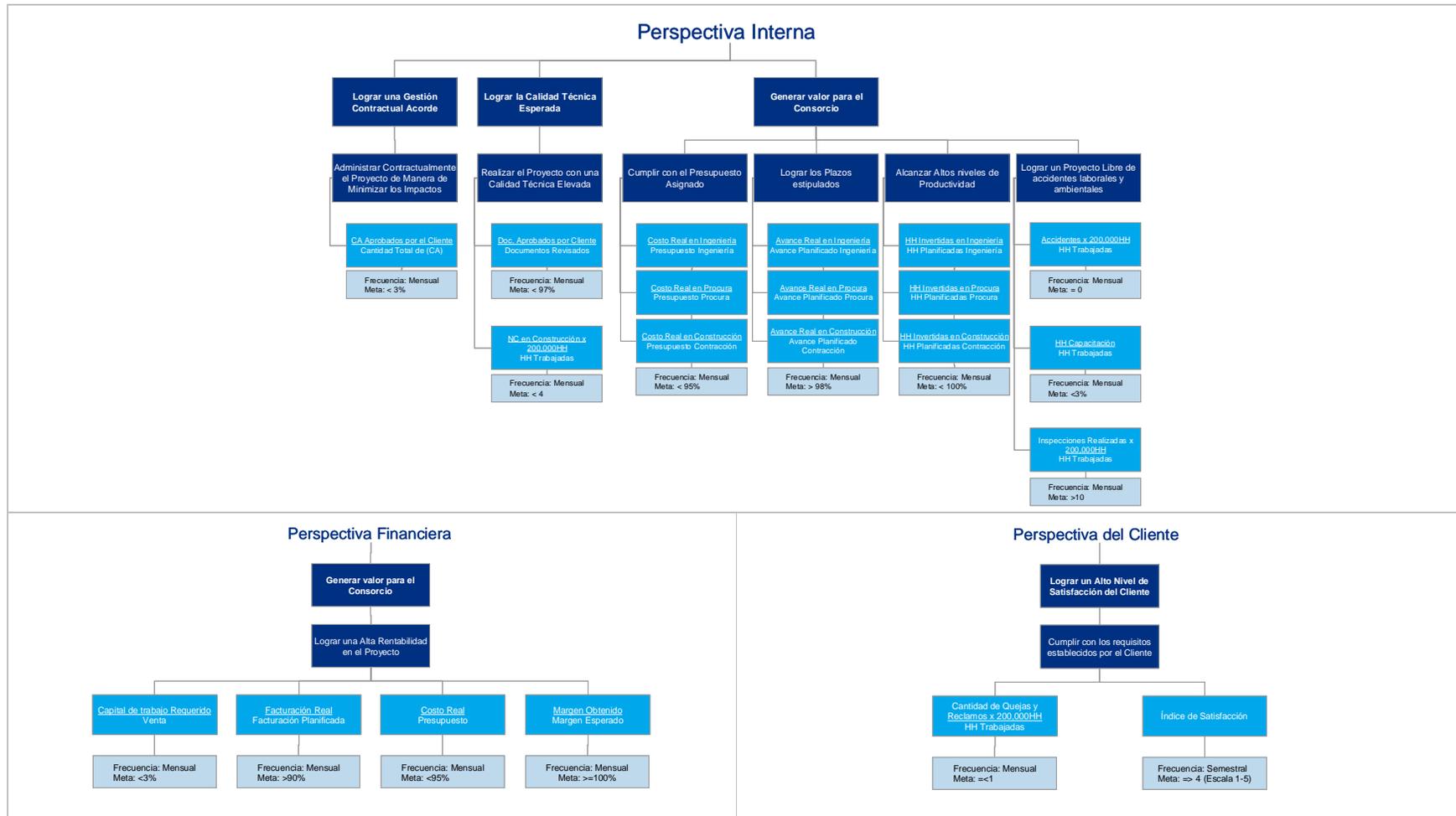


Figura XI. Organigrama del Proyecto.



**Perspectiva Financiera**

- Generar valor para el Consorcio
  - Lograr una Alta Rentabilidad en el Proyecto
    - Capital de Trabajo Requerido Venta
      - Frecuencia: Mensual Meta: < 3%
    - Facturación Real Facturación Planificada
      - Frecuencia: Mensual Meta: > 90%
    - Costo Real Presupuesto
      - Frecuencia: Mensual Meta: < 95%
    - Margen Obtenido Margen Esperado
      - Frecuencia: Mensual Meta: >= 100%

**Perspectiva del Cliente**

- Lograr un Alto Nivel de Satisfacción del Cliente
  - Cumplir con los requisitos establecidos por el Cliente
    - Cantidad de Quejas y Reclamos x 200,000HH HH Trabajadas
      - Frecuencia: Mensual Meta: =< 1
    - Índice de Satisfacción
      - Frecuencia: Semestral Meta: => 4 (Escala 1-5)

Figura XII. Indicadores de Gestión del Proyecto por Categoría.

#### 4.1.5. FORMACIÓN, AUDITORÍA INTERNA Y MEJORA CONTINUA

Es necesario tener en cuenta que la implementación del sistema de gestión de calidad no termina con el diseño y comunicación del mismo, sino que la educación de los miembros del proyecto es un factor clave para el éxito de dicho sistema.

Ahora, ¿Quiénes deben participar del entrenamiento? Todo el personal del proyecto es afectado por el sistema de gestión de calidad, desde la alta dirección hasta las áreas de soporte. A su vez, el grado de compromiso de los trabajadores y supervisores tiene un alto impacto en la calidad del producto terminado. De esta manera, es importante que todos los empleados comprendan los elementos principales del sistema de gestión de calidad del proyecto en cuestión de manera de lograr su activa participación en el cumplimiento de sus requisitos.

Con éste propósito, se diseña un plan de capacitación que alcanza a todo el personal del proyecto. El entrenamiento incluye los conceptos básicos del sistema de gestión de calidad, su impacto en la correcta ejecución del proyecto y los principales procesos de trabajo. Los objetivos del proceso de capacitación se destacan a continuación:

1. Familiarizar al personal con el esquema de gestión del proyecto, sus requerimientos, los mecanismos de evaluación y el concepto de auditorías periódicas del sistema
2. Adiestrar al personal en las herramientas y técnicas requeridas para llevar a cabo sus actividades de acuerdo a lo establecido por el sistema de gestión de calidad
3. Educar y formar al personal para que cumpla los requisitos de su puesto

Una vez que el sistema de gestión de calidad se implementa, es necesario llevar a cabo auditorías periódicas para verificar el cumplimiento de los lineamientos establecidos por la política y los objetivos de calidad del proyecto. Este proceso de auditoría permitirá identificar aquellos procedimientos que necesitan ser rediseñados para cumplir con las especificaciones originalmente establecidas.

Dado que los proyectos IPC tienen una vida limitada, es necesario realizar al menos dos auditorías, dependiendo de la envergadura y duración del proyecto,

en una etapa temprana de forma tal que las observaciones de las mismas puedan ser implementadas en una instancia en las que los beneficios lleguen a ser observados. Es aconsejable llevar adelante la primera auditoría al tener un avance en ingeniería de por lo menos 25% y la segunda al tener un avance en construcción de por lo menos 30%.

Por último, es importante resaltar que cada área del proyecto es responsable por asegurar que se efectúen los análisis requeridos que permitan establecer mejoras en los procesos de trabajo, dentro del marco de la política y objetivos de calidad del proyecto.

El análisis de la información proveniente de las auditorías de calidad y revisiones técnicas, el estudio de los indicadores de gestión y la implementación de acciones correctivas y preventivas son ejemplos de los elementos que permitirán identificar oportunidades de mejora en los procesos de trabajo.

#### **4.2. IDENTIFICACIÓN DE TAREAS CRÍTICAS**

En la Figura XV, se presenta un diagrama de flujo del proyecto bajo análisis. En dicho diagrama, es posible observar que como es de esperarse existen tres grandes actividades en un proyecto de IPC, a saber: el diseño de ingeniería, la procura de materiales y la construcción de la obra. A su vez, el diagrama muestra todas aquellas áreas que dan soporte a las tres actividades principales del proyecto. Entre dichas tareas de soporte cabe resaltar el papel que juegan en el sistema de gestión de calidad actividades tales como: el control de gestión, el proceso de documentación y en menor medida las áreas de recursos humanos y seguridad ambiental.

Ahora, si bien al desarrollar el sistema de gestión de calidad del proyecto en cuestión, se realiza el análisis de brecha de cada uno de los procesos presentes en el diagrama de flujo, el presente trabajo se focalizará en aquellas tareas que resultan críticas para la correcta ejecución del mismo. Para identificar dichas actividades que resultan esenciales para la apropiada ejecución del proyecto es necesario evaluar el origen de los principales desvíos presupuestarios.

En la Figura XIV, se presentan los sobre costos respecto del presupuesto original identificados al concluirse la construcción de la planta termoeléctrica. El monto total se desglosa en las siguientes categorías: costos de construcción (49.5%), procura de materiales a nivel local (27.1%), servicios de ingeniería

(7.9%) y otros (15.5%). Con respecto al origen de los sobrecostos, es importante destacar que el análisis de los mismos se encuentra realizado de tal manera de excluir los ajustes internos (relocación de presupuesto producto de excedentes en un área y faltantes en otra) así como también ajustes al presupuesto concedidos por el cliente ante cambios de alcance en la obra. De esta manera, es posible analizar mejor la causa real de los desvíos presupuestarios que de lo contrario quedarían tergiversados por estrategias de contabilidad y otras modificaciones.

Ahora, si bien es cierto que cada una de las categorías que originan las desviaciones presupuestarias están influenciadas por diversas actividades en un proyecto de IPC, es necesario identificar aquellas tareas que se cree son las causantes de una gran parte de cada desvío en el presupuesto de ejecución o el grado de avance de la obra. En el caso del proyecto bajo análisis se identificaron tres actividades (una por categoría) que eran la causa de un sinnúmero de problemáticas en la construcción de la planta termoeléctrica. Dichas actividades son:

1. Control de cambios de alcance (*Construcción*): gestión de las modificaciones o cambios de diseño que surgen durante la ejecución del proyecto que no estaban previstos en el alcance original de los trabajos
2. Control de documentación (*Ingeniería*): garantiza que los documentos utilizados por el personal de construcción han sido revisados y aprobados antes de su distribución
3. Control de materiales (*Procura*): lineamientos para las actividades de recepción, almacenaje y despacho de equipos y materiales requeridos en obra

Es importante destacar que la asignación de las distintas actividades críticas a cada una de las áreas de un proyecto de IPC constituye una simple catalogación. Esto último se debe al hecho de que en la ejecución de un proyecto cada una de las tareas arriba descritas se encuentra interrelacionada con todas y cada una de las áreas. Es así como ingeniería será la que defina un cambio de alcance, procura se encargará de suministrar los materiales y el área de construcción se encargará de ponerlo en práctica. De esta manera, la clasificación realizada identifica en qué categoría se verá el mayor impacto presupuestario o retraso en el grado de avance ante un mal funcionamiento de alguna de estas tareas.

Si se tiene en cuenta que las categorías de construcción, procura a nivel local y servicios de ingeniería representan el 85% de los desvíos presupuestarios y que las actividades críticas arriba citadas son el origen de la mayoría de las problemáticas en estas áreas es posible concluir que el análisis y reingeniería de dichas actividades constituyen una parte integral del diseño del sistema de gestión de calidad específico para el proyecto bajo análisis. Es por esto que en la siguiente sección se procede a realizar un análisis de brecha detallado en cada una de estas tres actividades.

Por último, cabe destacar que el ~15% restante del desvío presupuestario se encuentra vinculado principalmente a modificaciones en las cotizaciones de los proveedores producto de la fluctuación en la tasa de cambio o el precio de los commodities y a ajustes vinculados con una inflación creciente en la Argentina durante la ejecución del proyecto bajo análisis.

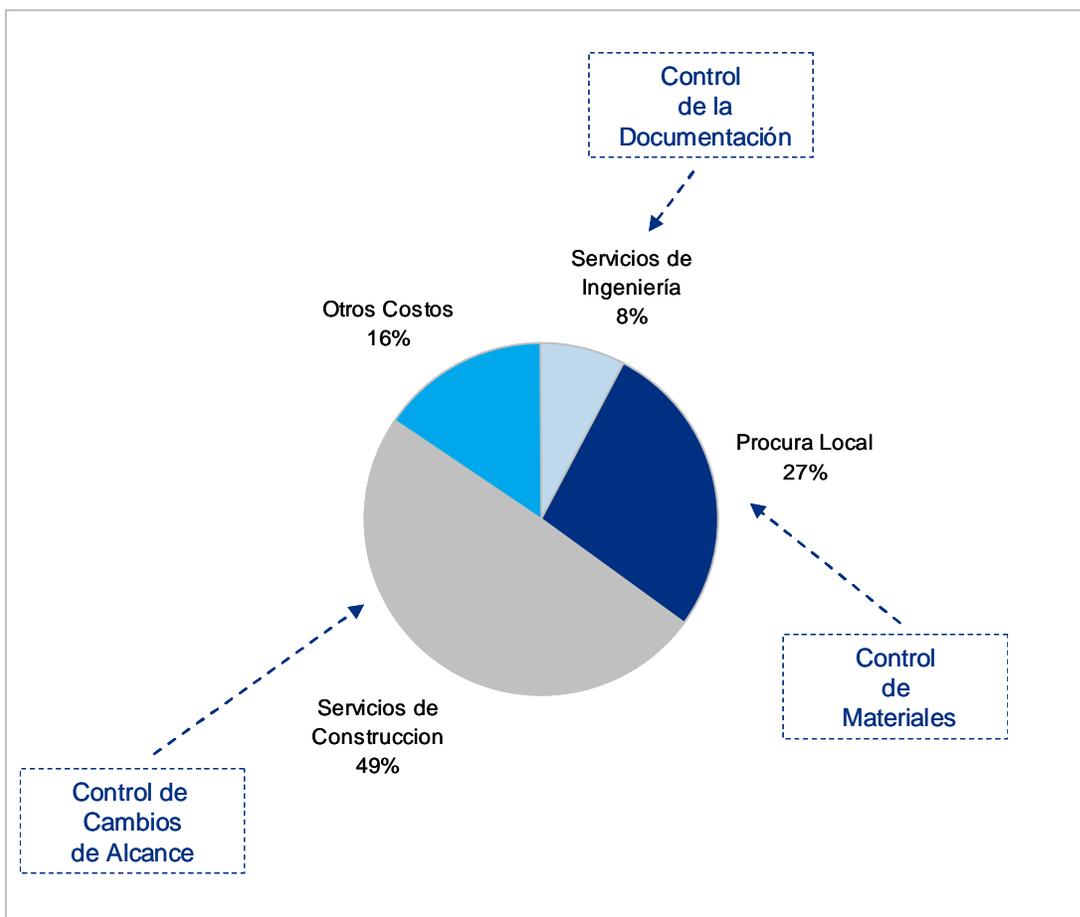


Figura XIV Desvíos Presupuestarios por Categoría.

