

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**DISEÑO DE UN PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN PARA LA  
FABRICACIÓN Y SUMINISTRO DEL EQUIPAMIENTO  
HIDROMECAÁNICO DE UNA CENTRAL  
HIDROELÉCTRICA**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
MECÁNICO**

**WALTER EDGAR MENDOZA JIMÉNEZ**

Callao, 2019

PERÚ

**ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL**  
**MODALIDAD: TESIS SIN CICLO DE TESIS**


A los **TREINTA Y UN** días del mes de **MAYO** del dos mil diecinueve, siendo las **11.00am.** se procedió a la instalación del *Jurado de Sustentación de Tesis* en la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, conformado por los siguientes docentes:

- **PRESIDENTE** : **Dr. FÉLIX ALFREDO GUERRERO ROLDÁN**
- **SECRETARIO** : **Ing. ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI**
- **VOCAL** : **Ing. JOSÉ LUIS HUMBERTO URRUTIA TICONA**
- **ASESOR** : **Ing. JORGE LUIS ALEJOS ZELAYA**

Con el fin de dar inicio a la **SUSTENTACION DE LA TESIS**, presentada por los señor Bachiller en Ingeniería Mecánica *MENDOZA JIMENEZ, Walter Edgar* quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, sustentara la Tesis titulada: *“DISEÑO DE UN PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN PARA LA FABRICACIÓN Y SUMINISTRO DEL EQUIPAMIENTO HIDROMECAÁNICO DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA”*.

Con el quórum reglamentario de Ley se dio inicio a la Sustentación de Tesis de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente, luego de las preguntas formuladas y efectuadas las deliberaciones pertinentes, se acordó dar por *Aprobado* con el calificativo de *14 (catorce)* al señor Bachiller en Ingeniería Mecánica *MENDOZA JIMENEZ, Walter Edgar*.

Con lo que se dió por cerrada la sesión a las *12:15 pm* del día 31 de Mayo del 2019.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. FÉLIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN  
PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
Ing. JOSÉ LUIS HUMBERTO URRUTIA TICONA  
VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
Ing. ALFONSO SANTIAGO BASAURI CALDAS  
SECRETARIO

  
\_\_\_\_\_  
Ing. JORGE LUIS ALEJOS ZELAYA  
ASESOR

**DEDICATORIA:**

Dedico esta tesis a mis padres,  
Teodoro y Aída, que son mi ejemplo  
de vida.

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero alcanzar mi agradecimiento a la empresa por haberme dado la oportunidad de desempeñarme y sobre todo ir adquiriendo más experiencia y habilidades profesionales que me permitieron mejorar en forma continua.

También mi agradecimiento a mi familia, que me dio la formación como persona de bien y que con su ejemplo me han dado siempre un soporte para mi crecimiento.

A mi asesor el Ing. Jorge Alejos por su apoyo, tiempo, con su experiencia y guía en la concepción y desarrollo del presente estudio.

Y finalmente, pero no menos importante, a la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía – FIME - UNAC, que me dio la formación académica que me permitió desarrollarme más adelante en forma profesional para enfrentar las diversas problemáticas en las labores profesionales.

## ÍNDICE

	Página
TABLAS DE CONTENIDO – LISTA DE CUADROS	3
TABLA DE GRÁFICOS	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1. Descripción de la realidad problemática	9
1.1.1. Diagnostico estratégico	9
1.2. Formulación del problema	9
1.2.1. Problema general	11
1.2.2. Problemas específicos	11
1.3. Objetivos	12
1.3.1. Objetivo general	12
1.3.2. Objetivos específicos	12
1.4. Limitantes de la investigación	13
1.4.1. Teórica	13
1.4.2. Temporal	13
1.4.3. Espacial	13
II. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes	14
2.1.1. Internacional	14
2.1.2. Nacional	14
2.2. Bases Teóricas	15
2.3. Conceptual	20
2.4. Definición de términos básicos	23
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	26
3.1. Hipótesis	26
3.1.1. Hipótesis general	26
3.1.2. Hipótesis específicas	26
3.2. Definición conceptual de variables	26

3.2.1. Operacionalización de variable	27
IV. DISEÑO METODOLÓGICO	28
4.1. Tipo y Diseño de investigación	28
4.2. Método de investigación	28
4.2.1. Parámetros de diseño	28
4.2.2. Etapas del diseño	28
4.3. Población y muestra	29
4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado	29
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	29
4.6. Análisis y procesamiento de datos	30
V. RESULTADOS	31
5.1. Resultados descriptivos	31
5.1.1. Plan integral de gestión	31
➤ Grupo de procesos de inicio	31
➤ Grupo de procesos de planificación	36
➤ Grupo de procesos de ejecución	49
➤ Grupo de procesos de monitoreo y control	56
➤ Grupo de procesos de cierre	80
5.1.2. Consolidado del desempeño del proyecto	83
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	85
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	85
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares	87
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	88
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS	92
-. Matriz de consistencia	92
-. Instrumentos validados	94
-. Base de datos	112

TABLAS DE CONTENIDO  
LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro N° 1.1: Determinación del problema	11
Cuadro N° 2.1: Métrica del desempeño del proyecto	21
Cuadro N° 3.1: Operacionalización de variables	27
Cuadro N° 5.1: Acta de constitución del proyecto	32
Cuadro N° 5.2: Acta de reunión de apertura del proyecto	37
Cuadro N° 5.3: Plan del alcance del proyecto	38
Cuadro N° 5.4: Plan del cronograma del proyecto	42
Cuadro N° 5.5: Plan del costo del proyecto	44
Cuadro N° 5.6: Plan de la calidad del proyecto	46
Cuadro N° 5.7: Requerimiento de materiales	51
Cuadro N° 5.8: Procedimiento de fabricación del equipamiento	52
Cuadro N° 5.9: Apertura de fabricación del equipamiento	55
Cuadro N° 5.10: Control de avance – Valor ganado	58
Cuadro N° 5.11: Informe del estado del proyecto	60
Cuadro N° 5.12: Informe del cumplimiento de hitos del proyecto	64
Cuadro N° 5.13: Acta de reunión del proyecto	66
Cuadro N° 5.14: Solicitud de cambio	69
Cuadro N° 5.15: Planilla de registro de los cambios	71
Cuadro N° 5.16: Informe de estado financiero y contractual del proyecto	73
Cuadro N° 5.17: Control financiero del proyecto	74
Cuadro N° 5.18: Acta de liberación del equipamiento	78
Cuadro N° 5.19: Acta de envío del equipamiento	79
Cuadro N° 5.20: Acta de recepción del equipamiento	81
Cuadro N° 5.21: Personal designado para el acta de cierre del proyecto	80
Cuadro N° 5.22: Acta de cierre del proyecto	82
Cuadro N° 5.23: Control del alcance y del cumplimiento del cronograma	83
Cuadro N° 5.24: Control de costos de los entregables	84
Cuadro N° 6.1: Informe del desempeño del proyecto del proyecto	85
Cuadro N° 10.1: Matriz de consistencia	92

Cuadro N° 10.2: Cuadro de responsabilidades de los interesados	95
Cuadro N° 10.3: Enunciado del alcance del proyecto	96
Cuadro N° 10.4: Diccionario de la EDT	97
Cuadro N° 10.5: Lista de hitos del proyecto	101
Cuadro N° 10.6: Lista de actividades del proyecto	102
Cuadro N° 10.7: Estimación de la duración de las actividades	103
Cuadro N° 10.8: Estimar los costos	107
Cuadro N° 10.9: Lista de verificación	108
Cuadro N° 10.10: Lecciones aprendidas	110
Cuadro N° 10.11: Control de avance de producción	112



## TABLA DE GRAFICOS

	Página
Gráfico N° 2.1: Esquema de una central hidroeléctrica	16
Gráfico N° 2.2: Panel de compuerta rodante	18
Gráfico N° 2.3: Tubería forzada	19
Gráfico N° 5.1: Organigrama del equipo del proyecto	34
Gráfico N° 5.2: Flujo del plan integral de gestión	35
Gráfico N° 5.3: Flujo de la reunión de apertura del proyecto	36
Gráfico N° 5.4: Flujo del proceso del plan del alcance del proyecto	41
Gráfico N° 5.5: Flujo del proceso del plan del cronograma del proyecto	41
Gráfico N° 5.6: Flujo del proceso del costo del proyecto	43
Gráfico N° 5.7: Flujo del proceso del plan de la calidad del proyecto	49
Gráfico N° 5.8: Flujo del proceso del requerimiento de materiales	50
Gráfico N° 5.9: Flujo de generación de planos de taller	50
Gráfico N° 5.10: Flujo del procedimiento de fabricación del equipamiento	51
Gráfico N° 5.11: Flujo de la apertura de la fabricación del equipamiento	54
Gráfico N° 5.12: Control de avance – Curva S	57
Gráfico N° 5.13: Control de avance – Valor ganado	58
Gráfico N° 5.14: Flujo del informe del estado del proyecto	59
Gráfico N° 5.15: Flujo del informe de cumplimiento de hitos del proyecto	63
Gráfico N° 5.16: Flujo del acta de reunión del proyecto	65
Gráfico N° 5.17: Flujo de solicitud de cambios al proyecto	70
Gráfico N° 5.18: Flujo de gestión financiera del proyecto	76
Gráfico N° 5.19: Flujo de liberación de equipamientos y envío a obra	77
Gráfico N° 5.20: Flujo de recepción de los equipamientos	80
Gráfico N° 10.1: Estructura del desglose de trabajo (WBS) del proyecto	94
Gráfico N° 10.2: Cronograma del proyecto	104

## RESUMEN

En el desarrollo de un proyecto intervienen muchos factores que pueden impactar en la obtención del éxito del proyecto y que impidan que se alinee a los objetivos estratégicos de la empresa. Entonces deben considerarse estos aspectos en la concepción del mismo, problemas tenidos en cuenta en la triple restricción de los proyectos que consideran el alcance, costo, cronograma y adicionando la calidad. Por consiguiente, el objetivo del presente estudio es generar un plan integral para la gestión y administración del proyecto, en este caso para la fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico de una central hidroeléctrica que comprende las compuertas, tuberías, rejas etc., para que se tenga un estricto control de la triple restricción mencionada.

La investigación fue del tipo aplicada. Considerando que la empresa no contaba con un plan de gestión para los proyectos del ámbito hidromecánico y tomando en cuenta planteamientos básicos de los estándares de la Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®) y adaptándolo a la realidad de la empresa para que los procesos del proyecto estén monitoreados y controlados en base a un buen planeamiento y se lleven a cabo mediante una ejecución óptima.

Se concluyó mediante el análisis de los resultados, fallos en la concepción del proyecto, en especial en la gestión del costo del proyecto, también algunos fallos menores en la concepción del alcance y el cronograma. Se plantean recomendaciones para la mejora de los procesos y los cuales también se pueden considerar para futuros proyectos.

**Palabra clave:** Proyecto, Triple restricción, Gestión, Plan integral, Equipamiento

## **ABSTRACT**

Many factors in the development of a project can have an impact on the success of the project and prevent it from aligning with the strategic objectives of the company. Then these aspects must be considered in the conception of the same, problems taken into account in the triple constraint of the projects that consider the scope, cost, schedule and adding the quality. Therefore, the objective of this study is to generate a comprehensive plan for the management and administration of the project, in this case for the manufacture and supply of hydromechanical equipment of a hydroelectric power plant that includes gates, pipes, fences etc., so that have a strict control of the mentioned triple constraint. The investigation was of the applied type. Considering that the company did not have a management plan for projects in the hydro-mechanical field and taking into account basic approaches to the standards of the Fundamentals Guide for Project Management (PMBOK® Guide) and adapting it to the reality of the company so that the project processes are monitored and controlled based on good planning and carried out through optimal execution.

It was concluded through the analysis of the results, failures in the conception of the project, especially in the management of the cost of the project, also some minor failures in the conception of the scope and the chronogram. Recommendations are made to improve the processes and which can also be considered for future projects.

**Keyword:** Project, Triple constraint, Management, Integral plan, Equipment.

## INTRODUCCIÓN

Desde el auge de la economía peruana en los últimos 18 años se ha ostentado un crecimiento sostenido; sin embargo, esto conlleva a una mayor demanda de suministro eléctrico y a la necesidad de mayor capacidad eléctrica instalada. Mayormente esta necesidad se resuelve con la construcción de plantas de generación hidroeléctrica. Considerando que el gobierno peruano ha consolidado su apoyo a la construcción de plantas de energías renovables como la central hidroeléctrica por sobre las de combustibles fósiles como las de generación termoeléctrica. Es en este entorno donde se presenta la oportunidad del negocio, pues se necesitará la fabricación de los equipos hidromecánicos mediante el proceso metalmecánico, sin embargo, en este proceso de fabricación es cuando se presentan muchos problemas que según el estudio se pueden evitar mediante el diseño de un plan integral de gestión. La presente tesis titulada: “Diseño de un plan integral de gestión de proyecto para la fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico de una central hidroeléctrica”, procura esta solución.

La investigación es del tipo Tecnológico – aplicado a través del método deductivo; primero identificando el problema, luego a través de un marco teórico de la gestión de proyectos se definieron las variables e hipótesis, que permitieron diseñar el Plan integral de gestión y este se llevó a cabo a través del inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control de las etapas del proyecto en constante retroalimentación con los involucrados, según los parámetros definidos en los alcances y criterios de aceptación, además del cumplimiento del plazo y costo, considerados la triple restricción además de la calidad en los estándares del proyecto, para su cierre formal. Esta gestión conlleva al control contractual, gestión financiera, control de la producción y de calidad, además del suministro a obra, y se lleve a cabo según lo programado, cumpliendo con los costos considerados y evitar posibles penalidades que afecten la rentabilidad del proyecto. A través del análisis de los resultados, se detallan las conclusiones y las recomendaciones relevantes del estudio.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante la generación y ejecución de un proyecto de fabricación y suministro de hidromecánicos de una central hidroeléctrica suceden innumerables acontecimientos de diversa índole, el problema es relevante pues no existe un plan integral de gestión de proyecto determinado para la clase de proyecto y de la envergadura que representa. Los sucesos descritos se presentaron durante el proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico de una central hidroeléctrica por lo que se alcanzaron diversas soluciones para obtener una óptima gestión del proyecto, sobre las experiencias presentadas se fue diseñando el plan de gestión del proyecto, ante los sucesos, inconvenientes y problemas presentes en el desarrollo del proyecto, la presente tesis titulada “Diseño de un plan integral de gestión para la Fabricación y Suministro del Equipamiento Hidromecánico de una Central Hidroeléctrica” procura lograr que el proyecto cumpla con las exigencias técnicas y contractuales, siendo este el alcance de esta investigación.

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

La empresa ejecutora se desarrolla en el rubro metalmecánico. Llevando a cabo proyectos de industria, energía y minería; con estudios de ingeniería, fabricación de los equipamientos, suministro y montaje.

#### 1.1.1. Diagnostico estratégico

Se procura solucionar las deficiencias del sistema de gestión de la empresa a través del análisis estratégico de la institución.

##### a) Diagnostico externo

- Oportunidades
  - Crecimiento económico del mercado peruano.
  - Crecimiento en la demanda de proyectos hidroeléctricos.
  - Disponibilidad de mano de obra especializada.
- Amenazas

- Incertidumbre económica del entorno internacional.
- Dependencia de la disponibilidad de proveedores internacionales.

b) Diagnostico interno

- Fortalezas
  - Colaboradores para la especialidad con alta experiencia.
  - Capacidad de respaldo financiero por el grupo corporativo.
- Debilidades
  - Alta rotación del personal y personal insuficiente.
  - Personal sin experiencia en el área de presupuesto.
  - Mayoría del equipo de trabajo fuera de la responsabilidad del área de proyectos.

El Diseño de un plan integral de gestión para la fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico de una central hidroeléctrica, pretende cubrir una necesidad en la fabricación de los equipamientos, ya que se debe realizar la gestión del proyecto en forma eficiente y esto conlleva al diseño de un plan integral de gestión de proyectos que se basa en el inicio, la planificación, la ejecución, el monitoreo y control y por último el cierre del proyecto, para el cumplimiento de los procedimientos necesarios y que garantice la adecuada fabricación de los equipamientos para que estos cumplan sus funciones en la operación.

Se plantea el siguiente enunciado:

- a) No existe un plan integral de gestión para el proyecto de Fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico de una Central hidroeléctrica.

## 1.2. Formulación del problema

Al no existir un plan integral de gestión de proyectos; existen problemas de diversa índole como reingeniería, retrasos, corrupción de alcances, etc., esto corresponde a la triple restricción de un proyecto.

Los problemas descritos pueden tener un gran impacto, incluso catastrófico sobre el proyecto, que llevan a la toma de decisiones para dar solución a estos problemas y obtener un proyecto exitoso.

CUADRO N° 1.1  
DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

Problema	Causas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta del Plan integral de gestión para la fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico de una central hidroeléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desconocimiento de las ventajas de un Plan integral de gestión.</li> <li>Resistencia al cambio.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

### 1.2.1. Problema general

- ¿Cómo diseñar un plan integral de gestión que permitirá el cumplimiento de la triple restricción en la fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico de una central hidroeléctrica?

### 1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo el establecimiento del Inicio del proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá determinar los alcances generales y especificaciones técnicas – legales de alto nivel del proyecto?
- ¿Cómo la elaboración de la planificación para el proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá determinar las actividades y lineamientos, como serán administrados y controlados los cambios del proyecto?
- ¿Cómo el desarrollo de la ejecución para el proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá llevar a cabo la organización y asignación de los recursos para realizar las actividades del proyecto?
- ¿Cómo el desarrollo del monitoreo y control para el proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá realizar el seguimiento y revisar el proceso de ejecución, y tomar decisiones correctivas para cumplir con los requerimientos del proyecto?

- ¿Cómo el establecimiento del cierre del proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá llevar a cabo el cierre formal que asegurará la satisfacción final del cliente?

### **1.3. Objetivos**

En la presente investigación se determinaron los objetivos formulados en los siguientes términos:

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Diseñar un plan integral de gestión para el cumplimiento de la triple restricción en la fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico de una central hidroeléctrica.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar el establecimiento del Inicio del proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá determinar los alcances generales y especificaciones técnicas - legales de alto nivel del proyecto.
- Implementar la elaboración de la planificación para el proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá determinar las actividades y lineamientos, como serán administrado y controlados los cambios del proyecto.
- Implementar el desarrollo de la ejecución para el proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá llevar a cabo la organización y asignación de los recursos para realizar las actividades del proyecto.
- Implementar el desarrollo del monitoreo y control para el proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá realizar el seguimiento y revisar el proceso de ejecución, y tomar decisiones correctivas para cumplir con los requerimientos del proyecto.



- Realizar el establecimiento del cierre del proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá llevar a cabo el cierre formal que asegurará la satisfacción final del cliente.

## **1.4. Limitantes de la investigación**

### **1.4.1. Teórica**

Considerando que los resultados de este estudio son aplicables a proyectos del ámbito especificado, también deberá considerarse que pueden aplicarse a ámbitos relacionados; sin embargo, incluso no necesariamente deberán ser considerados aplicables en su totalidad a proyectos del ámbito hidromecánico, ya que todo proyecto es único en su género y deberá analizarse cada situación en forma específica para determinar la aplicabilidad de cada elemento de la investigación y su utilidad.

### **1.4.2. Temporal**

Considerando que los resultados de este estudio son aplicables a proyectos del ámbito especificado, también deberá considerarse que el ámbito de los proyectos es altamente dinámico y en constante mejora continua por lo que este estudio deberá ser actualizado y/o adaptado a las nuevas realidades futuras.

### **1.4.3. Espacial**

El tema de la investigación se fijó en el distrito de Lurín, en la ciudad de Lima, Perú. Sin embargo, los alcances del estudio son aplicables a toda empresa del rubro, con las consideraciones técnicas a tomar en cuenta. Toda la información de la empresa es de tipo confidencial.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

A nivel de estudios sobre la gestión de proyectos se consultaron los siguientes textos y trabajos de investigación que sirven de apoyo para este estudio de investigación:

#### 2.1.1. Internacional

- Project Management Institute (5ta. Ed.). (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)*. USA: PMI, Publications.

Es la recopilación de buenas prácticas y conocimientos en el ámbito de la gestión de proyectos, obtenidos a través de la experiencia de los profesionales que se desempeñan en el rubro. Esto permite determinar los parámetros formales para desarrollar los proyectos y que sirvan de guía para los gerentes y directores de proyectos, para obtener los resultados esperados y se logren los objetivos del proyecto.

Respecto al presente estudio, permitió revisar los conocimientos, áreas, y procesos más aplicados en el ámbito de los proyectos y adaptarlos a la realidad de la institución para llevar a cabo el presente plan.

#### 2.1.2. Nacional

- Espinoza, C. (2010) *Metodología de investigación tecnológica pensando en sistemas*. Huancayo, Perú. Espinoza.

Presenta los aspectos en el desarrollo de la investigación tecnológica además de los métodos y criterios necesarios para la investigación.

Respecto al presente estudio, permitió definir el tipo y diseño de investigación.

- Ampuero, M. (2011). *Evaluación del impacto sobre el medio ambiente del megaproyecto central hidroeléctrica Inambari 1.5 GW Brasil*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

La tesis indicada se centra en el estudio del impacto a través de la valoración de los efectos y detectar que procesos deben desarrollarse para que la construcción de una central hidroeléctrica tenga el menor impacto negativo en el entorno.

Respecto al presente estudio, permitió esclarecer las definiciones de los equipamientos hidromecánicos.

- Herrera, B. (2010). *Diseño de una Planeación Agregada para la mejora de las operaciones de la División de Planeamiento y Control de la Producción de la Empresa Metalmecánica de Servicios Industriales de la Marina - SIMA- Chimbote*. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú.

La tesis indicada procura un plan de gestión que eleve la eficiencia en los procesos productivos a través de la interrelación y planificación de las áreas comercial y operativa, incrementando su productividad.

Respecto al presente estudio, permitió el análisis estratégico de la empresa metalmecánica, así como su aplicación en el desarrollo de la metodología.

- Sánchez J., Ulloa, M. (2015). *Diseño e Implementación de una Metodología de Control de Proyectos para la Optimización de la Toma de Decisiones en el Área de Operaciones de una Empresa Metalmecánica*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

La tesis indicada analiza los procesos productivos para determinar los indicadores que permitan un correcto monitoreo y llevar a cabo el control respectivo a través de la toma de decisiones e implementar una metodología de control de procesos.

Respecto al presente estudio, permitió el análisis del impacto de las buenas prácticas en la organización y las operaciones, así como en la toma de decisiones.

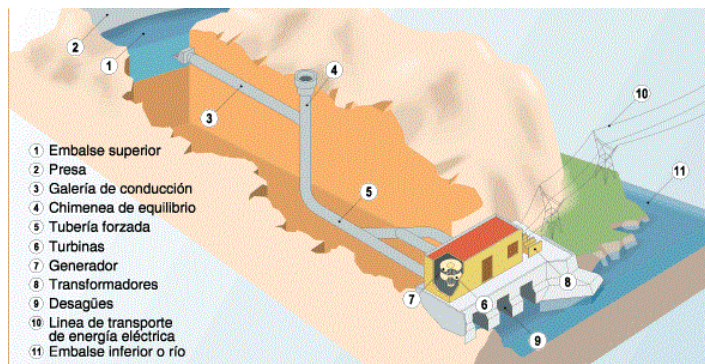
## **2.2. Bases teóricas**

Una central hidroeléctrica es la unidad que genera energía eléctrica a través del aprovechamiento de la energía hidráulica.

Mediante la construcción de un embalse que, a través de una captación, procederá a derivar el fluido por gravedad por el conducto forzado a las turbinas en la casa de máquinas, que procederá a la transformación de la energía hidráulica en energía mecánica.

- La central hidroeléctrica se clasifica por tipo de embalse en:
  - a) Central sin embalse; en este tipo de centrales el flujo hidráulico se usa directamente para generar la energía eléctrica a través de las turbinas.
  - b) Central de acumulación por bombeo; en este tipo de centrales existe un embalse superior, y un depósito inferior donde a través de bombas se lleva agua al reservorio superior para reutilizar el agua, logrando mayor eficiencia.
  - c) Central con embalse; aprovecha el almacenamiento del agua a través de un represamiento para a través de la caída de agua alimenta la turbina y el generador.

**GRÁFICO N° 2.1**  
**ESQUEMA DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA**



Fuente: Rudnick, H. (2012). Evolución de Costos ERNC. Santiago de Chile, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado de:  
[http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno12/costosernc/D.\\_Hidro.html](http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno12/costosernc/D._Hidro.html)

- La central hidroeléctrica se constituye además de los siguientes componentes:
  - a) Presa; es el elemento que se encarga de llevar a cabo el embalse del agua. Se subdividen en presas de gravedad y presas de bóveda.
  - b) Aliviadero; se encargan de la descarga del agua cuando el embalse está cerca al máximo de su capacidad.

- c) Tomas de agua; se encarga de la succión del agua para su conducción al sistema de alimentación.
- d) Sistema de conducción; se compone de los túneles, tuberías que cumplen la función de la alimentación de las turbinas generadoras.

Los datos técnicos de la central hidroeléctrica sobre la cual se desarrollaran los equipamientos hidromecánicos son:

- Potencia instalada: 456 MW.
- Tipo de central: hidráulica con embalse.
- Unidades de generación:
  - 2 turbinas Francis vertical de 225 MW.
  - 1 turbina Francis vertical de 6 MW.
- Ubicación: Departamento de Huánuco.

Los entregables de la fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico para la central hidroeléctrica<sup>1</sup>, se componen de:

- **Equipamiento para el circuito de generación principal;** que comprende:
  - **Compuerta ataguía del tubo de aspiración**  
La compuerta ataguía del tubo de aspiración es usada durante el montaje y mantenimiento de la unidad generadora.
- **Equipamiento para el vertedero;** que comprende:
- **Compuerta ataguía del vertedero**  
Es utilizada para cerrar un túnel del vertedero a la vez, usando la ranura en la estructura de toma del vertedero, para permitir la inspección y mantenimiento del túnel, de las superficies de concreto y de las piezas fijas embutidas, así como de la compuerta radial.

---

<sup>1</sup> Ampuero, M. (2011). Evaluación del impacto sobre el medio ambiente del megaproyecto central hidroeléctrica Inambari 1.5 GW Brasil. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

- **Compuertas radiales del vertedero**

Las compuertas radiales del vertedero son usadas para controlar el nivel de la represa, descargando el exceso de agua y para eso pueden ser operadas en aberturas parciales.

- **Compuertas rodantes de la toma de agua**

Las compuertas rodantes de la toma de agua son usadas durante el montaje y mantenimiento de las unidades generadoras y de los componentes del circuito de generación principal. Los paneles de la compuerta poseen ruedas y están ensamblados de manera que forman un único conjunto.

