

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

PLAN DE GESTIÓN DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE RÍO MADRE
UBICADO EN LA AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA RUTA 32 RÍO FRÍO-LIMÓN

BRAYNER BRICEÑO BOLÍVAR

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

San José, Costa Rica

Agosto 2021

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

CARLOS BRENES MENA
NOMBRE DEL PROFESOR TUTOR

YORLENY HIDALGO MORALES
NOMBRE DEL PROFESOR LECTOR No.1

MELISSA MAVET SALAS
NOMBRE DEL PROFESOR LECTOR No. 2

BRAYNER BRICEÑO BOLÍVAR
NOMBRE DEL SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A mis seres queridos, a mi hija Sara, por todo el apoyo dado durante el desarrollo de esta maestría. A mis padres por estar siempre pendientes de este proceso de aprendizaje y dando aliento a seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios, sin él nada se podría realizar.

A la empresa donde trabajo que me brindo el apoyo y colaboración durante el desarrollo de la maestría y en la realización de este proyecto final de graduación.

A mi profesor tutor y lectores por sus recomendaciones para la mejora de este proyecto.

ABSTRACT

El presente documento tiene como objetivo general crear un plan de gestión para la construcción del puente Río Madre ubicado en la ruta 32 (Río Frio-Limón). Para la organización es importante tener mecanismos para el control que permitan obtener resultados en costos y tiempos aceptables, sin embargo, no presenta una cultura, herramientas, ni metodologías que permitan construir sus proyectos bajo un marco profesional.

El producto final consiste primeramente en un diagnóstico de la situación actual de los procesos para la administración de proyectos y así realizar un análisis para determinar las áreas de mejora. Con dicho diagnóstico se desarrollan los procesos necesarios para la planificación, ejecución, control y cierre del proyecto, de acuerdo con los lineamientos del Project Management Institute.

Finalmente, para ello se emplearon tres metodologías de investigación: analítica, deductiva y bibliográfica, ya que las tres se complementan muy bien para el desarrollo de este proyecto. Fue fundamental en este proyecto ser muy analítico con la documentación bibliográfica recopilada y el uso de la metodología deductiva para hacer conclusiones de lo general a lo particular.

Los resultados logrados son el desarrollo e implementación del plan de gestión descrita bajo el concepto de Administración de proyectos, de forma tal que cualquier interesado en un determinado proyecto de la empresa, pueda fácilmente comprender cómo se gestionan profesionalmente las áreas mencionadas y cómo debería utilizarse para cualquier proyecto nuevo que se formule.

Palabras claves: Administración de proyectos, plan de gestión, puente, metodologías de investigación, empresa.

ABSTRACT

The general objective of this document is to create a management plan for the construction of the Rio Madre bridge located on route 32 (Rio Frio-Limón). This because for the organization it is important to have control mechanisms that allow obtaining results in acceptable costs and times.

The final product consists primarily of a diagnosis of the current situation of the processes for project management and thus carry out an analysis to determine areas for improvement. This is to apply the best practices for project management to carry out a management plan according to the guidelines of the Project Management Institute.

Finally, for this, three research methodologies were used: analytical, deductive and bibliographic, since the three complement each other very well for the development of this project. Being very analytical with the collected bibliographic documentation and the use of deductive methodology to make conclusions from the general to the particular was fundamental in this project.

The results achieved are the development and implementation of the management plan described under the concept of Project Management, so that anyone interested in a certain company project can easily understand how the aforementioned areas are professionally managed and how it should be used to any new project that is formulated.

Keywords: Project management, management plan, bridge, research methodologies, business

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES	14
RESUMEN EJECUTIVO.....	15
1 Introducción.....	1
1.1 Antecedentes	1
2 Marco Teórico	7
2.1 Marco Institucional.....	7
3 Marco Metodológico.....	27
4 Desarrollo	44
4.1 Plan de Gestión del Alcance del Proyecto	44
4.1.1 Recopilar requisitos	44
4.1.2 Definición del alcance.....	46
4.1.2.1 Restricciones	47
4.1.2.2 Exclusiones.....	48
4.1.2.3 Supuestos	48
4.1.3 Estructura de desglose de trabajo (EDT).....	49
4.1.4 Diccionario de la EDT	49
4.1.5 Validar el Alcance	54
4.1.6 Controlar el Alcance.....	54
4.2 Plan de Gestión del Cronograma del Proyecto.....	55
4.2.1 Definir las Actividades.....	55
4.2.2 Secuenciar las actividades	58
4.2.3 Estimar la duración	61

4.2.4	Desarrollo de Cronograma	64
4.2.5	Controlar el Cronograma	66
4.3	Plan de Gestión de Costo del Proyecto	66
4.3.1	Planificar la Gestión de los Costos.....	66
4.3.2	Estimar los costos.....	67
4.3.3	Determinar el Presupuesto	70
4.3.4	Línea base de costos.....	73
4.3.5	Controlar los costos	74
4.4	Plan de gestión de calidad.....	74
4.4.1	Planificar la gestión de la calidad	75
4.4.2	Métricas de calidad	75
4.4.3	Documentos de prueba y evaluación	76
4.5	Plan de gestión de los recursos del proyecto	77
4.5.1	Matriz de asignación de responsabilidades	79
4.5.2	Organigrama del proyecto	81
4.5.3	Estimar y adquirir los recursos	81
4.5.4	Estructura de desglose de recursos	90
4.5.5	Adquirir recursos.....	90
4.5.6	Calendario de recursos.....	91
4.5.7	Desarrollar el equipo.....	91
4.5.8	Evaluaciones de desempeño.....	92
4.6	Plan de gestión de las comunicaciones	92
4.6.1	Planificar la gestión de las comunicaciones.....	93
4.6.2	Matriz de comunicaciones	94
4.6.3	Gestionar las comunicaciones.....	99

4.6.4	Monitorear las comunicaciones	99
4.7	Plan de gestión de los riesgos.....	100
4.7.1	Planificar la gestión de los riesgos	100
4.7.2	Probabilidad e impacto de los riesgos.....	101
4.7.3	Identificar los riesgos	104
4.7.4	Análisis cualitativo.....	107
4.7.5	Planificar la respuesta a los riesgos	109
4.7.6	Monitorear los riesgos.....	112
4.8	Plan de gestión de las adquisiciones	112
4.8.1	Planificar la gestión de las adquisiciones del proyecto.....	113
4.8.2	Efectuar las adquisiciones	115
4.8.3	Controlar las adquisiciones.....	116
4.9	Plan de gestión de los interesados.....	117
4.9.1	Identificar a los interesados	118
4.9.2	Planificar el involucramiento de los interesados	121
4.9.3	Gestionar el involucramiento de los interesados	123
5	Conclusiones.....	124
6	Recomendaciones	127
7	Bibliografía.....	128
8	Anexo	130
	Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG	131
	Anexo 2: EDT del PFG.....	137
	Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG	138
	Anexo 5: CONTROL DE CAMBIOS.....	140
	Anexo 6: CUADRO DE GESTION DE VALOR GANADO.....	141

Anexo 7: CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	143
Anexo 8: PLANOS DEL PROYECTO.....	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Triángulo de Talentos del PMI	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2 Representación Genérica del Ciclo de Vida de un Proyecto ...	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3 Interrelación de los Grupos de Procesos dentro de un Proyecto o Fase...	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4 Correspondencia de Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5 Partes de un Puente.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6 Partes de un Bastión	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7 Tipos de Fuentes de Información.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8 Estructura de desglose de trabajo... ..	63
Figura 9 Cronograma de Trabajo.....	77
Figura 10 Línea Base de Costos.....	85
Figura 11 Organigrama del Proyecto.....	93
Figura 12 Estructura de Desglose de Recursos.....	102
Figura 13 Estructura de Desglose de Riesgos.....	113
Figura 14 Criterios SMART.....	127
Figura 15 Categorías de las Posiciones.....	131
Figura 16 Matriz de Poder-Interés.....	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Requisitos de los Profesionales Responsables	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2 Fuentes de Información Utilizadas	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3 Métodos de Investigación Utilizados	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4 Herramientas Utilizadas.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5 Supuestos y Restricciones	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6 Entregables	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7 Requisitos de Interesados.....	59
Tabla 8 Diccionario de la EDT.....	64
Tabla 9 Lista de Actividades.....	70
Tabla 10 Secuencia de Actividades.....	72
Tabla 11 Actividades de la Estimación de Duración.....	75
Tabla 12 Estimación de Costos del Proyecto.....	79
Tabla 13 Estimación del Presupuesto del Proyecto.....	82
Tabla 14 Métrica de Calidad.....	88
Tabla 15 Documento de Calidad.....	89
Tabla 16 Matriz de Roles.....	91
Tabla 17 Estimar y Adquirir los Recursos.....	94
Tabla 18 Matriz de Comunicación.....	106
Tabla 19 Definición de Probabilidad e Impacto.....	114
Tabla 20 Escala de Impacto.....	115
Tabla 21 Matriz de Probabilidad e Impacto.....	116
Tabla 22 Identificación de los Riegos.....	116
Tabla 23 Plantilla de Registro de Riegos del Proyecto.....	119
Tabla 24 Plantilla de Respuesta a los Riegos del Proyecto.....	123

Tabla 25 Tipo de Compras del Proyecto.....	127
Tabla 26 Interesados.....	130
Tabla 27 Valores de Poder e Interés.....	131
Tabla 28 Clasificación de los Interesados.....	132
Tabla 29 Estrategia para Atender a los Interesados.....	133

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

CACISA	Compañía Asesora de Construcción e Ingeniería
CCAI	Cámara Costarricense de la Construcción y la Cámara de Consultores
CHEC	China Harbour Engineering Company
CFIA	Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica
CONAVI	Consejo Nacional de Vialidad de Costa Rica
LANAMME	Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes
PFG	Proyecto Final de Graduación
PMI	Project Management Institute

RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente el mundo es tan cambiante y volátil respecto al ingreso de nuevas tecnologías y metodologías que se pueden aplicar a múltiples proyectos, por lo que es sencillo acceder a diversa información relacionada a la Gestión de Proyectos; sin embargo, es necesario contar con un criterio único y estructurado para el desarrollo de estos. Para ello, contaremos con la *Guía del PMBOK®* del Project Management Institute (PMI), la cual brinda pautas aplicables en el desarrollo de proyectos con estándares y prácticas adecuadas

El principal problema encontrado en la actualidad a nivel nacional en el rubro de construcción es la carencia de la aplicación de una metodología que guíe de manera correcta a los directores de proyecto para hacer una buena gestión. Para atender esta necesidad se recurrió al desarrollo de un plan práctico de gestión de proyecto adaptado al tipo de contrato con el estado costarricense, basado en la Guía del PMBOK® (PMI, 2017). Este plan, servirá para guiarse de una experiencia real del desarrollo de un proyecto de construcción.

La gerencia de proyectos en la actualidad ha tomado importancia, al ser esa disciplina que permite administrar y organizar los recursos de la organización, cumpliendo los parámetros acordados a la hora de crear un proyecto, teniendo en cuenta el alcance, cronograma, costos, recursos y riesgo, entre otros.

La Guía del PMBOK® publicado periódicamente por el Project Management Institute – PMI – constituye una herramienta de suma importancia porque presenta los fundamentos básicos y normas de referencia en el ámbito de la gerencia de proyectos, buscando además la unificación de criterios, lenguaje y técnicas relacionadas con el tema.

El objetivo general del proyecto fue elaborar un plan de gestión para el proyecto construcción de un puente ubicado en la Ruta 32 entre Río Frío y Limón. Los objetivos específicos fueron: Desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar las tareas necesarias de ejecución del proyecto, elaborar un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades necesarias para completar el proyecto en el tiempo establecido, realizar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario del proyecto, establecer un plan de gestión de las calidades para cumplir con los requisitos de calidad establecidos del proyecto y del producto final, definir un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión del proyecto, elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para asegurar que las necesidades de información del proyecto, y de los interesados se cumplan, realizar un plan de gestión de riesgos para planificar la respuesta ante ellos, minimizar sus consecuencias negativas, así como maximizar sus efectos positivos, desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones con el fin de gestionar los procesos de adquisición de bienes y servicios necesarios para el desarrollo del proyecto, y definir un plan de gestión de los interesados para desarrollar estrategias de administración adecuadas para lograr una participación eficaz de los mismos.

Para ello se emplearon tres metodologías de investigación: analítica, deductiva y bibliográfica, ya que las tres se complementan muy bien para el desarrollo de este proyecto. Ser muy analítico con la documentación bibliográfica recopilada y el uso de la metodología deductiva para hacer conclusiones de lo general a lo particular fue fundamental en este proyecto. El desarrollo del trabajo se basó en los objetivos antes descritos, para ello se emplearon las buenas prácticas que se detallan en la Guía del PMBOK® 2017, utilizando sus procesos, técnicas y herramientas, con lo cual se logró cubrir todas las áreas del conocimiento en ella descrita. Realizando un proceso iterativo con lo cual se obtuvo el plan de gestión del proyecto construcción del puente Río Madre ubicado en la ampliación de la carrera Río Frio-Limón. Lo más relevante en el alcance del proyecto, es la construcción de puente de 40 metros de longitud con pilotes pre excavados y vigas postensadas. Estableciendo una estructurada de desglose de trabajo, que es base para la estimación del cronograma, estableciendo para su ejecución 361 días, con un presupuesto de USD\$ \$1.681.719,43. Se han definido para el proyecto varios parámetros de calidad que serán la base para su control y verificación de su desempeño. Se estableció una estructura de desglose de los recursos necesarios para el proyecto, así como una matriz de comunicación para el proyecto que abarca las necesidades de los interesados. Adicionalmente, se presenta una identificación de riesgos para el proyecto y un plan de respuesta. Se realizó un análisis de hacer o comprar y se definió la metodología para las adquisiciones según los procedimientos y políticas internas de la empresa, finalizando con un análisis de los diferentes interesados para el proyecto, definiendo su poder e influencia que es la base para la definición de estrategias a seguir para la atención de cada interesado. Entre las conclusiones más relevantes para el proyecto están: La definición del alcance del proyecto es clave para su desarrollo, pues es la columna vertebral del proyecto, donde se define que se incluye en el proyecto y que no se incluye. Las métricas de calidad son de relevancia para el proyecto, son el punto de partida para saber si el trabajo está cumpliendo con los requisitos establecidos. Las comunicaciones son vitales para el éxito del proyecto, por lo que en el plan se debe contemplar las necesidades de todos los interesados. Las recomendaciones principales al (los) Director(es) de proyecto(s) son: emplear la Guía del PMBOK® 2017 para maximizar el éxito del proyecto. Utilizar este plan de gestión como guía en la ejecución del proyecto. Tener comunicación interactiva con todos los involucrados, para estar seguros que el mensaje emitido sea el que se quiere comunicar. Involucrar a los interesados del proyecto desde las etapas tempranas del proyecto, con el fin de conocer sus necesidades y expectativas del proyecto y poder gestionarlas adecuadamente.

1 Introducción

1.1 Antecedentes

Actualmente el mundo es tan cambiante y volátil respecto al ingreso de nuevas tecnologías y metodologías que se pueden aplicar a múltiples proyectos, por lo que es sencillo acceder a diversa información relacionada a la Gestión de Proyectos; sin embargo, es necesario contar con un criterio único y estructurado para el desarrollo de estos. Para ello, se cuenta con la *Guía del PMBOK®* (PMI, 2017) del Project Management Institute (PMI), la cual brinda pautas aplicables en el desarrollo de proyectos con estándares y prácticas adecuadas. Esta guía se utilizará para la elaboración de este proyecto final de graduación con el fin de realizar una adecuada Dirección de Proyectos enfocada específicamente a un caso de construcción de un puente, ubicado en la provincia de Limón. El interés del desarrollo de este proyecto es debido a la necesidad de construir una nueva estructura con tecnología y normatividad actual, de tal manera que cumpla con los requerimientos para el paso de camiones con mayor tonelaje, permitiendo de esta manera el desarrollo de la zona de influencia. La ejecución del proyecto en mención fue encargada a la empresa China Harbour Engineering Company (CHEC) bajo la supervisión de la empresa nacional Compañía Asesora de Construcción e Ingeniería (CACISA S.A.), entidad contratada por medio del gobierno de Costa Rica.

Para el presente Proyecto Final de Graduación (PFG), se desarrolló un Plan de Gestión de Proyecto para la empresa privada especializada en la consultoría en Ingeniería. La empresa tiene más de 25 años de experiencia y de estar inscrita formalmente ante el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA) y posteriormente ante la Cámara Costarricense de la Construcción y la Cámara de Consultores (CCAI). A lo largo de estos años, la empresa ha experimentado un mayor impulso concentrando su gestión empresarial en la

consultoría de las obras públicas, vialidad, estructuras mayores, puertos y aeropuertos, así como también ha logrado desarrollar un moderno Laboratorio de Materiales. El trabajo como empresa consultora se ha desarrollado por áreas temáticas, en donde se han creado las áreas de Diseño, Supervisión, Geotecnia, y Control de Calidad, fortaleciendo así su especialización aplicada a los sectores público y privado, incluso a nivel internacional. Por ejemplo, se ha realizado un proceso de expansión y apertura de oficinas en otros países como Nicaragua, El Salvador y más recientemente en Panamá, esto para operar también en el sector público y privado, con firmas propias o en alianza con otras sociedades locales en proyectos viales, aeropuertos, puentes, desarrollos turísticos, comerciales, industriales y habitacionales. La empresa ha logrado acreditaciones importantes como en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 y como Organismo de Inspección en la Norma INTE-ISO/IEC 17020:2000.

La empresa fue contratada y adjudicada, por parte del Consejo Nacional de Vialidad de Costa Rica (CONAVI), como empresa consultora encargada de la supervisión e inspección del proyecto de ampliación de la carretera Río Frío-Limón. Este contrato inició desde el año 2018 y se desarrollará de manera continua hasta la fecha prevista de finalización en el año 2022.

El proyecto de construcción de la ampliación de la carretera Río Frío-Limón consiste en la construcción de 107 kilómetros de carretera de cuatro carriles en asfalto, la construcción de 33 puentes de dos carriles cada uno, y la construcción de 5 intercambios con pasos a desnivel, entre otras obras adicionales. El proyecto de construcción es desarrollado por la empresa China Harbour Engineering Company (CHEC), la cual subcontrató a empresas nacionales para realizar varios tramos del proyecto. El alcance del contrato que realiza la empresa en la actualidad en el proyecto incluye la supervisión e inspección de todas las actividades de construcción que se realizan por parte de las diferentes empresas contratistas del proyecto. Esta supervisión se desarrolla en diferentes etapas, las cuales incluyen la revisión de los diseños presentados por los contratistas, el seguimiento en campo de los diferentes procesos

constructivos, el control topográfico del proyecto, la verificación de los elementos constructivos, basándose en los planos constructivos, las especificaciones del proyecto y las normas que rigen las mismas, así como la verificación y el control de la calidad de los materiales utilizados. También se incluye el registro, verificación y aprobación del avance de las obras y el control financiero del proyecto, así como la verificación del cumplimiento de las normas ambientales del proyecto.

Para cumplir con el alcance del contrato, la empresa ha destinado una serie de recursos tanto humanos como materiales, en donde se incluye personal técnico compuesto de ingenieros, topógrafos, administradores de empresas, técnicos de laboratorio, inspectores de campo, encargados de mantenimiento, secretarias y asistentes, entre otros, así como recursos materiales como instalaciones de oficinas y laboratorios de campo, vehículos, equipos de laboratorio, y equipos de cómputo, entre otros. El trabajo de la empresa en el proyecto se realiza por medio de tres grandes grupos de trabajo, en donde uno se encarga de la supervisión de la vía, otro se encarga de los puentes y los intercambios, y el tercer grupo se encarga del laboratorio de campo y el control de la calidad de los materiales utilizados.

La *Guía del PMBOK*[®] (PMI, 2017), al ser una guía de buenas prácticas con procesos estandarizados, permite su aplicación a cualquier tipo de proyecto, favoreciendo a las organizaciones en cuanto al desarrollo de una mejor gestión. En la sección final del documento se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación.

1.2 Problemática

El principal problema encontrado en la actualidad a nivel nacional en el ámbito de la construcción es la carencia en la aplicación de una metodología que guíe de manera correcta a los directores de proyecto para hacer una buena gestión. Para atender esta necesidad se recurrió al desarrollo de un plan práctico de gestión de proyecto adaptado al tipo de contrato con el estado costarricense, ayudado de la *Guía del PMBOK*[®] (PMI, 2017). Este plan, de

materia para el presente proyecto final de graduación, servirá para guiarse de una experiencia real del desarrollo de un proyecto de construcción.

Actualmente el proyecto de supervisión que lleva la empresa consta de 33 puentes, por lo que un plan de gestión para la construcción sería de gran valor, dado que la empresa no cuenta con la experiencia necesaria aplicando una metodología con la ayuda la *Guía del PMBOK®* (PMI, 2017). Además, actualmente el área de supervisión de la empresa es la que se encarga de controlar y gestionar estos proyectos de manera global, pero no tiene desarrollada una estructura para la gestión de construcción de puentes, ni que utilice los conocimientos de la administración de proyectos para poder potencializar y hacer más eficientes todos los proyectos que tiene a su cargo.

Parte del problema actual, es que la empresa no cuenta con la experiencia en este tipo de manejo de proyectos, por lo que la información técnica especializada en administración de proyectos es limitada. Para ello se propone la elaboración de un plan de gestión de construcción de puentes, siguiendo las mejores prácticas en administración de proyectos que establece la *Guía del PMBOK®* (PMI, 2017), de manera tal que se tenga de forma clara y práctica el mejor manejo para lograr los resultados que se esperan del proyecto.

1.3 Justificación del Proyecto

La gerencia de proyectos en la actualidad ha tomado importancia, al ser esa disciplina que permite administrar y organizar los recursos de la organización, cumpliendo los parámetros acordados a la hora de crear un proyecto, teniendo en cuenta tiempo, recursos y alcance.

La *Guía del PMBOK®*(PMI, 2017). publicada periódicamente por el Project Management Institute – PMI – constituye una herramienta de suma importancia porque presenta los fundamentos básicos y normas de referencia en el ámbito de la gerencia de proyectos, buscando además la unificación de criterios, vocabularios y técnicas relacionadas con el tema.

En el medio de la construcción, aunque la *Guía del PMBOK®* (PMI, 2017) es medianamente conocida, no se cuenta con una metodología que facilite su implementación y mucho menos en empresas dedicadas a la inspección y construcción de puentes.

Cabe resaltar que a pesar de que se ha tenido un avance en el tema de dirección de proyectos, no ha sucedido lo mismo en el de gerencia de proyectos, visto este último como una visión integral de administración y de gestión.

En las empresas de inspección y construcción de puentes, se usan muchos de los procesos de gerencia de proyectos (estimaciones de recursos, de duración, determinar presupuesto, controlar el cronograma, gestionar interesados) pero estos no siempre se aplican como parte de un esquema organizado y lógico, sino como actividades dispersas y puntuales en cada proyecto.

Con la elaboración de un plan de gestión para la implementación la *Guía del PMBOK®* (PMI, 2017) en las empresas de inspección y construcciones de puentes se dará un paso importante en la gerencia de proyectos, al fundamentar el quehacer diario en normas previamente establecidas a nivel global y la aplicación de buenas prácticas para la puesta en marcha de la gerencia de proyecto.

Los beneficios que le daría a la empresa serian de gran ayuda para los próximos proyectos, tales como:

- Realizar el proyecto en el menor tiempo posible.
- Que el proyecto cumpla los estándares de calidad que se requieren.
- Lograr obtener un margen de ganancias en 20% al termino de la entrega del proyecto.
- Terminar el proyecto con cero accidentes de trabajo.
- Que los riesgos sean aceptables y bien manejados.

1.4 Objetivo General

Elaborar un plan de gestión de proyecto para la construcción del Puente Río Madre ubicado en la ampliación de la carretera Ruta 32 Río Frío-Limón para aplicarlo en los próximos puentes que la empresa realice.

1.5 Objetivos Específicos

1. Desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar las tareas necesarias de ejecución del proyecto.
2. Elaborar un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades necesarias para completar el proyecto en el tiempo establecido.
3. Realizar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario del proyecto.
4. Establecer un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos para el proyecto y el producto final.
5. Definir un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión del proyecto.
6. Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para asegurar que las necesidades de información del proyecto y de los interesados se cumplan.
7. Realizar un plan de gestión de riesgos para administrarlo de manera oportuna.
8. Desarrollar un plan de gestión de adquisiciones para identificar los flujos de los insumos que requiere el proyecto y los niveles de responsabilidad de las partes.
9. Definir un plan de gestión de los interesados para desarrollar estrategias de administración adecuadas para lograr una participación eficaz de los mismos.

2 Marco Teórico

2.1 Marco Institucional

2.1.1 Antecedentes de la Institución

La empresa tiene más de 20 años de experiencia y de estar inscrita formalmente ante el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica y posteriormente ante la Cámara Costarricense de la Construcción y la Cámara de Consultores. A lo largo de estos años, la empresa ha experimentado un mayor impulso concentrando su gestión empresarial en la consultoría de las obras públicas, vialidad, estructuras mayores, puertos y aeropuertos y también ha logrado desarrollar un moderno Laboratorio de Materiales. El trabajo como empresa consultora se ha desarrollado por áreas temáticas, en donde se han creado las áreas de Diseño, Supervisión, Geotecnia y Control de Calidad fortaleciendo así su especialización aplicada a los sectores público y privado, inclusive a nivel internacional, realizando un proceso de expansión abriendo oficinas en otros países como Nicaragua, El Salvador y más recientemente en Panamá para operar también en el sector público y privado, con firmas propias o en alianza con otras sociedades locales o internacionales, en proyectos viales, aeropuertos, puentes, desarrollos turísticos, comerciales, industriales y habitacionales. La empresa ha logrado acreditaciones importantes como en la norma para la inspección de ensayos de laboratorios INTE-ISO/IEC 17025:2005 y la norma para los Organismo de Inspección en la Norma INTE-ISO/IEC 17020:2000.

2.1.2 Misión y Visión

La empresa tiene planteada la siguiente Misión: “Somos una firma consultora internacional de soluciones integrales de ingeniería y construcción, cuya ruta está orientada en nuestra vocación de crecimiento con innovación y calidad; reforzados en la capacidad, conocimiento y experiencia de nuestros colaboradores”. Además, se plantea la siguiente visión: “Responder a las exigencias del mercado de la ingeniería y construcción generando confianza, progreso y prosperidad a la sociedad y a nuestros clientes con servicios de excelencia profesional y calidad comprobada”. La empresa tiene valores como integridad, gestión eficaz, compromiso responsable, respeto y experiencia.

2.1.3 Estructura Organizativa

La empresa consta de un organigrama principal en donde se tiene un Director General, un Director del Área de Laboratorio de Materiales, un Director del Área de Diseño, un Director del Área de Supervisión, un Director del Área de Geotecnia, un Director del Área Administrativa Contable, un encargado de Calidad, un encargado del Área de Mercadeo, Ingenieros de Proyecto, Ingenieros Residentes, Topógrafos, Ingenieros de Laboratorio, Técnicos de Laboratorio, Inspectores de proyecto, Contadores, Secretarias, Mecánicos y Misceláneas. El negocio de la empresa se basa en el manejo de proyectos en cada una de las cuatro áreas principales las cuales son diseño, supervisión, control de calidad de materiales y geotecnia. A cada proyecto se le asigna un Director de Proyecto o como se le conoce en la empresa, un Ingeniero Gerente de Proyecto, además de ingenieros de proyecto o de laboratorio y todo el personal técnico que se requiera para cada proyecto. Los proyectos están organizados dentro de cada una de las cuatro áreas principales y la empresa cuenta con un director para cada una de estas áreas. Por aparte se tienen las áreas más funcionales de Administración Contable y Calidad, las cuales le dan apoyo a las cuatro áreas principales. Toda la empresa es dirigida por un Director General.

