

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
(UCI)

ELABORAR UN PLAN DE PROYECTO PARA EL DESARROLLO DEL  
SITIO DE OBRAS DE DERIVACIÓN EN EL PROYECTO  
HIDROELÉCTRICO LOS NEGROS II.

ALEJANDRO RODRÍGUEZ SÁNCHEZ

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN  
DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

Noviembre 2016

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como requisito parcial para optar al grado de Máster en Administración de Proyectos

---

Ing. James Pérez Céspedes, MAP, PMP  
PROFESOR TUTOR

---

Ing. Álvaro Mata Leitón  
LECTOR No.1

---

Ing. Ramiro Fonseca Macrini  
LECTOR No.2

---

Ing. Alejandro Rodríguez Sánchez  
SUSTENTANTE

## DEDICATORIA

Dedicado a mi amado hermano Marco Antonio Rodríguez Sánchez.

*“Quédate ahí en mi memoria y en mis recuerdos, quédate allí, donde nadie te toque; donde cada vez que te busque pueda encontrarte...”*

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuevamente agradecerle a mi familia entera, cuyo apoyo ha sido fundamental en cada paso de este proceso.

A mi tutor, el Ing. James Pérez, por brindarme su ayuda, paciencia y apoyo a través de este proceso.

A todo el personal de la empresa Grupo Marshall por los conocimientos brindados y la ayuda necesaria para finalizar este trabajo.

# ÍNDICE

|   |      |
|---|------|
| HOJA DE APROBACIÓN  | ii   |
| DEDICATORIA   | iii  |
| AGRADECIMIENTO  | iv   |
| ÍNDICE  | v    |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES   | vii  |
| ÍNDICE DE CUADROS   | viii |
| RESUMEN EJECUTIVO   | ix   |
| 1. INTRODUCCIÓN   | 1    |
| 1.1.1. Antecedentes   | 1    |
| 1.1.2. Problemática   | 2    |
| 1.1.3. Justificación del problema                               | 2    |
| 1.1.4. Objetivo general   | 2    |
| 1.1.5. Objetivos específicos                                    | 3    |
| 2. MARCO TEÓRICO  | 4    |
| 2.1. Marco institucional  | 4    |
| 2.1.1. Antecedentes de la institución                           | 4    |
| 2.1.2. Misión y visión  | 5    |
| 2.1.3. Estructura organizativa                                  | 5    |
| 2.1.4. Productos que ofrece                                     | 6    |
| 2.1.5. Gerencia y administración de proyectos                   | 7    |
| 2.1.6. Ejecución y construcción de proyecto                     | 7    |
| 2.2. Teoría de administración de proyectos                      | 7    |
| 2.2.1. Proyecto   | 7    |
| 2.2.2. Administración de proyectos                              | 8    |
| 2.2.3. Ciclo de vida de un proyecto                             | 9    |
| 2.2.4. Procesos en la administración de proyectos               | 11   |
| 2.2.5. Áreas del conocimiento de la administración de proyectos | 13   |
| 2.3. Definición de un proyecto de construcción                  | 14   |
| 2.3.1. Éxito de un proyecto de construcción                     | 15   |
| 2.3.2. Modalidades de construcción                              | 15   |
| 2.3.3. ¿Qué es un plan de proyecto?                             | 16   |
| 2.3.4. Principales riesgos de un proyecto de construcción       | 16   |
| 3. MARCO METODOLÓGICO   | 17   |
| 3.1. Fuentes de información                                     | 17   |
| 3.1.1. Fuentes primarias  | 17   |
| 3.1.2. Fuentes secundarias                                      | 17   |
| 3.2. Métodos de investigación                                   | 19   |
| 3.2.1. Método analítico   | 19   |
| 3.2.2. Método sintético   | 19   |
| 3.2.3. Método deductivo   | 20   |
| 3.2.4. Método observación                                       | 20   |
| 3.2.5. Método inductivo   | 20   |
| 3.3. Herramientas   | 22   |
| 3.3.1. Definición de herramienta                                | 22   |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 3.3.2. | Reuniones .....   | 22  |
| 3.3.3. | Juicio de expertos .....  | 22  |
| 3.3.4. | Observaciones.....  | 23  |
| 3.3.5. | Descomposición .....  | 23  |
| 3.4.   | Supuestos y restricciones.....  | 25  |
| 3.4.1. | Supuestos .....   | 25  |
| 3.4.2. | Restricciones.....  | 25  |
| 3.5.   | Entregables .....   | 27  |
| 4.     | DESARROLLO.....   | 28  |
| 4.1.   | Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección del proyecto.....                    | 28  |
| 4.1.1. | Acta de constitución del proyecto .....   | 28  |
| 4.1.2. | Plan para la dirección de proyectos .....   | 32  |
| 4.2.   | Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo .....                        | 33  |
| 4.2.1. | Planificar la gestión del alcance .....   | 33  |
| 4.2.2. | Recopilar requisitos .....  | 34  |
| 4.2.3. | Definir el alcance.....   | 35  |
| 4.2.4. | Crear la EDT/WBS.....   | 39  |
| 4.3.   | Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.....                                  | 45  |
| 4.3.1. | Planificar la gestión del cronograma .....  | 45  |
| 4.3.2. | Definir las actividades .....   | 47  |
| 4.3.3. | Secuenciar las actividades .....  | 52  |
| 4.3.4. | Estimar los recursos de las actividades.....  | 57  |
| 4.3.5. | Estimar la duración de las actividades.....   | 72  |
| 4.3.6. | Desarrollar el cronograma .....   | 77  |
| 4.4.   | Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar, presupuestar y controlar los costos del proyecto .....                             | 81  |
| 4.4.1. | Planificar la gestión de los costos.....  | 81  |
| 4.4.2. | Estimar los costos .....  | 82  |
| 4.4.3. | Determinar el presupuesto.....  | 86  |
| 4.5.   | Desarrollar un plan de gestión calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante ..... | 88  |
| 4.5.1. | Planificar la gestión de la calidad .....   | 88  |
| 4.6.   | Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.....                                  | 101 |
| 4.6.1. | Planificar la gestión de los recursos humanos .....   | 101 |
| 4.7.   | Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.....                      | 109 |
| 4.7.1. | Planificar la gestión de las comunicaciones .....   | 109 |
| 4.8.   | Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación y control .....  | 114 |
| 4.8.1. | Planificar la gestión de los riesgos .....  | 114 |
| 4.8.2. | Identificar los riesgos.....  | 115 |
| 4.8.3. | Realizar el análisis cualitativo de riesgos .....   | 117 |
| 4.8.4. | Realizar el análisis cuantitativo de riesgos .....  | 120 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 4.8.5.  | Planificar la respuesta a los riesgos .....   | 120 |
| 4.9.    | Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para el control y ejecución de los contratos.....                            | 123 |
| 4.9.1.  | Planificar la gestión de las adquisiciones .....  | 123 |
| 4.10.   | Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y el aseguramiento de la participación en el proyecto..... | 129 |
| 4.10.1. | Identificar a los interesados .....   | 129 |
| 4.10.2. | Planificar la gestión de los interesados.....   | 131 |
| 5.      | CONCLUSIONES.....   | 134 |
| 6.      | RECOMENDACIONES .....   | 137 |
| 7.      | BIBLIOGRAFÍA .....  | 139 |
| 8.      | ANEXOS .....  | 140 |
| 8.1.    | Anexo 1: Acta de proyecto .....   | 140 |
| 8.2.    | Anexo 2: EDT.....   | 143 |
| 8.3.    | Anexo 3: CRONOGRAMA .....   | 144 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1 Estructura Organizativa.....   | 6   |
| Figura 2 Niveles Típicos de costo y dotación de personal en una estructura genérica del ciclo de vida del proyecto..... | 10  |
| Figura 3 Los Grupos de Procesos Interactúan en una Fase o Proyectos .....   | 12  |
| Figura 4 Límites del Proyecto .....   | 12  |
| Figura 5 Estructura Desglose de Trabajo .....   | 40  |
| Figura 6 Cronograma del Proyecto.....   | 80  |
| Figura 7 Organigrama del Proyecto.....  | 103 |
| Figura 8 Modelo Básico de Comunicaciones .....  | 111 |
| Figura 9 Estructura de Desglose de Riesgos .....  | 114 |



## ÍNDICE DE CUADROS

|   |     |
|---|-----|
| Cuadro 1 Fuentes de Información Utilizada.....                              | 18  |
| Cuadro 2 Métodos de Investigación Utilizados.....                           | 20  |
| Cuadro 3 Herramientas Utilizadas.....                                       | 23  |
| Cuadro 4 Supuestos y Restricciones.....                                     | 26  |
| Cuadro 5 Entregables.....   | 27  |
| Cuadro 6 Acta de Proyecto.....  | 29  |
| Cuadro 7 Plan para la Dirección de Proyectos .....                          | 32  |
| Cuadro 8 Interesados del Proyecto .....                                     | 34  |
| Cuadro 9 Alcance del Proyecto .....   | 36  |
| Cuadro 10 Diccionario de la EDT / WBS .....                                 | 41  |
| Cuadro 11 Actividades del Proyecto .....                                    | 47  |
| Cuadro 12 Cronograma del Proyecto .....                                     | 52  |
| Cuadro 13 Recurso de Actividades .....                                      | 57  |
| Cuadro 14 Duración de Actividades.....                                      | 72  |
| Cuadro 15 Estimación de Costos.....   | 83  |
| Cuadro 16 Presupuesto Desglose por Actividades.....                         | 87  |
| Cuadro 17 Matriz de Control de Calidad.....                                 | 90  |
| Cuadro 18 Matriz de Roles y Responsabilidades .....                         | 105 |
| Cuadro 19 Plan para la Gestión del Personal .....                           | 107 |
| Cuadro 20 Matriz de Comunicaciones .....                                    | 113 |
| Cuadro 21 Riesgos Identificados Descripción.....                            | 115 |
| Cuadro 22 Riesgos Identificados y Registro .....                            | 116 |
| Cuadro 23 Evaluación del Impacto de Riesgo .....                            | 118 |
| Cuadro 24 Matriz de Probabilidad e Impacto.....                             | 118 |
| Cuadro 25 Riesgos Priorizados .....   | 119 |
| Cuadro 26 Matriz de Riesgos .....   | 122 |
| Cuadro 27 Necesidades del Proyecto .....                                    | 124 |
| Cuadro 28 Plan de Adquisiciones.....  | 125 |
| Cuadro 29 Criterios de Selección .....                                      | 126 |
| Cuadro 30 Enunciado de Trabajo del Proyecto .....                           | 127 |
| Cuadro 31 Identificación de Interesados Expectativas y Requerimientos ..... | 129 |
| Cuadro 32 Matriz de Participación de Interesados .....                      | 132 |

## RESUMEN EJECUTIVO

En el sector de la construcción es de suma importancia que las empresas dedicadas a esta labor se encuentren constantemente pendientes y mejorando la calidad que ofrecen en los productos que entregan a sus clientes.

En la empresa constructora Grupo Marshall se cuenta con una amplia trayectoria en la realización de proyectos de generación eléctrica, por ejemplo, torres eólicas y represas hidroeléctricas, por lo que cuenta con un personal altamente calificado en la ejecución de este tipo de obras, quienes cuentan con una vasta experiencia adquirida en el ICE.

Se presentó la oportunidad de implementar los conocimientos adquiridos para el desarrollo de Sitio de Obras de Derivación del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II, se solicitó a la gerencia de la empresa implementar las pautas que da la Guía PMBOK (PMI, 2013) para identificar, calcular y planificar las distintas actividades que conlleva un proyecto. Se abarcaron las diez áreas de conocimiento según lo que dicta el PMBOK (PMI, 2013) y se abarcaron los procesos de iniciación y planificación, por temas de tiempo no se logró abarcar los restantes tres procesos (ejecución, monitoreo y control, y cierre) ya que el proyecto continuaba en ejecución al finalizar el presente documento.

Entre los beneficios del proyecto final de graduación destaca el elaborar un plan de desarrollo del sitio de obras de derivación a la empresa constructora Grupo Marshall, implementando las herramientas brindadas por el PMBOK (PMI, 2013) para la correcta ejecución de un proyecto.

El objetivo general fue elaborar un plan de proyecto para el desarrollo del sitio de Obras de Derivación en el Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II; los objetivos específicos fueron: elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección de proyecto, elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo, elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido, definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar y presupuestar los costos del proyecto, desarrollar un plan de gestión de calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante, elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto, elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto, elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación, desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para planificar la gestión de los contratos, elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y planificación de la gestión de los interesados en el proyecto.

La metodología utilizada en este proyecto se basó en manejar fuentes de información primaria, tales como entrevistas a ingenieros y gerentes de la empresa que ya cuentan con una larga trayectoria en este tipo de proyectos, así como fuentes secundarias, tales como libros, normativas y reglamentos nacionales e internacionales. Se utilizó el método analítico sintético para el análisis a fondo del proyecto y el método estadístico para la parte numérica del proyecto final de graduación.

Durante el desarrollo del presente documento se identificaron las áreas de conocimiento donde se debe poner una atención especial, como es el caso de la correcta identificación de riesgos para minimizarlos, en su mayoría afectan hitos con una importancia muy alta, como lo son el tiempo y los costos del proyecto.

En las conclusiones se logra desarrollar cada una de las áreas de conocimiento que abarcan los procesos de inicio y planificación, se desarrolla el plan para la dirección del proyecto, donde se contemplan las actividades que integran el proyecto, se define el alcance general, se realiza el plan de gestión del tiempo, que incluye todas las actividades por realizar, se estimaron los recursos tanto materiales como humanos, se definieron los roles y responsabilidades del personal del proyecto.

Se puede concluir que el área de adquisiciones es clave para el éxito en este tipo de proyectos, debido a que se subcontrata un porcentaje muy alto de los trabajos, se logra identificar y clasificar a los principales interesados del proyecto, se realiza una estrategia para lograr incluir a los involucrados de una manera positiva en el proyecto.

Para dar inicio al cambio hacia las buenas prácticas de la administración de proyectos, se requiere de convencimiento por parte de la gerencia y el equipo de proyecto, pues de lo contrario puede haber oposición en alguna de las partes. La capacitación en esta materia es esencial, para que así todos puedan mantener un mismo nivel de conocimiento sobre el tema. Esta transición puede ser lenta, pero los beneficios esperados recompensan el trabajo realizado.

Se recomendó utilizar la metodología de Gestión de Proyectos para llevar a cabo la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II. Se recomienda prestar una atención especial en el tema de los subcontratos debido a su alto aporte económico sobre el proyecto y la relación directa que tiene este hito con el éxito del proyecto.

Se recomienda utilizar los procesos descritos en el presente proyecto para realizar los análisis de inicio y planificación de un proyecto hidroeléctrico que se pueda presentar en el futuro, debido a que en él se incluyen cada uno de los pasos que abarcan las áreas de conocimiento, por lo que se minimiza la posibilidad de omitir información relevante para este tipo de proyectos.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1.1. Antecedentes**

El presente proyecto se realiza con la intención de cooperar con la empresa constructora Grupo Marshall, para crear un plan de proyecto para el desarrollo del sitio de presa del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II.

Durante los últimos años se ha venido generando una tendencia o auge a nivel mundial en lo que se refiere a la Gestión de Gerencia de Proyectos. Las empresas se tienen que adaptar al mercado de la época, el cual tiene una alta competencia, por lo que es necesario trabajar en varios proyectos simultáneamente para de esta manera mantener su nivel de ingresos o mejorarlos.

El presente proyecto se realiza en la empresa constructora Grupo Marshall, específicamente en el Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II (PHLN2), ubicado en el distrito segundo de Aguas Claras, cantón 13 de Upala, Provincia de Alajuela y está siendo desarrollado por el Fideicomiso Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II, quien es el propietario, este a su vez generó un subcontrato para la construcción de la obra civil, el cual se adjudica a la empresa constructora Grupo Marshall.

El proyecto se trata de una presa vertedora con una toma de aguas a la margen derecha del río, un desarenador y una conducción de alcantarilla, así como la obra civil de los bloques de anclaje de las tuberías de baja y alta presión, el tanque de oscilación y la casa de máquinas.

Como antecedentes se tiene la realización del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros I, realizado también por la empresa constructora Grupo Marshall varios años atrás, específicamente en el año 2006.

La empresa constructora contaba con un plan antiguo para desarrollar este tipo de proyectos debido a la experiencia misma que se tuvo a lo largo de los años; sin embargo, se detectan falencias que causaron los atrasos en el cronograma y nace el compromiso de implementar un plan para desarrollar estos proyectos.

### **1.1.2. Problemática**

Al iniciar las construcciones de los distintos proyectos de la empresa se presentaban una serie de dificultades para concluir dentro del cronograma y el presupuesto designado originalmente al proyecto.

La empresa constructora no cuenta con una estructura de desglose de trabajo que se ajuste a un proyecto de esta magnitud y el alcance no se encuentra definido, por lo que el programa de trabajo no es consistente y se debe de estar modificando conforme avanza el proyecto.

Se desea elaborar un plan de proyecto para demostrar los beneficios que este conlleva, con la implementación de una planificación temprana que incluye todo lo relacionado con el proyecto, desde los interesados hasta los riesgos y cómo lidiar con ellos durante la vida del proyecto.

### **1.1.3. Justificación del problema**

La presente investigación se debe a la necesidad de la empresa de implementar una metodología que permita desarrollar una obra constructiva de manera exitosa mediante el uso de las buenas prácticas explícitas en el PMBoK y los comprendidos en la Maestría de Administración de Proyectos que imparte la UCI.

Dicha investigación demostrará la alta importancia que tiene la correcta planificación de un proyecto y cómo las áreas de conocimientos desarrolladas en este son de vital importancia para obtener éxito en un proyecto.

Un beneficio clave es la correcta y preventiva identificación de los riesgos que pueden afectar al proyecto, así como la identificación de cada uno de los involucrados directa o indirectamente en el proyecto.

Un beneficio más será el correcto manejo del presupuesto y el cronograma del proyecto, de vital importancia para obtener beneficios a la hora de la finalización.

### **1.1.4. Objetivo general**

Elaborar un plan de proyecto para el desarrollo del sitio de Obras de Derivación en el Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II.

### **1.1.5. Objetivos específicos**

- Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección de proyecto.
- Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo.
- Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.
- Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar y presupuestar los costos del proyecto.
- Desarrollar un plan de gestión de calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante.
- Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.
- Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.
- Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación.
- Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para planificar la gestión de los contratos.
- Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y el aseguramiento de la participación en el proyecto.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Marco institucional**

#### **2.1.1. Antecedentes de la institución**

Grupo Marshall fue fundado en el año 1987, para funcionar como empresa operativa en Costa Rica del Grupo Marshall de Venezuela, en la ejecución del Proyecto Hidroeléctrico Birrís. Al concluirse el proyecto en el año 1990, se consolida como una empresa independiente, y continúa operando en Costa Rica, en el área de la gerencia y ejecución de proyectos.

A partir de ese momento, ha participado con gran suceso en la ejecución de importantes proyectos en el país, tanto de carácter público como privado, distinguiéndose su participación por la implementación de las mejores técnicas de planificación, organización, dirección y control de los recursos, para obtener el balance óptimo de calidad, costo y tiempo.

Desde su fundación, la empresa ha estado conformada por un equipo sólido de profesionales y técnicos nacionales altamente calificados, provenientes muchos de ellos de empresas líderes en su campo como el ICE y RECOPE, que garantizan el éxito de los proyectos.

Ofrece servicios de Gerencia y Administración de Proyectos, consistente en la Organización, Planificación, Dirección y Control de los Proyectos, con el objetivo de garantizar al cliente el cumplimiento de las metas establecidas en aspectos de calidad, plazos de ejecución y costos. Marshall y Asociados S.A. también está en capacidad de diseño y optimización de proyectos por medio de grupos especializados.

### **2.1.2. Misión y visión**

#### Misión

Brindamos servicios integrales de construcción de proyectos de infraestructura, con énfasis en el sector de energía, con la participación de personal altamente calificado y la implementación de las mejores técnicas, para contribuir eficazmente al desarrollo de la sociedad (Grupo Marshall, 2010).

#### Visión

Ser reconocidos a nivel regional, como la empresa referente en la construcción de proyectos de energía y obras especializadas de infraestructura, manteniendo siempre nuestros principios de honestidad, respeto y excelencia (Grupo Marshall, 2010).

### **2.1.3. Estructura organizativa**

La estructura organizativa está compuesta por una Presidencia que tiene su Gerencia General, la cual se divide en tres Gerencias funcionales : Gerencia de Construcción, Gerencia Técnica y Gerencia de Administración Financiera, dichas gerencias cuentan con su personal capacitado para realizar sus distintas funciones, como se muestra en la Figura 1.



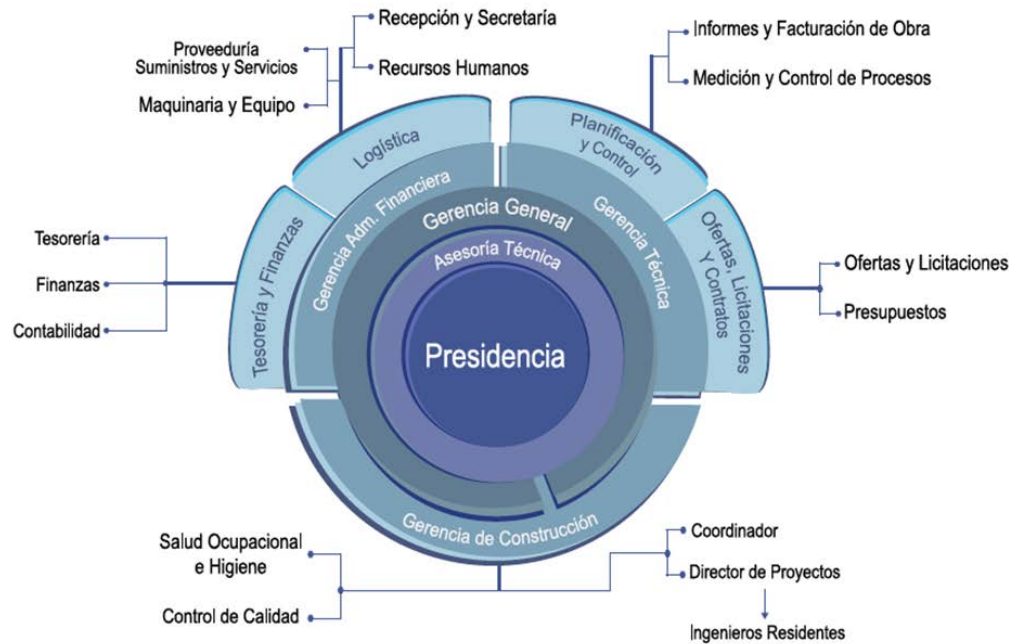


Figura 1 Estructura Organizativa.

Fuente: Libro informativo (*brochure* de presentación) del grupo de empresas Marshall y Asociados S.A. y Proyectos y Construcciones BC y Asociados S.A., 2015.

#### 2.1.4. Productos que ofrece

El grupo Marshall ofrece servicios integrales de construcción de proyectos de infraestructura, con énfasis en los proyectos de energía, con la participación de personal altamente calificado y la implementación de las mejores técnicas constructivas y de control de proyectos, para contribuir eficazmente al desarrollo de la sociedad.

### **2.1.5. Gerencia y administración de proyectos**

Los servicios de Gerencia y Administración de Proyectos consisten en la Organización, Planificación, Dirección y Control de los Proyectos, con el objetivo de garantizar al cliente el cumplimiento de las metas establecidas en aspectos de calidad, plazos de ejecución y costos. Marshall y Asociados S.A., también está en capacidad de diseño y optimización de proyectos por medio de grupos especializados.

Bajo esta modalidad, el cliente participa activamente en la toma de decisiones relevantes relacionadas con la definición de los recursos que se incorporarán al Proyecto, según las recomendaciones para atender adecuadamente las especificaciones técnicas, lo que exige una estrecha coordinación.

### **2.1.6. Ejecución y construcción de proyecto**

El servicio de Construcción de Proyectos es un servicio integral al cliente, donde nuestra empresa asume la responsabilidad total de la Ejecución de los Proyectos. En consecuencia, se realizan las mismas tareas de Organización, Planificación, Dirección y Control de los Proyectos pero como parte de la gestión interna de la empresa en la ejecución de las obras, optimizando el uso de recursos y métodos constructivos para lograr un balance óptimo de calidad-costo-tiempo. El objetivo fundamental es entregar al cliente un proyecto terminado de alta calidad y dentro de los plazos de construcción establecidos.

## **2.2. Teoría de administración de proyectos**

### **2.2.1. Proyecto**

Según la Guía del PMBOK Quinta Edición (PMI, 2013) “Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (p.3). Con la definición dada debemos de aclarar que un proyecto también consta de otras características:

Temporal: “La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un inicio y un final definido. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto” (PMI, 2013, p.3)

Productos, servicios y resultados: “Cada proyecto genera un producto, servicio o resultado único. El resultado del proyecto puede ser tangible o intangible. Aunque puede haber elementos repetitivos en algunos entregables y actividades del proyecto, esta repetición no altera las características fundamentales y únicas del trabajo del proyecto”. (PMI, 2013, p.3)

Por su parte, Guido y Clements (, 2003) dentro de su definición de proyecto no incluyen la temporalidad. Sin embargo, sí la mencionan como un atributo. La definición que ellos presentan es: “Un proyecto es un esfuerzo por lograr un objetivo específico, mediante una serie especial de actividades interrelacionadas y la utilización eficiente de los recursos”.

### **2.2.2. Administración de proyectos**

Según la Guía PMBoK Quinta Edición (PMI, 2013) “la dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades herramientas y técnicas de las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo”.

La dirección de proyectos se logra mediante la aplicación e integración de los cinco grupos de procesos de la dirección de proyectos definidos en la “Guía PMBOK”, los cuales son:

- Grupo de Procesos de Inicio: Aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase.

- Grupo de Procesos de Planificación: Aquellos procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto.
- Grupo de Procesos de Ejecución: Aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección de proyecto a fin de satisfacer especificaciones de este.
- Grupo de Procesos de Monitoreo y Control: Aquellos procesos requeridos para rastrear, revisar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.
- Grupo de Procesos de Cierre: Aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los Grupos de Procesos, a fin de cerrar formalmente el proyecto o una fase del mismo (PMBOK, 2013, p.49).

### **2.2.3. Ciclo de vida de un proyecto**

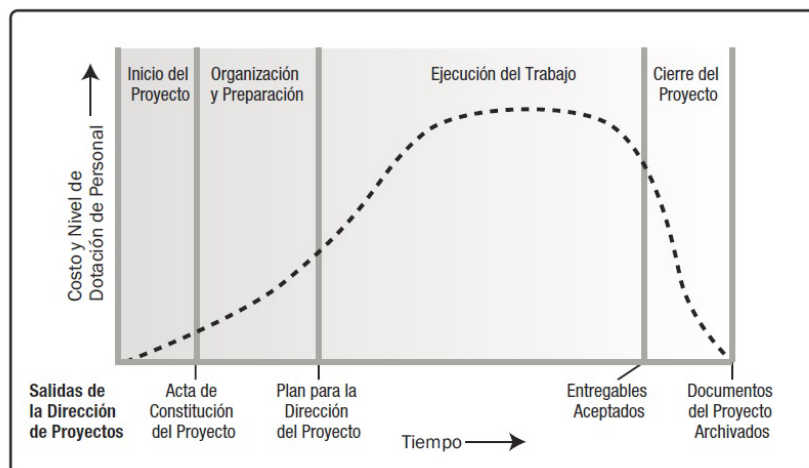
Para facilitar la gestión, los directores de proyectos o la organización pueden dividir los proyectos en fases, con los enlaces correspondientes a las operaciones de la organización ejecutante. El conjunto de estas fases se conoce como ciclo de vida del proyecto. Muchas organizaciones identifican un conjunto de ciclos de vida específico, para usarlo en todos sus proyectos.

Según el PMBoK (PMI, 2013) “El ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre”.

Los proyectos varían en tamaño y complejidad, pero todos los proyectos se pueden dividir en las siguientes fases o ciclo de vida:

- Inicio del proyecto,
- Organización y preparación,
- Ejecución del trabajo y
- Cierre del proyecto.

A continuación se muestra un gráfico con los distintos ciclos de vida de un proyecto.



**Figura 2 Niveles Típicos de costo y dotación de personal en una estructura genérica del ciclo de vida del proyecto**

**Fuente:** Guía PMBoK, 2013.

La estructura genérica del ciclo de vida presenta por lo general las siguientes características:

- Los niveles de costo y dotación de personal son bajos al inicio del proyecto, alcanza su punto máximo según se desarrolla el trabajo y caen rápidamente cuando el proyecto se acerca al cierre.
- La curva anterior, curva típica de costo y dotación de personal, puede no ser aplicada en todos los proyectos. Un proyecto puede por ejemplo requerir gastos importantes para asegurar los recursos necesarios al inicio de su ciclo de vida o contar con su dotación de personal completa desde un punto muy temprano en su ciclo de vida.
- Los riesgos y la incertidumbre son mayores en el inicio del proyecto. Estos factores disminuyen durante la vida del proyecto, a medida que se van adoptando decisiones y aceptando los entregables.
- La capacidad de influir características finales del producto del proyecto si afectar significativamente el costo, es más alta al inicio del proyecto y va disminuyendo a medida que el proyecto avanza hacia su conclusión. (PMBoK, 2013, p.40)

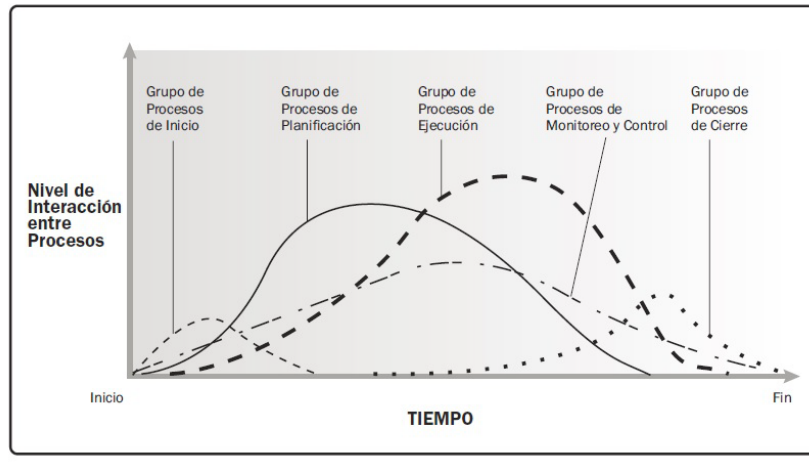
#### **2.2.4. Procesos en la administración de proyectos**

Se comienza con la definición de los procesos de la administración de proyectos, PMI (2013) afirma: “Un proceso es un conjunto de acciones y actividades, relacionadas entre sí, que se realizan para crear un producto, resultado o servicio predefinido” (p.47).

El (PMBok, 2013) ha identificado una serie de procesos de la dirección de proyectos, que han sido reconocidos como buenas prácticas para la mayoría de los proyectos, la mayor parte del tiempo. El PMBoK (2013) indica que estos procesos han sido divididos en cinco grupos, y definidos como los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos. Estos son:

- Grupo de Procesos de Iniciación. Define y autoriza el proyecto o una fase del él.
- Grupo de Procesos de Planificación. Define y refina los objetivos y planifica el curso de acción requerido para lograr los objetivos y el alcance pretendido del proyecto.
- Grupo de Proceso de Ejecución. Integra a personas y otros recursos para llevar a cabo el plan de gestión del proyecto.
- Grupo de Procesos de Seguimiento y Control. Mide y supervisa regularmente el avance, a fin de identificar las variaciones respecto al plan de gestión del proyecto, de tal forma que se tomen medidas correctivas, cuando sea necesario, para cumplir con los objetivos del proyecto.
- Grupo de Procesos de Cierre. Formaliza la aceptación del producto, servicio o resultado. Y termina ordenadamente el proyecto o una fase de él.

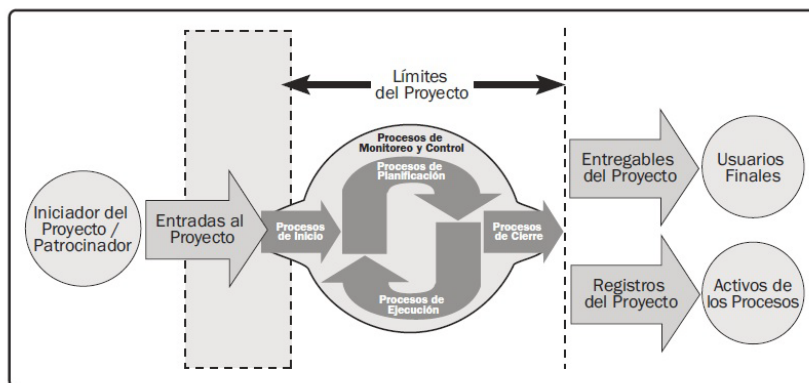
Los grupos de procesos de la dirección de proyectos se relacionan entre sí a través de las salidas que producen. La salida de un proceso normalmente es la entrada para otro proceso o se convierte en un entregable del proyecto. A continuación se incluye un gráfico donde se muestra cómo interactúan entre sí los grupos de procesos.



**Figura 3 Los Grupos de Procesos Interactúan en una Fase o Proyectos**

Fuente: PMBoK, 2013.

Cuando un proyecto se divide en fases, los Grupos de Procesos se utilizan según resulte adecuado, a fin de conducir el proyecto de manera eficaz hacia su cierre controlado. En proyectos de múltiples fases, los procesos se repiten dentro de cada fase hasta que se cumplan los criterios para concluirla. (PMBoK, 2013, p.51)



**Figura 4 Límites del Proyecto**

Fuente: PMBoK, 2013

El límite de un proyecto se define como el momento en que se autoriza el inicio o finalización de un proyecto o de una fase de proyecto. El propósito clave de este Grupo de Procesos es alinear las expectativas de los interesados con el propósito del proyecto, darles visibilidad sobre el alcance y los objetivos, y mostrar cómo su participación en el proyecto y sus fases asociadas puede asegurar el logro de sus expectativas. (PMBOK, 2013, p.54)

### **2.2.5. Áreas del conocimiento de la administración de proyectos**

La Guía para administración de proyectos del PMBOK (PMI, 2013) está dividida en 47 procesos que se desarrollan dentro de 10 áreas del conocimiento.