GRÁFICO N° 2.2  
PANELES DE COMPUERTA RODANTE



Fuente: ATB Riva Calzoni S.P.A. (2018). Compuertas para centrales hidroeléctricas. Italia.  
Recuperado de: <https://www.atbrc.com/es/sectores/energia-hidraulica/compuertas.html>

- **Rejas de la toma de agua**

Los paneles de las rejas, protegen las turbinas de la entrada de partículas extrañas que podrían dañar el rotor. Los paneles son colocados y removidos por medio de una viga de izaje.

- **Equipamiento para el túnel de desvío;** que comprende:

- **Compuerta rodante del túnel de desvío**

La compuerta rodante del túnel de desvío es usada para interrumpir el flujo y permitir el cierre de cada una de las dos compuertas deslizantes.

- **Compuertas deslizantes del túnel de desvío**

Las compuertas deslizantes deberán ser utilizadas para cerrar el túnel de desvío, y permitir el llenado del reservorio.

- **Equipamiento para el caudal ecológico;** que comprende:
  - **Tubería del caudal ecológico**  
Este sistema tendrá la función de descargar un caudal constante para el canal del río aguas abajo de la presa durante el período de llenado del embalse.
  - **Reja del caudal ecológico**  
El panel de la reja, será diseñado para proteger el sistema de la entrada de partículas extrañas que podrían dañar los equipos.
  
- **Equipamiento para la Tubería forzada;** que comprende:
  - **Tubería forzada principal**  
La tubería forzada tiene como propósito la conducción del agua hasta la sala de máquinas.

GRÁFICO N° 2.3  
TUBERÍA FORZADA



Fuente: ATB Riva Calzoni S.P.A. (2018). Compuertas para centrales hidroeléctricas. Italia. Recuperado de: <https://www.atbrc.com/es/sectores/energia-hidraulica/tuberias-forzadas.html>

- **Equipamiento para el túnel de aducción;** que comprende:
  - **Conducto de aducción**  
El túnel de aducción tiene como función de la conducción del agua desde la toma de agua hasta la tubería forzada.

Para el objetivo del estudio, se tomarán los estándares sobre las cuales se generará la metodología.

- **Estándares del PMBOK**

El PMBOK®<sup>2</sup>, es una guía de estándares del PMI – Project Management Institute - que recopila las mejores prácticas de metodologías y procesos de gestión de proyectos. Basado en la experiencia de profesionales dedicados al desarrollo de proyectos. Este conglomerado de conocimientos, altamente reconocido es usado por organizaciones del ámbito de los proyectos, involucra 5 grupos de procesos, 10 áreas del conocimiento y 47 procesos de gestión.

Su fin es que los proyectos sean planeados, ejecutados y finalizados cumpliendo con los objetivos del proyecto.

La **gestión de proyectos** es un enfoque metódico para planificar y orientar los procesos del **proyecto** de principio a fin, considerando que son trabajos con un tiempo de vida definido. Según el Instituto de **Gestión de Proyectos** (Project Management Institute, PMI). La gestión de proyectos será de máxima importancia para la obtención de los objetivos en un proyecto, en el caso del presente estudio, este será aplicado a la industria metalmecánica, específicamente al desarrollo de un proyecto de fabricación y suministro de equipamientos hidromecánicos para una central hidroeléctrica.

### 2.3. Conceptual

Para definir algunos procesos y adaptar algunas herramientas y técnicas, en el ciclo de vida del proyecto se procura la generación de planes de gestión para obtener una mejor eficiencia en los procesos productivos.

- **Ciclo de vida del proyecto**

Se debe considerar que todo proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. El ciclo de vida del proyecto es el conjunto de divisiones que permitirán una mejor gestión del proyecto.

---

<sup>2</sup> Project Management Institute. (5ta Ed.) (2013). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK). USA. PMI Publications. Págs. 2-3



Se definen en Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y control y Cierre del proyecto<sup>3</sup>. Estos permiten:

- Determinar a los principales involucrados.
- Determinar los criterios de aceptación.
- Planes de gestión del proyecto.
- Trabajo necesario para la ejecución del proyecto.
- Definición de los indicadores claves y sistemas de control.
- Generación de los entregables y su validación.
- Evaluación del proyecto.
- **Entregable de un proyecto;** Es cualquier producto o servicio medible y verificable que es resultado de un proyecto.
- **Equipamiento hidromecánico;** Es todo equipo y/o estructura metálica que estará en contacto con el agua y que está instalado en una central hidroeléctrica.
- **Triple restricción;** Es el balance entre tres variables que son el alcance, cronograma y costo que están enlazados a la calidad y que en la dirección de proyectos serán críticos para el éxito del proyecto, estos indicadores serán la métrica del desempeño del proyecto.

CUADRO N° 2.1  
MÉTRICA DEL DESEMPEÑO DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:		Fabricación y Suministro del equipamiento hidromecánico		
	Factor	Objetivo	Formula	Métrica
1	Desempeño del alcance	Cumplimiento del alcance	$\eta = \frac{Ap - Anp}{Ap} \times 100$	$\eta = 100 \%$
2	Desempeño del cronograma	Cumplimiento del plazo	$SPI = \frac{EV}{PV}$	$SPI \geq 0.98$
3	Desempeño del costo	Cumplimiento del presupuesto	$CPI = \frac{EV}{AC}$	$CPI \geq 0.98$
4	Desempeño de la calidad	No conformidades	$NC = \frac{N_c}{RC} \times 100$	$NC \leq 5\%$

Fuente: Elaboración propia.

<sup>3</sup> Project Management Institute. (5ta Ed.) (2013). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK). USA. PMI Publications. Págs. 54-57

- $\eta$  = Indicador del alcance.
- $A_p$  = Entregable cumplido.
- $A_{np}$  = Entregable no cumplido.
- SPI = Indicador del cronograma.
- EV = Valor ganado.
- PV = Valor planificado.
- CPI = Indicador del costo.
- AC = Costo incurrido.
- NC = Indicador de la calidad.
- $N_c$  = No conformidades.
- RC = Procesos conformes.

Se toman en consideración los siguientes grupos de procesos para el estudio:

- Grupos de procesos de inicio; es donde se definen los alcances preliminares del proyecto, principales interesados y una visión general del proyecto.
- Grupos de procesos de planificación; es el grupo de procesos donde se definen los alcances, objetivos, y los costos. Es el grupo de proceso donde se generan los planes de gestión del proyecto.
- Grupos de procesos de ejecución; es el grupo de procesos donde las actividades planeadas se llevan a cabo para lograr los objetivos definidos en el planeamiento.
- Grupos de procesos de monitoreo y control, es el grupo de procesos donde se llevará a cabo el seguimiento y control de lo ejecutado respecto a lo planificado. De hallarse desviaciones se llevan a cabo los planes de acciones correspondientes.
- Grupos de procesos de cierre; procesos llevados a cabo para finalizar las actividades del proyecto con la aceptación formal del cliente.

Sin embargo, los grupos de procesos serán adaptados a los procesos que se tienen normalmente en la industria metalmecánica. Además, deberán considerarse las siguientes áreas del conocimiento de la gestión de proyectos los cuales también serán adaptados.

- Gestión del alcance del proyecto; Este grupo de procesos tienen como función que se realicen los trabajos requeridos para cumplir con éxito el proyecto, y controlar que no sea incluido nada que no esté especificado en los alcances.

- Gestión del cronograma del proyecto; Son los procesos considerados para que el proyecto sea concluido a tiempo.
- Gestión del costo del proyecto; Considera los procesos que permitirán determinar los costos para llevar a cabo las actividades consideradas en el presupuesto.
- Gestión de la calidad del proyecto; Considera los procesos, estándares y actividades que garanticen el cumplimiento de los requisitos y los criterios de aceptación del proyecto.

#### **2.4. Definición de términos básicos<sup>4</sup>**

- Acta de Constitución del Proyecto; Documento generado que formaliza el inicio de un proyecto, y que confiere al gerente de proyectos la autoridad para desarrollar las actividades y el uso de los recursos para el proyecto.
- Alcance; Todo lo que deberá ser proporcionado según los objetivos del proyecto.
- Calidad; El grado de un grupo de características de un producto o servicio que satisface los requisitos del cliente o usuario.
- Cambio en el Alcance; Cualquier desviación en el alcance del proyecto.
- Control de Cambios; Proceso de identificación, evaluación, aprobación o rechazo, documentación y control de los cambios del proyecto.
- Corrupción del alcance; Aumento sin control del alcance aprobado y todo cambio sin aprobación formal.
- Costo Real; Costos realmente incurridos y registrados para llevar a cabo un trabajo realizado en un período determinado respecto de una actividad del componente de la estructura de desglose del trabajo.
- Criterios de Aceptación; Aquellos criterios, incluidos los requisitos de rendimiento y condiciones esenciales, que deben cumplirse para que los entregables del proyecto sean aceptados.
- Cronograma del Proyecto; Las fechas planificadas para realizar las actividades del cronograma y así como cumplir los hitos del cronograma.

---

<sup>4</sup> Project Management Institute. (5ta Ed.) (2013). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK). USA. PMI Publications. Pág. 523

- Estructura de Desglose del Trabajo (WBS); Descomposición jerárquica del entregable que organiza y define el alcance total aprobado del proyecto.
- Equipo del Proyecto; Todos los miembros del equipo del proyecto, involucrados en su desarrollo y término.
- Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK®); Es el conjunto de los fundamentos de la dirección de proyectos incluye prácticas llevadas a cabo, comprobadas y ampliamente utilizadas en la profesión.
- Índice del rendimiento del costo (CPI): Permite determinar la eficiencia de los costos realmente incurridos en el proyecto. Un índice menor a 1 indica un desempeño deficiente y un índice mayor al 1 presenta un desempeño eficiente.
- Índice del rendimiento del cronograma (SPI); Permite identificar lo avanzado respecto a lo planificado. Un índice menor a 1 muestra un retraso y un índice mayor a 1 muestra que se está adelantado respecto a lo planeado.
- Interesado/Stakeholder; Toda personas y organizaciones como clientes, patrocinadores, organización ejecutante y pública, involucrados activamente o no con el proyecto, o cuyos intereses pueden ser afectados de manera positiva o negativa por el desarrollo del proyecto.
- No conformidad (NC); Todo documento que refleja el incumplimiento a un criterio o estándar preestablecido.
- Plan de gestión del proyecto; Describe las acciones y requisitos que se deben llevar a cabo para alcanzar los objetivos del proyecto.
- Plan del alcance; Describe como se definirán, desarrollarán, controlarán y verificarán los alcances del proyecto.
- Plan del costo; Establece como se determinarán los criterios y se planifiquen, estimar y llevar a cabo el presupuesto, además de controlar los costos establecidos del proyecto.
- Plan del cronograma; describe los criterios y las actividades que deberán considerarse para llevar a cabo el desarrollo, monitoreo y control.

- Plan de la calidad; Describe cómo el equipo de dirección del proyecto llevará a cabo la política de calidad de la organización ejecutante.
- Presupuesto; La estimación aprobada de los costos para el proyecto o cualquier otro componente de la estructura de desglose del trabajo u otra actividad del cronograma.
- Procedimiento; Serie de pasos que se llevan a cabo en un orden definitivo con un propósito.
- Proceso; El conjunto de actividades interrelacionadas realizadas para obtener un conjunto específico de productos, resultados o servicios.
- Requisito; La condición o capacidad que un producto o servicio que debe satisfacer o poseer para cumplir con las especificaciones técnicas o legales formalmente definidos en la concepción del proyecto.
- Restricción; Limitación aplicable técnica o legal, ya sea interna o externa al proyecto.
- Riesgo; Evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo en los objetivos de un proyecto.
- Rol; Una función definida que debe realizar un miembro del equipo del proyecto, como evaluar, archivar, inspeccionar o codificar.
- Solicitud de Cambio; Pedido formal para ampliar, reducir, modificar el alcance u otro ámbito de un proyecto, para implementar o no las solicitudes de cambio aprobadas.
- Supuestos; Son escenarios que, se consideran verdaderos, reales o ciertos, sin evidencia clara.
- Triple restricción; Es el balance de las limitaciones del alcance, cronograma, costo y para este estudio de la calidad en el proyecto.
- Valor Ganado; Trabajo completado expresado en el presupuesto aprobado asignado a dicho trabajo.
- Variación; Es la desviación o cambio medible de una referencia anteriormente prevista.
- Verificación del Alcance. Proceso final de formalizar la aceptación de los entregables terminados del proyecto.

### **III. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis general**

- Si se diseña un plan integral de gestión se logrará el cumplimiento de la triple restricción en la fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico de una central hidroeléctrica.

##### **3.1.2. Hipótesis específicas**

- Si se establece el inicio del proyecto de fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico, permitirá determinar los alcances generales y especificaciones técnicas – legales de alto nivel del proyecto.
- Si se elabora la planificación del proyecto de fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico, permitirá determinar las actividades y lineamientos, como serán administrados y controlados los cambios del proyecto.
- Si se desarrolla la ejecución del proyecto de fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico, permitirá llevar a cabo la organización y asignación de los recursos para realizar las actividades del proyecto.
- Si se desarrolla el monitoreo y control del proyecto de fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico, permitirá realizar el seguimiento y revisar el proceso de ejecución, y tomar decisiones correctivas para cumplir con los requerimientos del proyecto.
- Si se establece el cierre del proyecto de fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico, permitirá llevar a cabo el cierre formal que asegurará la satisfacción final del cliente.

#### **3.2. Definición conceptual de variables**

- Variable independiente: Plan integral de gestión; Contiene las acciones y requisitos que se deben llevar a cabo para alcanzar los objetivos del proyecto. Esta variable influye en el cumplimiento de la triple restricción.

- Variable dependiente: Cumplimiento de la triple restricción en la Fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico de una central hidroeléctrica. Conjunto de procesos que deben llevarse a cabo para culminar los entregables. Esta variable depende del Plan integral de gestión.

### 3.2.1. Operacionalización de variable

CUADRO N° 3.1  
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	INDICES
<b>Variable independiente</b> Plan integral de gestión	Inicio del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acta de constitución del proyecto.</li> </ul>	
	Planificación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acta de la reunión de apertura del proyecto.</li> <li>• Plan del alcance del proyecto.</li> <li>• Plan del cronograma del proyecto.</li> <li>• Plan del costo del proyecto.</li> <li>• Plan de la calidad del proyecto.</li> </ul>	
	Ejecución del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requerimientos de materiales e ingeniería de taller.</li> <li>• Procedimientos de fabricación de los equipamientos.</li> <li>• Apertura de las fabricaciones.</li> </ul>	
	Monitoreo y control del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controles de avance del proyecto.</li> <li>• Informe de estado del proyecto.</li> <li>• Informe de cumplimiento de hitos del proyecto.</li> <li>• Acta de reunión del proyecto.</li> <li>• Solicitud de cambios al proyecto.</li> <li>• Registro de cambios al proyecto.</li> <li>• Informe del estado financiero y contractual del proyecto.</li> <li>• Acta de liberación del equipamiento.</li> <li>• Acta del envío del equipamiento.</li> </ul>	
	Cierre del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acta de recepción del equipamiento.</li> <li>• Acta de cierre del proyecto.</li> </ul>	
<b>Variable dependiente</b> Triple restricción en la Fabricación y Suministro	Control del alcance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje del cumplimiento del alcance.</li> </ul>	$\eta = 100 \%$
	Control del cronograma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje del cumplimiento del cronograma.</li> </ul>	$SPI \geq 0.98$
	Control de costos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje del cumplimiento del presupuesto.</li> </ul>	$CPI \geq 0.98$
	Control de la calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje del cumplimiento de la calidad.</li> </ul>	$NC \leq 5\%$
<b>METODO</b>	Deductivo		

Fuente: Elaboración propia.

## IV. DISEÑO METODOLOGICO

### 4.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación que se ha realizado en el informe de la tesis es del tipo tecnológica, pues procura la obtención de una estrategia que permita el logro de unos objetivos a través del conocimiento científico. Además, el nivel de investigación es aplicada, pues es un estudio estructurado que permite la solución de problemas en forma inmediata, según el estudio de Espinoza, C.<sup>5</sup> El diseño es del tipo Descriptivo simple, pues recopila la información de la investigación, según el estudio de Espinoza, C.<sup>6</sup>

### 4.2. Método de investigación

Para el presente estudio se llevará a cabo el método de investigación deductivo; pues se obtendrán conclusiones generales para los aspectos particulares del estudio, a través de la variable independiente se verificará el efecto sobre las variables dependientes.

#### 4.2.1. Parámetros de diseño

Se deberán cumplir los siguientes parámetros de la triple restricción:

- Porcentaje del cumplimiento del alcance:  $\eta = 100 \%$ .
- Porcentaje del cumplimiento del cronograma:  $SPI \geq 0.98$ .
- Porcentaje del cumplimiento del presupuesto:  $CPI \geq 0.98$ .
- Porcentaje del cumplimiento de la calidad:  $NC \leq 5\%$ .

#### 4.2.2. Etapas del diseño

Las siguientes son las etapas del diseño:

- Determinar los alcances y las especificaciones que se aplicarán al proyecto en un alto nivel.
- Determinar los lineamientos y las actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto.

---

<sup>5</sup> Espinoza, C. (2010) *Metodología de investigación tecnológica pensando en sistemas*. Huancayo, Perú. Espinoza. Pág. 76

<sup>6</sup> Espinoza, C. (2010) *Metodología de investigación tecnológica pensando en sistemas*. Huancayo, Perú. Espinoza. Pág. 93



- Organizar y designar los recursos para llevar a cabo las actividades planificadas.
- Especificar como se llevará a cabo el monitoreo y el control de los procesos del proyecto.
- Determinar cómo se llevará a cabo el cierre formal del proyecto.

#### **4.3. Población y muestra**

Por la naturaleza propia de la investigación cuantitativa, este rubro no aplica.

#### **4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado**

El estudio se desarrolló en las instalaciones de la empresa metalmecánica SEM. Lurín – Lima, Perú. El periodo comprendió los años 2011 a 2014.

#### **4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**

La presente investigación se llevó a cabo con el uso de las siguientes técnicas y sus instrumentos:

- Técnica documental;
  - Instrumentos: Cuadros de control informes, base de datos.
- Técnica empírica;
  - Instrumentos: Observación, listas de verificación.

#### **Procedimientos de recolección de información**

- **Fuente primaria;** la recolección de datos para el estudio se llevó a cabo mediante mediciones y análisis en la planta de producción de la empresa, además de la información en los sistemas logísticos, costos y financieros.
- **Fuente secundaria;** la recolección de datos externa al proyecto se obtuvo a través de la información de tesis e investigaciones de bases de datos de universidades.

#### **4.6. Análisis y procedimientos de datos.**

Los datos fueron recopilados a través de las siguientes fuentes:

- Toma de datos de producción en planta; realizados a través de la recopilación de los datos a través del departamento de producción y el departamento de planeamiento.
- Toma de datos financieros y costos; realizados a través de la recopilación de la información a través de los departamentos de costos y el departamento de área de contratos.
- Reunión con los involucrados del proyecto; se realizaron reuniones con los responsables de las áreas para determinar las necesidades y problemáticas correspondientes a sus áreas sobre el proyecto.
- Consulta de sistema; se verificaron los sistemas para la recopilación de datos económicos, técnicos, productivos del proyecto.

**Procesamiento estadístico;** para el procesamiento estadístico de los datos se procedió generando formatos, gráficos y tablas para la presentación de los resultados de cada etapa o evaluación.

**Análisis de datos;** este se realizó en términos de los resultados, estableciendo inferencias en la relación de las variables.

Los datos se trabajaron a través de las siguientes técnicas de análisis de datos:

- Estadística descriptiva; a través de la tendencia de los datos, distribución de frecuencias.
- Razones y tasas; a través de la relación de los datos en observación.

## V. RESULTADOS

En este capítulo se detalla el desarrollo de la investigación del proyecto.

### 5.1. Resultados descriptivos

#### 5.1.1. Plan integral de gestión

El plan integral de gestión del proyecto se desarrolló a través de los siguientes procesos:

➤ **Grupo de procesos de Inicio**

Es el grupo de procesos que permitió definir alcances generales en alto nivel, así como los interesados clave.

#### A) Acta de constitución del proyecto

Se procedió a generar el acta de constitución del proyecto que es el documento base donde se estipulan los alcances y aspectos del proyecto, así como la descripción ejecutiva, criterios de aceptación, restricciones y las especificaciones consideradas. (Véase Cuadro N° 5.1, en la página 32).

El acta se conformó de los siguientes ítems:

- Justificación del proyecto.
- Objetivos del proyecto.
- Descripción del proyecto.
- Descripción del producto.
- Criterios de aceptación.
- Asunciones del proyecto.
- Restricciones del proyecto.
- Entregables, presupuesto e Hitos.
- Riesgos del proyecto.
- Interesados clave del proyecto.
- Organigrama del equipo del proyecto.

CUADRO N° 5.1

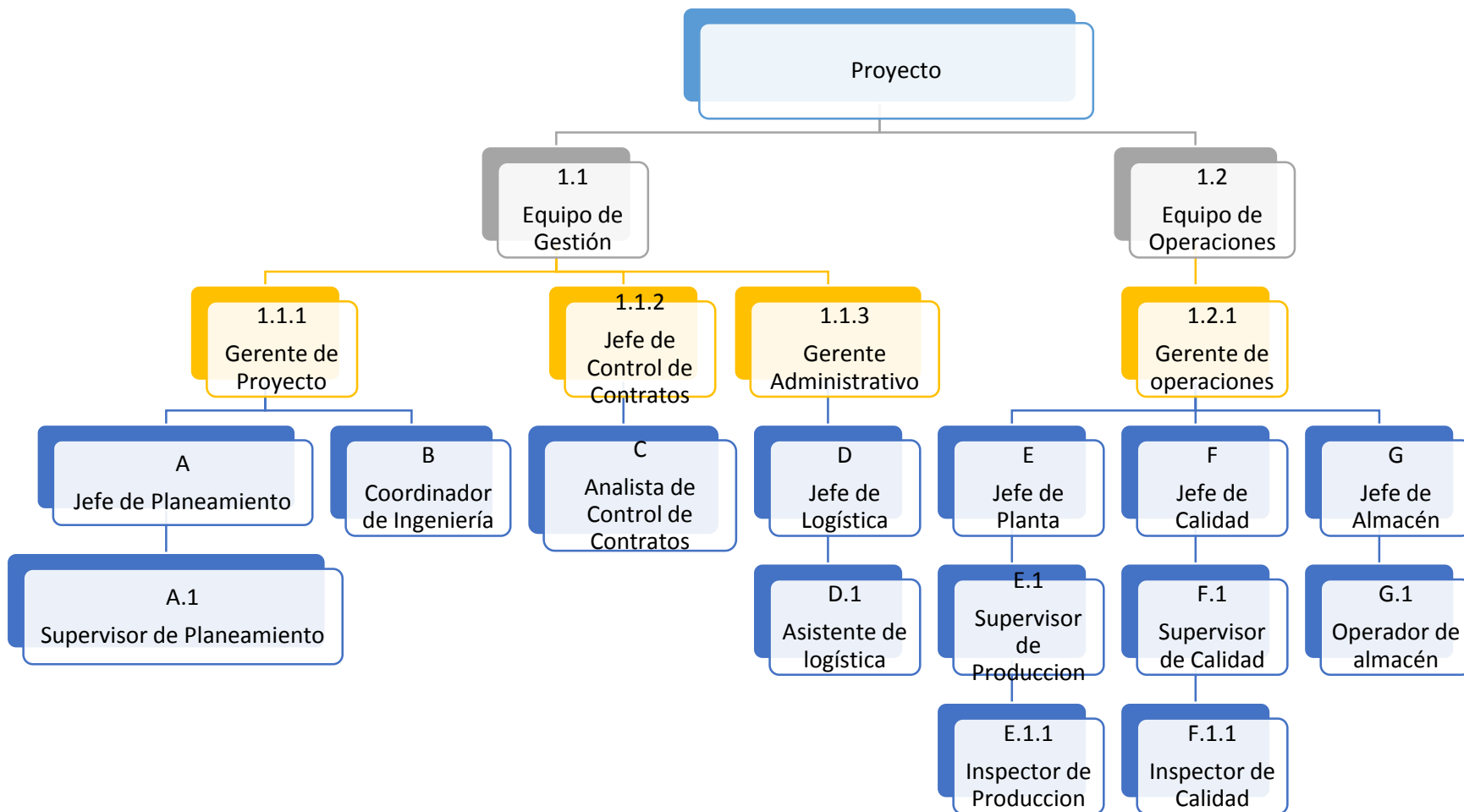
ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

<b>ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO</b>		
<b>CÓDIGO</b>	<b>FECHA</b>	<b>PROYECTO</b>
CHC	09/11/2011	Fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico
<b>JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b>		
Proyecto definido por el "Contrato de suministro de equipos" entre el cliente y la empresa ejecutora.		
<b>OBJETIVO DEL PROYECTO</b>		
El objetivo del proyecto será llevar a cabo la Fabricación y suministro a obra del equipamiento hidromecánico.		
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		
Fabricación y suministro a obra del equipamiento hidromecánico de la central hidroeléctrica, según las especificaciones técnicas entregadas por el cliente.		
<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>		
Se compone de la fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico para la central hidroeléctrica, considerando; Equipamiento para el circuito de generación principal; Equipamiento para el vertedero; Equipamiento para túnel de desvío; Equipamiento para el caudal ecológico; Equipamiento para la tubería forzada; Equipamiento para el túnel de aducción y el servicio de transporte de los Equipamientos a obra.		
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entregar los Equipamiento según las especificaciones técnicas y de acuerdo a las especificaciones de los planos de fabricación.</li> <li>• Culminar los entregables cumpliendo con los estándares de calidad según el Plan de la calidad y procedimientos de fabricación, determinado por el contrato.</li> <li>• Culminar el proyecto en 1055 días calendario.</li> <li>• Cumplimiento con el presupuesto con un máximo de desviación de 3%.</li> </ul>		
<b>ASUNCIONES DEL PROYECTO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llegada de las importaciones en las fechas establecidas sin impacto para los equipamientos.</li> <li>• Contratación del servicio de rolado para las planchas de las tuberías forzadas mientras no se cuente con el equipo de rolado disponible.</li> </ul>		
<b>RESTRICCIONES DEL PROYECTO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importaciones de componentes varios para los equipamientos como bujes, placas grafitadas etc.</li> <li>• Roladora aún en proceso de compra, previsión de llegada fuera del plazo necesario.</li> <li>• Importación de ruedas forjadas para compuertas rodantes.</li> </ul>		