Analizando el organigrama y el manejo que se hace de los proyectos en los que participa la empresa, se puede concluir que la empresa es del tipo Matricial Fuerte. La Estructura Matricial presenta una mezcla de las características de las organizaciones funcionales y de las orientadas a proyectos. En la empresa se evidencia el esfuerzo por maximizar las fortalezas y minimizar las debilidades de las organizaciones funcionales y proyectizadas. En el caso de la empresa, tal como se muestra en el Organigrama de una empresa Matricial Fuerte, se tiene una organización dirigida por un Director General, quien controla todas las actividades de la empresa, además de Gerentes Funcionales como los de las áreas de administrativo contable y Calidad y también se cuenta con Gerentes Directores de Portafolios de Proyectos, como lo son los Directores de las cuatro Áreas Principales y por último los Directores de cada proyecto en específico, quienes controlan el proyecto en sí y los recursos destinados para este. En este caso se puede decir que la empresa es una Matricial fuerte, ya que el balance de poder reside en el gerente de proyectos de cada proyecto, pese a que este le debe responder a dos supervisores como lo son los Directores de Área y el Director General, además de que mantiene una línea vertical muy marcada de autoridad. La empresa, tiene una organización Matricial Fuerte, en donde la autoridad del director del Proyecto es alta. Éste trabaja a tiempo completo y se le asigna personal administrativo a tiempo completo. La disponibilidad de recursos es moderada o alta y el director de proyectos controla el presupuesto del mismo.

Dentro del contrato de la supervisión que lleva la empresa en el proyecto de construcción de la carretera Río Frío-Limón, el personal con que el Consultor debe desarrollar el proyecto de Supervisión y los requerimientos de este se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 1*Requisitos de los Profesionales Responsables*

Descripción de personal profesional y técnico	Cantidad (personas)	Experiencia mínima (años)	Escolaridad mínima
Director de Supervisión	2	10	Ingeniero Civil con grado mínimo de Licenciatura
Ingeniero de Proyecto	15	7	Ingeniero Civil o Ingeniero de Construcción con grado mínimo de Licenciatura
Ingeniero de Estructuras	5	7	Licenciatura en Ingeniería Civil
Ingeniero de Verificación de la Calidad	1	7	Licenciatura en Ingeniería Civil o Ingeniería en Construcción
Ingeniero Encargado Administrativo y Financiero	1	5	Ingeniero Civil o Ingeniero de Construcción con grado mínimo de Licenciatura
Ingeniero Topógrafo	8	5	Ingenieros Topógrafos con grado mínimo de Licenciatura
Regente Ambiental	3	5	El Profesional debe estar inscrito ante la SETENA, para lo cual deberá aportar la certificación que lo acredite
Ingeniero Salud Ocupacional	3	5	Ingeniero en Salud Ocupacional con grado mínimo de Licenciatura

Nota: Reproducido del *Cartel del Contrato de Supervisión* CONAVI, 2016 .

2.1.4 Productos que Ofrece

Dentro de los trabajos a realizar se incluyen trabajos de consultoría técnica en donde se realiza un seguimiento, control y verificación de los procesos constructivos, en donde se incluye el servicio de consultoría por medio de profesionales que se encargan de las áreas técnicas constructivas, servicio de consultoría de revisión de diseños estructurales por medio de profesionales especialistas en estructuras, servicio de consultoría de control y seguimiento financiero del proyecto por medio de profesionales que lleven el control financiero del proyecto y de avances de obra del mismo, servicios de topografía por medio de profesionales en esta rama, servicios de laboratorio para ensayos de verificación de la calidad de los materiales por medio de profesionales y técnicos especializados, así como un laboratorio certificado y servicio de consultoría por medio de profesionales especializados para verificar el cumplimiento de los compromisos ambientales y sociales por parte de las empresas constructoras dentro del proyecto.

La empresa proporciona al gobierno el personal especializado, con la experiencia necesaria para realizar las labores de construcción y que suministre todos los recursos necesarios para llevar a cabo los controles técnicos, mediciones de cantidades de obra, verificación de levantamiento topográficos, la verificación de la calidad, verificación del cumplimiento de las obligaciones ambientales, etc., durante el periodo de ejecución de los contratos de construcción con los contratistas. Los servicios descritos se entregarán mediante comunicados oficiales e informes mensuales en donde se incluya todo lo relacionado a lo descrito anteriormente.

La construcción incluirá el seguimiento de la ejecución de las obras , con todas las actuaciones que ello conlleva, en donde se incluye provisión del personal y materiales necesarios; seguimiento, control y verificación para asegurar que las obras se lleven a cabo, en todas las áreas y fases establecidas en los respectivos contratos constructivos; seguimiento,

control y verificación para asegurar que la construcción propia se esté efectuando adecuadamente el control físico-financiero; asistencia y asesoramiento integral al gobierno; aseguramiento de que los sistemas de trabajo de construcción permitan la realización de los informes necesarios y confiables al gobierno, sea relativos a cantidades de obra, técnicos o financieros; realización de los levantamiento topográficos solicitados por el gobierno; todo ello, cumpliendo los requisitos especificados en el Contrato de Construcción; realización de pruebas y ensayos solicitados por el gobierno; control y seguimiento para verificar que los trabajos cumplan a cabalidad los compromisos ambientales exigidos por el ordenamiento jurídico; todo ello, cumpliendo los requisitos especificados en el Contrato de Construcción.

Para ello deberá asesorar al gobierno, en el establecimiento de los procedimientos a seguir, a fin de que la administración de la supervisión de los contratos de construcción sea realizada en la forma más armoniosa posible, sin menoscabo de los intereses de ninguna de las partes.

El Constructor deberá recomendar al Ingeniero, en todos los asuntos de índole técnico, financiera y administrativo, en relación con los contratos de construcción y emitirá por escrito las recomendaciones necesarias para que el Gobierno instruya al Contratista cuando se requiera implementar cambios necesarios o incorporar el equipo o personal requerido para asegurar que las obras se realicen de acuerdo con los alcances definidos en los contratos de construcción y cumpliendo con las condiciones de calidad y que su finalización se produzca dentro del plazo contractual establecido.

Para cada uno de los proyectos, se le asigna un Ingeniero Gerente de proyecto o un director de proyecto, quien es el encargado y responsable de controlar y dar seguimiento a todas las actividades del proyecto en sí. Al Gerente del proyecto se le asignan los recursos económicos y humanos, que se requieren en el proyecto por parte del Director General, pero el director del proyecto es quien controla los mismos. El Director de Área o Director de Gerentes

de Proyecto les da seguimiento a todos los proyectos de su Área mediante reuniones periódicas en los proyectos. Los departamentos Administrativos contables y de Calidad les dan apoyo y seguimiento a todos los proyectos, mediante controles contables, auditorías o capacitaciones sobre los requerimientos de los entes acreditadores del ISO-17025 y 17020.

Dentro de los requerimientos del proyecto y sus respectivos criterios de aceptación podemos incluir los siguientes:

- Seguimiento, control y verificación de los procesos constructivos.
- Revisión de diseños geométricos y estructurales.
- Control y seguimiento financiero y de avance de obra.
- Control y seguimiento por medio de topografía.
- Verificación de la calidad de los materiales por medio de pruebas de laboratorio.
- Verificación de los compromisos ambientales y sociales.
- Verificación de los requerimientos de seguridad ocupacional.

El entregable final del proyecto se define como comunicados oficiales con información parcial de los requerimientos del proyecto y un informe mensual con la entrega de todo el trabajo realizado respecto a cada uno de los requerimientos planteados para el proyecto.

2.2 Teoría de Administración de Proyectos

2.2.1 Proyecto

Un proyecto se puede definir como "...un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un proyecto, servicio o resultado único" (PMI, 2017, p. 4).

Adicionalmente "Los proyectos se llevan a cabo para cumplir objetivos mediante la producción de entregables. Un objetivo se define como una meta hacia la cual se debe dirigir el trabajo, una posición estratégica que se quiere lograr, un fin que se desea alcanzar, un resultado a obtener, un producto a producir o un servicio a prestar. Un entregable se define como cualquier producto, resultado o capacidad único y verificable para ejecutar un servicio

que se produce para completar un proceso, una fase o un proyecto. Los entregables pueden ser tangibles o intangibles” (PMI, 2017, p. 4)

Según el PMI (2017) cada proyecto cuenta con objetivos específicos, los cuales pueden producir alguno de los entregables que se citan a continuación:

- “Un producto único, que puede ser un componente de otro elemento, una mejora o corrección de un elemento o un nuevo elemento final en sí mismo (p.ej., la corrección de un defecto en un elemento final);
- Un servicio único o la capacidad de realizar un servicio (p.ej., una función de negocio que brinda apoyo a la producción o distribución);
- Un resultado único, tal como una conclusión o un documento (p.ej., un proyecto de investigación que desarrolla conocimientos que se pueden emplear para determinar si existe una tendencia o si un nuevo proceso beneficiará a la sociedad); y
- Una combinación única de uno o más productos, servicios o resultados (p.ej., una aplicación de software, su documentación asociada y servicios de asistencia al usuario)” (PMI, 2017, p. 4).

2.2.2 Administración de Proyectos

La administración de los proyectos “es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los procesos de dirección de proyectos identificados para el proyecto. La dirección de proyectos permite a las organizaciones ejecutar proyectos de manera eficaz y eficiente.

Una dirección de proyectos eficaz ayuda a individuos, grupos y organizaciones públicas y privadas a:

- Cumplir los objetivos del negocio;

- Satisfacer las expectativas de los interesados;
- Ser más predecibles;
- Aumentar las posibilidades de éxito
- Entregar los productos adecuados en el momento adecuado;
- Resolver problemas e incidentes;
- Responder a los riesgos de manera oportuna;
- Optimizar el uso de los recursos de la organización;
- Identificar, recuperar o concluir proyectos fallidos;
- Gestionar las restricciones (p.ej., alcance, calidad, cronograma, costos, recursos);
- Equilibrar la influencia de las restricciones en el proyecto (p.ej., un mayor alcance puede aumentar el costo cronograma); y
- Gestionar el cambio de una mejor manera” (PMI, 2017, p. 10)

Por otro lado, aquellos proyectos que no cuenten con una adecuada administración de proyectos pueden tener variaciones muy importantes en la triple restricción (tiempo, costo, calidad), viéndose disminuida la posibilidad de que el proyecto sea exitoso.

Los directores de proyectos deben contar con una serie de competencias, que de acuerdo con la *Guía del PMBOK®* (PMI, 2017), se encuentran en el Triángulo de Talentos del PMI que incluye tres conjuntos de habilidades, las cuales son:

Dirección técnica de proyectos. Los conocimientos, habilidades y comportamientos relacionados con ámbitos específicos de la dirección de proyectos, programas y portafolios. Los aspectos técnicos de desempeñar el rol propio.

Liderazgo. Los conocimientos, habilidades y comportamientos necesarios para guiar, motivar y dirigir un equipo, para ayudar a una organización a alcanzar sus metas de negocio.

Gestión Estratégica y de Negocios. El conocimiento y la pericia en la industria y la organización que mejora el desempeño y entrega de mejor manera los resultados del negocio. (PMI, 2017, p. 56).

La Figura 1 muestra gráficamente el conjunto de habilidades que detalla el PMI 2017.

Figura 1

Triángulo de Talentos del PMI



Nota: Reproducido de Project Management Institute Inc., 2017, pag. 57.

2.2.3 Ciclo de Vida de un Proyecto

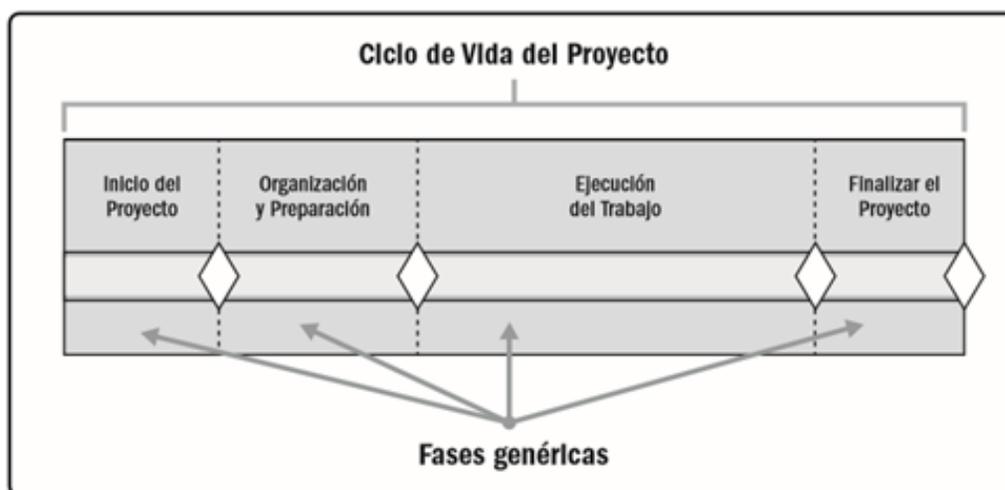
Todos los proyectos se pueden dividir en fases ya preestablecidas, las cuales van a definir el inicio y la conclusión de los proyectos, a esto se le llama el ciclo de vida del proyecto. Se define como “la serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión. Proporciona el marco de referencia básico para dirigir el proyecto... Las fases

pueden ser secuenciales, iterativas o superpuestas... Los ciclos de vida de los proyectos pueden ser predictivos o adaptativos” (PMI, 2017, p. 19).

La Figura 2 muestra, de forma gráfica, cómo se representa el ciclo de vida genérico de los proyectos.

Figura 2

Representación Genérica del Ciclo de Vida de un Proyecto



Nota: Reproducido de Project Management Institute Inc., 2017, pag.18.

2.2.4 Procesos en la Administración de Proyectos

La dirección de proyectos se define como “la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los procesos de dirección de proyectos identificados para el proyecto.” (PMI, 2017, p. 10).

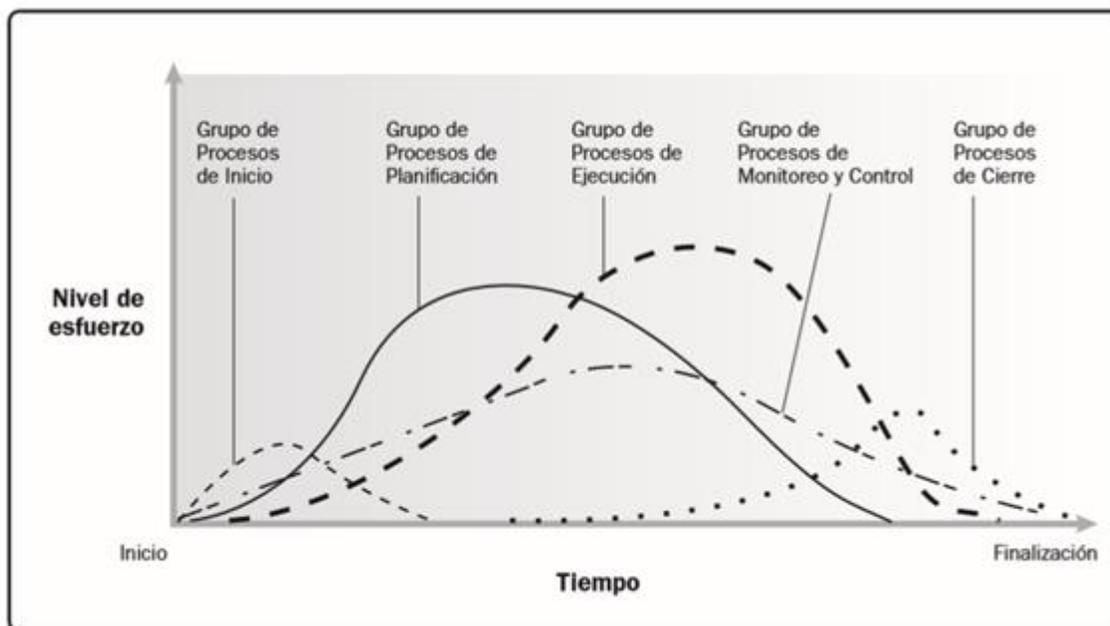
Los procesos en la administración de proyectos se clasifican en cinco grupos todos orientados a lograr la realización de los objetivos del proyecto, de acuerdo a la *Guía del PMBOK®* (PMI, 2017) sexta edición, estos grupos están formados por:

- “Grupo de Procesos de Inicio. 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. 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. Procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de satisfacer los requisitos del proyecto.
- Grupo de Procesos de Monitoreo y Control. Procesos requeridos para hacer seguimiento, analizar 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. Procesos llevados a cabo para completar o cerrar formalmente el proyecto, fase o contrato.” (PMI, 2017, p. 23)

Estos procesos no están separados, sino que de cierta manera se interrelación, tal como se muestra en la Figura 3, es decir, no son procesos separados, en alguna medida todos se relacionan en algún momento de la fase del ciclo de vida de los proyectos.

Figura 3

Interrelación de los Grupos de Procesos dentro de un Proyecto o Fase



Reproducido de Project Management Institute Inc., 2017, pag.555.

2.2.5 Áreas de Conocimiento de la Administración de Proyectos

En los grupos de procesos están presentes las áreas del conocimiento que detalla la *Guía del PMBOK®* (PMI, 2017) en total son diez las que se detallan para la dirección de proyectos, pero según las características y necesidades de un proyecto, puede que se requiera de otras más. No necesariamente todas las diez áreas están presentes en cada uno de los grupos de procesos, esto se puede apreciar mejor en la Figura 6, en la que se muestra la correspondencia entre los grupos de procesos y las áreas del conocimiento. El PMI (2017) detalla que “un Área de Conocimiento es un área identificada de la dirección de proyectos definida por sus requisitos de conocimientos y que se describe en términos de los procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que la componen” (p. 23).

Las diez áreas del conocimiento que describe la *Guía del PMBOK®* (PMI, 2017) son:

- “Gestión de la Integración del Proyecto. Incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.
- Gestión del Alcance del Proyecto. Incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo requerido para completarlo con éxito.
- Gestión del Cronograma del Proyecto. Incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo.
- Gestión de los Costos del Proyecto. Incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.
- Gestión de la Calidad del Proyecto. Incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer las expectativas de los interesados.
- Gestión de los Recursos del Proyecto. Incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto.
- Gestión de las Comunicaciones del Proyecto. Incluye los procesos requeridos para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.
- Gestión de los Riesgos del Proyecto. Incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto.

- Gestión de las Adquisiciones del Proyecto. Incluye los procesos necesarios para la compra o adquisición de los productos, servicios o resultados requeridos por fuera del equipo del proyecto.
- Gestión de los Interesados del Proyecto. Incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto.” (PMI, 2017, p. 24)

En la Figura 4 se puede ver cómo es la correspondencia de cada uno de los cinco grupos que conforman los proyectos, con las diez áreas del conocimiento que detalla la *Guía del PMBOK®* (PMI, 2017).

Figura 4

Correspondencia de Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto	4.4 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.5 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.6 Cerrar Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Tiempo del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar los Recursos de las Actividades 6.5 Estimar la Duración de las Actividades 6.6 Desarrollar el Cronograma		6.7 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costes del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Realizar el Aseguramiento de Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de los Recursos Humanos	9.2 Adquirir el Equipo del Proyecto 9.3 Desarrollar el Equipo del Proyecto 9.4 Dirigir el Equipo del Proyecto		
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Controlar las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos		11.6 Controlar los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	12.4 Cerrar las Adquisiciones
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar la Gestión de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Controlar la Participación de los Interesados	

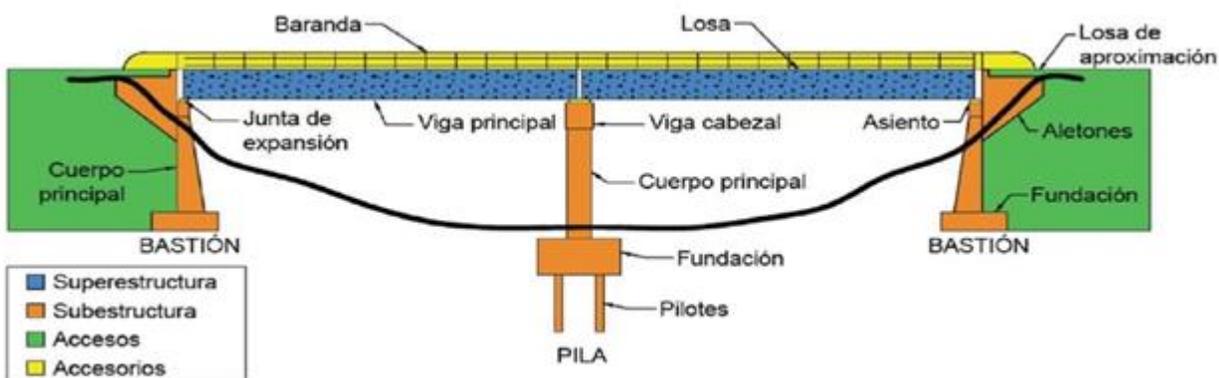
Reproducido de Project Management Institute Inc., 2017, pag.556

2.3 Puente

Un puente es una construcción que permite salvar un accidente geográfico como un río, un cañón, un valle o un cuerpo de agua, o cualquier otro obstáculo físico, como una carretera, un camino, una vía férrea. El diseño de cada puente varía dependiendo de su función y de la naturaleza del terreno sobre el que se construye.

Figura 5

Partes de un Puente



Nota: Boletín de información de puentes, Lanamme, 2015, pag.5.

2.3.1 Pilotes Pre-Excavados

Se denomina pilote a un elemento constructivo utilizado para cimentación de obras, que permite trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo, cuando este se encuentra a una profundidad tal que hace inviable, técnica o económicamente, una cimentación más convencional mediante zapatas o losas.

Tiene forma de columna colocada en vertical en el interior del terreno sobre la que se apoya el elemento que le trasmite las cargas (pilar, encepado, losa...) y que trasmite la carga al

terreno por rozamiento del fuste con el terreno, apoyando la punta en capas más resistentes o por ambos métodos a la vez.

2.3.2 Zapata

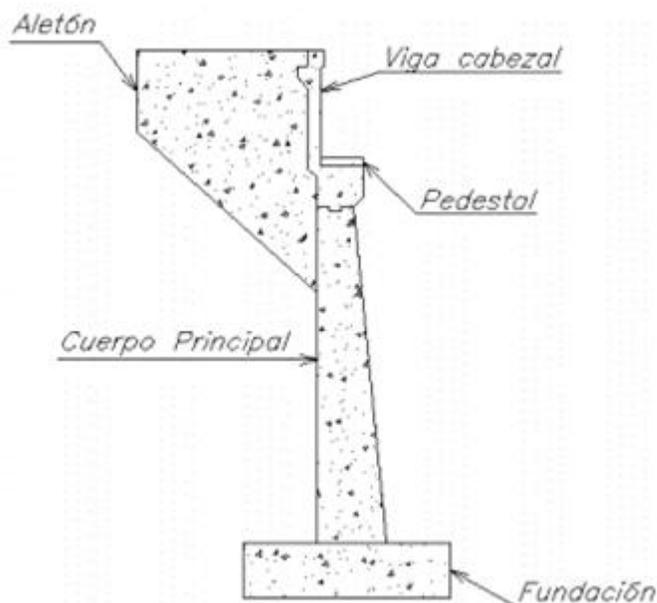
Una zapata es un tipo de cimentación superficial (normalmente aislada), que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos y de resistencias a compresiones medias o altas. Consisten en un ancho prisma de hormigón (concreto) situado bajo los pilares de la estructura. Su función es transmitir al terreno las tensiones a que está sometida el resto de la estructura y anclarla.

2.3.3 Apoyos de Neopreno

Los comúnmente denominados «Apoyos de elastoméricos» o «Apoyos de neopreno» son elementos constituidos por un bloque de elastómero que contienen en su interior una serie de chapas de acero que por adherencia y vulcanización forman un solo cuerpo.

2.3.4 Bastiones

Elemento de la subestructura que sirve de apoyo en los extremos de la superestructura, puede ser construida de concreto, acero, madera o mampostería. Dado que los bastiones están en contacto con los rellenos de aproximación del puente, una de sus funciones principales es de absorber el empuje del terreno.

Figura 6*Bastión de un Puente*

Nota: Reproducido de *Manual de inspección de puentes*. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, MOPT, 2012, pag.7

2.3.5 Vigas Prefabricadas

Se consideran como vigas prefabricadas de hormigón armado o pretensado, las que constituyen productos estándar, ejecutados en instalaciones fijas y que, por tanto, no son realizadas en obra.

2.3.6 Prelosas Prefabricadas

Las prelosas para tableros de puente, son elementos que normalmente van colocados sobre vigas artesa -también pueden ir sobre vigas doble T-, su función es servir de encofrado a la losa que debe hormigonarse in situ. Podemos fabricarlas en diferentes espesores y anchuras, según las necesidades de cada proyecto.

2.3.7 Losa de Rodamiento

Capa de desgaste que se coloca sobre la plataforma del sistema de piso para protegerlo de la abrasión producida por el tráfico; puede ser de asfalto o concreto con espesores que varían de 2.54 cm a 5 cm. Sin embargo, debido a malas prácticas del mantenimiento de carreteras, este espesor algunas veces es mayor por la inapropiada colocación de sobre capas de asfalto.

2.3.8 Losa de Aproximación

Losa de acceso al puente construida en concreto reforzado. Funciona como parte de la superficie de rodamiento del acceso y se encuentra apoyada en una parte de la viga cabezal del bastión llamada ménsula. La losa de aproximación se utiliza para prevenir asentamientos en los rellenos de aproximación debido a la compactación generada por el peso de los vehículos a través del tiempo.

2.3.9 Juntas de Expansión

Elementos divisorios de la losa instalados en los extremos de cada tipo de superestructura que permite la traslación y/o rotación, para garantizar la expansión y contracción de la superestructura por temperatura y sismo.

2.3.10 Baranda

Sistema de contención longitudinal fijada al sistema de piso para evitar la caída al vacío de los usuarios, vehículos, ciclistas y peatones, pueden ser de concreto o de acero.