Las 10 de áreas de conocimiento son:

- **Gestión de la Integración del Proyecto:** Esta área incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos de la administración de proyectos, permitiendo que un proyecto se lleve a cabo de manera controlada y se complete cumpliendo con las expectativas y requisitos de los interesados.
- **Gestión del Alcance del Proyecto:** La gestión del alcance incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya únicamente el trabajo requerido para completar el proyecto exitosamente.
- **Gestión del Tiempo del Proyecto:** Esta área incluye todos los procedimientos necesarios para terminar el proyecto dentro del plazo determinado.
- **Gestión de los Costos del Proyecto:** Incluye todos los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos del proyecto para que se complete dentro del presupuesto asignado.
- **Gestión de la Calidad del Proyecto:** Dentro de esta área se agrupa todos los procesos que establecen los objetivos y las políticas de calidad del proyecto que ayudan a implementar el sistema de calidad de la organización en el ámbito del proyecto. También los procesos de esta área trabajan para lograr la mejora continua y el cumplimiento de los requerimientos del proyecto.
- **Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto:** Incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen al equipo del proyecto. El equipo del proyecto está compuesto por las personas a las que se han asignado responsabilidades dentro del proyecto, ya sea a tiempo parcial o completo.



- **Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:** Incluye los procesos requeridos para asegurar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto.
- **Gestión de los Riesgos del Proyecto:** Incluye procesos para planificación, identificación, análisis, gestión y control de los riesgos. El objetivo de la gestión de riesgos consiste en aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos y disminuir la probabilidad e impacto de los eventos negativos en el proyecto.
- **Gestión de las Adquisiciones del Proyecto:** La gestión de las adquisiciones incluye los procesos para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto.
- **Gestión de los Interesados del Proyecto:** Incluye los procesos para identificar a las personas que pueden tener algún impacto en el proyecto, y desarrollar estrategias para promover su participación en el proyecto y gestionar adecuadamente sus expectativas.

### **2.3. Definición de un proyecto de construcción**

Se debe tener en cuenta que un proyecto de construcción puede ser complejo y no se puede basar en algún otro proyecto ya realizado debido a que cada uno de ellos es único e irrepetible.

Todo proyecto constructivo para llevarse a cabo requiere ciertos recursos económicos y materiales, que de acuerdo con el tamaño del proyecto serán variables, por eso antes de iniciar una obra constructiva se debe realizar un análisis de ubicación o bien el tipo de comercial al que se van a prestar servicios, así como un presupuesto detallado de obra.

### **2.3.1. Éxito de un proyecto de construcción**

“Todo proyecto requiere, para alcanzar el éxito, la aplicación de una serie de principios y buenas prácticas” (Brenes, 2010). Normalmente se debe considerar que las construcciones conllevan una inversión importante de dinero. Pero no se debe tomar en cuenta solamente su costo, porque también influye enormemente el tiempo que se va a invertir en él mismo, lo que al fin y al cabo termina influyendo en el costo. Por razones como esta las etapas tempranas de un proyecto, así como su planificación, son de vital importancia para tener éxito en un proyecto.

### **2.3.2. Modalidades de construcción**

#### **2.3.2.1. Diseño – Licitación - Construcción**

En este tipo de modalidad, la cual es muy lineal, se contrata un ingeniero que prepare el expediente de un proyecto que incluya los planos constructivos, especificaciones técnicas, presupuesto, memoria descriptiva, permisos constructivos, licencias y estudios previos, entre otros aspectos.

Una vez finalizada la documentación, el cliente inicia el proceso de licitación, esta elección se basa en los resultados de la licitación y entran en juego temas de costo, tiempo y calidad.

Seguidamente se ejecuta el proyecto en su etapa constructiva, hasta su culminación o el alcance de sus objetivos.

#### **2.3.2.2. Diseño y construcción**

Se basa principalmente en que un cliente contrata a una empresa constructora para que le realice tanto el diseño como la construcción de la obra. Esta empresa cuenta con su personal calificado, tales como ingenieros o arquitectos.

#### **2.3.2.3. Administración bajo riesgo (selección, diseño y construcción)**

En este caso el cliente se encarga de contratar a un gerente de proyectos, este a su vez debe manejar los subcontratos para la obra. Se basa además en el

cumplimiento de los objetivos determinados en un presupuesto y cronograma establecido al inicio del proyecto.

En este caso la mayor ventaja que se puede anotar es que el propietario puede hacer un estudio y seleccionar al profesional responsable que más se adecue a la obra.

### **2.3.3. ¿Qué es un plan de proyecto?**

Es la fotografía de las acciones que se deben tomar para alcanzar un objetivo determinado (Becerril, 1997).

### **2.3.4. Principales riesgos de un proyecto de construcción**

Los encargados de cada uno de los proyectos constructivos existentes observan los riesgos como una duda de que los objetivos finales del proyecto se cumplan.

Cabe destacar que en todo proyecto siempre existen riesgos, si estos riesgos son menores o bien puede afectar positivamente al proyecto son aceptados, de igual manera existen ciertos límites de tolerancia sobre los cuales se pueden aceptar los riesgos.

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Fuentes de información**

Una fuente de información es el lugar donde se obtienen datos o información que habrá de ocuparse como parte del trabajo de investigación (Becerril, 1997).

##### **3.1.1. Fuentes primarias**

Contienen información original, que ha sido publicada por primera vez y que no ha sido filtrada, interpretada o evaluada por nadie más. Son producto de una investigación o de una actividad eminentemente creativa. (María Silvestrini Ruiz & Jorge, 2008).

##### **3.1.2. Fuentes secundarias**

Contienen información primaria, sintetizada y reorganizada. Están especialmente diseñadas para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos. Componen la colección de referencia de la biblioteca y facilitan el control y el acceso a las fuentes primarias (María Silvestrini Ruiz & Jorge, 2008).

El resumen de las fuentes de información que se utilizarán en este proyecto se presenta en el Cuadro 1:

Cuadro 1 Fuentes de Información Utilizada

| Objetivos   | Fuentes de información   |  |
|---|--|--|
|   | Primarias  | Secundarias  |
| Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección del proyecto.                          | Reuniones con el gerente de proyectos, juicio de expertos, lecciones aprendidas. | Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK, documentos técnicos, proyectos similares. |
| Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo.                               | Reuniones con ingeniero de proyecto, juicio de expertos, lecciones aprendidas.   | Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK, documentos técnicos, proyectos similares. |
| Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.  | Reuniones con gerente de oficina técnica y gerente de construcción.              | Documentos técnicos, proyectos similares. PMBoK                                      |
| Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar y presupuestar los costos del proyecto.   | Reuniones con gerente de oficina técnica y gerente de construcción.              | Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK, Documentos técnicos, proyectos similares. |
| Desarrollar un plan de gestión de calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante.     | Reuniones con gerente de construcción e ingeniero de calidad.                    | Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK, Documentos técnicos, proyectos similares. |
| Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.  | Juicio de expertos, lecciones aprendidas. Reuniones con gerente general.         | Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK.   |
| Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.                            | Juicio de expertos, lecciones aprendidas. Reuniones con gerente general.         | Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK.   |
| Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación.   | Juicio de expertos, lecciones aprendidas. Reuniones con gerente general.         | Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK.   |
| Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para planificar la gestión de los contratos.                                       | Juicio de expertos, lecciones aprendidas. Reuniones con gerente general.         | Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK.   |
| Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y planificación de la gestión de los interesados en el proyecto. | Juicio de expertos, lecciones aprendidas. Reuniones con gerente general.         | Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK.   |

### **3.2. Métodos de investigación**

El método de investigación es el instrumento que enlaza el sujeto con el objeto de la investigación.

La palabra método se deriva del griego meta: hacia, a lo largo; y todos que significa camino, por lo que podemos deducir que método significa el camino más adecuado para lograr un fin.

También podemos decir que los métodos son el conjunto de procedimientos lógicos a través de los cuales se plantean problemas científicos y se ponen a prueba hipótesis y el trabajo de investigación (Chagoya, 2008).

#### **3.2.1. Método analítico**

El método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías. (Raúl, 2010)

#### **3.2.2. Método sintético**

El método sintético, por lo tanto, es aquel que procede de lo simple a lo complejo, donde las partes simples que se separaron en el análisis, una vez revisadas, ahora son integradas por la síntesis (entiéndase todos los datos, hechos o elementos que intervienen en un fenómeno), definiendo qué relación tienen entre sí y de qué manera afectan la realización del fenómeno en cuestión, así, hasta completar nuevamente el todo.

Este método nos lleva, por ende, de las causas a los efectos y de los principios a las conclusiones. (Raúl, 2010)

### 3.2.3. Método deductivo

El método deductivo de investigación permite inferir nuevos conocimientos o leyes aún no conocidas. Este método consiste en inducir una ley y luego deducir nuevas hipótesis como consecuencia de otras más generales (Carvajal, 2013).

### 3.2.4. Método observación

Consiste en la utilización de los sentidos, para obtener de forma consiente y dirigida, datos que proporcionen elementos para nuestra investigación. Constituye el primer paso del método científico, que permite, a partir de ello, elaborar una hipótesis, y luego vuelve a aplicarse la observación, para verificar si dicha hipótesis se cumple (Edukavital, 2013).

### 3.2.5. Método inductivo

Parte de fenómenos particulares para llegar a generalizaciones. Esto se refiere al pasar de los resultados obtenidos de la observación y experimentación con elementos particulares a la formulación de hipótesis, principios y leyes de tipo general (Gutiérrez, 2014).

En el cuadro N° 2 se puede apreciar los métodos de investigación que se van a emplear para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

**Cuadro 2 Métodos de Investigación Utilizados**

| Objetivos   | Métodos de investigación                              |  |   |
|---|---|--|---|
|   | Sintético   | Inductivo  | Observación   |
| Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección de proyecto. | Recopilación de datos existentes en forma documental. | Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados. | Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales. |
| Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo.     | Recopilación de datos existentes en forma documental. | Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados. | Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales. |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.  | Recopilación de datos existentes en forma documental. | Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados. | Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales. |
| Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar y presupuestar los costos del proyecto.   | Recopilación de datos existentes en forma documental. | Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados. | Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales. |
| Desarrollar un plan de gestión calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante.        | Recopilación de datos existentes en forma documental. | Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados. | Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales. |
| Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.  | Recopilación de datos existentes en forma documental. | Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados. | Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales. |
| Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.                            | Recopilación de datos existentes en forma documental. | Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados. | Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales. |
| Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para la identificación de los mismos.   | Recopilación de datos existentes en forma documental. | Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados. | Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales. |
| Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para planificar la gestión de los contratos.                                       | Recopilación de datos existentes en forma documental. | Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados. | Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales. |
| Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y planificación de la gestión de los interesados en el proyecto. | Recopilación de datos existentes en forma documental. | Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados. | Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales. |



### **3.3. Herramientas**

#### **3.3.1. Definición de herramienta**

Una herramienta es un objeto elaborado a fin de facilitar la realización de una tarea mecánica que requiere de una aplicación correcta de energía (siempre y cuando se hable de herramienta material).

#### **3.3.2. Reuniones**

Las reuniones se utilizan para discutir y abordar los asuntos pertinentes del proyecto durante la dirección y gestión del trabajo del proyecto. Los asistentes a las reuniones pueden incluir al director del proyecto, al equipo del proyecto y a los interesados adecuados, involucrados o afectados por los asuntos tratados. Cada asistente debería tener un rol establecido, de modo que se asegure la participación adecuada. Suele haber reuniones de tres tipos:

- De intercambio de información;
- Tormenta de ideas, evaluación de opciones o diseño, o
- De toma de decisiones.

(PMBok, 2013)

#### **3.3.3. Juicio de expertos**

El juicio de expertos se utiliza para evaluar las entradas necesarias para dirigir y gestionar la ejecución del plan para la dirección del proyecto. Durante este proceso, el juicio y la experiencia se aplican a todos los detalles técnicos y de gestión (PMBok, 2013).

### 3.3.4. Observaciones

Una técnica que proporciona un modo directo de visualizar a los individuos en su entorno desempeñando sus trabajos o tareas y llevando a cabo procesos (PMBok, 2013).

### 3.3.5. Descomposición

La descomposición es una técnica utilizada para dividir y subdividir el alcance del proyecto y los entregables del proyecto en partes más pequeñas y manejables (PMBok, 2013).

En el Cuadro N° 3 se definen las herramientas por utilizar para cada objetivo propuesto.

**Cuadro 3 Herramientas Utilizadas**

| Objetivos   | Herramientas                           |
|---|--|
| Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección de proyecto. | Juicio de expertos                     |
|   | Técnicas comparativas                  |
| Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo.     | Juicio de los expertos                 |
|   | Reuniones                              |
|   | Observaciones                          |
|   | Estudios comparativos                  |
|   | Diagramas de contexto                  |
|   | Análisis de documentos                 |
|   | Generación de alternativas             |
| Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.              | Juicio de los expertos                 |
|   | Técnicas analíticas                    |
|   | Reuniones                              |
|   | Descomposición                         |
|   | Planificación gradual                  |
|   | Método de diagramación por procedencia |
|   | Adelantos y retrasos                   |
|   | Análisis de alternativas               |

|  |   |
|--|---|
|  | Estimación ascendente                         |
| Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar y presupuestar los costos del proyecto.  | Juicio de los expertos                        |
|  | Técnicas analíticas                           |
|  | Reuniones                                     |
|  | Análisis de reservas                          |
|  | Análisis de ofertas de proveedores            |
|  | Técnicas grupales de toma de decisiones.      |
| Desarrollar un plan de gestión calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante. | Análisis costo - beneficio                    |
|  | Costo de calidad                              |
|  | Siete herramientas básicas de calidad         |
|  | Estudios comparativos                         |
|  | Diseño de experimentos                        |
|  | Muestreo estadístico                          |
|  | Reuniones                                     |
| Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.                                 | Organigramas y descripciones de cargo         |
|  | Creación de relaciones de trabajo             |
|  | Teoría organizacional                         |
|  | Juicio de expertos                            |
|  | Reuniones                                     |
|  | Asignación previa                             |
|  | Negociación                                   |
| Equipos virtuales  |   |
| Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.                     | Análisis de requisitos de comunicación        |
|  | Tecnología de comunicación                    |
|  | Modelos de comunicación                       |
|  | Métodos de comunicación                       |
|  | Reuniones                                     |
| Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación.  | Técnicas analíticas                           |
|  | Juicio de expertos                            |
|  | Reuniones                                     |
|  | Revisión de documentación                     |
|  | Técnicas de recopilación de información       |
|  | Análisis de lista de verificación y supuestos |
|  | Técnicas de diagramación                      |
|  | Análisis FODA                                 |
| Evaluación de probabilidad   |   |

|   |                             |
|---|-----------------------------|
|   | e impacto                   |
| Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para planificar la gestión de los contratos.                             | Análisis de hacer o comprar |
|   | Juicio de expertos          |
|   | Investigación de mercado    |
|   | Reuniones                   |
| Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y el aseguramiento de la participación en el proyecto. | Análisis de interesados     |
|   | Juicio de expertos          |
|   | Reuniones                   |
|   | Técnicas analíticas         |

### 3.4. Supuestos y restricciones

#### 3.4.1. Supuestos

Son factores del proceso de planificación que se consideran verdaderos, reales o seguros sin pruebas ni demostraciones. También describen el impacto potencial de dichos factores en el caso de que fueran falsos. Como parte del proceso de planificación, los equipos del proyecto a menudo identifican, documentan y validan los supuestos. La información relativa a los supuestos puede incluirse en el enunciado del alcance del proyecto o en un registro independiente (PMBok, 2013).

#### 3.4.2. Restricciones

Son factores limitantes que afectan la ejecución de un proyecto o proceso. Las restricciones identificadas en el enunciado del alcance del proyecto enumeran y describen las restricciones o limitaciones específicas, ya sean internas o externas, asociadas con el alcance del proyecto que afectan su ejecución, por ejemplo, un presupuesto predeterminado o cualquier fecha o hito del cronograma impuesto por el cliente o por la organización ejecutora.

Cuando un proyecto se realiza bajo un acuerdo, por lo general las disposiciones contractuales constituyen restricciones. La información relativa a las restricciones

puede incluirse en el enunciado del alcance del proyecto o en un registro independiente (PMBok, 2013).

**Cuadro 4 Supuestos y Restricciones**

| <b>Objetivos</b>  | <b>Supuestos</b>   | <b>Restricciones</b>  |
|---|--|---|
| Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección de proyecto.                       | Existe la documentación necesaria para realizar dicho análisis.                                  | Se desconoce el nivel de madurez organizacional en la gestión de proyectos de la empresa.                                     |
| Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo.                           | Se cuenta con los estudios previos, como topográficos y de mecánica de suelos.                   | El desarrollo del proyecto está al patrocinio de un ente estatal.   |
| Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.                                    | El proyecto cuenta con una orden de inicio que asegura su desarrollo.                            | La culminación del proyecto está sujeta a otros contratistas.   |
| Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar y presupuestar los costos del proyecto.   | El proyecto cuenta con un patrocinio de un ente estatal, por lo que garantiza su financiamiento. | El financiamiento está sujeto a las inspecciones realizadas por personal del ente financiador.                                |
| Desarrollar un plan de gestión de calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante. | Plan de implementación sería utilizado. Se debe cumplir con normas ACI 318.                      | No se cuenta con una certificación ISO.   |
| Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.                                    | La compañía cuenta con profesionales capacitados para ejecutar el proyecto.                      | No se cuenta con dibujante para presentar planos AS Build.  |
| Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.                        | Se contará con el equipo necesario para la correcta comunicación dentro del proyecto.            | Zona del proyecto de difícil acceso y poco desarrollada, por lo que no se garantiza todas las comodidades en la comunicación. |
| Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para la identificación de estos.  | Se aplicará la planificación de respuesta de riesgos.  | Se puede presentar eventualidades climatológicas que arriesguen el proyecto   |
| Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para planificar la gestión de los contratos.                                   | Se adquirirá un suplidor de concreto y ejecutante en el movimiento de tierra.                    | Contratistas no cuentan con la capacidad en material y equipo para suplir el proyecto.  |
| Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y el aseguramiento de la participación en el proyecto.       | Se cuenta con un listado preliminar de interesados.  | Interesados pueden tener mucha influencia en el proyecto mediante los gobiernos locales.                                      |

### 3.5. Entregables

Un entregable es cualquier producto, resultado o capacidad de prestar un servicio, único y verificable, que debe producirse para terminar un proceso, una fase o un proyecto (PMBok, 2013).

**Cuadro 5 Entregables**

| Objetivos  | Entregables   |
|--|---|
| Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección del proyecto.                   | Plan de gestión de dirección de proyecto.             |
| Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo.                        | Plan de gestión del alcance del proyecto.             |
| Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.                                 | Plan de gestión del cronograma del proyecto.          |
| Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar y presupuestar los costos del proyecto.  | Plan de gestión de los costos del proyecto.           |
| Desarrollar un plan de gestión calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante. | Plan de gestión de la calidad del proyecto.           |
| Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.                                 | Plan de gestión de los recursos humanos del proyecto. |
| Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.                     | Plan de gestión de las comunicaciones de proyecto.    |
| Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación.  | Plan de gestión de los riesgos del proyecto.          |
| Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para planificar la gestión de los contratos.                                | Plan de gestión de las adquisiciones del proyecto.    |
| Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y el aseguramiento de la participación en el proyecto.    | Plan de gestión de los interesados del proyecto.      |

## **4. DESARROLLO**

### **4.1. Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección del proyecto**

Según el la Guía del PMBoK (PMI, 2013), “La gestión de Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de la dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos”.

En este apartado se incluye las características de unificación, comunicación y acciones integradoras cruciales para que el proyecto se ejecute con éxito, en la presente gestión se toman decisiones como la asignación de recursos, equilibrar objetivos y alternativas contrapuestas de la dirección de proyectos.

El Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II no cuenta con la documentación básica para iniciar un proyecto, por lo que se pretende utilizar como base el PMBOK para aplicar los lineamientos en el descrito.

#### **4.1.1. Acta de constitución del proyecto**

El documento del acta de proyecto autoriza formalmente la existencia del proyecto y le confiere al gerente de proyecto la autoridad necesaria para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto.

El acta de constitución de proyecto es un documento donde se define el alcance, los objetivos y los participantes del proyecto. Da una visión preliminar de los roles y responsabilidades, de los objetivos, de los principales interesados y define la autoridad del Gerente de Proyecto.

Cuadro 6 Acta de Proyecto



| <b>ACTA DEL PROYECTO</b><br>Formaliza la existencia del proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. Su beneficio directo: un inicio claro y límites bien definidos del proyecto.   |  |
|--|--|
| Fecha de firma del Acta  | Nombre de Proyecto   |
| 13 de marzo del 2015   | Movimiento de tierra y obra civil del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II. |
| Áreas de conocimiento / procesos   | Área de aplicación (Sector / Actividad)                                      |
| Grupos de Procesos: Iniciación, Planificación.<br><br>Áreas de conocimiento: Integración, Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, Riesgos, Comunicaciones, Recursos Humanos, Adquisiciones e Interesados  | Sector o Actividad: Construcción – Ingeniería- Construcción.                 |
| Fecha tentativa de inicio del proyecto   | Fecha tentativa de finalización del proyecto                                 |
| 13 de marzo del 2015   | 13 de marzo del 2017   |
| <b>Objetivos del proyecto (general y específicos)</b>  |  |
| Objetivo general<br>Ejecutar el movimiento de tierra y obra civil para la construcción del proyecto hidroeléctrico Los Negros II.<br><br>Objetivos específicos <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tramitar los permisos forestales para iniciar labores en la zona de construcción.</li> <li>2. Realizar la movilización hacia el sitio de proyecto para establecer el campamento (oficina, bodegas y talleres) en la zona.</li> <li>3. Realizar el desmonte y la limpieza de los caminos de acceso, área de la obra y sitios de obras provisionales (planta de concreto) para iniciar labores de construcción.</li> <li>4. Ejecutar las excavaciones y rellenos necesarios para alcanzar elevaciones necesarias según planos para ejecutar la obra civil.</li> <li>5. Realizar la preparación general de la superficie (concreto de sello) para obtener superficie adecuada para la ejecución constructiva.</li> <li>6. Ejecutar obra civil (acero de refuerzo y concreto) para construcción de los distintos elementos que contemplan el proyecto.</li> <li>7. Colocar rellenos en las periferias de las estructuras de concreto para alcanzar niveles de terreno deseados según planos.</li> </ol> |  |



|  |
|--|
| 8. Realizar la puesta de iluminación exterior y escaleras en el sitio de obras de derivación para culminar labores en dicho sitio.   |
| <b>Justificación o propósito del proyecto (aporte y resultados esperados)</b>  |
| El propósito del presente proyecto se debe a la alta demanda de energía que existe en el país de Costa Rica y que aumenta aproximadamente 6% cada año.<br>Entre los beneficios que genera el presente proyecto está en el aprovechamiento de la energía limpia de fuentes renovables como lo es el agua.   |
| <b>Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizará una presa de gravedad de concreto con sección vertedora y un cuenco disipador de energía al pie de la presa.</li> <li>• Se realizará una toma de aguas propiamente será de tipo frontal y consistiría en una estructura de concreto ubicada a la margen derecha de la presa.</li> <li>• Se realizará una descarga de fondo a la margen derecha de la presa vertedora y junto a la obra de toma.</li> <li>• Se realizará un desarenador, que como bien dice su nombre, su propósito es remover arenas finas cuyo paso hacia las turbinas resultaría inconveniente.</li> <li>• Se realizará una alcantarilla de conducción que trabajara a presión, misma consta con un diámetro de 3 metros y una longitud de 79 metros.</li> <li>• Se realizará un túnel de conducción con una longitud de 2312.6 metros y una pendiente de fondo de 1.36%.</li> <li>• Se realizará los dados de concreto de las tuberías de baja y alta presión.</li> <li>• Se realizará un tanque de oscilación, es una protección para la tubería de baja presión y el túnel y a su vez permite la regulación de los fluidos.</li> <li>• Se realizará una casa de máquinas que albergara dos unidades tipo Francis.</li> <li>• Se realizará un canal de desfogue que tendrá una sección trapecial y una longitud de 1885.7 metros de longitud con una pendiente de fondo de 0.09%.</li> </ul> |

|  |
|--|
| <b>Supuestos</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con todos los permisos ambientales y de los gobiernos locales para iniciar las obras.</li> <li>• Las condiciones de los caminos de accesos serán aptas para el ingreso de las distintas máquinas por utilizar en el proyecto.</li> <li>• Las condiciones climáticas no afectarán de gran manera los tiempos de ejecución del proyecto.</li> <li>• Se cuenta con el apoyo de los vecinos de la zona para ejecutar dicho proyecto.</li> <li>• Entrega del túnel (no depende de la empresa) sea según se plantea en el cronograma general del proyecto.</li> </ul> |
| <b>Restricciones</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• El plazo del proyecto tiene un límite de tiempo de 2 años para ejecutarlo.</li> <li>• El clima de la zona puede afectar el tiempo de ejecución del proyecto.</li> </ul>   |

|   |                  |                      |
|---|------------------|----------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>No poseer todos los subcontratos del proyecto genera incertidumbre en ciertos hitos.</li> </ul>  |                  |                      |
| <b>Identificación de riesgos</b>  |                  |                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Si el subcontrato del túnel se retrasa podría generar un atraso en el cronograma de la ejecución de la obra civil, impactando el tiempo y costo del proyecto.</li> <li>Si el clima nos afecta en el tiempo de ejecución de la obra podría afectar el tiempo de entrega y el costo del proyecto.</li> </ul> |                  |                      |
| <b>Presupuesto</b>  |                  |                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Se cuenta con un presupuesto de \$12.175.538,09 para realizar la obra civil del sitio de Obras de Derivación.</li> </ul>   |                  |                      |
| <b>Principales hitos y fechas</b>   |                  |                      |
| Nombre hito   | Fecha inicio     | Fecha final          |
| Permisos forestales   | 13 de marzo 2015 | 13 de marzo 2015     |
| Obras preliminares  | 13 de marzo 2015 | 19 de marzo 2015     |
| Caminos nuevos  | 13 de marzo 2016 | 10 de marzo 2017     |
| Obras sitio de presa  | 30 de marzo 2015 | 09 de marzo 2017     |
| Elementos metálicos   | 30 de julio 2016 | 03 de noviembre 2016 |
| Entrega de proyecto   | 13 de marzo 2017 | 13 de marzo 2017     |

|   |  |
|---|--|
| <b>Información histórica relevante</b>  |  |
| <p>Como información histórica relevante se menciona que la empresa Grupo Marshall ejecuto en primera instancia el Proyecto Hidroeléctrico Los Negros entre los años 2004 y 2006, por lo que la empresa se encuentra bien relacionada con la zona (ya que el nuevo proyecto es una extensión del primero) y los dueños del proyecto.</p> <p>El PH Los Negros II se ubica en la vertiente norte de Costa Rica y utiliza aguas del Río Caño Negro, este comprende un área de drenaje de 197.6 km ubicada en una zona de alta precipitación con valores anuales cercanos a los 3800 mm.</p> |  |
| <b>Identificación de grupos de interés (involucrados)</b>   |  |
| <p>Involucrados directo(s):<br/>Gerente de proyecto<br/>Gerente técnico<br/>Subcontratistas</p> <p>Involucrados indirecto(s):<br/>Fideicomiso Proyecto Hidroeléctrico Los Negros 2<br/>Vecinos de la zona<br/>Gobierno local</p>  |  |
| Director de proyecto: Alejandro Rodríguez Sánchez   | Firma:  |
| Autorización de:  | Firma:  |

#### 4.1.2. Plan para la dirección de proyectos

Se utiliza para definir y coordinar los planes secundarios e incorporarlos en un plan integral para la dirección de proyecto.

Para realizar el plan para el Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II, se debe incluir los capítulos que van a formar parte del proyecto base, según cada uno de estos capítulos, así se van a desarrollar las diez áreas de conocimiento.

En el presente proyecto solo se incluyen dos de los cinco grupos de procesos, los cuales son el Grupo de Procesos de Inicio y el Grupo de Procesos de Planificación.

En el siguiente cuadro se realiza un resumen por capítulo de las áreas de conocimiento y los grupos de procesos por los que se conforma el proyecto.

**Cuadro 7 Plan para la Dirección de Proyectos**

| <b>Objetivos</b>   | <b>Área de Conocimiento</b> | <b>Grupo de Procesos</b> |
|--|-----------------------------|--------------------------|
| Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección de proyecto.                    | Integración                 | Inicio                   |
|  |                             | Planificación            |
| Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo.                        | Alcance                     | Planificación            |
| Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.                                 | Tiempo                      | Planificación            |
| Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar, presupuestar y controlar los costos del proyecto.                             | Costes                      | Planificación            |
| Desarrollar un plan de gestión calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante. | Calidad                     | Planificación            |
| Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.                                 | Recursos Humanos            | Planificación            |
| Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.                     | Comunicaciones              | Planificación            |
| Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación y control.  | Riesgos                     | Planificación            |

|   |               |               |
|---|---------------|---------------|
| Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para el control y ejecución de los contratos.                            | Adquisiciones | Planificación |
| Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y el aseguramiento de la participación en el proyecto. | Interesados   | Inicio        |
|   |               | Planificación |

#### **4.2. Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo**

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto abarque todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo para completar el proyecto con éxito”.

Básicamente el plan de gestión del alcance se enfoca en definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto.

En el presente contrato del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II, se define los alcances que tendrá el contratista con el contratante y es este el que delimita hasta dónde y que actividades son parte de las labores de la organización encargada de la obra civil del proyecto.

La organización cuenta con las especificaciones técnicas e información sustraída en los planos constructivos que fueron suministrados por el cliente, en estos planos se encuentran los alcances de las distintas labores por ejecutar, como lo son excavaciones, fundaciones, concreto, acabados de concreto, refuerzos, etc.

##### **4.2.1. Planificar la gestión del alcance**

Según el PMBOK (PMI, 2013), “es el proceso de crear un plan de gestión del alcance que documente cómo se va a definir, validar y controlar el alcance del proyecto”, en el presente proyecto se abarca solamente la definición del alcance

ya que no se trabajará en el área de monitoreo y control por limitaciones en el tiempo de desarrollo del PFG.

La organización cuenta con especificaciones que se encuentran incluidas en el “contrato” firmado con el contratante al inicio de las obras, el contrato tiene por objeto la regulación y normalización de las relaciones de los derechos entre el contratante (Constructora Los Negros) y el contratista (Grupo Marshall) para el ejecución del movimiento de tierra y obra civil.

La planificación de la gestión del alcance del proyecto incluye los siguientes procesos de planificar el alcance:

#### 4.2.2. Recopilar requisitos

Lo primero que se requiere definir en la declaración del alcance del proyecto son las necesidades de cada uno de los interesados del proyecto y compararlas con el cumplimiento de cada uno de los objetivos.

En el cuadro N°8 se expone cada uno de los interesados, su rol, expectativas e influencia en el proyecto.

**Cuadro 8 Interesados del Proyecto**

| <b>Puesto en la organización</b>           | <b>Rol en el proyecto</b>      | <b>Principales expectativas</b>                 | <b>Influencia potencial en el proyecto</b>               | <b>Proceso donde el interés es mayor</b> | <b>Clasificación</b> |
|--|--------------------------------|---|--|--|----------------------|
| Gerente de ESPH                            | Patrocinador                   | Conclusión de proyecto en el tiempo acordado    | Firma contratos de adjudicación y estimaciones mensuales | Iniciación y Cierre                      | Interno              |
| Gerente de Consorcio Ghella-BC y Asociados | Dirigir proyecto por construir | Percibir correcta retribución por los servicios | Calidad y duración de la obra                            | Ejecución                                | Interno              |
| Gerente de Proyecto                        | Dirigir construcción           | Percibir correcta retribución por los servicios | Calidad y duración de la obra                            | Ejecución                                | Interno              |

|                         |  |  |  |  |   |
|-------------------------|--|--|--|--|---|
| Subcontratistas         | Construir obras asignadas                    | Finalizar obras en la brevedad posible y con buena calidad | El tiempo de construcción depende de ellos               | Ejecución  | Externo                                 |
| Gobierno local          | Otorgar parte de los permisos constructivos  | Construcción de obras de acuerdo con legislación municipal | Poder para clausurar el proyecto                         | Ejecución  | Externo                                 |
| Propietario de terrenos | Brindar terreno donde se ejecuta el proyecto | Que se respete delimitaciones del proyecto                 | Pueden interferir en cuanto a la negociación por terreno | Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control y Cierre | Externo                                 |
| Vecinos                 | Colindantes con la zona de construcción      | No verse afectados por el proyecto                         | Brindar servicios a quienes ejecutan la obra             | Vecinos  | Colindantes con la zona de construcción |
| Proveedores             | Provee insumos durante la vida del proyecto  | Cumplir expectativas de los compradores                    | Dependencia directa para ejecución de obra               | Ejecución  | Externo                                 |

#### 4.2.3. Definir el alcance

Es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto. El beneficio clave de este proceso es que describe los límites del producto, servicio o resultado mediante la especificación de cuáles de los requisitos recopilados serán incluidos y cuáles excluidos del alcance del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

Para este proceso se aplican herramientas y técnicas de juicio de experto, análisis de producto y generación de alternativas.