<b>ENTREGABLES, PRESUPUESTO E HITOS DEL PROYECTO</b>		
<b>DECLARACION</b>	<b>PRESUPUESTO US \$</b>	<b>FECHA</b>
Plan para la Gestión del proyecto	88,287.84	08/02/2012
Ingeniería de taller y Procedimientos de Fabricación	72,976.10	27/07/2014
Equipamiento para el Circuito de Generación Principal	294,241.32	01/06/2012
Equipamiento para el Vertedero	2,912,262.05	01/03/2014
Equipamiento para el Túnel de Desvío	1,345,719.62	01/10/2014
Equipamiento para el Caudal Ecológico	167,127.24	05/04/2012
Equipamiento para la Tubería Forzada de 6.2 m Ø y 3.5 m Ø	7,064,030.12	01/01/2013
Equipamiento para el Túnel de Aducción de 6.5 m Ø	3,170,822.60	01/08/2013
Transporte de Equipamiento a obra	419,776.51	01/10/2014
<b>Montos Totales en US\$</b>	<b>15,535,243.40*</b>	
*. Nota: Presupuesto ya considera 3% de contingencia		
<b>RIESGOS DEL PROYECTO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importaciones de componentes especializados para los equipamientos.</li> <li>• Servicio especializado no disponible en la fecha esperada.</li> <li>• Variación del tipo de cambio.</li> <li>• Variación del precio de los suministros.</li> </ul>		
<b>INTERESADOS CLAVE</b>		
<b>Cliente</b>	<b>Empresa ejecutante</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director del proyecto</li> <li>• Gerente de contrato</li> <li>• Coordinador de proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerente general</li> <li>• Gerente de operaciones</li> <li>• Gerente de proyecto</li> </ul>	
<b>APROBACIÓN DEL ACTA DE CONSTITUCIÓN</b>		
<b>Cargo</b>	<b>Empresa</b>	<b>Firma</b>
Director de proyecto	Cliente	
Gerente de contrato	Cliente	
Gerente general	Empresa ejecutora	
Gerente de proyectos	Empresa ejecutora	
<b>ORGANIGRAMA DEL EQUIPO DEL PROYECTO</b>		
Véase el Gráfico N° 5.1, en la página 34		

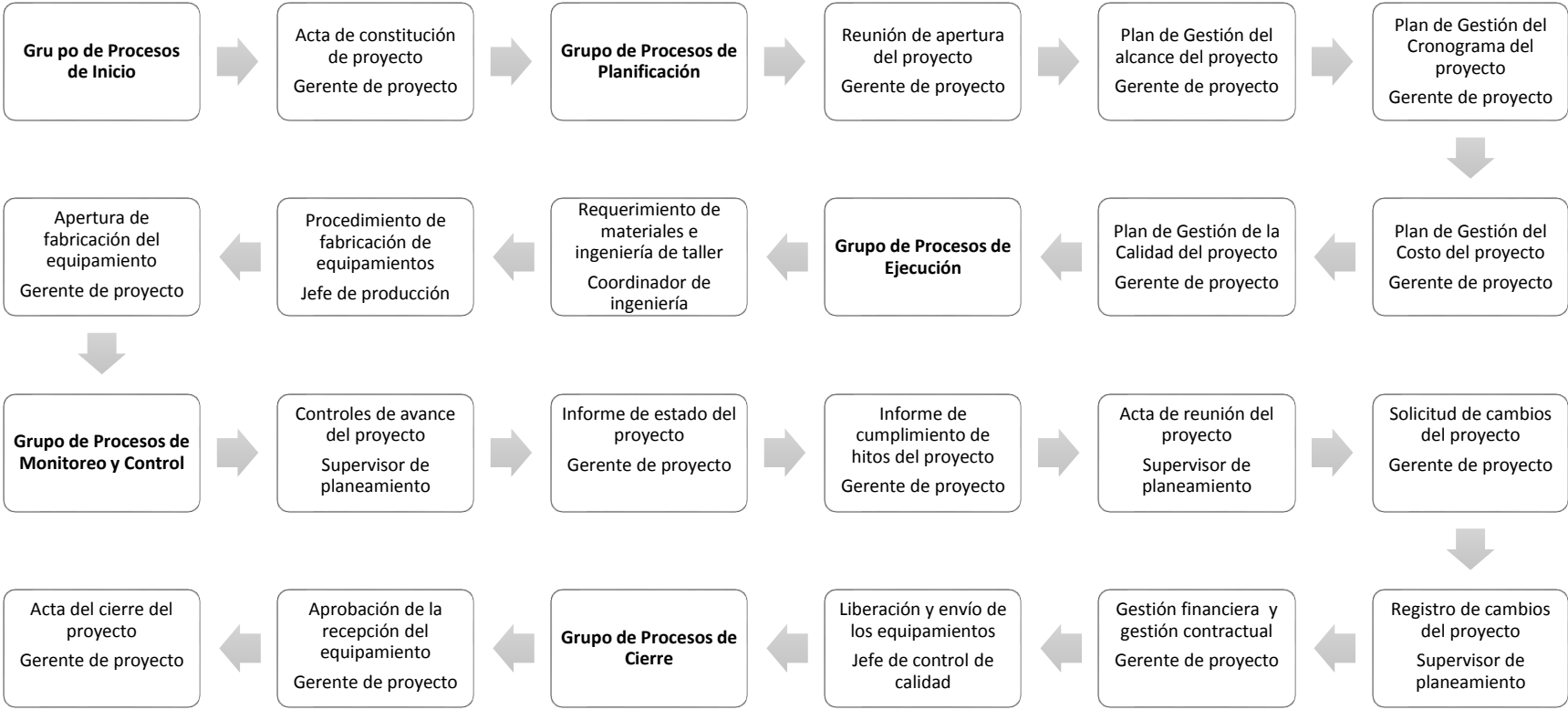
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO N° 5.1  
ORGANIGRAMA DEL EQUIPO DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO N° 5.2**  
**FLUJO DEL PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN**



Fuente: Elaboración propia.

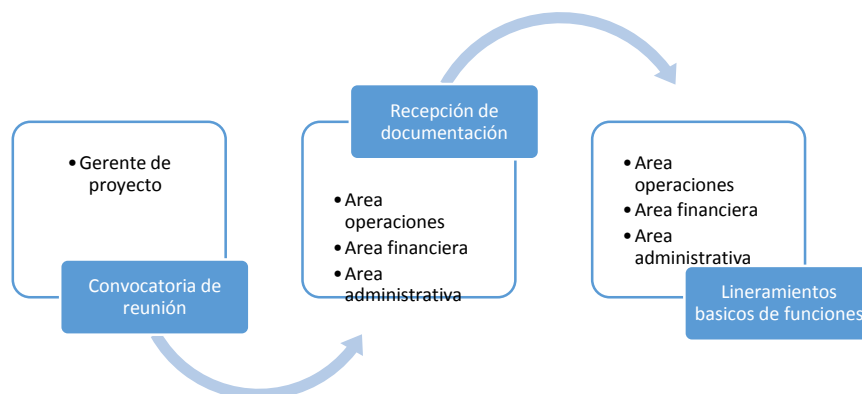
➤ **Grupo de procesos de Planificación**

Son el grupo de proceso que definieron los planes de gestión que se usaron para el desarrollo del proyecto.

**A) Acta de reunión de apertura del proyecto**

En la reunión se llevó a cabo la presentación y detalle del proyecto a los responsables. Cada responsable recibió una copia del acta de constitución del proyecto y la información concerniente a sus funciones y se definieron todas las actividades, lineamientos y alcances del proyecto. Se presentó a cada responsable por área y se alcanzó el cronograma del proyecto. (Véase el Gráfico N° 5.3. Véase el Cuadro N° 5.2, en la página 37).

GRÁFICO N° 5.3.  
FLUJO DE REUNIÓN DE APERTURA DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia.

**B) Plan del alcance del proyecto**

Una vez determinados los alcances del proyecto estos fueron responsabilidad del Gerente de proyecto, quien, en conjunto con el Coordinador de ingeniería, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y el Jefe de calidad, verificaron que los alcances se cumplan según los requerimientos del proyecto. (Véanse el Gráfico N° 5.4, en la página 41 y el Cuadro N° 5.3, en la página 38).

Los alcances están constituidos por:

1. Fabricación de equipamientos.
2. Transporte de Equipamiento a obra.



CUADRO N° 5.2

ACTA DE REUNIÓN DE APERTURA DEL PROYECTO

ACTA DE REUNIÓN DE APERTURA N° AC-20-11-2011						
<b>Proyecto:</b>		Fabricación y Suministro de equipamiento hidromecánico				
<b>Asunto:</b>		Reunión de apertura				
<b>Preparado por:</b>		Gerente de proyecto	Fecha	20	11	2011
<b>Participantes:</b>		Gerente de proyecto Gerente de operaciones Gerente comercial Jefe de producción Jefe de calidad Jefe de planeamiento				
Ítem	Actividad	Responsable	Detalle			
1	Alcances del proyecto	Gerente de proyecto	Entregables a alcanzar al finalizar el proyecto considerando sus criterios de aceptación.			
2	Criterios de aceptación	Gerente de proyecto	Requisitos que deberá cumplir cada entregable del proyecto.			
3	Planes de gestión del proyecto	Gerente de proyecto	Planes para la gestión del proyecto.			
4	Control y aseguramiento de la calidad del proyecto	Jefe de calidad	Procedimientos y planes de calidad del proyecto que deberán cumplir con los estándares exigidos.			
5	Procesos de fabricación	Jefe de producción	Procesos de fabricación del proyecto que deberán cumplir con los procedimientos especificados.			
6	Gestión financiera del proyecto	Gerente de proyecto	Seguimiento y control de los procesos de facturación y financiero del proyecto			
7	Gestión de costos	Gerente de proyecto	Control de los costos del proyecto para el cumplimiento del presupuesto			
8	Gestión de logística	Gerente de logística	Compras y servicios según los estándares exigidos en el contrato. Contratación del servicio de transporte según los estándares especificados en el contrato.			
<b>Firma de participantes</b>						

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 5.3  
PLAN DEL ALCANCE DEL PROYECTO

<b>Nombre del Proyecto:</b>	Fabricación y Suministro de equipamiento hidromecánico
<b>Preparado por:</b>	Jefe de planeamiento
<b>Revisado por:</b>	Gerente de proyecto
<b>Aprobado por:</b>	Gerente de operaciones
<b>Fecha:</b>	24/11/2011
<p><b>1. Describir cómo será administrado el alcance del Proyecto:</b></p> <p>El proyecto comprende la fabricación de equipamiento hidromecánico, así como el suministro a obra de los equipamientos. Considerando que la fabricación deberá llevarse a cabo según los estándares especificados PIP-0200-11 en los planes de calidad y especificaciones técnicas ET-0200-10 Rev. 00 determinadas en los planos de fabricación o contrato.</p> <p>Línea base del alcance</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La línea base del alcance estará determinada por el Enunciado del alcance, la EDT y el Diccionario de la EDT.</li> <li>• Todo cambio que afecta a la línea base deberá ser aprobada solamente a través de la solicitud de cambio.</li> </ul> <p>Los equipamientos serán validados una vez culminados por el cliente, de acuerdo a los alcances, los protocolos de calidad y la firma del acta de liberación. Una vez aprobado el equipamiento se deberá solicitar la aprobación del gerente de proyecto del cliente para su envío a obra.</p> <p>El cierre del proyecto se llevará a cabo una vez se hayan aceptado todos los equipamientos en conformidad con el cliente y se procederá a la firma del Acta de cierre del proyecto.</p>	
<p><b>2. Evaluar la estabilidad del alcance del proyecto (cómo manejar los cambios, la frecuencia e impacto de los mismos):</b></p> <p>Para que el proyecto sea exitoso deberá ser estable en sus alcances, y se deberá tener un monitoreo y control de los cambios, por lo que se deberán seguir los siguientes parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las desviaciones al alcance; toda desviación al alcance identificada por el equipo del proyecto deberá ser comunicada al gerente de proyecto.</li> </ul>	

- Evaluación del impacto del proyecto; la desviación identificada deberá ser evaluada respecto a la línea base del proyecto o cualquier ámbito del mismo. El gerente del proyecto tiene la responsabilidad de determinar al personal a cargo de la evaluación de acuerdo a la conveniencia del desarrollo del proyecto.
- Generación de la solicitud de cambio; luego de haberse evaluado el cambio y considerarse conveniente su implementación y con aprobación del gerente de proyecto, el Jefe de planeamiento será el responsable de generar la solicitud del cambio para su aprobación formal por parte del cliente.
- Aprobación o desaprobación de la solicitud del cambio; luego el gerente del proyecto será el responsable del envío de la solicitud del cambio al cliente, para el proceso de evaluación del cambio. Se considerará dos escenarios:
  - a) Aprobación del cambio; se procederá a implementar el cambio, según lo especificado y siguiendo los aspectos técnicos y de darse el caso considerando las observaciones y recomendaciones de parte del cliente, detallados en el documento de aprobación y comunicando a los interesados del cambio.
  - b) Desaprobación del cambio; se procederá a comunicar la negativa al cambio a los involucrados y se procederá a su archivamiento, o de ser necesario se estudiará un nuevo planteamiento técnico para una nueva solicitud de cambio.

La Solicitud de Cambio deberá contener:

- Descripción del cambio.
- Justificación del cambio.
- Efectos en el costo.
- Efectos en el cronograma.
- Efectos en el alcance.
- Efectos en la calidad.
- Impactos asociados al proyecto.
- Responsable de la solicitud.

Toda solicitud de cambio deberá ser incluido en el Registro de cambio, sea aceptada o rechazada su solicitud, y este proceso es responsabilidad del Supervisor de planeamiento.

### **3. ¿Cómo los cambios al alcance, serán identificados y clasificados?**

El equipo del proyecto tiene la responsabilidad de identificar y comunicar de inmediato cualquier desviación en el proyecto en cualquier momento del desarrollo de este.

Toda solicitud de cambio deberá ser oficializada por el gerente del proyecto, y en el caso del cliente el responsable de la comunicación será el gerente de contrato.

Los cambios deberán ser considerados según el impacto que tengan en el proyecto:

- Menor; Impacto no excede el 1 % de la línea base del alcance, tiempo, costo o calidad.
- Relevante; Impacto no excede el 3 % de la línea base del alcance, tiempo, costo o calidad.
- Critico; Impacto excede el 3 % de la línea base del alcance, tiempo, costo o calidad.

#### **4. Describir cómo los cambios del alcance serán integrados al proyecto:**

El responsable del control de registros de solicitudes de cambios es el coordinador del proyecto, que registrará, y archivará todas las solicitudes de cambio, sean aprobadas, rechazadas u observadas.

Luego de aprobada una solicitud o sea rechazada se procederá a lo siguiente:

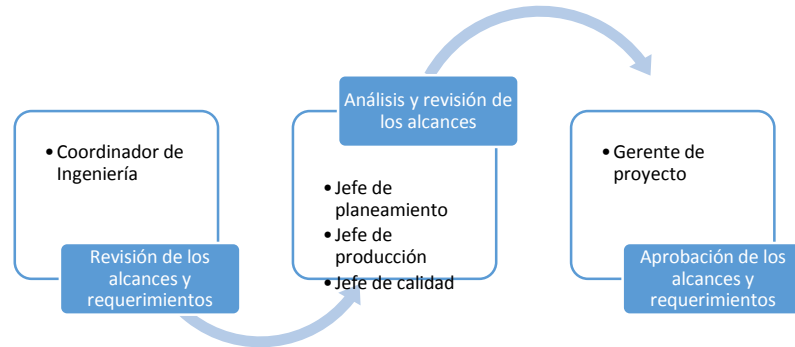
- Se actualizará la línea base de ser afectada.
- Se actualizará toda la documentación correspondiente.
- Se informará a todos los interesados del resultado de la solicitud.
- El responsable de la actividad deberá llevar a cabo los procesos necesarios para la implementación del cambio.
- El responsable reportará al Gerente del proyecto el estado de la implementación según lo indicado en la solicitud de cambio.

#### **5. Comentarios adicionales:**

- Se deberá considerar cualquier observación relevante al proyecto.
- Todas las líneas base deberán estar en constante evaluación por el equipo del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO N° 5.4  
 FLUJO DE PROCESO DEL PLAN DE ALCANCE DEL PROYECTO

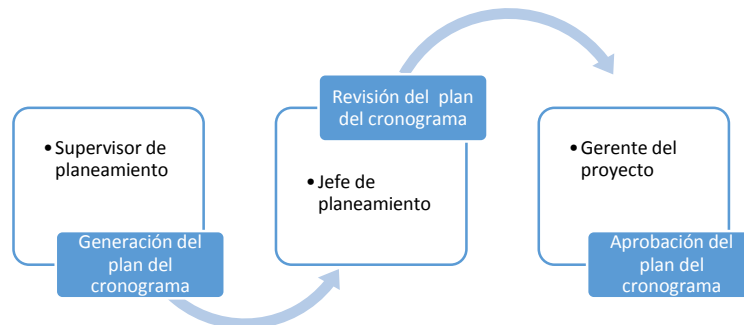


Fuente: Elaboración propia.

### C) Plan del Cronograma del proyecto

El plan del cronograma fue desarrollado por el Jefe de planeamiento de acuerdo a lo considerado en el proyecto basado en los alcances y controlando cualquier posible impacto al cronograma que fue realizado considerando todos los procesos relevantes en la fabricación. El responsable es el Gerente del proyecto. (Véase el Gráfico N° 5.5. Véase el Cuadro N° 5.4, en la página 42).

GRÁFICO N° 5.5  
 FLUJO DE PROCESO DEL PLAN DE CRONOGRAMA DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia.

### D) Plan del Costo del proyecto

El proceso de la gestión del costo se llevó a cabo por el supervisor de planeamiento según el plan de costo. El control se desarrolló según el presupuesto aprobado y controlado para cada equipamiento según los alcances del proyecto. El responsable es el Gerente del proyecto. (Véanse el Gráfico N° 5.6, en la página 43 y el Cuadro N° 5.5, en la página 44).

CUADRO N° 5.4  
PLAN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO

<b>Nombre del Proyecto:</b>	Ingeniería, Fabricación y Suministro de equipamiento hidromecánico	
<b>Preparado por:</b>	Jefe de planeamiento	
<b>Revisado por:</b>	Gerente de proyecto	
<b>Aprobado por:</b>	Gerente de operaciones	
<b>Fecha:</b>	14/12/2011	
<b><i>Persona(s) autorizada(s) a solicitar cambio en cronograma:</i></b>		
<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Ubicación</b>
Gerencia de proyecto	Gerente de proyecto	Empresa ejecutora
<b><i>Persona(s) que aprueba(n) requerimiento de cambio de cronograma:</i></b>		
<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Ubicación</b>
Gerencia general	Gerente general	Empresa ejecutora
Gerencia de contrato	Gerente de contrato	Cliente
Dirección de proyecto	Director de proyecto	Cliente
<b>Razones aceptables para cambios en cronograma del Proyecto</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación del diseño por el cliente.</li> <li>• Modificación de materiales no considerados en el alcance.</li> </ul>		
<b>Describir cómo los cambios al cronograma serán administrados:</b>		
<p>El avance del proyecto será monitoreado de acuerdo a los formatos de control de avance para detectar cualquier desviación respecto a la línea base del cronograma.</p> <p>Los cambios críticos solicitados por el Gerente del Proyecto o El Cliente, para ser integrados al proyecto deberán haber sido aprobados y actualizados en el registro de control de cambios.</p> <p>Luego de ejecutado, se procede a la planificación y programación de las actividades, se procederá a lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se actualizará la línea base de ser afectada.</li> <li>• Se actualizará toda la documentación correspondiente.</li> <li>• Se informará a todos los interesados del resultado de la solicitud.</li> <li>• El responsable de la actividad deberá llevar a cabo los procesos necesarios para la implementación de cambio.</li> </ul>		

- El responsable reportará al Gerente del proyecto el estado de la implementación según lo indicado en la solicitud de cambio.

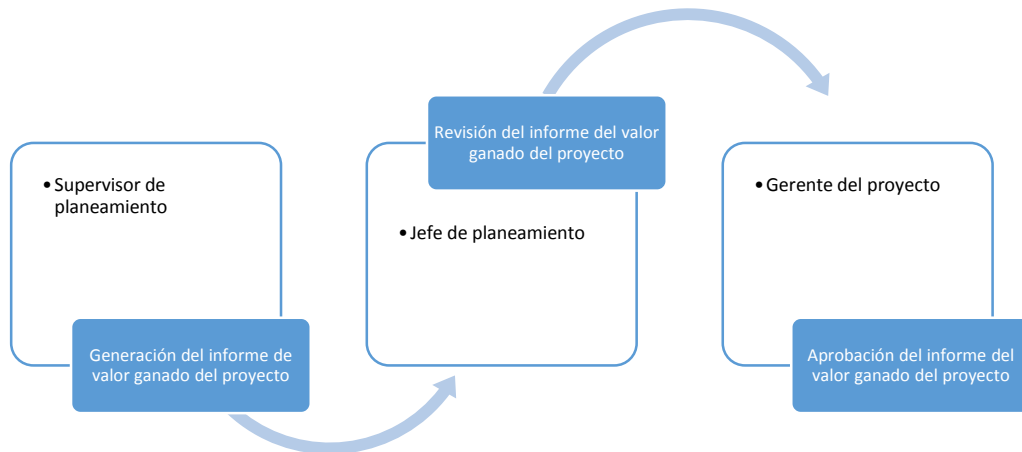
### Gestión del cronograma

Para la gestión del cronograma se definen 4 etapas

- Definir las actividades; proceso que determina qué actividades se llevarán a cabo, los documentos a obtenerse son la Lista de hitos y la lista de actividades.
- Estimar la duración de las actividades; donde se determina la duración de las actividades involucradas, a través del proceso de estimación paramétrica y datos históricos.
- Desarrollar el cronograma; proceso donde se genera el cronograma definitivo y que será la línea base del cronograma para el proyecto.
- Controlar el cronograma; proceso donde se llevará a cabo el monitoreo de los avances y el desempeño de las actividades de acuerdo a lo planificado, considerando los informes de desempeño y las solicitudes de cambio.

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO N° 5.6  
FLUJO DEL PROCESO DE COSTOS DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 5.5  
PLAN DEL COSTO DEL PROYECTO

<b>Nombre del Proyecto:</b>	Fabricación y Suministro de equipamiento hidromecánico	
<b>Preparado por:</b>	Jefe de planeamiento	
<b>Revisado por:</b>	Gerente de proyecto	
<b>Aprobado por:</b>	Gerente de operaciones	
<b>Fecha:</b>	05/01/2012	
<b>Responsable(s) autorizado(s) a requerir cambios en el costo:</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Responsable</b>	<b>Empresa</b>
Gerencia de proyecto	Gerente de proyecto	Empresa ejecutora
Gerencia de contrato	Gerente de contrato	Cliente
<b>Responsable(s) de aprobar requerimientos de cambios en el costo:</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Responsable</b>	<b>Empresa</b>
Gerencia general	Gerente general	Empresa ejecutora
Dirección de proyectos	Director de proyectos	Cliente
<b>Estimar los costos del proyecto</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimación de los costos en dólares americanos.</li> <li>• Estimación de los costos será mediante el método ascendente.</li> <li>• El nivel de precisión será de -5% a 10%.</li> <li>• Las unidades de medida a considerar serán: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Personal: HH hora hombre.</li> <li>- Maquinaria: HM hora máquina.</li> <li>- Material: Kg.</li> <li>- Liquido: Gl.</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Determinar el presupuesto del proyecto</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El presupuesto será determinado considerando la línea base del alcance.</li> <li>• Deberá considerarse la contingencia de reserva para el proyecto, que permitirá determinar la línea base del costo del proyecto.</li> </ul>		
<b>Controlar el presupuesto del proyecto</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El control del presupuesto será considerando la línea base del costo del proyecto.</li> <li>• A través del informe de desempeño del proyecto se monitoreará el presupuesto del proyecto.</li> <li>• Se trabajará con la herramienta de valor ganado EVM para el monitoreo del presupuesto del proyecto.</li> <li>• Se deberán considerar los indicadores de Índice de eficiencia de cronograma SPI, Índice de eficiencia de costo CPI y los que se consideren necesarios para completar la información.</li> <li>• Para el control se considerará el umbral de +/- 3%.</li> </ul>		



**Razones aceptables para cambios en el Costo del Proyecto**

- Variaciones en el tipo de cambio mayor al 3%.
- Restricción en el presupuesto.
- Cambios en la línea base del proyecto.
- Cancelación de algún equipamiento del proyecto que represente una variación mayor al 5%.

**Describir como calcular e informar el impacto en el proyecto por el cambio en el costo**

- Cronograma, cambios en los costos como adicionales y que impacten en el plazo contractual. Se procede al cálculo de los tiempos necesarios para las nuevas actividades, según los informes de desempeño del proyecto.
- Costo, cambios en el costo del proyecto y que impacte al presupuesto y que deba ser aprobado, siguiendo con los procedimientos del contrato.
- Calidad, cambios en los costos por procesos o procedimientos que no fueron considerados inicialmente, pero necesarios para cumplir con los estándares de calidad del equipamiento, los cuales deberán ser aprobados previamente antes de su aplicación.
- Todo análisis sobre los impactos al proyecto deberá ser reportado al gerente de proyecto.

**Describir cómo serán administrados los cambios en el costo:**


- El gerente del proyecto es el responsable de la gestión del control de cambios del proyecto.
- Toda aprobación deberá ser previamente evaluada técnica, contractual y económicamente en concordancia con los objetivos estratégicos del proyecto.
- De haber un impacto crítico que representa una desviación mayor al 3% del costo considerado para el equipamiento deberá solicitarse una adenda al contrato.
- Se deberá llevarse a cabo mediante los documentos oficializados para la gestión de cambios:
  - Solicitud de cambios.
  - Acta de reunión del proyecto.
  - Registro de control de cambios.
- Todo cambio gestionado aprobado o rechazado deberá ser comunicado a todos los interesados.
- Los cambios aprobados deberán implementarse y donde el máximo responsable es el gerente de proyecto.
- Luego de implementados los cambios el responsable directo de la implementación deberá presentar el informe correspondiente con los resultados alcanzados.

Fuente: Elaboración propia.

### E) Plan de la Calidad del proyecto

El proceso de aseguramiento y control de la calidad se llevó a cabo por el supervisor de calidad, según el plan de la calidad ya aprobado con el cliente, el procedimiento de calidad se desarrolló según las exigencias del plan de la calidad y los alcances del proyecto. El responsable es el Gerente del proyecto. (Véase el Cuadro N° 5.6. Véase el Gráfico N° 5.7, en la página 49).