3 Marco Metodológico

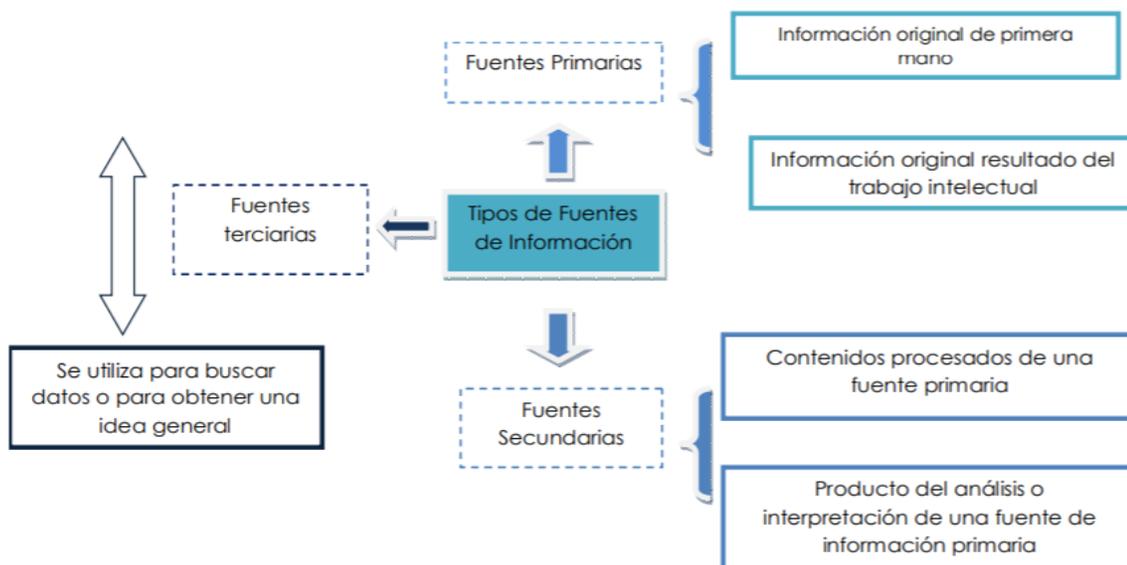
Como se explica en detalle (Castillo, 2019), el marco metodológico es el punto clave de la investigación. Detalla los procedimientos sobre cómo se llevó a cabo la investigación y sigue la estructura seguida para responder las preguntas de la investigación. También ayuda a evaluar la calidad de la investigación. Por otro lado, según Barrantes (2016), detalló “Este es el núcleo de la investigación, es decir, bombeará sangre a todo el cuerpo del documento y ayudará a producir Alimentos que facilitan el crecimiento y la vida” (página 123).

3.1 Fuentes de Información

De acuerdo con Maranto y González (2015) una fuente de información es: “todo aquello que nos proporciona datos para reconstruir hechos y las bases del conocimiento. Las fuentes de información son un instrumento para el conocimiento, la búsqueda y el acceso a la información” (párr.1).

“Las fuentes de información pueden ser de muy diverso tipo y pueden brindar datos más o menos fidedignos, lo cual influirá de manera decisiva y determinante en los resultados que vayamos a obtener “(Raffino, 2019, párr. 2).

En el desarrollo de este trabajo, se utilizó la *Guía del PMBOK®* (PMI, 2017) como base, también se emplearon entrevistas de expertos, adicionalmente se utilizaron fuentes de información como documentos de trabajos similares, búsqueda en sitios de internet y entre otros.

Figura 7*Tipos de Fuentes de Información*

Nota: Reproducido de Maranto y González, 2015, pag.2

3.1.1 Fuentes Primarias

Las fuentes primarias son aquellas más cercanas posible al evento que se investiga, es decir, con la menor cantidad posible de intermediaciones. Por ejemplo, si se investiga un accidente automovilístico, las fuentes primarias serían los testigos directos, que observaron la acción ocurrir. En cambio, si se investiga un evento histórico, la recopilación de testimonios directos sería una fuente primaria posible. (Raffino, 2019, pág. 3).

Este tipo de fuentes contienen información original es decir son de primera mano, son el resultado de ideas, conceptos, teorías y resultados de investigaciones. Contienen información directa antes de ser interpretada, o evaluado por otra persona. (Maranto y González, 2015, pág.1).

Para el desarrollo del presente trabajo se usó las entrevistas a expertos involucrados en el desarrollo del proceso de puentes, con el fin de poder desarrollar el plan de gestión para el proyecto.

3.1.2 Fuentes Secundarias

Este tipo de fuentes son las que ya han procesado información de una fuente primaria. El proceso de esta información se pudo dar por una interpretación, un análisis, así como la extracción y reorganización de la información de la fuente primaria. (Maranto y González, 2015, pag.3).

Se basan en las primarias y les dan algún tipo de tratamiento, ya sea sintético, analítico, interpretativo o evaluativo, para proponer a su vez nuevas formas de información. Por ejemplo, si se investiga un evento histórico, las fuentes secundarias serían aquellos libros escritos al respecto tiempo después de ocurrido lo ocurrido, basándose en fuentes primarias o directas. Si lo que se investiga, como en el ejemplo anterior, es un accidente, entonces un resumen de los testimonios de los testigos, escritos por la policía, constituye una fuente secundaria. (Raffino, 2019, párr. 6).

En el desarrollo del trabajo se revisó informes de puentes, así como documentación existente en los sistemas informáticos de gestión del sistema, además de emplear libros de texto base sobre la administración de proyectos.

El resumen de las fuentes de información que se utilizarán en este proyecto se presenta en la Tabla 2:

Tabla 2

Fuentes de Información Utilizadas

Objetivos	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
1. Desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar los trabajos necesarios de ejecución del proyecto.	Entrevistas a expertos	<i>Guía del PMBOK®</i> (PMI, 2017). <i>Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen del PMP sin morir en el intento</i> (Lledó, P., 2017). Escritos.
2. Elaborar un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades necesarias para completar el proyecto en el tiempo establecido.	Entrevistas a expertos, informes de proyectos anteriores	<i>Guía del PMBOK®</i> (PMI, 2017). <i>Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen del PMP sin morir en el intento</i> (Lledó, P., 2017). Internet.
3. Realizar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario del proyecto.	Entrevistas a expertos, informes de proyectos anteriores	<i>Guía del PMBOK®</i> (PMI, 2017). <i>Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen del PMP sin morir en el intento</i> (Lledó, P., 2017). Internet.
4. Establecer un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos del proyecto y del producto final.	Entrevista a expertos, informes de proyectos anteriores	<i>Guía del PMBOK®</i> (PMI, 2017). <i>Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen del PMP sin morir en el intento</i> (Lledó, P., 2017). Tesis de grado.
5. Definir un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión del proyecto.	Criterio de experto, entrevistas, informes de proyectos anteriores	<i>Guía del PMBOK®</i> (PMI, 2017). <i>Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen del PMP sin morir en el intento</i> (Lledó, P., 2017).
6. Elaborar un plan de gestión de las	Entrevistas a expertos	<i>Guía del PMBOK®</i> (PMI, 2017). <i>Director de Proyectos, Cómo</i>

Objetivos	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
comunicaciones para asegurar que las necesidades de información del proyecto y de los interesados se cumplan.		<i>aprobar el exámen del PMP sin morir en el intento</i> (Lledó, P., 2017). Internet
7. Realizar un plan de gestión de riesgos para planificar la respuesta ante ellos, minimizar sus consecuencias negativas, así como maximizar sus efectos positivos.	Entrevistas a expertos. Informes de proyecto anteriores	<i>Guía del PMBOK®</i> (PMI, 2017). Internet. Tesis de grado.
8. Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones con el fin de gestionar los procesos de adquisición de bienes y servicios necesarios para el desarrollo del proyecto.	Informes de adquisiciones, entrevistas a expertos	<i>Guía del PMBOK®</i> (PMI, 2017).
9. Definir un plan de gestión de los interesados para desarrollar estrategias de administración adecuadas para lograr una participación eficaz de los mismos.	Entrevistas a expertos	<i>Guía del PMBOK®</i> (PMI, 2017).

Nota: La Tabla 2 muestra las fuentes de información utilizadas, en correspondencia con cada objetivo, y según sean primarias o secundarias. Autoría propia.

3.2 Métodos de Investigación

De acuerdo con Campos (2017), “el método es el camino que sigue toda investigación para producir conocimiento sobre el objeto” (p. 15).

Por otro lado, Cannan (s.f.) detalla que los métodos de investigación “son herramientas para la recolección de datos, formular y responder preguntas para llegar a conclusiones a través de un análisis sistemático y teórico aplicado a algún campo de estudio” (pág.1).

Asimismo, continúa indicando Cannan (s.f.) que “Los métodos de investigación localizan y delimitan un problema, permiten recolectar datos importantes para generar hipótesis que posteriormente sean probadas o respaldadas. De esta forma se pueden tomar las decisiones más acordes al caso de estudio” (pág. 4).

Para este proyecto los métodos de investigación estuvieron enfocados en la realización de un plan de gestión para la perforación de un pozo direccional para un campo geotérmico, aplicando las diez áreas del conocimiento que detalla la *Guía del PMBOK®* (PMI, 2017).

Seguidamente se detallan algunos de los diferentes tipos de métodos de investigación que existen.

3.2.1 Método Analítico

El método analítico se define de la siguiente manera según Cannan (s.f.): “Se encarga de desglosar las secciones que conforman la totalidad del caso a estudiar, establece las relaciones de causa, efecto y naturaleza.” (pág. 4 la 6).

Esta metodología se aplicó en el desarrollo del proyecto, ya que fue necesario el poder descomponer cada una de las partes que componen el proceso de la construcción de un puente, de esta manera realizar el plan de gestión del proyecto en cada una de las áreas del conocimiento que detalla la *Guía del PMBOK®* (PMI, 2017).

3.2.2 Método Deductivo

El método deductivo se define de la siguiente forma: “Se refiere a un método que parte de lo general para centrarse en lo específico mediante el razonamiento lógico y las hipótesis que puedan sustentar conclusiones” (Cannan, s.f., pag. 5 al 6).

Por otra parte, González (2014) detalla que el método deductivo “consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los teoremas, leyes, postulados y principios de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares” (pág.2).

Este método se empleó debido que fue necesario también el estudio de las metodologías de construcción de puentes y no solamente de lo planteado por los expertos en la materia de la construcción de este tipo de estructuras.

3.2.3 Método de Investigación Bibliográfico (Documental)

El método de investigación bibliográfico no se trata solamente de una recopilación de datos contenidos en libros, sino que se centra, más bien, en la reflexión innovadora y crítica sobre determinados textos y los conceptos planteados en ellos. (Campos, 2017, p. 17).

Esta metodología fue aplicada ya que se complementa oportunamente con las otras dos arriba citadas, la analítica y la deductiva. No solo se trató de revisar documentación bibliográfica existente, sino que se debió efectuar un análisis de dichas referencias para poder realizar los planes de gestión.

En la Tabla 3 se pueden apreciar los métodos de investigación que se van a emplear para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

Tabla 3

Métodos de Investigación Utilizados

Objetivos	Métodos de investigación		
	Análítico	Deductivo	Documental
1. Desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar las actividades necesarias de ejecución del proyecto.	Análisis de requisitos del proyecto para definir el alcance.	Se establece los procesos, roles y responsabilidades sobre el alcance del proyecto	En proyectos similares, revisar el plan de gestión del alcance.
2. Elaborar un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades necesarias para completar el proyecto en el tiempo establecido.	Análisis de la EDT para la definición de tiempos y definir el cronograma.	Se establece para estimar los recursos de las actividades, programar la duración de las actividades, desarrollar y controlar el cronograma con bases en históricos	Revisar en proyectos similares el cronograma.
3. Realizar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario del proyecto.	Con el análisis de la EDT, se realiza la estimación de costos del proyecto.	Se establece el presupuesto del proyecto con base en históricos.	Se revisan costos de proyectos similares.
4. Establecer un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos del proyecto y del producto final.	El análisis de los entregables y los requisitos permiten determinar las normas que calidad que los rigen.	Deducir requisitos mínimos de calidad para entregables del proyecto.	Mediante la revisión documental, se determinan los requisitos de calidad del proyecto.
5. Definir un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la	Mediante el análisis de los entregables se identifican los recursos necesarios para completarlos	Deducir un equipo de proyecto con experiencia	Mediante la revisión documental, se determinan los recursos del proyecto.

Objetivos	Métodos de investigación		
	Analítico	Deductivo	Documental
conclusión del proyecto.			
6. Crear un plan de comunicaciones que permita asegurar la información efectiva de todos los involucrados del proyecto.	Análisis de comunicación de los involucrados.	Deducir los procesos para la generación, recopilación, distribución, almacenamiento, recuperación y disposición final de la información del proyecto	
7. Realizar un plan de gestión de riesgos para planificar la respuesta ante ellos, minimizar sus consecuencias negativas, así como maximizar sus efectos positivos.	Análisis cualitativo para determinar riesgos.	Deducir los procesos relacionados con la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo.	Revisión documental de riesgos que se presentaron en proyecto similares.
8. Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones con el fin de gestionar los procesos de adquisición de bienes y servicios necesarios para el desarrollo del proyecto.	Análisis de los diferentes requerimientos para definir las adquisiciones para el proyecto.	Definir los procesos de compra o adquisición de los insumos, bienes y servicios	
9. Definir un plan de gestión de los interesados para desarrollar estrategias de administración adecuadas para lograr una participación eficaz de los mismos.	Análisis de los diferentes involucrados para definir las necesidades de cada uno.	Desarrollar los procesos para la identificación de las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar el proyecto	

Nota: La Tabla 3 muestra los métodos de investigación utilizados, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.3 Herramientas

Una herramienta se define como “algo tangible como una plantilla o un programa de software, utilizado al realizar una actividad para producir un producto o resultado” (PMI, 2017, p. 714).

Mientras que Torres y Torres (2014) detallan “las herramientas toman la forma de habilidades o destrezas que posee de forma natural un administrador de proyectos y que son complementadas con el aprendizaje, sea por experiencias previas o mediante la capacitación en el área de administración de proyectos (p.. 38). A continuación, se describen las herramientas utilizadas, según Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Project Management Institute Inc., 2017):

- 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. El paquete de trabajo es el trabajo definido en el nivel más bajo de la EDT/WBS para el cual se puede estimar y gestionar el costo y la duración.” (pág.158).
- Juicio de expertos “El juicio de expertos se define como el juicio que se brinda sobre la base de la experiencia en un área de aplicación, Área de Conocimiento, disciplina, industria, etc., según resulte apropiado para la actividad que se está ejecutando. Dicha pericia puede ser proporcionada por cualquier grupo o persona con educación, conocimiento, habilidad, experiencia o capacitación especializada.” (pág.79).
- Entrevistas. “Una entrevista es una manera formal o informal de obtener información de los interesados, a través de un diálogo directo con ellos. Se lleva a cabo habitualmente realizando preguntas, preparadas o espontáneas y registrando las respuestas. Las entrevistas se realizan a menudo de manera individual entre un entrevistador y un

entrevistado, pero también pueden implicar a varios entrevistadores y/o entrevistados.”

(pág.142).

- Reuniones. “Las reuniones del proyecto pueden incluir reuniones virtuales (reuniones electrónicas) o cara a cara, y pueden apoyarse con tecnologías de colaboración en documentos, incluidos mensajes de correo electrónico y sitios web del proyecto. El proceso Planificar la Gestión de las Comunicaciones necesita de la discusión con el equipo del proyecto a fin de determinar la manera más adecuada de actualizar y comunicar la información del proyecto, y de responder a las solicitudes de información por parte de los diferentes interesados.” (pág.376).

- Estimación análoga. “La estimación análoga es una técnica para estimar la duración o el costo de una actividad o de un proyecto utilizando datos históricos de una actividad o proyecto similar. La estimación análoga utiliza parámetros de un proyecto anterior similar, tales como duración, presupuesto, tamaño, peso y complejidad, como base para estimar los mismos parámetros o medidas para un proyecto futuro.” (pág.200).

- Sistemas de información para la dirección de proyectos. “Los sistemas de información para la dirección de proyectos incluyen software de programación que ayuda a planificar, organizar y ajustar la secuencia de actividades; insertar las relaciones lógicas, valores de adelanto y retraso; y diferenciar los distintos tipos de dependencias.” (pág.193).

En la Tabla 4, se definen las herramientas por utilizar para cada objetivo propuesto.

Tabla 4

Herramientas Utilizadas

Objetivos	Herramientas
1. Desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar las actividades necesarias de ejecución del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos • Entrevistas • Descomposición • Reuniones
2. Elaborar un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades necesarias para completar el proyecto en el tiempo establecido.	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos • Análisis de datos • Reuniones • Descomposición • Estimación análoga • Sistemas de información para la dirección de proyectos
3. Realizar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos • Análisis de datos • Reuniones • Estimación análoga • Sistemas de información para la dirección de proyectos • Estimación paramétrica
4. Establecer un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos del proyecto y del producto final.	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos • Análisis de datos
5. Definir un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos • Reuniones • Representación de datos

- | | |
|---|---|
| 6. Crear un plan de comunicaciones que permita asegurar la información efectiva de todos los involucrados del proyecto. | <ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos • Análisis de requisitos de información |
|---|---|

Objetivos	Herramientas
7. Realizar un plan de gestión de riesgos para planificar la respuesta ante ellos, minimizar sus consecuencias negativas, así como maximizar sus efectos positivos.	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos • Análisis de datos • Reuniones • Matriz de probabilidad e impacto • Estrategia para amenazas y oportunidades
8. Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones con el fin de gestionar los procesos de adquisición de bienes y servicios necesarios para el desarrollo del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de experto • Análisis de hacer o comprar • Análisis de selección de proveedores
9. Definir un plan de gestión de los interesados para desarrollar estrategias de administración adecuadas para lograr una participación eficaz de los mismos.	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio experto • Análisis de interesados • Reuniones

Nota: La Tabla 4 muestra las herramientas utilizadas, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.4 Supuestos y Restricciones

En la planificación de cualquier proyecto, siempre se tendrán supuestos y restricciones que en alguna medida podrían afectar el resultado del proyecto. De acuerdo con el PMI (2017) un supuesto es un “factor del proceso de planificación que se considera verdadero, real o cierto sin prueba ni demostración” (p. 725). Mientras que una restricción es un “factor limitante que afecta la ejecución de un proyecto, programa, portafolio o proceso” (PMI, 2017, pág. 723).

Mientras tanto, Arciniega (2018) define los supuestos de la siguiente manera: “una circunstancia o evento fuera del proyecto que pueden afectar a su éxito y que el equipo de proyecto cree que va a suceder, pero que están fuera de su control total” (pág. 1).

Por otro lado, las restricciones “son limitaciones que afectan el desempeño del proyecto. Las restricciones más populares son el: presupuesto, alcance y tiempo” (pág. 2).

Los supuestos y las restricciones, así como su relación con los objetivos del proyecto final de graduación, se ilustran en la Tabla 5 a continuación:

Tabla 5

Supuestos y Restricciones

Objetivos	Supuestos	Restricciones
1. Desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar las actividades necesarias de ejecución del proyecto.	Se cuenta con la información adecuada y suficiente, además del conocimiento para la elaboración del plan.	El trabajo abarca los grupos de procesos de inicio y planificación.
2. Elaborar un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades necesarias para completar el proyecto en el tiempo establecido.	Se dispone de información para poder definir las actividades para el desarrollo del cronograma.	El tiempo para desarrollar el plan es poco, solo de tres meses.
3. Realizar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario del proyecto.	La empresa dispone de los recursos económicos necesarios para el desarrollo del proyecto.	Los recursos económicos para el desarrollo del proyecto no son ilimitados.
4. Establecer un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos del proyecto y del producto final.	La empresa cuenta con una política de gestión de la calidad que facilite la realización del plan.	El monitoreo de la calidad se realizará periódicamente durante el desarrollo del proyecto.
5. Definir un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos	Se cuenta con una estructura para la gestión de los recursos que requiere el proyecto.	Se dispone de todos los recursos que el proyecto requiere para su realización.

Objetivos	Supuestos	Restricciones
necesarios para la conclusión del proyecto.		
6. Crear un plan de comunicaciones que permita asegurar la información efectiva de todos los involucrados del proyecto.	Se empleará comunicación formal e informal en el desarrollo del proyecto.	Toda la información que se genere en el proyecto debe ser en idioma español y utilizando el Sistema Internacional de Unidades (S.I.).
7. Realizar un plan de gestión de riesgos para planificar la respuesta ante ellos, minimizar sus consecuencias negativas, así como maximizar sus efectos positivos.	Se establecerá un plan de respuesta a los diez riesgos más altos en la matriz de probabilidad e impacto.	No se cuenta con personal especializado en la gestión de riesgos.
8. Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones con el fin de gestionar los procesos de adquisición de bienes y servicios necesarios para el desarrollo del proyecto.	Se cuenta con una lista de proveedores para el suministro de los requerimientos del proyecto.	Por ser una institución pública no se puede limitar la cantidad de potenciales oferentes. La gran mayoría de materiales requeridos para el proyecto son de importación.
9. Definir un plan de gestión de los interesados para desarrollar estrategias de administración adecuadas para lograr una participación eficaz de los mismos.	Se tiene buena relación con los interesados de las comunidades del área de influencia del proyecto	Se cuenta con recursos limitados para atender necesidades de los interesados de las comunidades del área de influencia del proyecto

Nota: La Tabla 5 muestra supuestos y restricciones utilizadas en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.5 Entregables

Un entregable es “cualquier producto, resultado o capacidad único y verificable para ejecutar un servicio que se debe producir para completar un proceso, una fase o un proyecto” (PMI, 2017, p. 708).

Mientras que Rabechini (2019) detalla que “pueden ser los productos, la capacidad de prestar servicios, los resultados al interior de la empresa o los documentos que se generan” (párr. 6).

En la Tabla 6, se definen los entregables para cada objetivo propuesto.

Tabla 6

Entregables

Objetivos	Entregables
1. Definir un plan de la gestión de la integración	Plan de gestión de la Integración
2. Desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar las actividades necesarias de ejecución del proyecto.	Plan de gestión del Alcance
3. Elaborar un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades necesarias para completar el proyecto en el tiempo establecido.	Plan de gestión del Cronograma
4. Realizar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario del proyecto.	Plan de gestión de Costo
5. Establecer un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos del proyecto y del producto final.	Plan de gestión de Calidad

- | | |
|--|----------------------------------|
| 6. Definir un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión del proyecto. | Plan de gestión de Recursos |
| 7. Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para asegurar que las necesidades de información del proyecto y de los interesados se cumplan. | Plan de gestión de Comunicación |
| 8. Realizar un plan de gestión de riesgos para planificar la respuesta ante ellos, minimizar sus consecuencias negativas, así como maximizar sus efectos positivos | Plan de gestión de Riesgos |
| 9. Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones con el fin de gestionar los procesos de adquisición de bienes y servicios necesarios para el desarrollo del proyecto. | Plan de gestión de Adquisiciones |
| 10. Definir un plan de gestión de los interesados para desarrollar estrategias de administracion adecuadas para lograr una participacion eficaz de los mismos | Plan de gestión Interesados |
-

Nota: La Tabla 5 muestra los entregables del proyecto, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

4 Desarrollo

Se plantea en este proyecto la realización de un plan de gestión para el desarrollo del proyecto denominado Plan de Gestión de Proyecto para la Construcción del Puente Rio Madre ubicado en la Ampliación de la Carretera Ruta 32 Rio Frio- Limón, siguiendo las mejores prácticas en la administración de proyectos que se establecen en la Guía del PMBOK® 2017. Con el fin de poder tener una mayor probabilidad de éxito del proyecto, de manera tal que se logren los resultados del proyecto.

4.1 Plan de Gestión del Alcance del Proyecto

El PMI (2017) detalla que “La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y únicamente el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito” (pag.129). Es decir, debe quedar definido que se incluye y que no se incluye en el proyecto. Tomando en consideración el Acta de Constitución del Proyecto, el cual se incluye en el anexo 4, se procede a realizar la preparación de la Recopilación de Requisitos, el Enunciado del Alcance del Proyecto, la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) y su diccionario, verificar el alcance y finalmente el controlar el alcance. Para ello fue necesario el empleo de herramientas que establece la Guía del PMBOK® 2017, como el juicio de experto y reuniones.

4.1.1 Recopilar requisitos

“Es el proceso de determinar, documentar y gestionar las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto” (PMI, 2017, pág. 138). El objetivo fundamental del proyecto es el poder construir un puente de 40 metros llamado Puente sobre el Rio Madre Ubicado en la Ampliación de la Carretera Ruta 32 Rio Rio-Limón, logrando cumplir el proyecto con las prioridades de Costo, Tiempo, Calidad y Seguridad. Partiendo de esto, en la tabla 7 se presentan los interesados del proyecto con los requisitos que cada uno de

ellos tiene del proyecto, importante detallar que la gestión de interesados será desarrollada más adelante en el punto 4.9.

En la Tabla 7, se definen los interesados.

Tabla 7

Requisitos de Interesados

Nombre del Interesado	Directo/Indirecto	Requisito
Patrocinador del proyecto - Unidad Ejecutora CONAVI	Directo	El proyecto debe cumplir con los requerimientos de los interesados
Director de Proyecto	Directo	El alcance de la obra se ejecute cumpliendo el tiempo, costo y calidad
Equipo de Proyecto	Directo	El alcance de la obra se ejecute cumpliendo el tiempo, costo y calidad. Equipo de construcción en condiciones de operación. Cada etapa de construcción del puente se debe llevar en el tiempo programado
Ingeniero de Proyecto	Directo	El alcance de la obra se ejecute cumpliendo el tiempo, costo y calidad
Ingeniero de Diseño	Directo	El puente debe cumplir con todos los lineamientos internacionales de diseño

Nombre del Interesado	Directo/Indirecto	Requisito
Comunidad del área de influencia	Indirecto	Empleo a personal de la zona
Proveedores	Indirecto	Información al programa de adquisiciones

Nota: La Tabla 7 muestra los Interesados del proyecto.
Autoría propia.

4.1.2 Definición del alcance

Una de las necesidades básicas y prioritarias, es contar con un puente que cumpla las características adecuadas de transitabilidad y confort para el público usuario de la vía y la población del lugar.

Para ello se importante definir el alcance del proyecto, en el cual se definen los principales entregables del proyecto, criterios de aceptación, las restricciones, exclusiones y supuestos del proyecto. De acuerdo con el PMI (2017) la definición del alcance del proyecto “es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto”. (pág. 150). Esta definición del alcance será un insumo para la elaboración de la estructura de desglose de trabajo (EDT)

El proyecto consiste en la construcción de un puente que cumple con las normas vigentes de diseño de carreteras, sus características principales son las siguientes:

- Los bastiones son de concreto armado con altura promedio de 3,57 metros.

- La longitud del puente es de 40 metros de luz
- El tipo de estructura del puente de tipo viga-losa.
- El puente tiene dispositivos de control sísmicos, para minimizar los efectos de un terremoto.
- El puente cuenta con barandas metálicas para protección de peatones.
- El puente se adecua al diseño geométrico de la carretera.
- Se ejecutarán excavaciones para llegar al nivel de cota de fondo de las cimentaciones de los bastiones del puente.
- Se realizará la limpieza de cause de río al término de la construcción del puente.
- El puente será sometido a pruebas de esfuerzo.

Los principales entregables son

- Administración del proyecto.
- Diseños.
- Trabajos preliminares.
- Perforación
- Pruebas.
- Trabajos finales

4.1.2.1 Restricciones

- Se tienen 361 días para la construcción del puente.
- El presupuesto no debe sobrepasar los USD \$1.681.719,43
- Las caídas de lluvias temporales en el proyecto afectan y limitan el normal avance del proyecto. En épocas de lluvias se reducirán los trabajos.

- Tráfico de vehículos intenso en la zona afecta el avance del proyecto por los constantes pases, el cual es una limitación.

4.1.2.2 Exclusiones

El Proyecto no contemplará lo siguiente:

- Iluminación del puente: Se encuentra en conversación con los personeros del ICE, para posteriormente realizarla, pero por parte de la empresa constructora esta fuera del alcance
- Señalización vertical: Lo que respecta a la señalización esta fuera del alcance del proyecto, la administración se encuentra gestionando un contrato para realizarlo, pero sería en otra licitación.

4.1.2.3 Supuestos

- No existirán huelgas y paralizaciones convocadas por el Sindicato de Trabajadores de Construcción Civil que afectaría el cronograma de actividades
- El personal recibirá charlas de seguridad a fin de evitar accidentes de trabajo en la construcción del cimiento, bastiones y losa del puente
- No existirá malestar y/o quejas de los pobladores afectados por los trabajos.
- Los precios del acero, piedra, cemento, aditivos y otros materiales de construcción se mantendría durante todo el proyecto.
- No habrá intervención de grupos armados que puedan perjudicar el avance de obra, por tratarse de una zona convulsionada y narcotráfico
- Supervisión idónea que solucione problemas y garantice la calidad del proyecto.