A continuación se detalla el enunciado del alcance del proyecto: se describe los entregables del proyecto, el alcance del producto, los criterios de aceptación, los supuestos, las exclusiones y restricciones del proyecto:

Cuadro 9 Alcance del Proyecto

| Identificación | Entregable                  | Descripción  | Criterio de Aceptación   |
|----------------|-----------------------------|--|--|
| 1              | Permisos                    |  |  |
| 1.1            | Permisos iniciales          |  |  |
| 1.1.1          | Permisos de tala de árboles | Permisos constructivos que incluyen permisos ambientales.  | Permisos emitidos por entidades gubernamentales como el SETANA.  |
|                |                             |  | Se realiza la reforestación de la zona en un jardín dentro del proyecto.   |
|                |                             |  | Control de árboles talados, mismos se marcan y numeran para identificarlos.  |
| 1.1.2          | Orden de inicio             | Orden de iniciación de actividades constructivas.  | Cuando se obtengan todos los permisos correspondientes (constructivos, ambientales, municipales, etc.).  |
| 2              | Obras preliminares          |  |  |
| 2.1            | Instalaciones provisionales |  |  |
| 2.1.1          | Movilización                | Transporte y desplazamiento de todo el personal que se requiera para la ejecución de la obra.  | Desde el inicio hasta la finalización del proyecto.  |
| 2.1.2          | Oficinas, bodegas y taller. | Construcción de obras preliminares para el inicio del proyecto, oficinas para el personal administrativo, bodegas en campo, el taller de figuración y armado de acero y por último el taller de carpintería. | Espacio suficiente para el movimiento de los materiales en el caso del taller, bodegas con las comodidades necesarias para llevar un buen control de los equipos utilizados y la oficina con todas las instalaciones eléctricas y de mobiliaria para realizar los trabajos correspondientes. |

|       |                                  |  |   |
|-------|----------------------------------|--|---|
| 2.1.3 | Instalaciones planta de concreto | Planta de concreto a utilizar en el sitio de Presa, se utiliza un área de 2000 m <sup>2</sup> para instalar la planta con su espacio donde se ubicara los agregados a utilizar y la maquinaria necesaria para su correcto funcionamiento | Debe de cumplir con los lineamientos ambientales del proyecto.  |
| 3     | Acondicionamiento del sitio      |  |   |
| 3.1   | Caminos                          |  |   |
| 3.1.1 | Caminos nuevos de acceso         | Incluye: desmonte y limpieza del terreno, excavación, construcción de cunetas y alcantarillas, material granular para caminos y construcción de vados de ser necesarios  | Desmonte y limpieza según reglamentos gubernamentales de Costa Rica.<br>Excavaciones, construcción de cunetas y alcantarillas según planos constructivos. |
| 3.1.2 | Caminos rehabilitar              | a Mejoramamiento mediante colocación de tratamiento superficial.   | Aplicación de asfalto con agregados.  |
| 3.1.3 | Mantenimiento de caminos         | Incluye riego de agua (polvo), colocación de material granular, compactación y nivelación.   | Según criterio de supervisión y comodidad de tránsito.  |
| 4     | Obras sitio de presa             |  |   |
| 4.1   | Desvío del río                   |  |   |
| 4.1.1 | Desvío del río 1ª etapa          | Se direcciona el caudal del río hacia la margen izquierda, mediante la construcción de un dique de aluvión de 70m de longitud.<br>Esto se realiza para construir los primeros 15 metros de presa.  | Dique debe de contar con la altura requerida especificada en planos por el diseñador.   |
| 4.1.2 | Desvío del río 2ª Etapa          | Consiste en construir un dique aguas arriba de la presa de 98 m de longitud y la corona a una elevación de 186 msnm.<br>Se incluye la remoción del dique en esta etapa.  | Dique debe de contar con la altura requerida especificada en planos por el diseñador.   |
| 4.2   | Movimientos de tierra            |  |   |



|       |                                   |  |   |
|-------|-----------------------------------|--|---|
| 4.2.1 | Desmante y limpieza               | Remoción de árboles, troncos, raíces, vegetación, escombros, desechos y materiales no deseados.  | Limpieza y desmante por medios mecánicos y manuales con la eliminación de todo material no deseado.                         |
| 4.2.2 | Excavaciones                      | Excavaciones mediante maquinaria para alcanzar los niveles requeridos de planos.<br>Acarreo de material hacia los botaderos, conformación de los mismos. | Deben de cumplir con las especificaciones respectivas y respetando alineaciones, niveles, secciones u otros (según planos). |
| 4.2.3 | Preparación general de superficie | Colocación de concreto pobre para nivelar el terreno y trabajar a las elevaciones requeridas.  | Cumplimiento con el nivel de cimentación. No se aceptan cuando las irregularidades son igual o mayor a 2.5 cm.              |
| 4.2.4 | Rellenos                          | Relleno con material proveniente de la excavación de las estructuras.  | Rellenos con porcentaje de compactación mayor a 92% mediante las pruebas realizadas en laboratorio.                         |
| 4.3   | Estructura                        |  |   |
| 4.3.1 | Concreto masivo                   | Se utilizara un concreto "masivo" para colocar en el núcleo del cuerpo de la Presa. Dicho concreto es de $f'c = 150\text{kg/cm}^2$ .                     | Se deben cumplir con la Norma ACI 318S-05 y con especificaciones de los planos constructivos.                               |
| 4.3.2 | Concreto estructural              | Concreto estructural de $f'c = 250\text{kg/cm}^2$ colocado en losas, muros, etc.   | Se deben cumplir con la Norma ACI 318S-05 y con especificaciones de los planos constructivos.                               |
| 4.3.3 | Concreto piel de                  | Concreto estructural de $f'c = 350\text{kg/cm}^2$ colocado en la zona del vertedero de la presa (contacto con el agua).                                  | Se deben cumplir con la Norma ACI 318S-05 y con especificaciones de los planos constructivos.                               |
| 4.3.4 | Acero refuerzo de                 | Acero estructural de refuerzo grado 60. de   | Se debe de cumplir con la Norma ASTM A-615.<br>Cumplir con espaciamientos y dimensiones según planos.                       |
| 5     | Otras obras                       |  |   |
| 5.1   | Exteriores                        |  |   |
| 5.1.1 | Escalas de nivel.                 | Sistema de medida de nivel del aplicado en embalses graduada en cms instalada en una zona adecuada del parámetro.  | Cumplir con especificaciones técnicas   |

|  |                           |  |  |
|--|---------------------------|--|--|
| 5.1.2  | Iluminación de exteriores | de Iluminación en la zona de la toma y el desarenador. | Cumplir con la iluminación requerida para la correcta operación de los funcionarios. |
| <b>Exclusiones del proyecto:</b>   |                           |  |  |
| Proceso de tramitología.<br>Instalación de equipos electromecánicos (no forma parte del proyecto).           |                           |  |  |
| <b>Restricciones del proyecto:</b>   |                           |  |  |
| Cumplimiento del plazo de 2 años para entregar las obras.<br>Los diseños son realizados por un ente externo. |                           |  |  |
| <b>Supuestos:</b>  |                           |  |  |
| Diseños no sufrirán grandes variaciones durante el proceso constructivo.                                     |                           |  |  |

#### 4.2.4. Crear la EDT/WBS

Crear la EDT/WBS es el proceso de subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños (PMBOK, 2013).

Una EDT (Estructura de Desglose de Trabajo) es una descomposición jerárquica orientada al entregable relativo al trabajo que será ejecutado por el equipo de proyecto para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos. Organiza y define el alcance total del proyecto.

Para este proceso se aplican las siguientes herramientas y técnicas:

- Descomposición: División y subdivisión del alcance y entregables del proyecto en partes más pequeñas y fáciles de manejar. Dicha descomposición generalmente implica las siguientes actividades:
  - Identificar y analizar los entregables y el trabajo relacionado.
  - Estructurar y organizar la EDT.
  - Descomponer los niveles superiores de la EDT en componentes detallados de nivel inferior.
  - Desarrollar y asignar códigos de identificación a los componentes de la EDT.
  - Verificar que el grado de descomposición de los entregables sea el adecuado.
- Juicio de expertos.

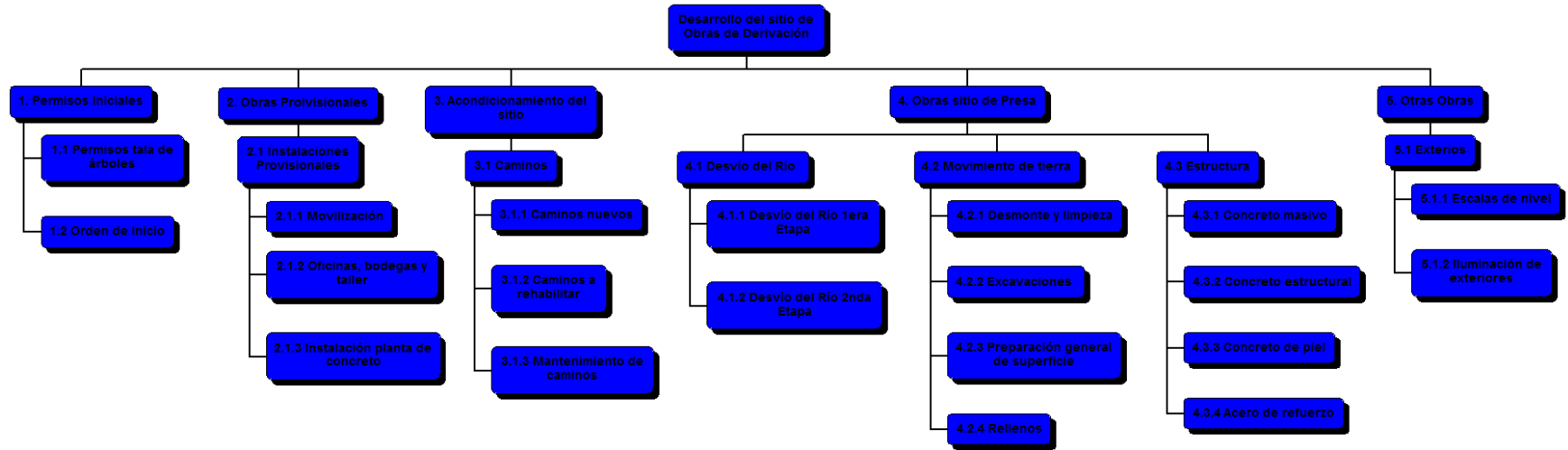


Figura 5 Estructura Desglose de Trabajo

Fuente: El autor.

## Diccionario de la EDT / WBS

El diccionario de la EDT/WBS es un documento de apoyo que proporciona información detallada sobre los entregables, actividades y programación de cada uno de los componentes de la EDT/WBS, PMBOK (PMI, 2013).

A continuación se incluye el diccionario de la EDT.

**Cuadro 10 Diccionario de la EDT / WBS**

| ID | N° EDT/WBS | Nombre de la Actividad             | Descripción  | Responsable         | Duración (d) | Costo       | Fecha de Inicio | Fecha Fin |
|----|------------|------------------------------------|--|---------------------|--------------|-------------|-----------------|-----------|
| 1  | 1.1        | Permisos de tala de árboles        | Permisos constructivos que incluyen permisos ambientales   | Gerente de proyecto | 0            | \$0,00      | 13/3/2015       | 13/3/2015 |
| 1  | 1.2        | Orden de inicio                    | Orden de iniciación de actividades constructivas   | Gerente de proyecto | 237          | \$0,00      | 13/3/2015       | 5/1/2016  |
| 2  | 2.1        | <b>Instalaciones provisionales</b> |  |                     |              |             |                 |           |
| 2  | 2.1.1      | Movilización                       | Transporte y desplazamiento de todo el personal que se requiera para la ejecución de la obra.  | Ingeniero residente | 0            | \$0,00      | 13/3/2015       | 13/3/2015 |
| 2  | 2.1.2      | Oficinas, bodegas y taller         | Construcción de obras preliminares para el inicio del proyecto, oficinas para el personal administrativo, bodegas en campo, el taller de figuración y armado de acero y por último, el taller de carpintería | Ingeniero residente | 35           | \$10.000,00 | 24/3/2015       | 30/4/2015 |
| 2  | 2.1.3      | Instalación planta de concreto     | Planta de concreto por utilizar en el sitio de presa (área de 2000 m2) se ubicarán los agregados por utilizar y la maquinaria necesaria para su correcto funcionamiento                                      | MECO concretos      | 23           | \$20.000,00 | 22/4/2015       | 19/5/2015 |
| 3  | 3.1        | <b>Caminos</b>                     |  |                     |              |             |                 |           |

|   |       |                                   |  |   |        |              |           |           |
|---|-------|-----------------------------------|--|---|--------|--------------|-----------|-----------|
| 3 | 3.1.1 | Caminos nuevos                    | Desmante y limpieza del terreno, excavación, construcción de cunetas y alcantarillas, material granular para caminos y construcción de vados de ser necesarios | MECO movimiento de tierra                       | 709,34 | \$500.520,61 | 13/3/2015 | 10/3/2017 |
| 3 | 3.1.2 | Caminos por rehabilitar           | Mejoramiento mediante colocación de tratamiento superficial  | MECO movimiento de tierra                       | 552    | \$22.791,81  | 13/3/2015 | 27/4/2016 |
| 3 | 3.1.3 | Mantenimientos de caminos         | Incluye riego de agua (polvo), colocación de material granular, compactación y nivelación  | MECO movimiento de tierra                       | 565    | \$370.881,93 | 13/3/2015 | 10/3/2017 |
| 4 | 4.1   | <b>Desvío del río</b>             |  |   |        |              |           |           |
| 4 | 4.1.1 | Desvío del río 1ª etapa           | Se direcciona el caudal del río hacia la margen izquierda, mediante la construcción de un dique de aluvión de 70 m de longitud                                 | Ingeniero residente / MECO movimiento de tierra | 213    | \$95.172,65  | 17/4/2015 | 11/8/2015 |
| 4 | 4.1.2 | Desvío del río 2ª etapa           | Consiste en construir un dique aguas arriba de la presa de 98 m de longitud y la corona a una elevación de 186 msnm  | Ingeniero residente / MECO movimiento de tierra | 156,9  | \$95.172,65  | 11/2/2016 | 17/6/2016 |
| 4 | 4.2   | <b>Movimiento de tierra</b>       |  |   |        |              |           |           |
| 4 | 4.2.1 | Desmante y limpieza               | Remoción de árboles, troncos, raíces, vegetación, escombros, desechos y materiales no deseados   | Ingeniero residente                             | 19     | \$7.108,06   | 30/3/2015 | 17/4/2015 |
| 4 | 4.2.2 | Excavaciones                      | Excavaciones mediante maquinaria para alcanzar los niveles de planos requeridos  | Ingeniero residente / MECO movimiento de tierra | 356    | \$231.754,82 | 17/4/2015 | 5/4/2016  |
| 4 | 4.2.3 | Preparación general de superficie | Colocación de concreto pobre para nivelar el terreno y trabajar a las elevaciones requeridas   | Ingeniero residente                             | 193,1  | \$245.508,80 | 9/5/2015  | 24/4/2016 |
| 4 | 4.2.4 | Rellenos                          | Relleno con material proveniente de la excavación de las estructuras   | Ingeniero residente / MECO movimiento de tierra | 101    | \$264.456,60 | 1/12/2015 | 13/5/2016 |
| 4 | 4.3   | <b>Estructura</b>                 |  |   |        |              |           |           |

|   |       |                           |  |                                      |        |                |           |           |
|---|-------|---------------------------|--|--------------------------------------|--------|----------------|-----------|-----------|
| 4 | 4.3.1 | Concreto masivo           | Se utilizara un concreto "masivo" para colocar en el núcleo del cuerpo de la presa. Dicho concreto es de $f'c = 150\text{kg/cm}^2$ | Ingeniero residente / MECO concretos | 52     | \$2.348.157,21 | 15/3/2016 | 20/5/2016 |
| 4 | 4.3.2 | Concreto estructural      | Concreto estructural de $f'c = 250\text{kg/cm}^2$ colocado en losas, muros, etc.   | Ingeniero residente / MECO concretos | 1615,5 | \$5.198.747,07 | 17/6/2015 | 9/3/2017  |
| 4 | 4.3.3 | Concreto de piel          | Concreto estructural de $f'c = 350\text{kg/cm}^2$ colocado en la zona del vertedero de la presa (contacto con el agua).            | Ingeniero residente / MECO concretos | 129    | \$817.440,06   | 3/9/2015  | 20/5/2016 |
| 4 | 4.3.4 | Acero de refuerzo         | Acero estructural de refuerzo grado 60.  | Ingeniero residente                  | 279    | \$1.881.928,94 | 17/7/2015 | 28/2/2017 |
| 5 | 5.1   | <b>Exteriores</b>         |  |                                      |        |                |           |           |
| 5 | 5.1.1 | Escalas de nivel          | Sistema de medida de nivel del aplicado en embalses graduada en cms instalada en una zona adecuada del parámetro.                  | Ingeniero residente                  | 86     | \$66.874,69    | 30/7/2016 | 3/11/2016 |
| 5 | 5.1.2 | Iluminación de exteriores | Iluminación en la zona de la toma y el desarenador.  | Ingeniero residente                  | 75     | \$9.141,80     | 30/7/2016 | 3/11/2016 |

Este diccionario representa los entregables necesario, con la descripción, responsable, costo y duraciones de cada uno de ellos.

Finalmente, la línea base del alcance es un componente del plan de dirección del proyecto. Los componentes de la línea base incluyen:

- El enunciado del alcance del proyecto aprobado.
- La EDT / WBS.
- El diccionario de la EDT / WBS.

### **4.3. Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido**

Según el PMBOK (2013), “La Gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación en el plazo del proyecto”.

La gestión del tiempo se basa en definir la secuencia de las actividades y su duración y con base en esas actividades realizar el cronograma del proyecto.

#### **4.3.1. Planificar la gestión del cronograma**

Planificar la gestión del cronograma es el proceso de establecer las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto PMBOK (2013).

Para este proceso se aplican las herramientas y técnicas de juicio de expertos, técnicas analíticas y reuniones.

A través del plan de gestión del cronograma se establecen los criterios y las actividades por llevar a cabo para desarrollar, monitorear y controlar el cronograma, pudiendo ser informal, de carácter general y que incluya los umbrales de control adecuados. Dicho esto se puede establecer lo siguiente:

- Desarrollo del modelo de programación del proyecto

La herramienta que usualmente se utiliza en estos casos es el Microsoft Office Project, el cual es un *software* de administración de proyectos diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a los administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.



- Nivel de exactitud

Se especifica el rango de duración de cada una de las actividades, el cual se realiza de una manera realista en donde se trabaja con una cierta holgura para que se puedan contemplar contingencias.

- Unidades de medida

Se definen para cada uno de los recursos, todas las unidades a utilizar son de medición de tiempo tales como: horas, minutos, días, meses, etc.

- Enlaces con los procedimientos de la empresa

La EDT definida anteriormente establece un marco para el plan de gestión de cronograma y proporciona coherencia con las estimaciones y cronogramas resultantes.

- Mantenimiento del modelo de programación del proyecto:

Se define el proceso que se va a utilizar para actualizar el estado y registrar el avance del proyecto, en este caso se realizará bisemanalmente, esto por el horario laboral que practica la empresa.

- Umbrales de control

Los umbrales de variación para el monitoreo del desempeño se expresan habitualmente como un porcentaje de desviación (10% para este proyecto) con respecto a los parámetros establecidos en la línea base del plan.

- Reglas para la medición de desempeño

Se establecen reglas para la medición de desempeño, como el valor ganado (EVM). Esta metodología implica la combinación de las medidas de alcance, cronograma y recursos para evaluar el desempeño y el avance del proyecto a través de la integración de la línea base del alcance, costos y cronograma, generando una línea base para la medición del desempeño. A continuación se mencionan las técnicas que se utilizarán para la medición del valor ganado:

- Línea base (primera medición de todos los indicadores contemplados en el diseño de un proyecto).
- Fórmula fija.
- Porcentaje completado.

- Formato de los informes:

Se definen los formatos y la frecuencia de presentación de los diferentes informes relacionados con el cronograma. La frecuencia se va a realizar bisemanal.

- Descripción de los procesos:

Se documenta cada uno de los procesos de gestión del cronograma.

#### 4.3.2. Definir las actividades

Es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para generar los entregables del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

A continuación se muestra un cuadro con la lista detallada de cada una de las actividades, esta se realiza siguiendo el orden de ejecución de cada una de ellas.

**Cuadro 11 Actividades del Proyecto**

| <b>Código EDT / WBS</b> | <b>Actividad</b>   |
|-------------------------|--|
| 1                       | Permisos   |
| 1.1                     | Permisos iniciales Tala de Árboles y Constructivos (NAC) |
| 1.2                     | ORDEN DE INICIO  |
| 2                       | OBRAS PRELIMINARES                                       |
| 2.1                     | Movilización   |
| 2.1.1                   | Oficinas, bodegas y talleres                             |
| 2.1.2                   | Instalación plantas de concreto                          |
| 2.1.3                   | CAMINOS  |
| 3                       | Caminos nuevos   |
| 3.1                     | Camino por construir Los Negros I a toma                 |

|       |   |
|-------|---|
| 3.1.1 | Desmante y limpieza frente toma                                 |
| 3.1.1 | Acceso a sitio de presa y portal de entrada                     |
| 3.1.1 | Cunetas camino a toma y portal de entrada                       |
| 3.1.1 | Alcantarillas sitio de toma                                     |
| 3.1.1 | Vado sobre río Frijoles   |
| 3.1.1 | Caminos por rehabilitar   |
| 3.1.1 | Rehabilitación de caminos (entrada a sitio de presa)            |
| 3.1.2 | Mantenimiento de caminos  |
| 3.1.2 | OBRAS SITIO DE PRESA  |
| 3.1.3 | DESVÍO DEL RÍO  |
| 4     | Desvío del río 1ª etapa   |
| 4.1   | Construcción inicial dique zona aguas arriba                    |
| 4.1.1 | Conclusión dique hasta portal de entrada                        |
| 4.1.1 | Completamiento dique ciclópeo                                   |
| 4.1.1 | Desvío del río 2ª etapa   |
| 4.1.1 | Desvío del río 2ª etapa   |
| 4.1.2 | Remoción dique de desvío 2ª etapa                               |
| 4.1.2 | PRESA   |
| 4.1.2 | MOVIMIENTOS DE TIERRA   |
| 4     | Desmante y limpieza (incluye área descarga de fondo)            |
| 4.2   | Trabajos finales desmante zona margen izquierda                 |
| 4.2.1 | Excavación general sitio de presa (margen izquierda)            |
| 4.2.1 | Excavación presa 1ª etapa                                       |
| 4.2.2 | Preparación superficie y concreto sello                         |
| 4.2.2 | Conclusión concreto sello presa primera etapa                   |
| 4.2.3 | Excavación presa 2ª etapa                                       |
| 4.2.3 | Preparación superficie y concreto sello 2ª etapa                |
| 4.2.2 | Detalles y limpieza final (incluye rellenos estructurales)      |
| 4.2.3 | ESTRUCTURA  |
| 4.2.4 | Presa 1ª etapa (15 m)   |
| 4.3   | Inyecciones presa margen derecha                                |
| 4.3.2 | Anclajes 1ª etapa sector #1 (cuerpo presa) 28 unid              |
| 4.3.2 | Anclajes 1ª etapa sector #2 (cuenco) 40 unid                    |
| 4.3.2 | Acero losa 1ª etapa Sector #1 (cuerpo presa)                    |
| 4.3.2 | Concreto losa 1ª etapa Sector #1 (cuerpo presa)                 |
| 4.3.4 | Ciclópeo presa 1ª etapa (Cuerpo presa)                          |
| 4.3.2 | Concreto piel presa 1ª etapa                                    |
| 4.3.1 | Acero losa Sector #2 (cuenco presa 1ª etapa) y muro-descarga    |
| 4.3.3 | Concreto Losa Sector #2 (cuenco presa 1ª etapa) y muro-descarga |
| 4.3.4 | Presa 2ª etapa (55 m)   |

|       |  |
|-------|--|
| 4.3.2 | Inicio época seca verano 2016.                               |
| 4.3.2 | Preparativos y trabajos previos inicio 2ª etapa              |
| 4     | Anclajes e inyecciones presa 2ª etapa                        |
| 4.2.2 | Construcción presa margen izquierda                          |
| 4.3.2 | Muro de cierre margen izquierda                              |
| 4.3.3 | Concreto masivo de relleno a pie de presa                    |
| 4.3.2 | Presa margen derecha 2ª etapa (cierre canal auxiliar desvío) |
| 4.3.1 | TOMA DE AGUAS Y BLOQUE DERECHO                               |
| 4.3.2 | MOVIMIENTOS DE TIERRA  |
| 4     | Excavación   |
| 4.2   | Preparación de superficie y concreto sello parte 1           |
| 4.2.2 | Conclusión sello   |
| 4.2.3 | Relleno estructural  |
| 4.2.3 | ESTRUCTURA   |
| 4.2.4 | Losa y muro de encauce                                       |
| 4.3   | Acero losas  |
| 4.3.2 | Concreto losas   |
| 4.3.4 | Concreto muros (Elev. 194)                                   |
| 4.3.2 | Concreto muro izquierdo (Elev. 194) entre toma y DF          |
| 4.3.2 | Pantalla inclinada Elev. 189 a 194                           |
| 4.3.2 | Pantalla Elev. 186.2 a 194                                   |
| 4.3.2 | Bloque derecho Elev.   |
| 4.3.2 | Terminación de Bloque Elev. 194                              |
| 4.3.2 | Caseta control   |
| 4.3.2 | Pasarelas Elev.194   |
| 4.3.2 | Barandas   |
| 4.3.2 | Instalación de guías y partes embebidas compuertas           |
| 5     | Concretos segunda etapa                                      |
| 5.1.1 | Instalación de rejillas y compuertas                         |
| 4.3.2 | DESARENADOR (TRAMOS DE 21 m)                                 |
| 5     | MOVIMIENTOS DE TIERRA  |
| 4     | EXCAVACIONES   |
| 4.2   | Excavación general sectores #1 a #4                          |
| 4.2.2 | Excavación estructural Sector #1                             |
| 4.2.2 | Excavación estructural sector #2                             |
| 4.2.2 | Excavación estructural sector #3                             |
| 4.2.2 | Excavación estructural sector #4                             |
| 4.2.2 | Excavación general sector #5                                 |
| 4.2.2 | Excavación estructural sector #5                             |
| 4.2.2 | Excavación estructural rampa entre toma y desarenador        |

|       |  |
|-------|--|
| 4.2.2 | RELLENOS DESARENADOR                             |
| 4.2.2 | PREPARACION GENERAL DE SUPERFICIE                |
| 4.2.4 | Concreto de sustitución sector #1                |
| 4.2.3 | Concreto de sello sector #1                      |
| 4.2.3 | Concreto de sustitución sector #2                |
| 4.2.3 | Concreto de sello sector #2                      |
| 4.2.3 | Concreto de sustitución Sector #3                |
| 4.2.3 | Concreto de sello sector #3                      |
| 4.2.3 | Concreto de sustitución sector #4                |
| 4.2.3 | Concreto de sello sector #4                      |
| 4.2.3 | Concreto de sustitución sector #5                |
| 4.2.3 | Concreto de sello sector #5                      |
| 4.2.3 | Concreto de Sello rampa entre toma y desarenador |
| 4.2.3 | ESTRUCTURA                                       |
| 4.2.3 | SECTOR #1  |
| 4.3   | Colocación de acero losa                         |
| 4.3   | Concreto losa                                    |
| 4.3.4 | Concretos muros Elev. 190.25                     |
| 4.3.2 | SECTOR #2  |
| 4.3.2 | Colocación de acero losa                         |
| 4.3   | Concreto losa                                    |
| 4.3.2 | Concretos muros Elev. 190.25                     |
| 4.3.2 | SECTOR #3  |
| 4.3   | Colocación de acero losa                         |
| 4.3.4 | Concreto losa                                    |
| 4.3.2 | Concretos muros Elev. 190.25                     |
| 4.3.2 | SECTOR #4  |
| 4.3   | Colocación de acero losa                         |
| 4.3.4 | Concreto losa                                    |
| 4.3.2 | Concretos muros Elev. 190.25                     |
| 4.3.2 | SECTOR #5  |
| 4.3   | Colocación de acero losa                         |
| 4.3.4 | Concreto losa                                    |
| 4.3.2 | Concretos muros Elev. 190.25                     |
| 4.3.2 | DESFOGUE   |
| 4     | RAMPA (ENTRE TOMA Y DESARENADOR)                 |
| 4.3   | Concreto sustitución (ciclópeo)                  |
| 4.2.3 | Acero losa Elev. 184 a 179.60                    |
| 4.3.4 | Concreto de losa                                 |
| 4.3.2 | Concreto muros Elev. 190.25                      |

|               |  |
|---------------|--|
| 4.3.2         | LOSA DISIPADORA Y ENROCADO ENTRE TOMA-DF Y DESARENADOR             |
| 4             | DESCARGA DE FONDO  |
| 4             | ESTRUCTURA   |
| 4.3           | Excavación estructural descarga de fondo sector #1 100%            |
| 4.2.2         | Concreto de sustitución  |
| 4.2.3         | Concreto de sello Sector #1  |
| 4.2.3         | Acero de losa Sector #1  |
| 4.3.4         | Contratación Blindaje (NAC)  |
| 5             | Materiales y fabricación blindaje (NAC)                            |
| 5             | Instalación blindaje sector #1 (NAC)                               |
| 5             | Instalación blindaje sector #2 (NAC)                               |
| 5             | Concreto losa Sector compuertas                                    |
| 4.3.2         | Concreto de losa Sector #1   |
| 4.3.2         | Concreto muros zona compuertas                                     |
| 4.3.2         | Concretos muros sector #1 (Elev 194 a 184)                         |
| 4.3.2         | Pasarela Elev. 194   |
| 4.3.2         | Excavación estructural Sector #2                                   |
| 4.2.2         | Concreto de sello Sector #2  |
| 4.2.3         | Acero losa Sector #2   |
| 4.3.4         | Concreto de losa Sector #2   |
| 4.3.2         | Concreto muros Sector #2 (Elev. 184)                               |
| 4.3.2         | Enrocado final y rellenos  |
| 4.2.4         | Barandas   |
| 5             | Instalación guías y partes embebidas compuertas (NAC)              |
| 5             | Concretos segunda etapa  |
| 4.3.2         | Instalación Compuertas (NAC)                                       |
| 5             | CÁMARA DE CARGA  |
| 4             | ESTRUCTURA   |
| 4             | TRANSICIÓN DESARENADOR - TUBERÍA (CÁMARA DE CARGA)                 |
| 4             | TUBERÍA DE CONCRETO ENTRE DESARENADOR Y ENTRADA TÚNEL              |
| 4             | Obra civil tubería de concreto                                     |
| 4.3.2         | Conclusión obras del túnel por portal de entrada (NAC)             |
| 4.3.2         | Cierre final tubería de concreto en portal de entrada              |
| 4.2.4         | Rellenos   |
| 5             | ELEMENTOS METÁLICOS SITIO DE PRESA                                 |
| 5.1.1 / 5.1.2 | OTRAS OBRAS EN SITIO DE PRESA (escalas, caseta, iluminación, etc.) |

### 4.3.3. Secuenciar las actividades

Es el proceso de identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

Esto se logra mediante la aplicación de las siguientes herramientas y técnicas:

- Método de diagramación por precedencia (PDM): es una técnica para construir un modelo de programación en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante una o más relaciones lógicas para indicar la secuencia en que deben ser ejecutadas (dependencia, predecesoras y sucesora, relaciones lógicas final a inicio, final a final, inicio a inicio e inicio a final).
- Determinación de precedencias consiste en la caracterización de las dependencias mediante atributos (obligatorios, discrecionales, internas y externas).
- Adelanto – retrasos.

A continuación se presenta un cuadro donde se detalla la secuencia de las actividades producto de la aplicación de las herramientas y técnicas antes mencionadas.