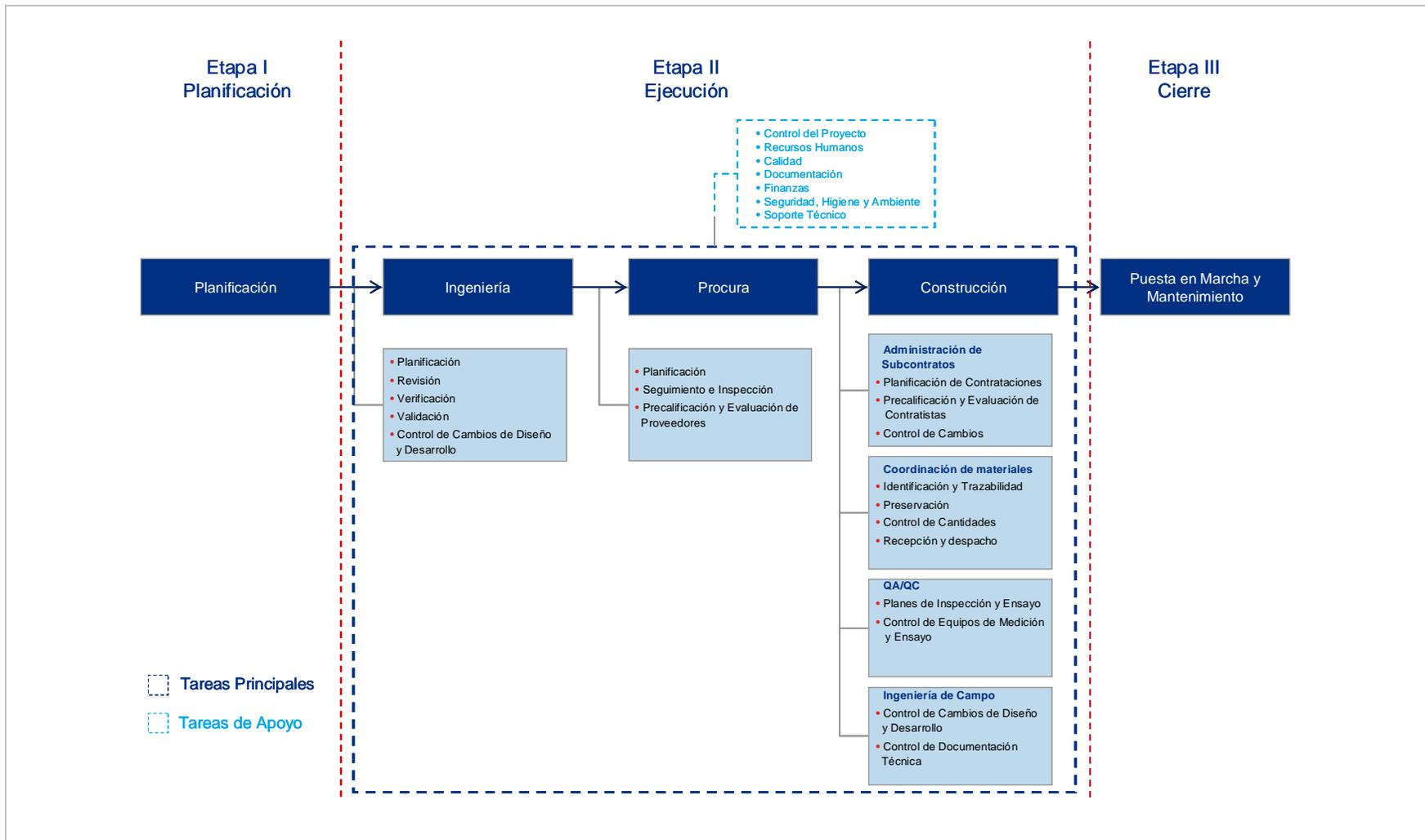


Figura XV Diagrama de Flujo del Proyecto.

### 4.3. ANÁLISIS DE BRECHA – TAREAS CRÍTICAS

En esta sección se realiza el análisis de brecha de las tareas críticas identificadas en el apartado anterior, a saber: control de cambios de alcance, coordinación de materiales y control de la documentación técnica. Con este propósito, se comienza por presentar una descripción del proceso bajo análisis incluyendo su relevancia y las consideraciones necesarias para la eficiencia del mismo. A continuación, se identifican los desvíos detectados con respecto a las especificaciones de la Norma ISO 9001:2000 y el plan de gestión de calidad del proyecto. Una vez identificadas las no conformidades del proceso y las potenciales consecuencias o riesgos de la misma, se establecen acciones correctivas para eliminar los desvíos observados. Finalmente, se presentan los beneficios alcanzados producto del rediseño de las distintas actividades críticas. Cabe destacar que dichos beneficios se observan en algunas ocasiones como la mejora de uno o más indicadores de gestión mientras que otras veces se trata de ahorros significativos originados por la eliminación de ciertos errores asociados a los procedimientos originales.

#### 4.3.1. CONTROL DE CAMBIOS DE ALCANCE - CONSTRUCCIÓN

##### *Descripción del Proceso*

En la ejecución de proyectos IPC bajo la modalidad “llave en mano”, la gestión del control de cambios de alcance es un proceso crítico no solo para alcanzar una eficiente asignación de los recursos y administración del proyecto si no, más importante aún, para garantizar la rentabilidad del mismo.

En líneas generales, en un contrato “llave en mano”, la compañía de IPC lidera el desarrollo integral del proyecto de construcción a cambio de una suma de dinero fija. En otras palabras, el contratista se compromete a llevar a cabo la planificación, el diseño de ingeniería, la procura, la construcción y la puesta en marcha de una obra determinada a cambio de un monto fijo estimado por el propio contratista durante el período de licitación. En consecuencia, una adecuada gestión de los cambios de alcance del proyecto resulta fundamental para evitar que la ejecución de los mismos afecte negativamente el margen esperado por el consorcio.

La naturaleza de los cambios de alcance puede variar. Como se menciona anteriormente, los mismos pueden ser tanto solicitados por el cliente, en cuyo caso el contratista no tiene responsabilidad económica alguna, o bien pueden ser detectados internamente producto de omisiones durante la etapa de diseño

o planificación. En este último caso, la responsabilidad económica es del contratista excepto que éste pueda demostrar lo contrario. Cabe destacar que por lo general los cambios de alcance identificados durante el período de construcción surgen a partir de las siguientes causas:

1. Modificaciones de diseño realizadas por ingeniería de campo durante la ejecución del proyecto
2. Identificación de la necesidad de cambios de diseño por parte de la gerencia del proyecto in situ o las empresas subcontratadas para las actividades de construcción

### *Análisis de Brecha*

De acuerdo con los lineamientos establecidos por la norma ISO 9001:2000 y el plan de gestión de calidad del proyecto, el proceso de control de cambios de alcance debería cumplir con los siguientes requisitos:

1. Verificar que los cambios hayan sido identificados, revisados, verificados, validados según sea apropiado y aprobados antes de su implantación (Ref. Norma ISO 7.3.7)
2. Verificar que la revisión de los cambios de diseño y desarrollo incluyan la evaluación del efecto de los cambios en la obra (Ref. Norma ISO 7.3.7)
3. Verificar que los cambios del diseño y desarrollo cumplan con los requisitos del cliente (Ref. Norma ISO 7.2.2)
4. Verificar la documentación y trazabilidad de los cambios de diseño y desarrollo (Ref. Norma ISO 7.5.3)

En la Figura XVI, se muestra el diagrama de flujo inicial del proceso de cambios de alcance en construcción para el proyecto bajo análisis. A su vez, en la Tabla III, se identifican aquellos desvíos observados con respecto a los requisitos establecidos en la norma ISO 9001:2000 y el plan de gestión de la calidad.

<i>Referencia al Plan</i>	<i>Referencia a la Norma ISO</i>
5.2. Cambios de Alcance	7.2.2. Revisión de los Requisitos Relacionados con el Producto 7.3.7. Control de Cambios del Diseño y Desarrollo 7.5.3 Identificación y Trazabilidad

Tabla III. Desvíos detectados con respecto al plan de gestión de calidad y la norma ISO 9001:2000.

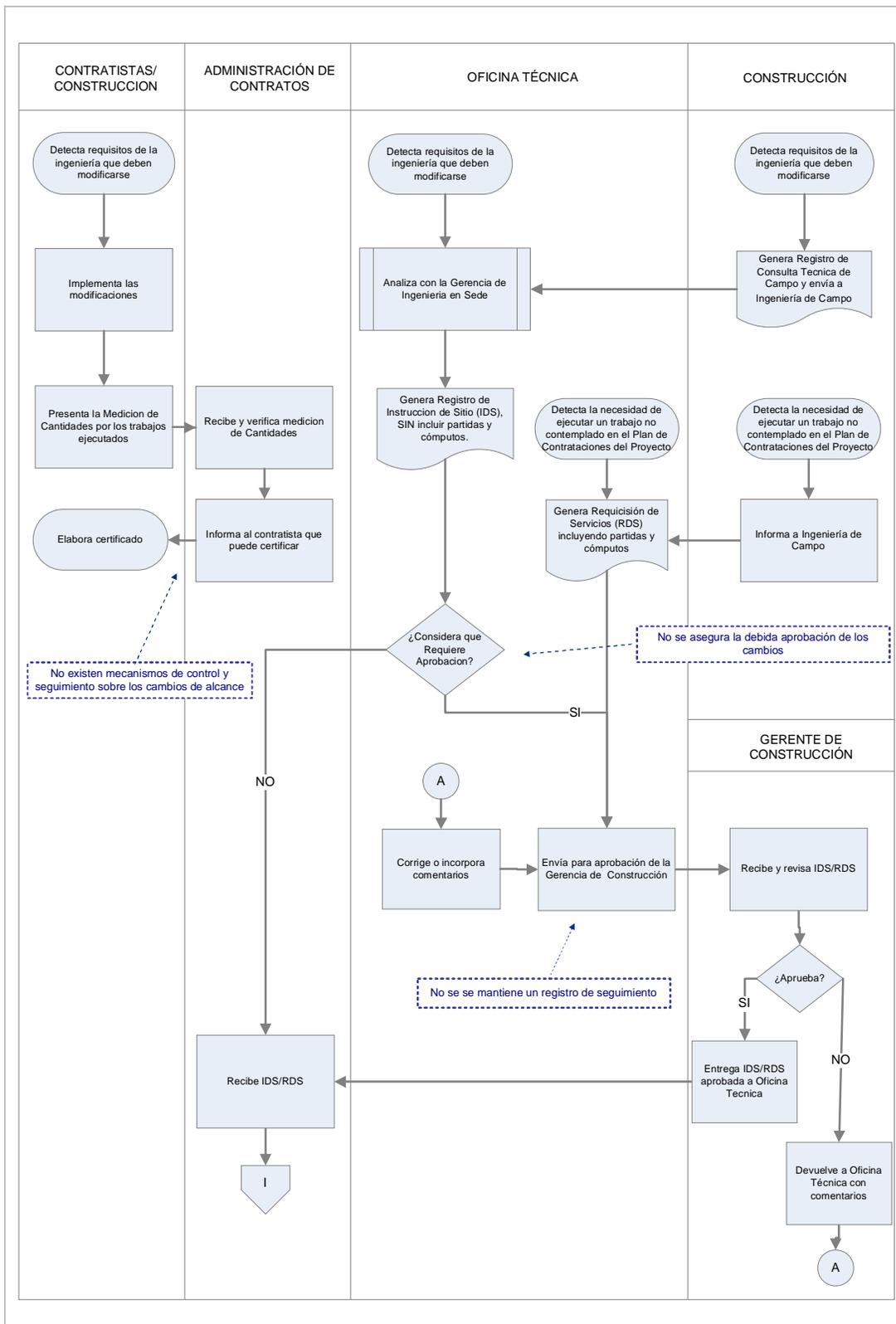


Figura XVI Diagrama de Flujo Inicial - Proceso de Control de Cambios de Alcance en Construcción.

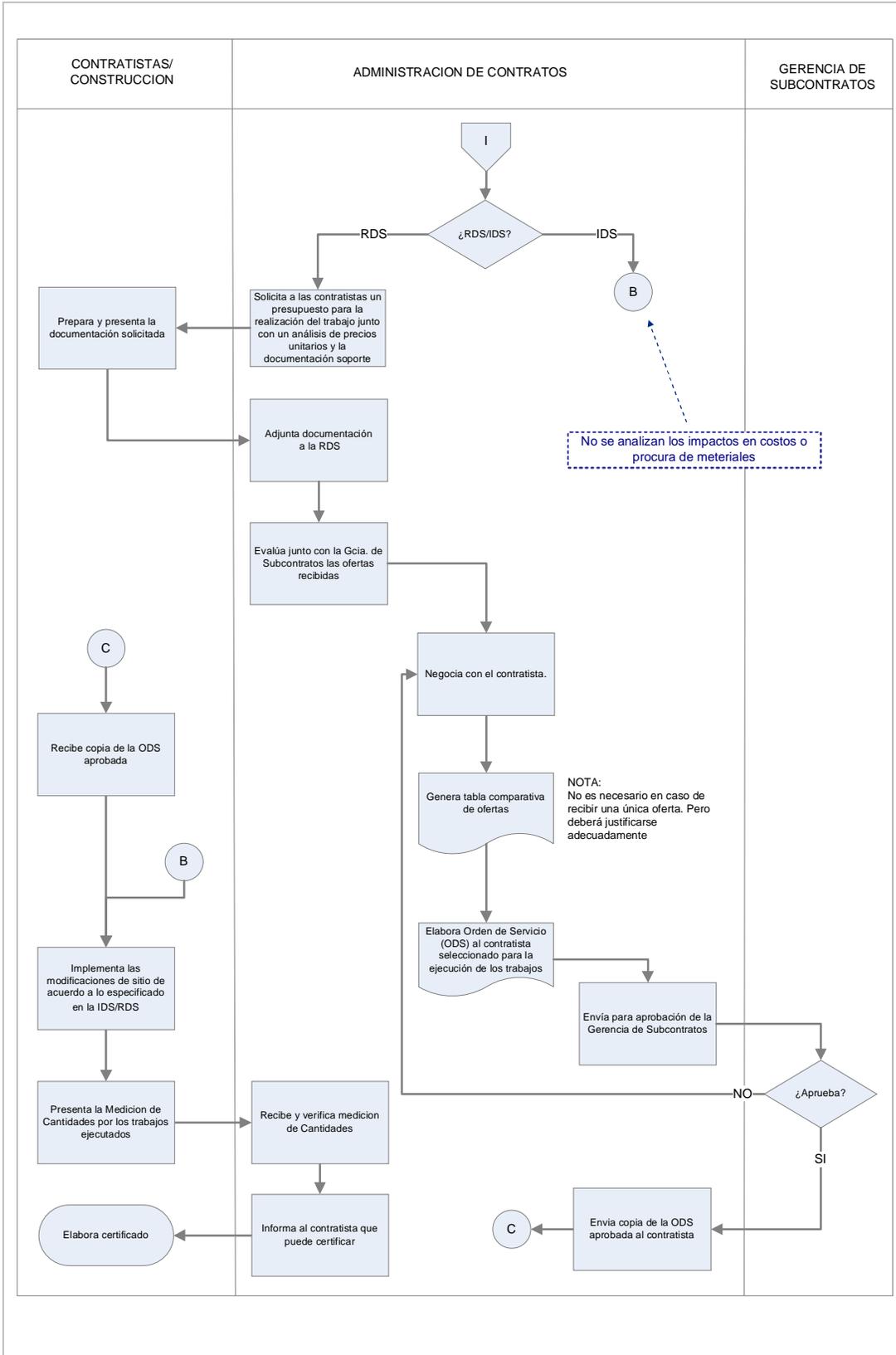


Figura XVI Diagrama de Flujo Inicial - Proceso de Control de Cambios de Alcance en Construcción. (Cont.)