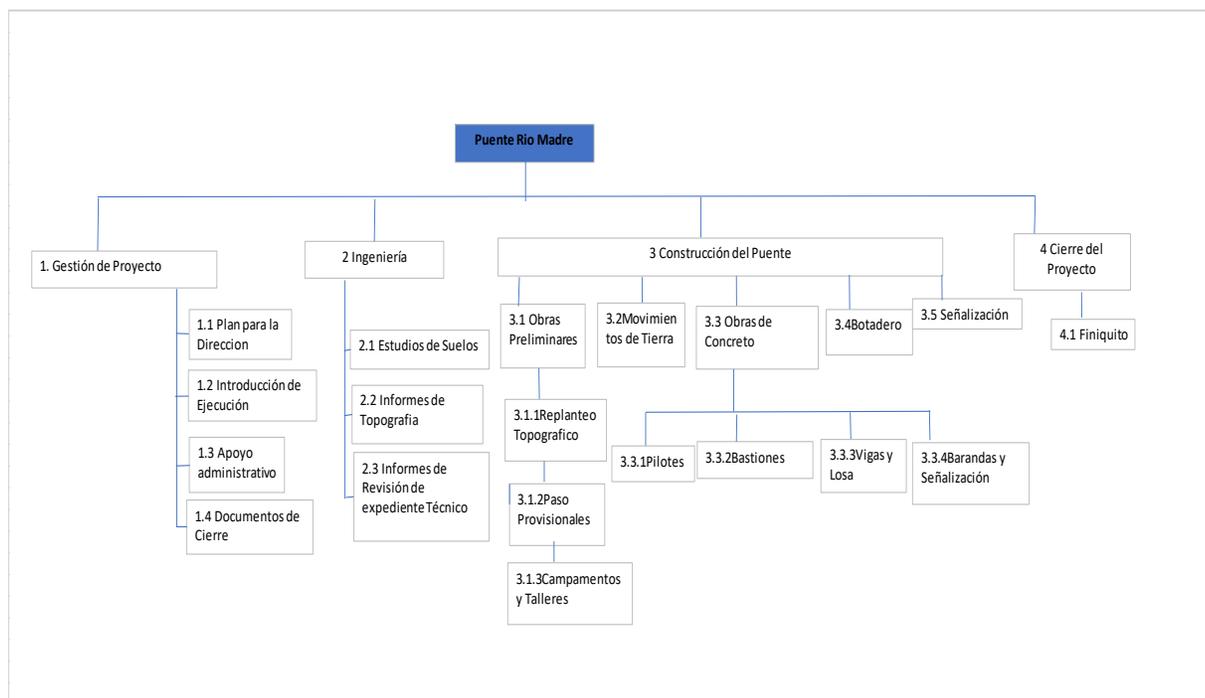
- Se asume que los proveedores cumplirán con la entrega de los materiales en las fechas programadas.

4.1.3 Estructura de desglose de trabajo (EDT)

La EDT de un proyecto es el subdividir cada uno de los entregables del proyecto en elementos más pequeños que lo hacen más sencillo de manejar, sin llegar a subdivisiones que por el contrario lo hagan muy complicado. Seguidamente, se presenta la EDT para el proyecto construcción del puente ubicado en la ampliación de la ruta 32 Rio Frio -Limón.

Figura 8

Estructura de desglose de trabajo



Autoría propia

4.1.4 Diccionario de la EDT

El diccionario de la EDT es el documento en el cual se presenta información específica de cada uno de los entregables en que se ha descompuesto el proyecto y que ha sido

representada en la EDT, se puede incluir el nombre del entregable, una descripción, el costo, recursos necesarios, entre otra información En la tabla 8 se muestra el diccionario de la EDT del proyecto construcción del puente ubicado en la ampliación de la ruta 32 Rio Frio -Limón.

Tabla 8

Diccionario de la EDT

Proyecto: Construcción del puente ubicado en la ampliación de la ruta 32 Rio Frio -Limón.
 ID del Paquete de Trabajo: 1.1. Nivel: 2
 Cuenta de Control: Gestión de Proyecto
 Nombre del Entregable: Plan para la Gestión de Proyecto

Descripción del Paquete de Trabajo:

Contempla los planes de gestión para el desarrollo del proyecto, incluye el alcance del proyecto, el cronograma, el costo, calidad, los recursos, comunicación, riesgos, adquisiciones e interesados

Asignado a: Director de proyecto Departamento:
 Fecha Asignada: 01/06/2021 Fecha de Entrega: 13/11/2021

Requisitos Para Cumplir

Los documentos deberán ser firmados por el director del proyecto, en todas los entregables

Proyecto: Construcción del puente ubicado en la ampliación de la ruta 32 Rio Frio -Limón.
 ID del Paquete de Trabajo: 1.2 Nivel: 2
 Cuenta de Control: Instrucción de Ejecución
 Nombre del Entregable: Instrucción de Ejecución de Proyecto

Descripción del Paquete de Trabajo:

Comprende la entrega de procedimientos de trabajo, formatos, especificaciones técnicas y todo aquello que permita su realización de las actividades a ejecutarse.

Asignado a Director de proyecto Departamento:
 Fecha Asignada: 01/06/2021 Fecha de Entrega: 08/06/2021

Requisitos Para Cumplir

Los documentos deberán ser firmados por el personal instruido y el Director de Proyecto. Deben de cumplirse las disposiciones establecidas por la empresa como estándar o políticas

Proyecto: Construcción del puente ubicado en la ampliación de la ruta 32 Rio Frio -Limón.
 ID del Paquete de Trabajo: 2.1 Nivel: 2
 Cuenta de Control: Estudios preliminares de Suelos
 Nombre del Entregable: Estudios preliminares de Suelos

Descripción del Paquete de Trabajo:

Comprende los trabajos preliminares de exploración en la zona de trabajo, realizando estudios para determinar el tipo de suelo que soportará el puente, análisis de los agregados para rellenos y concreto. Este trabajo se realizará con la ayuda de equipos de laboratorio y equipos especiales

Asignado a: Ingeniero de Calidad

Departamento:

Fecha Asignada: 08/06/2021

Fecha de Entrega: 23/06/2021

Requisitos Para Cumplir

Las muestras obtenidas de campo deben extraerse de acuerdo con las normas ASTM para investigación y muestreo de suelos.

Los ensayos de laboratorio y procesamiento de datos deben cumplir los procedimientos de las normas ASTM y AASHTO, así como las especificaciones técnicas del proyecto

Proyecto: Construcción del puente ubicado en la ampliación de la ruta 32 Rio Frio -Limón.

ID del Paquete de Trabajo: 2.2

Nivel: 2

Cuenta de Control: : Informes de Topografía

Nombre del Entregable: Topografía

Descripción del Paquete de Trabajo:

Comprende los trabajos preliminares de identificación de los puntos de control topográfico, la verificación de la altimetría y planimetría, a fin de establecer la poligonal de apoyo con la colocación de una red de puntos geodésico de control para su posterior manejo durante la etapa de ejecución del proyecto, esta actividad se realiza con equipos topográficos y geodésicos como: estación total, nivel de ingeniero y GPS estático, el personal asignado son profesionales en la especialidad

Asignado a: Ingeniero de Proyecto

Departamento:

Fecha Asignada: 23/06/2021

Fecha de Entrega: 02/11/2021

Requisitos Para Cumplir

Los procedimientos de trabajos deben estar de acuerdo con lo estipulado en las especificaciones técnicas del proyecto

Proyecto: Construcción del puente ubicado en la ampliación de la ruta 32 Rio Frio -Limón.

ID del Paquete de Trabajo: 2.3

Nivel: 3

Cuenta de Control: Informes de Revisión de Expedientes Técnicos

Nombre del Entregable: Revisión de Expedientes Técnicos

Descripción del Paquete de Trabajo:

Comprende la actividad inicial de campo en la revisión del expediente técnico del proyecto y sus documentos componentes (estudio de suelos, topografía, etc.), la misma que es proporcionado por el cliente al momento de la suscripción del contrato. En esta actividad se verifican la compatibilidad de los planos, presupuestos, especificaciones técnicas y otros documentos contractuales. Así también se verifican preliminarmente la compatibilidad con el terreno

Asignado a: Ingeniero de Proyecto

Departamento:

Fecha Asignada: 23/06/2021

Fecha de Entrega: 19/07/2021

Requisitos Para Cumplir

La revisión de cada componente del expediente técnico debe estar asignado al especialista correspondiente

Proyecto: Construcción del puente ubicado en la ampliación de la ruta 32 Rio Frio -Limón.

ID del Paquete de Trabajo: 2.3 Nivel: 3

Cuenta de Control: Obras Preliminares

Nombre del Entregable: Obras Preliminares

Descripción del Paquete de Trabajo:

Comprende todos los trabajos preliminares previos al inicio de la ejecución del puente, tales como, el replanteo topográfico, construcción de un pase provisional para el desvío del tránsito y la construcción del campamento y taller mecánico

Asignado a Ingeniero de Proyecto

Departamento:

Fecha Asignada: 19/07/2021

Fecha de Entrega: 20/08/2021

Requisitos Para Cumplir

Los trabajos preliminares deben cumplir con lo estipulado en las especificaciones técnicas del proyecto

Proyecto: Construcción del puente ubicado en la ampliación de la ruta 32 Rio Frio -Limón.

ID del Paquete de Trabajo: 3.2 Nivel: 3

Cuenta de Control: Movimiento de Tierra

Nombre del Entregable: Movimiento de Tierra

Descripción del Paquete de Trabajo:

Comprende los trabajos de excavación que se realizan en el terreno donde se construirá la estructura, pueden ser del tipo masiva en seco o bajo agua, así también el relleno con material excavado. Se medirá el volumen del material en sitio antes de excavar.

Asignado a: Ingeniero de Proyecto

Departamento:

Fecha Asignada: 20/08/2020

Fecha de Entrega: 07/10/2020

Requisitos Para Cumplir

El material de relleno debe cumplir con la granulometría adecuada

El material para excavar debe ser suelto y transportado a un depósito adecuado.

Proyecto: Construcción del puente ubicado en la ampliación de la ruta 32 Rio Frio -Limón.

ID del Paquete de Trabajo: 3.3 Nivel: 3

Cuenta de Control: Obras de Concreto

Nombre del Entregable: 3.3.1 Pilotes 3.3.2 Bastiones 3.3.3 Vigas, Losa 3.3.4 Señalización

Descripción del Paquete de Trabajo:

Comprende los trabajos de suministro, habilitación y colocación del acero, así también el diseño, preparación y colocación del concreto las Pilotes, Bastiones, Vigas, losas y Vigas y Señalización del puente. El encofrado es colocado antes de vaciado del concreto, este debe ser verificado estructuralmente de tal manera que soporte el peso del concreto colocado hasta su curado. El concreto debe ser colocado con la ayuda de mixer y una mini planta de concreto, la calidad será de acuerdo a lo especificado en los planos

Asignado a: Ingeniero de Proyecto

Departamento:

Fecha Asignada: 07/10/2021

Fecha de Entrega: 02/11/2021

Requisitos Para Cumplir

Se debe recurrir a ensayos de resistencia del concreto, el cual deben ser validados por la supervisión.

El cemento debe estar con fecha adecuada para su uso.

Proyecto: Construcción del puente ubicado en la ampliación de la ruta 32 Rio Frio -Limón.

ID del Paquete de Trabajo: 3.4

Nivel: 2

Cuenta de Control: Botaderos

Nombre del Entregable: Botaderos

Descripción del Paquete de Trabajo:

Se considera todos los trabajos de colocación del material de escombros, así como la extracción de material de relleno, proveniente y dispuesto en el área. En el caso que el material cumpla con la granulometría requerida para rellenos, entonces se procederá al aprovechamiento de este. Este entregable también comprende reconformar el área adecuándolo con maquinaria.

Asignado a: Ingeniero Ambiental

Departamento:

Fecha Asignada: 2/11/2021

Fecha de Entrega: 06/11/2021

Requisitos Para Cumplir

Deben documentarse las capacidades de volumen de quebradores y botadero.

El material colocado en el depósito debe ser compactado cada 2m con un tractor de orugas a fin de garantizar la estabilidad del material.

Proyecto: Construcción del puente ubicado en la ampliación de la ruta 32 Rio Frio -Limón.

ID del Paquete de Trabajo: 4.0

Nivel: 3

Cuenta de Control: Cierre de Proyecto

Nombre del Entregable: Cierre de Proyecto

Descripción del Paquete de Trabajo:

Comprende todos los trabajos previos a la entrega de obra concluida, tales como la verificación de todos los entregables del proyecto, de haber observaciones deben ser levantadas a la brevedad dentro del plazo otorgado por el cliente. Este entregable concluye con la elaboración del informe final de liquidación de obra, donde se presentan los planos, metrados, documentos del proyecto y el presupuesto ejecutado debidamente compatibilizado con la obra ejecutada.

Asignado a: Ing. Reservorios

Departamento:

Fecha Asignada: 02/11/2021

Fecha de Entrega: 02/11/2021

Requisitos Para Cumplir

Las observaciones levantadas de las obras deben cumplir con lo estipulado en las especificaciones técnicas del proyecto.

La verificación de las obras concluidas debe estar a cargo de los especialistas de la supervisión y contratista, y el representante del cliente para su validación.

Nota: La Tabla 8 el diccionario de la EDT.

Autoría propia.

4.1.5 Validar el Alcance

Una vez iniciado el proyecto se debe llevar una verificación del alcance, para ello es fundamental que el director del proyecto se apoye en la EDT así como en el diccionario de la EDT, que son herramientas para la verificación de cada uno de los entregables. Se realizarán informes de avance diario del proyecto, por lo que oportunamente se podrá determinar entregables que se están alejando del alcance y que se tomen las medidas para su corrección, de manera tal que el proyecto se mantenga dentro del alcance establecido. También se tendrán reuniones mensuales de seguimiento, donde el director de proyecto presentará el avance comparado con el alcance y entregables de la EDT. Será responsabilidad del patrocinador la aceptación de los entregables presentados por el director del proyecto, mediante esto se asegura que el proyecto se está desarrollando y se mantiene según el alcance definido

4.1.6 Controlar el Alcance

“Es el proceso en el cual se monitorea el estado del alcance del proyecto y del producto, y se gestionan cambios a la línea base del alcance. El beneficio clave de este proceso es que la línea base del alcance es mantenida a lo largo del proyecto” (PMI, 2017, pág. 167). Como parte de las responsabilidades del equipo del proyecto está el controlar el alcance del proyecto; el director del proyecto debe cerciorar que el proyecto se lleve a cabo bajo con lo establecido en la EDT y su diccionario para asegurar que el trabajo se desarrolle según lo planeado; y verificará, junto con sus equipos, que se ejecuten solo aquellas modificaciones a la línea base del alcance que se hayan aprobado según lo descrito a continuación.

Cualquier cambio que sea solicitado, por algún interesado del proyecto, deberá quedar documentado y debe contar con la aprobación del patrocinador. Se establecerá un formulario para el control de cambios, en el cual se deberá detallar el cambio propuesto, el impacto en el

tiempo, costo, alcance, fecha de presentación, nombre de quién la realiza, entre otros. Para ello se propone el formulario control de cambios incluido en el anexo 5.

4.2 Plan de Gestión del Cronograma del Proyecto

“La programación del proyecto proporciona un plan detallado que representa el modo y el momento en que el proyecto entregará los productos, servicios y resultados definidos en el alcance del proyecto y sirve como herramienta de comunicación, la gestión de las expectativas de los interesados y como base para informar el desempeño” (PMI, 2017, pág. 175).

Una vez definido el alcance del proyecto, se continúa con el cronograma, el que incluye las actividades, los entregables y los hitos definidos en el proyecto. De manera que el equipo del proyecto, director de proyecto, patrocinado e interesados del proyecto, puedan saber el desempeño del proyecto en cualquier momento durante el ciclo de vida.

Incluye los procesos de definir las actividades, secuenciar las actividades, estimar la duración de las actividades, desarrollar el cronograma y controlar el cronograma

4.2.1 Definir las Actividades

Para la definición de las actividades el equipo del proyecto tomará como una de las entradas el plan de gestión del alcance, en específico la EDT y el diccionario de la EDT, para ello es necesario que se tomen los paquetes de trabajo del proyecto, y mediante la herramienta de descomposición, se determinen la lista de actividades que serán necesarias para el cronograma del proyecto y que posteriormente servirán para la ejecución, monitoreo y control del proyecto. Se detalla en la lista de actividades la identificación, descripción, a quién se ha asignado y se detalla un espacio para comentarios.

Tabla 9

Lista de actividades

ID	Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Responsable
1	Gestión de Proyecto		
1.1	Plan para la dirección de proyecto	Se elabora el plan integral del proyecto	D.P
1.2	Instrucción de ejecución	Se alimenta de información documentaria para la ejecución	D.P
1.3	Reportes de seguimiento y control	Se recaba información y se verifica los trabajos	D.P
1.4	Documentos de cierre	Se alimenta y recaba las actas de conformidad de los trabajos realizados	D.P
2	Ingeniería		
2.1	Estudios preliminares de suelos	Se realizará ensayos de suelos y sus procesamientos de datos	I.T
2.2	Informe de Topografía	Comprende colocación de hitos y poligonales de apoyo	I.T
2.3	Informe de Revisión del expediente técnico	Se realiza la revisión de los documentos que compone el expediente	I.T y I.P
3	Construcción del Puente Rio Madre		
3.1	Obras Preliminares		
3.1.1	Trazo, replanteo y control topográfico	Se realiza el levantamiento topográfico y su procesamiento de planos	I.T y I.P
3.1.2	Pase provisional	Se colocará un pase de alcantarilla temporal para desvío de tránsito (De ser necesario)	I.P
3.1.3	Campamento y Taller	Se ejecuta el campamento y taller mecánico	I.P
3.2	Movimientos de Tierra		
3.2.1	Excavación para las estructuras	Excavación en zona de terreno para los Bastiones	I.P
3.2.2	Relleno para puentes	Consiste el relleno en el espaldón de los estribos del puente	I.P

3.3 Obras de Concreto

3.3.1 Pilotes

3.3.1.1	Perforación	Se realiza la perforación y extracción del material	I.P
3.3.1.2	Colocación de acero de refuerzo	Habilitación y colocación del acero	I.P
3.3.1.3	Colocación de Concreto	Preparación y colocación del concreto de calidad f'c 280 kg/cm ²	I.P

3.3.2 Bastiones

3.3.2.1	Colocar acero de refuerzo	Habilitación y colocación del acero	I.P
3.3.2.2	Encofrado	Preparación y colocado de los encofrados con madera	I.P
3.3.2.3	Colocación de Concreto	Preparación y colocación del concreto de calidad f'c 280 kg/cm ²	I.P

3.3.3 Vigas y Losa

3.3.3.1	Prelosas	Preparación del encofrado de la losa	I.P
3.3.3.2	Encofrado de Vigas	Preparación y colocado de los encofrados con madera en vigas	I.P
3.3.3.3	Colado de Vigas	Preparación y colocación del concreto de calidad f'c 380 kg/cm ²	I.P
3.3.3.4	Acero de Refuerzo	Habilitación y colocación del acero	I.P
3.3.3.5	Colado de Losa	Preparación y colocación del concreto de calidad f'c 380 kg/cm ²	I.P

3.4 Botaderos

3.4.1	Transporte de materiales granulares entre 120 m y 1000 m	Extracción, preparación y transporte del material para relleno	I.P
3.4.2	Transporte de escombros entre 120 m y 1000 metros	Transporte y reacomodo en botadero de los materiales de escombros entre 120 y 1000m	I.P

3.5 Barandas y Señalización

3.5.1	Apoyo de neopreno	Colocación del neopreno en el bastión del puente	I.P
3.5.2	Dispositivos de control sísmico	Colocación del neopreno en el bastión del puente	I.P
3.5.3	Junta de dilatación con sello de neopreno	Colocación en todas las juntas de concreto del puente	I.P
3.5.4	Tubo de drenaje pvc	Colocar tubos de acuerdo con planos indicado	I.P
3.5.5	Riego de liga	Colocar líquido sobre la losa del puente	I.P

3.5.6	Mezcla Asfáltica	Colocación de MAC de 5cm	I.P
3.5.7	Baranda Metálica	Adquirir y colocar la baranda de acuerdos a los planos indicados	I.P
4	Cierre de Proyecto		
4.1	Certificado de Obra	Se verificará y certificará con el cliente los trabajos ejecutados	D.P y I.P
4.2	Finiquito de obra	Se elaborará un expediente final del proyecto	D.P y I. P

Nota: La Tabla 9 Lista de Actividades.
Autoría propia.

4.2.2 Secuenciar las actividades

Una vez identificadas las actividades del proyecto, se debe realizar una relación entre ellas, de manera que se tenga una secuencia lógica de los trabajos a realizar. Entre las entradas para este proyecto están el alcance del proyecto, la lista de actividades y la lista de hitos. Como parte de las herramientas empleadas en esta actividad se pueden citar el juicio de experto, el análisis de datos, reuniones entre otras. En la tabla 10 se muestra la secuencia de las actividades.

Tabla 10

Secuencias de Actividades

ID	Nombre de la actividad	Actividad predecesora
1	Proyecto Puente	
2	Inicio	
3	Gestión de Proyecto	
4	Plan para la dirección de proyecto	2
5	Instrucción de ejecución	4
6	Reportes de seguimiento y control	4
7	Documentos de cierre	5,6
8	Ingeniería	
9	Estudios preliminares de suelos	2
10	Informe de Topografía	2
11	Informe de Revisión del expediente técnico	2
12	Construcción del Puente Rio Madre	
13	Obras Preliminares	
14	Trazo, replanteo y control topográfico	11,16,4
15	Pase provisional	11
16	Campamento y Taller	2
17	Movimientos de Tierra	
18	Excavación para las estructuras	14,9,10,15, 16
19	Relleno para puentes	33FC+5d
20	Obras de Concreto	
21	Pilotes	
22	Perforación	24
23	Colocación de acero de refuerzo	23,26CC
24	Colocación de Concreto	18FC+2 d
25	Bastiones	

26	Colocar acero de refuerzo	23
27	Encofrado	26
28	Colocación de Concreto	27
29	Vigas y Losa	
30	Prelosas	32
31	Encofrado de Vigas	23,26
32	Colado de Vigas	31
33	Acero de Refuerzo	32
34	Colado de Losa	32,31,33
35	Botaderos	
36	Transporte de materiales granulares entre 120 m y 1000 m	19CC
37	Transporte de escombros entre 120 m y 1000 metros	17CC
38	Barandas y Señalización	
39	Apoyo de neopreno	28
40	Dispositivos de control sísmico	39
41	Junta de dilatación con sello de neopreno	40
42	Tubo de drenaje pvc	41
43	Riego de liga	34
44	Mezcla Asfáltica	43
45	Baranda Metálica	44,5,6
46	Cierre de Proyecto	
47	Certificado de Obra	45,36,37,20
48	Finiquito de obra	45,47CC
49	Fin	47,48

Nota: La Tabla 10 Secuencias de Actividades.
Autoría propia.

4.2.3 Estimar la duración

Tomando como punto de partida la lista de actividades y la secuencia de actividades, se procede a realizar la estimación de la duración de cada una de las actividades del proyecto. En este caso en particular se emplea la herramienta de la estimación análoga, para lo cual se apoya en proyectos similares que se han desarrollado, así como el empleo de la herramienta del criterio de experto.

Por las características propias de los procesos de construcción de puentes a nivel mundial, se trabaja las 12 horas del día los 7 días de la semana.

En la tabla 11 se muestran las actividades con la estimación de la duración, así como de los recursos necesarios para el desarrollo.

Tabla 11

Actividades con la Estimación de Duración

ID	Nombre de la actividad	Duración (días)
1	Proyecto Puente	
2	Inicio	0
3	Gestión de Proyecto	
4	Plan para la dirección de proyecto	29
5	Instrucción de ejecución	210
6	Reportes de seguimiento y control	210
7	Documentos de cierre	25
8	Ingeniería	
9	Estudios preliminares de suelos	25
10	Informe de Topografía	25
11	Informe de Revisión del expediente técnico	25
12	Construcción del Puente Rio Madre	
13	Obras Preliminares	
14	Trazo, replanteo y control topográfico	4
15	Pase provisional	2
16	Campamento y Taller	29
17	Movimientos de Tierra	
18	Excavación para las estructuras	8
19	Relleno para puentes	30
20	Obras de Concreto	
21	Pilotes	
22	Perforación	3
23	Colocación de acero de refuerzo	20
24	Colocación de Concreto	8
25	Bastiones	

26	Colocar acero de refuerzo	de 44
27	Encofrado	8
28	Colocación de Concreto	24
29	Vigas y Losa	
30	Prelosas	20
31	Encofrado de Vigas	24
32	Colado de Vigas	5
33	Acero de Refuerzo	45
34	Colado de Losa	1
35	Botaderos	
36	Transporte de materiales granulares entre 120 m y 1000 m	30
37	Transporte de escombros entre 120 m y 1000 metros	8
38	Barandas y Señalización	
39	Apoyo de neopreno	6
40	Dispositivos de control sísmico	1
41	Junta de dilatación con sello de neopreno	3
42	Tubo de drenaje pvc	1
43	Riego de liga	1
44	Mezcla Asfáltica	1
45	Baranda Metálica	8
46	Cierre de Proyecto	
47	Certificado de Obra	20
48	Finiquito de obra	30
49	Fin	0

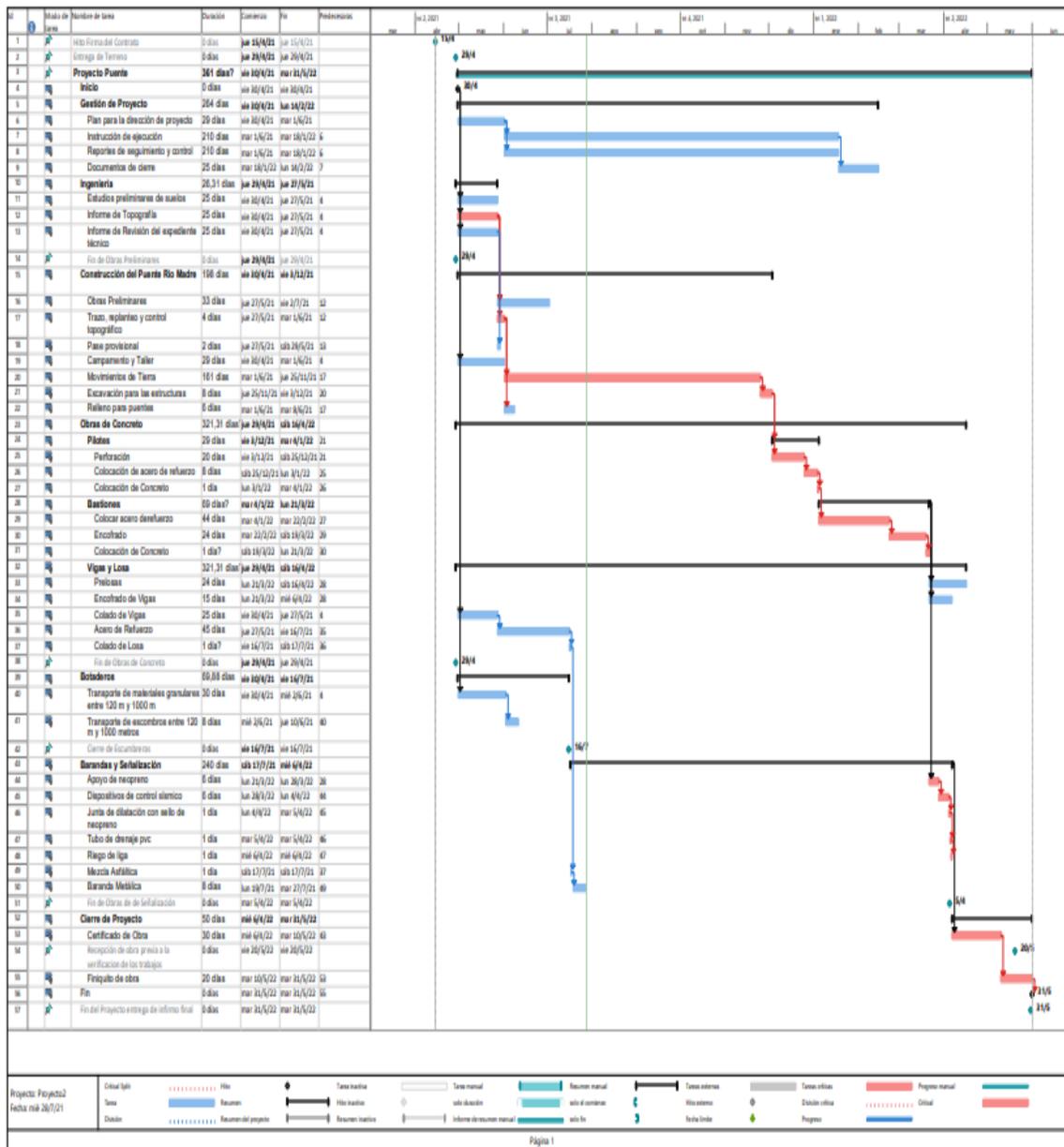
Nota: La Tabla 11 Secuencias de Actividades con la estimación de duración Autoría propia.