CUADRO N° 5.6  
PLAN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO

<b>Nombre del Proyecto:</b>	Fabricación y Suministro de equipamiento hidromecánico
<b>Preparado por:</b>	Jefe de calidad
<b>Revisado por:</b>	Gerente de proyecto
<b>Aprobado por:</b>	Gerente de operaciones
<b>Fecha:</b>	23/01/2012
<b>Descripción del Sistema de Calidad del Proyecto:</b>	
<b>Política de calidad</b>  La política de calidad del proyecto está basada en la política de calidad de la empresa, la cual procura cumplir con los requerimientos técnicos y estándares que debe cumplir todo equipamiento para que lleve a cabo las funciones para la cual ha sido concebida. Basado en el aseguramiento de la calidad, control de la calidad y la mejora continua. Las fabricaciones deberán cumplir con las normas estipuladas en el Plan de la calidad, además de cumplir con los estándares que se exijan en forma específica para cada proyecto, que deberán haber sido aprobados y formalizados a través del contrato del proyecto.	
<b>Estructura Organizacional</b>   <pre>graph TD; A[Gerente de Proyecto] --- B[Jefe de Calidad]; B --- C[Equipo de Calidad];</pre>	

## **Roles y Responsabilidades**

- **Gerente de proyecto:** responsable máximo del Plan de Gestión de Calidad, velar que el equipo de proyecto siga las políticas de calidad especificadas para el proyecto. Responsable de controlar los cambios en la gestión de la calidad del proyecto.
- **Jefe de calidad:** responsable directo de la calidad del proyecto, de velar que se sigan los procedimientos y políticas de calidad para el proyecto, responsable directo de la elaboración del plan de la calidad e implementar cualquier cambio aprobado en la calidad.
- **Supervisor de Calidad:** responsable del monitoreo de la aplicación de las políticas y procedimientos de calidad para el proyecto. Coordinación con el área de producción para la planificación de los procesos de aseguramientos y control de calidad. Responsable de la supervisión y análisis de los procesos de mejora continua.

## **Gestión de la calidad del proyecto**

- **Planificar la Calidad:** Identificar las políticas de calidad para el proyecto, normas de calidad y lineamientos establecidos el Plan de inspección y pruebas PIP-020011 Rev. 00 y las Especificaciones Técnicas ET-020010 Rev. 00. Y llevar a cabo su cumplimiento. Identificar los objetivos de cada equipamiento y los recursos para el cumplimiento de los estándares exigidos contractualmente. Obteniéndose las métricas de calidad y las listas de verificación.
- **Realizar el Aseguramiento de la Calidad:** Planificar las actividades y procedimientos que aseguren que no ocurran desviaciones críticas en las líneas base. Se llevarán a cabo el monitoreo y auditorias que permitan determinar las desviaciones en forma anticipada. Las solicitudes de cambio estarán también en constante monitoreo, así como las acciones correctivas o preventivas que tengan a lugar.
- **Realizar Control de Calidad:** Verificar que los equipamientos cumplan con los estándares y políticas de calidad determinadas para el proyecto. Todo se basará en las métricas de calidad consideradas en el plan de la calidad. Se deberán considerar análisis de causa – raíz para identificar las causas de las observaciones presentadas.

## **Procedimientos y normas**

- Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) - Quinta Edición.
- ASTM: American Society for Testing and Materials.

- ASME: American Society of Mechanical Engineers.
- AWS: American Welding Society.
- Plan de inspección y pruebas PIP-020011 Rev. 00.
- Especificaciones técnicas ET-020010 Rev. 00.

### **Procesos**

- Gestión del Proyecto:
  - Monitoreo y Control de avance del proyecto.
  - Control del Costo del proyecto.
  - Control de Cambios.
- Control de la calidad:
  - Recepción de materiales.
  - Trazabilidad de materiales.
  - Inspección de soldadura.
  - Ensayos no destructivos.
  - Control dimensional.
  - Inspección de pintura.
  - Liberación de pre ensamble.
  - Liberación de embalado.
  - No conformidad.
  - Acta de conformidad.

### **Control de Calidad**

El control de calidad del proyecto se llevará a cabo a través de la supervisión constante de los equipamientos, se llevará a cabo el monitoreo para obtener los datos y evaluar si el desempeño de las actividades conlleve a que los equipamientos cumplan con los estándares de calidad. De lo contrario deberán llevarse a cabo las recomendaciones o tomar las acciones correctivas correspondientes.

Se obtendrán:

- Protocolos de control de calidad.
- Protocolos de no conformidad.
- Solicitudes de cambios.

### **Aseguramiento de la Calidad**

Para asegurar que los equipamientos cumplan con los alcances especificados se determinarán reuniones que se llevarán a cabo cada 2 semanas en donde participarán el Jefe de calidad como responsable, el Equipo de Calidad del proyecto y el Supervisor de Calidad. Se revisarán las desviaciones en la ejecución del proyecto según las líneas base del proyecto y en los requerimientos del producto.

Se determinarán acciones preventivas o correctivas de ser necesario y se actualizarán los documentos correspondientes.

### **Mejoramiento de la Calidad**

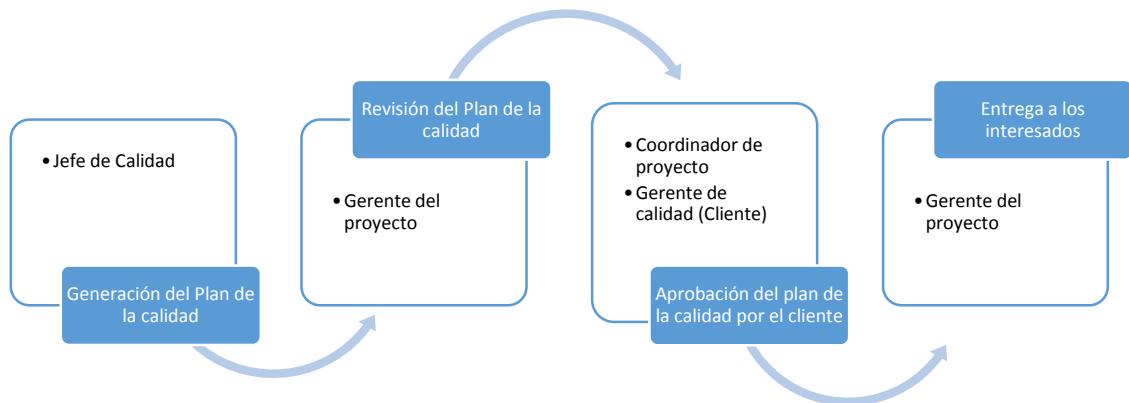
Crear un plan de mejoramiento con el objetivo de optimizar los procesos a través de los informes de desempeño de las actividades, considerando las siguientes herramientas:

- Diagramas de Causa-Efecto.
- Histogramas.
- Diagramas de Pareto.

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO N° 5.7

### FLUJO DEL PROCESO DEL PLAN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia.

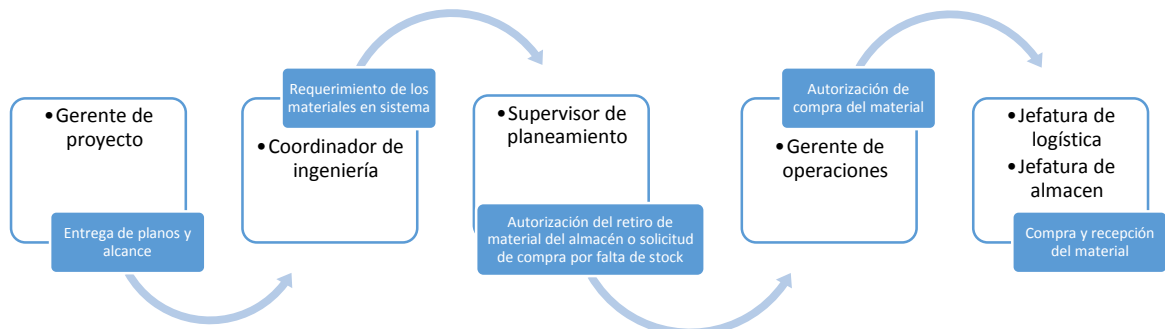
#### ➤ **Grupo de procesos de Ejecución**

Son los procesos que permitieron llevar a cabo las actividades programadas.

#### **A) Requerimiento de material e ingeniería de taller.**

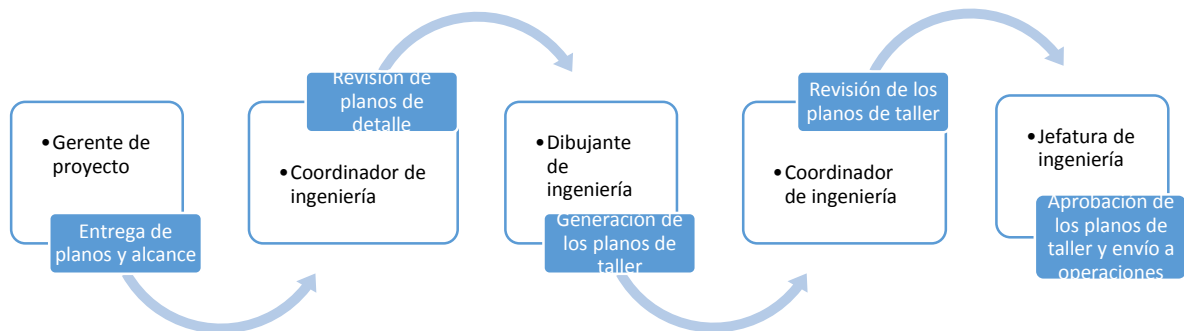
El coordinador de ingeniería responsable del proyecto desarrolló el requerimiento de material necesario para el proyecto según prioridad de fabricación, las exigencias y alcances; luego generó la ingeniería de taller necesaria para la fabricación de detalle o plano necesario para el desarrollo de la fabricación. (Véanse el Gráfico N° 5.8 y el Gráfico N° 5.9, en la página 50, y el Cuadro N° 5.7, en la página 51).

GRÁFICO N° 5.8  
FLUJO DE PROCESO DE REQUERIMIENTO DE MATERIAL



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO N° 5.9  
FLUJO DE GENERACION DE PLANOS DE TALLER



Fuente: Elaboración propia.

## B) Procedimientos de fabricación del equipamiento

Los procedimientos de fabricación fueron desarrollados por el Supervisor de producción los cuales fueron aprobados por la supervisión del cliente antes de iniciarse la fabricación. El responsable es el Jefe de Producción. (Véase el Gráfico N° 5.10, en la página 51. Véase el Cuadro N° 5.8, en la página 52).

Contuvo lo siguiente:

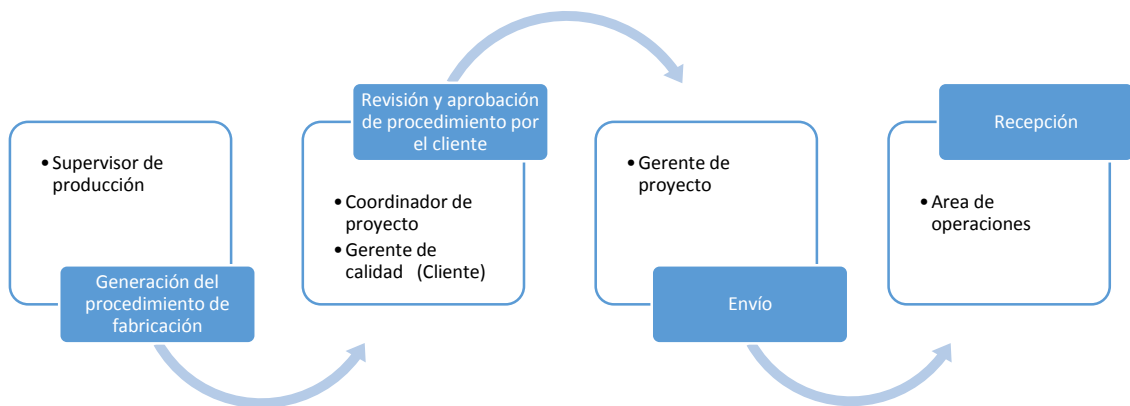
- Índice.
- Objetivo.
- Aplicación.
- Documentos de referencia.
- Procesos de fabricación.

CUADRO N° 5.7  
REQUERIMIENTO DE MATERIAL

REQUERIMIENTO DE MATERIAL				
<b>Proyecto</b>	Ingeniería, Fabricación y Suministro de Equipamiento Hidromecánico		N° CHC – 020011-00	
<b>Preparado por:</b>	Coordinador de ingeniería	<b>Revisado por:</b>	Jefe de planeamiento	
<b>Aprobado por:</b>	Gerente de proyecto	<b>Equipamiento</b>	Compuerta ataguía del vertedero	
<b>ID</b>	1.3.2.7	<b>Paquete de trabajo</b>	Panel de la compuerta	
<b>Fecha</b>	16/07/2012	<b>Prioridad</b>	Alta	
<b>Ítem</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>	<b>Medida</b>
01	42536	Plancha Gr. 50 6 x 1500 x 6000 mm	2	UN
02	32462	Plancha Gr. 50 12 x 1500 x 6000 mm	6	UN
03	25683	Plancha Gr. 50 8 x 1500 x 6000 mm	2	UN
04	07593	Plancha A36 6 x 1200 x 2400 mm	2	UN
05	02356	Buje grafitado 50 mm x 15 mm Ø	2	UN
06	23564	Interzinc 52 A+B	20	GI
07	23354	Interzone 954 A+B	90	GI

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO N° 5.10  
FLUJO DE PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DEL EQUIPAMIENTO



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 5.8

PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DEL EQUIPAMIENTO

PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DEL EQUIPAMIENTO			
Proyecto:	Fabricación y Suministro de equipamiento hidromecánico		
Entregable	Compuerta ataguía del Vertedero	ID	1.3.2.7
Paquete de trabajo	Panel de compuerta – 1.3.2.7.1	Plano	CAV-0200-11-10
Preparado por:	Supervisor de producción	Fecha	14/09/2012
<b>ÍNDICE</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Objetivo.</li> <li>2. Aplicación.</li> <li>3. Documentos de Referencia.</li> <li>4. Procesos de fabricación.</li> </ol>			
<b>OBJETIVO</b> Establecer la secuencia detallada de fabricación del Panel de compuerta, plano CAV-020011-10, de la Compuerta ataguía del vertedero.			
<b>APLICACIÓN</b> Esta instrucción es aplicable a todas las etapas de la fabricación del Panel de compuerta, plano CAV-020011-10, de la Compuerta ataguía del vertedero.			
<b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano de fabricación CAV-020011-10.</li> <li>• Plano de ensamble CAV-020011-00.</li> <li>• Plan de inspección y pruebas PIP-020011 Rev. 00.</li> <li>• Especificación técnica ET-020010 Rev. 00.</li> </ul>			
<b>PROCESOS DE FABRICACIÓN</b> <p>Oxicorte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortar todas las referencias conforme instrucciones de plano emitido para fabricación.</li> </ul> <p>Perforado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perforación de todas las referencias conforme instrucciones de plano emitido para fabricación.</li> </ul> <p>Calderería:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicado en el procedimiento de Enderezado C-PAC-2011-12-002</li> <li>• Sobre base plana y nivelada montar ref. 401.</li> </ul>			



**Soldadura:**

- Indicado en el procedimiento C-PAC-2011-12-001 / C-PAC-2011-12-003 / C-PAC-2011-12-002.
- Soldar el ítem 201, conforme instrucciones de plano de fabricación: CAV-020022-00 y Listado de Junta de Soldar, N° C-CH-007-11A, C-CH-002-12A.
  - Material: A572 A GR.50 x A572 A GR.50

**Calderería:**

- La temperatura de calentamiento no deberá exceder los 650°C. En aceros estructurales. Se procederá con temperatura de calentamiento a un máximo de 550°C.
- Limpieza de rugosidades en soldadura para prueba de NDT y luego se procederá a llevar a cabo la presentación de ítem 201, conf. plano: CAV-020011-00 y plano CAV-020011-10.

**Control de calidad:**

- Controlar la presentación de ítem 201 y Realizar prueba de Líquidos penetrantes. Según referencia N° NDT-ASME-PT001-07.

**Pre ensamble:**

- Presentar los subconjuntos 201 (inferior/intermedio) y 202 (superior).
- Verificar la planicidad del ensamble 001.
- Realizar trazo del ítem 414-415 sobre ensamble 001.

**Control de calidad:**

- Control dimensional y visual 100%. Liberar para soldadura de referencia.

**Soldadura:**

- Indicado en el procedimiento C-PAC-2011-12-001 / C-PAC-2011-12-003 / C-PAC-2011-12-002.
- Soldar ref. 414-415, conforme instrucciones de plano: CAV-020011-00 e informe de Junta de Soldar, N° C-CH-007-11A, C-CH-002-12A.

**Calderería:**

- Calibrar el conjunto 201. La temperatura de calentamiento no podrá superar 650°C. En aceros estructurales. Se procederá a temperatura de calentamiento como máximo de 550°C.

Pre ensamble final:

- Presentar los subconjuntos 201 (inferior/intermedio) y 202 (superior).
- Verificar la planicidad del conjunto 001.
- Sobre base plana y nivelada montar ref. 401.

Control de calidad final

- Control dimensional de linealidad y planicidad en tolerancias de sellos de panel inferior e intermedio. Inspección con el supervisor de calidad del cliente.

Granallado y pintado:

- Realizar granallado y pintado del ítem 201, plano: CAV-020011-10. Y conf. Especificación Técnica: ET-020010 Rev. 00.

Liberación final:

- Liberación de pintura, de acuerdo al procedimiento de pintura y Diseño de ítem 201, con el supervisor de calidad del cliente para despacho.

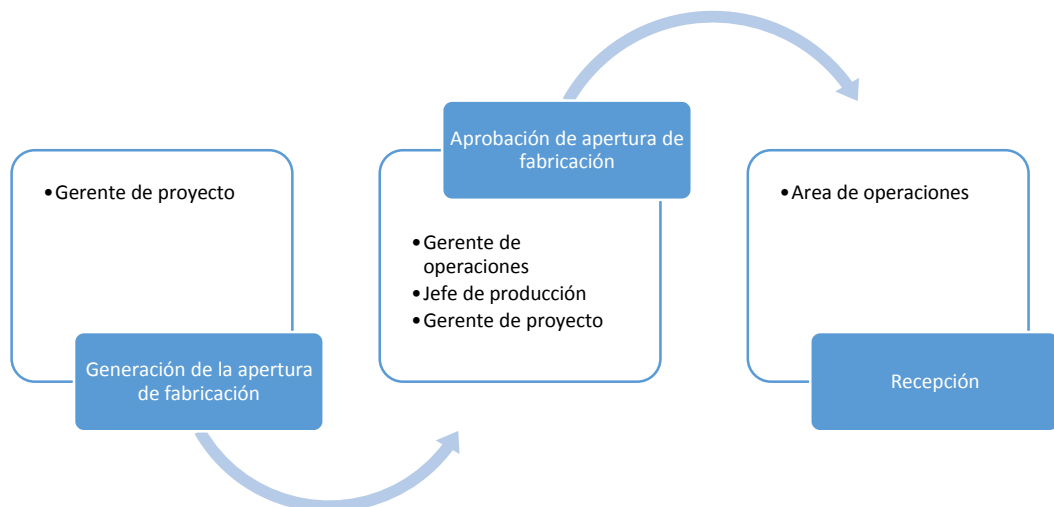
Fuente: Elaboración propia.

### C) Apertura de la fabricación

Una vez oficializado el cronograma, personal de fabricación a disposición y procesos aprobados, se procedió a la apertura de la fabricación y se llevaron las actividades según lo planificado. (Véase el Gráfico N° 5.11. Véase el Cuadro N° 5.9, en la página 55).

GRÁFICO N° 5.11

#### FLUJO DE APERTURA DE FABRICACIÓN DEL EQUIPAMIENTO



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 5.9  
 APERTURA DE FABRICACIÓN DEL EQUIPAMIENTO

FECHA: 23/09/2012			
<b>APERTURA DE FABRICACIÓN</b>			
<b>COMPUERTA ATAGUÍA DEL VERTEDERO</b>			
Cliente:	Empresa contratante		
Proyecto:	Fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico		
Equipamiento	1.3.2.7	Responsable del proyecto	Gerente del proyecto
Documentación	CAV-020011-00	Responsable de producción	Gerente de operaciones
Tiempo de entrega	214 días	Prioridad	A
Fecha de inicio:	12/11/2012	Fecha de finalización:	24/04/2013
<b>Descripción:</b>			
Fabricación y suministro de una Compuerta Ataguía del Vertedero, comprende: un panel de compuerta, un conjunto de contraguía, un conjunto de guías laterales, un sistema de sellos, un sistema de válvula, un sistema de anclaje primario, un sistema de anclaje secundario, una poza de almacenaje, un dispositivo de almacenaje, una viga de izaje y un dispositivo de montaje.			
<b>RESPONSABLES:</b>			
Gerente de operaciones	Jefe de producción	Gerente de proyecto	

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Grupo de procesos de Monitoreo y Control**

Son los procesos llevados a cabo para el seguimiento de las actividades y detectar cualquier desviación para decidir la acción correspondiente.

**A) Controles de avance del proyecto**

Una vez llevado a cabo el inicio de las fabricaciones el Supervisor de planeamiento llevó a cabo el control y seguimiento de la producción, monitoreando el avance, a través de la Curva S y el Valor ganado, según la programación del cronograma oficial del proyecto. Se reportó al Gerente del proyecto quien tomó las decisiones pertinentes y se comunicó al responsable según el cuadro de responsabilidades. (Véanse el Grafico N° 5.12, en la página 57, el Cuadro 5.10, en la página 58 y el Grafico N° 5.13, en la página 58).

Se consideraron los siguientes controles:

- Control de Curva S del proyecto
- Control de Valor ganado del proyecto

**B) Informe del estado del proyecto**

Al finalizar el mes, dentro de la primera semana del siguiente mes se envió al cliente con copia a la gerencia general un Informe del estado del proyecto donde se detalló todo lo concerniente al proyecto, considerando todos los alcances, parámetros, los equipamientos y el control de los avances del proyecto en todos sus ámbitos. El responsable es el Gerente de proyecto. (Véanse el Gráfico N° 5.14, en la página 59 y el Cuadro N° 5.11, en la página 60).

Contuvo los siguientes temas:

- Cuadro de hitos.
- Información financiera.
- Desarrollo de las actividades de ingeniería.
- Desarrollo de las actividades de fabricación.
- Cuadro de Equipamiento.
- Conclusiones.

GRÁFICO N° 5.12  
CONTROL DE AVANCE - CURVA S AL CIERRE DEL PROYECTO

DESCRIPCION	MONTO A FABRICAR	BIMESTRE N° MES DE CORTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
			09/11/11 31/12/11	01/01/12 29/02/12	01/03/12 30/04/12	01/05/12 30/06/12	01/07/12 31/08/12	01/09/12 31/10/12	01/11/12 31/12/12	01/01/13 28/02/13	01/03/13 30/04/13	01/05/13 30/06/13	01/07/13 31/08/13	01/09/13 31/10/13	01/11/13 31/12/13	01/01/14 28/02/14	01/03/14 30/04/14	01/05/14 30/06/14	01/07/14 31/08/14	01/09/14	
FAB. Y SUM. EQ. HIDROMECANICO																					
GESTION DEL PROYECTO	88,287.84																				
GESTION DEL PROYECTO	88,287.84																				
ACTA DE CONSTITUCION DEL PROYECTO	2,818.21	PROG	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
PLAN DE GESTION DEL ALCANCE	22,255.11	PROG	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
PLAN DE GESTION DEL CRONOGRAMA	16,691.31	PROG	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
PLAN DE GESTION DEL COSTO	16,691.32	PROG	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
PLAN DE GESTION DE LA CALIDAD	27,818.87	PROG	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
ACTA DEL CIERRE DEL PROYECTO	2,013.02	PROG	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		REAL	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
INGENIERIA Y PROCEDIMIENTOS	72,976.10																				
ING. DE TALLER Y PROCEDIMIENTOS DE FAB.	72,976.10									75.28%											
INGENIERIA DE TALLER	66,467.38	PROG	0%	6%	13%	19%	25%	31%	38%	44%	56%	63%	69%	75%	81%	88%	94%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	3%	12%	17%	22%	28%	31%	40%	44%	49%	52%	60%	73%	80%	85%	92%	99%	100%	
PROCEDIMIENTOS DE FAB. DE LOS EQUIP.	6,508.72	PROG	0%	17%	33%	50%	67%	83%	83%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	5%	31%	40%	62%	79%	81%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
FAB. DE EQUIPAMIENTO HIDROMECANICO	14,954,202.95																				
EQ. CIRCUITO DE GENERACION PRINCIPAL	294,241.32																				
C. ATAGUIA DEL TUBO DE ASPIRACION	294,241.32	PROG	0%	0%	67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	0%	47%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
EQ. VERTEDERO	2,912,262.05									60.78%											
C. RADIAL DEL VERTEDERO	1,995,294.39	PROG	0%	0%	0%	0%	0%	15%	30%	60%	85%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	0%	0%	0%	0%	13%	27%	57.64%	79%	88%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
C. ATAGUIA DEL VERTEDERO	762,744.39	PROG	0%	0%	0%	0%	0%	10%	20%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	0%	0%	0%	0%	5%	28%	66%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
C. RODANTE DE TOMA DE AGUA	110,363.24	PROG	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	33%	66%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	47%	81%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
REJA DE TOMA DE AGUA	43,860.03	PROG	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
EQ. TUNEL DE DESVIO	1,345,719.62																				
C. RODANTE DEL TUNEL DE DESVIO	623,960.66	PROG	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	40%	80%	95%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	28%	55%	90%	100%	100%	100%	
C. DESLIZANTE DEL TUNEL DE DESVIO	721,758.96	PROG	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	45%	65%	95%	100%	
		REAL	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	42%	59%	90%	100%	
EQ. CAUDAL ECOLOGICO	167,127.24																				
REJA DE CAUDAL ECOLOGICO	49,316.78	PROG	0%	25%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	20%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
TUBERIA DE CAUDAL ECOLOGICO	117,810.46	PROG	0%	25%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	18%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
EQ. TUBERIA FORZADA PRINCIPAL	7,064,030.12																				
TUBERIA FORZADA PRINCIPAL	7,064,030.12	PROG	0%	0%	0%	20%	45%	75%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	0%	0%	7%	38%	68%	93%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
EQ. TUNEL DE ADUCCION	3,170,822.60																				
CONDUCTO FORZADO PRINCIPAL	3,170,822.60	PROG	0%	0%	0%	0%	24.20%	0%	15%	35%	65%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	0%	0%	0%	0%	0%	13%	33%	67%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
TRANSPORTE DE EQUIPAMIENTO A OBRA	419,776.51																				
TRANSPORTE DE EQUIPAMIENTO	419,776.51																				
ENTREGA DE EQ. CIRCUITO GEN. PRINCIPAL	7,504.55	PROG	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
ENTREGA DE EQ. VERTEDERO	78,396.10	PROG	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		REAL	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
ENTREGA DE EQ. TUNEL DE DESVIO	36,521.98	PROG	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		REAL	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
ENTREGA DE EQ. CAUDAL ECOLOGICO	4,817.49	PROG	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		REAL	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
ENTREGA DE EQ. TUBERIA FORZADA	203,301.96	PROG	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		REAL	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
ENTREGA DE EQ. TUNEL DE ADUCCION	89,234.43	PROG	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		REAL	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
MONTO TOTAL	15,535,243.40																				
	PROG		41765	133151	466150	1988655	3759757	6735187	9441955	11695514	13378672	13969404	14010476	14077668	14383956	14745792	15060567	15240105	15460620	15535243	
	REAL		41765	119664	406507	1068350	3262955	5955710	8954060	11472008	13346795	13740766	14019719	14058485	14307752	14581920	15005722	15195470	15423868	15535243	
			0.27%	0.77%	2.62%	6.88%	21.00%	38.34%	57.64%	73.85%	85.91%	88.45%	90.24%	90.49%	92.10%	93.86%	96.59%	97.81%	99.28%	100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO N° 5.10  
CONTROL DE AVANCE - VALOR GANADO AL CIERRE DEL PROYECTO**