Del análisis del diagrama de flujo del proceso, es posible identificar aquellas situaciones que daban origen a los desvíos observados. A continuación, se presenta un resumen de los hallazgos y sus potenciales consecuencias para el proceso bajo análisis.

<i>Hallazgo</i>	<p>No existe ningún mecanismo o herramienta implementada para realizar el seguimiento de los cambios de diseño originados en la unidad de ingeniería de campo.</p> <p>Los registros de estos cambios son archivados indistintamente sin identificar aquellos con impacto en costos o requerimiento de materiales.</p> <p>Asimismo, al no existir canales de comunicación preestablecidos para la divulgación o debida aprobación de los cambios identificados, se evidencia que las modificaciones de diseño propuestas en construcción no se reflejan adecuadamente en las nuevas versiones de los planos o especificaciones de diseño.</p>
<i>Consecuencia / Riesgo</i>	<p>La falta de seguimiento sobre los cambios de diseño compromete seriamente la trazabilidad y conformidad del producto final. La realización de modificaciones en obra que no sean debidamente comunicadas corren el riesgo de no ser incorporadas en los planos “conforme a obra” los cuales deben ser entregados al cliente al finalizar el proyecto. En consecuencia, se pone en riesgo la futura operación y mantenimiento de la planta.</p> <p>Por otro lado, la falta de análisis, seguimiento y aprobación de aquellos cambios con impacto en costos o procura de materiales afectan directamente la rentabilidad y gestión del proyecto, resultando en una ineficiente asignación de los recursos existentes y significativos sobrecostos respecto del presupuesto original.</p>
<i>Área Responsable</i>	Ingeniería de campo / Oficina técnica

<p><i>Hallazgo</i></p>	<p>No existen mecanismos de control y seguimiento eficientes para la administración de los subcontratos de construcción.</p> <p>Se evidencia que en algunos casos, las empresas subcontratistas desarrollan y ejecutan soluciones de diseño sin supervisión, facturando luego las tareas realizadas sin identificarlas como cambios de alcance con respecto al contrato original (se definen como cambios de alcance aquellos ítems no previstos en el alcance original de la obra).</p>
<p><i>Consecuencia / Riesgo</i></p>	<p>Indefiniciones en la determinación del alcance de los subcontratos así como en el establecimiento de los controles y registros necesarios, comprometen la excelencia en la ejecución de la obra y fundamentalmente el logro de los resultados económicos esperados.</p> <p>Un control no efectivo sobre los trabajos realizados por las empresas subcontratistas en campo impacta negativamente el proyecto en varios aspectos. En primer lugar no garantiza la conformidad de la obra según las especificaciones y los requerimientos del cliente, lo cual puede traducirse en multas y penalidades. Esto sucede ya que los subcontratistas ejecutan libremente las tareas sin el visto bueno de control de calidad. En segundo lugar, estos cambios comprometen la trazabilidad del producto si no se garantiza su adecuada incorporación en las nuevas revisiones de los documentos. Finalmente, la falta de control sobre la facturación de trabajos que están fuera del alcance original de los subcontratos genera sobrecostos que pueden comprometer la rentabilidad del proyecto y distorsionar el control del presupuesto y avance de los subcontratos.</p>
<p><i>Área Responsable</i></p>	<p>Administración de Subcontratos</p>

Para eliminar las no conformidades identificadas, se diseña un procedimiento que define los lineamientos para las actividades tanto de la unidad de ingeniería de campo como de la administración de subcontratos, de forma tal que se garantice el registro, control, aprobación y seguimiento de las modificaciones de diseño en construcción que puedan impactar el costo y el alcance del proyecto. A continuación, se muestran las principales características del proceso desarrollado:

1. Establecimiento de un registro para todas las modificaciones de diseño efectuadas que asegure la trazabilidad y seguimiento de los trabajos realizados garantizando de esta manera el correcto desarrollo de los planos “conforme a obra”
2. Establecimiento de un canal de comunicación para la adecuada gestión y aprobación de los cambios
3. Desarrollo de un mecanismo de control apropiado para el proceso de la certificación y facturación de contratistas

En la Figura XVII, se muestra el diagrama de flujo para el proceso de cambios de alcance en construcción una vez rediseñado.

### *Beneficios Alcanzados*

Antes de llevar a cabo el rediseño del proceso de control de cambios de alcance, los sobrecostos originados a partir de la gestión de subcontratos de construcción alcanzaban un desvío de cerca del 20% en relación al presupuesto original y representaban aproximadamente el 50% de los sobrecostos totales del proyecto bajo análisis. Las obras civiles y la construcción de edificios eran las principales áreas donde los hallazgos arriba descritos fueron identificados.

Tras la implementación del procedimiento de control de cambios de alcance en construcción, se observa:

1. La eliminación de la ejecución de cambios no controlados por parte de los contratistas, al establecer controles más agudos en los procesos de certificación, facturación y aprobación de los trabajos

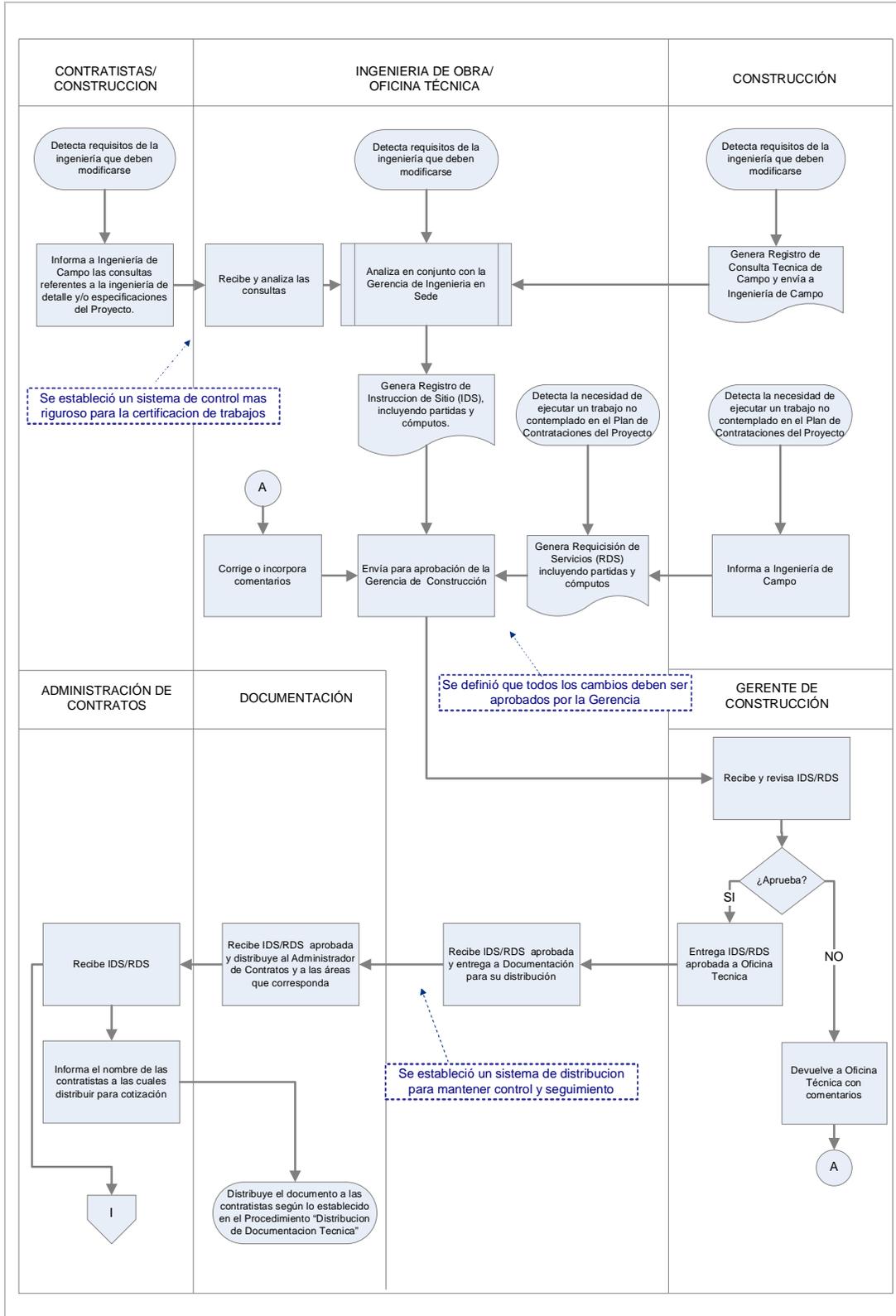


Figura XVII Diagrama de Flujo Final - Proceso de Control de Cambios de Alcance en Construcción.

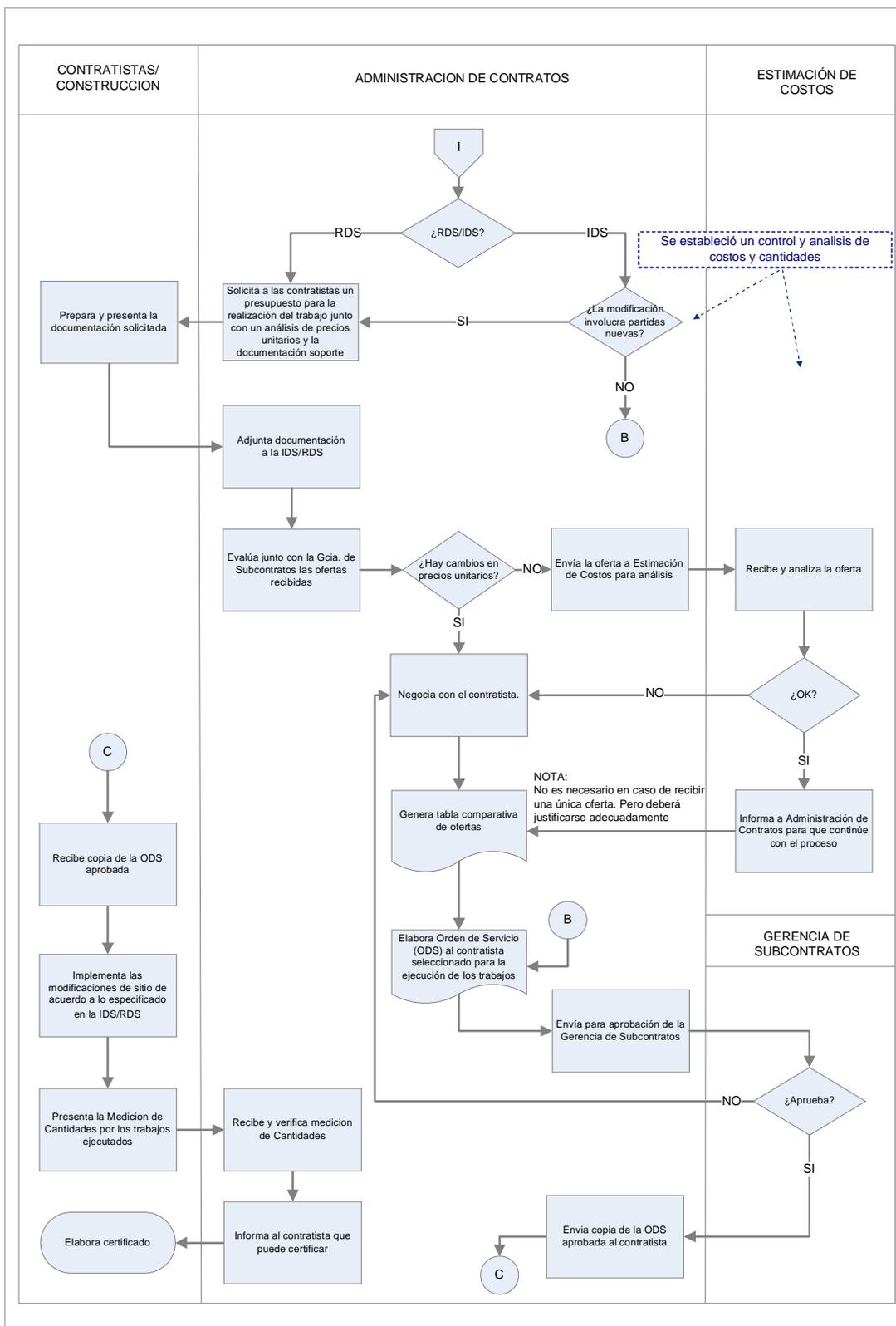


Figura XVII Diagrama de Flujo Final - Proceso de Control de Cambios de Alcance en Construcción. (Cont.)