4.2.4 Desarrollo de Cronograma

El desarrollar del cronograma del proyecto, es el crear un modelo de programación gráfica, apoyándose en las actividades definidas, la secuenciación de ellas y de la estimación de la duración de cada una de estas actividades. El cronograma es una herramienta de mucha relevancia para el control y monitoreo del proyecto, de manera que el Director del Proyecto, como el Patrocinador o el equipo del proyecto, puedan ver fácilmente de forma gráfica el avance que se lleva del proyecto. En la figura 9 se muestra el cronograma para el proyecto construcción de puente ubicado en la ampliación de la Ruta 32 entre Rio Frio-Limón.

Figura 9

Cronograma del Proyecto



Autoría Propia

4.2.5 Controlar el Cronograma

Una de las herramientas para el control del cronograma con que cuenta el Director del Proyecto es el análisis de la gestión del valor ganado, mediante la cual se puede medir el trabajo realizado, el indicador para la medición del cronograma, o la eficiencia de la planificación del cronograma es el índice de rendimiento del cronograma (SPI, por sus siglas en inglés), se deberá obtener valores arriba de 1, para asegurar que el proyecto no va retrasado según lo planificado en el cronograma. Se vuelve muy importante el cronograma, ya que será la línea base para la medición de este indicador de desempeño. Si el valor del índice es menor que 1, el Director del Proyecto deberá realizar las gestiones necesarias para tratar de que el proyecto nuevamente esté en el cronograma establecido, o proceder con el control de cambios para la respectiva aprobación por parte del patrocinador. En el anexo 6 se presenta un cuadro con indicadores de la gestión del valor ganado.

4.3 Plan de Gestión de Costo del Proyecto

Según el PMI (2017) detalla que la gestión de costos del proyecto “incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado”. (pag. 231).

Se incluyen cuatro procesos en la gestión de los costos, que son: planificar la gestión de los costos, estimar los costos, determinar el presupuesto y controlar los costos.

4.3.1 Planificar la Gestión de los Costos

Una de las tareas del Director del Proyecto es el de administrar e informar a los interesados lo relacionado con el costo del proyecto. Como se citó anteriormente en el punto 4.2.3, por el tipo de trabajo del proyecto, se hace necesario el trabajar 12/7.

Para la estimación de costo del proyecto, se empleará la unidad de medida para el tiempo el día, esto para la estimación del recurso humano, mientras que para los recursos materiales se empleará el metro lineal, metro cúbico y la unidad de cada uno según sea el recurso requerido.

Se emplearán las herramientas de estimación paramétrica, el criterio de experto, y se calculará de forma de abajo hacia arriba para determinar costos de las actividades de la EDT. Se emplea para los cálculos el dólar americano (USD\$). Se aplicará el redondeo a USD \$1. El presupuesto se determinará empleando la agregación de los costos para cada uno de los paquetes de trabajo y llegar a las cuentas de control. Mientras que, para el monitoreo y control, se empleará la herramienta del análisis del valor ganado empleando el porcentaje completado.

4.3.2 Estimar los costos

En este proceso, el equipo del proyecto realiza una estimación de los recursos que serán necesarios para la construcción del proyecto, para lo cual se debe basar en la EDT del proyecto. Para el proyecto de construcción de un puente ubicado en la ampliación de la ruta 32 Rio Frio-Limón, se utilizaron las siguientes herramientas para la determinación de los costos, el juicio de experto, se aprovechó la experiencia de profesionales en la construcción de puentes para la definición de algunos de los costos; al igual que la estimación paramétrica, tomando información de proyectos similares para la estimación de los costos del proyecto, y también para algunas de las actividades se empleó la estimación análoga. En la tabla 12 se muestra la estimación de los costos del proyecto

Tabla 12

Estimación de los Costos del Proyecto

EDT	Tarea	Cantidad	Unidad	Costo unitario (USD\$)	Costo total (USD\$)
1	Gestión de Proyecto				
1	Gestión de Proyecto				
1.1	Plan para la dirección de proyecto		GLB	10000.00	10000.00
1.2	Instrucción de ejecución		GLB	4000.00	4000.00
1.3	Reportes de seguimiento y control		GLB	3500.00	3500.00

EDT	Tarea	Cantidad	Unidad	Costo unitario (USD\$)	Costo total (USD\$)
1.4	Documentos de cierre		GLB	1500.00	1500.00
2	Ingeniería				
2.1	Estudios preliminares de suelos		GLB	3000.00	3000.00
2.2	Informe de Topografía		GLB	4000.00	4000.00
2.3	Informe de Revisión del expediente técnico		GLB	2000.00	2000.00
3	Construcción del Puente Rio Madre				
3.1	Obras Preliminares				
3.1.1	Trazo, replanteo y control topográfico	942.75	M2	5.00	4722.62
3.1.2	Pase provisional	1.00	GLB	45025.85	45025.85
3.1.3	Campamento y Taller	1.00	GLB	17000.00	17000.00
3.2	Movimientos de Tierra				
3.2.1	Excavación para las estructuras	1968.57	M3	39.48	77713.00
3.2.2	Relleno para puentes	1867.20	M3	5.34	10800.78
3.3	Obras de Concreto				
3.3.1	Pilotes				
3.3.1.1	Perforación	188.49	ML	398.86	95728.52
3.3.1.2	Colocación de acero de refuerzo	9,275.31	KG	20.63	191457.52
3.3.1.3	Colocación de Concreto	250.00	M3	1276.38	319095.06
3.3.2	Bastiones				
3.3.2.1	Colocar acero de refuerzo	20,950.38	KG		432198.5
3.3.2.2	Encofrado				-

EDT	Tarea	Cantidad	Unidad	Costo unitario (USD\$)	Costo total (USD\$)
3.3.2.3	Colocación de Concreto	202.25	M3		148911.03
3.3.3	Vigas y Losa				
3.3.3.1	Prelosas	50.55	M3		30942.55
3.3.3.2	Encofrado de Vigas				-
3.3.3.3	Colado de Vigas				230150
3.3.3.4	Acero de Refuerzo	21,355.29	KG		272666.46
3.3.3.5	Colado de Losa	210.55	M3		30950.55
3.4	Botaderos				
3.4.1	Transporte de materiales granulares entre 120 m y 1000 m	1,360.34	M3	5.34	7,270.90
3.4.2	Transporte de escombros entre 120 m y 1000 metros	51,618.32	M3	0.217	11,228.96
3.5	Barandas y Señalización				
3.5.1	Apoyo de neopreno	8	UD	4863.81	38,910.49
3.5.2	Dispositivos de control sísmico	5	UD	1364.00	6820.25
3.5.3	Junta de dilatación con sello de neopreno	2	UD	7925.26	15850.55
3.5.4	Tubo de drenaje pvc	8		62.5	500.55
3.5.5	Riego de liga	200	L		2500.00
3.5.6	Mezcla Asfáltica	55	T		15780.55
3.5.7	Baranda Metálica	80	ML	258.67	20,694.76
4	Cierre de Proyecto				
4.1	Certificado de Obra		GLB	-	12,000.00
4.2	Finiquito de obra		GLB	-	17,667.50
					\$1.544.516,51

EDT	Tarea	Cantidad	Unidad	Costo unitario (USD\$)	Costo total (USD\$)
-----	-------	----------	--------	------------------------	---------------------

Nota: La Tabla 12 Estimación de los Costos del Proyecto
Autoría propia.

4.3.3 Determinar el Presupuesto

“Es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos autorizada” (PMI, 2017, pág. 248). En la tabla 13 se presenta la estimación de presupuesto para el proyecto, al cual se le ha adicionado un porcentaje para reservas de contingencia para cubrir los riesgos conocidos empleando para ello la herramienta del criterio de experto, apoyado en proyectos similares anteriores, y que puedan impactar el proyecto; se ha considerado un 2% para los primeros entregables de la EDT, ya que se consideran de bajo riesgo, un 5% para el entregable que tienen un poco más de riesgo, mientras que para el entregable más complicados se estimó un 10% ya que por el tipo de actividad tiene un alto nivel de incertidumbre debido al riesgo que poseen.

Tabla 13

Estimación del Presupuesto del Proyecto

Tarea	Costo (USD\$)	% Reserva Contingencia	Reserva contingencia	Costo total (USD\$)
Plan para la dirección de proyecto	20000,00	2%	400	20400,00
Instrucción de ejecución	8000,00	2%	160	8160,00

Reportes de seguimiento y control	7000,00	2%	140	7140,00
Documentos de cierre	5000,00	2%	100	5100,00
Ingeniería Estudios preliminares de suelos	3000,00	5%	150	3150,00
Informe de Topografía	4000,00	5%	200	4200,00
Informe de Revisión del expediente técnico	2000,00	5%	100	2100,00
Construcción del Puente Rio Madre				
Obras Preliminares				
Trazo, replanteo y control topográfico	4722,62	5%	236,131	4958,75
Pase provisional	45025,85	5%	2251,2925	47277,14
Campamento y Taller	17000,00	5%	850	17850,00
Movimientos de Tierra				
Excavación para las estructuras	77713	5%	3885,65	81598,65
Relleno para puentes	10800,78	5%	540,039	11340,82
Obras de Concreto				
Pilotes				
Perforación	9578,52	10%	957,852	10536,37
Colocación de acero de refuerzo	191457,52	10%	19145,752	210603,27
Colocación de Concreto Bastiones	319095,06	10%	31909,506	351004,57
Colocar acero de refuerzo	432198,5	10%	43219,85	475418,35
Encofrado		10%	0	0,00
Colocación de Concreto Vigas y Losa	148911,03	10%	14891,103	163802,13
Prelosas	30942,55	10%	3094,255	34036,81
Encofrado de Vigas			0	0,00
Colado de Vigas	230,15	10%	23,015	253,17

Acero de Refuerzo	27666,42	10%	2766,642	30433,06
Colado de Losa	30950	10%	3095	34045,00
Botaderos				
Transporte de materiales granulares entre 120 m y 1000 m	7270,9	5%	363,545	7634,45
Transporte de escombros entre 120 m y 1000 metros	11228,96	5%	561,448	11790,41
Barandas y Señalización				
Apoyo de neopreno	38910,49	10%	3891,049	42801,54
Dispositivos de control sísmico	6820,25	10%	682,025	7502,28
Junta de dilatación con sello de neopreno	15850,55	10%	1585,055	17435,61
Tubo de drenaje pvc	500,55	2%	10,011	510,56
Riego de liga	2500	2%	50	2550,00
Mezcla Asfáltica	15780,55	2%	315,611	16096,16
Baranda Metálica	20694,76	5%	1034,738	21729,50
Cierre de Proyecto				
Certificado de Obra	12000	2%	240	12240,00
Finiquito de obra	17667,5	2%	353,35	18020,85
Total	\$1.544.516,51			\$1.681.719,43

Nota: La Tabla 13 Estimación del presupuesto del Proyecto Autoría propia.

Adicionalmente, se ha contemplado un 10% como reserva de gestión “para cubrir trabajo no planificado” (PMI, 2017, p. 246), pero este monto no se deberá considerar como parte de la línea base del costo, pero sí “forma parte del presupuesto total y de los requisitos de financiamiento del proyecto” (PMI, 2017, pag. 252). Por lo que el monto total de presupuesto del proyecto construcción del puente Rio Madre ubicado en la ampliación de la ruta 32 entre Rio Frio-Limón es de USD\$ 1.681.719,43.

El presupuesto total del proyecto viene a ser el total del costo estimado del proyecto, más las reservas de contingencia y de gestión. Este presupuesto total tiene la finalidad de

prever fondos que la organización necesita reservar o tener disponible para el desarrollo del proyecto. Para el proceso de estimación del costo, se ha utilizado una lista de verificación que sirve de ayuda para estructurar una estimación más cercana a la realidad.

4.3.4 Línea base de costos

La línea base del costo es el monto del presupuesto aprobado para el desarrollo del proyecto en el tiempo definido, como se citó anteriormente, en la línea base no se debe considerar el monto de la reserva de gestión. Es la base para la medición del desempeño del proyecto, aplicando la herramienta del valor ganado. En la figura 10 se muestra la gráfica de la línea base de costo para el proyecto construcción del puente Rio Madre ubicado en la ampliación de la ruta 32 entre Rio Frio-Limón

Figura 10

Línea Base de Costos



Autoría propia

4.3.5 Controlar los costos

En el proceso de ejecución del proyecto se debe llevar un monitoreo de los costos, para saber cómo va el proyecto. Para ello es importante el empleo de la herramienta de la gestión del valor ganado, el cual suministrará información del estado del proyecto mediante indicadores de desempeño, que ayudarán al Director del Proyecto a la toma de decisiones, y en caso de variaciones en la línea base, se realice el respectivo control de cambios para la aprobación correspondiente.

Se empleará el índice de la medida de eficacia del costo de los recursos presupuestados (CPI por sus siglas en inglés), valores inferiores a 1 indicarán que el proyecto está consumiendo más recursos que los presupuestados, lo cual es un riesgo para el proyecto, ya que el proyecto se podría quedar sin presupuesto antes de que finalice. Por el contrario, valores de CPI mayores a 1 indicarán que el proyecto está consumiendo menos presupuesto del programado. En el anexo 6 se presenta un cuadro con indicadores e la gestión del valor ganado.

4.4 Plan de gestión de calidad

De acuerdo con el PMI (2017) el plan de gestión de calidad “incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer los objetivos de los interesados” (pag. 271). También va de la mano con el proceso de la mejora continua que pueda aplicar la empresa, y que se traduce en procesos de implementación de acciones para la prevención, de manera tal que, se minimicen costos por la realización de re-trabajos. Para el proyecto construcción del puente Rio Madre ubicado en la ampliación de la ruta 32 entre Rio Frio-Limón, el objetivo del plan de calidad es definir cómo será gestionada la calidad durante el ciclo de vida del proyecto, definiendo actividades, procedimientos que garanticen la calidad del

proyecto. Donde se definirá los estándares de calidad que serán aceptados para los diferentes entregables del proyecto, le corresponderá al Director del Proyecto junto con su equipo de proyecto la definición de este plan apoyándose en proyectos similares y en normativas internacionales.

4.4.1 Planificar la gestión de la calidad

La calidad de proyecto es una forma de garantizar la satisfacción de los interesados del proyecto, mediante los requisitos que se definirán de cada uno de los entregables, mediante los procedimientos definidos. La planificación de la calidad es “identificar los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento de estos” (PMI, 2017 pag. 271). Como se citó anteriormente, para la definición de la calidad el equipo del proyecto se apoyará en proyectos similares para las definiciones de la calidad, empleando procedimientos internos de la institución, así como de procedimientos establecidos internacionalmente para la construcción de puentes. Durante la ejecución del proyecto, se podrán realizar variaciones a la calidad, pero estas deberán pasar por el control integrado de cambios y deberá ser aprobada por el patrocinador.

4.4.2 Métricas de calidad

Una métrica de calidad describe un atributo del producto o del proyecto y de cómo será verificado y monitoreado el cumplimiento de dicha métrica en la fase de ejecución del proyecto. Para el proyecto construcción del puente Rio Madre ubicado en la ampliación de la ruta 32 entre Rio Frio-Limón, se consideran las siguientes métricas de calidad que se enlistan en la tabla siguiente.

Tabla 14*Métrica de Calidad*

Factor	Objetivo de Calidad	Métrica Para Utilizar	Frecuencia y Momento de Medición	Frecuencia y Momento de Reporte
Rendimiento del Proyecto	CPI \geq 0,95	CPI=Rendimiento de Costos	Semanal Domingos por la Tarde	Semanal Lunes por la Mañana
	SPI \geq 0,96	CPI=Rendimiento del Programa	Semanal Domingos por la Tarde	Semanal Lunes por la Mañana
Compactación de Materiales Relleno	Densidad del Proctor Modificado \geq 95%	% de densidad calculado	Cada 500m3 rellenos	Semanal Lunes por la Mañana
Resistencia del concreto f'c=210Kg/cm2	Resistencia \geq 210Kg/cm2 en 28 días de edad	Kg/cm2 Resistencia mínima a la compresión	Cada vez que se coloque concreto Una muestra por cada fabricación de concreto	Quincenal Lunes por la Mañana

Nota: La Tabla 14 Métrica de Calidad
Autoría propia.

4.4.3 Documentos de prueba y evaluación

Con el fin de darle trazabilidad a las métricas establecidas y poder validar la calidad de los procesos del proyecto, se aplicarán durante la ejecución del proyecto los métodos que se detallan a continuación.

Tabla 15*Documentos de Calidad*

Documento No.	Descripción
PPI-300	Inspección Preliminar
PPI-301	Excavación para Bastiones o Pilas
PPI-302	Relleno para Estructuras
PPI-303	Armadura Pasiva
PPI-304	Armadura Activa
PPI-305	Concreto Colado en Sitio
PPI-306	Cimbras y Encofrados
PPI-307	Componentes Adicionales

Nota: La Tabla 15 Documentos de Calidad
Autoría propia.

4.5 Plan de gestión de los recursos del proyecto

“Incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto” (PMI, 2017, pág. 307). Con lo cual el director del proyecto se asegura el poder contar en el momento adecuado con los recursos que el proyecto requiere, minimizando los retrasos y costos en la ejecución del proyecto. Se incluyen los recursos del equipo (recursos humanos) así como los recursos físicos (equipos, materiales, instalaciones e infraestructura). La adecuada planificación de estos recursos será de mucha importancia para ayudar en el éxito del proyecto.

En este plan se incluirán roles y responsabilidades, el organigrama del equipo de trabajo del proyecto, la estimación de los recursos, la adquisición de los recursos, el momento en el

cual los recursos serán necesarios y requisitos de capacitación, para lo cual se emplearon herramientas como las reuniones, la representación de datos y el criterio de experto.

4.5.1 Matriz de asignación de responsabilidades

Se describen en la tabla 16 la matriz de los roles y responsabilidades de los miembros del equipo del proyecto y de las partes interesadas para el proyecto, para lo cual se emplea la herramienta de la matriz RACI.

Tabla 16

Matriz de los Roles

EDT	Patrocinador	Director de Proyecto	Jefe de Previsión de Riesgos y Ambiental	Jefe de Calidad	Ingeniero de Oficina de Diseño	Ingeniero de Presupuestos	Ingeniero de Planeamiento	Jefe de Operaciones	Jefe de Movimiento de Tierras	Supervisor de Obra Civil	Administrador de Obra	Jefe de Recursos Humanos	Jefe de logística
1	Gestión de Proyecto												
1.1	V-A-F	R-V-F	P	P	P	O	P	P	O	O	P	P	P
1.2		R-V-F	P-O	P-O	P	I	P	P	P	P	I	I	I
1.3		R-V-F	P-O	P-O	P	I	P	P	P	P	I	I	I
1.4		R-V-F	P-O	P-O	P	P	I	P-V	P-V	P-V	I	I	I
2	Ingeniería												
2.1		I-F	V	V	I	O	R-V	P-V		I	I	P	P
2.2		I-F	V	V	R-V	O	P-A	P-V		I	I	P	P
2.3		I-F	V	V	R-V	O	P-A	P-V		I	I	P	P

3	Construcción del Puente Rio Madre		R-V-F	V	V	I	O	A	P-V	V		I	P	P
3.1	Obras Preliminares		I-F	V	V	I	O	A	P-V	R		I	P	P
3.2	Movimientos de Tierra		I-F	V	V	V	O	A	P-V	R		I	P	P
3.3	Obras de Concreto		I-F	V	V	V	O	A	P-V		R	I	P	P
3.4	Botaderos y Materiales		I-F	V	V	V	O	A	P-V		R	I	P	P
3.5	Barandas y Señalización	I	I-F	V	V	V	O	A	P-V		R	I	P	P
4	Cierre de Proyecto	A	R	V	V	V	P	P	V	V	V	V	V	V
4.1	Certificado de Obra	A	V-F			R-V	P	P				I		
4.2	Finiquito de obra	I	I-F			R-V	O	O				I		

Nota: La Tabla 16 Matriz de los Roles Autoría propia.

R= responsable
P=Participa
I=Informa
V=Verifica

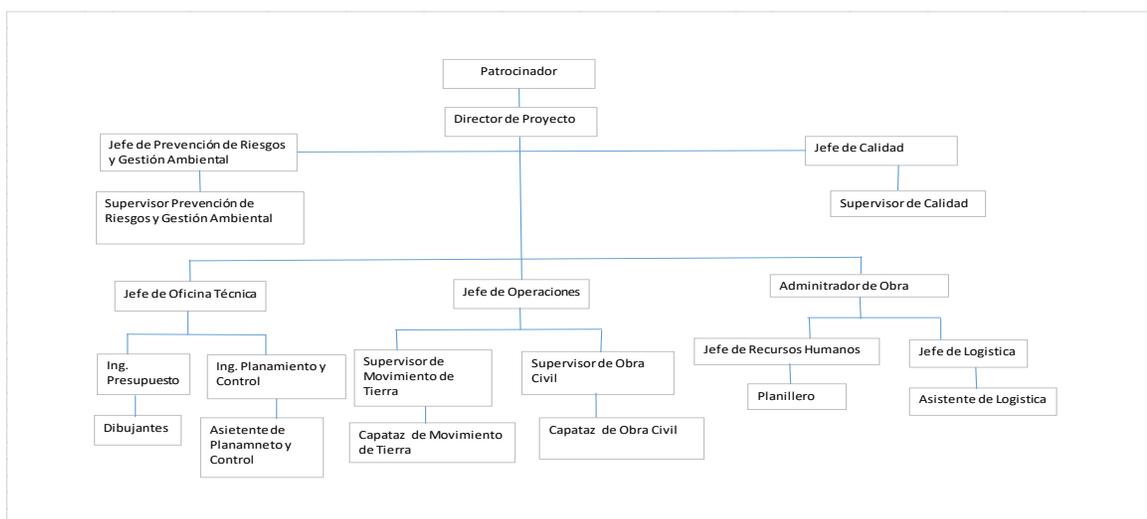
O=Opinión
A= Autoriza
F=Firma

4.5.2 Organigrama del proyecto

En la figura 11 se muestra el organigrama de trabajo propuesto para el proyecto, el cual pertenece, a la organización de la empresa y que será la estructura del Proyecto Construcción del Puente Rio Madre Ubicado en la Ampliación de la Ruta 32 Rio Frio-Limón.

Figura 11

Organigrama del Proyecto



Autoría Propia

4.5.3 Estimar y adquirir los recursos

Se define en este proceso los recursos del equipo, así como los recursos físicos que serán necesarios en cada una de las actividades en que está constituido el proyecto. En la tabla 17 se representa la estimación de cada uno de estos recursos.