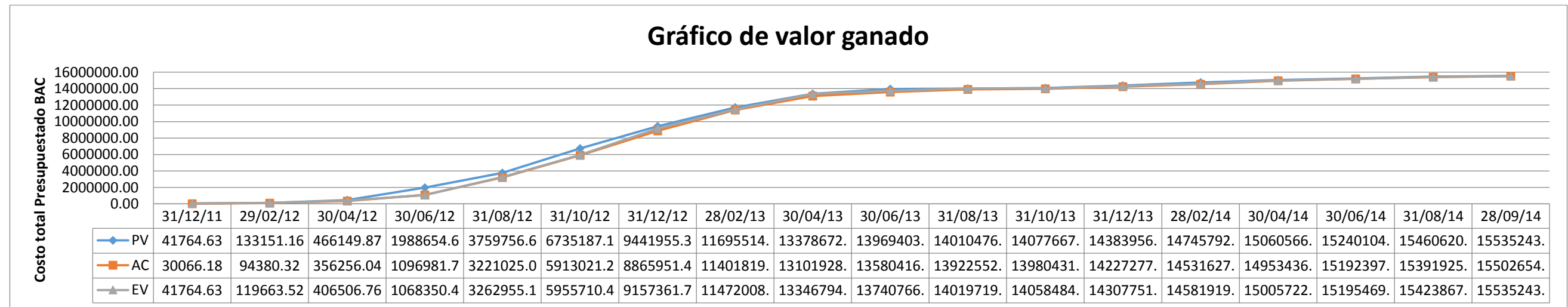
**Análisis de Valor Ganado US \$**

<b>ID PROYECTO:</b>	<b>CHC</b>
<b>Fecha inicial proyecto:</b>	<b>9/11/2011</b>
<b>Fecha final a reportar:</b>	<b>28/09/2014</b>
<b>Fecha final proyecto:</b>	<b>28/09/2014</b>

		31/12/11	29/02/12	30/04/12	30/06/12	31/08/12	31/10/12	31/12/12	28/02/13	30/04/13	30/06/13	31/08/13	31/10/13	31/12/13	28/02/14	30/04/14	30/06/14	31/08/14	28/09/14
Valor del Trabajo Planificado		41764.63	91386.53	332998.71	1522504.74	1771102.05	2975430.46	2706768.26	2253559.11	1683157.70	590731.47	41072.59	67191.41	306288.54	361836.15	314774.50	179537.87	220515.73	74622.95
Valor del Trabajo Planificado Acumulado	<b>PV</b>	41764.63	133151.16	466149.87	1988654.61	3759756.66	6735187.12	9441955.38	11695514.49	13378672.19	13969403.66	14010476.25	14077667.66	14383956.20	14745792.35	15060566.85	15240104.72	15460620.45	15535243.40
Costo real del trabajo realizado		30066.18	64314.14	261875.72	740725.75	2124043.21	2691996.25	2952930.18	2535868.04	1700108.86	478488.62	342135.05	57879.10	246846.51	304350.34	421808.09	238961.93	199527.64	110728.90
Costo real acumulado del trabajo realizado	<b>AC</b>	30066.18	94380.32	356256.04	1096981.79	3221025.00	5913021.25	8865951.43	11401819.47	13101928.33	13580416.95	13922552.00	13980431.10	14227277.61	14531627.95	14953436.04	15192397.97	15391925.60	15502654.51
Valor ganado del trabajo realizado		41764.63	77898.89	286843.24	661843.71	2194604.63	2692755.38	3201651.24	2314646.45	1874786.36	393971.94	278952.85	38765.62	249266.63	274168.35	423802.11	189747.81	228397.99	111375.57
Valor ganado del trabajo realizado acumulado	<b>EV</b>	41764.63	119663.52	406506.76	1068350.47	3262955.10	5955710.48	9157361.72	11472008.17	13346794.53	13740766.47	14019719.32	14058484.94	14307751.57	14581919.92	15005722.03	15195469.84	15423867.83	15535243.40
<b>Costo total presupuestado BAC</b>		15,535,243.40																	
<b>Índices de desempeño</b>	<b>Valor</b>																		
Índice de rendimiento de los costos del proyecto CPI	1.00																		
Índice de rendimiento del cronograma del proyecto SPI	1.00																		
Variación del costo CV	32,588.89																		
Variación del cronograma SV	--																		

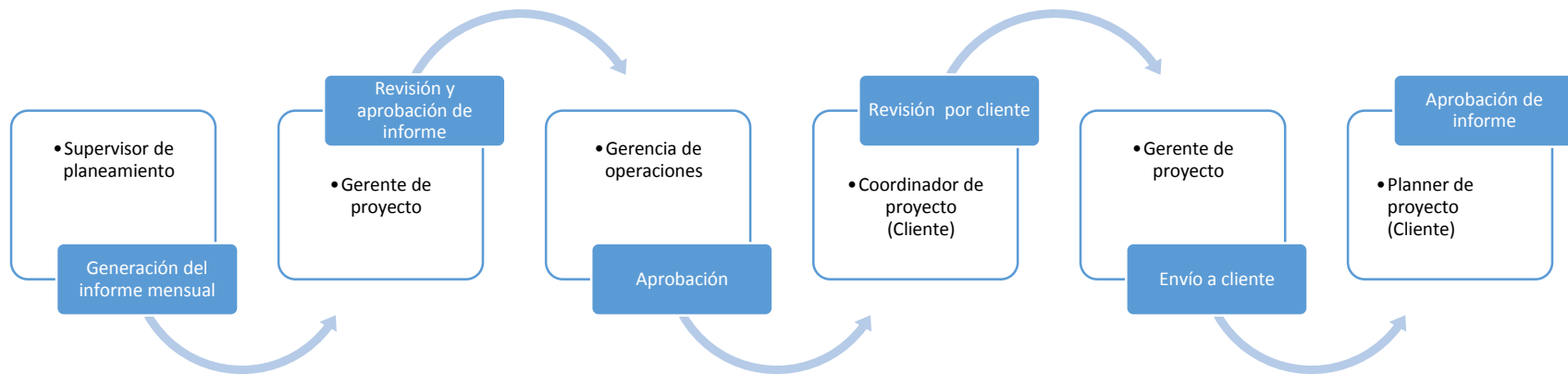
Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO N° 5.13  
CONTROL DE AVANCE - VALOR GANADO AL CIERRE DEL PROYECTO**



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO N° 5.14  
FLUJO DEL INFORME DEL ESTADO DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 5.11  
INFORME DEL ESTADO DEL PROYECTO

INFORME DEL ESTADO DEL PROYECTO					
Proyecto:	Fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico				
Preparado por:	Supervisor de planeamiento	Fecha	02	08	2014
Revisado por:	Gerente de proyecto	Fecha	03	08	2014
Aprobado por:	Gerente de operaciones	Fecha	04	08	2014
<p><b>INTRODUCCIÓN</b></p> <p>En el presente informe se detallan las actividades del proyecto como ingeniería, producción, hitos, el detalle del control del avance de las actividades de fabricación de las estructuras (ítems); las cuales se han estado ejecutando en el presente periodo.</p>					
<b>CUADRO DE HITOS</b>					
Hito	Fecha contractual	Fecha de cumplimiento	Conforme		
Plan para la gestión del proyecto.	08/02/2012	04/02/2012	SI		
Procedimientos de fabricación.	17/03/2013	24/03/2013	SI		
Equipamiento para el circuito de generación principal.	01/06/2012	29/05/2012	SI		
Equipamiento para el vertedero.	01/03/2014	27/10/2013	Negociación - 1.3.2.6		
Equipamiento para el túnel de desvío.	01/10/2014	En proceso			
Equipamiento para el caudal ecológico.	05/04/2012	04/04/2012	SI		
Equipamiento para la tubería forzada.	01/01/2013	28/12/2013	SI		
Equipamiento para el túnel de aducción.	01/08/2013	05/05/2013	SI		
Entrega de los equipamientos en obra.	01/10/2014	En proceso			
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos de fabricación de Equipamiento 1.3.3.2 Compuerta rodante del túnel de desvío sufrieron retraso por envío de planos del cliente Acta de reunión AR-19-03-2013.</li> <li>• El equipamiento 1.3.2.6 Compuerta radial del vertedero sufrió retraso de 28 días, fecha de entrega programada 01/07/2013, fecha estimada 29/07/2013. Se negociará inaplicabilidad de penalidad Acta de reunión AR-03-08-2013 al finalizar el proyecto.</li> </ul>				



	<ul style="list-style-type: none"> <li>El equipamiento 1.3.3.2 Compuerta deslizante del túnel de desvío sufrió retraso de 10 días a la fecha de entrega programada 01/10/2014, por modificación de sistema de sellado con Solicitud de cambio SC-CDT020015-10.</li> </ul>
--	---

#### INFORMACIÓN FINANCIERA

- En el mes evaluado no hubo cumplimiento de hito.
- El próximo periodo se estará llevando a cabo según Anexo 3 del contrato el cumplimiento de los siguientes hitos:
  - Cumplimiento del Hito q) Equipamiento 1.3.3.3 Compuerta Deslizante del túnel de desvío. El cual contempla el pago de \$ 822,805.21.
  - Cumplimiento del Hito r) Entrega en obra de equipamiento para el túnel de desvío. El cual contempla el pago de US \$ 41,635.06.

#### DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DE INGENIERÍA

- 1.3.1 Equipamiento para el circuito de generación principal – ingeniería completa.
- 1.3.2 Equipamiento para el vertedero – ingeniería completa.
- 1.3.3 Equipamiento para el túnel de desvío – ingeniería completa.
  - En proceso de espera de respuesta a RFI-020015-15-02, enviado el 01/08/2014.
- 1.3.4 Equipamiento para el caudal ecológico – ingeniería completa.
- 1.3.5 Equipamiento para la tubería forzada – ingeniería completa.
- 1.3.6 Equipamiento para el túnel de aducción – ingeniería completa.

#### DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DE FABRICACIÓN

- Compuerta deslizante del túnel de desvío – 1.3.3.3.
- Peso total a entregar 218,527.41 Kg.
- Entrega en obra el 28/09/2014. Avance General 98.88%.
- Actualmente en proceso de pre ensamble.

#### CUADRO DE EQUIPAMIENTO

Se programa la entrega del Equipamiento Compuerta Deslizante del túnel de desvío.

Compuerta deslizante para el túnel de desvío				ID	1.3.3.3
ID	Paquete de trabajo	Plano	Cant.	Peso total Kg	Fecha de entrega
1.3.3.3.1.1	Panel de compuerta	CDT-020011-00	1	82,529.50	22-28/09/2014
1.3.3.3.1.2	Patín	CDT-020014-00	20	149.00	22-28/09/2014
1.3.3.3.1.3	Sellos de compuerta	CDT-020015-00	1	646.00	22-28/09/2014

1.3.3.3.1.4	Anclajes primarios	CDT-020021-00	1	1,519.36	22-28/09/2014
1.3.3.3.1.5	Anclajes secundarios	CDT-020022-00	1	16,740.09	22-28/09/2014
1.3.3.3.1.6	Viga de soporte	CDT-020025-00	1	768.88	22-28/09/2014
1.3.3.3.1.7	Vástago de izaje	CDT-020034-00	1	6,258.09	22-28/09/2014
1.3.3.3.2.1	Panel de compuerta	CDT-020011-00	1	82,529.50	22-28/09/2014
1.3.3.3.2.2	Patín	CDT-020014-00	20	149.00	22-28/09/2014
1.3.3.3.2.3	Sellos de compuerta	CDT-020015-00	1	646.00	22-28/09/2014
1.3.3.3.2.4	Anclajes primarios	CDT-020021-00	1	1,519.36	22-28/09/2014
1.3.3.3.2.5	Anclajes secundarios	CDT-020022-00	1	16,740.09	22-28/09/2014
1.3.3.3.2.6	Vástago de soporte	CDT-020025-00	1	768.88	22-28/09/2014
1.3.3.3.2.7	Viga de izaje	CDT-020034-00	1	6,258.09	22-28/09/2014
1.3.3.3.2.8	Dispositivo de montaje	CDT-020055-00	1	547.00	22-28/09/2014
		Peso total Kg		218,527.41	
OBSERVACIONES					
CONCLUSIONES					

Según el cuadro de fabricaciones en adjunto se verifica el avance del proyecto en el caso de la Compuerta deslizante del túnel de desvío, con programación de entrega en obra del 22 al 28/09/2014 de las fabricaciones según fechas estipuladas en el cronograma, lo cual representa actualmente un porcentaje de avance de 98.88%.

Fuente: Elaboración propia.

### C) Informe de cumplimiento de hitos del proyecto

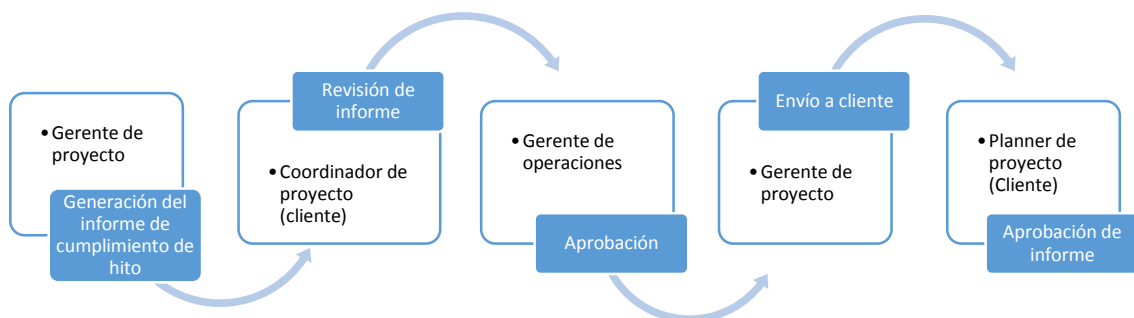
Cada vez que se llevó a cabo cumplimiento de algún hito del proyecto, se comunicó al cliente el cumplimiento del objetivo con un informe de cumplimiento de hitos, donde se detalló todo lo concerniente a este equipamiento. El responsable es el Gerente de proyecto. (Véase el Gráfico N° 5.15. Véase el Cuadro N° 5.12, en la página 64).

El informe contenía:

- Introducción.
- Cuadro de fabricaciones del hito.
- Detalle de los equipamientos a enviar al cliente.
- Conclusiones.

GRÁFICO N° 5.15

#### FLUJO DE INFORME DE CUMPLIMIENTO DE HITOS DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia.

### D) Acta de Reunión del proyecto

Cada acuerdo en la reunión periódica con el cliente fue registrado en el acta de reunión del proyecto. Se detalló toda incidencia significativa para los interesados y acuerdos llevados a cabo, considerando los responsables y plazo límite para llevar a cabo la acción indicada, el acta fue firmada por cada presente responsable en la reunión y luego fue elevada al Gerente del proyecto para su control y archivamiento con una copia para el cliente. (Véanse el Gráfico N° 5.16, en la página 65 y el Cuadro N° 5.13, en la página 66).

CUADRO N° 5.12

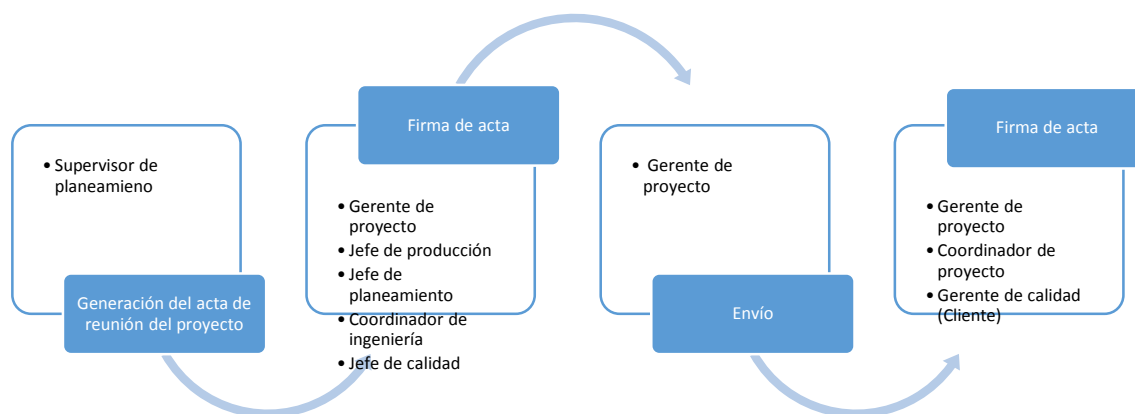
INFORME DE CUMPLIMIENTO DE HITOS DEL PROYECTO

INFORME DE CUMPLIMIENTO DE HITOS DEL PROYECTO					
Proyecto:	Fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico				
Preparado por:	Supervisor de planeamiento	Fecha	20	04	2013
Revisado por:	Gerente de proyecto	Fecha	20	04	2013
Aprobado por:	Gerente de operaciones	Fecha	21	04	2013
INTRODUCCION					
<p>El presente informe sustenta el cumplimiento del Hito k) Correspondiente al Anexo 3 del contrato.</p> <p>- Cumplimiento del Hito k) Equipamiento 1.3.2.7 Compuerta Ataguía del Vertedero. El cual contempla el pago de US \$ 869,528.61.</p>					
CUADRO DE FABRICACIONES DEL HITO					
Compuerta Ataguía del Vertedero				ID	1.3.2.7
ID	Paquete de trabajo	Plano	Cant.	Peso total Kg	Fecha de entrega
1.3.2.7.1	Panel de compuerta	CAV-020011-00	1	137,748.58	19/04/2013
1.3.2.7.2	Contraaguía	CAV-020012-00	24	133.01	19/04/2013
1.3.2.7.3	Guías laterales	CAV-020014-00	24	318.53	19/04/2013
1.3.2.7.4	Sellos de compuerta	CAV-020015-00	1	1,076.01	19/04/2013
1.3.2.7.5	Sistema de válvulas	CAV-020017-00	1	190.68	19/04/2013
1.3.2.7.6	Anclajes primarios	CAV-020021-00	1	4,577.40	14/04/2013
1.3.2.7.7	Anclajes secundarios	CAV-020022-00	1	38,978.16	14/04/2013
1.3.2.7.8	Poza de almacenaje	CAV-020023-00	6	635.10	19/04/2013
1.3.2.7.9	Dispositivo de almacenaje	CAV-020025-00	6	178.68	19/04/2013
1.3.2.7.10	Viga de izaje	CAV-020054-00	1	3,232.22	19/04/2013
1.3.2.7.11	Caballote de montaje	CAV-020055-00	1	472.65	19/04/2013

		Peso total Kg	186,839.82
<b>OBSERVACIONES</b>			
Guías de control: Los equipamientos fueron enviados según las guías de control 01111-021 y 01111-022.			
<b>CONCLUSIONES</b>			
<p>Se entregó en obra el equipamiento Compuerta Ataguía del vertedero. Según acta de conforme de recepción N°001-345936. Cumpliendo así con el Hito k) Correspondiente al Anexo 3 del contrato. Equipamiento 1.3.2.7 Compuerta Ataguía del Vertedero.</p> <p>NOTA: según el Anexo 2 Cuadro de pago, se procede con el cumplimiento del ítem k) Entrega en obra conforme del equipamiento Compuerta Ataguía del vertedero. Por lo que se deberá proceder al proceso de pago correspondiente al hito el cual contempla el pago de US \$ 869,528.61.</p>			

Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO N° 5.16**  
**FLUJO DEL ACTA DE REUNIÓN DEL PROYECTO**



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 5.13

ACTA DE REUNIÓN DEL PROYECTO

ACTA DE REUNIÓN DEL PROYECTO N° AR-24-04-2013				
Proyecto:	Fabricación y Suministro de equipamiento hidromecánico			
Asunto:	Reunión de seguimiento del proyecto			
Preparado por:	Gerente de proyecto	Fecha	24	04   2013
Participantes:	La empresa: Gerente de proyecto Gerente de operaciones Jefe de producción Jefe de calidad Jefe de planeamiento	El cliente: Coordinador de proyecto Gerente de calidad Gerente de ingeniería Gerente de contrato		
<b>AGENDA:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniería del proyecto.</li> <li>• Producción del proyecto.</li> <li>• Planificación del proyecto.</li> <li>• Calidad del proyecto.</li> <li>• Finanzas y Contrato del proyecto.</li> <li>• Otros.</li> </ul>				
Ítem	Proceso	Estado	Responsable	Fecha
<b>Ingeniería del proyecto</b>				
1.	Recepción de planos.	Cerrado, todos los planos recibidos.	Coordinador de ingeniería	--
2.	Requerimiento de materiales.	Plano CDT-020025-00, proceso de compra. Atención prevista: 13/05/2013.	Jefe de logística.	16/05/2013
<b>Producción del proyecto</b>				
1.	Entrega de fabricaciones de Vertedero – Compuerta radial de vertedero.	Previsión de entrega el 06/05/2013 con 4 días de retraso para la Unidad 2 y el 29/05/2013 con 7 días de retraso para la Unidad 3. Motivo: retraso por procesos de soldadura. Plan de acción: se procederá a revisar el	Jefe de producción	26/04/2013

		proceso para cumplir con la fecha contractual.		
2.	Reja de toma de agua.	En proceso de liberación: previsión de término en fecha establecida en el cronograma.	Jefe de producción	26/04/2013
3.	Compuerta rodante de toma de agua.	En proceso de armado: retraso de un día en proceso de armado, en monitoreo, no reviste gravedad.	Jefe de producción	02/05/2013
4.	Compuerta Ataguía del túnel de desvío.	Entregado en obra – cerrado.	Jefe de producción	--
<b>Planificación del proyecto</b>				
1.	Procedimiento fabricación de compuerta rodante del túnel de desvío.	Fecha prevista: Se enviará el procedimiento dentro del plazo contractual para su aprobación.	Jefe de planeamiento y control de la producción	04/05/2013
2.	Registro de cambios.	Actualización: Se informa que se estará entregando el registro de cambios actualizado para la siguiente reunión del 02/05/2013.	Jefe de planeamiento y control de la producción	02/05/2013
<b>Calidad del proyecto</b>				
1.	Tolerancia de bujes de viga de izaje de Compuerta rodante de la toma de agua.	El cliente informa que las tolerancias del buje ítem 016 del plano CRA-020054-00 serán definidas en las próximas 48 horas.	Gerente de calidad – cliente	27/04/2013
2.	Junta de soldadura de Compuerta rodante de toma de agua.	Se está a la espera de la definición de la junta de soldadura por incongruencia de especificación de ítem 011 de plano CRA-020022-00.	Gerente de ingeniería – cliente	27/04/2013

		Cliente informa que será definido en las próximas 48 horas.		
<b>Finanzas y contrato del proyecto</b>				
1.	Cumplimiento de hito l) del anexo 2.	Se informa que el cumplimiento del hito d) Entrega de compuerta radial del vertedero se estará llevando a cabo el 07/07/2013.	Gerente de proyecto	02/05/2013
<b>Firma de participantes</b>				
<b>Empresa ejecutante</b>		<b>Cliente</b>	<b>Firma</b>	
Gerente de proyecto Gerente de operaciones Jefe de producción Jefe de calidad Jefe de planeamiento		Coordinador de proyecto Gerente de calidad Gerente de ingeniería Gerente de contrato		

Fuente: Elaboración propia.

### E) Solicitud de cambios al proyecto

Se gestionaron todas las solicitudes de cambio, evaluando el impacto al proyecto considerando la aceptación o no del cambio.

El responsable es el Gerente del proyecto. (Véanse el Gráfico N° 5.17, en la página 70 y el Cuadro N° 5.14, en la página 69).

Se generó el registro de cambios al proyecto donde se detalló lo siguiente:

- Persona que solicita la modificación.
- Nivel de la modificación.
- Descripción detallada del cambio.
- Justificación de la solicitud del cambio.
- Impacto sobre las líneas base.
- Comentarios adicionales.
- Resultado de la solicitud.
- Persona que aprueba.
- Fecha de respuesta.

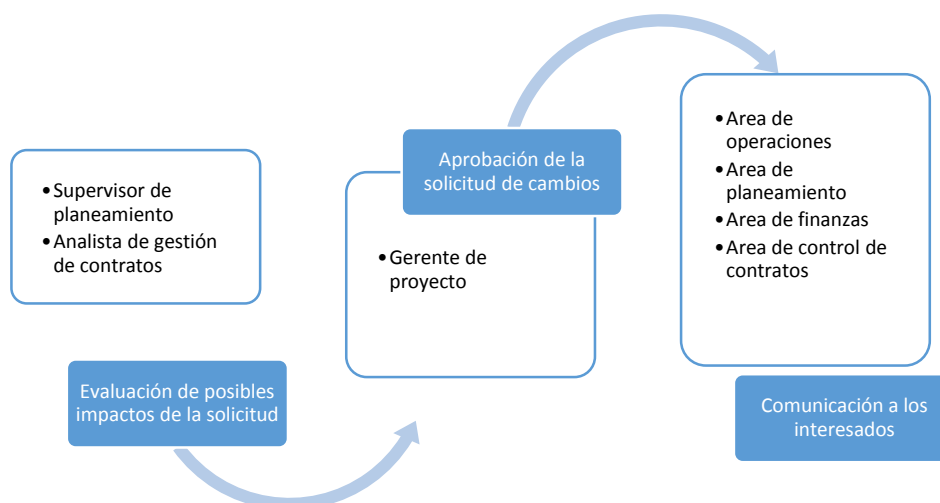


CUADRO N° 5.14  
SOLICITUD DE CAMBIO

<b>Nombre del Proyecto:</b>	Fabricación y Suministro de equipamiento hidromecánico		
<b>Preparado por:</b>	Gerente de proyecto	<b>Fecha</b>	09/11/2013
<b>Entregable:</b>	Compuerta Rodante del túnel de desvío	<b>Nivel</b>	A
<b>Número del Cambio: GC-CRT-020011-022</b>			
<b>Descripción detallada del cambio solicitado en el alcance:</b>			
Se solicita la modificación de la pista de rodamiento ítem 015 por modificación del diseño de las ruedas de la compuerta rodante del Túnel de desvío.			
<b>Justificación de la solicitud del cambio:</b>			
Debido a un recalcu estructural fue necesario que las ruedas de la compuerta vagón se modifiquen en su diámetro, es por este motivo que se deberá mecanizar y modificar la pista de rodamiento para que se proceda al ensamble correcto en obra.			
<b>Impacto sobre la línea base del proyecto</b>			
<b>Alcance:</b> Modificación del alcance, por modificación del diseño de la fabricación, se deberá gestionar el trabajo como adicional en costo y tiempo, por modificación del plano de ingeniería suministrada por el cliente con la versión del plano alcanzado <b>CRT-020022-30 Rev01</b> .			
<b>Costo:</b> Se deberá llevar a cabo el mecanizado de la pista de rodamiento en 4 mm del anterior nivel de referencia, además de modificar el nivel de acceso en 2 mm. Se adjunta el presupuesto <b>P-9507-11-2013 del adicional valorizado en US \$ 6,500.00</b> .			
<b>Cronograma:</b> Se deberá gestionar la ampliación del plazo de entrega de los anclajes secundarios según contrato para el <b>01/08/2013</b> y ampliarlo en <b>10 días adicionales</b> ya que las actividades adicionales tomarán el tiempo indicado y son responsabilidad del cliente. Se adjunta cronograma de actividades adicionales <b>CR-CRT-0200-22</b> .			
<b>Comentarios adicionales:</b>			
<b>Aprobado:</b> Si	<b>Gerente del Proyecto:</b> Director de Proyecto – Cliente	<b>Fecha:</b>	13/11/2013

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO N° 5.17  
FLUJO DE SOLICITUD DE CAMBIO AL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia.