**Cuadro 12 Cronograma del Proyecto**

| <b>Código EDT/WBS</b> | <b>Actividad</b>   | <b>Predecesoras</b> |
|-----------------------|--|---------------------|
| 1                     | Permisos   |                     |
| 1.2                   | Permisos iniciales tala de árboles y constructivos (NAC) |                     |
| 2                     | ORDEN DE INICIO  | 2                   |
| 2.1                   | OBRAS PRELIMINARES                                       | 3                   |
| 2.1.1                 | Movilización   |                     |
| 2.1.2                 | Oficinas, bodegas y talleres                             | 5CC+11 días         |
| 2.1.3                 | Instalación plantas de concreto                          | 6FC-8 días          |
| 3                     | CAMINOS  |                     |
| 3.1                   | Camino nuevos  |                     |
| 3.1.1                 | Camino a construir Los Negros I a toma                   |                     |
| 3.1.1                 | Desmonte y limpieza frente toma                          |                     |

|       |  |                |
|-------|--|----------------|
| 3.1.1 | Acceso a sitio de presa y portal de entrada                    |                |
| 3.1.1 | Cunetas camino a toma y portal de entrada                      | 14;3           |
| 3.1.1 | Alcantarillas sitio de toma                                    | 11CC           |
| 3.1.1 | Vado sobre río Frijoles  |                |
| 3.1.1 | Caminos por rehabilitar  |                |
| 3.1.2 | Rehabilitación de caminos (entrada a sitio de presa)           | 3              |
| 3.1.2 | Mantenimiento de caminos                                       |                |
| 3.1.3 | OBRAS SITIO DE PRESA   |                |
| 4     | DESVÍO DEL RÍO   |                |
| 4.1   | Desvío del río 1ª etapa  |                |
| 4.1.1 | Construcción inicial dique zona aguas arriba                   | 30             |
| 4.1.1 | Conclusión dique hasta portal de entrada                       | 22             |
| 4.1.1 | Completamiento dique ciclópeo                                  | 23FC+3 días    |
| 4.1.1 | Desvío del río 2ª etapa  |                |
| 4.1.2 | Desvío del río 2ª etapa  | 52             |
| 4.1.2 | Remoción dique de desvío 2ª etapa                              | 57             |
| 4.1.2 | PRESA  |                |
| 4     | MOVIMIENTOS DE TIERRA  |                |
| 4.2   | Desmante y limpieza (incluye área descarga de fondo)           | 12CC+5 días    |
| 4.2.1 | Trabajos finales desmante zona margen izquierda                | 30;26          |
| 4.2.1 | Excavación general sitio de presa (margen izquierda)           | 30             |
| 4.2.2 | Excavación presa 1ª etapa                                      | 22             |
| 4.2.2 | Preparación superficie y concreto sello                        | 33CC+5 días    |
| 4.2.3 | Conclusión concreto sello presa primera etapa                  | 33FC+1 días;48 |
| 4.2.3 | Excavación presa 2ª etapa                                      | 26             |
| 4.2.2 | Preparación superficie y concreto sello 2ª etapa               | 36CC+5 días    |
| 4.2.3 | Detalles y limpieza final (incluye rellenos estructurales)     | 54CC+22 días   |
| 4.2.4 | ESTRUCTURA   |                |
| 4.3   | Presa 1ª etapa (15 metros)                                     |                |
| 4.3.2 | Inyecciones presa margen derecha                               | 33CC+35 días   |
| 4.3.2 | Anclajes 1ª etapa sector #1 (cuerpo presa) 28 unid             | 41             |
| 4.3.2 | Anclajes 1ª etapa sector #2 (cuenco) 40 unid                   | 35             |
| 4.3.2 | Acero losa 1ª etapa Sector #1 (cuerpo presa)                   | 42;35          |
| 4.3.4 | Concreto losa 1ª etapa Sector #1 (cuerpo presa)                | 44;23          |
| 4.3.2 | Ciclópeo presa 1ª etapa (cuerpo presa)                         | 45             |
| 4.3.1 | Concreto piel presa 1ª etapa                                   | 46             |
| 4.3.3 | Acero losa Sector #2 (cuenco presa 1ª etapa) y muro-descarga   | 43             |
| 4.3.4 | Concreto losa Sector 2 (cuenco presa 1ª etapa) y muro-descarga | 48             |
| 4.3.2 | Presa 2ª etapa (55 metros)                                     |                |



|       |  |              |
|-------|--|--------------|
| 4.3.2 | Inicio época seca verano 2016                                |              |
| 4     | Preparativos y trabajos previos inicio 2ª etapa              | 155;51       |
| 4.2.2 | Anclajes e inyecciones presa 2ª etapa                        | 36CC+5 días  |
| 4.3.2 | Construcción presa margen izquierda                          | 36CC+5 días  |
| 4.3.3 | Muro de cierre margen izquierda                              | 54           |
| 4.3.2 | Concreto masivo de relleno a pie de presa                    | 54           |
| 4.3.1 | Presa margen derecha 2ª etapa (cierre canal auxiliar desvío) | 54;47        |
| 4.3.2 | TOMA DE AGUAS Y BLOQUE DERECHO                               |              |
| 4     | MOVIMIENTOS DE TIERRA  |              |
| 4.2   | Excavación   | 30           |
| 4.2.2 | Preparación de superficie y concreto sello parte 1           | 34CC;60      |
| 4.2.3 | Conclusión sello   | 61FC+29 días |
| 4.2.3 | Relleno estructural  | 73           |
| 4.2.4 | ESTRUCTURA   |              |
| 4.3   | Losa y muro de encauce                                       | 61           |
| 4.3.2 | Acero losas  | 61FC+11 días |
| 4.3.4 | Concreto losas   | 66           |
| 4.3.2 | Concreto muros (Elev. 194)                                   | 67           |
| 4.3.2 | Concreto muro izquierdo (Elev. 194) Entre toma y DF          | 67;145CC     |
| 4.3.2 | Pantalla inclinada Elev. 189 a 194                           | 68           |
| 4.3.2 | Pantalla Elev. 186.2 a 194                                   | 70CC         |
| 4.3.2 | Bloque derecho Elev. 186.30                                  | 66CC+14 días |
| 4.3.2 | Terminación de bloque Elev. 194                              | 72           |
| 4.3.2 | Caseta control   | 73           |
| 4.3.2 | Pasarelas Elev.194   | 71           |
| 4.3.2 | Barandas   | 75           |
| 5     | Instalación de guías y partes embebidas compuertas           | 68;154       |
| 5.1.1 | Concretos segunda etapa                                      | 77           |
| 4.3.2 | Instalación de rejillas y compuertas                         | 78           |
| 5     | DESARENADOR (TRAMOS DE 21m)                                  |              |
| 4     | MOVIMIENTOS DE TIERRA  |              |
| 4.2   | EXCAVACIONES   |              |
| 4.2.2 | Excavación general sectores #1 a #4                          | 134CC        |
| 4.2.2 | Excavación estructural Sector #1                             | 83FC+22 días |
| 4.2.2 | Excavación estructural sector #2                             | 84FC+8 días  |
| 4.2.2 | Excavación estructural sector #3                             | 85FC+10 días |
| 4.2.2 | Excavación estructural sector #4                             | 86FC+8 días  |
| 4.2.2 | Excavación general sector #5                                 | 87FC+3 días  |
| 4.2.2 | Excavación estructural sector #5                             | 88           |
| 4.2.2 | Excavación estructural rampa entre toma y desarenador        | 147CC        |

|       |  |              |
|-------|--|--------------|
| 4.2.2 | RELLENOS DESARENADOR                             | 125CC        |
| 4.2.4 | PREPARACIÓN GENERAL DE SUPERFICIE                |              |
| 4.2.3 | Concreto de sustitución sector #1                | 84FC+1 día   |
| 4.2.3 | Concreto de sello sector #1                      | 93           |
| 4.2.3 | Concreto de sustitución sector #2                | 85FC+1 día   |
| 4.2.3 | Concreto de sello sector #2                      | 95FC+1 día   |
| 4.2.3 | Concreto de sustitución Sector #3                | 86           |
| 4.2.3 | Concreto de sello sector #3                      | 97           |
| 4.2.3 | Concreto de sustitución sector #4                | 87           |
| 4.2.3 | Concreto de sello sector #4                      | 99           |
| 4.2.3 | Concreto de sustitución sector #5                | 88           |
| 4.2.3 | Concreto de sello sector #5                      | 101          |
| 4.2.3 | Concreto de sello rampa entre toma y desarenador | 127CC+2 días |
| 4.2.3 | ESTRUCTURA                                       |              |
| 4.3   | SECTOR #1  |              |
| 4.3   | Colocación de acero losa                         | 94           |
| 4.3.4 | Concreto losa                                    | 106          |
| 4.3.2 | Concretos muros Elev. 190.25                     | 107FC+1 día  |
| 4.3.2 | SECTOR #2  |              |
| 4.3   | Colocación de acero losa                         | 96FC+1 día   |
| 4.3.4 | Concreto losa                                    | 110FC+1 día  |
| 4.3.2 | Concretos muros Elev. 190.25                     | 111FC+1 día  |
| 4.3.2 | SECTOR #3  |              |
| 4.3   | Colocación de acero losa                         | 98           |
| 4.3.4 | Concreto losa                                    | 114          |
| 4.3.2 | Concretos muros Elev. 190.25                     | 115          |
| 4.3.2 | SECTOR #4  |              |
| 4.3   | Colocación de acero losa                         | 100          |
| 4.3.4 | Concreto losa                                    | 118          |
| 4.3.2 | Concretos muros Elev. 190.25                     | 119          |
| 4.3.2 | SECTOR #5  |              |
| 4.3   | Colocación de acero losa                         | 102          |
| 4.3.4 | Concreto losa                                    | 122          |
| 4.3.2 | Concretos muros Elev. 190.25                     | 123          |
| 4.3.2 | DESFOGUE   | 124          |
| 4     | RAMPA (ENTRE TOMA Y DESARENADOR)                 |              |
| 4.3   | Concreto sustitución (ciclópeo)                  | 90           |
| 4.2.3 | Acero losa Elev. 184 a 179.60                    | 103          |
| 4.3.4 | Concreto de losa                                 | 128          |
| 4.3.2 | Concreto muros Elev. 190.25                      | 129          |

|               |  |                      |
|---------------|--|----------------------|
| 4.3.2         | LOSA DISIPADORA Y ENROCADO ENTRE TOMA-DF Y DESARENADOR             | 130                  |
| 4             | DESCARGA DE FONDO  |                      |
| 4             | ESTRUCTURA   |                      |
| 4.3           | Excavación estructural descarga de fondo sector #1 100%            | 32                   |
| 4.2.2         | Concreto de sustitución  | 134                  |
| 4.2.3         | Concreto de Sello Sector #1  | 135                  |
| 4.2.3         | Acero de losa Sector #1  | 136FC+3 días         |
| 4.3.4         | Contratación blindaje (NAC)  |                      |
| 5             | Materiales y fabricación blindaje (NAC)                            | 138                  |
| 5             | Instalación blindaje sector #1 (NAC)                               | 137;139FC+14 días    |
| 5             | Instalación blindaje sector #2 (NAC)                               | 140FC+7 días         |
| 5             | Concreto losa Sector compuertas                                    | 137CC+15 días        |
| 4.3.2         | Concreto de losa Sector #1   | 137;140              |
| 4.3.2         | Concreto muros zona compuertas                                     | 142FC+30 días        |
| 4.3.2         | Concretos muros sector #1 (Elev 194 a 184)                         | 143;144              |
| 4.3.2         | Pasarela Elev. 194   | 145                  |
| 4.3.2         | Excavación estructural Sector #2                                   | 134FC+36 días        |
| 4.2.2         | Concreto de sello Sector #2  | 147                  |
| 4.2.3         | Acero losa Sector #2   | 148;140              |
| 4.3.4         | Concreto de Losa Sector #2   | 149FC+5 días;139;141 |
| 4.3.2         | Concreto muros Sector #2 (Elev. 184)                               | 150FC+1 día          |
| 4.3.2         | Enrocado final y rellenos  | 151FC+1 día          |
| 4.2.4         | Barandas   | 146                  |
| 5             | Instalación guías y partes embebidas compuertas (NAC)              | 144FC+55 días        |
| 5             | Concretos segunda etapa  | 154                  |
| 4.3.2         | Instalación compuertas (NAC)                                       | 155                  |
| 5             | CÁMARA DE CARGA  |                      |
| 4             | ESTRUCTURA   |                      |
| 4             | TRANSICIÓN DESARENADOR - TUBERÍA (CÁMARA DE CARGA)                 | 124FC+12 días;125    |
| 4             | TUBERÍA DE CONCRETO ENTRE DESARENADOR Y ENTRADA TÚNEL              |                      |
| 4             | Obra civil tubería de concreto                                     | 159FC+27 días        |
| 4.3.2         | Conclusión obras del túnel por portal de entrada (NAC)             |                      |
| 4.3.2         | Cierre final tubería de concreto en portal de entrada              | 162;161              |
| 4.2.4         | Rellenos   | 163CC+30 días        |
| 5             | ELEMENTOS METÁLICOS SITIO DE PRESA                                 | 159                  |
| 5.1.1 / 5.1.2 | OTRAS OBRAS EN SITIO DE PRESA (escalas, caseta, iluminación, etc.) | 159                  |

En el campo de las predecesoras se enumera la identificación de tareas. Cada predecesora está vinculada a la tarea por un tipo específico de dependencia entre tareas y un plazo o tiempo de retardo.

A continuación se muestra las distintas abreviaciones utilizadas para secuenciar las actividades del proyecto:

- CC = Comienzo a Comienzo: la actividad comienza cuando la otra comienza.
- FC = Final a Comienzo: la actividad comienza cuando la otra termine.
- FF = Final a Final: cuando dos actividades se relacionan por el final de una.

#### 4.3.4. Estimar los recursos de las actividades

Es el proceso de estimar tipo y cantidades de materiales, personas, equipos o suministros requeridos para llevar a cabo cada una de las actividades (PMBOK, 2013).

Para dicha estimación se utiliza las herramientas y técnicas de juicio de expertos, análisis de alternativas y *software* de gestión de proyectos como lo es el Microsoft Project.

A continuación se detalla la estimación de los recursos (humanos y materiales) en cada actividad de un paquete de trabajo y su correspondiente estructura de desglose de recursos (EDR):

**Cuadro 13 Recurso de Actividades**

| Entregable | Actividad  | Recurso humano | Recurso material |
|------------|--|----------------|------------------|
| 1          | Permisos   |                |                  |
| 2          | Permisos iniciales tala de árboles y constructivos (NAC) |                |                  |
| 3          | ORDEN DE INICIO  |                |                  |
| 4          | OBRAS PRELIMINARES                                       |                |                  |

|    |  |                             |  |
|----|--|-----------------------------|--|
| 5  | Movilización   | Transportista y Empleados   | Combustible  |
| 6  | Oficinas, bodegas y talleres                         | Personal administrativo     | Alquiler, remodelación de local a alquilar, materiales de bodega |
| 7  | Instalación plantas de concreto                      | Operador de:                | Maquinaria:  |
|    |  | <i>Back Hoe</i>             | <i>Back Hoe</i>  |
|    |  | Excavadora                  | Vagoneta   |
|    |  | Vagoneta                    | Excavadora   |
| 8  | CAMINOS  |                             |  |
| 9  | Caminos nuevos                                       |                             |  |
| 10 | Camino a construir Los Negros I a toma               |                             |  |
| 11 | Desmante y limpieza frente Toma                      | Operador de:                | Maquinaria:  |
|    |  | <i>Back Hoe</i>             | <i>Back Hoe</i>  |
|    |  | Excavadora                  | Vagoneta   |
|    |  | Vagoneta                    | Excavadora   |
| 12 | Acceso a sitio de presa y portal de entrada          | Operador de:                | Maquinaria:  |
|    |  | <i>Back Hoe</i>             | <i>Back Hoe</i>  |
|    |  | Excavadora                  | Vagoneta   |
|    |  | Vagoneta                    | Excavadora   |
| 13 | Cunetas Camino a Toma y Portal de Entrada            | Operador de <i>Back Hoe</i> | <i>Back Hoe</i>  |
|    |  | Peón                        | Mezcladora   |
|    |  | Ayudante                    | Madera   |
|    |  | Capataz                     | Cemento  |
|    |  |                             | Agregados  |
| 14 | Alcantarillas sitio de Toma                          | Peón                        | Madera   |
|    |  | Ayudante                    | Concreto   |
|    |  | Capataz                     |  |
| 15 | Vado sobre río Frijoles                              | Operador de:                | Tubería de concreto de 60cm                                      |
|    |  | <i>Back Hoe</i>             |  |
|    |  | Excavadora                  |  |
|    |  | Peón                        | Concreto f'c = 140 kg/cm <sup>2</sup>                            |
|    |  | Ayudante                    |  |
| 16 | Caminos por rehabilitar                              |                             |  |
| 17 | Rehabilitación de caminos (Entrada a sitio de Presa) | Operador de:                | Sub base   |
|    |  | <i>Back Hoe</i>             | Material granular para caminos                                   |
|    |  | Motoniveladora              |  |
|    |  | Vagoneta                    |  |
| 18 | Mantenimiento de caminos                             | Operadores                  | Tanqueta de Agua   |
|    |  |                             | Niveladora   |

|    |  |                          |                      |
|----|--|--------------------------|----------------------|
| 19 | OBRAS SITIO DE PRESA                                 |                          |                      |
| 20 | DESVÍO DEL RÍO                                       |                          |                      |
| 21 | Desvío del río 1ª etapa                              | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |  | Peón                     | Vagoneta Articulada  |
|    |  | Ayudante                 | Camión Mezclador     |
|    |  | Capataz                  | Paneles de formaleta |
| 22 | Construcción inicial dique zona aguas arriba         | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |  | Peón                     | Vagoneta Articulada  |
|    |  | Ayudante                 | Camión Mezclador     |
|    |  | Capataz                  | Paneles de formaleta |
| 23 | Conclusión dique hasta portal de entrada             | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |  |                          | Vagoneta Articulada  |
|    |  |                          |                      |
| 24 | Completamiento dique ciclópeo                        | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |  |                          | Vagoneta Articulada  |
|    |  |                          |                      |
| 25 | Desvío del río 2ª etapa                              |                          |                      |
| 26 | Desvío del río 2ª etapa                              | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |  |                          | Vagoneta Articulada  |
|    |  |                          |                      |
| 27 | Remoción dique de desvío 2ª etapa                    | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |  |                          | Vagoneta Articulada  |
|    |  |                          |                      |
| 28 | PRESA  |                          |                      |
| 29 | MOVIMIENTOS DE TIERRA                                |                          |                      |
| 30 | Desmante y limpieza (incluye área descarga de fondo) | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |  |                          | Vagoneta Articulada  |
|    |  |                          | Cierra eléctrica     |
| 31 | Trabajos finales desmante zona margen izquierda      | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |  |                          | Cierra eléctrica     |
|    |  |                          |                      |
| 32 | Excavación general sitio de presa (margen izquierda) | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |  |                          | Vagoneta Articulada  |
| 33 | Excavación Presa 1ª etapa                            | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |  |                          | Vagoneta Articulada  |
| 34 | Preparación superficie y                             | Personal de campo:       | Camión Bomba         |
|    |  | Peón                     | Camiones Mezcladores |

|    |  |                          |                          |
|----|--|--------------------------|--------------------------|
|    | concreto sello   | Ayudante                 |                          |
|    |  | Capataz                  |                          |
| 35 | Conclusión concreto sello presa primera etapa              | Personal de campo:       | Camión Bomba             |
|    |  | Peón                     | Camiones Mezcladores     |
|    |  | Ayudante                 |                          |
|    |  | Capataz                  |                          |
| 36 | Excavación Presa 2ª etapa                                  | Operadores de maquinaria | Excavadora               |
|    |  |                          | Vagoneta Articulada      |
| 37 | Preparación superficie y concreto sello 2ª etapa           | Personal de campo:       | Camión Bomba             |
|    |  | Peón                     | Camiones Mezcladores     |
|    |  | Ayudante                 |                          |
|    |  | Capataz                  |                          |
| 38 | Detalles y limpieza final (incluye rellenos estructurales) | Operadores de maquinaria | Excavadora               |
|    |  |                          | Vagoneta Articulada      |
|    |  |                          | Rodillo compactador      |
| 39 | ESTRUCTURA   |                          |                          |
| 40 | Presa 1ª etapa (15 metros)                                 | Personal de campo:       | Camión Bomba             |
|    |  | Peón                     | Camiones Mezcladores     |
|    |  | Ayudante                 | Concreto                 |
|    |  | Capataz                  | Formaleta                |
| 41 | Inyecciones presa margen derecha                           | Personal de Geofortis    | Maquinaria especializada |
| 42 | Anclajes 1ª etapa sector #1 (cuerpo presa) 28 unid         | Personal de Geofortis    | Maquinaria especializada |
|    |  |                          | Cemento                  |
| 43 | Anclajes 1ª etapa sector #2 (Cuenco) 40 unid               | Personal de Geofortis    | Maquinaria especializada |
|    |  |                          | Cemento                  |
| 44 | Acero losa 1ª etapa Sector #1 (Cuerpo Presa)               | Personal de campo:       | Acero                    |
|    |  | Peón                     | Alambre Negro            |
|    |  | Ayudante                 |                          |
|    |  | Capataz                  |                          |
| 45 | Concreto losa 1ª etapa Sector #1 (Cuerpo Presa)            | Personal de campo:       | Camión Bomba             |
|    |  | Topógrafo                | Camiones Mezcladores     |
|    |  | Peón                     | Concreto                 |
|    |  | Ayudante                 | Formaleta                |
|    |  | Capataz                  |                          |
| 46 | Ciclópeo Presa 1ª etapa (Cuerpo presa)                     | Personal de campo:       | Camión Bomba             |
|    |  | Topógrafo                | Camiones Mezcladores     |
|    |  | Peón                     | Concreto                 |
|    |  | Ayudante                 |                          |
|    |  | Capataz                  |                          |

|    |   |                       |                          |
|----|---|-----------------------|--------------------------|
| 47 | Concreto piel<br>Presa 1ª etapa   | Personal de campo:    | Camión Bomba             |
|    |   | Topógrafo             | Camiones Mezcladores     |
|    |   | Peón                  | Concreto                 |
|    |   | Ayudante              | Formaleta                |
|    |   | Capataz               |                          |
| 48 | Acero losa Sector<br>#2 (cuenco presa<br>1ª etapa) y muro-<br>descarga  | Personal de campo:    | Acero                    |
|    |   | Peón                  | Alambre Negro            |
|    |   | Ayudante              |                          |
|    |   | Capataz               |                          |
| 49 | Concreto Losa<br>Sector 2 (cuenco<br>presa 1ª etapa) y<br>muro-descarga | Personal de campo:    | Camión Bomba             |
|    |   | Topógrafo             | Camiones Mezcladores     |
|    |   | Peón                  | Concreto                 |
|    |   | Ayudante              | Formaleta                |
|    |   | Capataz               |                          |
| 50 | Presa 2ª etapa<br>(55 metros)   |                       |                          |
| 51 | Inicio época seca<br>verano 2016.                                       |                       |                          |
| 52 | Preparativos y<br>trabajos previos<br>inicio 2ª etapa                   | Personal de campo:    | Excavadora               |
|    |   | Peón                  | Vagoneta Articulada      |
|    |   | Ayudante              |                          |
|    |   | Capataz               |                          |
| 53 | Anclajes e<br>inyecciones presa<br>2ª etapa                             | Personal de Geofortis | Maquinaria especializada |
| 54 | Construcción<br>presa margen<br>izquierda                               | Personal de campo:    | Camión Bomba             |
|    |   | Topógrafo             | Camiones Mezcladores     |
|    |   | Peón                  | Concreto                 |
|    |   | Ayudante              | Formaleta                |
|    |   | Capataz               |                          |
| 55 | Muro de cierre<br>margen izquierda                                      | Personal de campo:    | Camión Bomba             |
|    |   | Topógrafo             | Camiones Mezcladores     |
|    |   | Peón                  | Concreto                 |
|    |   | Ayudante              | Formaleta                |
|    |   | Capataz               |                          |
| 56 | Concreto masivo<br>de relleno a pie de<br>presa                         | Personal de campo:    | Camión Bomba             |
|    |   | Topógrafo             | Camiones Mezcladores     |
|    |   | Peón                  | Concreto                 |
|    |   | Ayudante              | Formaleta                |
|    |   | Capataz               |                          |
| 57 | Presa margen<br>derecha 2ª etapa  | Personal de campo:    | Camión Bomba             |
|    |   | Topógrafo             | Camiones Mezcladores     |



|    |  |                          |                      |
|----|--|--------------------------|----------------------|
|    | (cierre canal auxiliar desvío)                     | Peón                     | Concreto             |
|    |  | Ayudante                 | Formaleta            |
|    |  | Capataz                  |                      |
| 58 | TOMA DE AGUAS Y BLOQUE DERECHO                     |                          |                      |
| 59 | MOVIMIENTOS DE TIERRA                              |                          |                      |
| 60 | Excavación   | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |  |                          | Vagoneta Articulada  |
| 61 | Preparación de superficie y concreto sello parte 1 | Personal de campo:       | Camión Bomba         |
|    |  | Topógrafo                | Camiones Mezcladores |
|    |  | Peón                     | Concreto             |
|    |  | Ayudante                 |                      |
|    |  | Capataz                  |                      |
| 62 | Conclusión sello                                   | Personal de campo:       | Camión Bomba         |
|    |  | Topógrafo                | Camiones Mezcladores |
|    |  | Peón                     | Concreto             |
|    |  | Ayudante                 |                      |
|    |  | Capataz                  |                      |
| 63 | Relleno estructural                                | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |  |                          | Vagoneta Articulada  |
|    |  |                          | Compactadora         |
| 64 | ESTRUCTURA   |                          |                      |
| 65 | Losa y muro de encauce                             | Personal de campo:       | Camión Bomba         |
|    |  | Topógrafo                | Camiones Mezcladores |
|    |  | Peón                     | Concreto             |
|    |  | Ayudante                 |                      |
|    |  | Capataz                  |                      |
| 66 | Acero losas  | Personal de campo:       | Acero                |
|    |  | Peón                     | Alambre Negro        |
|    |  | Ayudante                 |                      |
|    |  | Capataz                  |                      |
| 67 | Concreto losas                                     |                          |                      |
| 68 | Concreto muros (Elev. 194)                         | Personal de campo:       | Camión Bomba         |
|    |  | Topógrafo                | Camiones Mezcladores |
|    |  | Peón                     | Concreto             |
|    |  | Ayudante                 |                      |
|    |  | Capataz                  |                      |
| 69 | Concreto muro izquierdo (Elev.                     | Personal de campo:       | Camión Bomba         |
|    |  | Topógrafo                | Camiones Mezcladores |

|    |  |                    |                        |
|----|--|--------------------|------------------------|
|    | 194) Entre Toma y DF                               | Peón               | Concreto               |
|    |  | Ayudante           |                        |
|    |  | Capataz            |                        |
| 70 | Pantalla inclinada Elev. 189 a 194                 | Personal de campo: | Camión Bomba           |
|    |  | Topógrafo          | Camiones Mezcladores   |
|    |  | Peón               | Concreto               |
|    |  | Ayudante           |                        |
|    |  | Capataz            |                        |
| 71 | Pantalla Elev. 186.2 a 194                         | Personal de campo: | Camión Bomba           |
|    |  | Topógrafo          | Camiones Mezcladores   |
|    |  | Peón               | Concreto               |
|    |  | Ayudante           |                        |
|    |  | Capataz            |                        |
| 72 | Bloque derecho Elev. 186.30                        | Personal de campo: | Camión Bomba           |
|    |  | Topógrafo          | Camiones Mezcladores   |
|    |  | Peón               | Concreto               |
|    |  | Ayudante           |                        |
|    |  | Capataz            |                        |
| 73 | Terminación de Bloque Elev. 194                    | Personal de campo: | Camión Bomba           |
|    |  | Topógrafo          | Camiones Mezcladores   |
|    |  | Peón               | Concreto               |
|    |  | Ayudante           |                        |
|    |  | Capataz            |                        |
| 74 | Caseta Control                                     | Personal de campo: | Camión Bomba           |
|    |  | Topógrafo          | Camiones Mezcladores   |
|    |  | Peón               | Concreto               |
|    |  | Ayudante           |                        |
|    |  | Capataz            |                        |
| 75 | Pasarelas Elev.194                                 | Personal de campo: | Camión Bomba           |
|    |  | Topógrafo          | Camiones Mezcladores   |
|    |  | Peón               | Concreto               |
|    |  | Ayudante           |                        |
|    |  | Capataz            |                        |
| 76 | Barandas   | Personal de campo: | Barandas prefabricadas |
|    |  | Soldador           |                        |
|    |  | Ayudante           |                        |
| 77 | Instalación de guías y partes embebidas compuertas | N/A                | N/A                    |
| 78 | Concretos  | Personal de campo: | Camión Bomba           |

|    |   |                          |                      |
|----|---|--------------------------|----------------------|
|    | segunda etapa   | Topógrafo                | Camiones Mezcladores |
|    |   | Peón                     | Concreto             |
|    |   | Ayudante                 |                      |
|    |   | Capataz                  |                      |
| 79 | Instalación de rejillas y compuertas                  | N/A                      | N/A                  |
| 80 | DESARENADOR (TRAMOS DE 21m)                           |                          |                      |
| 81 | MOVIMIENTOS DE TIERRA                                 |                          |                      |
| 82 | EXCAVACIONES  |                          |                      |
| 83 | Excavación general sectores #1 a #4                   | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |   |                          | Vagoneta Articulada  |
| 84 | Excavación estructural Sector #1                      | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |   |                          | Vagoneta Articulada  |
| 85 | Excavación estructural sector #2                      | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |   |                          | Vagoneta Articulada  |
| 86 | Excavación estructural sector #3                      | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |   |                          | Vagoneta Articulada  |
| 87 | Excavación estructural sector #4                      | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |   |                          | Vagoneta Articulada  |
| 88 | Excavación general sector #5                          | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |   |                          | Vagoneta Articulada  |
| 89 | Excavación estructural sector #5                      | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |   |                          | Vagoneta Articulada  |
| 90 | Excavación estructural rampa entre toma y desarenador | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |   |                          | Vagoneta Articulada  |
| 91 | RELLENOS DESARENADOR                                  | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|    |   |                          | Vagoneta Articulada  |
|    |   |                          | Rodillo compactador  |
| 92 | PREPARACIÓN GENERAL DE SUPERFICIE                     |                          |                      |
| 93 | Concreto de sustitución sector #1                     | Personal de campo:       | Camión Bomba         |
|    |   | Topógrafo                | Camiones Mezcladores |
|    |   | Peón                     | Concreto             |
|    |   | Ayudante                 | Aluvión              |
|    |   | Capataz                  |                      |
| 94 | Concreto de sello                                     | Personal de campo:       | Camión Bomba         |

|     |                                   |                    |                      |
|-----|-----------------------------------|--------------------|----------------------|
|     | sector #1                         | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |                                   | Peón               | Concreto             |
|     |                                   | Ayudante           | Aluvión              |
|     |                                   | Capataz            |                      |
| 95  | Concreto de sustitución sector #2 | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |                                   | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |                                   | Peón               | Concreto             |
|     |                                   | Ayudante           | Aluvión              |
|     |                                   | Capataz            |                      |
| 96  | Concreto de sello sector #2       | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |                                   | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |                                   | Peón               | Concreto             |
|     |                                   | Ayudante           | Aluvión              |
|     |                                   | Capataz            |                      |
| 97  | Concreto de sustitución sector #3 | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |                                   | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |                                   | Peón               | Concreto             |
|     |                                   | Ayudante           | Aluvión              |
|     |                                   | Capataz            |                      |
| 98  | Concreto de sello sector #3       | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |                                   | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |                                   | Peón               | Concreto             |
|     |                                   | Ayudante           | Aluvión              |
|     |                                   | Capataz            |                      |
| 99  | Concreto de sustitución sector #4 | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |                                   | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |                                   | Peón               | Concreto             |
|     |                                   | Ayudante           | Aluvión              |
|     |                                   | Capataz            |                      |
| 100 | Concreto de sello sector #4       | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |                                   | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |                                   | Peón               | Concreto             |
|     |                                   | Ayudante           | Aluvión              |
|     |                                   | Capataz            |                      |
| 101 | Concreto de sustitución sector #5 | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |                                   | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |                                   | Peón               | Concreto             |
|     |                                   | Ayudante           | Aluvión              |
|     |                                   | Capataz            |                      |
| 102 | Concreto de sello                 | Personal de campo: | Camión Bomba         |

|     |  |                    |                      |
|-----|--|--------------------|----------------------|
|     | sector #5  | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |  | Peón               | Concreto             |
|     |  | Ayudante           | Aluvión              |
|     |  | Capataz            |                      |
| 103 | Concreto de Sello<br>rampa entre toma<br>y desarenador | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |  | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |  | Peón               | Concreto             |
|     |  | Ayudante           | Aluvión              |
|     |  | Capataz            |                      |
| 104 | ESTRUCTURA   |                    |                      |
| 105 | SECTOR #1  |                    |                      |
| 106 | Colocación de<br>acero losa                            | Personal de campo: | Acero                |
|     |  | Peón               | Alambre Negro        |
|     |  | Ayudante           |                      |
|     |  | Capataz            |                      |
| 107 | Concreto losa  | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |  | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |  | Peón               | Concreto             |
|     |  | Ayudante           |                      |
|     |  | Capataz            |                      |
| 108 | Concretos muros<br>Elev. 190.25                        | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |  | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |  | Peón               | Concreto             |
|     |  | Ayudante           |                      |
|     |  | Capataz            |                      |
| 109 | SECTOR #2  |                    |                      |
| 110 | Colocación de<br>acero losa                            | Personal de campo: | Acero                |
|     |  | Peón               | Alambre Negro        |
|     |  | Ayudante           |                      |
|     |  | Capataz            |                      |
| 111 | Concreto losa  | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |  | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |  | Peón               | Concreto             |
|     |  | Ayudante           |                      |
|     |  | Capataz            |                      |
| 112 | Concretos muros<br>Elev. 190.25                        | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |  | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |  | Peón               | Concreto             |
|     |  | Ayudante           |                      |
|     |  | Capataz            |                      |

|     |                              |                    |                      |
|-----|------------------------------|--------------------|----------------------|
| 113 | SECTOR #3                    |                    |                      |
| 114 | Colocación de acero losa     | Personal de campo: | Acero                |
|     |                              | Peón               | Alambre Negro        |
|     |                              | Ayudante           |                      |
|     |                              | Capataz            |                      |
| 115 | Concreto losa                | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |                              | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |                              | Peón               | Concreto             |
|     |                              | Ayudante           |                      |
| 116 | Concretos muros Elev. 190.25 | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |                              | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |                              | Peón               | Concreto             |
|     |                              | Ayudante           |                      |
| 117 | SECTOR #4                    |                    |                      |
|     |                              |                    |                      |
|     |                              |                    |                      |
|     |                              |                    |                      |
| 118 | Colocación de acero losa     | Personal de campo: | Acero                |
|     |                              | Peón               | Alambre Negro        |
|     |                              | Ayudante           |                      |
|     |                              | Capataz            |                      |
| 119 | Concreto losa                | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |                              | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |                              | Peón               | Concreto             |
|     |                              | Ayudante           |                      |
| 120 | Concretos muros Elev. 190.25 | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |                              | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |                              | Peón               | Concreto             |
|     |                              | Ayudante           |                      |
| 121 | SECTOR #5                    |                    |                      |
|     |                              |                    |                      |
|     |                              |                    |                      |
|     |                              |                    |                      |
| 122 | Colocación de acero losa     | Personal de campo: | Acero                |
|     |                              | Peón               | Alambre Negro        |
|     |                              | Ayudante           |                      |
|     |                              | Capataz            |                      |
| 123 | Concreto losa                | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |                              | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |                              | Peón               | Concreto             |
|     |                              | Ayudante           |                      |
| 123 | Concreto losa                | Capataz            |                      |
|     |                              |                    |                      |
|     |                              |                    |                      |
|     |                              |                    |                      |

|     |   |                    |                      |
|-----|---|--------------------|----------------------|
| 124 | Concretos muros<br>Elev. 190.25                                       | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |   | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |   | Peón               | Concreto             |
|     |   | Ayudante           |                      |
|     |   | Capataz            |                      |
| 125 | DESFOGUE  | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |   | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |   | Peón               | Concreto             |
|     |   | Ayudante           |                      |
|     |   | Capataz            |                      |
| 126 | RAMPA (ENTRE<br>TOMA Y<br>DESARENADOR)                                | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |   | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |   | Peón               | Concreto             |
|     |   | Ayudante           |                      |
|     |   | Capataz            |                      |
| 127 | Concreto<br>sustitución<br>(ciclópeo)                                 | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |   | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |   | Peón               | Concreto             |
|     |   | Ayudante           | Aluvión              |
|     |   | Capataz            |                      |
| 128 | Acero losa Elev.<br>184 a 179.60                                      | Personal de campo: | Acero                |
|     |   | Peón               | Alambre Negro        |
|     |   | Ayudante           |                      |
|     |   | Capataz            |                      |
| 129 | Concreto de losa  | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |   | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |   | Peón               | Concreto             |
|     |   | Ayudante           |                      |
|     |   | Capataz            |                      |
| 130 | Concreto muros<br>Elev. 190.25  | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |   | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |   | Peón               | Concreto             |
|     |   | Ayudante           |                      |
|     |   | Capataz            |                      |
| 131 | LOSA<br>DISIPADORA Y<br>ENROCADO<br>ENTRE TOMA-DF<br>Y<br>DESARENADOR | Personal de campo: | Camión Bomba         |
|     |   | Topógrafo          | Camiones Mezcladores |
|     |   | Peón               | Concreto             |
|     |   | Ayudante           | Aluvión              |
|     |   | Capataz            |                      |

|     |   |                          |                      |
|-----|---|--------------------------|----------------------|
| 132 | DESCARGA DE FONDO                                       |                          |                      |
| 133 | ESTRUCTURA  |                          |                      |
| 134 | Excavación estructural descarga de fondo sector #1 100% | Operadores de maquinaria | Excavadora           |
|     |   |                          | Vagoneta Articulada  |
| 135 | Concreto de sustitución                                 | Personal de campo:       | Camión Bomba         |
|     |   | Topógrafo                | Camiones Mezcladores |
|     |   | Peón                     | Concreto             |
|     |   | Ayudante                 | Aluvión              |
|     |   | Capataz                  |                      |
| 136 | Concreto de Sello sector #1                             | Personal de campo:       | Camión Bomba         |
|     |   | Topógrafo                | Camiones Mezcladores |
|     |   | Peón                     | Concreto             |
|     |   | Ayudante                 |                      |
|     |   | Capataz                  |                      |
| 137 | Acero de losa sector #1                                 | Personal de campo:       | Acero                |
|     |   | Peón                     | Alambre Negro        |
|     |   | Ayudante                 |                      |
|     |   | Capataz                  |                      |
| 138 | Contratación blindaje (NAC)                             | N/A                      | N/A                  |
| 139 | Materiales y fabricación blindaje (NAC)                 | N/A                      | N/A                  |
| 140 | Instalación blindaje sector #1 (NAC)                    | N/A                      | N/A                  |
| 141 | Instalación blindaje sector #2 (NAC)                    | N/A                      | N/A                  |
| 142 | Concreto losa Sector compuertas                         | Personal de campo:       | Camión Bomba         |
|     |   | Topógrafo                | Camiones Mezcladores |
|     |   | Peón                     | Concreto             |
|     |   | Ayudante                 |                      |
|     |   | Capataz                  |                      |
| 143 | Concreto de losa sector #1                              | Personal de campo:       | Camión Bomba         |
|     |   | Topógrafo                | Camiones Mezcladores |
|     |   | Peón                     | Concreto             |
|     |   | Ayudante                 |                      |
|     |   | Capataz                  |                      |
| 144 | Concreto muros zona compuertas                          | Personal de campo:       | Camión Bomba         |
|     |   | Topógrafo                | Camiones Mezcladores |
|     |   | Peón                     | Concreto             |
|     |   | Ayudante                 |                      |



|     |   |                          |                                   |
|-----|---|--------------------------|-----------------------------------|
|     |   | Capataz                  |                                   |
| 145 | Concretos muros sector #1 (Elev 194 a 184)            | Personal de campo:       | Camión Bomba                      |
|     |   | Topógrafo                | Camiones Mezcladores              |
|     |   | Peón                     | Concreto                          |
|     |   | Ayudante                 |                                   |
|     |   | Capataz                  |                                   |
| 146 | Pasarela Elev. 194                                    | Personal de campo:       | Camión Bomba                      |
|     |   | Topógrafo                | Camiones Mezcladores              |
|     |   | Peón                     | Concreto                          |
|     |   | Ayudante                 |                                   |
|     |   | Capataz                  |                                   |
| 147 | Excavación estructural sector #2                      | Operadores de maquinaria | Excavadora                        |
|     |   |                          | Vagoneta Articulada               |
| 148 | Concreto de Sello sector #2                           | Personal de campo:       | Camión Bomba                      |
|     |   | Topógrafo                | Camiones Mezcladores              |
|     |   | Peón                     | Concreto                          |
|     |   | Ayudante                 |                                   |
|     |   | Capataz                  |                                   |
| 149 | Acero losa sector #2                                  | Personal de campo:       | Acero                             |
|     |   | Peón                     | Alambre Negro                     |
|     |   | Ayudante                 |                                   |
|     |   | Capataz                  |                                   |
| 150 | Concreto de Losa sector #2                            | Personal de campo:       | Camión Bomba                      |
|     |   | Topógrafo                | Camiones Mezcladores              |
|     |   | Peón                     | Concreto                          |
|     |   | Ayudante                 |                                   |
|     |   | Capataz                  |                                   |
| 151 | Concreto Muros Sector #2 (Elev. 184)                  | Personal de campo:       | Camión Bomba                      |
|     |   | Topógrafo                | Camiones Mezcladores              |
|     |   | Peón                     | Concreto                          |
|     |   | Ayudante                 |                                   |
|     |   | Capataz                  |                                   |
| 152 | Enrocado Final y rellenos                             | Operadores de maquinaria | Excavadora<br>Vagoneta Articulada |
| 153 | Barandas  | Personal de campo:       | Barandas prefabricadas            |
|     |   | Soldador                 |                                   |
|     |   | Ayudante                 |                                   |
| 154 | Instalación guías y partes embebidas compuertas (NAC) | N/A                      | N/A                               |
| 155 | Concretos   | Personal de campo:       | Camión Bomba                      |

|     |  |                          |  |
|-----|--|--------------------------|--|
|     | segunda etapa  | Topógrafo                | Camiones Mezcladores                   |
|     |  | Peón                     | Concreto                               |
|     |  | Ayudante                 |  |
|     |  | Capataz                  |  |
| 156 | Instalación compuertas (NAC)                                       | N/A                      | N/A                                    |
| 157 | CÁMARA DE CARGA  |                          |  |
| 158 | ESTRUCTURA   |                          |  |
| 159 | TRANSICIÓN DESARENADOR - TUBERÍA (CÁMARA DE CARGA)                 | Personal de campo:       | Camión Bomba                           |
|     |  | Topógrafo                | Camiones Mezcladores                   |
|     |  | Peón                     | Concreto                               |
|     |  | Ayudante                 |  |
|     |  | Capataz                  |  |
| 160 | TUBERÍA DE CONCRETO ENTRE DESARENADOR Y ENTRADA TÚNEL              | Personal de campo:       | Camión Bomba                           |
|     |  | Topógrafo                | Camiones Mezcladores                   |
|     |  | Peón                     | Concreto                               |
|     |  | Ayudante                 |  |
|     |  | Capataz                  |  |
| 161 | Obra civil tubería de concreto                                     | Personal de campo:       | Camión Bomba                           |
|     |  | Topógrafo                | Camiones Mezcladores                   |
|     |  | Peón                     | Concreto                               |
|     |  | Ayudante                 |  |
|     |  | Capataz                  |  |
| 162 | Conclusión obras del túnel por portal de entrada (NAC)             | N/A                      | N/A                                    |
| 163 | Cierre final tubería de concreto en portal de entrada              | Personal de campo:       | Camión Bomba                           |
|     |  | Topógrafo                | Camiones Mezcladores                   |
|     |  | Peón                     | Concreto                               |
|     |  | Ayudante                 |  |
|     |  | Capataz                  |  |
| 164 | Rellenos   | Operadores de maquinaria | Excavadora                             |
|     |  |                          | Vagoneta Articulada                    |
|     |  |                          | Rodillo compactador                    |
| 165 | ELEMENTOS METAÁLICOS SITIO DE PRESA                                | N/A                      | N/A                                    |
| 166 | OTRAS OBRAS EN SITIO DE PRESA (escalas, caseta, iluminación, etc.) | Personal de campo:       | Elementos prefabricados y subcontratos |
|     |  | Peón                     |  |
|     |  | Ayudante                 |  |
|     |  | Capataz                  |  |