2. Reducción de los sobrecostos originados durante la ejecución de los subcontratos de construcción a menos del 10%
3. Creación de un registro completo y organizado de los cambios de alcance identificados durante la construcción de la obra que incluía el impacto en el costo de ejecución del proyecto, asegurando al mismo tiempo la trazabilidad y el cumplimiento de los requisitos del cliente

#### 4.3.2. COORDINACIÓN DE MATERIALES

##### *Descripción del Proceso*

En proyectos de IPC de esta envergadura y complejidad, la coordinación de materiales se vuelve un proceso crítico para la correcta ejecución de la obra. Esto último se debe al hecho de que el proceso de coordinación de materiales tiene un impacto directo sobre las actividades de construcción siendo el origen de diversas demoras que retrasan o incluso llegan a interrumpir dichas tareas. Cabe destacar que por coordinación de materiales se entiende toda tarea vinculada con la recepción, almacenaje y despacho de equipos y materiales necesarios para el desarrollo de la obra en cuestión. De esta manera, la complejidad de este proceso dependerá en gran medida del alcance y la estructura contractual del proyecto bajo análisis.

En el proyecto en cuestión, el proceso de coordinación de materiales se convierte en uno de los mayores desafíos durante la ejecución por una serie de motivos:

1. Dada la envergadura del proyecto y la complejidad de alguno de los materiales de construcción se utilizaron cinco almacenes diferentes (cuatro abiertos y uno cerrado), dificultándose la organización e identificación de los materiales y equipos
2. El hecho de que las actividades de construcción fueran ejecutadas por más de 50 subcontratistas que solicitaban materiales en forma continúa dificultaba considerablemente el control del ingreso y la salida de materiales y equipos de los almacenes

3. Producto de la intrincada estructura contractual del proyecto en cuestión, fue necesario garantizar a la compañía encargada de la procura internacional ciertos requerimientos especiales para el almacenaje de los equipos provenientes del exterior

Si se tiene en cuenta lo antedicho, queda claro porque en un proyecto de tamaño envergadura resulta crítico establecer lineamientos claros para las actividades de recepción, almacenaje y despacho de materiales. Dichos lineamientos permitirán al personal del almacén conocer en todo momento no sólo los niveles de inventario sino también la cantidad y tipo de materiales entregados a cada subcontratista, asegurando de esta manera la disponibilidad de los materiales de construcción cuando sean necesarios para llevar adelante las distintas tareas de acuerdo a lo establecido en la etapa de planificación.

Por último, es importante destacar que el personal del almacén debe realizar las inspecciones necesarias para mantener al día los registros de calidad con el propósito de garantizar la calidad y trazabilidad de los productos comprados.

#### *Análisis de Brecha*

De acuerdo con los lineamientos establecidos por la norma ISO 9001:2000 y el plan de gestión de calidad del proyecto, el proceso de coordinación de materiales debería cumplir con los siguientes requisitos:

1. Verificar la identificación y trazabilidad de los materiales y equipos a lo largo de la ejecución de la obra (Ref. Norma ISO 7.5.3)
2. Protección de los bienes que son propiedad del cliente y fueron suministrados para su utilización o incorporación dentro del proyecto (Ref. Norma ISO 7.5.4)
3. Identificación, manipulación, embalaje, almacenamiento y protección de todos los materiales y equipos incluyendo el control de los registros de calidad de los mismos (Ref. Norma ISO 7.5.5)

En la Figura XVIII, se muestra el diagrama de flujo inicial del proceso de coordinación de materiales. A su vez, en la Tabla IV, se muestran aquellos desvíos identificados con respecto a los requisitos establecidos en la norma ISO 9001:2000 y el plan de gestión de la calidad.

<i>Referencia al Plan</i>	<i>Referencia a la Norma ISO</i>
16. Preservación del Producto	7.5.3 Identificación y Trazabilidad 7.5.4 Propiedad del Cliente 7.5.5 Preservación del Producto

Tabla IV. Desvíos detectados con respecto al plan de gestión de calidad y la norma ISO 9001:2000.

Del análisis del diagrama de flujo del proceso, es posible identificar aquellas situaciones que daban origen a los desvíos observados. A continuación, se presenta un resumen de los hallazgos y sus potenciales consecuencias para el proceso bajo análisis.

<i>Hallazgo</i>	Los materiales y equipos no se encuentran identificados dentro del almacén ni se lleva un control adecuado sobre la ubicación física de los mismos. A su vez, no existen áreas demarcadas para la disposición de los materiales y equipos con documentación incompleta o no conformes.
<i>Consecuencia / Riesgo</i>	<p>La correcta identificación de los materiales en el almacén es fundamental para asegurar los requisitos de la norma ISO (7.5.3 Identificación y Trazabilidad).</p> <p>Debido a que los materiales y equipos para el desarrollo de la obra son sumamente específicos, la falta de un sistema de identificación aumenta el riesgo de suministrar los materiales equivocados ocasionando sobrecostos y retrasos en el avance de la obra.</p> <p>A su vez, la ausencia de un sistema de identificación para los materiales dificulta la trazabilidad de los mismos. Esto último, resulta particularmente tedioso en un proyecto donde debido a los altos volúmenes de material requerido en ciertas ocasiones un mismo elemento era suministrado por diversos proveedores. En otras palabras, resulta imposible realizar el reclamo de una pieza defectuosa ya que no es posible identificar su origen.</p>
<i>Área Responsable</i>	Almacén de Materiales

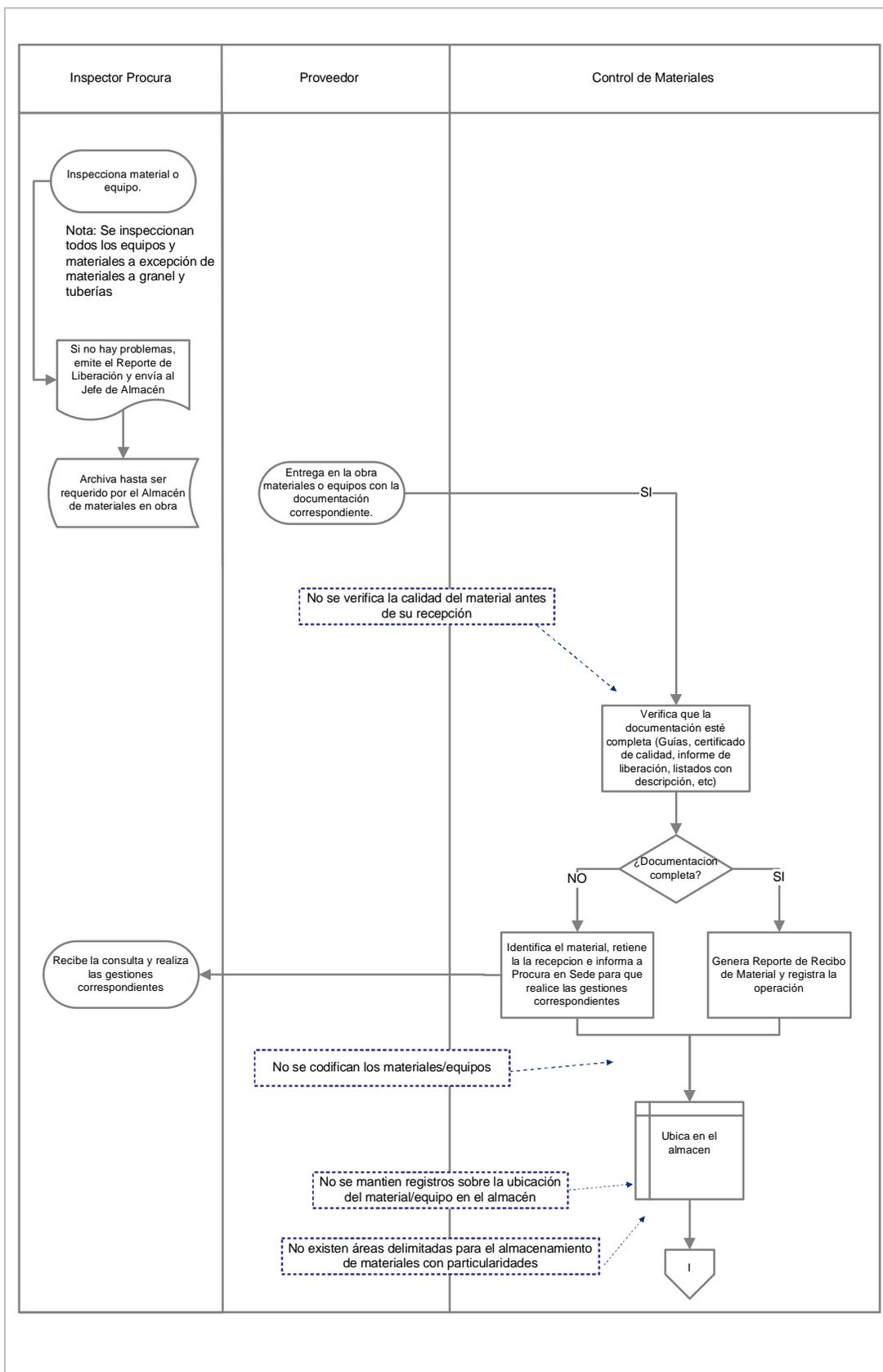


Figura XVIII Diagrama de Flujo Inicial - Proceso de Coordinación de Materiales

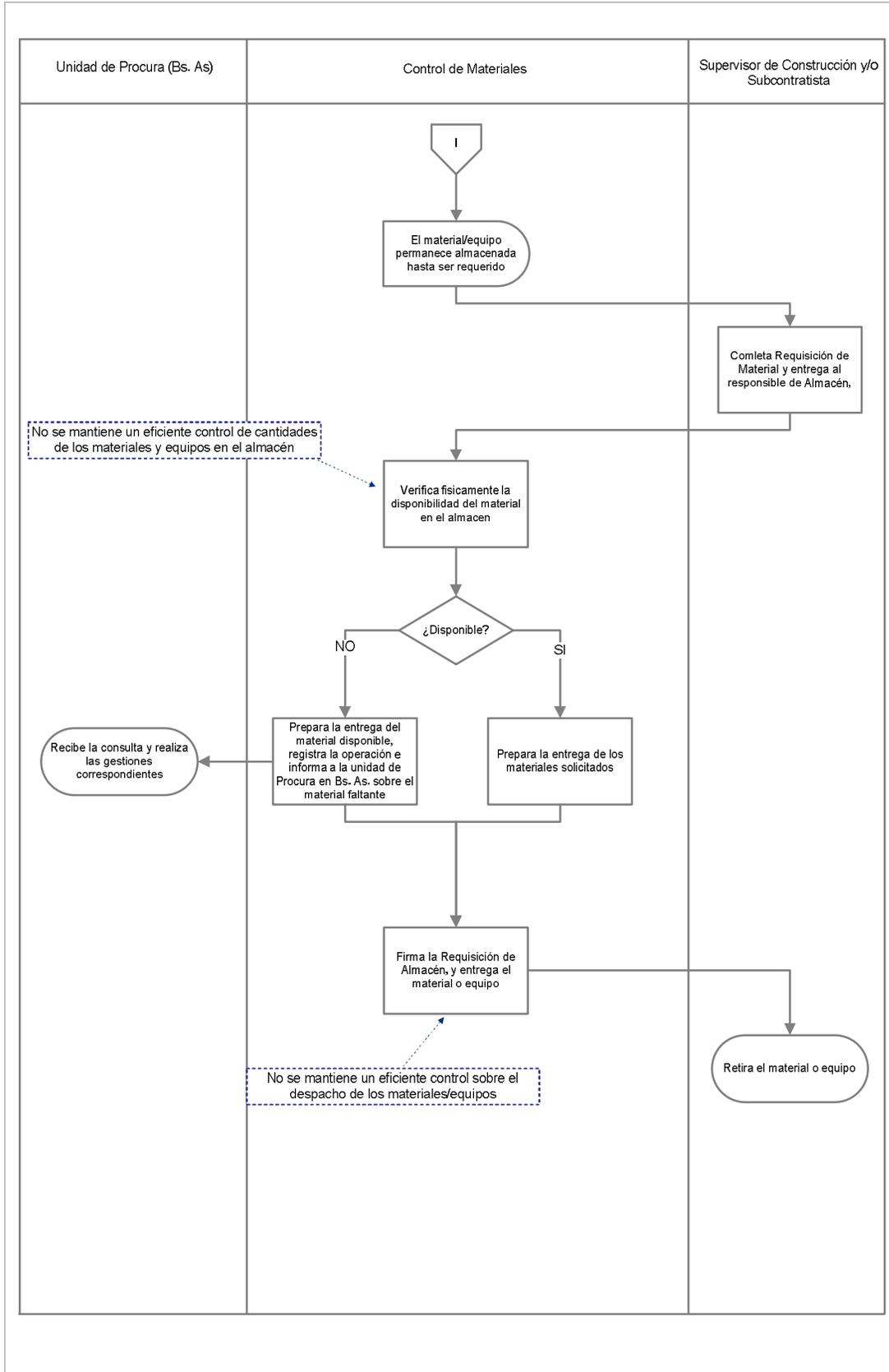


Figura XVIII Diagrama de Flujo Inicial - Proceso de Coordinación de Materiales (Cont.)