#### F) Registro de cambios al proyecto

El responsable del Registro de cambios fue el supervisor de Planeamiento. (Véase el Cuadro N° 5.15, en la página 71).

Se generó la planilla de registro de cambios al proyecto donde se detalló lo siguiente:

- Identificación de la solicitud.
- Descripción del cambio.
- Causal.
- Efecto en el costo.
- Efecto en el cronograma.
- Responsable de la Aprobación.
- Fecha de aprobación.

CUADRO N 5.15

PLANILLA DEL REGISTRO DE LOS CAMBIOS

REGISTRO DE CAMBIOS					Fecha	01/08/2014
PROYECTO: Fabricación y Suministro de Equipamiento Hidromecánico				Preparado por:	Supervisor de planeamiento	
ID	Descripción del Cambio	Causal	Efecto en el Coste (US\$)	Efecto en Cronograma (días)	Aprobado por	Fecha de aprobación
GC-CRV-020011-13	Servicio de mecanizado a componentes de compuertas	Modificación de plano de fabricación	3,182.40	3	Director del proyecto – Cliente	09/10/2013
GC-CRV-020011-15	Suministro y fabricación de elementos en frontales móviles	Modificación de plano de fabricación	9,164.03	12	Director del proyecto – Cliente	24/04/2013
GC-CRT-020011-22	Modificación de pista de rodamiento de Compuerta rodante	Modificación de ruedas principales	6,500.00	10	Director del proyecto – Cliente	13/11/2013
GC-TF-020011-17	Fabricación de apoyo tipo anillo adicional	Modificación en el alcance	36,758.88	15	Director del proyecto – Cliente	24/04/2012

Fuente: Elaboración propia.

### **G) Gestión financiera y Gestión contractual del proyecto**

El proceso financiero del proyecto se llevó a cabo desde el inicio de la firma del contrato, fue trabajo operativo del analista de contratos para todos los temas de aprobación de hitos, procesos de pago, y el responsable fue el Gerente de proyecto. (Véase el Cuadro N° 5.16, en la página 73. Véanse el Cuadro N° 5.17, en la página 74 y el Gráfico N° 5.18, en la página 76). En el caso logístico la coordinación se llevó a cabo con los supervisores de compras y jefatura de logística en comunicación con el Gerente del proyecto. La gestión contractual fue responsabilidad del Gerente de proyecto, en coordinación con el Jefe de Gestión de Contratos, la integración del proyecto fue monitoreada en forma constante y en base al contrato y los alcances definidos al inicio del proyecto.

### **H) Liberación de los equipamientos y envío a obra**

Para la liberación de los equipamientos por parte del cliente, primero los equipamientos fueron liberados internamente por el departamento de calidad de la empresa, según los parámetros del plan de la calidad y procedimientos de liberación previamente acordados con el cliente. La liberación del equipamiento por parte del cliente se llevó a cabo al final de la fabricación para liberación y envío a obra. Fue responsabilidad del Supervisor de producción el levantamiento de cualquier observación alcanzada por el cliente. (Véanse el Gráfico N° 5.19, en la página 77 y el Cuadro N° 5.18, en la página 78).

Una vez realizada la liberación de los equipamientos en su fabricación se llevó a cabo la liberación documentaria de la estructura para su entrega al cliente, esto a través de la firma del acta de envío, documentos de calidad y guías de remisión de los equipamientos por parte del cliente, el cual fue gestionado por el Gerente de proyecto. Una vez obtenida la aprobación del cliente se procedió al envío de los equipamientos a obra. (Véase el Cuadro N° 5.19, en la página 79).

CUADRO N° 5.16

INFORME DE ESTADO FINANCIERO Y CONTRACTUAL DEL PROYECTO

INFORME DE ESTADO FINANCIERO Y CONTRACTUAL DEL PROYECTO					
Proyecto:	Fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico				
Preparado por:	Jefe de planeamiento				
Revisado por:	Gerente de proyecto	Fecha	01	08	2014
Aprobado por:	Gerente de operaciones	Fecha	02	08	2014
<b>INTRODUCCIÓN</b>					
<p>El presente informe presenta el estado del proyecto en el aspecto financiero y contractual al presente mes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha completado el ensamble del equipamiento Compuerta deslizante del túnel de desvío - Unidad 1, EDT: 1.3.3.3.1, está en proceso su liberación, previsión de envío el día 18/08/2014</li> <li>• El equipamiento Compuerta deslizante del túnel de desvío – Unidad 2, EDT: 1.3.3.3.2 está en proceso de armado con ligero retraso de 1 día a lo programado, previsión de envío se mantiene el 26/09/2014.</li> <li>• El hito Ingeniería de taller y Procedimientos de Fabricación, EDT 1.2.3.1 tiene previsión de cumplimiento el 12/08/2014, cerrando la ingeniería de la Compuerta deslizante del túnel de desvío que esta valorizado en US \$ 83,192.75.</li> <li>• El hito Compuerta deslizante del túnel de desvío, EDT 1.3.3.3 tiene previsión de cumplimiento el 26/09/2014, que esta valorizado en US \$ 822,805.21.</li> <li>• El hito Entrega de equipamiento para el túnel de desvío, EDT 1.4.1.3 tiene previsión de cumplimiento el 26/09/2014, que esta valorizado en US \$ 41,635.06.</li> </ul> <p>Se adjunta el Cuadro de control financiero para verificar el estado del proyecto.</p>					
<b>CONCLUSIONES</b>					
<p>A la fecha se ha desarrollado el 94.65 % del proyecto, que representa el US \$16,762,544.45, el restante se prevé se complete en las fechas establecidas.</p>					

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 5.17

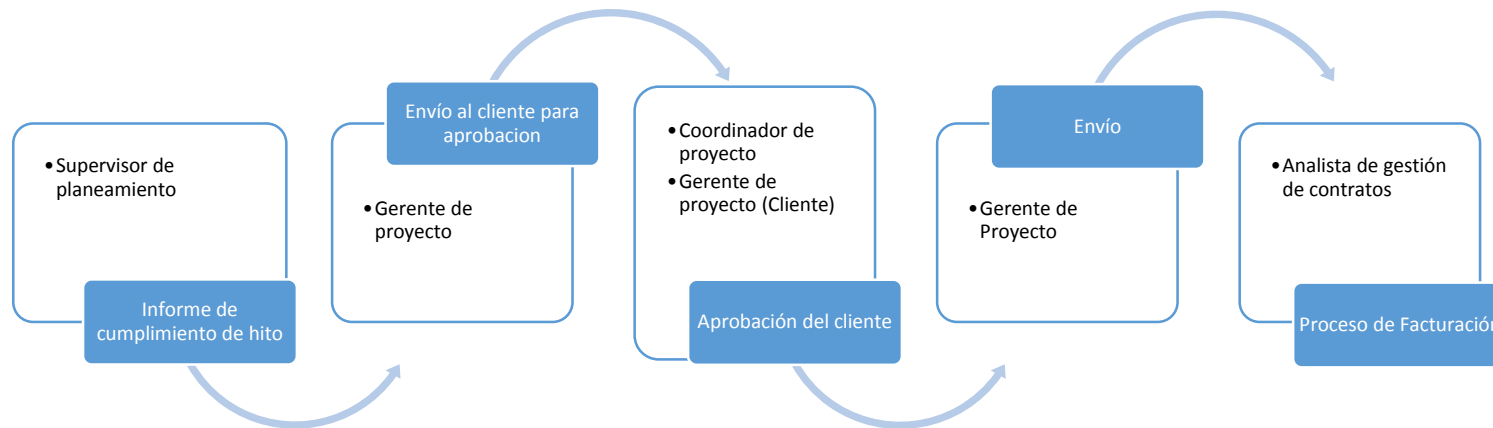
CUADRO DE CONTROL FINANCIERO DEL PROYECTO

Proyecto	Fabricación y Suministro de Equipamiento Hidromecánico				
Preparado por:	Analista de control de contratos		Fecha	01/08/2014	
Revisado por:	Gerente de proyecto	Aprobado por:	Jefe de control de contratos		
EDT	Entregable	Fecha cumplimiento	Monto (US \$)	Ítem Anexo 3	Cumplido
1.2.2.2	Plan para la Gestión del proyecto	08/02/2012	100,648.14	a)	Si
1.2.3.1	Ingeniería de taller y Procedimientos de Fabricación	17/03/2013	83,192.75	b)	En proceso
1.3.1	Equipamiento para el Circuito de generación principal	01/06/2012	335,435.11		Si
1.3.1.2	Compuerta ataguía del tubo de succión	01/06/2012	335,435.11	e)	Entregado
1.3.2	Equipamiento para el vertedero	01/03/2014	3,319,978.74		Si
1.3.2.2	Compuerta rodante de la toma de agua	01/03/2014	125,814.09	n)	Entregado
1.3.2.3	Reja de toma de agua	01/01/2014	50,000.43	m)	Entregado
1.3.2.6	Compuerta radial del vertedero	29/07/2013	2,274,635.61	l)	Entregado
1.3.2.7	Compuerta ataguía del vertedero	01/05/2013	869,528.61	k)	Entregado
1.3.3	Equipamiento para el túnel de desvío	01/10/2014	1,534,120.36		En proceso
1.3.3.2	Compuerta rodante del túnel de desvío	11/08/2014	711,315.15	p)	Entregado
1.3.3.3	Compuerta deslizante del túnel de desvío	01/10/2014	822,805.21	q)	En proceso

1.3.4	Equipamiento para el caudal ecológico		09/11/2011	190,525.05		<b>Si</b>
1.3.4.2	Reja del caudal ecológico		05/04/2012	56,221.13	c)	Entregado
1.3.4.3	Tubería del caudal ecológico		05/04/2012	134,303.92		Entregado
1.3.5	Equipamiento para la Tubería Forzada de 6.2 m Ø y 3.5 m Ø		16/01/2013	8,052,994.34		<b>Si</b>
1.3.5.2	Tubería forzada principal		16/01/2013	8,052,994.34	g)	Entregado
1.3.6	Equipamiento para el Túnel de Aducción de 6.5 m Ø		01/08/2013	3,614,737.76		<b>Si</b>
1.3.6.2	Tubería del túnel de aducción		01/08/2013	3,614,737.76	i)	Entregado
1.4	Transporte de Equipamiento a obra		01/10/2014	478,545.22		<b>En proceso</b>
1.4.1.1	Entrega de equipamiento para el circuito de generación principal		01/06/2012	8,555.19	f)	Entregado
1.4.1.2	Entrega de equipamiento para el vertedero		01/03/2014	89,371.55	o)	Entregado
1.4.1.3	Entrega de equipamiento para el túnel de desvío		01/10/2014	41,635.06	r)	En proceso
1.4.1.4	Entrega de equipamiento para el caudal ecológico		05/04/2012	5,491.94	d)	Entregado
1.4.1.5	Entrega de equipamiento para la tubería forzada		16/01/2013	231,764.23	h)	Entregado
1.4.1.6	Entrega de equipamiento para el túnel de aducción		01/08/2013	101,727.25	j)	Entregado
	<b>Monto total del proyecto US\$</b>			<b>17,710,177.47</b>	<b>% cumplido</b>	<b>94.65</b>
<b>Monto recibido US\$</b>	16,762,544.45	<b>Monto pendiente US\$</b>	947,633.02		<b>% pendiente</b>	<b>5.35</b>

Fuente: Elaboración propia.

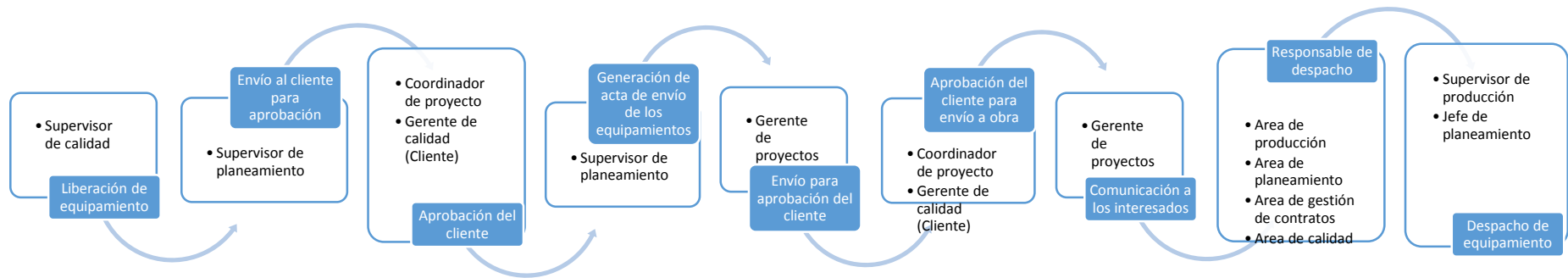
GRÁFICO N° 5.18  
FLUJO DE GESTIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia.



GRÁFICO N° 5.19  
 FLUJO DE LIBERACIÓN DEL EQUIPAMIENTO Y ENVIO A OBRA



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 5.18

ACTA DE LIBERACIÓN DEL EQUIPAMIENTO

ACTA DE LIBERACIÓN DEL EQUIPAMIENTO					
Proyecto:	Fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico				
Aprobado por:	Jefe de calidad	Fecha	17	04	2013
Aprobado por:	Gerente de proyecto	Fecha	17	04	2013
Aprobado por Cliente:	Supervisor de calidad	Fecha	17	04	2013
Controles	Protocolo	Conforme		Fecha	
Trazabilidad	CAV-RT-020010-00	Si		15/04/2013	
Soldadura	CAV-RS-020010-00	Si		15/04/2013	
Dimensional	CAV-RD-020010-00	Si		16/04/2013	
Pintura	CAV-RP-020010-00	Si		16/04/2013	
Ensamblaje	CAV-RE-020010-00	Si		16/04/2013	
CUADRO DE FABRICACIONES					
<b>Compuerta Ataguía del Vertedero</b>		<b>ID</b>	<b>1.3.2.7</b>		
ID	Paquete de trabajo	Plano	Conforme		
1.3.2.7.1	Panel de compuerta	CAV-020011-00	SI		
1.3.2.7.2	Contraaguías	CAV-020012-00	SI		
1.3.2.7.3	Guías laterales	CAV-020013-00	SI		
1.3.2.7.4	Sistema de sellos	CAV-020015-00	SI		
1.3.2.7.5	Sistema de válvulas	CAV-020017-00	SI		
1.3.2.7.6	Anclajes primarios	CAV-020021-00	SI		
1.3.2.7.7	Anclajes secundarios	CAV-020022-00	SI		
1.3.2.7.8	Poza de almacenaje	CAV-020023-00	SI		
1.3.2.7.9	Dispositivo de almacenaje	CAV-020025-00	SI		
1.3.2.7.10	Viga de izaje	CAV-020054-00	SI		
1.3.2.7.11	Dispositivo de montaje	CAV-020055-00	SI		
OBSERVACIONES					

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 5.19  
ACTA DE ENVÍO DEL EQUIPAMIENTO

ACTA DE ENVÍO DEL EQUIPAMIENTO								
PROYECTO: Fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico						EMITIDO: 18/04/2014		
EQUIPAMIENTO: Compuerta Ataguía del Vertedero – 1.3.2.7						DIRECCIÓN: Lurín - Lima		
DESPACHO: CHC-CAV-2								
Ítem	Descripción	ID	# Plano	Rev.	Cant.	Peso Kg	Fecha de Aprobación	Guía
1	Panel de compuerta	1.3.2.7.1	CAV-020011-00	1	1	137,748.58	17/04/2013	01111-021
2	Contraquilla	1.3.2.7.2	CAV-020012-00	0	24	133.01	17/04/2013	01111-021
3	Guías laterales	1.3.2.7.3	CAV-020014-00	0	24	318.53	17/04/2013	01111-021
4	Sellos de compuerta	1.3.2.7.4	CAV-020015-00	2	1	1,076.01	17/04/2013	01111-021
5	Sistema de válvulas	1.3.2.7.5	CAV-020017-00	1	1	190.68	17/04/2013	01111-021
6	Anclajes primarios	1.3.2.7.6	CAV-020021-00	0	1	4,577.40	17/04/2013	01111-022
7	Anclajes secundarios	1.3.2.7.7	CAV-020022-00	1	1	38,978.16	17/04/2013	01111-022
8	Poza de almacenaje	1.3.2.7.8	CAV-020023-00	0	6	635.10	17/04/2013	01111-022
9	Dispositivo de almacenaje	1.3.2.7.9	CAV-020025-00	0	6	178.68	17/04/2013	01111-022
10	Viga de izaje	1.3.2.7.10	CAV-020054-00	2	1	3,232.22	17/04/2013	01111-022
11	Caballote de montaje	1.3.2.7.11	CAV-020055-00	0	1	472.65	17/04/2013	01111-022
					Peso total	186,839.82		
JEFE DE PRODUCCIÓN			GERENTE DEL PROYECTO				CLIENTE	

Fuente: Elaboración propia.

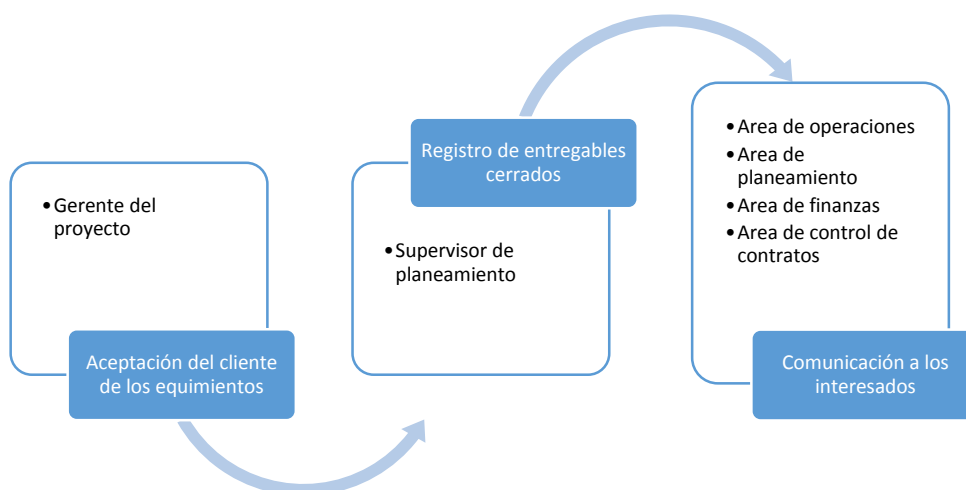
➤ **Grupo de procesos de Cierre**

Es el grupo de procesos llevado a cabo para la finalización de las actividades con la aceptación formal del cliente.

**A) Acta de recepción del equipamiento por parte del cliente**

Una vez llevado a cabo la entrega del equipamiento al cliente, se llevó la firma del Acta de recepción del equipamiento con la conformidad del cliente, este proceso es responsabilidad del Gerente del proyecto. (Véanse el Gráfico N° 5.20. Véase el Cuadro N° 5.20, en la página 81).

GRÁFICO N° 5.20  
FLUJO DE RECEPCIÓN DE LOS EQUIPAMIENTOS



Fuente: Elaboración propia.

**B) Acta del cierre del proyecto**

El acta del cierre del proyecto registró el cumplimiento de los objetivos, el estado de los entregables, el conforme del cliente y las lecciones aprendidas en el proyecto. (Véase el Cuadro N° 5.21. Véase el Cuadro N° 5.22, en la página 82).

CUADRO N° 5.21  
PERSONAL PARA LA FIRMA DE ACTA DE CIERRE DEL PROYECTO

Cliente	Empresa ejecutora
Director de proyecto	Gerente General
Gerente de contrato	Gerente de proyecto

Contuvo lo siguiente:

- Razón de cierre del proyecto.
- Observaciones.
- Responsables, cargo y fecha.
- Otros.

CUADRO N° 5.20

ACTA DE RECEPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO

ACTA DE RECEPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO					
Proyecto:	Fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico				
Elaborado por:	Gerente de proyecto	Fecha	18	04	2013
Aprobado por Cliente:	Supervisor de obra	Fecha	18	04	2013
CUADRO DE FABRICACIONES					
Compuerta Ataguía del Vertedero		ID	1.3.2.7		
ID	Paquete de trabajo	Plano	Conforme		
1.3.2.7.1	Panel de compuerta	CAV-020011-00	SI		
1.3.2.7.2	Contraaguías	CAV-020012-00	SI		
1.3.2.7.3	Guías laterales	CAV-020013-00	SI		
1.3.2.7.4	Sistema de sellos	CAV-020015-00	SI		
1.3.2.7.5	Sistema de válvulas	CAV-020017-00	SI		
1.3.2.7.6	Anclajes primarios	CAV-020021-00	SI		
1.3.2.7.7	Anclajes secundarios	CAV-020022-00	SI		
1.3.2.7.8	Poza de almacenaje	CAV-020023-00	SI		
1.3.2.7.9	Dispositivo de almacenaje	CAV-020025-00	SI		
1.3.2.7.10	Viga de izaje	CAV-020054-00	SI		
1.3.2.7.11	Dispositivo de montaje	CAV-020055-00	SI		
OBSERVACIONES					
Equipamiento completo y conforme.					

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 5.22  
ACTA DE CIERRE DEL PROYECTO

ACTA DE CIERRE DEL PROYECTO					
Proyecto:	Fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico				
Preparado por:	Gerente de proyecto	Fecha	28	09	2014
Cliente:	Empresa contratante				
Cierre formal del proyecto. Marcar con una "X" la razón de cierre.					
RAZÓN DE CIERRE					
Entrega de todos los productos de conformidad con los requerimientos del cliente					<b>X</b>
Entrega parcial de productos y cancelación de otros de conformidad con los requerimientos del cliente					
Cancelación de todos los productos asociados con el proyecto					
Observaciones					
Ninguna					
Comentarios					
FIRMA DE PARTICIPANTES					
Responsable	Empresa				Firma
Gerente de proyecto	Empresa ejecutora				
Gerente general	Empresa ejecutora				
Director de proyecto	Cliente				
Gerente de contrato	Cliente				

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.2. Consolidado del desempeño del proyecto

CUADRO N° 5.23

#### CONTROL DEL ALCANCE Y DEL CUMPLIMIENTO DEL CRONOGRAMA

Declaración	Conforme	Fecha contractual	Fecha real
Plan para la Gestión del proyecto.	Si	08/02/2012	28/01/2012
Ingeniería de taller y Procedimientos de Fabricación.	Si	27/07/2014	15/08/2014
Equipamiento para el Circuito de Generación Principal.	Si	01/06/2012	29/05/2012
Equipamiento para el Vertedero.	Si	01/03/2014	25/11/2013
Equipamiento para el Túnel de Desvío.	Si	01/10/2014	28/09/2014
Equipamiento para el Caudal Ecológico.	Si	05/04/2012	04/04/2012
Equipamiento para la Tubería Forzada de 6.2 m Ø y 3.5 m Ø.	Si	16/01/2013	01/01/2013
Equipamiento para el Túnel de Aducción de 6.5 m Ø.	Si	01/08/2013	17/06/2013
Transporte de Equipamiento a obra.	Si	01/10/2014	01/10/2014

Nota: Ya considera las modificaciones contractuales a las fechas originales.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 5.24  
CONTROL DE COSTOS DE LOS ENTREGABLES

<b>ENTREGABLES DEL PROYECTO</b>			
Declaración	Peso entregado Kg	Presupuesto US \$	Costo real US \$
Plan para la Gestión del proyecto.	--	88,287.84	65,294.65
Ingeniería de taller y Procedimientos de Fabricación.	--	72,976.10	62,773.25
Equipamiento para el Circuito de Generación Principal.	25,731.00	294,241.32	285,414.08
Equipamiento para el Vertedero	758,161.93	2,912,262.05	3,008489.41
Equipamiento para el Túnel de Desvío.	318,583.75	1,345,719.62	1,413,377.31
Equipamiento para el Caudal Ecológico.	28,887.26	167,127.24	158,277.71
Equipamiento para la Tubería Forzada de 6.2 m Ø y 3.5 m Ø.	3,432,929.69	7,064,030.12	6,993,389.80
Equipamiento para el Túnel de Aducción de 6.5 m Ø.	1,493,017.72	3,170,822.60	3,075,697.90
Transporte de Equipamiento a obra.	--	419,776.51	439,940.38
<b>Montos Totales en US\$</b>		<b>15,535,243.40</b>	<b>15,502,654.51</b>

Fuente: Elaboración propia.



## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se detallan los resultados obtenidos en el desarrollo del estudio. Para la métrica del desempeño (Véase el Cuadro N° 2.1, en la página 21).

### 6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

CUADRO N° 6.1

#### INFORME DEL DESEMPEÑO DEL PROYECTO

INFORME DEL DESEMPEÑO DEL PROYECTO					
Proyecto:	Fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico				
Preparado por:	Gerente de proyecto	Fecha	29	09	2014
Revisado por:	Gerente de operaciones	Fecha	30	09	2014
Aprobado por:	Gerente general	Fecha	01	10	2014
Se calcularon los indicadores de gestión de alcance, gestión del cronograma, gestión del costo y de gestión de la calidad. Para evaluar el desempeño del proyecto de acuerdo a los objetivos trazados.					
Indicadores de gestión					
TABLA DE INDICADORES					
Indicador	Formula	Resultado	Métrica	Conforme	
Desempeño de la Gestión del alcance	$\eta = \frac{9-0}{9} \times 100$	100 %	$\eta = 100 \%$	Si	
Desempeño de la Gestión del cronograma	$SPI = \frac{15,53524340}{15,53524340}$	1.00	$SPI \geq 0.98$	Si	
Desempeño de la Gestión del costo	$CPI = \frac{15,53524340}{15,50265451}$	1.00	$CPI \geq 0.98$	Si	
Desempeño de la Gestión de la calidad	$NC = \frac{2}{55} \times 100$	3.63 %	$NC \leq 5\%$	Si	
COMENTARIOS					
De acuerdo al Cuadro de Control de Alcance y cumplimiento del cronograma (Véase el Cuadro N° 5.23, en la página 83). Se determinan los siguientes comentarios:					

- Respecto al cumplimiento del cronograma los equipamientos fueron entregados dentro de los plazos contractuales, a excepción del entregable 1.3.2.6 Compuerta radial del vertedero, por reingeniería del sistema de sellado, se entregó 26 días luego de la fecha contractual, se renegotió nueva fecha de entrega al 29/07/2012 el cual fue aceptado.