La Tabla 17

Estimar y adquirir los recursos

Entregable	Actividad	Recurso	Cantidad	% asignación	Observaciones	
1.0 Gestión de proyectos	Plan para la dirección	Director del proyecto	1	100%		
		Ingenieros	2	100%		
	Instrucción de ejecución	Director del proyecto	1	100%		
		Ingenieros	2	100%		
	Reporte de seguimiento y control	Director del proyecto	1	100%		
		Ingenieros	2	100%		
	Documentos de cierre	Director del proyecto	1	100%		
		Ingenieros	2	100%		
	Estudios preliminares de Suelos		Jefe de Calidad y Ambiente	1	40%	
			Técnicos	1	100%	
Peones			2	100%		
Camioneta 4 x 4			1	100%		
2.0 Ingeniería	Informe de Topografía	Jefe Topografía	1	40%		
		Topógrafo	1	100%		
		Peones	1	100%		
		Equipo de Topografía	1	100%		
	Informe de Revisión expediente técnico	Camioneta 4 x 4	1	100%		
		Jefe ofic. Técnica	1	100%		
		Jefe Topografía	1	60%		
Trazo, replanteo y control topográfico		Jefe de Calidad y Ambiente	1	60%		
		Ingenieros	1	100%		
		Topógrafo	1	100%		
		Peones	2	100%		
		Equipo de Topografía	1	100%		
		Camioneta 4 x 4	1	100%		

3.1 Obras preliminares	Pase provisional p / pte. Madre	Maestro de Obras		80%;	
		Oficial		100%	
		Peón		100%	
		Excavadora Cat 330	1	100%	
			1		
	Campamento y Taller			2	
				1	
		Maestro de Obras	1	80%	
		Oficial	1	100%	
		Peones	3	100%	

Entregable	Actividad	Recurso	Cantidad	% asignación	Observaciones
		Excavadora Cat 330	1	100%	
		Módulos Container (Und)	3		
	Excavación para estructuras en seco.	Maestro de Obras	1	80%	
		Oficial	1	100%	
		Peón	2	100%	
3.2. Movimiento de Tierras	Excavación para estructuras bajo agua	Excavadora Cat	1	100%	
		Camión Volquetes	2	100%	
		Maestro de Obras	1	80%	
		Oficial	1	100%	
		Peón	2	100%	
		Excavadora Cat	1	100%	
		Camión Volquetes	2	100%	

3.3.1 Pilote	Relleno para puentes	Maestro de Obras	1	80%	
		Oficial	1	100%	
		Peón	2	100%	
		Excavadora Cat	1	100%	
		Minicargador	1	100%	
		Rodillo Cat	1	100%	
		Camión Volquetes	1	100%	
		Plancha Compactadora	2	100%	
		Material para relleno (m3)	1		
		Acero de refuerzo	Maestro de Obras	1	80%
		Oficial	1	100%	
		Peón	3	100%	
		Fierro Corrugado (kg)	1		
	Encofrado cara no vista	Maestro de Obras	1	80%	
		Oficial	1	100%	
		Peón	3	100%	
		Madera (p2)	1		
	Concreto f'c=280 kg/cm2	Maestro de Obras	1	80%	
		Oficial	1	100%	
		Peón	2	100%	
	Minicargador	1	100%		
	Mezcladora de Concreto	1	100%		
	Vibrador de Concreto	1	100%		
	Cemento Portland (bls)	5 bls/m3			
	Agua (m3)	1			
	Arena (m3)	0.4 x m3			
	Piedra Chancada (m3)	0.6 x m3			
Entregable	Actividad	Recurso	Cantidad	% asignación	Observaciones
		Aditivo Incorporador de aire (bls)	0.5 bls/m3		

3.3.2 Bastiones	Concreta clase d2 (f'c = 280 kg/cm2)	Maestro de Obras	1	80%
		Oficial	1	100%
		Peón	2	100%
		Minicargador	1	100%
		Mezcladora de Concreto	1	100%
		Vibrador de Concreto	1	100%
		Cemento Portland (bls)	7.5	
		Agua (m3)	bls/m3	
		Arena (m3)	1	
		Piedra Chancada (m3)	0.4 x m3	
		Aditivo Incorporador de aire (bls)	0.6 x m3	
			0.5	
			bls/m3	
	Acero de refuerzo	Maestro de Obras	1	80%
		Oficial	1	100%
		Peón	3	100%
		Fierro Corrugado (kg)	1	
	Encofrado cara no vista bajo agua	Maestro de Obras	1	80%
		Oficial	1	100%
Peón		3	100%	
Madera (p2)		1		
Encofrado cara no vista en elevaciones	Maestro de Obras	1	80%	
	Oficial	1	100%	
	Peón	3	100%	
	Madera (p2)	1		
Encofrado cara vista en elevaciones	Maestro de Obras	1	80%	
	Oficial	1	100%	
	Peón	3	100%	
	Madera (p2)	1		

Concreta clase d2 (f'c = 210 kg/cm2)	Maestro de Obras	1	80%
	Oficial	1	100%
	Peón	2	100%
	Minicargador	1	100%
	Mezcladora de Concreto	1	100%
	Vibrador de Concreto	1	100%
	Cemento Portland (bls)	7.5	
	Agua (m3)	bls/m3	
	Arena (m3)	1	
	Piedra Chancada (m3)	0.4 x m3	
	Aditivo Incorporador de aire (bls)	0.6 x m3	
		0.5	
		bls/m3	

Entregable	Actividad	Recurso	Cantidad	% asignación	Observaciones
3.3.3 Vigas, Losas	Falso puente	Maestro de Obras	1	80%	
		Oficial	1	100%	
		Peón	3	100%	
		Madera (p2)	1		
	Encofrado de vigas, losas	Maestro de Obras	1	80%	
		Oficial	1	100%	
		Peón	3	100%	
		Madera (p2)	1		
	Acero de refuerzo	Maestro de Obras	1	80%	
		Oficial	1	100%	
		Peón	3	100%	
		Fierro Corrugado (kg)	1		

Concreto clase c (f'c = 280 kg/cm2)	Maestro de Obras	1	80%
	Oficial	1	100%
	Peón	2	100%
	Minicargador	1	100%
	Mezcladora de Concreto	1	100%
	Vibrador de Concreto	1	100%
	Cemento Portland (bls)	9.5	
	Agua (m3)	bls/m3	
	Arena (m3)	1	
	Piedra Chancada (m3)	0.4 x m3	
	Aditivo Incorporador de aire (bls)	0.6 x m3	
		0.5	
		bls/m3	
Concreto clase (f'c=280 kg/cm2)	Maestro de Obras	1	80%
	Oficial	1	100%
	Peón	2	100%
	Minicargador	1	100%
	Mezcladora de Concreto	1	100%
	Vibrador de Concreto	1	100%
	Cemento Portland (bls)	7.5	
	Agua (m3)	bls/m3	
	Arena (m3)	1	
	Piedra Chancada (m3)	0.4 x m3	
	Aditivo Incorporador de aire (bls)	0.6 x m3	
		0.5	
		bls/m3	

Entregable	Actividad	Recurso	Cantidad % asignación	Observaciones
		Arena (m3)	1 x m3	

3.4 Tajo Explotado, Botadero	Transporte de materiales granulares entre 120m y 1000 m	Maestro de Obras	1	80%	
		Oficial	1	100%	
		Peón	2	100%	
		Excavadora Cat	1	100%	
		Cargador Frontal	1	100%	
	Transporte de escombros entre 120 m y 1000 metros	Camión Volquetes	1	100%	
		Maestro de Obras	1	80%	
		Oficial	1	100%	
		Peón	2	100%	
		Excavadora Cat	1	100%	
3.5 Barandas pintadas	Apoyo de neopreno	Cargador Frontal	1	100%	
		Camión Volquetes	1	100%	
	Neopreno (Und)	1			
	Dispositivos de control sísmico	Dispositivo de control sísmico (Und)	1		
		Junta de dilatación con sello de neopreno	Sello de neopreno (ml)	1	
	Riego de liga	Pen (gln)	1		
	Emulsión asfáltica de rotura rápida	Emulsión asfáltica (m2)	1		
		Suministro y colocación de baranda metálica	Maestro de Obras	1	70%
			Oficial	1	100%
			Baranda metálica (ml)		
	Pintura (gln)				
Entregable	Actividad	Recurso	Cantidad	% asignación	Observaciones
4.0 Cierre del Proyecto	Certificado de obra	Director del proyecto	1	100%	
		Jefe de Operaciones Jefe de Calidad y Ambiental	1	100%	

Informe de liquidación de obra	Jefe de Oficina Técnica	1	100%
	Director del proyecto	1	100%
	Jefe de Calidad y Ambiental	1	100%
		1	100%

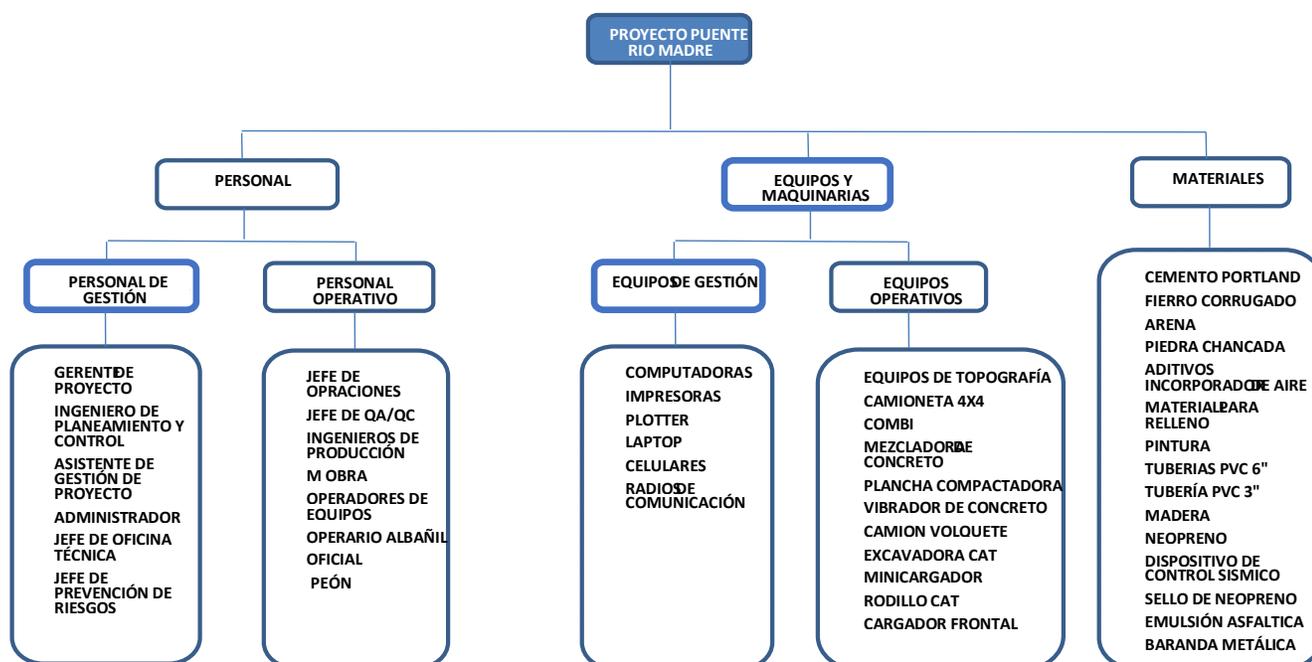
Nota: La Tabla 17 Estimar y adquirir los recursos
Autoría propia

4.5.4 Estructura de desglose de recursos

En la figura 12 se muestra la representación jerárquica de los principales recursos que el proyecto demandará en su ciclo de vida, los que se han clasificados por categoría y tipo.

Figura 12

Estructura de Desglose de Recursos



Autoría propia

4.5.5 Adquirir recursos

El proyecto lo realiza una empresa extranjera, que cuenta con los recursos de equipo que son necesarios para la ejecución del proyecto. En cuanto a los recursos físicos, en su gran mayoría se trata de materiales que son de importación y en su mayoría se pueden localizar en el mercado nacional. En cuanto a equipos, el proyecto cuenta con el equipo que se requiere

para la construcción de puentes y equipos complementarios asociados que son requeridos para dicho fin. De igual manera cuenta con las facilidades de infraestructura requerida para la realización del proyecto.

4.5.6 Calendario de recursos

El proyecto se estima sea realizado en un plazo de 361 días, el personal asociado a la construcción labora 12 horas diarias para ello se tiene cuatro equipos de trabajo Armadores, asistente, auxiliares, mecánicos, personal de planta. Se tiene dos profesionales responsables del proceso de construcción, que laboran en jornada bisemanal intercambiada, de lunes a viernes, 12 horas cada día. El equipo de proyecto labora una jornada bisemanal de 12 horas de lunes a viernes. Todo este personal está de inicio a fin del proyecto.

En cuanto a los recursos materiales, como se mencionó anteriormente, la gran mayoría de ellos se encuentran en el país, por lo que se deben contar con los mismos en el tiempo justo para no generar retrasos en la ejecución de la obra.

4.5.7 Desarrollar el equipo

El personal destinado para la ejecución del proyecto cuenta con experiencia en los trabajos a desarrollar, aun así, se plantea la necesidad de reforzar la capacitación en temas ambientales y de seguridad ocupacional, por lo que se realizan reuniones cada quince días para el reforzamiento de estos temas. Por otra parte, se plantea realizar reuniones pequeñas por parte del ingeniero de obra, al inicio de la jornada laboral, donde se reforzará los procedimientos de trabajo y cuidados especiales que se deba tener en alguna actividad en particular. En el caso que, durante la ejecución del proyecto, se deba sustituir algún colaborador, se realizará una inducción del puesto de trabajo, y se le asignará otro colaborador

para que haga un entrenamiento en los trabajos a realizar, poniendo especial atención a temas de seguridad y temas de acatamiento de la normativa establecida por la empresa.

El trabajo en equipo es fundamental, por lo que se propone mantener una comunicación asertiva, desarrollar objetivos comunes, tener confianza en los colaboradores, todo ello conducirá a que los colaboradores se sientan a gusto mejorando su desempeño en el trabajo.

Se propone hacer un reconocimiento verbal a los colaboradores una vez alcanzado cada uno de los hitos del proyecto. Si alguno de los colaboradores realiza alguna mejora o propone alguna mejora, se sugiere el hacer un reconocimiento por escrito con el fin de motivar a los demás en la cultura de la mejora continua.

4.5.8 Evaluaciones de desempeño

Al inicio del proyecto se establecerán las métricas para la evaluación del desempeño del equipo de trabajo, las cuales deberán ser evaluadas cada mes, con el fin de medir el nivel de cumplimiento y hacer los planes de acción en el caso que no se esté cumpliendo con las metas establecidas. Se sugiere el avance diario como una métrica para la medición del desempeño.

4.6 Plan de gestión de las comunicaciones

La comunicación es de suma importancia, ya que el “75% de las veces la comunicación es la causa de los errores”. (UCI, 2019, pág. 6), por lo que una buena gestión de las comunicaciones tendrá un efecto positivo en los proyectos. De acuerdo con PMI (2017), “incluye los procesos necesarios para asegurar que las necesidades de información del proyecto y de sus interesados se satisfagan a través del desarrollo de objetivos y de la implementación de actividades diseñadas para lograr un intercambio eficaz de información”.

(pág. 359). Se debe realizar una estrategia que satisfaga las necesidades de los interesados y luego poder implementarse ella misma.

El plan de comunicaciones propuesto para la construcción del puente Rio Madre tendrá la función de comunicar información del proyecto entre el equipo del proyecto y las partes interesadas. Se definirán los roles de las partes interesadas, una matriz de comunicación en la que se reúnen los requisitos de comunicación de cada una de las partes interesadas.

4.6.1 Planificar la gestión de las comunicaciones

Se definen las necesidades de comunicación del proyecto construcción del puente Rio Madre, para lo cual el Director de Proyecto con su equipo de proyecto definirá la matriz de comunicación, donde se reflejará las necesidades de comunicación durante el ciclo de vida del proyecto de cada interesado. Para este proyecto se propone una comunicación interactiva, la cual “reconoce la necesidad de asegurar que el mensaje haya sido comprendido” (PMI, 2017, pág. 372). Con este modelo se logra que el interesado brinde una confirmación de la recepción del mensaje, logrando así, el poder recibir una retroalimentación o respuesta, mediante la cual se puede confirmar que lo comunicado cumplió su objetivo y sea una comunicación efectiva, se da una comunicación en dos vías, asegurando que lo comunicado ha sido claro, completo y confirmado que el mensaje ha tenido la interpretación correcta.

Se propone también una comunicación tipo push, empleando para ello el correo electrónico, herramienta muy común en estos momentos, también se propone para el cierre del proyecto, la colocación del informe final, así como toda la información del proyecto, en el servidor con que cuenta la empresa, en la cual tienen acceso un grupo previamente establecido, grupo de interesados del proyecto, por las políticas de la empresa (comunicación tipo pull). Toda la información del proyecto deberá ser escrita en idioma español.

4.6.2 Matriz de comunicaciones

Se presenta en la tabla 18 la matriz de comunicaciones del proyecto construcción del puente Rio Madre, la cual se elaboró considerando las necesidades de comunicación de cada uno de los interesados, empleando para ello la herramienta de juicio de experto y análisis de requisitos de información.

Tabla 18

Matriz de Comunicación

Información Requerida	Responsable de elaborarlo	Público Objetivo	Método de comunicación a utilizar	Descripción de la Comunicación	Frecuencia	Comentarios
Acta Constitución del Proyecto	Patrocinador	Gerente General. Director de Proyecto. Gerente comercial.	Presentación en Power Point	Plantilla de Acta de Constitución del Proyecto	Inicio del proyecto	
Enunciado del alcance del proyecto	Director de Proyecto	Gerente Comercial. Gerente General Equipo del Proyecto	e-mail, Minuta de reunión	Plantilla de declaración del alcance Justificación del proyecto. Descripción del producto.	Inicio del proyecto y cuando haya actualizaciones	

				Entregables del proyecto. Objetivos del proyecto (costo, cronograma, calidad)	
Plan para la Dirección del Proyecto	Director de Proyecto	Gerente General. Patrocinador. Equipo del Proyecto. PMO	Documentación del Proyecto. e-mail	Plan para la Dirección del proyecto. Incluye las tres líneas base y los planes de gestión (10 planes de gestión)	Inicio del proyecto y cuando haya actualizaciones
Solicitud de Cambios	Comité de Cambios	Comité de Cambios	Adjunto a Minuta de reunión	Formato Solicitud de Cambios.	Cada vez que se genere una solicitud.
Aprobación Solicitud de Cambios	Comité de Cambios	Patrocinador. PMO Solicitante. Director de Proyecto.	Adjunto a Minuta de reunión	Descripción detallada del cambio autorizado y los motivos de aprobación.	Cada vez que se genere una solicitud. Aprobación Solicitud de Cambios
Cronograma del Proyecto.	Ing. Control y planeamiento	Equipo del proyecto Patrocinador	e-mail, adjunto a Minuta de reunión	Hitos del Proyecto Diagrama de Gantt Tiempo de las actividades	Inicio del proyecto y cuando haya actualizaciones
Calendario de Recursos	Ing. Control y planeamiento	Administración Gerencia General Patrocinador	e-mail	□ Calendario de Recursos Parcial (Personal) □ Calendario de Recursos Parcial (Materiales y Equipos)	Inicio del proyecto y cuando haya actualizaciones

Registro de Riesgos	Director de Proyecto	Patrocinador Equipo de Dirección el Proyecto	Adjunto a Minuta de reunión	Lista de riesgos identificados. Plantilla de registro de riesgos. Acciones de respuesta	Inicio del Proyecto y cuando haya actualizaciones
Presupuesto Projectado	Director de Proyecto	Gerente de Finanzas. Patrocinador	Adjunto a Minuta de reunión	Presupuesto Comparativo con el costo real y el valor ganado, incluyendo la proyección del ETC.	Inicio del Proyecto y cuando haya actualizaciones
Acciones correctivas y preventivas recomendadas	Director de Proyecto	Gerente Comercial Equipo del proyecto	e-mail	Lista de acciones recomendadas con detalle de cada una. Plantilla de acciones correctivas y preventivas.	Inicio del proyecto y cuando haya actualizaciones
Acciones correctivas y preventivas implementadas	Director de Proyecto	Gerente Comercial Equipo del proyecto	e-mail	Lista de acciones implementadas. Plantilla de acciones implementadas.	Posterior a la implementación de alguna acción
Contrato de Proveedores	Director de Proyecto	Gerente de Logística. Asesor Legal	Adjunto a Minuta de reunión	Contrato de Proveedores	Inicio del Proyecto
Conformidades de trabajos de proveedores	Director de Proyecto	Proveedores	Adjunto a Minuta de reunión	Formato de conformidad de trabajos de proveedores.	En cada hito del proyecto.
Informe de Estado de Proyecto para la Alta Gerencia	Director de Proyecto	Patrocinador PMO Gerente General	Escrito según formato. e-mail	Reporte Costo proyectado con el costo real. Indicadores de gestión.	Mensual

Informe de Estado de Proyecto para el Equipo de Proyecto	Director de Proyecto	Director de proyecto. Equipo de proyecto	Presentación. Según Formato.	Avances semanales Avance semanal real vs previsto Avance real versus el proyectado.	Semanal
Informe de rendimiento en base al valor ganado para el Equipo de Proyecto	Director de Proyecto	Director de Proyecto Equipo de proyecto	e-mail	Indicadores de porcentajes del valor ganado.	Semanal
Informe de rendimiento en base al valor ganado para la Alta Gerencia	Director de Proyecto	Patrocinador Gerente General Gerente Comercial	Reunión, Adjunto a Minuta de reunión	Rendimiento del valor ganado. Porcentaje del valor ganado con respecto al real.	Mensual
Informe de avance de trabajo	Jefe de Operación	Director de Proyecto. Equipo de Dirección de Proyecto.	Escrito Email.	Avance del trabajo según formato Situación de los requisitos. Porcentaje de Cumplimiento por Actividad.	Quincenal
Agenda de Reuniones	Director de Proyecto	Patrocinador Equipo de Dirección de Proyecto. PMO Jefe de Calidad. Jefe de Seguridad.	e-mail	Incidencias del proyecto Acuerdo de actas anteriores. Avances del proyecto. Cambios solicitados que requieran aprobación del cliente.	Quincenal

Boletín Informativo	Director de Proyecto	Usuarios en general.	Escrito, email y publicación en empresa.	Detalle de avances y beneficios que se obtendrán con el proyecto.	Mensual	Informar a todos los usuarios el estado del proyecto de la empresa.
Informes de Logística	Asistente de Logística.	Director de Proyecto Equipo de Dirección del Proyecto	Email	Detalle de las actividades y su estado, necesidades, problemas, e incidencias referentes a su área de enfoque.	Semanal	
Cierre de Proyecto	Director de Proyecto	Director de Proyecto Equipo de Dirección del Proyecto, Interesados	presentación en Power Point	Se presentará el producto terminado el cumplimiento de los hitos establecidos y los beneficios que se obtienen con el proyecto	Al final del proyecto	

Nota: La Tabla 18 Matriz de la Comunicación
 Autoría propia

4.6.3 Gestionar las comunicaciones

En este proceso se garantiza “que la recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunas y adecuadas” (PMI, 2017, pág. 379). Para el Proyecto Construcción del Puente Rio Madre Ubicado en la Ampliación de la Ruta 32 Rio Frio-Limón, se establece que las reuniones e informes establecidos en la matriz de comunicación (tabla 18), la invitación será comunicada mediante el correo electrónico con verificación de lectura, en caso de que alguno de los interesados no lea la invitación, se le comunicará vía telefónica. En las reuniones se suministrará a los participantes la información impresa; una vez realizada la reunión, toda la documentación será ingresada al servidor de la empresa, por parte del Director de proyecto, para que quede disponible a los interesados, se incluirán también la lista de asistencia así como las minutas de las reuniones.

4.6.4 Monitorear las comunicaciones

En este proceso se establece que la información que sea transmitida a los interesados satisfaga su necesidad de información y “determina si los objetivos y actividades de comunicación planificado han tenido el efecto deseado de aumentar o mantener el apoyo de los interesados a los entregables y los resultados esperados del proyecto” (PMI, 2017, pag. 389). Una manera de monitorear las comunicaciones es mediante la evaluación del desempeño de las comunicaciones, se debe dar seguimiento a la cantidad de comunicaciones planificadas en la matriz de comunicaciones y compararla con la cantidad de comunicaciones realizadas, con lo cual se obtiene un índice de cumplimiento o evaluación de desempeño. Es importante que se dé una retroalimentación de la información recibida, que puede ser mediante comunicación interactiva y la escucha activa, podrá, además, implementarse encuestas que midan la satisfacción de la información recibida, de manera tal que se puedan implementar cambios en

la información presentada en futuras reuniones; para lo cual será necesario la realización del proceso de control integrado de cambios.

Todas las comunicaciones deben quedar documentadas e incorporadas al servidor de la empresa, de manera que puedan tener acceso los interesados del proyecto en el momento que lo consideren sea necesario.

4.7 Plan de gestión de los riesgos

El objetivo principal de este plan es que el Director del Proyecto y su equipo puedan “aumentar la probabilidad y/o el impacto de los riesgos positivos y disminuir la probabilidad y/o impacto de los riesgos negativos, a fin de optimizar las posibilidades de éxito del proyecto” (PMI, 2017, pág. 395). No existe proyecto que no tenga riesgos, estos van a depender de la magnitud y complejidad del proyecto, así sean proyectos similares, cada uno va a tener diferentes riesgos y van a depender, entre otros, de los supuestos, de las restricciones, de las necesidades de los interesados. La idea es el poder identificarlos y enfrentarlos, de manera tal que, el riesgo general del proyecto esté en un rango que sea aceptado; potenciando los riesgos positivos y minimizar los riesgos negativos.

4.7.1 Planificar la gestión de los riesgos

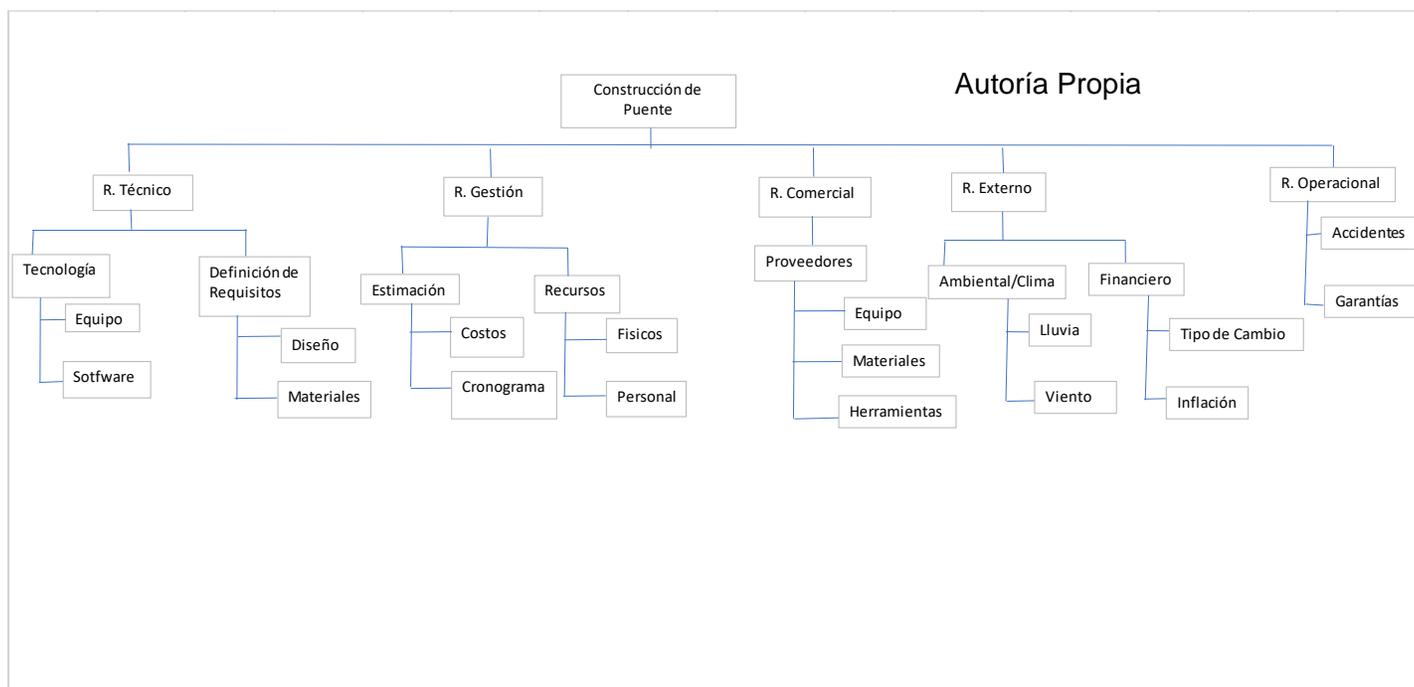
“Es el proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto” (PMI, 2017, pág. 401). Para este proceso se empleó el criterio de experto mediante reuniones para la identificación de los riesgos que puede tener el proyecto de la construcción del Puente Rio Madre Ubicado en la Ampliación de la Ruta 32 Rio Frio-Limón, definiendo los riesgos que se consideraron para el proyecto. Para ello se definió una RSB para su clasificación.

El Director del Proyecto y su equipo una vez definidos los riesgos, procederán a realizar el análisis cuantitativo, cualitativo, planificar e implementar la respuesta a los riesgos identificados y monitorear los riesgos. Se debe estar evaluando durante todo el ciclo de vida del proyecto estos riesgos y se determinará si se han presentado nuevos riesgos y serán incluidos en el registro de riesgos para proponer la respuesta a los mismos. Para ello será necesario realizar el control integrado de cambios para su inclusión. Empleando para ello las buenas prácticas en gestión de proyectos descritas en la Guía del PMBOK® 2017.

En la figura 13 se presenta la RSB para el proyecto de la construcción del Puente Rio Madre Ubicado en la Ampliación de la Ruta 32 Rio Frio-Limón.

Figura 13

Estructura de Desglose de los Riesgos



4.7.2 Probabilidad e impacto de los riesgos

El proyecto no cuenta con plantillas para la probabilidad e impacto de los riesgos que afecten los objetivos principales del proyecto, por lo que se propone la plantilla mostrada en la

tabla 19 para la definición de la probabilidad e impacto para el proyecto, el cual es realizado empleando la herramienta del criterio de experto.