<p><i>Hallazgo</i></p>	<p>Los materiales recibidos se ingresan al sistema de control de materiales con la documentación pertinente incompleta (reporte de liberación técnica y certificado de calidad). Por ejemplo, de cincuenta y cinco recepciones de material auditadas, tan solo nueve presentan la documentación correspondiente.</p> <p>Si bien el proceso de inspección era llevado a cabo por el departamento de procura en Buenos Aires, no existe un sistema o procedimiento implementado de forma tal que los resultados de dicho control lleguen al almacén in situ de manera anticipada a la recepción del material o equipo.</p> <p>Adicionalmente, la unidad de control y aseguramiento de la calidad no inspecciona los materiales al momento de la recepción, ni se encarga de verificar la documentación de los mismos.</p>
<p><i>Consecuencia / Riesgo</i></p>	<p>Como consecuencia del hallazgo arriba descrito, el personal de almacén trabaja bajo la hipótesis de que todo lo que se recibe en campo se encuentra liberado.</p> <p>De esta manera, de existir un material no conforme, el proceso de coordinación de materiales no garantiza su identificación. Por este motivo, se corre el riesgo de que el material sea entregado a los subcontratistas e identificado como no conforme recién al momento del montaje donde el margen de tiempo para su reposición es escaso.</p> <p>Por ejemplo, al detectar un codo no conforme durante la actividad de montaje se demoró 15 días en presentar el reporte de no conformidad necesario para efectuar el reclamo al proveedor. Debido a que ésta era una pieza única, las actividades de construcción se vieron demoradas hasta que el material fue repuesto.</p>
<p><i>Área Responsable</i></p>	<p>Almacén de Materiales</p>

<p><i>Hallazgo</i></p>	<p>El sistema informático para el control de la recepción y despacho de materiales en el almacén no está siendo utilizado. Esto último se debe a que dicho sistema debe ser alimentado manualmente con la lista de materiales del proyecto y no se cuenta con recursos disponibles para tal fin.</p> <p>De esta manera, no es posible garantizar la trazabilidad de los materiales y ni conocer con precisión la disponibilidad real de los materiales de construcción en el almacén.</p>
<p><i>Consecuencia / Riesgo</i></p>	<p>Al no contar con un inventario de materiales y una planificación de su potencial recepción en el almacén, los subcontratistas, en muchas ocasiones, deciden posponer los trabajos de construcción o comprar los materiales por su cuenta para seguir adelante con la ejecución del proyecto.</p> <p>Esto último compromete la trazabilidad de los insumos utilizados en el desarrollo del proyecto y por ende el cumplimiento de los requisitos del cliente.</p>
<p><i>Área Responsable</i></p>	<p>Almacén de Materiales</p>

Para eliminar las no conformidades identificadas, se diseña un procedimiento que define los lineamientos para las actividades del almacén de materiales, de forma tal que se garantice toda tarea vinculada con la recepción, almacenaje y despacho de equipos y materiales necesarios para el desarrollo de la obra en cuestión. A continuación, se muestran las principales características del proceso desarrollado:

1. Establecimiento de los lineamientos para las actividades de recepción, almacenaje y despacho de los materiales y equipos requeridos en obra durante la fase de construcción
2. Descripción de los controles de calidad necesarios para la recepción de los materiales y equipos del proyecto
3. Establecimiento de un canal de comunicación entre la unidad de procura en Buenos Aires y el almacén de materiales en sitio para asegurar el

- flujo de la documentación de materiales pertinente (reporte de liberación técnica y certificado de calidad)
4. Definición de los lineamientos para asegurar la correcta identificación y ubicación de los materiales y equipos dentro del almacén
  5. Implementación de un registro para documentar las no conformidades presentes en los materiales y equipos al momento de su recepción (diferencias en cantidades, deficiencias de calidad, incumplimiento de especificaciones, etc.)
  6. Establecimiento de áreas específicas dentro del almacén para la disposición de materiales y equipos con especificaciones especiales

Adicionalmente, debido al grado de las desviaciones detectadas, se diseña un plan de acción en conjunto con la gerencia del proyecto con el objetivo de cerrar la brecha existente y establecer una base para la implementación del procedimiento descripto. A continuación se destacan los puntos más relevantes de dicho plan:

1. Asignación de los recursos necesarios para la puesta a punto del sistema de control de materiales
2. Desarrollo de un plan de capacitación orientado a los trabajadores del almacén para asegurar la eficiente utilización del sistema de control de materiales
3. Asignación temporal de un equipo de trabajo para la correcta identificación y localización de todos los materiales y equipos dentro del almacén

En la Figura XIX, se muestra el diagrama de flujo para el proceso de coordinación de materiales una vez rediseñado.

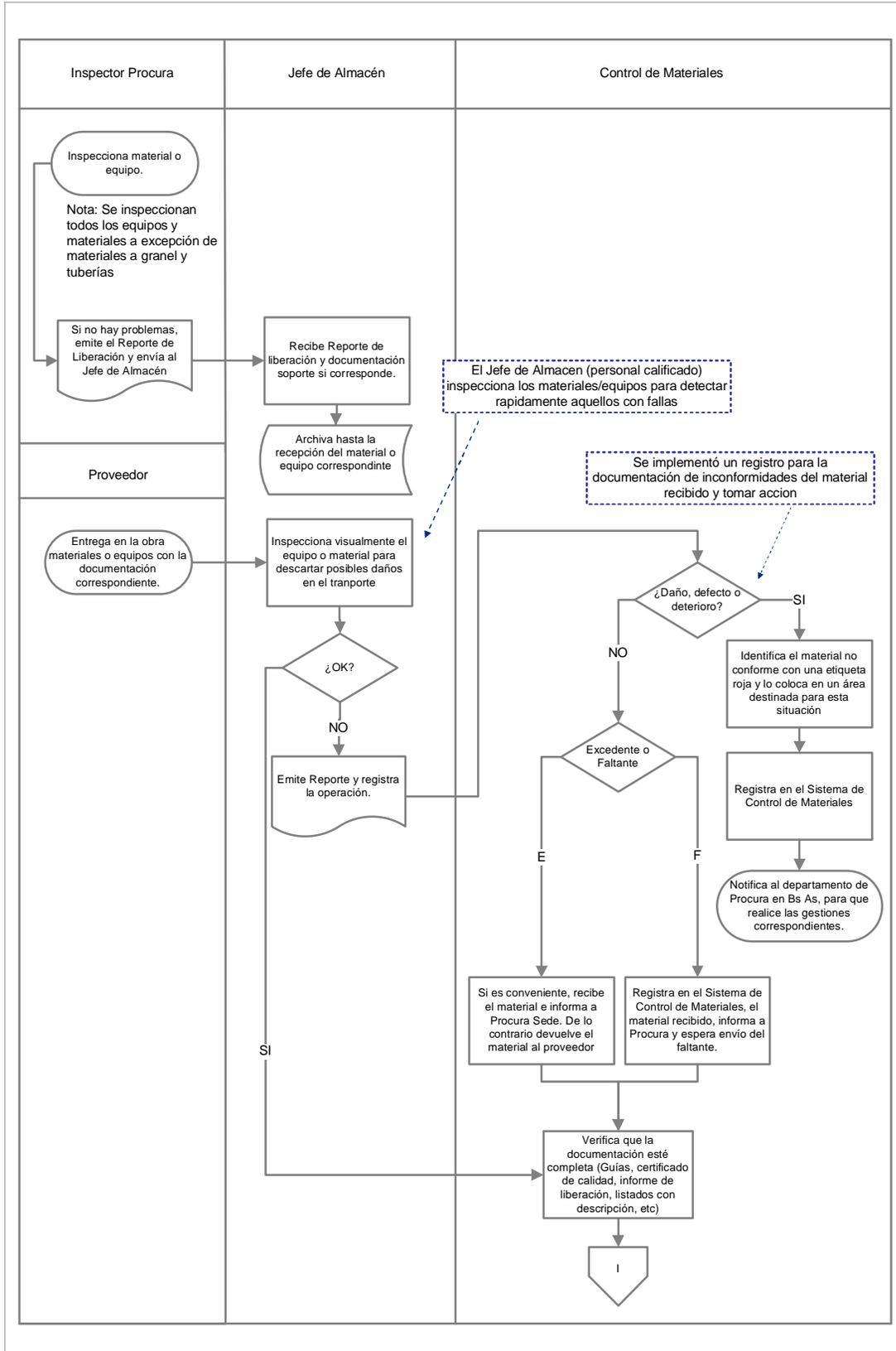


Figura XIX Diagrama de Flujo Final - Proceso de Coordinación de Materiales.

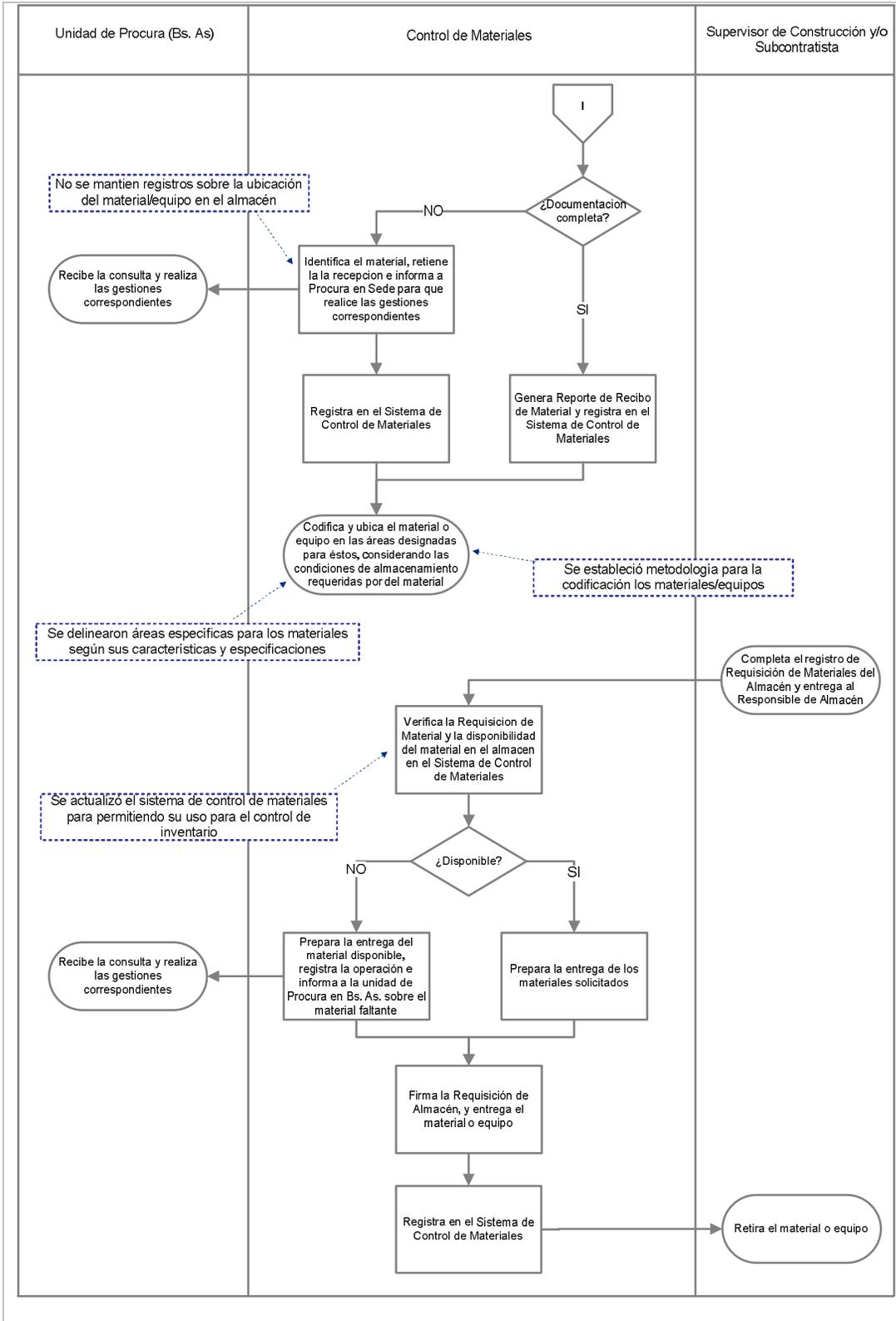


Figura XIX Diagrama de Flujo Final - Proceso de Coordinación de Materiales. (Cont.)

### Beneficios Alcanzados

Al momento de realizar el análisis de brecha, el avance de las actividades de construcción presentaba un retraso de aproximadamente 10% respecto de la planificación original. Esta desviación es causada en parte por el alto número de reclamos de subcontratistas vinculados a retrasos e ineficiencias en la entrega de materiales, lo cual a su vez tiene un impacto negativo en los índices de productividad (ver Figura XX).

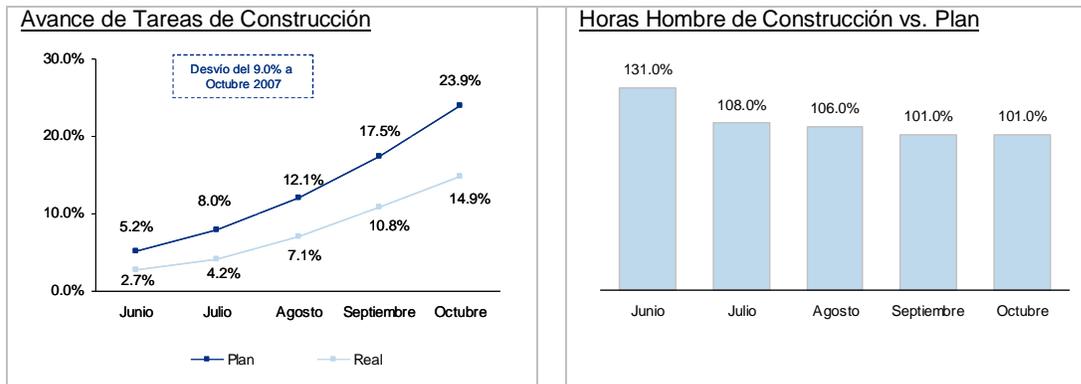


Figura XX. Indicadores de Productividad y Avance de la Obra

Tras la implementación del procedimiento de coordinación de materiales, se observa:

1. Se observa una reducción del 30% en la brecha entre el avance real de construcción y el avance planificado a la vez que se aumenta la productividad en construcción reduciendo las horas hombre a un promedio de ~70% respecto de lo planificado originalmente
2. Reducción del número de reclamos por parte de los subcontratistas de construcción
3. Identificación y trazabilidad de todos los materiales y equipos dentro del almacén gracias al control preciso y eficiente del inventario para la construcción de la planta
4. Reducción en el tiempo de reposición de materiales no conformes, al establecer controles más rigurosos al momento del ingreso de materiales y equipos al almacén

### 4.3.3. CONTROL DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

#### *Descripción del Proceso*

En los proyectos de ingeniería, procura y construcción, el proceso de distribución de documentos técnicos puede ser sumamente complejo. Esto se debe a que si bien los planos y especificaciones se desarrollan íntegramente en la unidad de ingeniería, dichos planos constituyen las bases para las actividades principales de procura, subcontrataciones y construcción. En consecuencia, un ineficiente sistema de control de documentos tiene un impacto directo en todas las fases del proyecto.

Cabe destacar que dada la compleja estructura del proyecto bajo análisis, la distribución de los documentos es un proceso que resulta crítico ya que comprende diferentes organizaciones. De esta manera, el proceso en cuestión toma aún más relevancia resultando fundamental para asegurar tanto la calidad de los productos finales de ingeniería como también su adecuada utilización por las empresas subcontratistas en obra y aquellas responsables por la procura de los equipos y materiales.