De acuerdo al Cuadro de Control de costos (Véase el Cuadro N° 5.24, en la página 84). Se determinan los siguientes comentarios relevantes:

- Gestión del proyecto, marcada diferencia positiva ya que el costo real fue solo el 73.9% del presupuestado.
- Ingeniería de taller, relevante diferencia positiva ya que el costo real fue el 86.0% del presupuestado.
- Equipamiento de Vertedero, relevante diferencia negativa ya que el costo real fue 103.3% del presupuestado.
- Equipamiento de Túnel de desvío, relevante diferencia negativa ya que el costo real fue 105.0% del presupuestado.
- Transporte de equipamiento, relevante diferencia negativa ya que el costo real fue 104.8% del presupuestado.

Fuente: Elaboración propia.

## CONSIDERACIONES

- Respecto al alcance, todo equipamiento fue entregado conforme, sin embargo, hubo problemas respecto a lo que se incluía dentro de los procesos, como el tratamiento térmico por horno para los sistemas de izaje; se deberá tener un mayor control específico en la propuesta técnica.
- Respecto al cumplimiento del cronograma en líneas generales se cumplieron las fechas, sin embargo, hubo retrasos no graves, pero si significativos que se solucionaron con relativo impacto al costo; se deberán considerar para propuestas futuras estos retrasos.
- Se debe realizar un mejor análisis del presupuesto del costo de la Gestión del proyecto, aunque fue positivo, el gran margen presentado en algunos entregables muestra que hay errores de consideración, el margen debe ser como máximo +/- 3%, según el Acta de constitución del proyecto (Véase el Cuadro N° 5.1, en la página 32).

- Se debe realizar un mejor análisis del presupuesto de la Ingeniería y procedimientos del proyecto, el margen fue positivo sin embargo grande, lo que demuestra que hay errores en la concepción del presupuesto.
- El exceso en el costo real de las fabricaciones en el vertedero se debió a los fallos presupuestales de las compuertas rodantes por el proceso de mecanizado y su material adquirido a un mayor costo y en las compuertas radiales por el sobre costo del tratamiento térmico, además de la dificultad de su fabricación. Se deberán considerar las lecciones aprendidas para próximos proyectos similares.
- El exceso en el costo real de las fabricaciones en el túnel de desvío se debió a los fallos presupuestales de la compuerta rodante por el proceso de mecanizado y su material adquirido a un mayor costo, además de la dificultad de su fabricación. Se deberán considerar las lecciones aprendidas para próximos proyectos similares.
- Hubo un exceso significativo en el costo de los transportes a obra, se deberá considerar la opción de comprar los camiones y sus complementos por la gran cantidad de viajes a obra.
- El proyecto fue rentable pues se cumplió con los objetivos de costos, sin embargo, hubo altas variaciones de costos en algunos entregables, los cuales deberán tener ajustes, los excesos de costos fueron absorbidos por los márgenes positivos altos de otros entregables.

## **6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares**

- Según el estudio presentado por Herrera Brenda, titulado: *Diseño de una Planeación Agregada para la mejora de las operaciones de la División de Planeamiento y Control de la Producción de la Empresa Metalmecánica de Servicios Industriales de la Marina – SIMA – Chimbote*, se concluye que la implementación de un plan agregado alineado a los objetivos estratégicos de la empresa permite cumplir con los objetivos de la rentabilidad y los estándares de calidad demandados por el cliente.

Contrastando el estudio presentado, el plan integral de gestión permitió tener un control sobre los procesos del proyecto lo que conllevó a cumplir con los objetivos de la empresa al concebir el proyecto.

- Según el estudio presentado por Sánchez José y Ulloa Marco Antonio, titulado: *Diseño e Implementación de una Metodología de Control de Proyectos para la Optimización de la Toma de Decisiones en el Área de Operaciones de una Empresa Metalmeccánica*, se concluye que la implementación de una metodología de control de proyectos, permite optimizar los costos, elevando la productividad mediante el uso de indicadores y permitiendo lograr el cumplimiento de los plazos de entrega. Contrastando el estudio presentado, el plan integral de gestión se llevó a cabo mediante una metodología que basó su monitoreo y control en los indicadores establecidos, lo que permitió que el proyecto se ejecute y se culmine cumpliendo las restricciones determinadas en su concepción.

### **6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes**

- Los resultados mostrados en el presente estudio, fueron obtenidos a través del desarrollo del proyecto, los cuales fueron fidedignos a lo encontrado en el proceso llevado a cabo hasta su conclusión.
- Todas las referencias han sido debidamente reconocidas en la investigación.
- El posterior análisis es de mi autoría lo cual es mi aporte.

## CONCLUSIONES

- El inicio del proyecto, describió los alcances generales que permitieron establecer los plazos, entregables, criterios de aceptación y el costo general del proyecto que conllevaron a que se cumpla al 100% la triple restricción en el proyecto a través de la mejora de la gestión del proyecto.
- La planificación permitió la elaboración de la programación de las actividades necesarias, para que el equipo tenga trazada la ruta del proyecto a través de los planes de gestión y la concepción de los contratos deberá basarse en especificaciones técnicas más precisas para evitar más adelante la corrupción del alcance por ambigüedades en el contrato.
- A través de los procesos de la ejecución se organizaron y designaron los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades planificadas y se obtuvieron los objetivos trazados para el proyecto de 100% en el desempeño del alcance, costo y cronograma, además de solo el 3.63% de fallos en el desempeño de la calidad sobre un máximo de 5% proyectado.
- El monitoreo y control permitió determinar los fallos y deficiencias en la concepción del proyecto, para la mejora futura de los procesos de gestión, creando valor para la institución y hacerla más competitiva en el mercado.
- El monitoreo de los costos determinó desviaciones relevantes en algunos entregables, mayores al 3% considerado en el proyecto, estos sobrecostos se presentaron en los equipamientos con mayor complejidad de fabricación. Las desviaciones presentadas a los costos presupuestados se debieron a suposiciones y falta de análisis experto en el proceso de presupuesto.
- El cierre finalizó con la aceptación conforme y formal del proyecto por el cliente. Al cierre del proyecto se cumplió con el objetivo presupuestal, absorbiendo la contingencia del 3% considerada, representando el 99.79% del costo presupuestado lo que es el límite, por lo que se deberán revisar los procesos operativos y la propuesta comercial para evitar los riesgos de pérdida en futuros proyectos.

## RECOMENDACIONES

- Para la concepción de la propuesta técnica económica se debe considerar como parte del juicio experto a las áreas de ingeniería y de operaciones, para que se considere la problemática que se presenta en planta y evitar el sobre costo por obviarse procesos o no definir bien las actividades críticas con alto impacto en el proyecto que pongan en riesgo su éxito.
- Los roles del equipo del proyecto deben estar bien definidos para evitar la dualidad de funciones o incluso el vacío de responsabilidad.
- Se deben establecer y aprobar al inicio cuáles serán los formatos y procedimientos para el desarrollo del proyecto y evitar controversias futuras.
- Los recursos deben ser estables y debe evitarse el desplazamiento de recursos para otras funciones sin la debida coordinación pues esto conllevará a retrasos y sobre costos para poder nivelar los entregables a los plazos contractuales.
- Todo acuerdo llevado a cabo a través de las reuniones periódicas con el cliente debe ser formalizado a través de las actas de reunión que permitirá el monitoreo y control del proyecto, así como de la gestión de conflictos.
- Toda controversia en el ámbito de la calidad debe solucionarse de acuerdo al estudio de los planes de calidad, especificación técnica o plano de fabricación, y este acuerdo deberá formalizarse mediante las actas de reunión del proyecto, de ser crítico o de alto impacto deberá generarse una adenda al contrato.
- Luego del cierre del proyecto se deben presentar todas las lecciones aprendidas del proyecto para ser considerados en la concepción de los proyectos futuros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Project Management Institute. (5ta. Edición). (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)*. USA: PMI, Publications.
- Espinoza, C. (2010) *Metodología de investigación tecnológica pensando en sistemas*. Huancayo, Perú. Espinoza.
- Ampuero, M. (2011). *Evaluación del impacto sobre el medio ambiente del megaproyecto central hidroeléctrica Inambari 1.5 GW Brasil*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Herrera, B. (2010). *Diseño de una Planeación Agregada para la mejora de las operaciones de la División de Planeamiento y Control de la Producción de la Empresa Metalmecánica de Servicios Industriales de la Marina - SIMA-Chimbote*. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú.
- Sánchez J., Ulloa, M. (2015). *Diseño e Implementación de una Metodología de Control de Proyectos para la Optimización de la Toma de Decisiones en el Área de Operaciones de una Empresa Metalmecánica*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Valdez, F. (04 de agosto de 2012). *Valor Ganado - Formulas*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://proyectics.blogspot.com/2008/09/valor-ganado-formulas.html>

## ANEXOS

- Matriz de consistencia

CUADRO N° 10.1

MATRIZ DE CONSISTENCIA DISEÑO DE UN PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN PARA LA FABRICACIÓN Y SUMINISTRO DEL EQUIPAMIENTO HIDROMECAÁNICO DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA				
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo diseñar un plan integral de gestión permitirá el cumplimiento de la triple restricción en la fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico de una central hidroeléctrica?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar un plan integral de gestión para el cumplimiento de la triple restricción en la fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico de una central hidroeléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se diseña un plan integral de gestión se logrará el cumplimiento de la triple restricción en la fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico de una central hidroeléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan integral de gestión, que está conformado por las etapas del proyecto de Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y control y Cierre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de investigación: Tecnológica</li> <li>• Nivel de Investigación: Aplicada</li> <li>• Diseño: Descriptivo simple.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo el establecimiento del Inicio del proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá determinar los alcances generales y especificaciones técnicas - legales del proyecto en alto nivel?</li> <li>• ¿Cómo la elaboración de la planificación para el proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá determinar las</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el establecimiento del Inicio del proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá determinar los alcances generales y especificaciones técnicas - legales del proyecto en alto nivel.</li> <li>• Implementar la elaboración de la planificación para el proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer el inicio del proyecto de fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico, permitirá determinar los alcances generales y especificaciones técnicas - legales del proyecto de alto nivel.</li> <li>• Elaborar la planificación del proyecto de fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico, permitirá determinar las actividades y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de la triple restricción en la Fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico de una central hidroeléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ámbito Geográfico: Lima.</li> <li>• Técnicas: Observación. Pruebas Mediciones</li> <li>• Procesamiento y Análisis:</li> </ul>



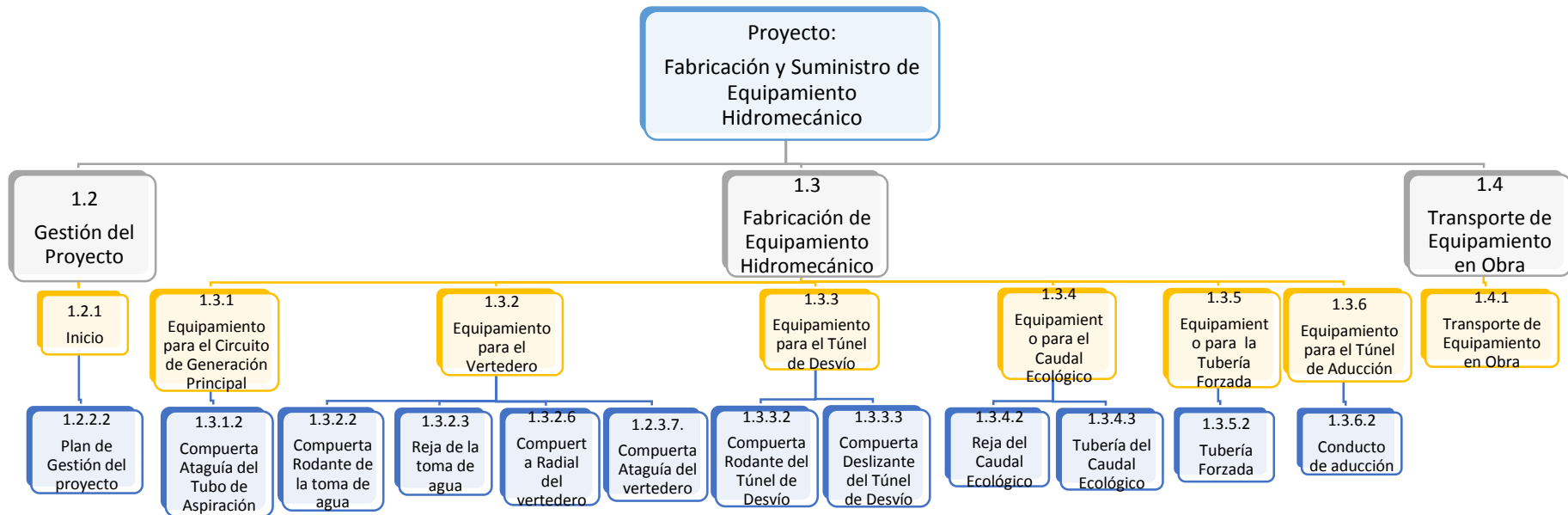
<p>actividades y lineamientos, como serán administrado y controlados los cambios del proyecto?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo el desarrollo de la ejecución para el proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá llevar a cabo la organización y asignación de los recursos para realizar las actividades del proyecto?</li> <li>• ¿Cómo el desarrollo del monitoreo y control para el proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá realizar el seguimiento y revisar el proceso de ejecución, y tomar decisiones correctivas para cumplir con los requerimientos del proyecto?</li> <li>• ¿Cómo el establecimiento del cierre del proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá llevar a cabo el cierre formal que asegurará la satisfacción final del cliente?</li> </ul>	<p>permitirá determinar las actividades y lineamientos, como serán administrado y controlados los cambios del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar el desarrollo de la ejecución para el proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá llevar a cabo la organización y asignación de los recursos para realizar las actividades del proyecto.</li> <li>• Implementar el desarrollo del monitoreo y control para el proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá realizar el seguimiento y revisar el proceso de ejecución, y tomar decisiones correctivas para cumplir con los requerimientos del proyecto.</li> <li>• Realizar el establecimiento del cierre del proyecto de fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico, permitirá llevar a cabo el cierre formal que asegurará la satisfacción final del cliente.</li> </ul>	<p>lineamientos, como serán administrado y controlados los cambios del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar la ejecución del proyecto de fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico, permitirá llevar a cabo la organización y asignación de los recursos para realizar las actividades del proyecto.</li> <li>• Desarrollar el monitoreo y control del proyecto de fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico, permitirá realizar el seguimiento y revisar el proceso de ejecución, y tomar decisiones correctivas para cumplir con los requerimientos del proyecto.</li> <li>• Establecer el cierre del proyecto de fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico, permitirá llevar a cabo el cierre formal que asegurará la satisfacción final del cliente.</li> </ul>		<p>Estadística descriptiva.</p>
---	---	---	--	---------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

- Instrumentos validados

NOTA: Todos los instrumentos fueron validados por la gerencia de operaciones como estándar para los proyectos.

GRÁFICO N° 10.1  
ESTRUCTURA DEL DESGLOSE DE TRABAJO (WBS) DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 10.2

CUADRO DE RESPONSABILIDADES DE LOS INTERESADOS

Interesado	Rol/Responsabilidad
Gerente de operaciones	Gestión de los planes, objetivos y recursos, políticas del planeamiento estratégico.
Gerente de proyecto	Gestión de contrato, planeamiento, programación, comunicación, control y seguimiento del proyecto.
Jefe de producción	Gestión, organización y planificación de la producción, optimización de los procesos, aprobación de los planes de acción. Planificar, organizar, dirigir y controlar la ejecución del plan de actividades.
Supervisor de producción	Supervisión de la actividad operativa de la fabricación. Responsable de la programación de personal, equipamiento o maquinarias necesarias para la actividad. Generación de los planes de acción por reprogramación.
Jefe de calidad	Gestión del aseguramiento y control de la calidad, en conformidad con las especificaciones requeridas por el cliente.
Supervisor de calidad	Supervisión de los estándares de calidad de la producción, programación de actividades de inspección y control, aseguramiento de la calidad de los procesos en la producción, coordinación y puesta en marcha de los ensayos y actividades de liberación con el cliente.
Jefe de planeamiento	Desarrollo con los gerentes de proyecto y supervisores de planeamiento de los avances, elaboración de los informes de estados de los proyectos, aprobación de los planes de acción.
Supervisor de planeamiento	Programación general de la producción de los equipamientos, control de los avances de producción, seguimiento de las programaciones de liberación o control de calidad, y coordinación de las compras con el departamento de logística, revisión de los planes de acción.
Coordinador de ingeniería	Responsable de la generación de los requerimientos, generación de planos de taller y programas de corte, gestión de la ingeniería del proyecto.
Jefe de gestión de contratos	Gestión financiera, comercial y contractual de los proyectos.
Analista de gestión de contratos	Facturación y cobranzas, seguimiento al contrato y comunicación con el Gerente de proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 10.3  
ENUNCIADO DEL ALCANCE DEL PROYECTO

<b>ENUNCIADO DEL ALCANCE DEL PROYECTO</b>	
<b>Nombre del Proyecto:</b>	Fabricación y Suministro de equipamiento hidromecánico
<b>Preparado por:</b>	Jefe de planeamiento
<b>Aprobado por:</b>	Gerente de proyecto
<b>Fecha:</b>	02/12/2011
<b>Descripción del producto:</b>	<p>El proyecto consta de la fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico que incluye: Equipamiento para el circuito de generación principal; Equipamiento para el vertedero; Equipamiento para túnel de desvío; Equipamiento para caudal ecológico; Equipamiento de tubería forzada; Equipamiento de túnel de aducción y por último el servicio de transporte de las Equipamiento a obra.</p> <p>Todo equipamiento deberá cumplir con las especificaciones técnicas y exigencias del plan de la calidad. Se procede a detallar las actividades a realizar:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plan para la gestión del proyecto; se debe generar el Plan para la gestión del proyecto que contiene: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan del alcance del proyecto.</li> <li>• Plan del cronograma del proyecto.</li> <li>• Plan del costo del proyecto.</li> <li>• Plan de la calidad del proyecto.</li> </ul> <p>Respecto a la Ingeniería de taller y programa de corte; Los planos recibidos por el cliente serán derivados al Coordinador de ingeniería que procede al análisis para el requerimiento de los materiales, aprobación de los planos y envío al jefe de producción para su programación de fabricación.</p> </li> <li>2. Procedimiento de fabricación; que es generado por el Supervisor de producción y debe ser aprobado por el Coordinador de proyecto del cliente antes de proceder con el inicio de la fabricación.</li> </ol>

	<p>Finalizada la fabricación del equipamiento se deberá proceder al pre ensamble si este proceso aplica para la liberación final de la estructura para pasar a la liberación de los Protocolos de calidad y la firma del Acta de envío del equipamiento y su envío a obra.</p> <p>Los dossiers de calidad deberán contener los siguientes documentos: Certificados de calidad del material, Protocolo de trazabilidad del material, Protocolo de control dimensional, Protocolo de soldadura, Protocolo de ensayos, Protocolo de pintura, Protocolo de pre ensamble y Protocolo de liberación.</p> <p>3. Equipamiento para el Circuito de Generación Principal; que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compuerta Ataguía del tubo de aspiración.</li> </ul> <p>4. Equipamiento para el Vertedero; que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compuerta Radial del Vertedero – 3 unidades.</li> <li>• Compuerta Ataguía del Vertedero.</li> <li>• Compuerta Rodante de la toma de agua – 2 unidades.</li> <li>• Reja de la Toma de agua – 2 unidades.</li> </ul> <p>5. Equipamiento para el Túnel de Desvío; que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compuerta Rodante del túnel de desvío.</li> <li>• Compuerta Deslizante del túnel de desvío – 2 unidades.</li> </ul> <p>6. Equipamiento para el Caudal Ecológico; que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reja de Caudal ecológico.</li> <li>• Tubería del caudal ecológico.</li> </ul> <p>7. Equipamiento para la Tubería Forzada de 6.2 m Ø y 3.5 m Ø; que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubería Forzada principal que está conformado por: Tubería forzada de Ø 6.2 m, Tubería forzada de Ø 3.5 m.</li> </ul> <p>8. Equipamiento para la Tubería de Aducción de 6.5 m Ø; que consta de:</p>
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conducto de aducción que está conformado por: Conducto de aducción de <math>\varnothing</math> 6.5 m.</li> </ul> <p>9. Transporte de Equipamiento a obra, comprende el envío de los equipamientos aprobados y liberados por el cliente a la obra. Una vez en la zona de montaje, el cliente se hará responsable de la descarga donde se firmarán las Guías y el Acta de recepción como conforme.</p>
<b>Los criterios de aceptación del producto:</b>	<p>Los equipamientos deben cumplir los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamiento de acuerdo a los planos de ingeniería al 100%.</li> <li>• Equipamiento que cumpla al 100% las especificaciones técnicas ET-020010 Rev. 00.</li> <li>• Equipamiento que cumpla al 100% los planes de inspección PIP-020011.</li> <li>• Aprobación del dossier de calidad del equipamiento.</li> <li>• Aprobación del acta de liberación del equipamiento.</li> <li>• Acta de envío del equipamiento.</li> <li>• Acta de recepción del equipamiento.</li> </ul>
<b>Entregables del Proyecto:</b>	
<b>Entregable 1</b>	Plan de gestión del proyecto.
<b>Entregable 2</b>	Procedimiento de fabricación.
<b>Entregable 3</b>	Equipamiento para el Circuito de Generación Principal.
<b>Entregable 4</b>	Equipamiento para el Vertedero.
<b>Entregable 5</b>	Equipamiento para el Túnel de Desvío.
<b>Entregable 6</b>	Equipamiento para el Caudal Ecológico.
<b>Entregable 7</b>	Equipamiento para la Tubería Forzada de 6.2 m $\varnothing$ y 3.5 m $\varnothing$ .
<b>Entregable 8</b>	Equipamiento para el Túnel de Aducción de 6.5 m $\varnothing$ .
<b>Entregable 9</b>	Transporte de Equipamiento a obra.
<b>Exclusiones del Proyecto:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No incluye accesorios no especificados en el alcance.</li> <li>• No incluye bifurcación de tubería forzada principal.</li> <li>• No incluye servicio de descarga en obra.</li> </ul>

<b>Restricciones del Proyecto:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importaciones de bujes, sellos y pernos para las compuertas y vigas de izaje.</li> <li>• Importación de placas grafitadas para apoyos deslizantes de tubería forzada.</li> <li>• El costo del proyecto no deberá exceder de \$ 15,535,243.40</li> <li>• El presupuesto deberá tener como máximo una desviación de 3%.</li> <li>• El gerente del proyecto podrá autorizar órdenes de compra hasta por un máximo de \$ 30,000.00.</li> <li>• El proyecto deberá culminarse antes del 01/10/2014.</li> </ul>
<b>Supuestos del Proyecto:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llegada de las importaciones en las fechas establecidas sin impacto para los equipamientos.</li> <li>• Contratación del servicio de rolado para las planchas de las tuberías forzadas mientras no se cuente con el equipo de rolado disponible.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 10.4  
DICCIONARIO DE LA EDT

<b>DICCIONARIO DE LA EDT</b>				
<b>Proyecto</b>	Fabricación y suministro del equipamiento hidromecánico			
<b>Preparado por:</b>	Supervisor de planeamiento			
<b>Aprobado por:</b>	Gerente de Proyecto	Fecha	04	12   2011
ID del entregable	1.3.2.7	Estimado de costos	US \$ 762,744.39	
Entregable	Compuerta Ataguía del Vertedero			
<b>Descripción del trabajo</b>				
El trabajo consistirá en la fabricación de la Compuerta Ataguía del tubo de aspiración que está conformado por: Panel, Contraguía, Guías laterales, Sellos de compuerta, Sistema de válvulas, Anclajes primarios, Anclajes secundarios, Poza de almacenaje, Dispositivo de almacenaje, Viga de izaje y Caballete de montaje.				
<b>Hitos</b>			<b>Duración</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipamiento fabricado, listo para su transporte a zona de obra.</li> </ul>			214 días	
<b>REQUISITOS DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>				
El criterio de aceptación es una métrica o norma de calidad que se debe cumplir para verificar el entregable				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimientos de Fabricación cumplidos al 100%.</li> <li>Plan de inspección y pruebas PIP al 100%.</li> <li>Fabricación según los Planos de Ingeniería al 100%.</li> <li>Aprobación de los Protocolos de Liberación al 100%.</li> <li>Liberación de pre ensamble de la Compuerta al 100%.</li> <li>Aprobación de Acta de Conformidad.</li> <li>Aprobación de Packing List para envío de obra.</li> </ul>				
<b>REFERENCIAS TÉCNICAS</b>				
Especificaciones Técnicas ET-020010 Rev. 00 e Indicadores del Programa de Inspección y Pruebas – PIP-020011 Rev. 00				
<b>CONSIDERACIONES CONTRACTUALES</b>				
Ítem d) del Anexo 3 del contrato: Entrega en obra de la compuerta Ataguía del Vertedero. Fecha: 01/05/2013 Monto de penalidad: US \$ 7500.00/día				

Fuente: Elaboración propia.