Tabla 19

Definición de Probabilidad e Impacto

Escala	Probabilidad	+/- Impacto sobre los objetivos del proyecto		
		Tiempo	Costo	Calidad
Muy alto	0,9	Variación del calendario > 20%	Incremento del costo > 20%	El producto final del proyecto es inservible
Alto	0,7	Variación del calendario entre 12% a 20%	Incremento del costo entre 12% a 20%	Reducción de la calidad inaceptable para el cliente
Moderado	0,5	Variación del calendario entre 6% a 12%	Incremento del costo entre 6% a 12%	La reducción de la calidad demanda la aprobación del cliente
Bajo	0,3	Variación del calendario entre 1% a 6%	Incremento del costo entre 1% a 6%	Solo aplicaciones muy específicas son afectadas
Muy bajo	0,1	Variación del calendario < 1%	Insignificante incremento del costo < 1%	Degradación de la calidad apenas perceptible

Nota: La Tabla 19 Definición de Probabilidad e Impacto
Autoría Modificado PMI, 2017

Para el caso del valor numérico para el impacto se detalla la plantilla de la tabla 20, que junto con los datos de la tabla 19, serán empleadas para la determinación de la matriz probabilidad-impacto para el proyecto.

Tabla 20*Escala de Impacto*

Criterio	Porcentaje
Muy alto	0,8
Alto	0,5
Moderado	0,2
Bajo	0,1
Muy bajo	0,05

Nota: La Tabla 20 Escala de Impacto
 Autoría (Modificado PMI, 2017)

A partir de los datos de las tablas 19 y 20 se procede a realizar la matriz de probabilidad por impacto, la cual se muestra en la tabla 21, se ha definido de alto riesgo los valores entre 0,99 a 0,18 que se han representado en color rojo; los valores entre 0,17 a 0,06 se han definido de moderado riesgo y se representan de color amarillo; mientras que los valores entre 0,05 a 0,01 representados en color verde se han definido de bajo riesgo para el proyecto.

Como parte de la estrategia para afrontar los riesgos, aquellos riesgos que sean catalogados como de bajo riesgo, no se aplicará ninguna medida de repuesta a ellos, ya que se consideran que están dentro del grado de riesgos de la institución, se acepta el riesgo en forma pasiva.

Tabla 21*Matriz probabilidad x impacto*

		Marcador de riesgo para un riesgo específico (P x I)				
		Impacto				
		0,05	0,10	0,20	0,50	0,80
Probabilidad						
	0,90	0,05	0,09	0,18	0,45	0,72
	0,70	0,04	0,07	0,14	0,35	0,56
	0,50	0,03	0,05	0,10	0,25	0,40
	0,30	0,02	0,03	0,06	0,15	0,24
	0,10	0,01	0,01	0,02	0,05	0,08

Rojo: alto riesgo – Amarillo moderado riesgo – Verde bajo riesgo

Fuente (Modificación PMI, 2017)

4.7.3 Identificar los riesgos

Seguidamente se presenta los riesgos que se han identificado para el Proyecto Construcción del Puente Rio Madre Ubicado en la Ampliación de la Ruta 32 Rio Frio-Limón, para ello se aplicó la herramienta de lluvia de ideas, el juicio de experto y reuniones. En la tabla 22 se presenta la lista de riesgos identificados para el proyecto.

Tabla 22*Identificación de los Riesgos*

Código	Causa	Riesgo	Consecuencia
1.1.1	DEBIDO al mal diseño de la capacidad de soporte del encofrado para puente.	PODRIA fallar y caerse la estructura al momento del vaciado del concreto	IMPACTO, habría grandes pérdidas económicas
1.1.2	Imprecisa definición en el diseño de estructuras.	PODRÍA existir problemas como fisuras y hasta caerse el puente.	IMPACTANDO, en el alcance, tiempo y costo del proyecto
1.2 Tecnología			
1.2.1	DEBIDO a la incorporación de un nuevo tipo de cemento a Costa Rica que exige el proyecto.	PODRIA existir problemas estructurales como fisuras y rajaduras.	IMPACTO, repararíamos constantemente las fisuras y rajaduras
1.3 Complejidad e Interfaces			
1.3.1	DEBIDO a las condiciones climáticas de lluvia constante en la zona.	PODRIA afectar el fraguado del concreto más del tiempo previsto.	IMPACTO, no cumpliría con la resistencia requerida
1.4 Desempeño y Fiabilidad			
1.4.1	Terreno sin estratos resistentes que dificultan la cimentación	PODRÍA ocasionar mayores costos la nueva cimentación.	IMPACTANDO, en el alcance, tiempo y costo del proyecto
1.5 Calidad			
1.5.1	DEBIDO al mal diseño de la mezcla del concreto.	PODRIA fallar la estructura al momento y después del vaciado del concreto	IMPACTO, habría pérdida económica considerable
1.5.2	DEBIDO al uso de acero de muy bajo límite elástico en el pretensado.	PODRÍA aparecer el fenómeno denominado fluencia	IMPACTANDO, en el alcance, tiempo y costo del proyecto
2 externos			
2.1 Contingencia Social			
2.1.1	DEBIDO a robos, incendios o explosiones.	PODRIA retrasarse las actividades del proyecto	IMPACTANDO, en el alcance, tiempo y costo del proyecto
2.2 Mercado			
2.2.1	DEBIDO a ingresos de empresas extranjeras especialistas en puentes.	PODRIA ocurrir la posibilidad de subcontratar parte del proyecto	IMPACTO, ahorro en costo para el proyecto.
2.3 Cliente			
2.3.1	DEBIDO al cumplimiento anticipado del plazo del proyecto.	PODRIA generarse gran expectativa de satisfacción por la población	IMPACTO, posibilidad de obtener un nuevo proyecto por parte de cliente.

		beneficiaría y el cliente.	
2.4 Clima/Entorno Natural			
2.4.1	DEBIDO a condiciones metrológicas llluvias constantes	PODRÍA existe retrasos en las labores del proyecto	IMPACTANDO, en el alcance, tiempo y costo del proyecto
3. ORGANIZACIONAL			
3.1 Dependencias del Proyecto			
3.1.1	DEBIDO a la implantación de la política organizacional del proyecto.	PODRIA ordenarse el comportamiento del trabajador.	IMPACTO, generando una satisfacción y mejora en el clima laboral.
3.2 Recursos			
3.2.1	DEBIDO a la escasez de la mano de obra local o personal de la zona.	PODRIA llevarse al proyecto personal foránea.	IMPACTO, generaría un costo adicional.
3.2.1	DEBIDO a personal contratado "in situ" no muy calificado	PODRIA ocurrir los retrasos en la ejecución.	IMPACTANDO, en el alcance, tiempo y costo del proyecto
3.3 Financiamiento			
3.3.1	DEBIDO al crecimiento financiero del país.	PODRIA aprobarse los adicionales de obra con precios mejorados.	IMPACTO, aumentaría las oportunidades de desarrollo económico para el proyecto.
4. DIRECCION DEL PROYECTO			
4.1 Estimación			
4.1.1	DEBIDO a un cálculo de rendimiento no real para la zona del proyecto.	PODRIA ocurrir que se aumente de recursos para cumplir las metas.	IMPACTO, afectaría al costo de las actividades del proyecto.
4.1.2	DEBIDO a errores de cálculo	PODRIA ocurrir estimarse menos recursos, tiempo y alcance.	IMPACTANDO, en el alcance, tiempo y costo del proyecto
4.1.2	DEBIDO a un mal control de costos del proyecto.	PODRIA ocurrir que se pierda o disminuya el margen de ganancia.	IMPACTO, El proyecto culminaría sin éxito económico.

Nota: La Tabla 22 Identificación de los Riegos
Autoría Propia

4.7.4 Análisis cualitativo

Una vez identificado los riesgos del proyecto, se procede a realizar el análisis cualitativo de los riesgos. Para ello es necesario la utilización de los datos de las tablas 19, 20 y 21 del proceso de planificación de los riesgos, mediante este análisis se obtendrán los riesgos individuales y el riesgo general del proyecto. Posteriormente, se realizará una priorización, con la ayuda del código de colores de la tabla 21.

En la tabla 23 se presenta la plantilla de registro de riesgos del proyecto con la probabilidad e impacto, así como la categorización de los riesgos con código de colores, al final se ha calculado el riesgo general del proyecto, que para este caso es de 0,11 que de acuerdo con los criterios definidos en la tabla 21, sería de color amarillo lo que lo categoriza como un proyecto de riesgo moderado.

Tabla 23

Plantilla de registro de riesgos del proyecto.

Código	Causa	Riesgo	Consecuencia	Prob.	Imp.	Rango
1.1.1	DEBIDO al mal diseño de la capacidad de soporte del encofrado para puente.	PODRIA fallar y caerse la estructura al momento del vaciado del concreto	IMPACTO, habría grandes pérdidas económicas	0,3	0,2	0,06
1.1.2	Imprecisa definición en el diseño de estructuras.	PODRÍA existir problemas como fisuras y hasta caerse el puente.	IMPACTANDO, en el alcance, tiempo y costo del proyecto	0,3	0,5	0,15

1.2 Tecnología

1.2.1	DEBIDO a la incorporación de un nuevo tipo de cemento a Costa Rica que exige el proyecto.	PODRIA existir problemas estructurales como fisuras y rajaduras.	IMPACTO, repararíamos constantemente las fisuras y rajaduras	0,3	0,1	0,03
1.3 Complejidad e Interfaces						
1.3.1	DEBIDO a las condiciones climáticas de lluvia constante en la zona.	PODRIA afectar el fraguado del concreto más del tiempo previsto.	IMPACTO, no cumpliría con la resistencia requerida	0,5	0,1	0,05
1.4 Desempeño y Fiabilidad						
1.4.1	Terreno sin estratos resistentes que dificultan la cimentación	PODRÍA ocasionar mayores costos la nueva cimentación.	Incrementa el costo en 25%, y hay demora en 15% del plazo.	0,5	0,5	0,25
1.5 Calidad						
1.5.1	DEBIDO al mal diseño de la mezcla del concreto.	PODRIA fallar la estructura al momento y después del vaciado del concreto	IMPACTO, habría pérdida económica considerable	0,1	0,8	0,08
1.5.2	DEBIDO al uso de acero de muy bajo límite elástico en el pretensado.	PODRÍA aparecer el fenómeno denominado fluencia	IMPACTANDO, en el alcance, tiempo y costo del proyecto	0,3	0,5	0,15
2 Externos						
2.1 Contingencia Social						
2.1.1	DEBIDO a robos, Vandalismo que afectan la zona	PODRIA retrasarse las actividades del proyecto	IMPACTANDO, en el alcance, tiempo y costo del proyecto	0,5	0,5	0,25
2.2 Clima/Entorno Natural						
2.2.1	DEBIDO a condiciones metrológicas lluvias constantes	PODRÍA existe retrasos en las labores del proyecto	IMPACTANDO, en el alcance, tiempo y costo del proyecto	0,3	0,5	0,15
3. ORGANIZACIONAL						
3.1 Dependencias del Proyecto						
3.1.1	DEBIDO a la implantación de la política	PODRIA ordenarse el	IMPACTO, generando una satisfacción y	0,3	0,2	0,06

	organizacional del proyecto.	comportamiento del trabajador.	mejora en el clima laboral.				
3.2 Recursos							
3.2.1	DEBIDO a la escasez de la mano de obra local o personal de la zona.	PODRIA llevarse al proyecto personal foránea.	IMPACTO, generaría un costo adicional.	0,1	0,8	0,08	
3.2.1	DEBIDO a personal contratado "in situ" no muy calificado	PODRIA ocurrir los retrasos en la ejecución.	Incrementa el costo en 40%, y hay demora en 20% del plazo.	0,3	0,7	0,21	
3.3 Financiamiento							
3.3.1	DEBIDO al inestabilidad financiera del país.	PODRIA generar atrasos en los pagos.	IMPACTANDO, en el alcance, tiempo y costo del proyecto	0,3	0,7	0,21	
4. DIRECCION DEL PROYECTO							
4.1 Estimación							
4.1.1	DEBIDO a un cálculo de rendimiento no real para la zona del proyecto.	PODRIA ocurrir que se aumente de recursos para cumplir las metas.	IMPACTO, afectaría al costo de las actividades del proyecto.	0,3	0,5	0,15	
4.1.2	DEBIDO a errores de cálculo	PODRIA ocurrir estimarse menos recursos, tiempo y alcance.	IMPACTANDO, en el alcance, tiempo y costo del proyecto	0,5	0,1	0,05	
4.1.2	DEBIDO a un mal control de costos del proyecto.	PODRIA ocurrir que se pierda o disminuya el margen de ganancia.	IMPACTO, El proyecto culminaría sin éxito económico.	0,3	0,5	0,15	
Nota: La Tabla 23 Plantilla de Riegos del Proyecto Autoría Propia							1,87

4.7.5 Planificar la respuesta a los riesgos

Una vez realizado el análisis cuantitativo, se analizan las estrategias para dar respuesta a los riesgos identificados, como se citó en la parte de la planificación de los riesgos, para aquellos riesgos que fuesen identificados como de bajo riesgo, no se realizará una planificación de respuesta a ellos. El análisis se centrará en los riesgos altos y moderados (rojos y

amarillos). La respuesta va orientada a tomar medidas para bajar la probabilidad e impacto de los riesgos identificados. En la tabla 24 se muestra la respuesta a los riesgos.

Tabla 24

Plantilla de Respuesta a los Riesgos del Proyecto

Código	Rango	Estrategia	Acciones preventivas	Entregable	Prob. post-plan	Imp. post-plan	Rango post-plan
1.1.1	0,06	Mitigar	Se recurrirá a un Consultor Especialista para revisión del diseño	Informe de Revisión y Conformidad del diseño.	0,5	0,1	0,05
1.1.2	0,15	Mitigar	Se recurrirá a la contratación de un especialista con experiencia garantizada.	Diseño de mezcla de concreto correctamente calculado.	0,5	0,1	0,05
1.4.1	0,25	Mitigar	Realizar un estudio de suelos al inicio del proyecto	Informe de estudio de suelos	0,3	0,5	0,15
1.5.1	0,08	Mitigar	Se recurrirá a la contratación de un especialista con experiencia garantizada.	Diseño de mezcla de concreto correctamente calculado.	0,3	0,1	0,03
1.5.2	0,15	Mitigar	Seleccionar proveedores estables y confiables, verificando la calidad del producto.	Informe requerimientos técnicos	0,5	0,1	0,05

Código	Rango	Estrategia	Acciones preventivas	Entregable	Prob. post-plan	Imp. post-plan	Rango post-plan
2.1.1	0,25	Transferir	Se debe pagar una prima a quien transferimos la responsabilidad del riesgo (SEGURO)	Seguros	0,3	0,5	0,15
2.2.1	0,15	Aceptar	Establecer una Reserva para Contingencias (provisión de tiempo y Costo)		0,5	0,1	0,05
3.1.1	0,06	Mejorar	Realizar capacitaciones constantes dentro de la cultura organizacional	Informe del área de calidad sobre las capacitaciones constantes. Contratar personal de la zona o que radican en el lugar.	0,3	0,1	0,03
3.2.1	0,08	Mitigar	Promover con mucha expectativa la contratación del personal de la zona		0,3	0,1	0,03
3.2.2	0,25	Mitigar	Realizar charlas de capacitación al personal.	Programa de trabajo	0,3	0,5	0,15
3.3.1	0,21	Mejorar	Analizar las posibles adicionales de obra con precios convenidos	Presentación de Adicional de Obra	0,3	0,5	0,15
4.1.1	0,15	Mitigar	Se recurre a un especialista para la revisión del cálculo de los rendimientos.	Informe de cálculo de los rendimientos reales para la zona de proyecto.	0,3	0,1	0,03
4.1.2	0,15	Mitigar	con capacitación constante del personal sobre control de costos.	Informes semanales de análisis de costos o valor ganado.	0,3	0,1	0,03

Nota: La Tabla 24 Plantilla de Repuesta a Riegos del Proyecto Autoría Propia

4.7.6 Monitorear los riesgos

Una vez que el DP y su equipo del proyecto han definido la respuesta a los riesgos, deberá cada uno de los responsables de los riesgos identificados, darle seguimiento y controlarlos, e informar oportunamente si el riesgo se materializa, para lo cual el DP en las reuniones de seguimiento del proyecto, deberá estar al pendiente de los informes no solo del avance del proyecto si no que de los riesgos y demás planes del proyecto, con lo cual evalúa la efectividad de las respuestas que se implementaron. En caso de ser necesario realizar nuevas estrategias de respuestas a los riesgos. Si el riesgo se materializa y el plan de respuesta preparado es satisfactorio, se deberá registrar el riesgo y se cerrará ese riesgo.

Es importante que, en las reuniones de seguimiento, o cuando se presente un riesgo que no ha sido identificado por el equipo del proyecto en la etapa de la identificación de los riesgos, que sea notificado al DP, con el fin de realizar una respuesta al riesgo si está al alcance de él o, por el contrario, proceder a escalar ese nuevo riesgo presentado.

4.8 Plan de gestión de las adquisiciones

Para la realización del proyecto de construcción del Puente Rio Madre ubicado en la ampliación de la Ruta 32 Rio Frio-Limón, al igual que en la realización de cualquier tipo de proyecto, será necesario la adquisición de bienes y servicios con los cuales se pueden satisfacer las necesidades de los interesados del proyecto. En el plan de las adquisiciones se establecen las estrategias para la realización de las adquisiciones de esos bienes y servicios fuera de la Institución. De manera que se puedan tener en el momento justo cuando el proyecto los va a requerir. Se “incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos,

servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto” (PMI, 2017, pág. 459).

4.8.1 Planificar la gestión de las adquisiciones del proyecto

Establecer un instructivo de procedimientos que documente y norme el seguimiento de las actividades en la adquisición de bienes y servicios en el proyecto, delimitando las funciones y responsabilidades.

Toda adquisición de bienes o servicio deberá estar respaldada por una requisición, con la información técnica necesaria y suficiente para adquirir lo solicitado por el usuario.

De los procedimientos de contratación, se podrá contratar adquisiciones, arrendamientos y servicios, mediante los procedimientos que a continuación se indican:

- Adjudicación directa
- Adjudicación directa con cotización de tres proveedores
- A través del comité de adquisiciones (licitación pública)

En cuanto a hacer o comprar, la empresa cuenta con amplia experiencia en la construcción de puentes, para los cuales posee los equipos, herramientas y el personal calificado. Por otro lado, los materiales y subcontratos que se requiere en la construcción de puentes, aplican el comprar y/o subcontratar; y según su precio, se empleará alguno de los procedimientos de compra descritos anteriormente, de los cuales se disponen de procedimientos internos definidos para su aplicación según sea el caso. En la tabla 25 se presenta el tipo de contratación de materiales y subcontratos que serán adquiridos por esa modalidad de compra. En el caso del proyecto de construcción del puente Rio Madre, el Director del Proyecto cuenta con un grupo de expertos de la empresa en materia de contrataciones, si bien el director del proyecto no firma los contratos de compras, (para ello

existen los procedimientos internos que definen quien adjudica y quinen firma en la estructura de la empresa todo tramite de compra lleva el visto bueno del Director del proyecto.

Tabla 25

Tipo de Compra del Proyecto

Modalidad de compra	Tipo de material
Contrato a precio fijo cerrado	Trazo, replanteo y control topográfico
Licitación y tercerización	Movimiento de Tierras
Tiempo y materiales (precios unitarios)	Botaderos y tajos

Nota: La Tabla 25 Tipo de Compra del Proyecto
Autoría Propia

Se puede realizar una preselección de proveedores y establecer una lista de empresas precalificadas, pero este registro de empresa debe quedar abierto para que cualquier empresa que desee pueda formar parte de él. Por ello es que para la selección de la empresa proveedora, se establecen requisitos de carácter legal y se da especial atención a las características técnicas de lo que se requiere, solicitando los criterios de calidad mínimos que el proyecto necesita, detallando tolerancias, normas nacionales e internacionales según corresponda que debe cumplir, materiales empleados, pruebas de control de calidad realizadas a los productos, información financiera del oferente, entre otros. Para ello se establece una descripción de los productos con criterio SMART (ver figura 14), y se emplea el criterio de experto para ello.

Figura 14*Criterio SMART*

Nota: Figura 14 Criterio SMART

Autoría: (<https://www.questionpro.com/blog/es/que-son-los-objetivos-smart/>, s.f.)

Para el criterio de selección de la empresa que se le adjudicará el contrato, no se ha establecido ninguna metodología de selección con pesos relativos, como el dar puntaje a tiempo de entrega, experiencia de la empresa, transporte, entre otros. Esos datos se incluyen como requisitos de admisibilidad; se adjudica a la empresa que cumpla técnica y legalmente los requisitos establecidos en el cartel que se realice, y que sea la de menor precio. Por otro lado, se establece una modalidad de descuento, lo que es llamado ronda de descuento, y se invita a las tres ofertas de menor precio y que hayan cumplido técnica y legalmente; luego de la ronda de descuento se seleccionará la oferta de menor precio.

4.8.2 Efectuar las adquisiciones

Se define como “el proceso de obtener respuesta de los proveedores, seleccionarlos y adjudicarles un contrato” (PMI, 2017, pág. 482). Para esta etapa, el equipo de proyecto cuenta con la ayuda del área de compras de la empresa.

Una vez que los proveedores entreguen sus ofertas en la fecha establecida, estas son analizadas por el equipo del proyecto, se procede a revisar que cumplan técnicamente, para ello se establece un cuadro comparativo entre todas las ofertas que participan, se enlistan cada uno de los requisitos técnicos y de calidad que se solicitaron en el cartel de la licitación. Por otra parte, la asesoría legal de la empresa revisa que las ofertas cumplan con los términos legales solicitados. Como se citó anteriormente, las tres primeras ofertas que cumplan técnica y legalmente se les pide la realización de un descuento, siendo la empresa que se le adjudicará la adquisición la de menor precio.

En el cartel de la adquisición quedan plasmadas todos los aspectos legales, tiempo de entrega, forma de pago, lugar de la entrega, tiempo para la entrega, garantía de los productos, clausula penal por entrega tardía, montos de garantías de participación y de cumplimiento para la empresa adjudicada.

Se emite una recomendación técnica con el visto bueno del director del proyecto, luego esta información del análisis técnico, dependiendo de los montos de la compra, ya se tienen establecidos los procedimientos internos de que funcionario de la empresa le corresponderá realizar la adjudicación de la compra. Si bien no le corresponde al DP realizar las adjudicaciones, él cuenta con el equipo de proyecto que le da seguimiento al estado de las adquisiciones y le informa, de manera tal que se pueda saber si alguna de las adquisiciones tendrá algún retraso que pueda impactar el cronograma del proyecto, y poder tomar medidas para minimizar el impacto en el cronograma.

4.8.3 Controlar las adquisiciones

Tal como lo detalla el PMI (2017) “es el proceso de gestionar las relaciones de adquisiciones, monitorear la ejecución de los contratos y efectuar cambios y correcciones,

según corresponda; y cerrar los contratos” (pág. 492). En esta etapa se llevan procesos de control de seguimiento al proceso de las adquisiciones, financiero y de pagos, por parte del equipo de proyecto, quienes deberán en las reuniones mensuales rendir informes del estado de las adquisiciones, de existir algún componente legal, el equipo del proyecto se debe apoyar en la parte legal de la empresa.

Dentro de la información que debe rendir el equipo del proyecto en las reuniones mensuales de siguiendo está: proveedores adjudicados, los montos estimados contra lo adjudicado, reclamos que se tengan por adquisiciones recibidas, estado de pagos de las adquisidores, contratos finiquitados, el avance de las adquisidores que han sido adjudicadas, si las entregas están según lo pactado; de manera tal que, el Director del Proyecto pueda tomar acciones para minimizar el efecto que pueda tener una entrega tardía en el cronograma y que pueda afectar el costo, calidad y el alcance del proyecto. Se debe llevar un archivo con cada una de las adquisiciones del proyecto, en el que se incorpore todo lo acontecido en esa compra, para que luego forme parte de los archivos finales del proyecto.

4.9 Plan de gestión de los interesados

En gran medida el éxito que se puede tener en un proyecto es la correcta identificación de los interesados del proyecto, que son “las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto” (PMI, 2017, pág. 503). Del seguimiento que se le dé a cada uno de ellos, considerando que el interés y el poder de los interesados puede variar durante el ciclo de vida del proyecto, inclusive que aparezcan nuevos interesados. Por lo que, el DP y su equipo deben establecer estrategias para el correcto involucramiento de ellos para garantizar que sus expectativas sean satisfechas y se logren los objetivos del proyecto. Para la realización de este plan, es importante el empleo de las herramientas de juicio de experto, habilidades de comunicación, análisis de interesados, entre otras.

4.9.1 Identificar a los interesados

Este proceso consiste en la identificación de todos aquellos interesados que se puedan ver afectados positivamente o negativamente con el desarrollo del proyecto, para lo cual se ha creado la tabla 26 en la cual se han incluido a todos los involucrados para el proyecto de construcción del Puente Rio Madre ubicado en la ampliación de la Ruta 32 Rio Frio-Limón, en la que se identifican interesados internos y externos.

Tabla 26

Interesados

Nombre del interesado	Interno/ Externo
Patrocinador-Director CONAVI	Interno
Director de Proyecto	Interno
Equipo de proyecto	Interno
Dirigente de Transportistas	Externo
Presidente de Comunidades	Externo
Alcaldes de las Comunidades	Externo
Jefes de Operaciones	Interno
Proveedores	Externo

Nota: La Tabla 26 Interesados
Autoría Propia

Con la información de la tabla 26, se procede con la definición del poder y el interés de cada uno de los interesados del proyecto, para ello se apoya en los valores de la tabla 27, en la cual se muestra una clasificación del poder e interés, con una escala de 5 a 1, siendo el 5 la escala de mayor valor y 1 la de menor valor, tanto para el poder como para el interés.

En cuanto a la posición de los interesados, en su clasificación, respecto al proyecto, se emplea el signo “+” cuando el interesado apoya el proyecto y el signo “-” cuando el interesado se opone al proyecto.

Tabla 27

Valores de Poder/interés

Descripción	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Poder	5	4	3	2	1
Interés	5	4	3	2	1

Nota: La Tabla 27 Valores de Poder/interés
 Autoría (Modificado Muñoz, 2012)

Figura 15

Categorías de las posiciones

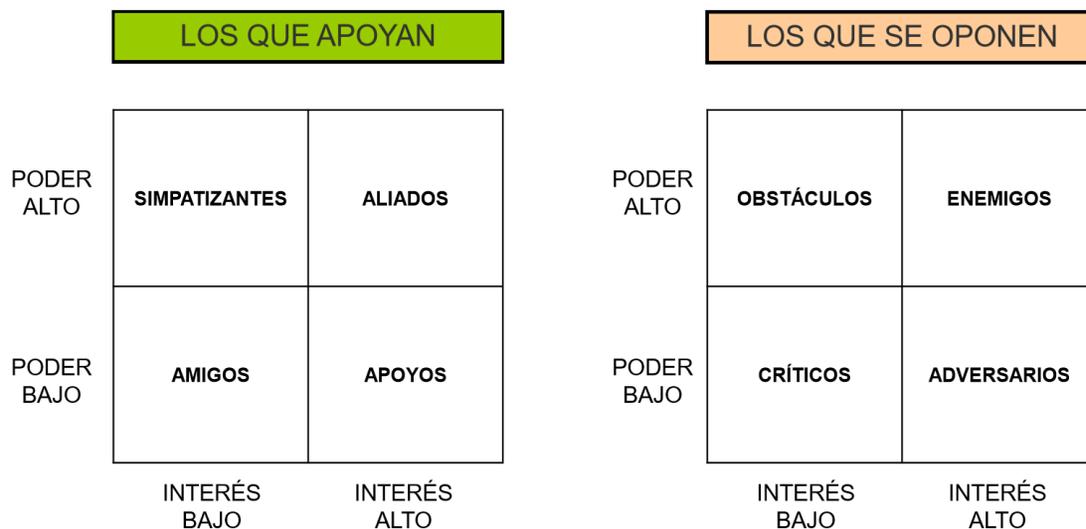


Figura 15 Categorías de las posiciones
 Autoría (Muñoz, 2012)

En la tabla 28 se muestra la clasificación de los interesados del proyecto, se ha calculado el producto de poder e interés para determinar a los interesados de mayor relevancia para el proyecto, y se han clasificado también según el criterio de la figura 26 en la que se muestra la categoría según la posición de poder e interés de los involucrados.