A su vez, es importante destacar que en la ejecución de proyectos IPC de esta envergadura, es muy común que surjan constantemente cambios de diseño que deban ser reflejados en nuevas versiones de los documentos. En este caso, el proceso de control de documentación debe garantizar no sólo la adecuada revisión y aprobación del documento antes de su distribución sino también que todos los cambios estén identificados y el estado de revisión ajustado para evitar el uso de documentos superados. Por este motivo, el cuidadoso diseño de este procedimiento es elemental ya que ineficiencias en el control o distribución de las especificaciones o planos, pueden resultar en innumerables inconvenientes en las tareas de procura, subcontratos y construcción.

#### *Análisis de Brecha*

De acuerdo con los lineamientos establecidos por la norma ISO 9001:2000 y el plan de gestión de calidad del proyecto, el proceso de control de documentación técnica debería cumplir con los siguientes requisitos:

1. Verificar la revisión y aprobación de los documentos antes de su emisión (Ref. Norma ISO 4.2.3.)

2. Verificar que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos (Ref. Norma ISO 4.2.3.)
3. Verificar que las modificaciones de los documentos sean revisadas y aprobadas (Ref. Norma ISO 4.2.3.)
4. Comprobar que las versiones pertinentes de los documentos se encuentran disponibles en los puntos de uso (Ref. Norma ISO 4.2.3.)
5. Verificar que los documentos permanezcan legibles y fácilmente identificables (Ref. Norma ISO 4.2.3.)
6. Verificar que los documentos de origen externo son identificados y su distribución controlada (Ref. Norma ISO 4.2.3.)
7. Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos y aplicar una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón (Ref. Norma ISO 4.2.3.)

En la Figura XXI, se muestra el diagrama de flujo inicial del proceso de control de documentación para el proyecto bajo análisis. A su vez, en la Tabla V, se identifican aquellos desvíos identificados con respecto a los requisitos establecidos en la norma ISO 9001:2000 y el plan de gestión de la calidad.

<i>Referencia al Plan</i>	<i>Referencia a la Norma ISO</i>
6.1. Documentación Técnica	4.2.3. Control de los Documentos

Tabla V. Desvíos detectados con respecto al plan de gestión de calidad y la norma ISO 9001:2000.

Del análisis del diagrama de flujo del proceso, es posible identificar aquellas situaciones que daban origen a los desvíos observados. A continuación, se presenta un resumen de los hallazgos y sus potenciales consecuencias para el proceso bajo análisis.

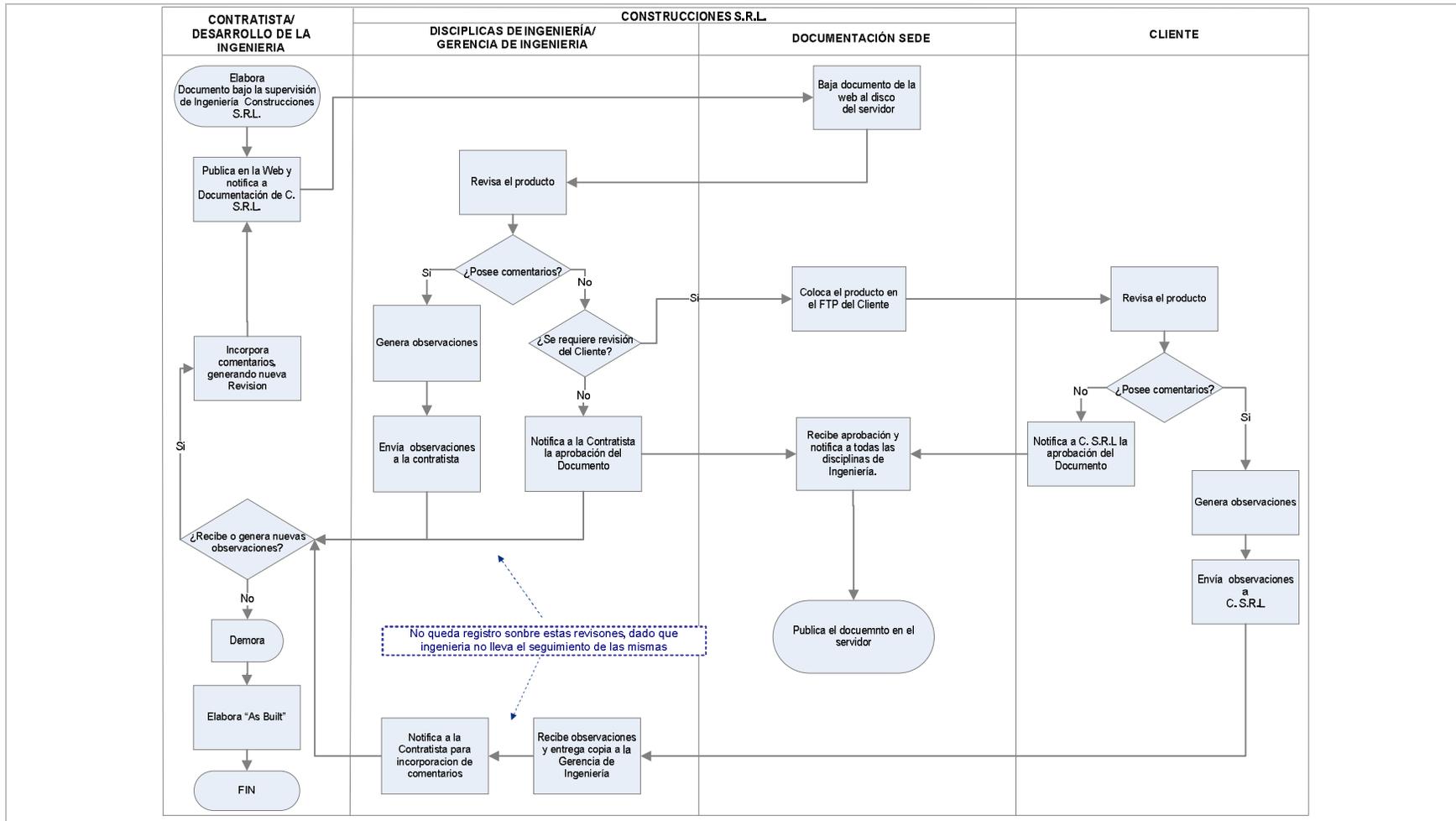


Figura XXI Diagrama de Flujo Inicial - Proceso de Control de Documentación Técnica

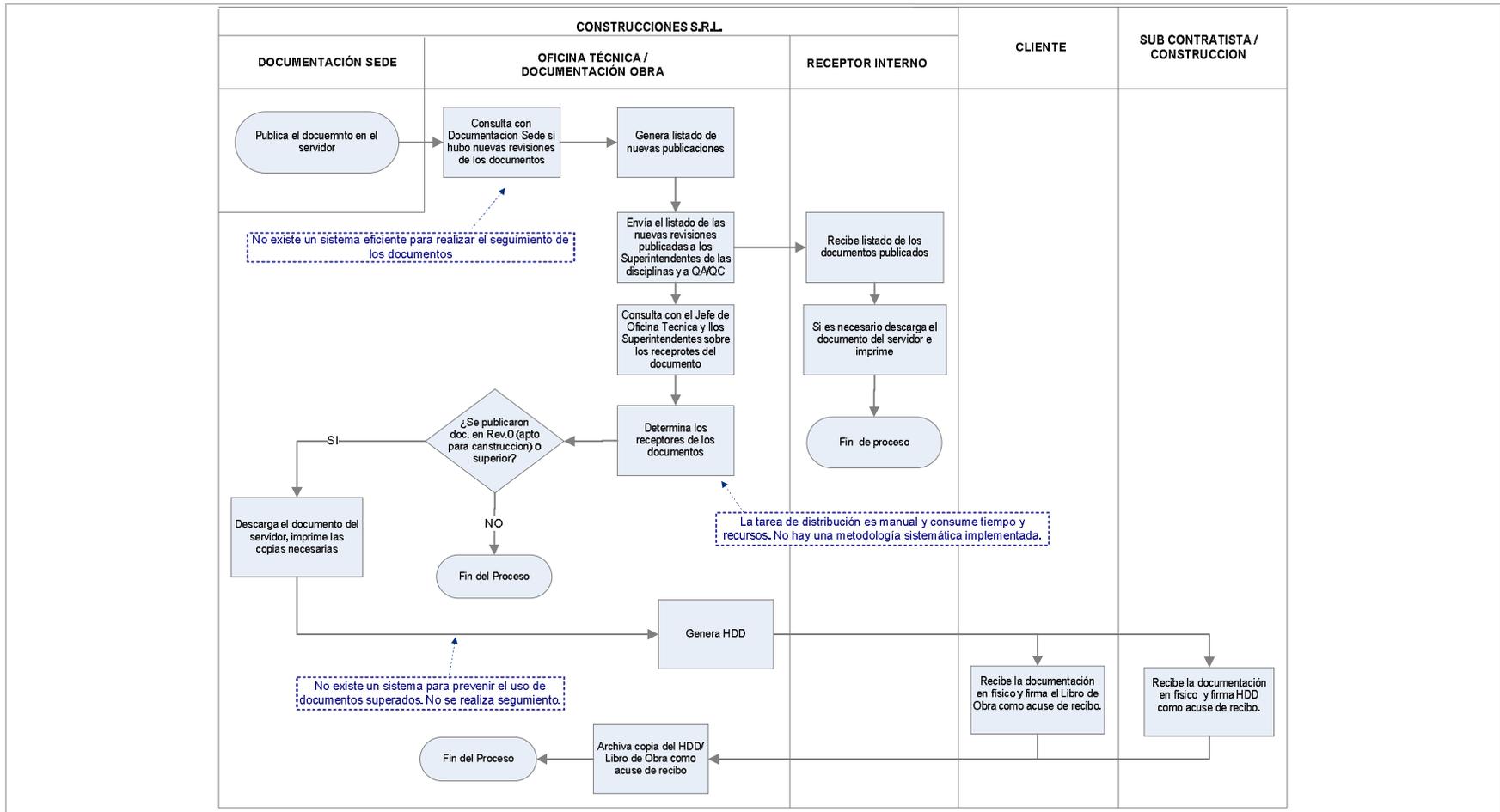


Figura XXI Diagrama de Flujo Inicial - Proceso de Control de Documentación Técnica (Cont.)

<p><i>Hallazgo</i></p>	<p>El sistema de control de documentos del proyecto no permite asegurar que los subcontratistas de construcción estén trabajando con la última revisión de las especificaciones y planos.</p> <p>A su vez, no existe un sistema para la identificación de los documentos superados por nuevas revisiones para prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos.</p> <p>Por ejemplo, la empresa subcontratista responsable por las obras civiles de uno de los edificios, comienza la construcción de las fundaciones con un desvío de 5 metros con respecto a lo especificado en la última revisión del plano de referencia. Esto ocurre debido a que dicha empresa no había recibido la nueva versión del documento al momento de ejecutar las tareas.</p>
<p><i>Consecuencia / Riesgo</i></p>	<p>Fallas en la efectiva distribución de los documentos técnicos del proyecto, provocan consecuencias directas en la ejecución de las tareas de construcción. La realización de las actividades de obra en base a documentos obsoletos genera re-trabajos y no conformidades que impactan en el avance del proyecto a la vez que originan desvíos presupuestarios.</p>
<p><i>Área Responsable</i></p>	<p>Documentación de Campo / Oficina Técnica</p>

<p><i>Hallazgo</i></p>	<p>Si bien existe un procedimiento escrito para el control y distribución de la documentación técnica del proyecto, el mismo es obsoleto y no establece las herramientas necesarias (matriz de distribución) para la implementación de una metodología sistemática para la entrega de los planos y especificaciones en campo.</p> <p>Debido a la alta complejidad del proyecto, con más de 50 empresas contratistas trabajando en sitio, la unidad de documentación debe consultar con otras unidades acerca de los destinatarios de cada documento publicado.</p>
<p><i>Consecuencia / Riesgo</i></p>	<p>La falta de una metodología sistemática para la distribución de los documentos en campo no solo incrementa las posibilidades de cometer errores sino que genera demoras significativas en la entrega de los mismos a los subcontratistas. Esto último, impacta en la productividad de las actividades de construcción afectando también los costos del proyecto.</p> <p>Cabe destacar que los retrasos en la entrega de los documentos aumentan el riesgo de que los subcontratistas ejecuten trabajos con documentación preliminar o superada generando no conformidades en el proceso de construcción.</p>
<p><i>Área Responsable</i></p>	<p>Documentación de Campo / Oficina Técnica</p>

Con el propósito de eliminar las no conformidades detectadas, se revisa y actualiza el procedimiento existente de control de documentación técnica asegurando los mecanismos de identificación de cambios, aprobación y distribución de los documentos. De esta manera, se establecen los lineamientos para verificar que las versiones pertinentes de los documentos se encuentren disponibles en los puntos de uso y prevenir la utilización no intencionada de documentos superados. A continuación, se muestran las principales características del proceso desarrollado:

1. Establecimiento de una matriz de distribución de documentos desarrollada por la gerencia de construcción con apoyo de los superintendentes de las distintas disciplinas en campo. De esta manera, el proceso de distribución de los planos se simplifica eliminando demoras en la entrega de los mismos
2. Establece un sistema para la identificación de documentos superados de forma tal de prevenir su uso
3. Establece el uso de un sistema de control para realizar el seguimiento de la distribución de la documentación técnica. Esto evita la duplicación de tareas y permite a todo el personal del proyecto conocer el estado de todos los documentos del mismo

En la Figura XXII, se muestra el diagrama de flujo para el proceso de control de documentación una vez rediseñado.