### 4.3.5. Estimar la duración de las actividades

Es el proceso de realizar la estimación de la cantidad de periodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados PMBOK (PMI, 2013).

De acuerdo con el cronograma se pueden dar a conocer las actividades y su duración en días. La estimación de la duración de las actividades utiliza información sobre el alcance de trabajo que conlleva la actividad, los tipos de recursos necesarios, las cantidades estimadas de los mismos y sus calendarios de utilización. Se utiliza como entrada para las estimaciones de las duraciones el criterio de la persona o grupo de proyecto que se encuentre familiarizado con la naturaleza del trabajo a desarrollar en cada actividad específica.

**Cuadro 14 Duración de Actividades**

| Entregable | Actividad  | Duración (días) |
|------------|--|-----------------|
| 1          | Permisos   | 296,4 días      |
| 2          | Permisos iniciales tala de árboles y constructivos (NAC) | 0 días          |
| 3          | ORDEN DE INICIO  | 237 días        |
| 4          | OBRAS PRELIMINARES                                       | 76,2 días       |
| 5          | Movilización   | 0 días          |
| 6          | Oficinas, bodegas y talleres                             | 35 días         |
| 7          | Instalación plantas de concreto                          | 23 días         |
| 8          | CAMINOS  | 23,54 días      |
| 9          | Caminos nuevos   | 23,54 días      |
| 10         | Camino a construir Los Negros I a toma                   | 382,8 días      |
| 11         | Desmonte y limpieza frente Toma                          | 35 días         |
| 12         | Acceso a sitio de presa y portal de entrada              | 43 días         |
| 13         | Cunetas Camino a Toma y Portal de Entrada                | 70 días         |
| 14         | Alcantarillas sitio de Toma                              | 110 días        |
| 15         | Vado sobre río Frijoles                                  | 45 días         |
| 16         | Caminos a rehabilitar                                    | 405 días        |
| 17         | Rehabilitación de caminos (Entrada a sitio de Presa)     | 147 días        |
| 18         | Mantenimiento de caminos                                 | 565 días        |
| 19         | OBRAS SITIO DE PRESA                                     | 684 días        |

|    |  |            |
|----|--|------------|
| 20 | DESVÍO DEL RÍ  | 412,8 días |
| 21 | Desvío del río 1ª etapa  | 120 días   |
| 22 | Construcción inicial dique zona aguas arriba                   | 16 días    |
| 23 | Conclusión dique hasta portal de entrada                       | 70 días    |
| 24 | Completamiento dique ciclópeo                                  | 7 días     |
| 25 | Desvío del río 2ª etapa  | 123,9 días |
| 26 | Desvío del río 2ª etapa  | 22 días    |
| 27 | Remoción dique de desvío 2ª etapa                              | 11 días    |
| 28 | PRESA  | 442,8 días |
| 29 | MOVIMIENTOS DE TIERRA  | 432,9 días |
| 30 | Desmante y limpieza (incluye área descarga de fondo)           | 16 días    |
| 31 | Trabajos finales desmante zona margen izquierda                | 3 días     |
| 32 | Excavación general sitio de presa (margen izquierda)           | 14 días    |
| 33 | Excavación Presa 1ª etapa                                      | 58 días    |
| 34 | Preparación superficie y concreto sello                        | 15 días    |
| 35 | Conclusión concreto sello presa primera etapa                  | 5 días     |
| 36 | Excavación Presa 2ª etapa                                      | 19 días    |
| 37 | Preparación superficie y concreto sello 2ª etapa               | 30 días    |
| 38 | Detalles y limpieza final (incluye rellenos estructurales)     | 12 días    |
| 39 | ESTRUCTURA   | 359,1 días |
| 40 | Presa 1ª etapa (15 metros)                                     | 180 días   |
| 41 | Inyecciones presa margen derecha                               | 9 días     |
| 42 | Anclajes 1ª etapa sector #1 (cuerpo presa) 28 unid             | 1 día      |
| 43 | Anclajes 1ª etapa sector #2 (Cuenco) 40 unid                   | 4 días     |
| 44 | Acero losa 1ª etapa Sector #1 (Cuerpo Presa)                   | 11 días    |
| 45 | Concreto losa 1ª etapa Sector #1 (Cuerpo Presa)                | 3 días     |
| 46 | Ciclópeo Presa 1ª etapa (Cuerpo presa)                         | 22 días    |
| 47 | Concreto piel Presa 1ª etapa                                   | 79 días    |
| 48 | Acero losa sector #2 (cuenco presa 1ª etapa) y muro-descarga   | 10 días    |
| 49 | Concreto Losa sector 2 (cuenco presa 1ª etapa) y muro-descarga | 3 días     |
| 50 | Presa 2ª etapa (55 metros)                                     | 142,5 días |
| 51 | Inicio época seca verano 2016.                                 | 0 días     |
| 52 | Preparativos y trabajos previos inicio 2ª etapa                | 7 días     |
| 53 | Anclajes e inyecciones presa 2ª etapa                          | 11 días    |
| 54 | Construcción presa margen izquierda                            | 50 días    |
| 55 | Muro de cierre margen izquierda                                | 30 días    |
| 56 | Concreto masivo de relleno a pie de presa                      | 30 días    |
| 57 | Presa margen derecha 2ª etapa (cierre canal auxiliar desvío)   | 11 días    |

|    |   |             |
|----|---|-------------|
| 58 | TOMA DE AGUAS Y BLOQUE DERECHO                        | 337,50 días |
| 59 | MOVIMIENTOS DE TIERRA                                 | 243,9 días  |
| 60 | Excavación  | 10 días     |
| 61 | Preparación de superficie y concreto sello parte 1    | 15 días     |
| 62 | Conclusión sello                                      | 3 días      |
| 63 | Relleno estructural                                   | 11 días     |
| 64 | ESTRUCTURA  | 292,5 días  |
| 65 | Losa y muro de encauce                                | 22 días     |
| 66 | Acero losas   | 29 días     |
| 67 | Concreto losas  | 18 días     |
| 68 | Concreto muros (Elev. 194)                            | 56 días     |
| 69 | Concreto muro izquierdo (Elev. 194) Entre Toma y DF   | 51 días     |
| 70 | Pantalla inclinada Elev. 189 a 194                    | 38 días     |
| 71 | Pantalla Elev. 186.2 a 194                            | 38 días     |
| 72 | Bloque derecho Elev. 186.30                           | 26 días     |
| 73 | Terminación de Bloque Elev. 194                       | 97 días     |
| 74 | Caseta Control  | 19 días     |
| 75 | Pasarelas Elev.194                                    | 25 días     |
| 76 | Barandas  | 16 días     |
| 77 | Instalación de guías y partes embebidas compuertas    | 11 días     |
| 78 | Concretos segunda etapa                               | 11 días     |
| 79 | Instalación de rejillas y compuertas                  | 45 días     |
| 80 | DESARENADOR (TRAMOS DE 21m)                           | 362,4 días  |
| 81 | MOVIMIENTOS DE TIERRA                                 | 362,4 días  |
| 82 | EXCAVACIONES  | 135 días    |
| 83 | Excavación general sectores #1 a #4                   | 37 días     |
| 84 | Excavación estructural sector #1                      | 3 días      |
| 85 | Excavación estructural sector #2                      | 3 días      |
| 86 | Excavación estructural sector #3                      | 3 días      |
| 87 | Excavación estructural sector #4                      | 3 días      |
| 88 | Excavación general sector #5                          | 5 días      |
| 89 | Excavación estructural sector #5                      | 3 días      |
| 90 | Excavación estructural rampa entre toma y desarenador | 18 días     |
| 91 | RELLENOS DESARENADOR                                  | 40 días     |
| 92 | PREPARACIÓN GENERAL DE SUPERFICIE                     | 65,1 días   |
| 93 | Concreto de sustitución sector #1                     | 4 días      |
| 94 | Concreto de sello sector #1                           | 2 días      |
| 95 | Concreto de sustitución sector #2                     | 4 días      |
| 96 | Concreto de sello sector #2                           | 2 días      |
| 97 | Concreto de sustitución sector #3                     | 4 días      |

|     |   |            |
|-----|---|------------|
| 98  | Concreto de sello sector #3                             | 2 días     |
| 99  | Concreto de sustitución sector #4                       | 4 días     |
| 100 | Concreto de sello sector #4                             | 2 días     |
| 101 | Concreto de sustitución sector #5                       | 4 días     |
| 102 | Concreto de sello sector #5                             | 2 días     |
| 103 | Concreto de Sello rampa entre toma y desarenador        | 7 días     |
| 104 | ESTRUCTURA  | 287,4 días |
| 105 | SECTOR #1   | 140,1 días |
| 106 | Colocación de acero losa                                | 27 días    |
| 107 | Concreto losa   | 7 días     |
| 108 | Concretos muros Elev. 190.25                            | 77 días    |
| 109 | SECTOR #2   | 157,5 días |
| 110 | Colocación de acero losa                                | 27 días    |
| 111 | Concreto losa   | 7 días     |
| 112 | Concretos muros Elev. 190.25                            | 90 días    |
| 113 | SECTOR #3   | 158,7 días |
| 114 | Colocación de acero losa                                | 27 días    |
| 115 | Concreto losa   | 7 días     |
| 116 | Concretos muros Elev. 190.25                            | 93 días    |
| 117 | SECTOR #4   | 167,4 días |
| 118 | Colocación de acero losa                                | 27 días    |
| 119 | Concreto losa   | 7 días     |
| 120 | Concretos muros Elev. 190.25                            | 100 días   |
| 121 | SECTOR #5   | 170,1 días |
| 122 | Colocación de acero losa                                | 27 días    |
| 123 | Concreto losa   | 7 días     |
| 124 | Concretos muros Elev. 190.25                            | 102 días   |
| 125 | DESFOGUE  | 40 días    |
| 126 | RAMPA (ENTRE TOMA Y DESARENADOR)                        | 136,2 días |
| 127 | Concreto sustitución (ciclópeo)                         | 7 días     |
| 128 | Acero losa Elev. 184 a 179.60                           | 20 días    |
| 129 | Concreto de losa  | 7 días     |
| 130 | Concreto muros Elev. 190.25                             | 73 días    |
| 131 | LOSA DISIPADORA Y ENROCADO ENTRE TOMA-DF Y DESARENADOR  | 24 días    |
| 132 | DESCARGA DE FONDO                                       | 299,4 días |
| 133 | ESTRUCTURA  | 299,4 días |
| 134 | Excavación estructural descarga de fondo sector #1 100% | 6 días     |
| 135 | Concreto de sustitución                                 | 13 días    |
| 136 | Concreto de Sello sector #1                             | 1 día      |

|     |  |            |
|-----|--|------------|
| 137 | Acero de losa Sector #1  | 63 días    |
| 138 | Contratación blindaje (NAC)  | 0 días     |
| 139 | Materiales y fabricación blindaje (NAC)                            | 45 días    |
| 140 | Instalación blindaje sector #1 (NAC)                               | 29 días    |
| 141 | Instalación blindaje sector #2 (NAC)                               | 11 días    |
| 142 | Concreto losa sector compuertas                                    | 11 días    |
| 143 | Concreto de losa Sector #1   | 10 días    |
| 144 | Concreto muros zona compuertas                                     | 56 días    |
| 145 | Concretos muros sector #1 (Elev 194 a 184)                         | 51 días    |
| 146 | Pasarela Elev. 194   | 12 días    |
| 147 | Excavación estructural sector #2                                   | 32 días    |
| 148 | Concreto de Sello sector #2  | 2 días     |
| 149 | Acero losa Sector #2   | 11 días    |
| 150 | Concreto de Losa sector #2   | 10 días    |
| 151 | Concreto Muros sector #2 (Elev. 184)                               | 26 días    |
| 152 | Enrocado final y rellenos  | 16 días    |
| 153 | Barandas   | 15 días    |
| 154 | Instalación guías y partes embebidas compuertas (NAC)              | 8 días     |
| 155 | Concretos segunda etapa  | 11 días    |
| 156 | Instalación Compuertas (NAC)                                       | 30 días    |
| 157 | CÁMARA DE CARGA  | 284,1 días |
| 158 | ESTRUCTURA   | 284,1 días |
| 159 | TRANSICIÓN DESARENADOR - TUBERÍA (CAMARA DE CARGA)                 | 60 días    |
| 160 | TUBERÍA DE CONCRETO ENTRE DESARENADOR Y ENTRADA TÚNEL              | 175,5 días |
| 161 | Obra civil tubería de concreto                                     | 80 días    |
| 162 | Conclusión obras del túnel por portal de entrada (NAC)             | 0 días     |
| 163 | Cierre final tubería de concreto en portal de entrada              | 46 días    |
| 164 | Rellenos   | 22 días    |
| 165 | ELEMENTOS METÁLICOS SITIO DE PRESA                                 | 75 días    |
| 166 | OTRAS OBRAS EN SITIO DE PRESA (escalas, caseta, iluminación, etc.) | 75 días    |

#### **4.3.6. Desarrollar el cronograma**

Es el proceso de analizar las secuencias de actividades, las duraciones, los requisitos de recursos y las restricciones del cronograma para crear el modelo de programación del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

Para este proceso se utiliza la herramienta de Microsoft Project, usualmente utilizada para este tipo de labores en los distintos proyectos constructivos. Participan colaboradores como el ingeniero residente y el gerente de construcción de la empresa, quienes aportan su experiencia en el tema para calcular correctamente las duraciones de las actividades y los inconvenientes que se pueden presentar en este tipo de proyectos.

Esta herramienta es automatizada, contiene el modelo de programación, acelerando el proceso mediante la generación de fechas de inicio y finalización basadas en las entradas de actividades, los diagramas de red, los recursos (humanos y materiales) y las duraciones de las actividades a través del análisis de red del cronograma.

Mediante el programa de Microsoft Project se puede obtener la línea base, la cual describe cómo se programó el proyecto inicialmente y como bien dice su nombre, sirve como base para comparar si nos encontramos retrasados o adelantados en las actividades.

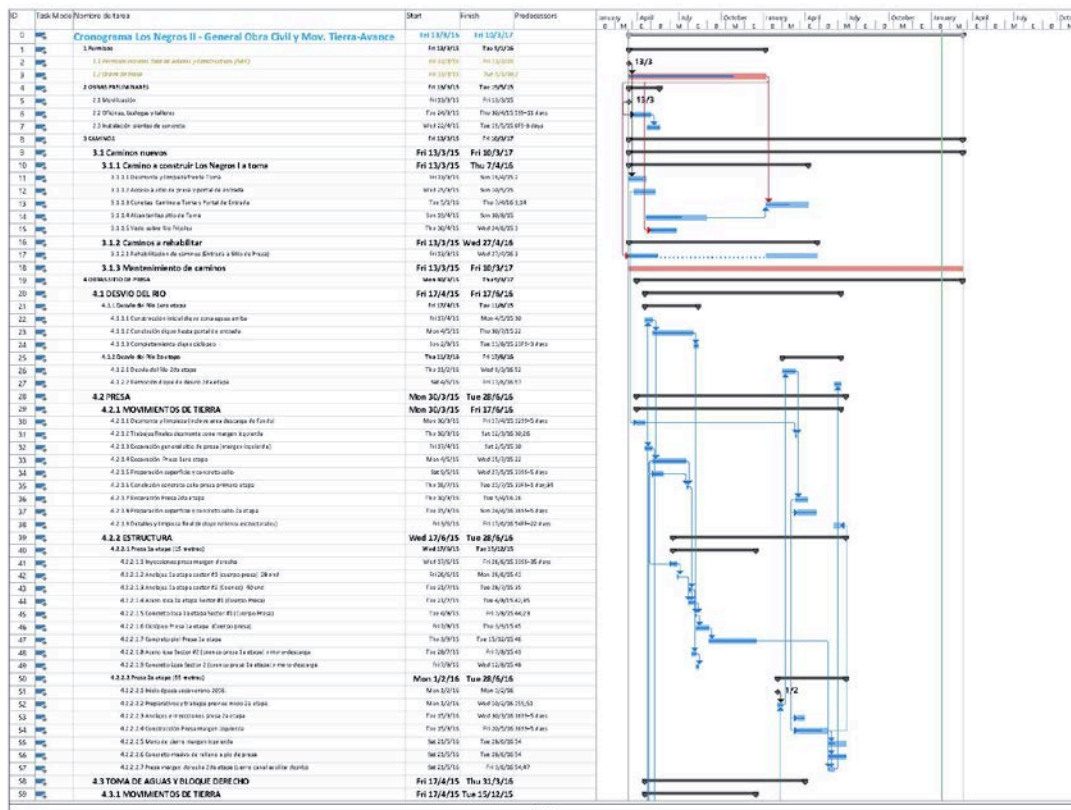
A continuación se detalla el producto de la aplicación de la herramienta de programación realizada:

- **Calendario de proyecto:** en este caso el calendario se ajusta al horario implementado por la empresa durante su trayectoria, el cual se describe a continuación:



- a) Semana o Bisemana laboral: De Martes a Viernes laborando 11 días corridos.
  - b) Jornada laboral: 05:00 a.m. a 05:00 p.m. (de martes a sábado) y domingo de 05:00 a.m. a 02:00 p.m. (en primera semana), de 05:00 a.m. a 05:00 p.m. (de lunes a jueves) y viernes de 05:00 a.m. a 12:00 p.m. (en segunda semana).
  - c) Días feriados: Año nuevo (01-enero), Semana Santa.
- Cronograma, línea base y datos del proyecto.

En la siguiente figura se detalla los datos, línea base y cronograma (diagrama de Gantt, hitos, etc.) del proyecto, considerando el calendario antes descrito:



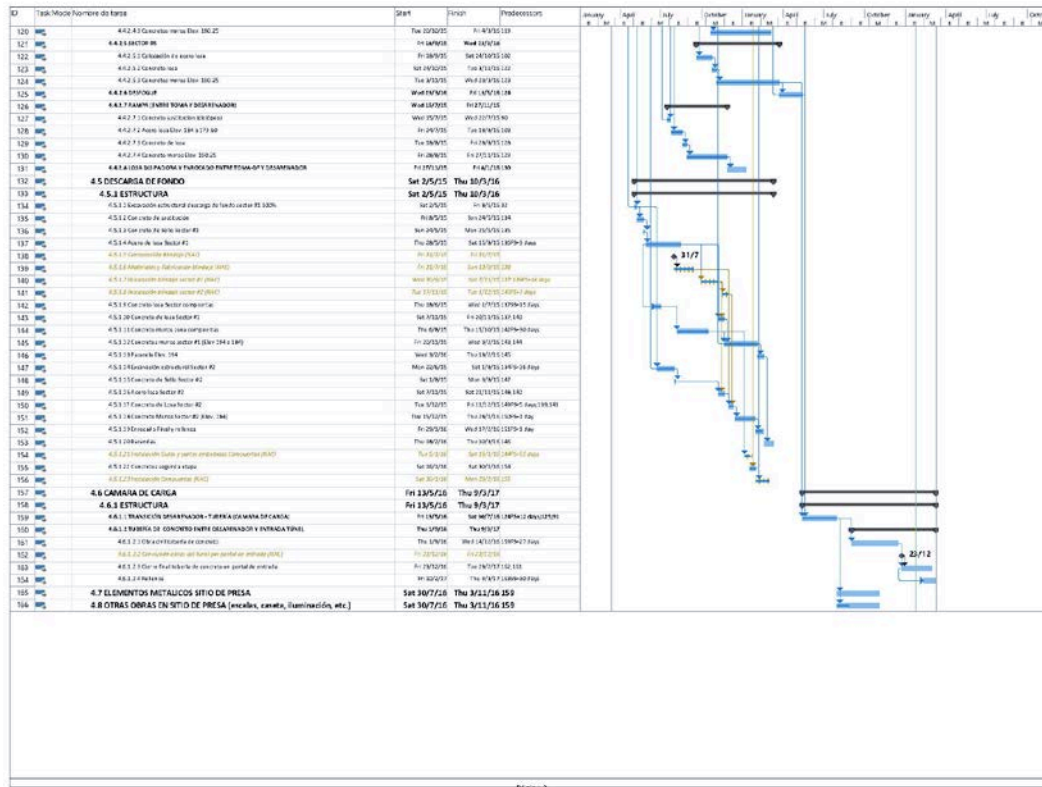


Figura 6 Cronograma del Proyecto

Fuente: El autor.

Una línea base del cronograma consiste en la versión aprobada de un modelo de programación que solo se puede modificar a través de procedimientos formales de control de cambio y que se utiliza como base de comparación con los resultados reales, PMBOK (PMI, 2013).

Las salidas de un modelo de programación son representaciones del cronograma. El cronograma del proyecto es una salida de un modelo de programación que representa actividades relacionadas con fechas planificadas, duraciones, hitos y recursos. El cronograma del proyecto debe contener, como mínimo, una fecha de inicio y una fecha de finalización para cada actividad, PMBOK (PMI, 2013).

#### **4.4. Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar, presupuestar y controlar los costos del proyecto**

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión de los Costos del Proyecto incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.”

##### **4.4.1. Planificar la gestión de los costos**

Es el proceso que consiste en desarrollar una estimación aproximada de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto PMBOK (PMI,n2013).

Esta estimación considera la aplicación de las siguientes herramientas y técnicas:

- Juicio de expertos.
- Técnicas analíticas.
- Reuniones.

A través del plan de gestión de costos se establece la forma en que se planificarán, estructurarán y controlarán los costos del proyecto. Dicho esto se puede establecer lo siguiente:

- Unidades de medida: para los recursos se establece la utilización de la unidad dólares (\$), debido a que el contrato se tiene en esta unidad.
- Nivel de precisión: el grado de redondeo, hacia arriba o hacia abajo, que se aplicará en las estimaciones, será de tres posiciones decimales, en función de las actividades y de la magnitud del proyecto.
- Nivel de exactitud: para realizar las estimaciones realistas sobre el costo de las actividades se utiliza el juicio de expertos, contemplando una cantidad para contingencias o imprevistos del 5% aproximadamente, esto debido al alto monto del contrato.

- Enlaces con los procedimientos de la organización: La estructura de desglose del trabajo (EDT/WBS) establece el marco general para la gestión de costos y permite que haya coherencia con las estimaciones, presupuestos y el control de los costos. Este componente se denomina Centro de Costo, a cada uno de ellos se le asigna un código (número) vinculado directamente con el sistema de contabilidad.
- Umbrales de control: los umbrales de variación para el monitoreo del desempeño del costo se expresan con porcentajes de desviación (10%) con respecto a la línea base.
- Reglas para medición de desempeño: se establece la gestión de valor ganado como regla para la medición desempeño.
- Formato de informes: se establece el formato usado habitualmente por la empresa y la frecuencia será mensual, en el cual se detalla avance de obra (incluye la curva S), costos, costos directos e indirectos, facturación y conclusiones.
- Descripción de los procesos: Se documenta cada uno de los procesos realizados.
- Detalles adicionales: financiamiento se da mediante el Banco de Costa Rica y el Banco Popular, el contrato es de suma alzada y se utilizará el procedimiento de la empresa para el control y registro de costos (sistema interno).

#### **4.4.2. Estimar los costos**

Consiste en desarrollar una estimación aproximada de los recursos monetarios para completar las actividades del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

El costo del proyecto está basado en los diferentes estudios realizados anteriormente: topográfico, geológico, geotécnico e hidráulico. Las herramientas por utilizar son las siguientes:

- Juicio de expertos.

- Estimación análoga
- Estimación paramétrica.
- Estimación ascendente

En el siguiente cuadro se detalla la estimación de los costos de las actividades realizadas:

**Cuadro 15 Estimación de Costos**

| <b>Código EDT/WBS</b> | <b>Descripción</b>   | <b>Costo (\$)</b> | <b>Técnica de estimación</b> |
|-----------------------|--|-------------------|------------------------------|
| 3                     | Camino a construir Los Negros I a toma 1509.21 m                 |                   |                              |
| 3.1.1                 | Caminos nuevos   |                   |                              |
| 3.1.1                 | Desmonte y limpieza  | 9.016,57          | Ascendente                   |
| 3.1.1                 | Excavación común   | 65.212,35         | Ascendente                   |
| 3.1.1                 | Construcción de diques o terraplenes compactados                 | 10.669,61         | Ascendente                   |
| 3.1.1                 | Cunetas (50 x 50 x 10)   | 154.553,46        | Ascendente                   |
| 3.1.1                 | Material granular para caminos                                   | 109.941,43        | Ascendente                   |
| 3.1.1                 | Alcantarillas  | 111.595,53        | Ascendente                   |
| 3.1.1                 | Vado en CM Los Negros I  | 39.531,66         | Paramétrica                  |
| 3.1.2                 | CAMINOS POR REHABILITAR  | 22.791,89         | Paramétrica                  |
| 3.1.3                 | MANTENIMIENTO DE CAMINOS   | 370.881,93        | Ascendente                   |
|                       |  | 894.194,43        |                              |
| 4                     | PRESA, TOMA RÍO CAÑO NEGRO Y TUBERIA HASTA TÚNEL                 | -                 |                              |
| 4.1                   | DESVÍO   | -                 |                              |
| 4.1.1 / 4.1.2         | Desvío de río  | 190.345,30        | Paramétrica                  |
| 4                     | PRESA  | -                 |                              |
| 4.2                   | MOVIMIENTO DE TIERRAS  | -                 |                              |
| 4.2.1                 | Desmonte y limpieza (incluye toma, desarenador, cámara de carga) | 7.108,06          | Ascendente                   |
| 4.2.2                 | Excavación en aluvión  | 38.974,13         | Ascendente                   |
| 4.2.2                 | Excavación en roca   | 44.556,89         | Ascendente                   |
| 4.2.2                 | Excavación estructural en roca                                   | 2.312,24          | Ascendente                   |
| 4.2.3                 | Preparación general de superficie (incluye concreto de sello)    | 136.011,29        | Ascendente                   |
| 4.2.4                 | Relleno estructural  | 12.996,32         | Ascendente                   |

|       |   |              |            |
|-------|---|--------------|------------|
| 4.3   | ESTRUCTURA  | -            |            |
| 4.3.1 | Concreto masivo (núcleo de presa) 150 KG/CM2                  | 1.698.407,45 | Ascendente |
| 4.3.1 | Concreto masivo de relleno a pie de presa 125 KG/CM2          | 103.293,32   | Ascendente |
| 4.3.2 | Concreto estructural 245 KG/CM2                               | 722.363,03   | Ascendente |
| 4.3.3 | Concreto estructural 350 KG/CM2                               | 817.440,06   | Ascendente |
| 4.3.4 | Acero de refuerzo   | 590.027,26   | Ascendente |
| 4.3.1 | Suministro e instalación de tubería para drenaje              | 437,43       | Ascendente |
| 4.3.2 | Junta tipo JH   | 2.990,39     | Ascendente |
| 4.3.2 | Junta tipo JE1  | 5.897,80     | Ascendente |
| 4.3.2 | Anclajes en varilla #11 de 4 mts de largo                     | 36.344,50    | Ascendente |
| 4.3.2 | Inyección de presa  | 83.964,44    | Ascendente |
| 4     | TOMA  | -            |            |
| 4.2   | MOVIMIENTO DE TIERRAS   | -            |            |
| 4.2.2 | Excavación en aluvión   | 4.767,51     | Ascendente |
| 4.2.2 | Excavación estructural en aluvión                             | 1.491,77     | Ascendente |
| 4.2.3 | Preparación general de superficie (incluye concreto de sello) | 21.020,35    | Ascendente |
| 4.2.4 | Relleno estructural   | 2.106,30     | Ascendente |
| 4.3   | ESTRUCTURA  | -            |            |
| 4.3.2 | Concreto estructural 245 KG/CM2                               | 813.224,09   | Ascendente |
| 4.3.4 | Acero de refuerzo   | 296.960,91   | Ascendente |
| 4.3.2 | Junta tipo JH   | 1.596,22     | Ascendente |
| 4.3.2 | Junta tipo JE1  | 2.220,35     | Ascendente |
| 4     | DESARENADOR   | -            |            |
| 4.2   | MOVIMIENTO DE TIERRAS   | -            |            |
| 4.2.2 | Excavación en aluvión   | 133.107,14   | Ascendente |
| 4.2.2 | Excavación estructural en aluvión                             | 6.545,14     | Ascendente |
| 4.2.3 | Preparación general de superficie (incluye concreto de sello) | 69.220,67    | Ascendente |
| 4.2.4 | Relleno estructural   | 74.123,85    | Ascendente |
| 4.2.4 | Relleno con material proveniente de la excavación             | 116.410,57   |            |
| 4.3   | ESTRUCTURA  | -            |            |
| 4.3.1 | Concreto masivo 150 KG/CM2                                    | 546.019,01   | Ascendente |
| 4.3.2 | Concreto estructural 245 KG/CM2                               | 2.674.054,15 | Ascendente |
| 4.3.4 | Acero de refuerzo   | 815.425,46   | Ascendente |

|       |  |            |            |
|-------|--|------------|------------|
| 4.3.2 | Junta tipo JH  | 6.021,19   | Ascendente |
| 4.3.2 | Junta tipo JE1   | 8.187,53   | Ascendente |
| 4     | DESCARGA DE FONDO                                      | -          |            |
| 4.3   | ESTRUCTURA   | -          |            |
| 4.2.3 | Concreto de sello 105 KG/CM2                           | 4.814,12   | Ascendente |
| 4.3.2 | Concreto estructural 245 KG/CM2                        | 401.135,18 | Ascendente |
| 4.3.4 | Acero de refuerzo                                      | 61.826,29  | Ascendente |
| 4.3.2 | Junta tipo JH  | 6.021,19   | Ascendente |
| 4.3.2 | Junta tipo JE1   | 8.187,53   | Ascendente |
| 4.2.4 | Relleno estructural                                    | 1.008,34   | Ascendente |
| 4     | CÁMARA DE CARGA  | -          |            |
| 4.3   | ESTRUCTURA   | -          |            |
| 4.2.3 | Concreto de sello 105 KG/CM2                           | 14.442,37  | Ascendente |
| 4.3.2 | Concreto estructural 245 KG/CM2                        | 283.561,08 | Ascendente |
| 4.3.2 | Concreto estructural 245 KG/CM2 tubería hacia el túnel | 135.227,65 | Ascendente |
| 4.3.4 | Acero de refuerzo                                      | 117.689,02 | Ascendente |
| 4.3.2 | Junta tipo JH  | 4.970,51   | Ascendente |
| 4.3.2 | Junta tipo JE2   | 1.885,06   | Ascendente |
| 4.3.2 | Junta JCC  | 895,18     | Ascendente |
| 4.2.4 | Relleno estructural                                    | 57.811,22  |            |
|       | COMPUERTAS   | -          |            |
|       | Compuerta deslizante 4,00 X 2,20 (Toma)                | -          |            |
|       | Compuerta radial 3,5 X 3,5 (Descarga de fondo)         | -          |            |
|       | Compuerta deslizante 1,50 X 1,50 (purga)               | -          |            |
|       | Compuerta deslizante 1,50 X 1,20 (Desarenador)         | -          |            |
| 5     | ELEMENTOS METÁLICOS                                    | -          |            |
| 5.1   | Barandas de tubo galvanizado                           | 19.880,29  | Ascendente |
|       | Escalerilla metálica                                   | -          |            |
|       | Ataguía 3,5 X 3,5 (Descarga de fondo)                  | -          |            |
|       | Pórtico movilización de equipo                         | -          |            |
|       | Rejilla metálica 4,0 X 6,00 m (2 unidades)             | -          |            |
|       | Acero para blindaje (descarga de fondo)                | -          |            |
|       | Equipo limpia rejas                                    | -          |            |
| 5     | OTRAS OBRAS  | -          |            |



|       |  |                      |            |
|-------|--|----------------------|------------|
| 5.1.1 | Escalas de nivel   | 12.003,31            | Ascendente |
| 5.1.1 | Caseta (20 m2)   | 24.715,59            | Ascendente |
| 5.1.1 | Cunetas (50 x 50 x 10)   | 2.318,01             | Ascendente |
| 5.1.2 | Iluminación exterior   | 9.141,80             | Ascendente |
| 5.1.1 | Tubería de concreto d=60 cms (paso de aguas durante la construcción) | 27.837,78            | Ascendente |
|       |  | 11.281.343,66        |            |
|       |  | <b>12.175.538,09</b> |            |

#### 4.4.3. Determinar el presupuesto

Es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo de cara a establecer una línea base de costos autorizada. El beneficio clave de este proceso es que determina la línea base de costos respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

La línea base de costos es la versión aprobada del presupuesto por fases del proyecto, excluida cualquier reserva de gestión, que solo se puede cambiar a través de procedimientos formales de control de cambios, y se utiliza como base de comparación con los resultados reales. Se desarrolla como la suma de los presupuestos aprobados para las diferentes actividades del cronograma (PMBOK, 2013).