CUADRO N° 10.5  
LISTA DE HITOS DEL PROYECTO\*

LISTA DE HITOS							
<b>Proyecto:</b>	Fabricación y Suministro de equipamiento hidromecánico						
<b>Preparado por:</b>	Gerente de proyecto	<b>Aprobado por:</b>	Gerente de operaciones	<b>Fecha</b>	20	12	2011
ID	Nombre	Fecha	Comentarios				
1.2.1.1	Acta de Constitución del proyecto	18/11/2011					
1.2.2.2	Plan de gestión del proyecto	08/02/2012					
1.2.3.2	Procedimientos de fabricación	17/03/2013					
1.3.1	Equipamiento para el circuito de generación principal	01/06/2012	1.3.1.2. Compuerta ataguía del tubo de aspiración - 01/06/2012				
1.3.2	Equipamiento para el vertedero	01/03/2014	1.3.2.2. Compuerta rodante de la toma de agua - 01/03/2014 1.3.2.3. Reja de toma de agua - 01/01/2014 1.3.2.6. Compuerta radial del vertedero - 29/07/2013 1.3.2.7. Compuerta ataguía del vertedero - 01/05/2013				
1.3.3	Equipamiento para el túnel de desvío	01/10/2014	1.3.3.2. Compuerta rodante del túnel de desvío - 11/08/2014 1.3.3.3. Compuerta deslizante del túnel de desvío - 01/10/2014				
1.3.4	Equipamiento para el caudal ecológico	05/04/2012	1.3.4.2 Reja del caudal ecológico – 05/04/2012 1.3.4.3 Tubería del caudal ecológico – 05/04/2012				
1.3.5	Equipamiento para la tubería forzada	16/01/2013	1.3.5.2 Tubería forzada – 01/01/2013				
1.3.6	Equipamiento para el túnel de aducción	01/08/2013	1.3.6.2 Tubería del túnel de aducción – 01/08/2013				
1.4	Entrega de los equipamientos en obra	01/10/2014					
<b>Nota</b>	<b>Ya considera las modificaciones contractuales a las fechas originales.</b>						

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 10.6  
LISTA DE ACTIVIDADES

LISTA DE ACTIVIDADES					
<b>Proyecto:</b>	Fabricación y Suministro de equipamiento hidromecánico				
<b>Asunto:</b>	Lista de actividades				
<b>Preparado por:</b>	Jefe de producción				
<b>Revisado por:</b>	Gerente de proyecto				
<b>Aprobado por:</b>	Gerente de operaciones	<b>Fecha</b>	12	08	2012
<b>Nombre del Entregable</b>	Compuerta Ataguía del Vertedero	<b>Paquete de trabajo</b>	1.3.2.7.1		
<b>ID</b>	<b>Nombre de la actividad</b>	<b>Predecesora</b>	<b>Sucesora</b>		
1.3.2.7.1.1	Habilitar los materiales	1.3.2.5	1.3.2.7.1.2		
1.3.2.7.1.2	Controlar dimensionalmente el habilitado	1.3.2.7.1.1	1.3.2.7.1.3		
1.3.2.7.1.3	Armar las estructuras	1.3.2.7.1.2	1.3.2.7.1.4		
1.3.2.7.1.4	Controlar dimensionalmente el armado	1.3.2.7.1.3	1.3.2.7.1.5		
1.3.2.7.1.5	Soldar la estructura	1.3.2.7.1.4	1.3.2.7.1.6		
1.3.2.7.1.6	Inspeccionar la soldadura	1.3.2.7.1.5	1.3.2.7.1.7		
1.3.2.7.1.7	Enderezar y controlar la planitud	1.3.2.7.1.6	1.3.2.7.1.8		
1.3.2.7.1.8	Controlar dimensionalmente	1.3.2.7.1.10	1.3.2.7.1.11		
1.3.2.7.1.9	Granallar y pintar la estructura	1.3.2.7.1.12	1.3.2.7.12		
1.3.2.7.1.10	Mecanizar los componentes	1.3.2.7.1.7	1.3.2.7.1.8		
1.3.2.7.1.11	Montar los componentes	1.3.2.7.1.8	1.3.2.7.1.12		
1.3.2.7.1.12	Ensamblar el panel	1.3.2.7.1.11	1.3.2.7.1.9		

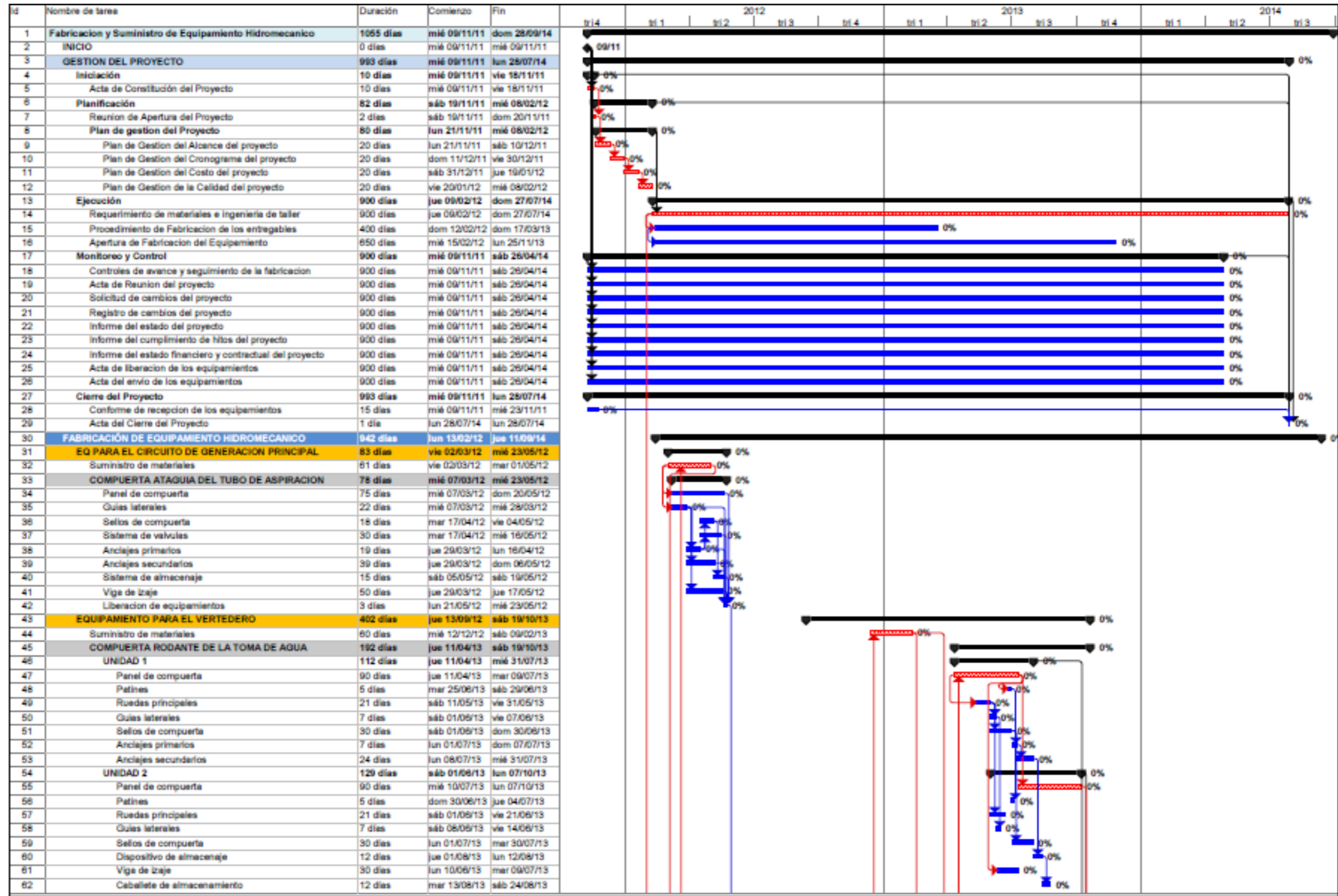
Fuente: Elaboración propia.

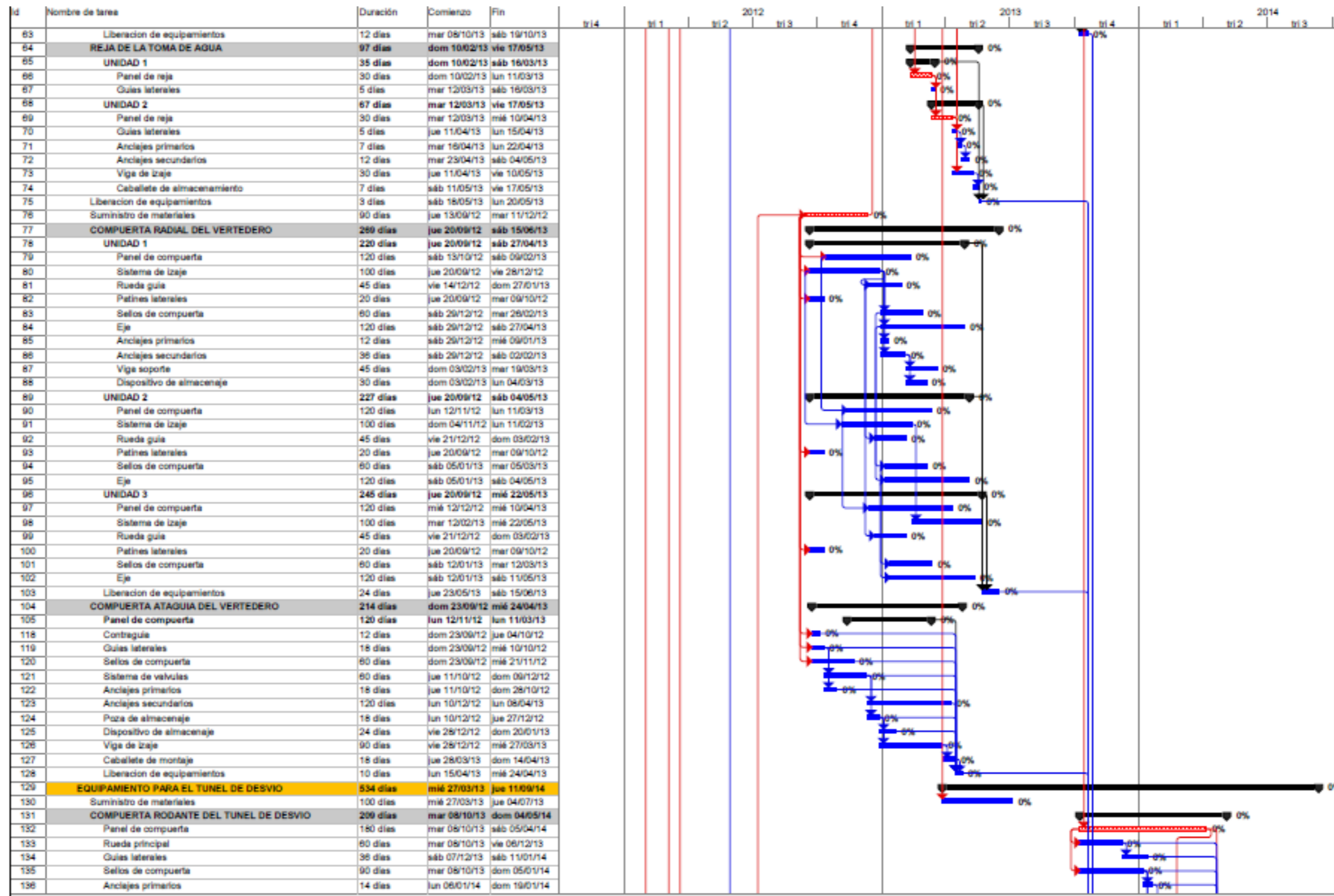
CUADRO N° 10.7  
ESTIMACIÓN DE LA DURACION DE LAS ACTIVIDADES

ESTIMACIÓN DE LA DURACION DE LAS ACTIVIDADES							
<b>Proyecto:</b>	Fabricación y Suministro de equipamiento hidromecánico						
<b>Asunto:</b>	Duración de las actividades						
<b>Preparado por:</b>	Jefe de producción						
<b>Revisado por:</b>	Gerente de proyecto						
<b>Aprobado por:</b>	Gerente de operaciones			<b>Fecha</b>	23	12	2011
<b>Entregable</b>	Compuerta Ataguía del Vertedero		<b>Paquete de trabajo</b>	Panel - 1.3.2.7.1			
<b>ID</b>	<b>Nombre de la actividad</b>	<b>Duración (días)</b>	<b>Base de estimación</b>				
1.3.2.7.1.1	Habilitar los materiales	5	Estimación paramétrica				
1.3.2.7.1.2	Controlar dimensionalmente el habilitado	6	Estimación paramétrica				
1.3.2.7.1.3	Armar las estructuras	18	Estimación paramétrica				
1.3.2.7.1.4	Controlar dimensionalmente el armado	4	Estimación paramétrica				
1.3.2.7.1.5	Soldar la estructura	26	Estimación paramétrica				
1.3.2.7.1.6	Inspeccionar la soldadura	3	Estimación paramétrica				
1.3.2.7.1.7	Enderezar y controlar la planitud	10	Estimación paramétrica				
1.3.2.7.1.8	Controlar dimensionalmente	3	Estimación paramétrica				
1.3.2.7.1.9	Granallar y pintar la estructura	9	Estimación paramétrica				
1.3.2.7.1.10	Mecanizar los componentes	6	Estimación paramétrica				
1.3.2.7.1.11	Montar los componentes	11	Estimación paramétrica				
1.3.2.7.1.12	Ensamblar el panel	28	Estimación paramétrica				

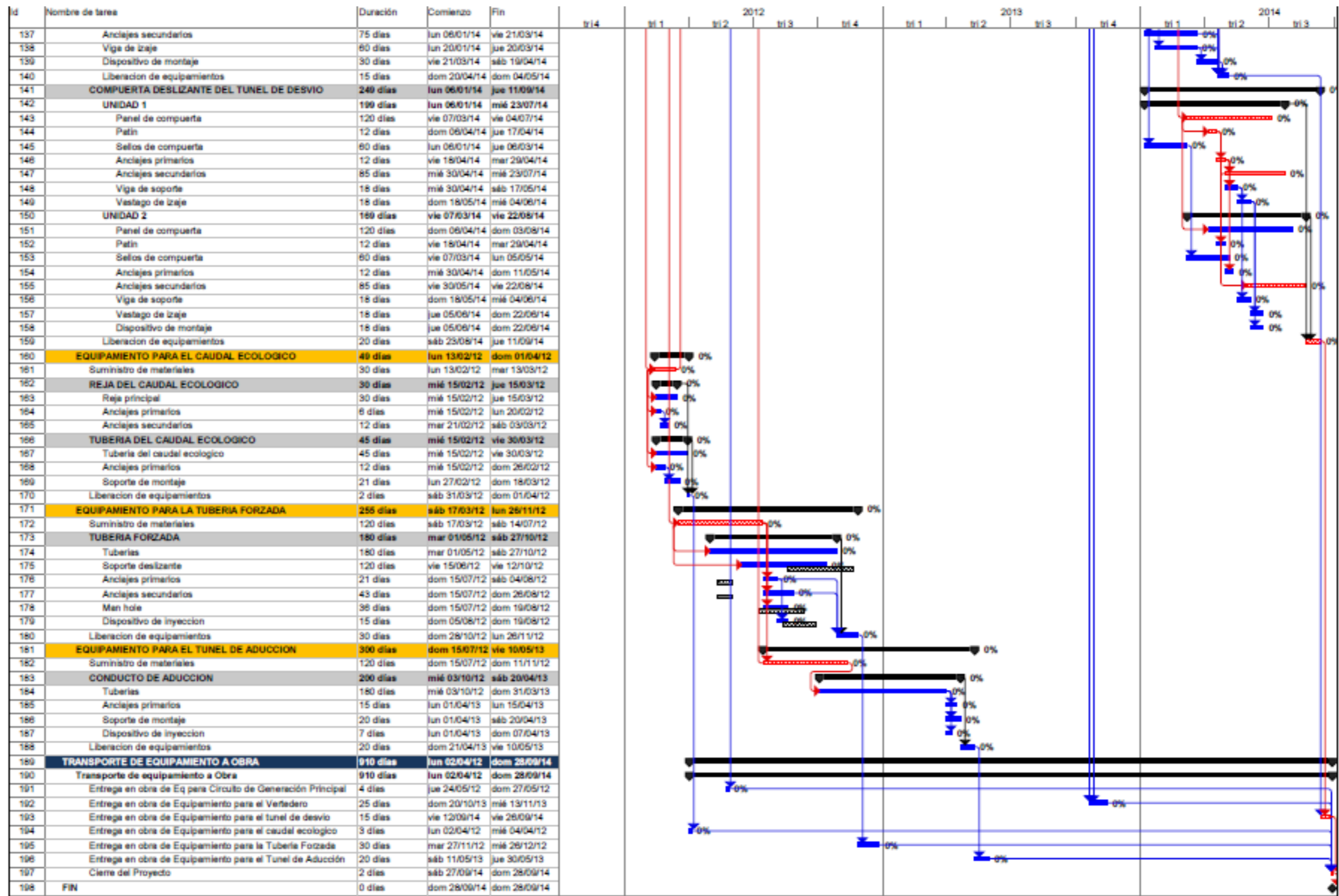
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO N° 10.2  
CRONOGRAMA DEL PROYECTO









Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 10.8  
ESTIMAR LOS COSTOS

<b>Nombre del Proyecto:</b>		Fabricación y Suministro de equipamiento hidromecánico	
<b>Preparado por:</b>		Jefe de planeamiento	<b>Revisado por:</b> Gerente de proyecto
<b>Fecha</b>	15/01/2012	<b>Aprobado por</b>	Gerente de operaciones
<b>Entregable ítem</b>	1.3.2	Equipamiento para el vertedero	
	<b>Entregable</b>	<b>Costo requerido (\$)</b>	<b>Base de estimación de costo</b>
1.3.2.7	Compuerta ataguía del vertedero	762,744.39	Estimación paramétrica
1.3.2.7.1	Panel de compuerta	525,769.27	<b>Comentarios</b> Incluye costo de materiales, mano de obra, logística, insumos necesarios para cada actividad.
	Habilitar los materiales	78,865.39	
	Controlar dimensionalmente el habilitado	5,257.69	
	Armar las estructuras	47,319.23	
	Controlar dimensionalmente el armado	10,515.39	
	Soldar la estructura	68,350.01	
	Inspeccionar la soldadura	15,773.08	
	Enderezar y controlar la planitud	21,030.77	
	Controlar dimensionalmente	10,515.39	
	Granallar y pintar la estructura	52,576.93	
	Mecanizar los componentes	57,834.62	
	Montar los componentes	84,123.08	
	Ensamblar el panel	73,607.69	
1.3.2.7.2	Contraguía	901.97	
1.3.2.7.3	Guías laterales	14,652.44	
1.3.2.7.4	Sellos de compuerta	38,702.44	
1.3.2.7.5	Sistema de válvulas	29,304.89	
1.3.2.7.6	Anclajes primarios	6,036.21	
1.3.2.7.7	Anclajes secundarios	94,325.93	
1.3.2.7.8	Poza de almacenaje	13,284.55	
1.3.2.7.9	Dispositivo de almacenaje	8,856.37	
1.3.2.7.10	Viga de izaje	13,082.72	
1.3.2.7.11	Caballote de montaje	2,572.71	
1.3.2.7.12	Liberación de equipamientos	15,254.89	

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 10.9  
LISTA DE VERIFICACIÓN

<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>			
Proyecto	Ingeniería, Fabricación y Suministro de Equipamiento Hidromecánico		
Elaborado por:	Gerente de proyecto		
Aprobado:	Gerente de operaciones		
Fecha:	29/09/2014		
Lista de verificación	Conforme	Observado	Comentarios
<b>Inicio del proyecto</b>			
¿Se generó el Acta de constitución del proyecto?	X		
¿Se designó al gerente de proyecto?	X		
¿Se llevó a cabo la reunión de apertura del proyecto?	X		
¿Se tiene el equipo del proyecto completo?	X		
<b>Planificación del proyecto</b>			
¿Se aprobó el Plan de gestión del alcance?	X		
¿Se aprobó el Plan de gestión de requisitos?	X		
¿Se aprobó la línea base del alcance?	X		
¿Se aprobó la línea base del cronograma?	X		
¿Se aprobó la línea base del costo?	X		
¿Se aprobó la línea base de la calidad?	X		
¿Se definieron los roles y responsabilidades?	X		
<b>Ejecución del proyecto</b>			
¿Se revisaron las especificaciones técnicas, códigos o estándares?	X		
¿Se generaron los planos de taller?	X		
¿Se generaron los requerimientos de materiales?	X		
¿Se aprobaron los procedimientos de fabricación?	X		
¿Se llevó a cabo la apertura de las fabricaciones?	X		
<b>Monitoreo y control del proyecto</b>			
¿Se generó el informe de desempeño del proyecto?	X		
¿Se llevaron a cabo las reuniones periódicas del proyecto?	X		
¿Se generaron las solicitudes de cambio?	X		
¿Se registraron las solicitudes de cambio?	X		
¿Se aprobaron los protocolos de materiales?	X		
¿Se aprobaron los protocolos de soldadura?	X		
¿Se aprobaron los protocolos de control dimensional?	X		



¿Se aprobaron los ensayos de calidad?	X		
¿Se aprobaron los protocolos de pre ensamble?	X		
¿Se levantaron todas las observaciones?	X		
¿Se aprobaron los dosieres de calidad?	X		
¿Se generaron los informes del estado del proyecto?	X		
¿Se aprobó el acta de envío del equipamiento?	X		
¿Se aprobó la liberación del equipamiento?	X		
<b>Cierre del proyecto</b>			
¿Se aprobó del acta de conformidad de los equipamientos?	X		
¿Se entregaron los dosieres de calidad?	X		
¿Se firmó conforme el acta de cierre del proyecto?	X		

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 10.10  
LECCIONES APRENDIDAS

<b>Nombre del Proyecto:</b>	Fabricación y suministro de equipamiento hidromecánico								
<b>Preparado por:</b>	Gerente de proyecto								
<b>Aprobado por:</b>	Gerente de operaciones								
<b>Fecha:</b>	13/11/13								
<b>Lección Aprendida N°:</b> LA-CDT020010-01									
<b>Lección Aprendida:</b> Mejora en la identificación de riesgos en bujes grafitados.									
<b>Grupo de procesos:</b>									
	Iniciación	X	Planeamiento		Ejecución		Control		Cierre
<b>Proceso Específico de la Gerencia de Proyecto que está siendo utilizado:</b> Identificar los riesgos.									
<b>Práctica específica, herramienta o técnica que está siendo utilizada:</b> Se determinó a través del análisis de causa raíz.									
<b>¿Cuál fue la acción sucedida, que pasó?</b> Una vez recibidos los planos del sistema de izaje CDT-020034-00 sistema 1, se procedieron a generar los requerimientos de compra para el ítem 205, Bujes grafitados, los cuales debían ser importados. Según programación se debían atender en los almacenes en un plazo de 30 días al considerarse en stock del proveedor; sin embargo, este informó que no eran de fabricación estándar y son fabricados según planos de fabricación.  Luego de la generación de la Orden de compra se recibieron informes del proveedor que al ser estos bujes grafitados de gran dimensión tardarían 30 días para fabricarse y no 21 días como se contempló al inicio.									
<b>¿Cuál fue el resultado o impacto de la incidencia?</b> El periodo de atención de los bujes grafitados ítems 205, tardó 62 días lo cual afectó la programación de las fabricaciones e impactó en 10 días de retraso el ensamble del sistema de izaje.									
<b>¿Cuál es la lección aprendida?</b> Se determinó que el departamento de ingeniería deberá requerir los bujes grafitados de los sistemas de izaje con un 100% de tiempo de antelación respecto a los bujes comunes.									
<b>¿Qué acción se tomó?</b> Se reprogramó el requerimiento de los bujes grafitados CDT-020034-00 del sistema 2 con 15 días de antelación a lo programado originalmente esperando tener los bujes con 10 días de antelación la necesidad de ensamble.									
<b>¿Qué comportamiento se recomienda para el futuro?</b> Consultar con la mayor cantidad de juicio de experto posible para llegar a objetivos claros y precisos.									
<b>¿Dónde y cómo este conocimiento, puede ser utilizado más adelante en el proyecto actual?</b>									

Todo equipamiento del proyecto que lleve elementos de importación como bujes complejos deberá prever una contingencia de tiempo en consulta con los proveedores.			
<b>¿Dónde y cómo este conocimiento, se puede utilizar en un proyecto futuro?</b>			
Todo equipamiento hidromecánico que lleve elementos de importación como bujes complejos deberá prever una contingencia de tiempo en consulta con los proveedores.			
<b>¿Quién debe ser informado sobre esta lección aprendida?: (marcar una)</b>			
<input type="checkbox"/>	Ejecutivo(	<input checked="" type="checkbox"/>	Gerente(s)
<input checked="" type="checkbox"/>	Otros: Departamento comercial	<input checked="" type="checkbox"/>	Equipo del
			Todo el Personal
¿Cómo debe ser distribuida esta lección aprendida? (marcar todas las que apliquen)			
<input checked="" type="checkbox"/>	e-mail	<input checked="" type="checkbox"/>	Intranet/página
<input checked="" type="checkbox"/>	Otros: Reuniones de Información.		Preguntas
		<input checked="" type="checkbox"/>	Biblioteca
¿Ha anexado referencia(s), ejemplo(s) y/o material(es)			<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	si
		<input type="checkbox"/>	no
Nombre (s) de anexo(s):			
Informe de retraso de ensamble de sistema de izaje sistema 1 IEP-CDT020034-01			

Fuente: Elaboración propia.

- Base de datos – modelo de base de datos utilizado en el proyecto

**CUADRO N° 10.11**  
**CONTROL DE AVANCE DE PRODUCCIÓN**

<b>CONTROL DE AVANCE DE PRODUCCION</b>																		
<b>PROYECTO</b>																		
FECHA 09/03/2014					<b>PORCENTAJE AVANCE REAL</b> <span style="float: right;">94.25%</span>											<b>AVANCE EN PESO</b> 129828.04 KG		
					<b>PESO PLANOS</b> 137,748.58		0.25	0.02	0.20	0.03	0.20	0.03	0.10	0.10	0.05			
ITEM	DESCRIPCIÓN	# PLANO	REV.	CANT.	Peso total Kg	HAB	LIB1	ARM	LIB2	SOLD	LIB3	E&CP	PEN	G&P	LF&EMB		PESO DE AVANCE REAL	%AVANCE REAL
<b>VERTEDERO</b>																		
					<b>GR.11 PANEL</b>													
					<b>PANEL INFERIOR/INTERMEDIO</b>													
					114327.90													
201-1	PANEL INFERIOR/INTERMEDIO	CAV020011-10	2	1	22865.58	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	75.00%	75.00%	0.00%	94.25%	21550.81	
201-2	PANEL INFERIOR/INTERMEDIO	CAV020011-10	2	1	22865.58	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	75.00%	75.00%	0.00%	94.25%	21550.81	
201-3	PANEL INFERIOR/INTERMEDIO	CAV020011-10	2	1	22865.58	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	75.00%	75.00%	0.00%	94.25%	21550.81	
201-4	PANEL INFERIOR/INTERMEDIO	CAV020011-10	2	1	22865.58	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	75.00%	75.00%	0.00%	94.25%	21550.81	
201-5	PANEL INFERIOR/INTERMEDIO	CAV020011-10	2	1	22865.58	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	75.00%	75.00%	0.00%	94.25%	21550.81	
					<b>PANEL SUPERIOR</b>													
					23420.68													
202	PANEL SUPERIOR	CAV020011-20	1	1	23420.68	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	75.00%	75.00%	0.00%	94.25%	22073.99	<b>94.25%</b>

Fuente: Elaboración propia.