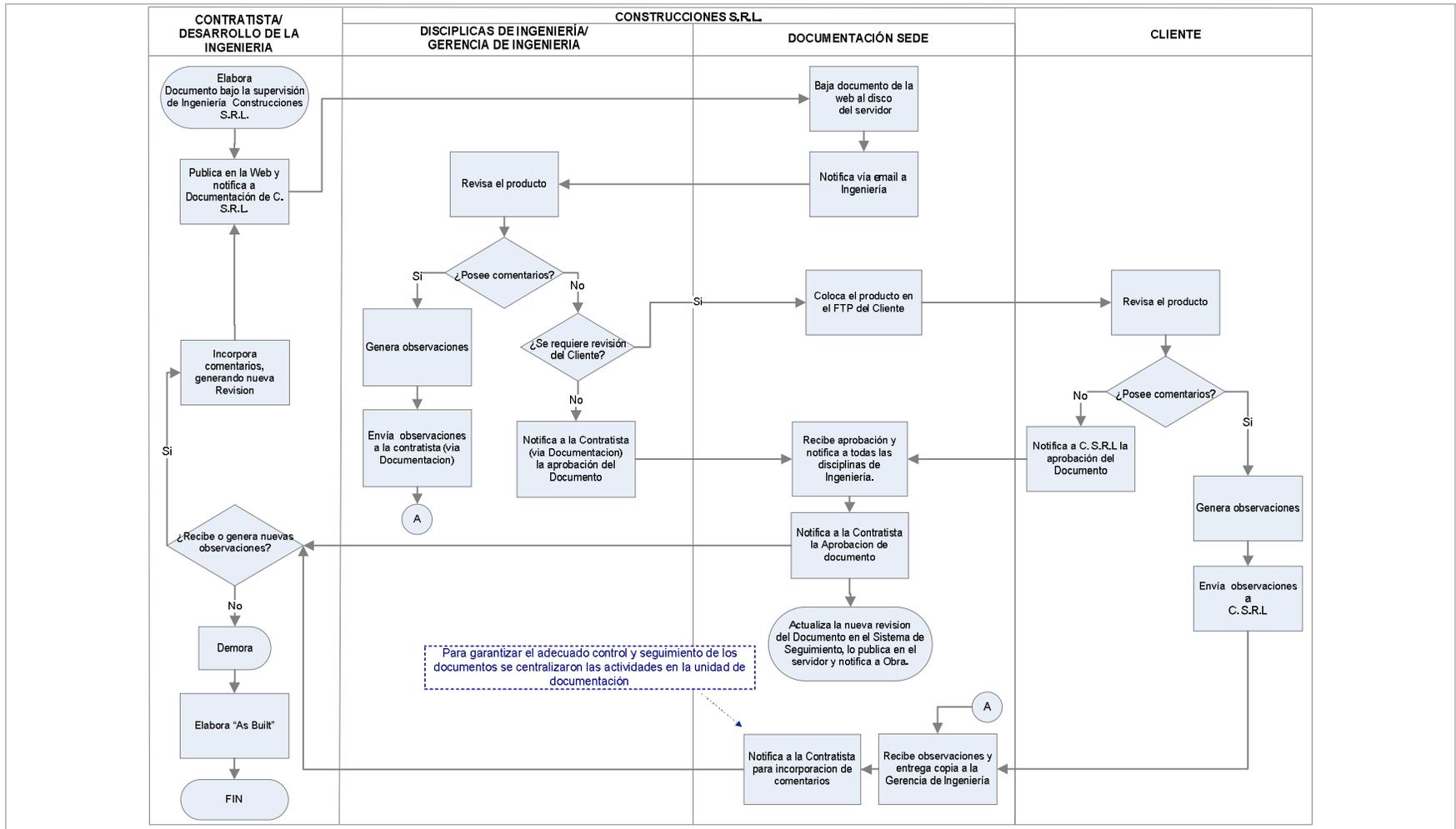


Figura XXII Diagrama de Flujo Final - Proceso de Control de Documentación Técnica

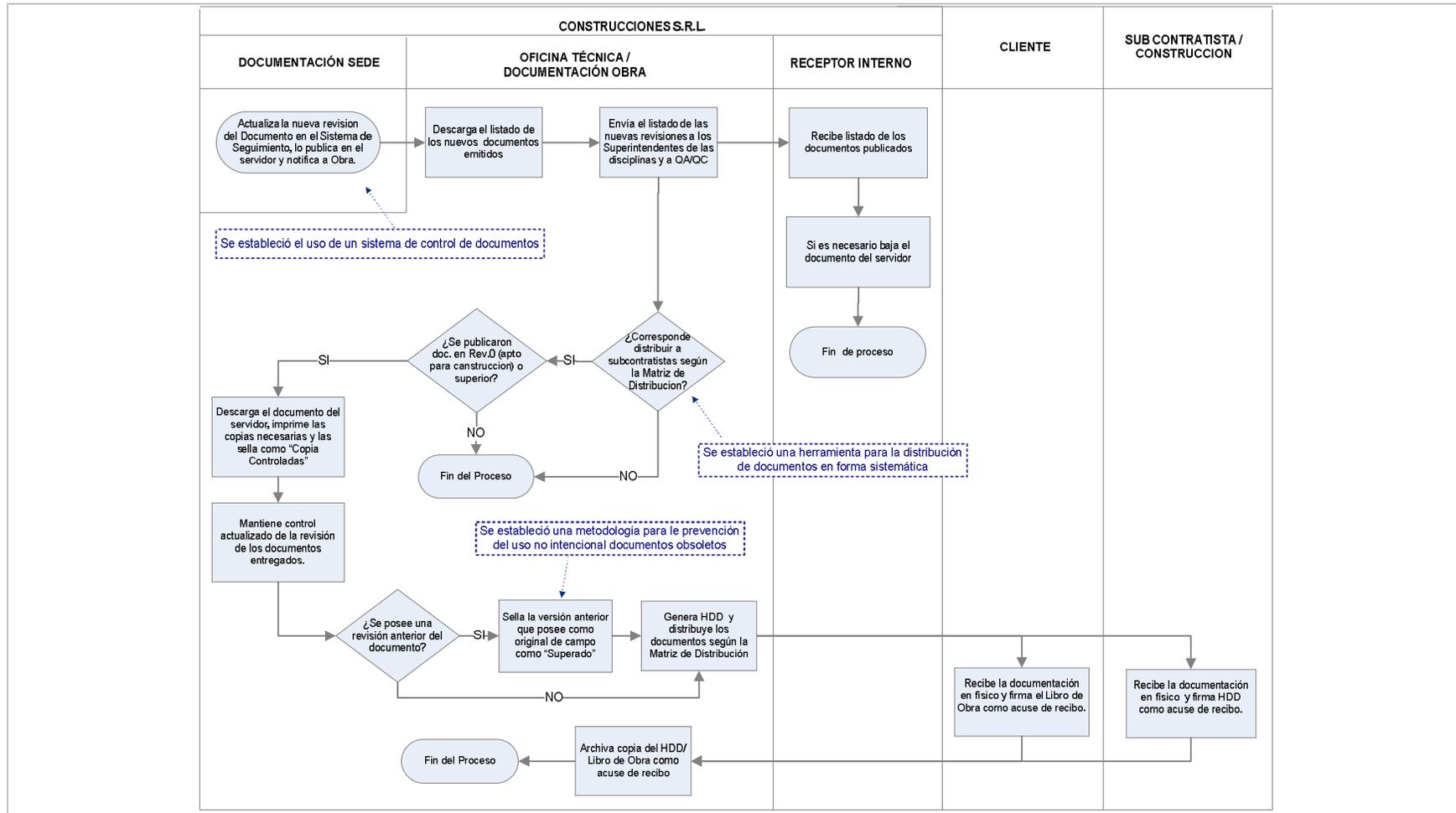


Figura XXII Diagrama de Flujo Final - Proceso de Control de Documentación Técnica (Cont.)

### Beneficios Alcanzados

Antes de llevar a cabo el rediseño del proceso de control de documentación técnica, las actividades de procura y construcción presentaban desfajases en el avance de 20% y 10% respectivamente al ser comparados con el plan original del proyecto. Al mismo tiempo, el número de no conformidades detectadas por la unidad de control y aseguramiento de la calidad en construcción superaba los límites de tolerancia establecidos.

Tras la implementación del procedimiento de control de documentación técnica, se observa:

1. Reducción del número de no conformidades originadas en construcción logrando el cumplimiento de la meta establecida (ver Figura XXIII)
2. Eliminación del uso de documentos obsoletos por parte de los subcontratistas en campo
3. Reducción en el tiempo necesario para llevar a cabo la distribución de los documentos
4. Reducción de los sobrecostos originados en construcción gracias a la disminución de retrabajos y no conformidades

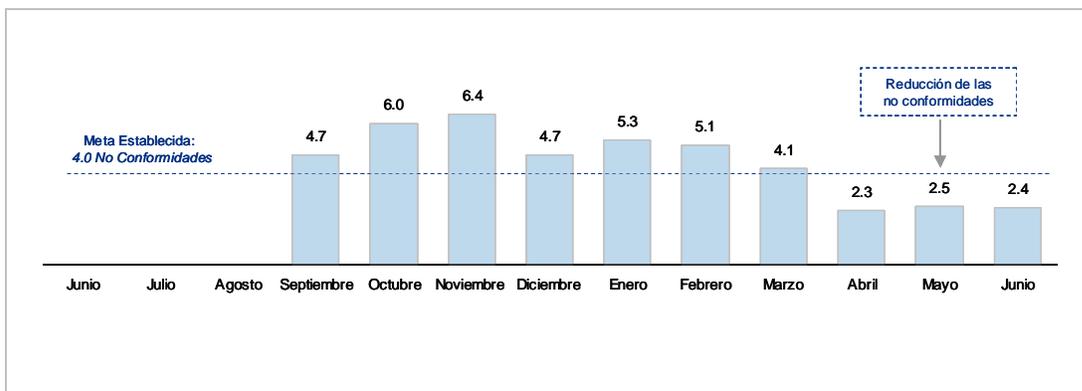


Figura XXIII. No Conformidades en Construcción.

## 5. CONCLUSIONES

En esta sección, se presentan las lecciones aprendidas durante la implementación del sistema de gestión de calidad en el proyecto bajo análisis, así como también potenciales áreas de mejora a ser consideradas en la implementación futura de sistemas de calidad en proyectos de similares características. Con este propósito, se comienza por mostrar la evolución de los principales indicadores de gestión del proyecto a lo largo del período de ejecución del mismo, a saber: variables de avance, costos y productividad. A continuación, se analiza el cumplimiento de los objetivos establecidos por la gerencia del proyecto al decidirse la implementación de un sistema de gestión de calidad para el mismo. Finalmente, se presentan las lecciones aprendidas durante la implementación de dicho sistema y se identifican las potenciales áreas de mejora a ser consideradas en futuros proyectos.

### 5.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

En la Figura XXIV, se muestra la evolución de los principales indicadores de gestión del proyecto en el período que se extiende de Junio del 2007 a Junio del 2008. Del análisis de dicha figura es posible concluir que al mes de Octubre de 2007, las principales variables de gestión del proyecto no alcanzaban las metas establecidas durante el período de planeación del mismo. La desviación respecto del objetivo era tal que de seguir ese rumbo la rentabilidad y calidad del proyecto en general se verían seriamente comprometidas.

Si se analiza la evolución de los principales indicadores en el período que se extiende de Octubre 2007 a Junio del 2008, es posible observar que la implementación del sistema de gestión de calidad para el proyecto en desarrollo, contribuye a cerrar la brecha identificada significativamente. Cabe destacar que la mejoría identificada se pone en evidencia en mayor medida en las variables vinculadas con el avance y la productividad del proyecto. Por ejemplo, el retraso en las tareas de construcción se redujo casi a la mitad pasando de una desviación del ~10% respecto del plan establecido a ~6% (ver Figura XXIV).

Cabe destacar que si bien también se observa una evolución positiva de los indicadores de costo del proyecto, la mejoría observada en el período que va de Octubre 2007 a Junio del 2008 no es comparable con aquella de los indicadores de avance y productividad. De esta manera, los indicadores de costos no cumplen con los objetivos establecidos durante el período de planificación, incluso cuando el presupuesto original se ajusta por cambios de

alcance aprobados por el cliente y realocación interna de recursos. Por ejemplo, en el área de procura de materiales, el sobrecosto identificado a Junio del 2008 era del 14.4% habiendo disminuido tan solo 1.6% luego de la implementación del sistema de gestión de calidad.

Ahora, ¿A qué se debe esta diferencia en el comportamiento de las distintas variables de gestión del proyecto? Para comprender mejor la diferencia entre la evolución de los distintos indicadores de gestión del proyecto, hay que tener en cuenta:

1. Existe una porción significativa de los costos del proyecto (~30%) sobre la cual el consorcio de ejecución no tiene injerencia alguna. Estos costos se encuentran asociados por lo general con la procura de materiales a nivel internacional. Ahora, si se considera que al concluirse la ejecución del proyecto, los gastos no gerenciados representan cerca del 15% del sobrecosto respecto del presupuesto original, es posible concluir que los mismos introducen un factor de variabilidad que no puede ser ignorado al analizar los resultados de la implementación del sistema de gestión de calidad
2. La decisión de implementar un sistema de gestión de calidad específico para el proyecto se toma en forma tardía a los seis meses de comenzada la ejecución del mismo. De esta manera, si bien se observa el impacto del rediseño de varios de los procedimientos existentes, no fue posible revertir el “daño” causado durante los primeros meses de ejecución del proyecto en términos de costos
3. La existencia de factores exógenos tales como la fluctuación de la tasa de cambio y la inflación de los precios de los insumos que fueron superiores a aquellos previstos durante el proceso de planificación del proyecto, explican en parte la diferencia en el comportamiento de las distintas variables de gestión analizadas

A continuación, es importante preguntarse si los objetivos establecidos cuando se toma la decisión de implementar el sistema de gestión de calidad para el proyecto fueron alcanzados o no.

En lo que respecta, a la rentabilidad planificada para el proyecto durante la licitación del mismo, es importante destacar que si bien no se cumplió con la meta establecida, la implementación del sistema de gestión de calidad permitió frenar el deterioro del beneficio que el consorcio iba a recibir por la ejecución

del proyecto (ver Figura XXV). Por otro lado, la implementación del sistema de gestión de calidad permitió cumplir en tiempo y forma con las obligaciones contractuales y los requerimientos del cliente garantizando así un alto nivel de satisfacción y la sustentabilidad del negocio en el largo plazo.