Para las estimaciones de los costos de las actividades, junto con cualquier reserva para contingencias, se agregan los costos de sus paquetes de trabajos asociados. Las estimaciones de costos de paquetes de trabajo, junto con cualquier reserva para contingencia de estos, se agregan en cuentas de control. La suma de las cuentas de control proporciona la línea base de costos. Dado que las estimaciones de costos que dan lugar a la línea de base de costos están directamente ligados a las actividades del cronograma, esto permite disponer de una visión por fases de la línea base de costos, que se representa típicamente con una curva S PMBOK (PMI, 2013).

Esta determinación considera la aplicación de las herramientas y técnicas de agregación de costos, análisis de reservas, juicio de expertos, relaciones históricas y conciliación de límites de financiamiento, en la siguiente tabla se detalla la línea base de costos realizada:

**Cuadro 16 Presupuesto Desglose por Actividades**

| <b>Código EDT / WBS</b> | <b>Actividad</b>     | <b>Monto</b>           |
|-------------------------|----------------------|------------------------|
| 1                       | Permisos             | -                      |
| 2                       | Obras preliminares   | \$30.000,00            |
| 3                       | Caminos              | \$894.194,43           |
| 4                       | Obras sitio de presa | \$11.281.343,66        |
| 5                       | Imprevistos          | \$730.523,29           |
| -                       | Contingencia         | \$365.266,14           |
|                         | <b>Total</b>         | <b>\$13.301.327,52</b> |

#### **4.5. Desarrollar un plan de gestión calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante**

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión de la Calidad del Proyecto incluye los procesos y actividades de la organización ejecutora que establecen las políticas de calidad, los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue acometido”.

##### **4.5.1. Planificar la gestión de la calidad**

Es el proceso de identificar los requisitos o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como documentar cómo el proyecto demostrará su cumplimiento (PMBOK, 2013).

Para este proceso se aplican las siguientes herramientas y técnicas:

- **Análisis Costo – Beneficio:** los principales beneficios de cumplir con los requisitos de calidad incluyen menos trabajo, mayor productividad, costos menores, mayor satisfacción de los interesados y rentabilidad.
- **Costo de la Calidad:** son todos los costos en que se han incurrido durante la vida del producto a través de inversiones para prevenir el incumplimiento de los requisitos, y del no cumplimiento de los requisitos (re trabajo). Los costos por fallas, también denominados costos por calidad deficiente, se clasifican a menudo en internos (constatados por el equipo de proyecto) y externos (constatados por el cliente).
- **Las siete herramientas básicas de la calidad:** se describen las utilizadas en el proyecto:
  - **Diagrama causa y efecto (diagramas de espina de pescado o Ishikawa):** el enunciado del problema, colocado en la cabeza de la espina del pescado se utiliza como punto de partida para trazar el origen del problema hacia su causa raíz, describiendo el problema como una brecha que se debe cerrar o como un objetivo que se

debe lograr. Para lograr encontrar las causas se debe considerar el problema y preguntarse “por qué” hasta que se llegue a la causa o hasta que se hayan agotado las opciones razonables en cada diagrama.

- Hoja de verificación: hojas de control, se pueden utilizar como lista de comprobación a la hora de recoger datos. Asimismo se utilizan para organizar los hechos de manera que se facilite la recopilación de un conjunto de datos útiles sobre un posible problema de calidad.
- Estudios comparativos: consiste en la comparación de prácticas reales o planificadas del proyecto con las de proyectos comparables para identificar mejores prácticas, generar ideas de mejora y promocionar una base para medir el desempeño.
- Herramientas adicionales: se describen las utilizadas en el proyecto.
  - Tormenta de ideas: se utiliza para generar ideas, como bien dice su nombre.
- Reuniones: los equipos del proyecto realizan reuniones para desarrollar el plan de gestión de la calidad.

Seguidamente se incluye la matriz de control de calidad por utilizar en el proyecto, dicha matriz se realiza con base en los requisitos solicitados por la supervisión de la obra, especificaciones técnicas y de las enseñanzas adquiridas en los distintos proyectos ya realizados por la empresa constructora.

Con base en lo expuesto, el siguiente cuadro detalla los procesos de control y aseguramiento de calidad y la documentación asociada que deja constancia de ellos:

Cuadro 17 Matriz de Control de Calidad

| Nº                          | Proceso                                       | Parámetro de control                             | Criterio de aprobación  | Procedimiento de control  | Momento de controlar                           | Responsable                                 |
|-----------------------------|---|--|---|---|--|---|
| <b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b> |   |  |   |   |  |   |
| 1                           | Topografía de sitio                           | Ubicación del sitio                              | Coincidencia con coordenadas mostradas en planos  | Medición topográfica  | Antes de emitir recepción del sitio de trabajo | Topógrafo                                   |
|                             |   | Revisión y colocación de basas                   | Coincidencia con puntos oficiales dados por el inspector  | Medición topográfica  | Previo al inicio de actividades de trazado     | Topógrafo                                   |
| 2                           | Replanteo de las obras                        | Ubicación de puntos de control de las obras      | Coincidencia de coordenadas de puntos en sitio con coordenadas en planos  | Levantamiento o topográfico posterior a señalización de puntos de control y revisión en oficina | Durante y al final de actividades de trazado   | Ing. Residente/<br>Topógrafo                |
|                             |   | Señalización de elementos existentes a conservar | Señalización y protección adecuada  | Inspección visual   | Durante y al final de actividades de trazado   | Ing. Residente<br>/Topógrafo                |
| 3                           | Movimiento de tierras - trabajos preliminares | Limpieza y Desmonte                              | La zona debe estar despejada de basura, escombros, rocas, o residuos de excavación                              | Inspección visual   | Antes de inicio de excavaciones                | Ing. Residente                              |
|                             |   | Corte de capa vegetal                            | Remoción de la totalidad de la capa vegetal   | Inspección visual   | Durante el proceso de excavación               | Superintendente de Obras/<br>Ing. Residente |
| 5                           | Excavación general                            | Superficies de paredes y fondo                   | Superficies sin irregularidades, tanto paredes como fondo deberán estar de acuerdo con las líneas de los planos | Inspección visual   | Durante el proceso de excavación               | Superintendente de Obras/<br>Ing. Residente |
|                             |   | Niveles  | Coincidencia con planos   | Medición topográfica  | Antes y durante el proceso de excavación       | Topógrafo/<br>Ing. Residente                |

|                                |                             |                                |   |  |  |   |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---|--|--|---|
|                                |                             | Depósito de material excavado  | Se colocará el material sobrante en los lugares designados para tal fin   | Inspección visual                        | Durante el proceso de excavación         | Superintendente de obras                    |
| 6                              | Excavación con voladura     | Calidad de explosivos          | Concordancia con plan de voladura   | Revisión de documentación del producto   | Antes del proceso de excavación          | Superintendente de Obras/<br>Ing. Residente |
|                                |                             | Niveles                        | Coincidencia con planos   | Medición topográfica                     | Antes y durante el proceso de excavación | Topógrafo/<br>Ing. Residente                |
|                                |                             | Depósito de material excavado  | Se colocará el material sobrante en los lugares designados para tal fin   | Inspección visual                        | Durante el proceso de excavación         | Superintendente de obras                    |
|                                |                             | Superficies de paredes y fondo | Superficies sin irregularidades, tanto paredes como fondo deberán estar de acuerdo con las líneas de los planos | Inspección visual                        | Durante el proceso de excavación         | Superintendente de Obras/<br>Ing. Residente |
| 7                              | Confección de taludes       | Ángulos de taludes             | Taludes con la inclinación mostrada en plano, y visiblemente estables.  | Medición topográfica e inspección visual | Durante el proceso de excavación         | Ingeniero de sitio /<br>Topógrafo           |
| 8                              | Conformación de escombreras | Evacuación de aguas            | Presencia de drenajes acorde con diseño   | Inspección visual                        | Durante el proceso de excavación         | Superintendente de Obras/<br>Ing. Residente |
| <b>CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS</b> |                             |                                |   |  |  |   |
| 9                              | Caminos                     | Alineamiento                   | Coincidencia con planos   | Medición topográfica                     | Antes y durante trazado del camino       | Topógrafo                                   |
|                                |                             | Origen y tipo del material     | Cumplimiento en calidad y tamaño de acuerdo con lo solicitado en planos y especificaciones                      | Revisión de documentación del producto   | Antes del proceso de colocación          | Ing. Residente                              |
|                                |                             | Propiedades del                | Cumplimiento con  | Pruebas de laboratorio                   | Antes y durante el                       | Ing. Residente                              |

|                       |                    |                                      |   |   |  |                          |
|-----------------------|--------------------|--------------------------------------|---|---|--|--------------------------|
|                       |                    | material                             | requerimientos de especificaciones  |   | proceso de colocación                      |                          |
|                       |                    | Niveles                              | Coincidencia con solicitud de planos  | Medición topográfica                                      | Antes y durante el proceso de construcción | Ing. Residente           |
|                       |                    | Colocación y compactación            | Correcta colocación (capas no mayores a 30 cm) y compactación acorde con requisitos de las especificaciones | Inspección visual y pruebas en campo                      | Durante el proceso de colocación           | Superintendente de Obras |
| <b>OTROS TRABAJOS</b> |                    |                                      |   |   |  |                          |
| 10                    | Filtros y drenajes | Granulometría del material filtrante | Cumplimiento con tamaños y distribución   | Pruebas en laboratorio                                    | Antes de iniciar labores                   | Ingeniero de sitio       |
|                       |                    | Espesores                            | Cumplimiento con especificaciones   | Inspección Visual   | Durante ejecución                          | Superintendente de Obras |
|                       |                    | Origen y tipo de material aislante   | Cumplimiento en calidad y capacidad según solicitado en planos y especificaciones                           | Revisión de documentación del producto                    | Antes del proceso de colocación            | Ing. Residente           |
| 11                    | Diques             | Alineamiento                         | Coincidencia con planos   | Medición topográfica                                      | Antes y durante trazado del camino         | Topógrafo                |
|                       |                    | Material de cuerpo                   | Cumplimiento con tamaños y distribución   | Pruebas en laboratorio                                    | Antes de iniciar labores                   | Ingeniero de sitio       |
|                       |                    | Colocación y compactación            | Correcta colocación y compactación acorde con requisitos de las especificaciones                            | Inspección visual, pruebas en campo y mediciones en sitio | Durante el proceso de excavación           | Superintendente de Obras |

|                   |                        |                                     |  |  |  |   |
|-------------------|------------------------|-------------------------------------|--|--|--|---|
|                   |                        | Condiciones de equipo y maquinaria  | Coincidencia con términos requeridos   | Revisión de propuesta ofrecida                     | Antes y durante el proceso de construcción | Superintendente de Obras/<br>Ing. Residente |
| 12                | Colocación geomembrana | Origen y tipo de material           | Cumplimiento con requerimientos de especificaciones                                    | Revisión de documentación y Pruebas de laboratorio | Antes del proceso de colocación            | Ing. Residente                              |
|                   |                        | Estado de superficie de colocación  | Sin irregularidades, con inclinación adecuada y sin erosión                            | Inspección visual en sitio                         | Antes del proceso de colocación            | Ing. Residente                              |
|                   |                        | Costuras                            | Carencia de fugas  | Pruebas en sitio                                   | Durante ejecución                          | Ing. Residente                              |
| <b>OBRA CIVIL</b> |                        |                                     |  |  |  |   |
| 13                | Concretos de sello     | Nivel absoluto de la guía           | La guía debe estar en el nivel indicado en planos, y debe estar correctamente nivelada | Medición con cinta desde referencia topográfica    | Antes de colar el sello                    | Ingeniero de sitio /<br>Maestro de obras    |
|                   |                        | Aprobación del inspector para sello | El inspector debe autorizar la colocación del sello de concreto                        | Documentación escrita                              | Antes de colar el sello                    | Ingeniero de sitio                          |
|                   |                        | Espesor del sello de concreto       | El sello de concreto no debe superar los 10 centímetros de espesor                     | Medición contra guías colocadas                    | Antes de colar el sello                    | Ingeniero de sitio                          |
|                   |                        | Resistencia del sello               | Debe cumplir la resistencia requerida por especificaciones                             | Toma de cilindros, para 3 y 28 días.               | Al colar el sello                          | Laboratorio                                 |
| 14                | Colocación de armadura | Número de varillas                  | Número de varillas coincide con el especificado por planos                             | Inspección visual                                  | Antes de colar concreto                    | Ingeniero de sitio                          |
|                   |                        | Diámetro de varillas                | Diámetro de varillas coincide con el especificado por planos                           | Inspección visual                                  | Antes de colar concreto                    | Ingeniero de sitio                          |



|    |                         |                               |   |                                       |   |                                       |
|----|-------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
|    |                         | Posición de helados           | Helados son del espesor correcto y están en la posición correcta                      | Inspección visual                     | Antes de colar concreto                         | Ingeniero de sitio                    |
|    |                         | Posición final de la armadura | La armadura no se corrió durante la chorrea de concreto                               | Inspección visual                     | Durante la chorrea de concreto, y al concluirla | Maestro de obras                      |
| 15 | Colocación de formaleta | Dimensiones internas          | Deben ser iguales a lo especificado por planos  | Medición con cinta                    | Al concluir instalación de formaleta            | Ingeniero de sitio y Maestro de obras |
|    |                         | Profundidad de chorrea        | La profundidad establecida de la chorrea cumple con lo requerido por planos           | Medición con cinta                    | Al concluir instalación de formaleta            | Ingeniero de sitio y Maestro de obras |
|    |                         | Presencia de helados          | Helados no se corrieron ni se soltaron durante la instalación de la formaleta         | Inspección visual                     | Al concluir instalación de formaleta            | Maestro de obras                      |
|    |                         | Tamaño de helados             | El helado es de un espesor adecuado para dar el recubrimiento requerido a la varilla. | Medición con cinta                    | Al instalar formaleta                           | Maestro de obras                      |
|    |                         | Plomo                         | La formaleta se encuentra correctamente aplomada                                      | Medición con nivel de burbuja o plomo | Al concluir instalación de formaleta            | Maestro de obras                      |
|    |                         | Apuntalamiento                | La formaleta tiene suficientes puntales para mantenerla en su posición                | Inspección visual                     | Antes de colar concreto                         | Ingeniero de sitio y Maestro de obras |
|    |                         | Alineamiento de páneles       | No existen páneles desalineados que vayan a provocar gradas en la superficie final    | Inspección visual                     | Al concluir instalación de formaleta            | Maestro de obras                      |
|    |                         | Desmoldante                   | Los páneles fueron tratados con   | Inspección visual                     | Previo a la instalación de formaleta            | Maestro de obras                      |

|    |                                  |   |   |                          |   |                    |
|----|----------------------------------|---|---|--------------------------|---|--------------------|
|    |                                  |   | desmoldante   |                          |   |                    |
|    |                                  | Marca de nivel final                        | El nivel final de chorrea está marcado en la formaleta o existe una referencia a mano para determinarlo               | Inspección visual        | Antes de colar concreto                                   | Ingeniero de sitio |
| 16 | Producción de concreto en planta | Origen de agregados                         | Los agregados deben provenir de una fuente conocida y autorizada  | Documento de proveedor   | Mensualmente  | Ingeniero de sitio |
|    |                                  | Origen y tipo de cemento utilizado          | El cemento utilizado debe ser apto para la mezcla que se está preparando  | Documento de proveedor   | Mensualmente  | Ingeniero de sitio |
|    |                                  | Origen y tipo de aditivo utilizado          | El aditivo utilizado debe ser apto para la mezcla que se está preparando, y debe existir una dosificación establecida | Documento de proveedor   | Mensualmente  | Ingeniero de sitio |
|    |                                  | Diseño de mezcla                            | Debe existir un diseño de mezcla establecido mediante pruebas de laboratorio para cada resistencia de concreto        | Documento de laboratorio | Mensualmente  | Ingeniero de sitio |
|    |                                  | Aptitud del agua para la mezcla de concreto | El agua por emplear en la mezcla de concreto debe ser química y físicamente apta para este fin                        | Análisis de laboratorio  | Una vez, previo a la instalación de la planta de concreto | Ingeniero de sitio |

|    |                     |  |  |   |  |                                       |
|----|---------------------|--|--|---|--|---------------------------------------|
|    |                     | Calibración periódica de balanzas y medidores                  | Las balanzas y medidores de la planta deben ser calibrados periódicamente, para garantizar exactitud en las dosificaciones                   | Auditoría de documentación de la planta                                 | Aleatoriamente, mínimo una vez cada tres meses         | Ingeniero de sitio                    |
|    |                     | Pruebas periódicas de caracterización y seguimiento de insumos | Deben realizarse las pruebas diarias de humedad y caracterización requeridas para determinar la calidad de los insumos utilizados en planta. | Auditoría de funcionamiento y documentación de la planta                | Aleatoriamente, mínimo una vez cada tres meses         | Ingeniero de sitio                    |
| 17 | Chorrea de concreto | Aprobación del inspector para colar                            | El inspector debe autorizar la colada del elemento de concreto   | Documentación escrita   | Antes de colar el concreto                             | Ingeniero de sitio                    |
|    |                     | Tiempo de espera para descarga                                 | El tiempo entre producción del concreto y vaciado no debe ser superior a 2 horas   | Verificación contra hora de salida especificada en boleta de producción | Al recibir el concreto en el sitio final de colocación | Maestro de obras                      |
|    |                     | Revenimiento   | Igual al requerido por especificaciones, +/- 1 cm.   | Cono de revenimiento (ASTM C143)  | Al llegar el camión al sitio de chorrea                | Laboratorio                           |
|    |                     | Nivel final alcanzado  | Se llegó hasta el nivel final establecido para la chorrea.   | Comparación contra nivel marcado  | Al concluir la chorrea                                 | Ingeniero de sitio y Maestro de obras |
|    |                     | Acabado de superficie  | La superficie de concreto tiene el acabado requerido por especificaciones  | Inspección visual   | Al concluir la chorrea                                 | Maestro de obras                      |

|    |                     |                                       |  |   |  |                                       |
|----|---------------------|---------------------------------------|--|---|--|---------------------------------------|
|    |                     | Resistencia a la compresión           | Superior o igual a la requerida por especificaciones   | Toma de cilindros, para 7, 14 y 28 días.          | Durante la chorrea cada 20 m <sup>3</sup> de concreto o una muestra por chorrea                | Laboratorio                           |
| 18 | Resane y curado     | Aplicación de membrana o agua de cura | Se aplicó la membrana de cura dentro del plazo requerido y según las recomendaciones del fabricante, o en su defecto se curó el elemento durante el periodo requerido. | Inspección visual                                 | Continuamente, durante el periodo de curado  | Ingeniero de sitio y maestro de obras |
|    |                     | Lavado de superficie                  | Debe removerse todo residuo de desmoldante u otras sustancias de la superficie terminada, con agua.  | Inspección visual                                 | Máximo 48 horas después de removida la formaleta, previo a la aplicación de membranas de cura. | Maestro de obras                      |
|    |                     | Presencia y resane de defectos        | Todos los defectos y no conformidades documentados y reparados.  | Inspección visual                                 | Después de removida la formaleta   | Ingeniero de sitio                    |
| 19 | Placas de fundación | Suelo en el desplante                 | El suelo encontrado debe coincidir con lo esperado, sin bolsas de material extraño   | Inspección visual                                 | Previo al inicio de sellado  | Ingeniero de sitio                    |
|    |                     | Nivel de desplante                    | Los niveles de desplante y superficie superior deben coincidir con lo indicado en planos   | Medición con cinta desde referencias topográficas | Previo al inicio de sellado  | Ingeniero de sitio / Maestro de obras |

|    |                   |                                    |  |  |   |                                       |
|----|-------------------|------------------------------------|--|--|---|---------------------------------------|
|    |                   | Dimensiones                        | Largo, ancho, y espesor debe coincidir con lo indicado en planos                                     | Medición con cinta                           | Una vez instalada la formaleta          | Ingeniero de sitio / Maestro de obras |
|    |                   | Concreto de sello                  | La superficie debe tener el concreto de sello con el espesor requerido.                              | Medición con cinta                           | Previo al inicio de armadura            | Maestro de obras                      |
| 20 | Losas de concreto | Dimensiones                        | Largo, ancho, y espesor debe coincidir con lo indicado en planos                                     | Medición con cinta                           | Al concluir instalación de formaleta    | Ingeniero de sitio                    |
|    |                   | Dovelas                            | Las dovelas requeridas en la losa deberán estar colocadas  | Inspección visual                            | Previo a la instalación de formaleta    | Ingeniero de sitio                    |
|    |                   | Buques y pasantes                  | La losa deberá tener previstos los buques y pasantes especificados en planos.                        | Inspección visual                            | Previo a la instalación de formaleta    | Ingeniero de sitio / Maestro de obras |
|    |                   | Niveles                            | Los niveles de desplante y superficie terminada deben coincidir con lo indicado en planos            | Medición con cinta contra guías topográficas | Previo a, y durante chorrea de concreto | Ingeniero de sitio                    |
|    |                   | Pendientes de la losa              | La losa deberá cumplir las pendientes indicadas por planos   | Medición con cinta contra guías topográficas | Al concluir instalación de guías        | Ingeniero de sitio / Maestro de obras |
|    |                   | Nivelación con elementos contiguos | La losa debe estar nivelada con las losas contiguas, sin presentar gradas, quiebres o inclinaciones. | Inspección visual                            | Durante la chorrea del concreto         | Ingeniero de sitio / Maestro de obras |
|    |                   | Tratamiento de juntas              | Las juntas de expansión deberán tener  | Inspección visual                            | Máximo 24 horas después de              | Ingeniero de sitio                    |

|    |                   |                                      |  |   |  |                                       |
|----|-------------------|--------------------------------------|--|---|--|---------------------------------------|
|    |                   |                                      | el aserrado y sellos indicados en planos   |   | concluida la chorrea del concreto                            |                                       |
| 21 | Muros de concreto | Dimensiones                          | Largo, alto, y espesor debe coincidir con lo indicado en planos  | Medición con cinta                                | Al concluir instalación de formaleta                         | Ingeniero de sitio                    |
|    |                   | Alineamiento                         | El muro debe respetar el alineamiento especificado en planos   | Medición topográfica                              | Previo a la instalación de armadura                          | Ingeniero de sitio                    |
|    |                   | Niveles                              | Los niveles de desplante y superficie superior deben coincidir con lo indicado en planos                           | Medición con cinta desde referencias topográficas | Previo a, y durante la chorrea de concreto                   | Ingeniero de sitio                    |
|    |                   | Tamaño de buques                     | Los buques de puertas y ventanas deben cumplir con el alto y ancho indicado por planos                             | Medición con cinta                                | Previo a la instalación de formaleta                         | Ingeniero de sitio / Maestro de obras |
|    |                   | Previstas electromecánicas           | Todas las previstas electromecánicas requeridas en el elemento deben estar colocadas                               | Inspección visual                                 | Previo a la instalación de formaleta                         | Ingeniero de sitio                    |
|    |                   | Alineamiento con elementos contiguos | El muro debe estar correctamente alineado con los paños contiguos, y las juntas entre ambos correctamente acabadas | Inspección visual                                 | Al remover la formaleta                                      | Ingeniero de sitio / Maestro de obras |
|    |                   | Tratamiento de juntas                | Las juntas de expansión deberán tener el aserrado y sellos indicados en planos                                     | Inspección visual                                 | Máximo 24 horas después de concluida la chorrea del concreto | Ingeniero de sitio                    |

|    |                   |                             |  |                    |                                      |                    |
|----|-------------------|-----------------------------|--|--------------------|--------------------------------------|--------------------|
| 22 | Vigas de concreto | Dimensiones                 | Largo, ancho, y profundidad deben coincidir con lo indicado en planos  | Medición con cinta | Una vez instalada la formaleta       | Ingeniero de sitio |
|    |                   | Pasantes                    | Deben estar colocados los pasantes requeridos para elementos electromecánicos u otros  | Inspección visual  | Previo a la instalación de formaleta | Ingeniero de sitio |
|    |                   | Estabilidad de la formaleta | El fondo de la formaleta debe estar correctamente soportado, y la formaleta debe tener suficiente arriostramiento o lateral. | Inspección visual  | Una vez instalada la formaleta       | Ingeniero de sitio |
|    |                   | Altura libre                | La altura libre de piso a fondo de viga debe coincidir con lo indicado en planos   | Medición con cinta | Una vez instalada la formaleta       | Ingeniero de sitio |

#### **4.6. Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto**

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen al equipo de proyecto”.

##### **4.6.1. Planificar la gestión de los recursos humanos**

Es el proceso de identificar y documentar los roles dentro de un proyecto, las responsabilidades, las habilidades requeridas y las relaciones de comunicación, así como crear un plan para la gestión de personal. El beneficio clave de este proceso es que establece roles y responsabilidades del proyecto, los organigramas del proyecto y el plan para la gestión de personal, el cual incluye el cronograma para las adquisiciones y la liberación del personal PMBOK (PMI, 2013).

Recursos humanos en cualquier proyecto es un área imprescindible, para realizar la planificación de la gestión de los recursos humanos se utilizan las siguientes herramientas y técnicas:

- Organigramas y descripciones del puesto de trabajo: herramienta para documentar los roles y las responsabilidades de los miembros del equipo, en este proyecto se utiliza el formato matricial.
  - Diagrama jerárquico: la estructura tradicional de organigrama puede utilizarse para representar los cargos y relaciones en formato gráfico descendente. La estructura de desglose de recursos (EDR) es una lista jerárquica de los recursos, relacionados por categoría y tipo de recurso, que se utiliza para facilitar la planificación y el control del trabajo.
  - Diagrama matricial: una matriz de responsabilidades (RAM) es una tabla que muestra los recursos del proyecto asignados a cada paquete de trabajo. Un ejemplo de RAM es una matriz RACI que por sus siglas en inglés significa *Responsible* (R), *Accountable* (A),

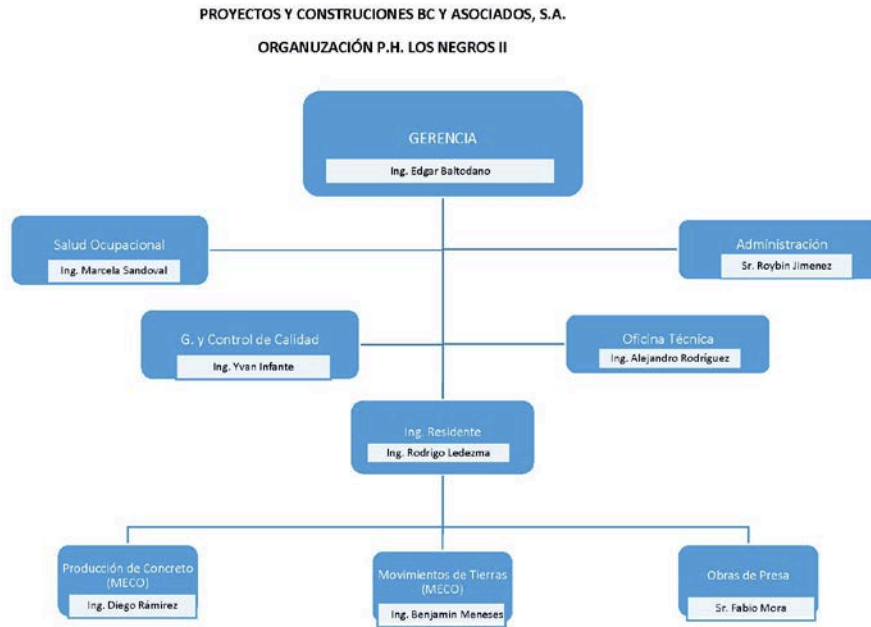


*Consulted (C), Informed (I)*", (persona responsable de ejecutar la tarea, persona con responsabilidad última sobre la tarea, persona a la que se le consulta sobre la tarea, persona a la que se le debe informar sobre la tarea)

- Creación de relaciones de trabajo: interacción formal e informal con otras personas dentro de la organización.
- Teoría organizacional: suministra información relativa a la manera en que se comportan las personas, equipos y las unidades de la organización.
- Juicio de expertos.
- Reuniones.

En la elaboración de este plan juega un papel muy importante el juicio de experto, y se considera como un supuesto que en la zona donde se desarrolla el proyecto se contará con todos los recursos humanos necesarios para satisfacer las necesidades del proyecto. Este proceso da lugar a la creación del plan de gestión de los recursos humanos, el cual se detalla a continuación:

a) Organigrama del equipo del proyecto



**Figura 7 Organigrama del Proyecto**

**Fuente:** El autor.

#### b) Matriz de roles y responsabilidades

Con la finalidad de cumplir con los objetivos trazados, se establecen los siguientes roles y responsabilidades dentro del Equipo del Proyecto:

- GP = Gerente de Proyecto.
  - Roles: visto bueno de las obras ejecutadas mediante la aprobación de las estimación de facturación.
  - Responsabilidades: la supervisión de los equipos que están trabajando en el proyecto, manteniéndolas en las tareas y fechas previstas.
  
- Admin = Administrador.
  - Roles: velar por las planillas del personal, así como cotizar con los distintos proveedores de la zona o con la oficina de San José para la compra de materiales solicitados para el proyecto.

- Responsabilidades: realizar el pago a los empleados, subcontratistas o cualquier otro trabajo necesario para el proyecto.
- SO = Seguridad Ocupacional.
  - Roles: supervisión y capacitación del personal en el proyecto, respecto a las medidas de seguridad que se deben tener en este tipo de proyectos.
  - Responsabilidad: asegurar que cada una de las personas que ingrese a la zona del proyecto se encuentre a salvo de sufrir lesiones.
- CC = Control de Calidad.
  - Roles: liberación de coladas cuando se finaliza el chequeo topográfico, supervisión de la calidad de los agregados a utilizar en la planta de concreto.
  - Responsabilidad: velar por la calidad de los acabados de los concretos de la obra, chequeo de temperatura, revenimiento y diseños de mezcla.
- OT = Oficina Técnica.
  - Roles: realizar avances de obra cada dos semanas, realizar las estimaciones de las facturaciones de los subcontratistas.
  - Responsabilidad: velar por que en su proyecto se genera la información que refleja la realidad de la obra.
- IR = Ingeniero Residente.
  - Roles: solicitud y aprobación de pedidos de materiales, planificación de las labores de campo y del suministro de materiales (material de relleno, sustituciones, etc.)
  - Responsabilidades: velar por la adecuada ejecución de la obra en concordancia con los planos, con las normas técnicas, con la

planificación estipulada para la ejecución y, en general, con las condiciones acordadas legalmente con el contratante.

- MC = Meco Concretos.
  - Roles: suministro de concreto para las diferentes obras mediante camiones mezcladores para acceder al sitio de la obra, el vaciado se realiza mediante un camión con bomba telescópica.
  - Responsabilidades: cumplir con los parámetros de calidad del concreto según especificaciones técnicas internacionales y de planos, para cada una de las resistencias por utilizar en el proyecto.
  
- MMT = Meco Movimiento de Tierra.
  - Roles: ejecución de las excavaciones, rellenos y conformación de caminos nuevos para el acceso al sitio de proyecto.
  - Responsabilidades: cumplir con especificaciones técnicas y de planos para el correcto acabado de dichas excavaciones y rellenos.
  
- OP = Maestro de Obras sitio de Presa.
  - Roles: manejo de personal de campo, ubicarlos según sus puestos (peón, ayudante y capataz) en los distintos elementos en ejecución.
  - Responsabilidades: cumplir con la ejecución de la obra según planos, apoyándose directamente en el Ingeniero Residente.