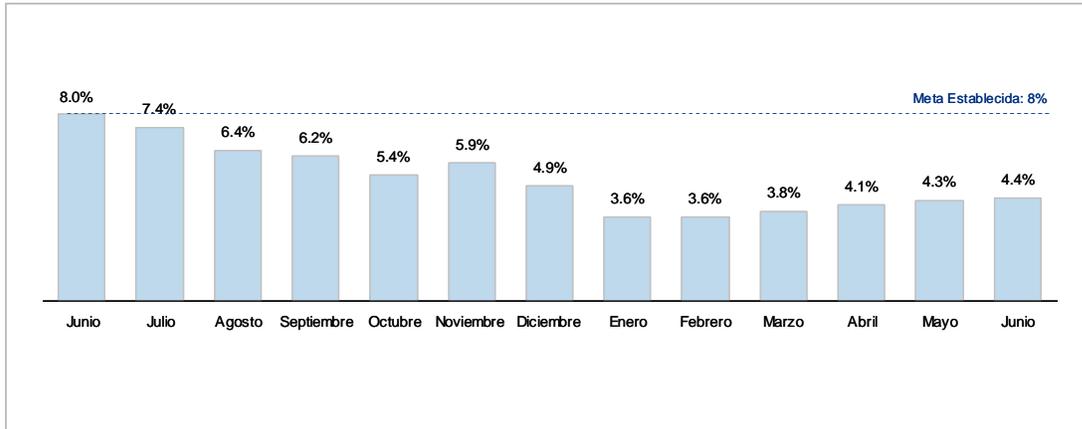
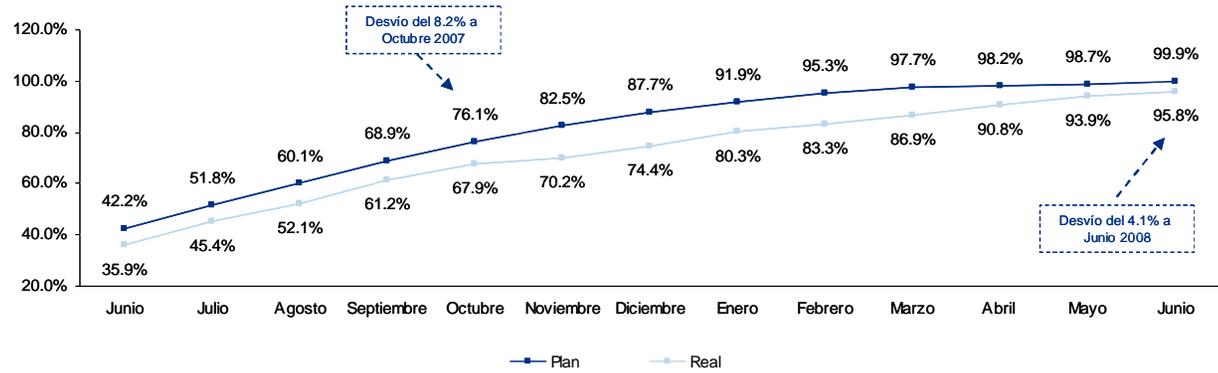


Figura XXV. Rentabilidad del Proyecto de IPC.

**Avance de Servicios de Ingeniería (%)**



**Avance de Procura de Materiales (%)**

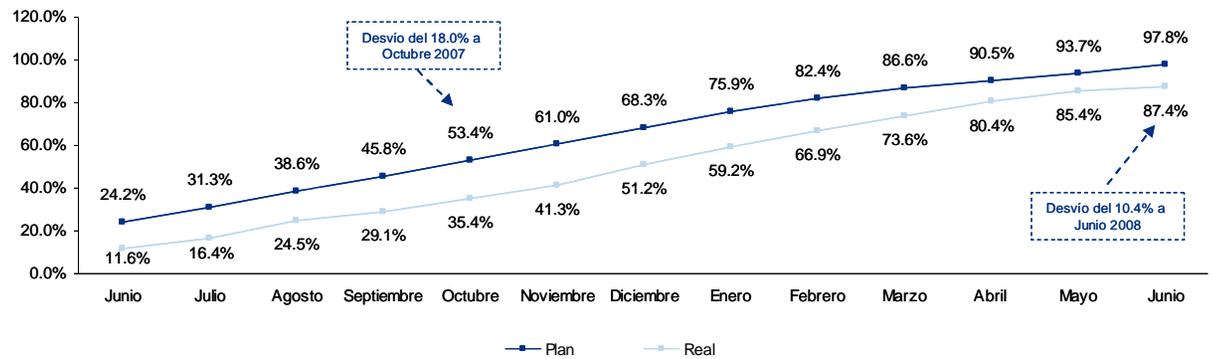


Figura XXIV. Evolución de los Principales Indicadores de Gestión

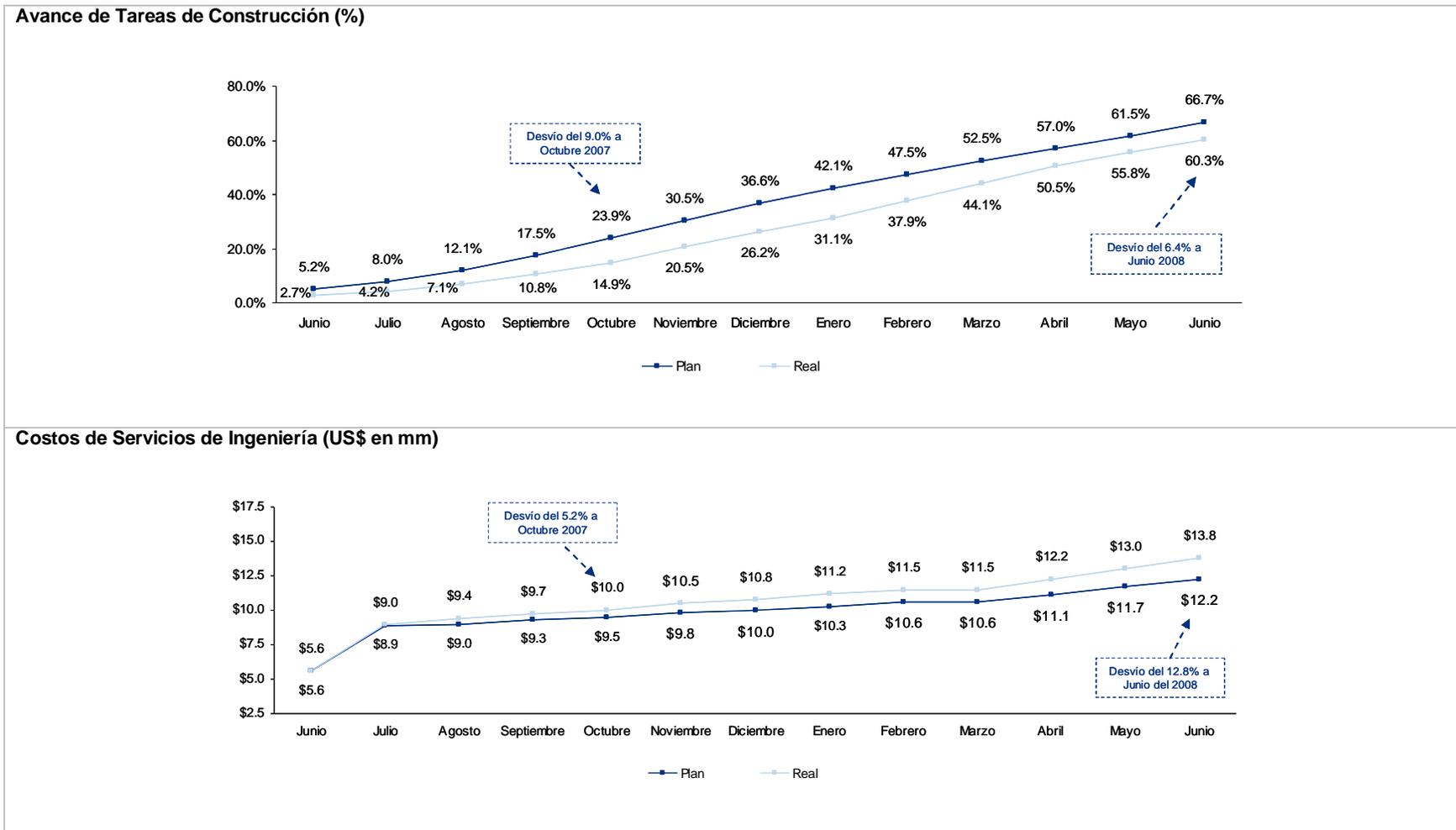
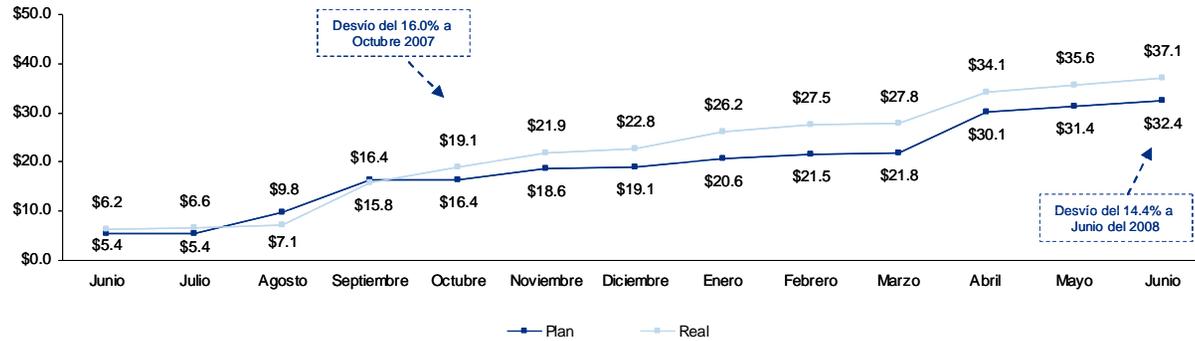


Figura XXIV. Evolución de los Principales Indicadores de Gestión (Cont.)

**Costos de Procura de Materiales (US\$ en mm)**



**Costos de Tareas de Construcción (US\$ en mm)**



Figura XXIV. Evolución de los Principales Indicadores de Gestión (Cont.)

## 5.2. LECCIONES APRENDIDAS Y ÁREAS DE MEJORA

Luego de realizada la implementación del sistema de gestión de calidad en el proyecto de IPC bajo análisis, es importante destacar aquellas lecciones aprendidas y áreas de mejora que deben ser consideradas en la ejecución futura de proyectos con características similares.

Entre las distintas lecciones aprendidas durante la implementación del sistema de gestión de calidad para la construcción de una planta de energía termoeléctrica cabe destacar:

1. Resulta fundamental la pronta implementación del sistema de gestión de calidad de modo de poder percibir la mayor cantidad de beneficios en el período de ejecución del proyecto que tiene una duración limitada por naturaleza. De ser posible, el diseño del sistema de gestión de calidad se debe llevar a cabo durante la etapa de planificación del proyecto
2. Es importante reconocer que si bien todos los procesos que comprenden el sistema de gestión de calidad son relevantes para la correcta ejecución del proyecto, existen ciertos procesos que resultan críticos para el éxito del mismo. De esta manera, es imperativo proceder a la temprana identificación de dichas tareas críticas y darles prioridad en el plan de implementación del sistema de calidad para percibir los máximos beneficios posibles. Por ejemplo, en el caso del proyecto bajo análisis, se hubiera producido un ahorro significativo de identificar en forma temprana, el proceso de coordinación de materiales en campo como una tarea crítica. Por el contrario, en el caso de estudio, cuando se analiza el procedimiento existente, el equipo de calidad se encuentra con cinco depósitos para el almacenamiento de materiales y equipos que no poseían criterio de control alguno
3. Si bien la norma ISO 9001:2000 no es la estrategia por excelencia para el desarrollo de un programa de calidad en una organización dado que únicamente fija los requerimientos mínimos para garantizar la calidad del producto terminado en los ojos del consumidor final, dicha norma ofrece una serie de ventajas sobre el TQM para ser implementada en un proyecto de IPC. Entre dichas ventajas se destacan: el proceso de documentación, que permite satisfacer las necesidades de los clientes y los requerimientos contractuales, y el relativamente corto período de implementación de la norma, que resulta clave en un proyecto de vida limitada

De esta manera, se concluye que la implementación de un sistema de gestión de calidad para un proyecto de IPC, resulta beneficiosa no sólo para el consorcio de ejecución sino también para el cliente que licita la obra en cuestión.

Desde el punto de vista de la compañía de IPC, el sistema de gestión de calidad maximiza la rentabilidad del negocio a la vez que garantiza el buen funcionamiento del producto terminado. A su vez, desde la óptica del cliente, el sistema de calidad asegura la calidad del producto terminado a lo largo del tiempo y por ende la seguridad del medio ambiente.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

ISO 9000:2000, Sistemas de Gestión de la Calidad – Vocabulario

ISO 9001:2000, Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos Generales

ISO 9001:2008, Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos Generales

ISO 9004:2000, Gestión de la Calidad y Elementos de los Sistemas de Calidad

Phil Loots y Nick Henchie, “Worlds Apart: EPC and EPCM Contracts: Risk issues and allocation”, Mayer Brown (2007)

Larry Bolander, “EPC Contractors: Changing with the Industry”, AIChE Management Division Conference, Fluor (2007)

“Argentina Infrastructure Report, Q4 2010”, Business Monitor International (2010)

“Argentina Macro Economic Report, Q4 2010”, Economist Intelligence Unit (November 2010)

Documentación del Proyecto bajo análisis y “CONSTRUCCIONES S.R.L.” incluye: La oferta técnica/económica, el pliego del proyecto emitido por el cliente, la minuta de reunión de arranque del proyecto y procedimientos y especificaciones del cliente y de “CONSTRUCCIONES S.R.L.”.

Juran, J. M., “Juran’s Quality Handbook”, Editorial Mc Graw Hill, Quinta Edición (1998)

Nick Shepherd, “Quality Profits, Integrating Cost of Quality with the Balanced Scorecard”, ASQ, Volume 2, Issue 1 (2001)

David Hoyle, “ISO 9000 Quality Systems Handbook”, Editorial Butterworth-Heinemann, Quinta Edición (2005)

Robert K. Wysocki, “Effective Project Management, Traditional, Adaptive, Extreme”, Editorial Wiley Publishing Inc., Cuarta Edición (2006)

Páginas WEB consultadas:

Artículo en Internet: “Proceso de Aseguramiento de la Calidad”

[www.grupokaizen.com/seminarios/pdfs/Seminario\\_Aseguramiento\\_Calidad.pdf](http://www.grupokaizen.com/seminarios/pdfs/Seminario_Aseguramiento_Calidad.pdf)

Artículo en Internet: Evolución Histórica de la Calidad y otros conceptos”

[www.grupokaizen.com/sig/EVOLUCION\\_HISTORICA\\_DE\\_LA\\_CALIDAD\\_Y\\_OTROS\\_CONCEPTOS.doc](http://www.grupokaizen.com/sig/EVOLUCION_HISTORICA_DE_LA_CALIDAD_Y_OTROS_CONCEPTOS.doc)

Artículo en Internet: “Pasos para Implementar un Sistema de Gestión de Calidad Basado en la Norma Internacional iso 9001:2000, SGC”

[www.degerencia.com/articulo/pasos\\_para\\_implementar\\_un\\_sistema\\_de\\_gestion\\_de\\_calidad\\_basado\\_en\\_la\\_norma\\_internacional\\_iso\\_9001](http://www.degerencia.com/articulo/pasos_para_implementar_un_sistema_de_gestion_de_calidad_basado_en_la_norma_internacional_iso_9001)