**Cuadro 18 Matriz de Roles y Responsabilidades**

| Código EDT/WBS | Actividad                   | GP          | Admin | SO | CC | OT | IR | MC | MMT | OP    |
|----------------|-----------------------------|-------------|-------|----|----|----|----|----|-----|-------|
| 1              | Permisos iniciales          |             |       |    |    |    |    |    |     |       |
| 1.1            | Permisos de tala de árboles | R,A,C,<br>I | C     | C  |    |    |    |    |     |       |
| 1.2            | Orden de inicio             | R,A,C,<br>I | C     |    |    |    |    |    |     |       |
| 2              | Obras preliminares          |             |       |    |    |    |    |    |     |       |
| 2.1            | Instalaciones provisionales |             |       |    |    |    |    |    |     |       |
| 2.1.1          | Movilización                | R           | C     | C  |    |    | R  |    |     | A,C,I |

|  |                                   |  |   |   |   |   |   |             |             |             |
|--|-----------------------------------|--|---|---|---|---|---|-------------|-------------|-------------|
| 2.1.2  | Oficinas, bodegas y taller.       |  | C |   |   | C | R |             |             | A,C,I       |
| 2.1.3  | Instalaciones planta de concreto  |  |   | C |   | C |   | R,A,C,<br>I | C           |             |
| 3  | Acondicionamiento del sitio       |  |   |   |   |   |   |             |             |             |
| 3.1  | Caminos                           |  |   |   |   |   |   |             |             |             |
| 3.1.1  | Caminos nuevos de acceso          |  |   |   | C | C | R |             | R,A,C,<br>I | C           |
| 3.1.2  | Caminos por rehabilitar           |  |   |   | C | C | R |             | R,A,C,<br>I | C           |
| 3.1.3  | Mantenimiento de caminos          |  |   |   | C | C | R |             | R,A,C,<br>I | C           |
| 4  | Obras sitio de presa              |  |   |   |   |   |   |             |             |             |
| 4.1  | Desvío del río                    |  |   |   |   |   |   |             |             |             |
| 4.1.1  | Desvío del río 1ª etapa           |  |   | C |   | C | R | A           |             | C,I         |
| 4.1.2  | Desvío del río 2ª etapa           |  |   | C |   | C | R | A           |             | C,I         |
| 4.2  | Movimientos de tierra             |  |   |   |   |   |   |             |             |             |
| 4.2.1  | Desmante y limpieza               |  |   |   |   | C | R |             | R,A,C,<br>I | C           |
| 4.2.2  | Excavaciones                      |  |   |   |   | C | R |             | R,A,C       | C,I         |
| 4.2.3  | Preparación general de superficie |  |   |   | C | C | R | R,A,I       | C           | C           |
| 4.2.4  | Rellenos                          |  |   |   |   |   |   |             |             |             |
| 4.3  | Estructura                        |  |   |   |   |   |   |             |             |             |
| 4.3.1  | Concreto masivo                   |  |   | C | C | C | R | R,A,I       | C           | C           |
| 4.3.2  | Concreto estructural              |  |   | C | C | C | R | R,A,I       | C           | C           |
| 4.3.3  | Concreto de piel                  |  |   | C | C | C | R | R,A,I       | C           | C           |
| 4.3.4  | Acero de refuerzo                 |  |   | C | C | C | R |             |             | R,A,C,<br>I |
| 5  | Otras obras                       |  |   |   |   |   |   |             |             |             |
| 5.1  | Exteriores                        |  |   |   |   |   |   |             |             |             |
| 5.1.1  | Escalas de nivel                  |  |   | C |   |   | R |             |             | R,A,C,<br>I |
| 5.1.2  | Iluminación de exteriores         |  |   | C |   |   | R |             |             | R,A,C,<br>I |
| R: Responsable de ejecución, A: Responsable último, C: Persona por consultar e I: Persona por Informar |                                   |  |   |   |   |   |   |             |             |             |

## c) Plan para la gestión de personal

En el siguiente cuadro se describe cuándo y cómo se van a incorporar los miembros del equipo del proyecto y durante cuánto tiempo se les va a necesitar, asimismo, cómo se cumplirán los requisitos de recursos humanos.

Cuadro 19 Plan para la Gestión del Personal

| <b>Plan para la Gestión del Personal</b> |  |                        |   |                                   |                              |                                   |
|--|--|------------------------|---|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Nombre del Proyecto:</b>              | <b>Movimiento de tierra y obra civil del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II</b> |                        |   |                                   |                              |                                   |
| Equipo del Proyecto                      | Adquisición de Personal  | Calendario de Recursos | Liberación del Personal                 | Necesidades de Capacitación       | Reconocimiento y Recompensas | Cumplimiento y Seguridad          |
| Gerente de Proyecto                      | Propio de la organización  | Institucional          | Transición gradual a próximos proyectos | Tiene las competencias requeridas | No aplica                    | Normativa de relaciones laborales |
| Ingeniero Residente                      | Propio de la organización  | Institucional          | Transición gradual a próximos proyectos | Tiene las competencias requeridas | No aplica                    | Normativa de relaciones laborales |
| Ingeniero Seguridad Ocupacional          | Propio de la organización  | Institucional          | Transición gradual a próximos proyectos | Tiene las competencias requeridas | No aplica                    | Normativa de relaciones laborales |
| Ingeniero de Costos                      | Propio de la organización  | Institucional          | Transición gradual a próximos proyectos | Tiene las competencias requeridas | No aplica                    | Normativa de relaciones laborales |
| Ingeniero Control de Calidad             | Propio de la organización  | Institucional          | Transición gradual a próximos proyectos | Tiene las competencias requeridas | No aplica                    | Normativa de relaciones laborales |
| Meco Concretos                           | Propio de la organización  | Institucional          | Transición gradual a                    | Tiene las competencias requeridas | No aplica                    | Normativa de relaciones           |

|                             |                           |               |   |                                   |           |                                    |
|-----------------------------|---------------------------|---------------|---|-----------------------------------|-----------|------------------------------------|
|                             |                           |               | próximos proyectos                      |                                   |           | laborables                         |
| Meco Mov de Tierra          | Propio de la organización | Institucional | Transición gradual a próximos proyectos | Tiene las competencias requeridas | No aplica | Normativa de relaciones laborables |
| Maestro de Obra Sitio Presa | Propio de la organización | Institucional | Transición gradual a próximos proyectos | Tiene las competencias requeridas | No aplica | Normativa de relaciones laborables |

#### **4.7. Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto**

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión de las Comunicaciones del Proyecto incluye los procesos requeridos para asegurar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sea oportunas y adecuados”.

##### **4.7.1. Planificar la gestión de las comunicaciones**

Es el proceso de desarrollar un enfoque y un plan adecuados para las comunicaciones del proyecto sobre la base de las necesidades y los requisitos de la información de los interesados y de los activos de la organización disponibles PMBOK (PMI, 2013).

Planificar las comunicaciones del proyecto es importante para lograr su éxito final, una mala planificación de las comunicaciones puede dar problemas tales como demoras en entregas de mensajes, comunicación de información a la audiencia equivocada o comunicación insuficiente con los interesados y mala interpretación o comprensión del mensaje transmitido.

En la mayoría de los proyectos, la planificación de las comunicaciones se realiza de forma muy temprana, por ejemplo, durante el desarrollo del plan para la dirección de proyecto. Esto permite la asignación de los recursos adecuados, tales como tiempo y presupuesto, a las actividades de comunicación. Una comunicación eficaz significa que la información se suministra en el formato adecuado, en el momento preciso, a la audiencia correcta y con el impacto deseado. Una comunicación eficiente implica proporcionar exclusivamente la información necesaria.

Si bien todos los proyectos tienen la necesidad de comunicar información sobre el mismo proyecto, las necesidades de información y los métodos de distribución pueden variar ampliamente. Además, durante este proceso se han de tener en



cuenta y documentar adecuadamente los métodos de almacenamiento, recuperación y disposición final de la información. A continuación se nombran las consideraciones importantes que se deben tener en cuenta:

- Quién necesita la información;
- Cuándo van a necesitar la información;
- En qué formato se debe almacenar; y
- Cómo se puede recuperar la información.

Para realizar este proceso se tiene que tomar en cuenta la siguiente información y tomar como entradas en el proceso de construcción del plan de comunicaciones:

- Plan para la dirección de proyectos.
- Registro de interesados.
- Factores ambientales de la empresa.
- Activos de los procesos de la organización.

Para este proceso se aplican las siguientes herramientas y técnicas:

- Análisis de requisitos de comunicación: se considera la cantidad de canales o vías de comunicación potenciales como un indicador de la complejidad de las comunicaciones del proyecto, dicho indicador es igual a  $[n(n-1)]/2$ , donde n representa el número de interesados. Realizando el cálculo para el proyecto se obtienen los siguientes resultados:

$$\text{Número total de canales de comunicación} = [12(12-1)]/2 = 66$$

- Tecnología de la comunicación: los métodos de comunicación entre los interesados pueden variar considerablemente en el proyecto, basándose en la necesidad de la información, disponibilidad de la tecnología, facilidad de uso, entorno del proyecto y confidencialidad de la información, se seleccionan las siguientes tecnologías de información para el proyecto:

Telefonía fija y móvil, correo electrónico y comunicaciones escritas mediante oficios con copias a los interesados en el asunto por discutir.

- Modelos de comunicación: para facilitar las comunicaciones y el intercambio de la información pueden variar de un proyecto a otro y también entre las diferentes etapas de uno, por lo tanto para el proyecto se escoge un modelo de comunicación básico, como se muestra a continuación:

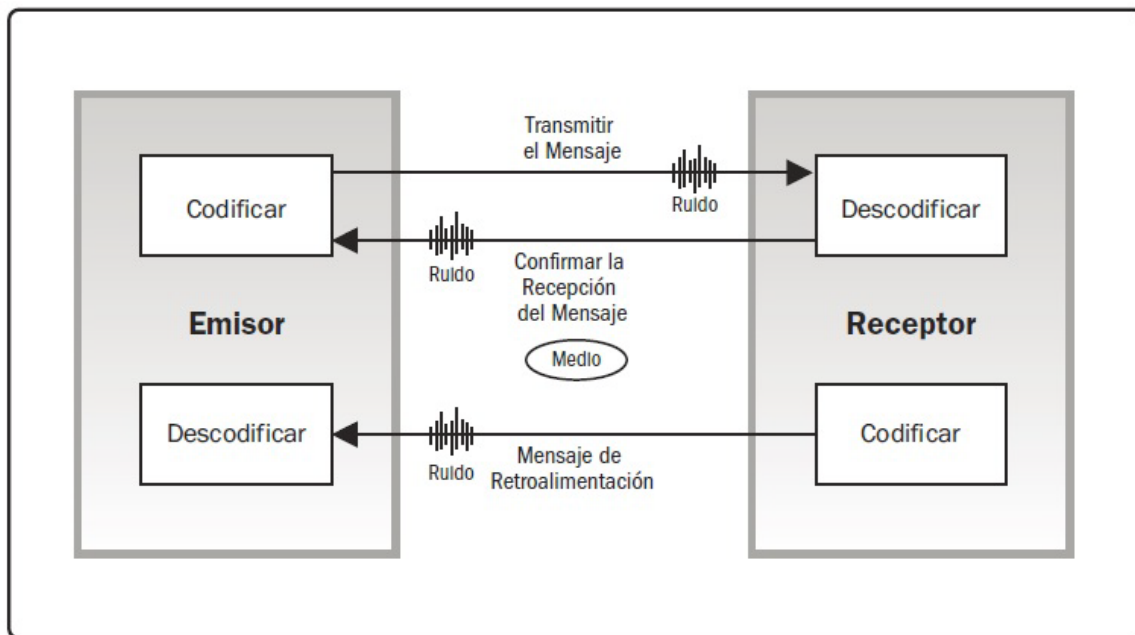


Figura 8 Modelo Básico de Comunicaciones

Fuente: Guía PMBoK, 2013.

- Métodos de comunicación: se emplean para compartir la información entre los interesados del proyecto, en este proyecto se utilizan los siguientes:
  - Comunicación interactiva: Entre dos o más partes que realizan un intercambio de información de tipo multidireccional, esto asegura una comprensión común entre todos los participantes, incluye reuniones (a celebrar una cada 2 semanas), llamadas telefónicas y videoconferencia.
  - Comunicación de tipo *push* (empujar): enviada a receptores específicos que necesitan recibir la información, con esto se asegura

la distribución de la información, este método incluye cartas, memorandos, informes, correos electrónicos, faxes, etc.

- Reuniones

Dentro del plan de comunicaciones se describe la forma en que se planificarán, estructurarán y controlarán las comunicaciones del proyecto, a continuación se detalla dicho plan de comunicaciones:

- Los requisitos de comunicación de los interesados,
- La información que debe ser comunicada: informes (avance del proyecto por elemento, curva S, tareas críticas, retrasos, tareas ejecutadas, tareas por ejecutar, tareas completadas al 100%, cronograma de coladas, registro fotográfico, control de calidad y reporte de seguridad ocupacional).
- El plazo y la frecuencia para la distribución de la información requerida y para la recepción de la confirmación o respuesta si corresponde: semanal/mensual y quincenal.
- La persona responsable de autorizar la divulgación de información: el equipo del proyecto.
- La persona o los grupos que recibirán la información: los interesados del proyecto.
- No se encuentran restricciones en lo que respecta a la comunicación del proyecto.

En el siguiente cuadro se describe la matriz de comunicaciones definida para el proyecto:

Cuadro 20 Matriz de Comunicaciones

| ID | Actividad             | Frecuencia de Informe | Medio | Emisor | Receptor           | Confirmación o Respuesta |
|----|-----------------------|-----------------------|-------|--------|--------------------|--------------------------|
| 1  | Avance del proyecto   | M,B                   | I     | OT     | GP, SO, CC, IR     | Semanal (5 días hábiles) |
| 2  | Curva S               | B                     | I, G  | OT     | GP, CC, IR         | Semanal (5 días hábiles) |
| 3  | Retrasos              | M                     | M     | OT     | GP, SO, CC, IR, AD | Semanal (5 días hábiles) |
| 4  | Tareas ejecutadas     | B                     | I     | OT     | GP, CC, IR         | Semanal (5 días hábiles) |
| 5  | Cronograma de coladas | B                     | I     | OT     | GP, CC, IR         | Semanal (5 días hábiles) |
| 6  | Registro fotográfico  | M                     | I     | OT     | GP, CC, IR         | Semanal (5 días hábiles) |
| 7  | Control de calidad    | M                     | I, G  | OT     | GP, SO, CC, IR     | Semanal (5 días hábiles) |
| 8  | Seguridad ocupacional | M                     | I     | OT     | GP, SO, CC, IR     | Semanal (5 días hábiles) |

Interesados: GP: Gerente Proyecto, AD: Administración, SO: Seguridad Ocupacional, CC: Control de Calidad, OT: Oficina Técnica, IR: Ingeniero Residente, MC: Meco Concretos, MM: Meco Movimiento de Tierra. Frecuencia: M: mensual, S: semanal, Q: quincenal, E: eventual, B: bisemanal. Medio: I: informe, M: minuta, E: e-mail, R: reunión, G: gráfico, P: planilla. Responsabilidad: D: destinatario, E: emisor, A: autoriza, S: soporte, V: valida.

#### 4.8. Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación y control

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto”.

##### 4.8.1. Planificar la gestión de los riesgos

Es el proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgo de un proyecto (PMBOK, 2013).

Para planificar los riesgos del proyecto se realizó una estructura de desglose de riesgos (RBS, por sus siglas en inglés), donde se presentan los principales riesgos.

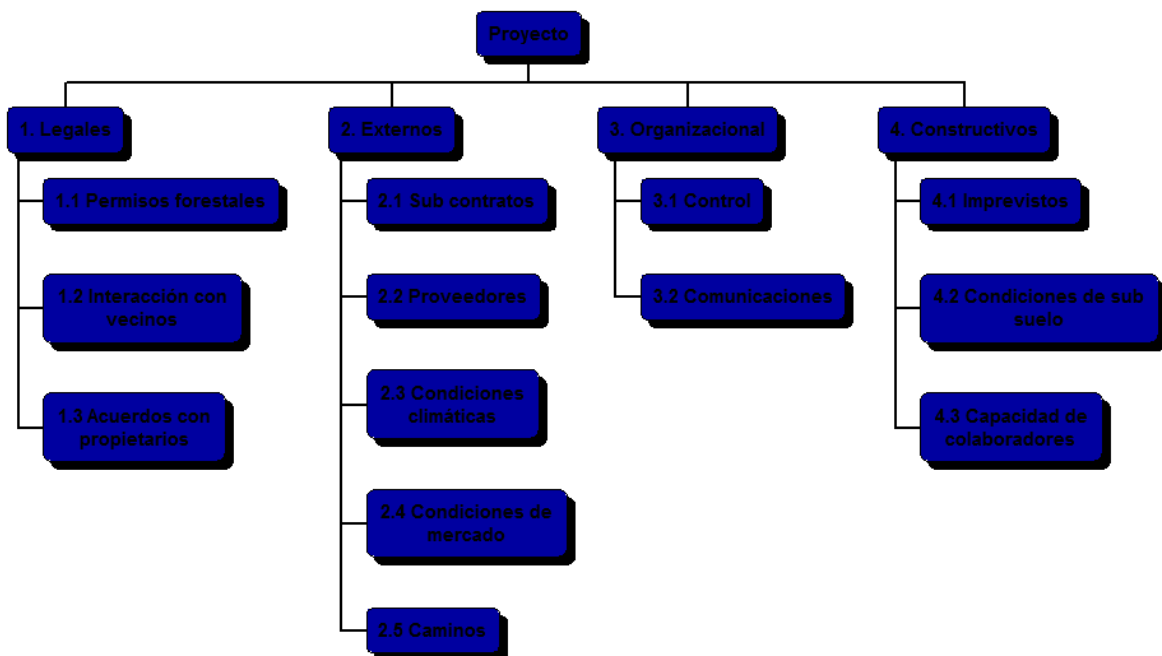


Figura 9 Estructura de Desglose de Riesgos

Fuente: El autor.

Con base en la siguiente estructura de desglose de riesgos se pueden dar a conocer cuatro principales riesgos que afectan el proyecto: los riesgos legales, los riesgos externos, los riesgos organizacionales y los riesgos constructivos.

**Cuadro 21 Riesgos Identificados Descripción**

| <b>Riesgos Identificados</b> | <b>Descripciones</b>   | <b>Efectos</b>  |
|------------------------------|--|---|
| Legales                      | Aspectos legales como permisos constructivos, ambientales.   | No cumplimiento del cronograma y presupuesto.   |
| Externos                     | Ajenos a la organización pero los conforman parte de los interesados.  | No cumplimiento del cronograma y presupuesto. Inconvenientes con los insumos utilizados en la obra. Condiciones climáticas desfavorables. |
| Organizacionales             | Todo lo que conveniente a la forma en la que actualmente se desarrollan los proyectos en la organización.  | La forma actual en la que se realizan las obras puede mejorar y no es eficiente para la organización.                                     |
| Constructivas                | Problemas que ocurren conforme se avanza en el proyecto, siempre se cuenta con un grado de incertidumbre, especialmente en el suelo donde se construyen los elementos. | Retrasos en el cronograma y presupuesto.  |

#### **4.8.2. Identificar los riesgos**

Es el proceso de determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentar sus características PMBOK (PMI, 2013).

Para la identificación de los riesgos que pueden afectar al proyecto se incluyen; el director del proyecto, los miembros del equipo del proyecto (ingeniero de proyecto, ingeniero de calidad, ingeniero de costos, ingeniero de seguridad ocupacional e ingeniero de campo), clientes, expertos en la materia (gerentes de constructora), interesados y expertos en gestión de riesgos.

Identificar los riesgos es un proceso iterativo debido a que pueden evolucionar o se pueden descubrir nuevos riesgos conforme el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida.

Para la identificación de riesgos se aplican las siguientes herramientas y técnicas:

- Revisiones de documentación.
- Técnica de recopilación de información: tormenta de ideas, entrevistas y análisis de causa raíz.
- Técnicas de diagramación: diagramas causa y efecto.
- Juicio de expertos.

La preparación del registro de riesgos comienza con la lista de riesgos identificados quedando a disposición de otros procesos de la gestión de riesgos, para lo cual se requiere:

- Describir los riesgos identificados con un nivel de detalle razonable.
- Utilizar una estructura para describir los riesgos mediante enunciados de riesgo.

Participan colaboradores como el ingeniero residente y el gerente de construcción de la empresa, quienes aportan su experiencia en el tema para la correcta identificación de los riesgos que se pueden presentar en este tipo de proyectos.

A continuación se detalla la lista de riesgos identificados y su registro, estos se seleccionaron de una lista preliminar de riesgos obtenida de las lecciones aprendidas de otros proyectos similares.

**Cuadro 22 Riesgos Identificados y Registro**

| <b>Código</b> | <b>Riesgo</b>  |
|---------------|--|
| RL-001        | Si los permisos forestales no se dan a tiempo puede retrasar las obras y el cronograma del proyecto.                                   |
| RL-002        | Si las interacciones con los vecinos no son eficientes puede afectar el presupuesto del proyecto.                                      |
| RE-001        | Si los subcontratos no se manejan adecuadamente puede afectar el presupuesto del proyecto.   |
| RE-002        | Si las condiciones climáticas no son favorables o previstas puede afectar el presupuesto y cronograma del proyecto.                    |
| RE-003        | Si los caminos no son los adecuados para la llegada de los insumos al proyecto puede afectar el presupuesto y cronograma del proyecto. |

|        |  |
|--------|--|
| RO-001 | Si la comunicación no es la adecuada puede generar incrementos en el presupuesto del proyecto.   |
| RO-002 | Si el control del presupuesto no es el adecuado puede encarecer el proyecto.   |
| RC-001 | Si se presentan una cantidad importante de imprevistos incrementa el costo del proyecto por lo que afecta el presupuesto del mismo.  |
| RC-002 | Si las condiciones del subsuelo no son las idóneas se tendrá que realizar una sustitución del subsuelo, lo que incrementa el presupuesto y perjudica el alcance del proyecto.                                |
| RC-003 | Si los colaboradores no poseen el nivel esperado de destrezas pueden generar retrasos en el cronograma y la calidad del proyecto.  |
| RC-004 | Si las condiciones climáticas son desfavorables (temperatura), afecta directamente en la calidad del producto (concreto) y puede generar alteraciones en la calidad del proyecto y satisfacción del cliente. |
| RC-005 | Participar en los procesos de adquisiciones de los bienes que formarán parte de las obras (materiales, equipo electromecánico) que pueden afectar la calidad del proyecto y satisfacción del cliente.        |

#### 4.8.3. Realizar el análisis cualitativo de riesgos

Es el proceso de priorizar riesgos para análisis o acción posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos PMBOK (PMI, 2013).

En esta sección se presenta el análisis cualitativo de riesgos. El primer elemento por analizar es la probabilidad, esta escala va desde 0.0 a 1.0, donde 0.0 es una probabilidad nula de que el riesgo se dé, mientras que 1.0 es una probabilidad de ocurrencia de 100%.

El segundo elemento por analizar es el impacto. La escala del impacto refleja la importancia del efecto del riesgo sobre los objetivos del proyecto. Esta escala va de 0.0 a 1.0, donde 0.0 significa que el riesgo no tiene impacto en ningún objetivo del proyecto y 1.0 significa que la ocurrencia de dicho riesgo puede causar que al menos un objetivo no sea alcanzable de ninguna manera.



Cuadro 23 Evaluación del Impacto de Riesgo

| Evaluación del impacto de un riesgo en los objetivos principales del proyecto |  |   |  |   |  |
|---|--|---|--|---|--|
| Objetivos del proyecto  | Muy bajo 0.05                                | Bajo 0.1  | Moderado 0.2   | Alto 0.4  | Muy Alto 0.8                                 |
| Costo   | Insignificante incremento del costo          | Incremento del costo <5%                        | Incremento del costo entre el 5-10%                          | Incremento del costo entre el 10-20%                | Incremento del costo >20%                    |
| Calendario  | Insignificante variación del calendario      | Variación del calendario <5%                    | Desviación general del Proyecto 5-10%                        | Desviación general del Proyecto 10-20%              | Desviación general del Proyecto >20%         |
| Alcance   | Reducción del alcance apenas perceptible     | Áreas menores del alcance son afectadas         | Áreas mayores del alcance son afectadas                      | Reducción del alcance inaceptable para el cliente   | El producto final del proyecto es inservible |
| Calidad   | Degradación de la calidad apenas perceptible | Solo aplicaciones muy específicas son afectadas | La reducción de la calidad demanda la aprobación del cliente | Reducción de la calidad inaceptable para el cliente | El producto final del proyecto es inservible |

El producto del valor de la probabilidad por el impacto genera el valor Pxl, este valor será utilizado para priorizar los riesgos en bajos, moderados o altos.

Cuadro 24 Matriz de Probabilidad e Impacto

| Matriz Probabilidad X Impacto                |          |      |          |      |          |
|--|----------|------|----------|------|----------|
| Marcador de riesgo para un riesgo específico |          |      |          |      |          |
| Impacto / Probabilidad                       | Muy bajo | Bajo | Moderado | Alto | Muy Alto |
|  | 0,05     | 0,1  | 0,2      | 0,4  | 0,8      |
| 0,9  | 0,05     | 0,09 | 0,18     | 0,36 | 0,72     |
| 0,7  | 0,04     | 0,07 | 0,14     | 0,28 | 0,56     |
| 0,5  | 0,03     | 0,05 | 0,1      | 0,2  | 0,4      |
| 0,3  | 0,02     | 0,03 | 0,06     | 0,12 | 0,24     |
| 0,1  | 0,01     | 0,01 | 0,02     | 0,04 | 0,08     |

Los riesgos en verde (riesgos bajos) son aquellos cuyo valor Pxl no supera el valor de 0.04. Aquellos riesgos cuyo valor Pxl está entre 0.05 y 0.15 están marcados en amarillo (riesgos moderados) y los que tienen un valor de 0.15 o superior, se muestran en rojo (riesgos altos).

Esta ponderación permite saber cuáles son los riesgos a los que se les debe prestar mayor atención. De acuerdo con el juicio experto, se listan a continuación los riesgos priorizados de acuerdo con el valor Pxl de cada uno.

**Cuadro 25 Riesgos Priorizados**

| Código | Riesgo  | Probabilidad | Impacto | Pxl  |
|--------|---|--------------|---------|------|
| RE-002 | Si las condiciones climáticas no son favorables y/o previstas puede afectar el presupuesto y cronograma del proyecto.   | 0,9          | 0,8     | 0,72 |
| RC-004 | Si las condiciones climáticas son desfavorables (temperatura), afecta directamente en la calidad del producto (concreto) y puede generar alteraciones en la calidad del proyecto y satisfacción del cliente.            | 0,7          | 0,8     | 0,56 |
| RC-005 | Si los procesos de adquisiciones de los bienes que formaran parte de las obras (materiales, equipo electromecánico) no son correctamente contralados pueden afectar la calidad del proyecto y satisfacción del cliente. | 0,5          | 0,8     | 0,4  |
| RL-001 | Si los permisos forestales no se dan a tiempo puede retrasar las obras y el cronograma del proyecto.  | 0,7          | 0,4     | 0,28 |
| RC-001 | Si se presentan una cantidad importante de imprevistos incrementa el costo del proyecto por lo que afecta el presupuesto del mismo.   | 0,7          | 0,4     | 0,28 |
| RC-002 | Si las condiciones del sub suelo no son las idóneas se tendrá que realizar una sustitución del sub suelo lo que incrementa el presupuesto y perjudica el alcance del proyecto.  | 0,7          | 0,4     | 0,28 |
| RE-003 | Si los caminos no son los adecuados para la llegada de los insumos al proyecto puede afectar el presupuesto y cronograma del proyecto.  | 0,7          | 0,2     | 0,14 |
| RE-001 | Si los sub contratos no se manejan adecuadamente puede afectar el presupuesto del proyecto.   | 0,5          | 0,2     | 0,1  |
| RC-003 | Si los colaboradores no poseen el nivel esperado de destrezas pueden generar retrasos en el cronograma y la calidad del proyecto.   | 0,5          | 0,2     | 0,1  |
| RL-002 | Si las interacciones con los vecinos no son eficientes puede afectar el presupuesto del proyecto.   | 0,3          | 0,2     | 0,06 |

|        |  |     |      |      |
|--------|--|-----|------|------|
| RO-001 | Si la comunicación no es la adecuada puede generar incrementos en el presupuesto del proyecto. | 0,3 | 0,09 | 0,03 |
| RO-002 | Si el control del presupuesto no es el adecuado puede encarecer el proyecto.                   | 0,3 | 0,09 | 0,03 |

#### 4.8.4. Realizar el análisis cuantitativo de riesgos

Es el proceso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales PMBOK (PMI, 2013).

Para realizar el análisis cuantitativo de riesgos se utilizan las siguientes herramientas y técnicas:

- Técnicas de recopilación y representación de datos.
  - Entrevistas.
  - Distribuciones de probabilidad.
- Técnicas de análisis cuantitativo de riesgo y de modelado.
  - Análisis de sensibilidad.
  - Análisis del valor monetario esperado
  - Modelo y simulación.
- Juicio de expertos.

Debido a la naturaleza del proyecto y por el tipo de contrato (suma alzada), este apartado no se desarrolla en su totalidad, en su lugar simplemente se nombran las técnicas y herramientas por utilizar para realizar dicho análisis.

#### 4.8.5. Planificar la respuesta a los riesgos

Es el proceso de desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

Para realizar la respuesta de riesgos se utilizan las siguientes herramientas y técnicas:

- Estrategias para riesgos negativos o amenazas: son cuatro estrategias que pueden tener impactos negativos sobre los objetivos del proyecto.
  - Evitar: eliminar la amenaza para proteger el proyecto.
  - Transferir: trasladar la amenaza a un tercero.
  - Mitigar: se actúa para reducir la probabilidad y/o el impacto de un riesgo adverso.
  - Aceptar: se reconoce el riesgo y no se toma ninguna medida a menos de que el riesgo se materialice.
- Estrategias para riesgos positivos o posibilidades: tres de las cuatro respuestas se sugieren para tratar riesgos con impactos potencialmente positivos sobre el proyecto.
  - Explotar.
  - Mejorar.
  - Compartir.
  - Aceptar.

A continuación se adjunta matriz de riesgos, donde se presenta su valoración y plan de acción:

Cuadro 26 Matriz de Riesgos

| Código                             | Causa                    | Descripción del riesgo  | Referencia                                     | WBS       | Criterio   | Probabilidad | Impacto | Rango       | Estrategia                                  | Acciones Preventivas   | Respal dos | Plan para Contingencias                     | Reser vas |          |   | Disparador  | Responsable                                  | Probabilidad Post-Plan | Impacto Post Plan | Rango Post-Plan |             |
|------------------------------------|--------------------------|---|--|-----------|------------|--------------|---------|-------------|---|--|------------|---|-----------|----------|---|---|--|------------------------|-------------------|-----------------|-------------|
| RE-002                             | Condiciones climáticas   | Si las condiciones climáticas no son favorables y/o previstas puede afectar el presupuesto y cronograma del proyecto.   | Fecha de proyecto incluye dos épocas lluviosas | 4.1       | Calendario | 0,9          | 0,8     | 0,72        | Aceptar                                     | No hay   |            |   |           |          |   | Pronóstico del tiempo                                 | N/A  | 0,9                    | 0,8               | 0,72            |             |
| RC-004                             | Condiciones climáticas   | Si las condiciones climáticas son desfavorables (temperatura), afecta directamente en la calidad del producto (concreto) y puede generar alteraciones en la calidad del proyecto y satisfacción del cliente.            | Fecha de proyecto incluye dos épocas lluviosas | 4.3       | Calidad    | 0,7          | 0,4     | 0,28        | Mitigar                                     | Enfriamiento de agregados  |            | Destinar 1% del contrato para demoliciones  |           |          |   | Pronóstico del tiempo / Todos para cubrir las coladas | Equipo de Proyecto                           | 0,5                    | 0,4               | 0,20            |             |
| RC-005                             | Adquisición              | Si los procesos de adquisiciones de los bienes que formaran parte de las obras (materiales, equipo electromecánico) no son correctamente controlados pueden afectar la calidad del proyecto y satisfacción del cliente. | Variedad de proveedores                        | 5.1       | Calidad    | 0,5          | 0,4     | 0,20        | Mitigar                                     | Solicitar pruebas de calidad en las adquisiciones                                  |            |   |           |          | Solicitudes de calidad de los productos | Equipo de Proyecto                                    | 0,3  | 0,4                    | 0,12              |                 |             |
| RL-001                             | Permisos forestales      | Si los permisos forestales no se dan a tiempo puede retrasar las obras y el cronograma del proyecto.  | Planificación                                  | 1         | Calendario | 0,7          | 0,4     | 0,28        | Transferir                                  | Contrato exige permisos otorgados  |            |   |           |          | Atrasos en cronograma                   | Director de Proyecto                                  | 0,3  | 0,4                    | 0,12              |                 |             |
| RC-001                             | Riesgos constructivos    | Si se presentan una cantidad importante de imprevistos incrementa el costo del proyecto por lo que afecta el presupuesto del mismo.   | Imprevistos                                    | 4.2 , 4.4 | Costo      | 0,7          | 0,4     | 0,28        | Mitigar                                     | Planificación adecuada, reservar un monto fijo para imprevistos                    |            | Destinar 1% del contrato para imprevistos.  | 1         | %        | \$                                      | 121755,38   | Equipo de Proyecto                           | 0,7                    | 0,2               | 0,14            |             |
| RC-002                             | Riesgos constructivos    | Si las condiciones del sub suelo no son las idóneas se tendrá que realizar una sustitución del sub suelo lo que incrementa el presupuesto y perjudica el alcance del proyecto.  | Imprevistos                                    | 4.2 , 4.4 | Costo      | 0,7          | 0,4     | 0,28        | Mitigar                                     | Planificación adecuada, valorar una sustitución más económica                      |            | Destinar 2% del contrato para sustituciones | 2         | %        | \$                                      | 245510,76   | Atrasos en cronograma                        | Equipo de Proyecto     | 0,7               | 0,2             | 0,14        |
| RE-003                             | Caminos no adecuados     | Si los caminos no son los adecuados para la llegada de los insumos al proyecto puede afectar el presupuesto y cronograma del proyecto.  | Planificación                                  | 3.1       | Calendario | 0,7          | 0,2     | 0,14        | Mitigar                                     | Planificación adecuada, depende de los permisos. Valorar tomar caminos secundarios |            |   |           |          | Atrasos en cronograma                   | Equipo de Proyecto                                    | 0,5  | 0,2                    | 0,10              |                 |             |
| RE-001                             | Control de sub contratos | Si los sub contratos no se manejan adecuadamente puede afectar el presupuesto del proyecto.   | Planificación                                  | 4.2 , 4.4 | Costo      | 0,5          | 0,2     | 0,10        | Mitigar                                     | Planificación adecuada.  |            |   |           |          |   | Equipo de Proyecto                                    | 0,1  | 0,2                    | 0,02              |                 |             |
| RC-003                             | Riesgo constructivo      | Si los colaboradores no poseen el nivel esperado de destrezas pueden generar retrasos en el cronograma y la calidad del proyecto.   | N/A  | 4.2 , 4.4 | Costo      | 0,5          | 0,2     | 0,10        | Mitigar                                     | Capacitar al personal.   |            |   |           |          | Atrasos en cronograma                   | Equipo de Proyecto                                    | 0,1  | 0,2                    | 0,02              |                 |             |
| RL-002                             | Dialogo con vecinos      | Si las interacciones con los vecinos no son eficientes puede afectar el presupuesto del proyecto.   | Planificación                                  | 1         | Calendario | 0,5          | 0,2     | 0,10        | Aceptar                                     | Reuniones de conciliación  |            |   |           |          | Atrasos en cronograma                   | Director de Proyecto                                  | 0,3  | 0,2                    | 0,06              |                 |             |
| RO-001                             | Comunicaciones           | Si la comunicación no es la adecuada puede generar incrementos en el presupuesto del proyecto.  | Planificación                                  | 4.2 , 4.4 | Calendario | 0,3          | 0,09    | 0,03        | Mitigar                                     | Planificación adecuada, mantener comunicación constante con equipo de proyecto.    |            |   |           |          |   | Equipo de Proyecto                                    | 0,3  | 0,05                   | 0,02              |                 |             |
| RO-002                             | Control de presupuesto   | Si el control del presupuesto no es el adecuado puede encarecer el proyecto.  | Planificación                                  | 4.2 , 4.4 | Costo      | 0,3          | 0,09    | 0,03        | Mitigar                                     | Planificación adecuada.  |            |   |           |          |   | Equipo de Proyecto                                    | 0,3  | 0,05                   | 0,02              |                 |             |
| <b>Riesgo General del Proyecto</b> |                          |   |  |           |            |              |         | <b>0,05</b> | <b>Total de Reservas para Contingencias</b> |  |            |   | <b>3</b>  | <b>%</b> | <b>\$</b>                               | <b>367.266,14</b>                                     | <b>Riesgo General del Proyecto Post-Plan</b> |                        |                   |                 |             |
|                                    |                          |   |  |           |            |              |         |             |   |  |            |   |           |          |   |   |  |                        |                   | <b>Bajo</b>     | <b>0,02</b> |

#### **4.9. Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para el control y ejecución de los contratos**

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión de las Adquisiciones del Proyecto incluye los procesos necesarios para compartir o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto”.

##### **4.9.1. Planificar la gestión de las adquisiciones**

Es el proceso de documentar las decisiones de adquisiciones del proyecto, especificar el enfoque e identificar los proveedores potenciales PMBOK (PMI, 2013).

Para este proceso se aplican las siguientes técnicas y herramientas:

- Análisis de hacer o comprar:
  - De la utilización de esta técnica se determina que las actividades de la producción de concreto, los movimientos de tierra y el laboratorio de control de calidad serán adquiridas de fuentes externas.
- Juicio de expertos.
- Investigación de mercado:
  - Lista de empresas (dedicadas a labores de construcción, movimientos de tierra, laboratorio de calidad) que se encuentren inscritas en el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA), dentro de todos los derechos de ley para el ejercicio profesional.
  - Registro de proveedores de materiales para la construcción que deseen participar en la ejecución del proyecto.
- Reuniones.

Para alcanzar los objetivos del proyecto se requiere suplir las siguientes necesidades:

Cuadro 27 Necesidades del Proyecto

| Bien o Servicio            | Justificación  | Momento en que se necesita  |
|----------------------------|--|---|
| Planta de concreto         | Necesario poseer una planta de concreto en el sitio para las coladas masivas por realizar en el sitio de obras de derivación.              | Durante toda la obra civil del proyecto.  |
| Movimiento de tierra       | Necesario poseer la maquinaria adecuada (pesada) para realizar los movimientos de tierra correspondientes a la ejecución de la obra civil. | Durante la operación normal de construcción del sitio de obras de derivación, dicho servicio incluye los rellenos del sitio por lo que se necesita durante toda la ejecución. |
| Acero                      | Necesario para armar los refuerzos estructurales de los distintos elementos.   | Durante toda la ejecución de la obra civil.   |
| Materiales de construcción | Materiales “menores” como lo son barandas prefabricadas, formaletas, etc.  | Durante la ejecución de la obra civil del sitio de obras de derivación.   |
| Maquinaria varia           | Necesario para labores que no se encuentren dentro del alcance de los movimientos de tierra, se les puede llamar “obras menores”.          | Durante la ejecución de la obra civil del sitio de obras de derivación.   |

Las adquisiciones de los bienes o servicios arriba listados pueden ser autorizadas por el gerente del proyecto.

Por la naturaleza de los bienes y servicios requeridos, se ha determinado que es mejor adquirirlos por entes externos, porque la empresa no posee las cantidades necesarias de maquinaria y en el caso de la planta de concreto no se cuenta con los camiones mezcladores necesarios.

Adicionalmente, la empresa también reconoce que existen en el mercado, empresas proveedoras que desarrollan productos o servicios de calidad, con las cuales puede trabajar.

De acuerdo con la lista de bienes y servicios por adquirir, se definió el siguiente plan de compras, todas las compras se realizarán mediante órdenes de compra,

mientras que las adquisiciones de los subcontratos serán por medio de licitación que se otorgue.

**Cuadro 28 Plan de Adquisiciones**

|                      | <b>Planta de concreto</b>  | <b>Movimiento de Tierra</b>   | <b>Acero</b>  | <b>Materiales de construcción</b>                       | <b>Maquinaria varia</b>  |
|----------------------|--|---|---|---|--|
| Características      | Planta de concreto dosificadora con capacidad de carga de 32m <sup>3</sup> x hora, aportará el cemento, los agregados y los aditivos necesarios para la producción en las condiciones solicitadas. | Contar con la maquinaria necesaria para ejecutar labores en los tiempos estimados en el proyecto. | Acero que cumpla con requisitos de calidad según se especificaciones técnicas explícitas en los planos. | Materiales como madera para elaborar formaleta hechiza. | Maquinaria varia para ejecutar labores que no se contemplen dentro del alcance de los “movimientos de tierra”. |
|                      | Se prevé una cantidad mínima de 3 camiones mezcladores para las coladas.   | Presentar pruebas de compactación en el tema de rellenos según lo estipulado en el contrato.      | Suministrar el acero según pedido con un tiempo de respuesta de dos días.                               | Tubo redondo para elaborar barandas prefabricadas.      | Acarreo de material para rellenos y obras de protección.   |
|                      | El costo del bombeo es de \$20 x metro cúbico.   |   |   | Repuestos varios para las distintas máquinas “menores”. |  |
|                      |  |   |   | Sacos de cemento.                                       |  |
| Cantidad             | 1 planta con tres camiones mezcladores.  | Unidades necesarias para cumplir cronograma.  | 1233.85 ton   | Según se necesite                                       | Contrato precio fijo cerrado FFP   |
| Posibles proveedores | Meco Concreto.   | Meco Proyecto.  | Abonos Agro.  | Almacén El Colono Construcciones.                       | Transportes Zamora.  |
|                      | Holcim.  | Pedregal.   | Arcelor.  | Deposito El Guafor.                                     | Farol de Bronce.   |
|                      | Cemex.   | Hermanos Brenes.  | Aceros Carazo.  |   |  |



|                  |  |   |  |  |  |
|------------------|--|---|--|--|--|
| Necesidad        | Necesario para la ejecución del proyecto.        | Necesario para el inicio de labores de la obra civil. | Necesario para colocar el refuerzo estructural de los elementos. | Necesario para la ejecución de la construcción de la obra civil. | Necesario para cumplir con el cronograma del proyecto. |
| Limitaciones     | Costo Total no debe exceder los \$300.500.000.   | Costo Total no debe exceder los \$400.000.            | Costo Total no debe exceder los \$200.000.000.                   | Costo Total no debe exceder los \$400.000.                       | Costo Total no debe exceder los \$100.000.             |
| Inicio de compra | Durante la actividad adquisición de necesidades. | Durante la actividad adquisición de necesidades.      | Durante la actividad adquisición de necesidades.                 | Durante la actividad adquisición de necesidades.                 | Durante la actividad adquisición de necesidades.       |
| Costo aproximado | \$300.500.000.                                   | \$400.000.  | \$200.000.000.   | \$400.000.   | \$90.000 (depende las obras por realizar)              |

En el siguiente cuadro se detallan los criterios de selección que se deben utilizar para la selección de los proveedores. Esto permitirá seleccionar al proveedor idóneo, ponderando sus condiciones, las de su oferta y el precio.

Esta selección no solamente se utilizará para las adquisiciones que se deben llevar a cabo durante la ejecución del proyecto, sino también para seleccionar los proveedores que brindarán en el futuro productos y servicios requeridos para la ejecución de la estrategia.

**Cuadro 29 Criterios de Selección**

| Calidad del Producto o Servicio | Costo | Garantía Producto/ Respaldo Servicio | Responsabilidad Social | Entrega a tiempo | Facilidad de pago/ Negociación | Total |
|---------------------------------|-------|--------------------------------------|------------------------|------------------|--------------------------------|-------|
| 25%                             | 20%   | 20%                                  | 15%                    | 10%              | 10%                            | 100%  |

Todo proveedor será evaluado en una escala de 1 a 100 de acuerdo con los criterios ya definidos. Cada criterio tiene asociado un porcentaje de importancia designado por la empresa como prioritario según la estrategia de negocios ya definida. Para poder elegir un proveedor sobre otro es necesario contar con tres

cotizaciones mínimo, de tres diferentes proveedores. De no contar con el mínimo de tres cotizaciones, el director del proyecto o el gerente del negocio podrá elegir proveedor sin tomar en cuenta el criterio de cantidad de cotizaciones recibidas, pero siempre basadas en un porcentaje mínimo de ponderación del proveedor de un 85%.

El enunciado del trabajo del proyecto es una descripción narrativa de los productos o servicios que debe entregar el proyecto, basado en las necesidades de la empresa o en los requisitos del producto o servicio.

Se detalla el enunciado de trabajo para los productos que se requiere adquirir.

**Cuadro 30 Enunciado de Trabajo del Proyecto**

| <b>Producto / Servicio</b> | <b>Características o Atributos-Criterios de Éxito</b>  | <b>Restricciones</b>   |
|----------------------------|--|--|
| Planta de concreto         | Planta de concreto dosificadora con capacidad de carga de 32m <sup>3</sup> x hora, aportará el cemento, los agregados y los aditivos necesarios para la producción en las condiciones solicitadas. | Precio no mayor a \$300.500.000                                      |
|                            | Se prevé una cantidad mínima de tres camiones mezcladores para las coladas.  |  |
|                            | El costo del bombeo es de \$20 x metro cúbico.   |  |
| Movimiento de tierra       | Contar con la maquinaria necesaria para ejecutar labores en los tiempos estimados en el proyecto.  | Precio no mayor a \$400.000.   |
|                            | Presentar pruebas de compactación en el tema de rellenos según lo estipulado en el contrato.   |  |
| Acero                      | Acero que cumpla con requisitos de calidad según se especificaciones técnicas explícitas en los planos.  | Precio no mayor a \$200.000.000                                      |
|                            | Suministrar el acero según pedido con un tiempo de respuesta de 2 días.  |  |
| Materiales de construcción | Materiales como madera para elaborar formaleta hechiza.  | Precio no mayor a \$400.000. en gastos durante el plazo del proyecto |
|                            | Tubo redondo para elaborar barandas prefabricadas.   |  |

|                  |  |   |
|------------------|--|---|
|                  | Repuestos varios para las distintas máquinas "menores".  |   |
|                  | Sacos de cemento.  |   |
| Maquinaria varia | Maquinaria varia para ejecutar labores que no se contemplen dentro del alcance de los "movimientos de tierra". | Precio no mayor a \$100.000 en gastos durante el plazo del proyecto |
|                  | Acarreo de material para rellenos y obras de protección.   |   |

#### 4.10. Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y el aseguramiento de la participación en el proyecto

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión de los Interesados del Proyecto incluye los procesos necesarios para identificar a las personas u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto”.

##### 4.10.1. Identificar a los interesados

Es el proceso de identificar a las personas, grupos u organizaciones que podrían afectar o ser afectados por una decisión, actividad o resultado del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

Para este proceso se aplican las herramientas y técnicas de análisis de interesados (modelos de clasificación de matrices poder/interés, poder/influencia e influencia/impacto), juicio de expertos, reuniones.

Un análisis de involucrados puede ayudar a evaluar el ambiente del proyecto. Permite evaluar y comprender las características e intereses de quienes apoyan o se oponen al proyecto, antes de comenzar su implementación.

Participan colaboradores como el ingeniero residente y el gerente de construcción de la empresa, quienes aportan su experiencia en el tema para la identificación de interesados que se pueden presentar en este tipo de proyectos.

**Cuadro 31 Identificación de Interesados Expectativas y Requerimientos**

| ID | Involucrado                      | Área funcional | Expectativas  | Requerimientos   | Poder (1-5) | Interés (1-5) |
|----|----------------------------------|----------------|---|--|-------------|---------------|
| 1  | Gerente de ESPH                  | Patrocinador   | Concluir el proyecto en el plazo y costo establecido. | 1- Plazo del proyecto es de 24 meses.<br>2- Reducir los costos y tiempos de entrega. | 5           | 5             |
| 2  | Gerente de Consorcio Ghella-BC y | Administrativo | Concluir el proyecto en el plazo, calidad y           | 1- Plazo del proyecto es de 24 meses.  | 5           | 5             |

|   |                         |                    |   |  |   |   |
|---|-------------------------|--------------------|---|--|---|---|
|   | Asociados               |                    | costo establecido.  | 2- Reducir los costos y tiempos de entrega.  |   |   |
| 3 | Gerente de Proyecto     | Gerencia           | Concluir el proyecto en el plazo, calidad y costo establecido.                          | 1- Contar con los recursos necesarios para ejecutar el proyecto.<br>2- Velar por la correcta ejecución y el nivel de calidad de los entregables.<br>3- Tener apoyo y aprobación del consorcio para implementar técnicas o métodos constructivos adecuados. | 4 | 5 |
| 4 | Subcontratistas         | Externa/Producción | Cumplir con especificaciones técnicas y volúmenes de producción en tiempo y costo.      | 1- Contar con lo necesario para cumplir con producción (agua, luz, caminos).<br>2- Que todo entregable cumpla con los estándares de calidad que rigen el proyecto.   | 3 | 4 |
| 5 | Gobierno local          | Externa            | Velar el correcto funcionamiento del proyecto. Que cuente con los permisos respectivos. | 1- Que el proyecto cumpla con los requisitos de ley para su ejecución.<br>2- Encontrarse al día con sus obligaciones empresariales.  | 3 | 2 |
| 6 | Propietario de terrenos | Externa            | Recibir la remuneración justa por la venta de los terrenos del proyecto.                | 1- Contar con la resolución de compra del terreno.   | 3 | 5 |
| 7 | Vecinos                 | Externa            | No verse perjudicados y lograr algún tipo de beneficio para ellos.                      | 1- Recibir el trato correcto por verse afectados por el proyecto.  |   |   |
| 8 | Proveedores             | Externa/Producción | Cumplir con la demanda del proyecto.  | 1- Contar con las pagas de los suministros al día.   | 2 | 4 |

El “poder” se refiere al poder o fuerza que tiene el involucrado para influir sobre el proyecto, si así lo quisiera. Ese poder depende de la jerarquía del grupo al que pertenece, de los recursos que maneja o de la posición de una persona, mientras que el “interés” se refiere a cómo se estima que utilizará su “poder” el involucrado en relación con el proyecto. Es el grado de interés que el actor específico tiene en el proyecto.

Los valores asignados se detallan a continuación:

- 1: Muy bajo.
- 2: Bajo.
- 3: Medio
- 4: Alto
- 5: Muy alto.

#### **4.10.2. Planificar la gestión de los interesados**

Es el proceso de desarrollar estrategias de gestión adecuadas para lograr la participación eficaz de los interesados a lo largo del ciclo de vida del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

Para este proceso se aplican las herramientas y técnicas que se detallan a continuación:

- Juicio de expertos.
- Reuniones.
- Técnicas Analíticas: nivel de participación de todos los interesados, se debe comparar con los niveles de participación planificados requeridos para concluir el proyecto.
  - Desconocedor: desconocedor del proyecto y de sus impactos potenciales.
  - Reticente: conocedor del proyecto y de sus impactos potenciales, y reticente al cambio.
  - Neutral: conocedor del proyecto, aunque ni lo apoya ni es reticente.

- Partidario: conocedor del proyecto y de sus impactos potenciales, y apoya el cambio.
- Líder: conocedor del proyecto y de sus impactos potenciales, y activamente involucrado en asegurar el éxito.

Esto se logra documentar mediante la matriz de participación de los interesados, donde “C” indica la participación actual y “D” indica la participación deseada.

A través de este proceso analítico se pueden identificar las brechas entre los niveles de participación actual y deseada. El equipo de proyecto puede identificar las acciones y las comunicaciones necesarias para cerrar estas brechas a juicio de expertos.

Con la siguiente matriz se pretende mostrar el nivel de compromiso de cada uno de los interesados identificados en el proyecto.

A continuación se muestra una matriz de evaluación de la participación de los interesados:

**Cuadro 32 Matriz de Participación de Interesados**

| Interesados                   | Desconocedor | Reticente | Neutral     | Partidario | Líder |
|-------------------------------|--------------|-----------|-------------|------------|-------|
| Gerente ESPH                  |              |           |             |            | A, D  |
| Gerente Consorcio Ghella – BC |              |           |             | A          | D     |
| Gerente de Proyecto           |              |           |             |            | A, D  |
| Subcontratista                |              |           | A, D        |            |       |
| Gobierno local                |              |           | A, D        |            |       |
| Propietarios de terrenos      | A            |           |             | D          |       |
| Vecinos                       | A            |           |             | D          |       |
| Proveedores                   |              |           | A, D        |            |       |
| A: Actual                     |              |           | D: Deseable |            |       |

A continuación se establecen las estrategias para involucrar a los interesados que no poseen la participación deseada dentro del proyecto.

- Gerente ESPH: se encuentra en el nivel deseado de participación.
- Gerente Consorcio Ghella – BC: no se encuentre en el nivel deseado de participación, por lo que requiere más comunicación y acciones adicionales para conducirlo al nivel deseado de participación.
- Gerente de Proyecto: se encuentra en el nivel deseado de participación.
- Subcontratista: se encuentra en el nivel deseado de participación.
- Gobierno local: se encuentra en el nivel deseado de participación.
- Propietarios de terrenos: no se encuentre en el nivel deseado de participación por lo que requiere más comunicación y acciones adicionales, tales como acercamientos en las colindancias del proyecto para mitigar cualquier inconveniente que se presente dentro de sus propiedades y de esta manera conducirlo al nivel deseado de participación.
- Vecinos: no se encuentran en el nivel deseado, por lo que se requiere más charlas informativas sobre el proyecto y los posibles impactos que pueda tener sobre sus comunidades, así como brindarles la oportunidad de que apliquen a laborar dentro del proyecto y de esta manera conducirlos al nivel deseado de participación.
- Proveedores: se encuentra en el nivel deseado de participación.

A través de este proceso analítico se pueden identificar las brechas entre los niveles de participación actual y deseada. Se logra identificar las acciones y comunicaciones necesarias para cerrar estas brechas a través de la participación de juicios de expertos, como lo son los gerentes de la empresa constructora que cuentan con la experiencia necesaria para valorar dichos puntos.



## 5. CONCLUSIONES

- El objetivo principal del presente trabajo, elaborar un plan de proyecto para el desarrollo del sitio de obras de derivación en el PHLN2, se cumple en el sentido de que se logra elaborar cada uno de los planes de gestión de los procesos de inicio y planificación.
- Se elaboró el Plan de Gestión de Integración, donde se definió los procesos y actividades que integran la dirección de este proyecto, mediante las salidas obtenidas en este proceso, como lo son el acta de constitución y el plan para la dirección de proyectos.
- Se elaboró el Plan de Gestión del Alcance, donde se definió el alcance, los requisitos de los interesados y la creación de una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) para el proyecto, esto es de suma importancia ya que a partir de estos se desarrollan los demás procesos de las otras áreas de conocimiento.
- Se elaboró el Plan de Gestión del Tiempo, donde se definió y secuenciaron las actividades por ejecutar del proyecto. De igual manera se estimaron los recursos (humano y material), las duraciones y se creó un cronograma para la ejecución del proyecto dentro del tiempo establecido.
- Se elaboró el Plan de Gestión de Costos, donde se define y estructuran los costos del proyecto, para luego estimar económicamente las actividades y de esta manera poder determinar el presupuesto por utilizar para lograr finalizar el proyecto.
- Se define una línea de base de costos con la cual se podrá monitorear y controlar el desempeño durante la vida del proyecto.
- Se elaboró el Plan de Gestión de Calidad, mediante la ayuda de expertos y lecciones aprendidas de proyectos anteriores, en el plan de gestión de calidad se definen criterios de aceptación, procedimientos de control, los tiempos en que se realizan estos controles y el responsable del respectivo proceso.

- Se elaboró un Plan de Gestión de Recursos humanos, donde primeramente se realiza el organigrama de proyecto, la matriz de roles y responsabilidades del equipo de proyecto, asignando a cada uno de estos la responsabilidad de ejecución y de finalización de las actividades, así como a la persona a quien consultar e informar. Seguidamente se realiza el Plan para la Gestión del Personal, donde se define cuándo y cómo se van a incorporar los miembros del equipo de proyecto y durante cuánto tiempo se van a necesitar.
- Se elaboró un Plan de Gestión de Comunicaciones, en el cual se realiza la matriz de comunicaciones, donde se define la frecuencia, los medios, el emisor, el receptor y la duración para dar la respuesta, esto para cada una de las actividades que se requiera comunicar entre los integrantes del equipo de proyecto.
- Se elaboró un Plan de Gestión de Riesgos, donde en primera instancia se identifican los riesgos que afectan al proyecto y luego de varios análisis como lo son la evaluación del impacto y probabilidad de impacto, se priorizan los riesgos para elaborar una planificación de respuesta y de esta manera minimizar lo máximo posible los riesgos en el proyecto.
- Se desarrolló un Plan de Gestión de Adquisiciones para el correcto manejo de los distintos subcontratos, así como los distintos servicios, productos e insumos que se necesitarán para el proyecto. Se documentan las necesidades del proyecto, se realiza un plan de adquisiciones que contempla cada una de las necesidades que tiene el proyecto, se definen los criterios de selección y restricciones de las adquisiciones por realizar.
- Se elaboró un Plan de Gestión de los Interesados, donde se identifican y registran los interesados en el proyecto, se evalúan sus necesidades, exceptivas y requerimientos. Seguidamente se desarrollaron las estrategias para lograr que cada uno de los interesados tenga una participación eficaz en el proyecto sin que afecten la ejecución general.
- Se encuentra una mejora en la planificación en comparación con la metodología anteriormente utilizada dentro de la empresa, específicamente

en el caso de los registros de identificados, matriz de riesgos y plan de adquisiciones.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa Grupo Marshall la implementación de la Metodología de Gestión de Proyectos para la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II o para futuros proyectos similares, debido a que se detectaron mejoras en el proceso de planificación, como la correcta identificación de los riesgos y sus posibles acciones de respuesta, con lo que se logra optimizar el presupuesto.
- Recurrir al plan de proyecto desarrollado como la herramienta básica que garantizará a la organización el tener el equipo del proyecto como base para iniciar de una manera ordenada y contemplando la mayoría de actividades que se deben realizar para el inicio y la planificación de un proyecto de esta índole.
- Adoptar una metodología para la administración profesional de proyectos que se adapte a la realidad de las empresas Grupo Marshall, y que supla las necesidades y deficiencias que se han evidenciado en obra, como por ejemplo la falta de un proceso más especializado para la obtención de las adquisiciones.
- Se recomienda al Grupo Marshall implementar específicamente el Plan de Gestión de las Adquisiciones, debido al peso tan importante que representa en los proyectos, donde se puede actualizar con el paso de los proyectos y que de esta manera pase a ser una actividad dominada por la empresa para futuros proyectos.
- Se recomienda a la empresa Grupo Marshall hacer hincapié en los contratos de los subcontratistas y velar por que se cumplan en su totalidad.
- Se recomienda realizar una evaluación en el Grupo Marshall para medir el nivel de madurez que en materia de administración de proyectos tiene la organización. De esta forma, se pueden proponer los cambios requeridos para alcanzar un nivel de madurez meta y continuar con el objetivo, no solo de migrar hacia las buenas prácticas de la administración profesional de proyectos, sino de ir ascendiendo en la escala de madurez.

- Finalmente, es de gran importancia contar con personal enfocado en aspectos específicos de la administración de proyectos dentro de la organización. Por ello se recomienda hacer un análisis para estudiar una posible implementación de una oficina de administración de proyectos en la empresa Grupo Marshall. Esto a fin de dotar a la empresa de una oficina para coordinar todos los portafolios, programas y proyectos que se manejan dentro de la ella, siempre velando por el cumplimiento de las buenas prácticas administrativas que brinda la Guía del PMBOK.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

American Concrete Institute. (1996). *207.1R-96 Mass Concrete*

Becerril, F. R. (1997). *Ciencia, Metodología e investigación*. Naucalpen de Juarez: Person.

Carvajal, L. (2013). *El método deductivo de investigación*. Recuperado de :  
<http://www.lizardo-carvajal.com/el-metodo-deductivo-de-investigacion/>

Chagoya, E. R. (2008). *Metodos y técnicas de investigación*. Recuperado de:  
<http://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>

LLedó, P. (2013). *Director de Proyectos*. Victoria, BC, Canada: Pablo LLedó.

LLedó, P. & Rivarola, G. (2004). *Claves para el éxito de los proyectos*. Argentina: Inca Editorial y Talleres Gráficos Cooperativa.

Project Management Institute, Inc. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Newtown Square, Pensilvania 19073-3299 EE.UU.: Project Management Institute, Inc.

Silvestrini Ruiz, M. & Jorge, J. V. (2008). *Fuentes de Información Primarias, Secundarias y Terciarias*.

## 8. ANEXOS



### 8.1. Anexo 1: Acta de proyecto

| <b>ACTA DEL PROYECTO</b><br>Formaliza la existencia del proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. Su beneficio directo: un inicio claro y límites bien definidos del proyecto.   |  |
|--|--|
| Fecha de firma del Acta  | Nombre de Proyecto   |
| 13 de marzo del 2015   | Movimiento de tierra y obra civil del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II. |
| Áreas de conocimiento / procesos   | Área de aplicación (Sector / Actividad)                                      |
| Grupos de Procesos: Iniciación, Planificación.<br><br>Áreas de conocimiento: Integración, Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, Riesgos, Comunicaciones, Recursos Humanos, Adquisiciones e Interesados  | Sector o Actividad: Construcción – Ingeniería-Construcción.                  |
| Fecha tentativa de inicio del proyecto   | Fecha tentativa de finalización del proyecto                                 |
| 13 de marzo del 2015   | 13 de marzo del 2017   |
| <b>Objetivos del proyecto (general y específicos)</b>  |  |
| Objetivo general<br>Ejecutar el movimiento de tierra y obra civil para la construcción del proyecto hidroeléctrico Los Negros II.  |  |
| Objetivos específicos <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tramitar los permisos forestales para iniciar labores en la zona de construcción.</li> <li>2. Realizar la movilización hacia el sitio de proyecto para establecer el campamento (oficina, bodegas y talleres) en la zona.</li> <li>3. Realizar el desmonte y la limpieza de los caminos de acceso, área de la obra y sitios de obras provisionales (planta de concreto) para iniciar labores de construcción.</li> <li>4. Ejecutar las excavaciones y rellenos necesarios para alcanzar elevaciones requeridas según planos para ejecutar la obra civil.</li> <li>5. Realizar la preparación general de la superficie (concreto de sello) para obtener superficie adecuada para la ejecución constructiva.</li> <li>6. Ejecutar obra civil (acero de refuerzo y concreto) para construcción de los distintos elementos que contempla el proyecto.</li> <li>7. Colocar rellenos en las periferias de las estructuras de concreto para alcanzar niveles de terreno deseados según planos.</li> </ol> |  |

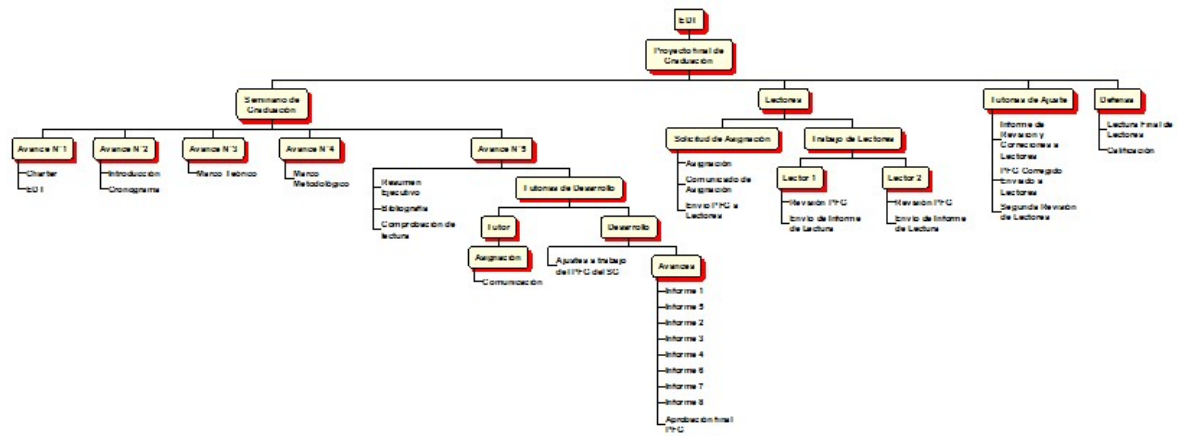
|   |
|---|
| 8. Realizar la puesta de iluminación exterior y escaleras en el sitio de obras de derivación para culminar labores en dicho sitio.  |
| <b>Justificación o propósito del proyecto (aporte y resultados esperados)</b>   |
| El propósito del presente proyecto se debe a la alta demanda de energía que existe en el país de Costa Rica que aumenta aproximadamente 6% cada año.<br>Entre los beneficios que genera el presente proyecto está en el aprovechamiento de la energía limpia de fuentes renovables como lo es el agua.  |
| <b>Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizará una presa de gravedad de concreto con sección vertedora y un cuenco disipador de energía al pie de la presa.</li> <li>• Se realizará una toma de aguas, propiamente será de tipo frontal y consistiría en una estructura de concreto ubicada a la margen derecha de la presa.</li> <li>• Se realizará una descarga de fondo a la margen derecha de la presa vertedora y junto a la obra de toma.</li> <li>• Se realizará un desarenador, que como bien dice su nombre, su propósito es remover arenas finas cuyo paso hacia las turbinas resultaría inconveniente.</li> <li>• Se realizará una alcantarilla de conducción que trabajara a presión, misma consta con un diámetro de 3 metros y una longitud de 79 metros.</li> <li>• Se realizará un túnel de conducción con una longitud de 2312.6 metros y una pendiente de fondo de 1.36%.</li> <li>• Se realizará los dados de concreto de las tuberías de baja y alta presión.</li> <li>• Se realizará un tanque de oscilación, que es una protección para la tubería de baja presión y el túnel y a su vez permite la regulación de los fluidos.</li> <li>• Se realizará una casa de máquinas que albergara dos unidades tipo Francis.</li> <li>• Se realizará un canal de desfogue que tendrá una sección trapecial y una longitud de 1885.7 metros de longitud con una pendiente de fondo de 0.09%.</li> </ul> |

|  |
|--|
| <b>Supuestos</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con todos los permisos ambientales y de los gobiernos locales para iniciar las obras.</li> <li>• Las condiciones de los caminos de accesos serán aptas para el ingreso de las distintas máquinas por utilizar en el proyecto.</li> <li>• Las condiciones climáticas no afectaran de gran manera los tiempos de ejecución del proyecto.</li> <li>• Se cuenta con el apoyo de los vecinos de la zona para ejecutar dicho proyecto.</li> <li>• Entrega del túnel (no depende de la empresa) sea según se plantea en el cronograma general del proyecto.</li> </ul> |
| <b>Restricciones</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• El plazo del proyecto tiene un límite de tiempo de 2 años para ejecutarlo.</li> <li>• El clima de la zona puede afectar el tiempo de ejecución del proyecto.</li> <li>• No poseer todos los subcontratos del proyecto genera incertidumbre en ciertos hitos.</li> </ul>   |
| <b>Identificación de riesgos</b>   |



|   |                  |   |
|---|------------------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el subcontrato del túnel se retrasa, podría generar un atraso en el cronograma de la ejecución de la obra civil, impactando el tiempo y costo del proyecto.</li> <li>• Si el clima nos afecta en el tiempo de ejecución de la obra, podría afectar el tiempo de entrega y el costo del proyecto.</li> </ul>   |                  |   |
| <b>Presupuesto</b>  |                  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con un presupuesto de \$12.175.538,09 para realizar la obra civil del sitio de Obras de Derivación.</li> </ul>   |                  |   |
| <b>Principales hitos y fechas</b>   |                  |   |
| Nombre hito   | Fecha inicio     | Fecha final   |
| Permisos forestales   | 13 de marzo 2015 | 13 de marzo 2015  |
| Obras preliminares  | 13 de marzo 2015 | 19 de marzo 2015  |
| Caminos nuevos  | 13 de marzo 2016 | 10 de marzo 2017  |
| Obras sitio de Presa  | 30 de marzo 2015 | 09 de marzo 2017  |
| Elementos metálicos   | 30 de julio 2016 | 03 de noviembre 2016  |
| Entrega de proyecto   | 13 de marzo 2017 | 13 de marzo 2017  |
| <b>Información histórica relevante</b>  |                  |   |
| <p>Como información histórica relevante se menciona que la empresa Grupo Marshall ejecutó en primera instancia el Proyecto Hidroeléctrico Los Negros entre los años 2004 y 2006, por lo que la empresa se encuentra bien relacionada con la zona (ya que el nuevo proyecto es una extensión del primero) y los dueños del proyecto.</p> <p>El PH Los Negros II se ubica en la vertiente norte de Costa Rica y utiliza aguas del río Caño Negro, este comprende un área de drenaje de 197.6 km ubicada en una zona de alta precipitación con valores anuales cercanos a los 3800 mm.</p> |                  |   |
| <b>Identificación de grupos de interés (involucrados)</b>   |                  |   |
| <p>Involucrados directo(s):<br/>Gerente de proyecto<br/>Gerente técnico<br/>Subcontratistas</p> <p>Involucrados indirecto(s):<br/>Fideicomiso Proyecto Hidroeléctrico Los Negros 2<br/>Vecinos de la zona<br/>Gobierno local</p>  |                  |   |
| Director de proyecto: Alejandro Rodríguez Sánchez   | Firma:           |  |
| Autorización de: James Pérez Céspedes   | Firma:           |  |

8.2. Anexo 2: EDT



### 8.3. Anexo 3: CRONOGRAMA