Tabla 28.

Clasificación de interesados

Identificación	Interesado	Posición	Poder	Interés	Producto	Clasificación
1	PAT	+	5	5	25	Aliado
2	DP	+	5	5	25	Aliado
3	EP	+	4	5	20	Aliado
4	DT	+	3	5	15	Amigo-Apoyo
5	PC	+	3	4	12	Amigo-Apoyo
6	AC	+	1	3	3	Amigo-Apoyo
7	JO	+	1	5	5	Aliado
8	PROV	+	1	4	4	Apoyo

Nota: La Tabla 28 Clasificación de interesados
Autoría (Elaboración propia)

Como se puede ver en la tabla 28, todos los interesados identificados están a favor del proyecto. En la figura 16 se muestra la matriz de poder - interés de los involucrados del proyecto Proyecto Construcción del Puente Rio Madre Ubicado en la Ampliación de la Ruta 32 Rio Frio-Limón, y que muestra visualmente la ubicación de cada uno de los interesados con relación a su poder e interés.

Figura 16

Matriz de Poder-Interés

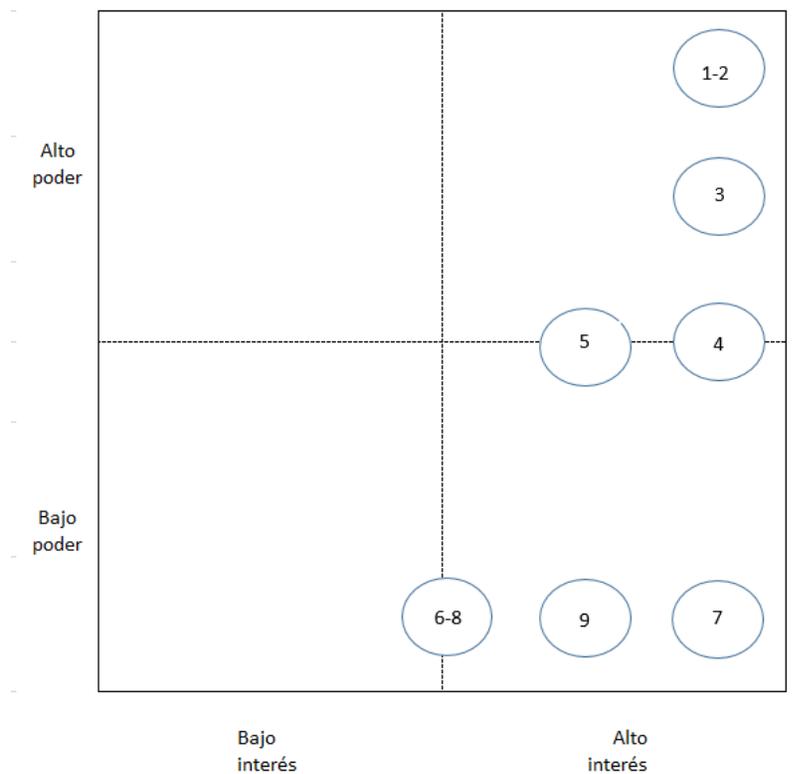


Figura 16 Matriz poder - interés
Fuente (Elaboración propia)

4.9.2 Planificar el involucramiento de los interesados

El DP debe asegurarse que desde las etapas tempranas del proyecto se dé un involucramiento de los interesados, ya que cada uno tendrá necesidades y expectativas del proyecto, estrategia que ayudará al éxito del proyecto. En la tabla 29 se presentan las estrategias a desarrollar en cada grupo de interesados.

Tabla 29

Estrategia para atención de los interesados

Número	Interesado	Cuadrante	Estrategia
1	PAT	Aliado	Dar el apoyo total al desarrollo del proyecto. Mantenerse informado del avance del proyecto con informes mensuales del avance de la obra detallando los

Número	Interesado	Cuadrante	Estrategia
			principales hitos logrados, de ser necesario se realizarán reuniones vía telefónica o comunicación mediante correo electrónico
2	DP	Aliado	Mantener su interés. Se deberá definir al DP desde las fases tempranas del ciclo de vida del proyecto. Deberá mantener motivado al equipo del proyecto durante todo el ciclo de vida. Se mantendrá informado del avance del proyecto con los avances diarios que se presentan, adicionalmente; con las reuniones mensuales del equipo de proyecto, y solicitar reuniones cuando lo considere conveniente
3	EP	Aliado	Mantener su interés seguir muy de cerca. Reuniones para la definición de las expectativas del proyecto, así como de conocer sus necesidades durante el ciclo de vida del proyecto
4	DT	Amigo-Apoyo	Informar mensualmente el avance del proyecto, reuniones para conocer sus necesidades y expectativas del proyecto, se atenderán sus consultas en reuniones mensuales o mediante correo electrónico
5	PC	Amigo-Apoyo	Informar mensualmente el avance del proyecto, reuniones para conocer sus necesidades y expectativas del proyecto, se atenderán sus consultas en reuniones mensuales o mediante correo electrónico
6	AM	Amigo-Apoyo	Mantener comunicación desde el inicio del proyecto para conocer sus expectativas y necesidades. Hacerles ver la importancia y el impacto que generará el proyecto
7	JP	Aliado	Informar bimensualmente el avance del proyecto, reuniones para conocer sus necesidades y expectativas del proyecto, se atenderán sus consultas mediante correo electrónico
8	PROV	Apoyo	Mantener comunicación desde el inicio del proyecto para conocer sus expectativas y necesidades. Hacer

Número	Interesado	Cuadrante	Estrategia
			reunión para que conozcan la magnitud del proyecto, y tratar de tener una posición ganar-ganar

Nota: La Tabla 29 Estrategia para atención de los interesados
Autoría (Elaboración propia)

4.9.3 Gestionar el involucramiento de los interesados

En este proceso es de mucha importancia que el DP y su equipo, tengan pleno conocimiento de las necesidades y las expectativas que tienen los interesados del proyecto, de manera que puedan dar trámite a nuevas solicitudes que planteen y se les suministre una retroalimentación de estas, con el fin de mantener o aumentar su nivel de interés para el proyecto, se vuelve muy importante la comunicación interactiva entre las partes. Si producto de ellas se debe realizar alguna modificación a alguno de los planes del proyecto, estos se realizarán mediante el control integrado de cambios para su respectiva inclusión.

4.9.4 Cierre del Proyecto

Cerrar el Proyecto o Fase. En este proceso se finalizará todas las actividades en todos los grupos de procesos de la Dirección de Proyectos para completar formalmente el proyecto o una fase de este. El beneficio de este proceso es que proporciona las lecciones aprendidas, la finalización formal del trabajo del proyecto, y la liberación de los recursos de la organización para afrontar nuevos proyectos. En el desarrollo de este proceso se tomará la siguiente acción. Transferencia del Producto, Servicio o Resultado Final Se refiere a la transferencia del producto, servicio o resultado final completado, que será entregado al que autorizó el proyecto. En el caso del proyecto Puente Sobre el Río Madre será entregado al cliente CONAVI a través de un Acta de cierre de Proyecto, (anexo 9) previa verificación con la calidad esperada y visita al lugar. Cerrar las Adquisiciones En este proceso se finalizará cada adquisición para el proyecto. El beneficio de este proceso es que documenta los acuerdos y la documentación

relacionada para futura referencia. En el desarrollo de este proceso se tomará la siguiente acción.

Adquisiciones cerradas el comprador proporcionará al vendedor una notificación formal por escrito de que se ha completado el contrato. La notificación puede ser un documento de Acta de Conformidad. Por lo general, los requisitos de cierre formal de adquisiciones deben estar definidos en los términos y condiciones del contrato, y se incluyen en el plan de gestión de las adquisiciones.

5 Conclusiones

- 1 El presente trabajo contiene el Plan Gestión del Proyecto “Construcción del puente Rio Madre ubicado en la ampliación de la Ruta 32 Rio Frio-Limón”, el cual desarrolló un plan de gestión del alcance satisfactoriamente y a su vez, contemplan algunos procesos relevantes para la etapa de Monitoreo y Control en todo el ciclo de vida del proyecto. Este trabajo se convierte en un insumo importante, que servirá a profesionales y directores de las empresas ejecutoras como guía para la aplicación de buenas prácticas tanto en este proyecto como en sus proyectos futuros.
- 2 Se desarrollo un Plan de Gestión del Cronograma que precisó el tiempo requerido para la ejecución de cada una de las actividades para el cumplimiento del alcance del proyecto, siendo el tiempo de ejecución de 361 días.
- 3 Se desarrolló un Plan de Gestión de Costos para contemplar los recursos requeridos para el progreso de cada una de las actividades, por concepto de personal, materiales, servicios, equipos, reservas de contingencias, determinando así el presupuesto inicial del proyecto, que para la “Construcción del puente Rio Madre ubicado en la ampliación de la Ruta 32 Rio Frio-Limón” asciende a \$ 1.681.719.43.

- 4 Se desarrolló un Plan de Gestión de Calidad para definir en cada proyecto métricas de calidad, con las cuales se pueda medir el desempeño de cómo se va ejecutando el trabajo en el proyecto, de manera tal que se tenga una trazabilidad de todos los trabajos realizados según las normas o parámetros que se han establecido o definido.
- 5 Se desarrollo un Plan de Gestión de los Recursos del proyecto con la necesidad que sean considerados tanto los recursos físicos como los recursos del equipo del proyecto, ya que ellos tendrán un impacto directo en la gestión de los costos del proyecto para cada una de las actividades definidas en la EDT.
- 6 Se desarrolló un Plan de Gestión de Comunicación, dado que es uno de los mayores desaciertos en los proyectos, por lo que la realización de este plan donde se incluyeron las necesidades de cada uno de los interesados le dio un mayor éxito al proyecto. Es importante que la documentación que se realice se le dé el seguimiento y control necesario para lograr que sea implementada.
- 7 Se desarrollo un Plan de los Riesgos para identificarlos dentro del proyecto, además es de suma importancia tener un control constantemente durante el ciclo de vida del proyecto, ya que podrían aparecer riesgos no identificados en la etapa de la planeación del proyecto que ameriten una atención inmediata para definir la o las estrategias para afrontarlo.
- 8 Se desarrollo un Plan de Gestión de Adquisidores, el cual es vital para los recursos del proyecto, es determinante que el equipo cuente con suficiente experiencia para identificar si los trabajos le cuestan al proyecto menos que el contratarlos, además se debe optar por “hacer” en vez de “comprar”. Por el contrario, si al proyecto le sale más caro el “hacer” que contratar externamente, se debe optar por el “comprar”.
- 9 Se desarrollo un Plan de Gestión de los Interesados, debido a que es indispensable para el proyecto que el DP y su equipo puedan realizar una buena identificación de las partes

interesadas, identificar sus necesidades y expectativas del proyecto, para poder realizar las estrategias adecuadas para la atención de estas partes interesadas.

6 Recomendaciones

1. Se recomienda al DP de la construcción del puente Rio Madre ubicado en la ampliación de la Ruta 32, Rio Frio-Limón, el empleo de este plan de gestión como guía para la ejecución del proyecto.
2. Se recomienda al DP construcción del puente Rio Madre ubicado en la ampliación de la Ruta 32, Rio Frio-Limón, que en la gestión de las comunicaciones sea empleada la comunicación interactiva con todos los interesados con lo que se logra el poder saber que el mensaje emitido sea el que se quiere transmitir.
3. Se recomienda al DP el involucramiento de los interesados desde las etapas tempranas del proyecto, con el fin de poder determinar cuáles serán sus expectativas y necesidades respecto al proyecto, de manera que puedan ser incluidas en las estrategias desarrolladas en el ciclo de vida del proyecto.
4. Se recomienda iniciar los proyectos con una visión de análisis del caso de negocio, en la cual se debe analizar el contexto de la empresa, el entorno del mercado donde se desarrollará la oportunidad de negocio y las principales ventajas que llevarán a cabo la ejecución exitosa del proyecto.
5. Se recomienda al DP y su equipo el seguimiento y control del plan de gestión propuesto en este PFG, con el objetivo de poder determinar cualquier variación y poder tomar las medidas correctivas que sean necesarias.

7 Bibliografía

Arciniega, F. (2018). *Suposiciones y restricciones del proyecto*. Recuperado el 1 de diciembre de 2020 de <https://fernandoarciniega.com/suposiciones-y-restricciones-del-proyecto/>

Barrantes, R. (2016). *Investigación: Un camino al conocimiento, un enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto*. Editorial UNED.

Compañía Asesora de Construcción e Ingeniería, CACISA S.A. (2020). *Quiénes Somos*. <https://www.cacisa.cr/>

Cannan, R. (s.f.). *Los 8 Tipos de Métodos de Investigación Más Habituales*. Recuperado de <https://www.lifeder.com/tipos-metodos-de-investigacion/>

Justificación se emplea como fuente de información sobre marco metodológico para la realización del proyecto

Castillo, I. (2019). *Marco Metodológico: Características y Estructura*. Recuperado de <https://www.lifeder.com/marco-metodologico/>

Justificación se emplea como fuente de información sobre marco metodológico para la realización del proyecto

Diseño y Construcción. (2015). *Rehabilitación de la Ruta Nacional N°32, en su sección comprendida entre la Intersección Ruta Nacional N°4 (Cruce a Sarapiquí) (Km 49+299.12) – Parque Vargas en Limón (Km 156+534.97)*.

Gestión de Proyectos Master. (2016). *Project Charter o Acta de Constitución-Plantilla*. Recuperado el 1 de diciembre de 2020 de <http://gestiondeproyectos-master.com/project-charter-o-acta-de-constitucion/>

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos *Estructurales*, Lanamme - Universidad de Costa Rica. (2017). *Boletín de Información para la Construcción de Puentes*.

Llédo, P. (2017). *Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen del PMP sin morir en el intento* (Sexta ed.). Editorial P. Llédo. doi:ISBN-10: 0-9864096-8-5

Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MOPT, (2020). *Reseña Histórica*. <https://www.mopt.go.cr/wps/portal/Home/inicio!/ut/p/z1/hY7LDolwEEW>

Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MOPT. (2014). *Manual de inspección de puentes*.

Project Management Institute. (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, Guía del PMBOK®*. Project Management Institute Inc.

Project Management Institute. (2016). *Practice Standard for Work Breakdown Structures*. Project Management Institute Inc.

Solís, H. (2020). *Programa y metodología: Construcción de pilotes preexcavados Río Madre*.

<https://hsolis.com/>

8 Anexo

Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG

ACTA DEL PROYECTO	
Fecha	Nombre de Proyecto
Diciembre del 2020	Plan de Gestion de Proyecto para la Construcción del Puente Río Madre ubicado en la Ampliación de la Carretera Ruta 32 Río Frío-Limón
Areas de conocimiento / procesos:	Area de aplicación (Sector / Actividad):
Grupos de Procesos: Inicio, planeación. Areas de Conocimiento: Integración, alcance, tiempo, costo, calidad, recursos, comunicación, riesgo, adquisiciones e involucrados.	Sector: Construcción/Carreteras Actividad: Construcción de un Puente
Fecha de inicio del proyecto	Fecha estimada de finalización del proyecto
10 de diciembre del 2020	16 de agosto del 2021
<p>Objetivo general</p> <p>Elaborar un plan de gestión de proyecto para la construcción del Puente Río Madre ubicado en la ampliación de la carretera Ruta 32 Río Frío-Limón para aplicarlo en los próximos puentes que la empresa realice.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar las tareas necesarias de ejecución del proyecto. 2. Elaborar un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades necesarias para completar el proyecto en el tiempo establecido. 3. Realizar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario del proyecto. 4. Establecer un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos para el proyecto y el producto final. 	

5. Definir un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión del proyecto.
6. Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para asegurar que las necesidades de información del proyecto y de los interesados se cumplan.
7. Realizar un plan de gestión de riesgos para administrarlo de manera oportuna.
8. Desarrollar un plan de gestión de adquisiciones para identificar los flujos de los insumos que requiere el proyecto y los niveles de responsabilidad de las partes.
9. Definir un plan de gestión de los interesados para desarrollar estrategias de administración adecuadas para lograr una participación eficaz de los mismos.

Justificación o propósito del proyecto

El campo de la construcción de puentes es un tema que se ha venido hablando cada vez que un presidente llega al poder como representante de la república, ya que es un tema bastante delicado debido a que existen gran cantidad de estructuras en mal estado. En el presente gobierno se dio la apertura de la ampliación de la carretera de la ruta 32 que comprende una longitud de 107km desde Río Frío hasta Limón Centro, este proyecto es de suma importancia para Costa Rica ya que esta ruta conduce hasta la terminal de contenedores donde se exporta e importa la gran mayoría de productos, por lo que el tránsito promedio diario es muy elevado, dicho proyecto requiere la construcción de varios puentes y uno de ellos es el Río Madre.

Unos de los principales problemas encontrados en la actualidad a nivel nacional en el rubro de construcción, es la carencia en la aplicación de una metodología que guíe de manera correcta a los directores de proyecto para hacer una buena gestión. Para atender esta necesidad se realizará el desarrollo de un plan de gestión de proyecto ayudado de la Guía del PMBOK.

La construcción de un puente requiere el involucramiento de muchas disciplinas y es un proceso complejo y que demanda una inversión importante, por lo que un plan de gestión del proyecto tendrá un impacto positivo en el alcance, tiempo y costo del mismo.

Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto

El producto final de este proyecto consiste en la elaboración de un documento integral que contiene el plan de gestión de proyecto. Los entregables que lo conforman son los planes de gestión de las 10 áreas de conocimiento cuya finalidad será la implementación exitosa del plan propuesto. Por lo que se contará con la línea base del alcance, del cronograma y del costo del proyecto, el análisis de los involucrados, un plan para las comunicaciones, de los recursos humanos y de los riesgos del proyecto, así como el plan de gestión de las adquisiciones del proyecto, todos integrados en un solo documento, con sus respectivas plantillas y procedimientos para su ejecución.

Supuestos

El plazo propuesto para realizar el plan de proyecto permitirá alcanzar los resultados esperados.

La calidad de la información existente es adecuada y suficiente para poder realizar los planes gestión del proyecto.

El personal de las empresas involucradas dispondrá de tiempo suficiente para hacer sus aportes al proyecto.

Se cuenta con profesionales de mucha experiencia en la construcción de puentes que pueden ayudar en el desarrollo del PFG.

Restricciones

Se dispone de tres meses para la realización del PFG.

Se debe cumplir con todos los lineamientos de calidad de la empresa.

Se deben cumplir con los lineamientos legales de los gobiernos locales.

Los colaboradores deben estar dispuestos a aprender y trabajar conjuntamente.

El presupuesto para el desarrollo del proyecto es limitado.

La empresa no cuenta con experiencia en este tipo de proyectos y la información técnica especializada es limitada.

Identificación de riesgos

No contar con información suficiente para la realización del PFG puede hacer que algunos capítulos no se desarrollen por completo ni tengan información valiosa para la ejecución y control, afectando la calidad del documento.

Si se da un incumplimiento en el plazo del cronograma de trabajo, representaría la no conclusión del PFG a tiempo.

Si se da una finalización anticipada del contrato de trabajo entre la empresa y CONAVI, puede afectar las operaciones y por ende la posible disolución de la iniciativa del proyecto.

Si se da una finalización de la relación personal laboral con la empresa, puede dar como resultado el desinterés de la alta gerencia en el proyecto y limitar el acceso a la información.

Si las empresas contratistas involucradas en el desarrollo de la construcción incumplen los alcances o presentan atrasos, pueden afectar el desarrollo del proyecto

Presupuesto

El presupuesto estimado para el PFG es el siguiente:

Recurso	Tiempo (hr)	Monto (\$/hr)	Total (\$)
Horas estudiante	560	7	3 920
Horas tutor UCI	80	30	2 400
Total			6 360

Principales hitos y fechas

Nombre hito	Fecha inicio	Fecha final
Entrega del Chárter, EDT y bibliografía del Proyecto Final de Graduación (PFG)	14/12/2020	20/12/2020
Entrega de la Introducción y del Cronograma del PFG	21/12/2020	05/01/2021
Presentación del Marco Teórico del PFG	04/01/2021	10/01/2021
Presentación del Marco Metodológico del PFG	11/01/2021	17/01/2021

Entrega del Resumen Ejecutivo e integración del documento del PFG	18/01/2021	24/01/2021
Tutorías de Desarrollo de los avances del PFG	15/03/2021	12/07/2021
Revisión del Proyecto Final de Graduación por parte de los Lectores	12/07/2021	18/07/2020
Tutorías de ajuste al PFG	19/07/2021	09/08/2021
Evaluación Proyecto Final de Graduación	10/08/2021	16/08/2021

Información histórica relevante

La empresa es de carácter privado, consultora en el área de la ingeniería, con más de 20 años de experiencia en el mercado. La empresa cuenta actualmente con acreditaciones en el área de laboratorio de control de calidad, así como de procedimientos de supervisión e inspección de obra. Actualmente una parte importante de las labores de la empresa se desarrollan en la supervisión e inspección de proyectos de construcción vial a un único cliente denominado CONAVI, siendo esta una entidad del gobierno y por tanto de carácter público.

Las operaciones e instalaciones físicas de la empresa se encuentran ubicadas en la Región Central del país, la organización y su alta dirección tienen un alto compromiso con la mejora continua y desarrollo permanente de oportunidades en el mercado laboral.

Como empresa enfocada en el desarrollo y manejo de proyectos, y para poder brindar al cliente un mejor y más eficiente servicio de supervisión, es oportuno que se implemente un plan de gestión de proyecto para la construcción de puentes que se pueda aplicar en los proyectos futuros, específicamente en el proyecto que se tiene adjudicado respecto a la construcción de la ampliación de la carretera entre Río Frío y Limón. Este proyecto de

construcción consiste en la construcción de la ampliación de un tramo de 107 km de carretera en mezcla asfáltica y la construcción y rehabilitación de treita y tres puentes, trece pasos a desniveles y cinco intercambios.

La iniciativa de la Universidad para la Cooperación Internacional para brindar la Maestría en Administración de Proyectos, desde hace más de diez años, permite que este tipo de trabajos (PFG) tengan una aplicación totalmente práctica, de manera que el estudiante aplique sus nuevos conocimientos en el diseño de un plan de proyecto de gran utilidad para su organización y así cumplir con uno de los principales requisitos para obtener el grado académico esperado.

Identificación de grupos de interés (involucrados)

Involucrados Directos:

Patrocinador – Ministerio de Obras Públicas y Transporte, MOPT

Director de Proyecto, ingeniero encargado del equipo de construcción del puente

Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI

Equipo de Construcción del Puente

Compañía Asesora de Construcción e Ingeniería, CACISA S.A.

Constructora Hernán Solís

Involucrados Indirectos:

Proveedores

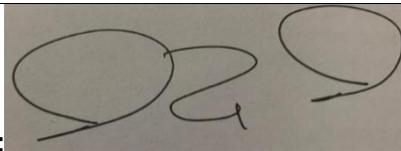
Comunidad del área de influencia

Constructora CHEC

Director de proyecto:

Brayner Briceño Bolívar

Firma:



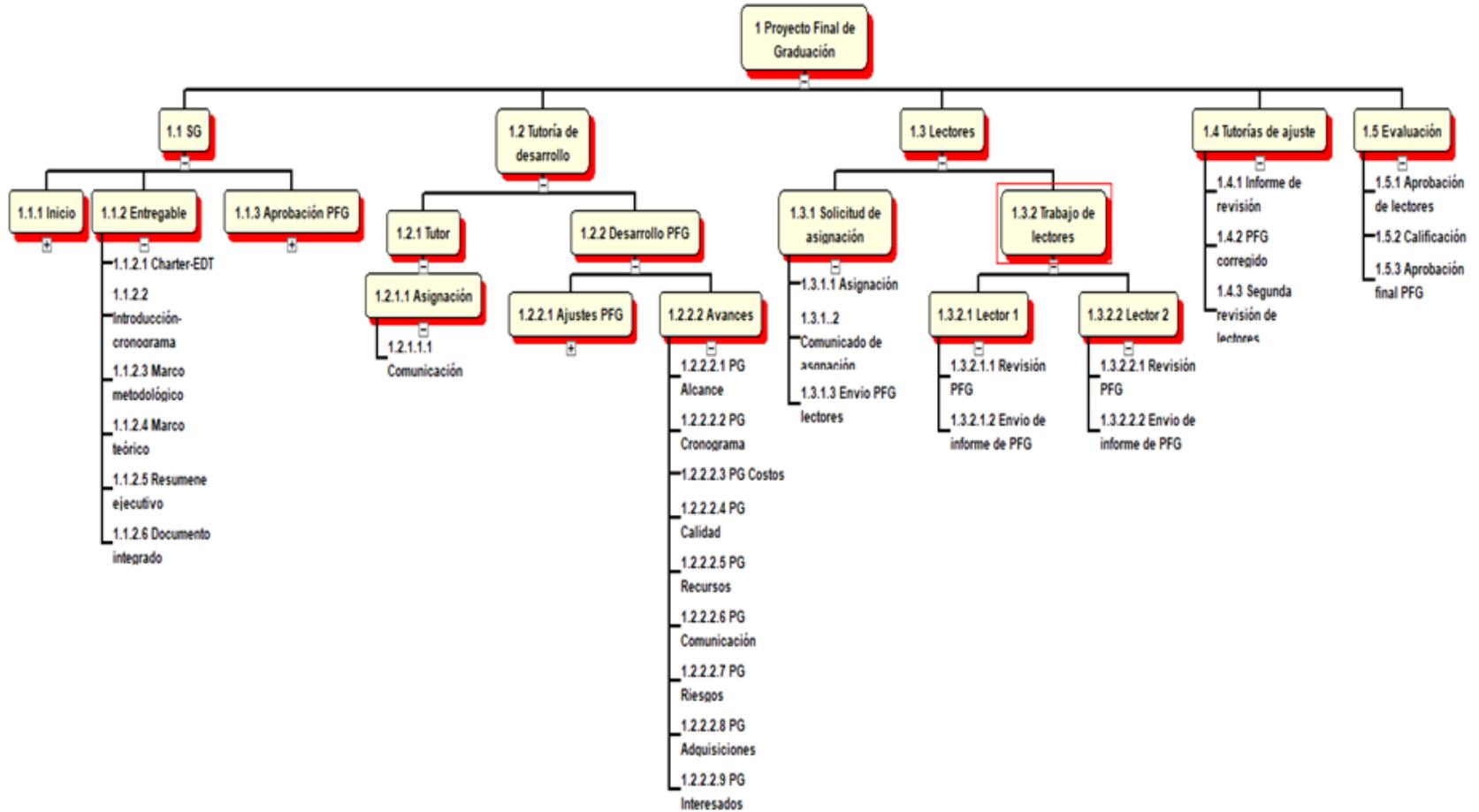
Autorización de:

Álvaro Mata Leitón

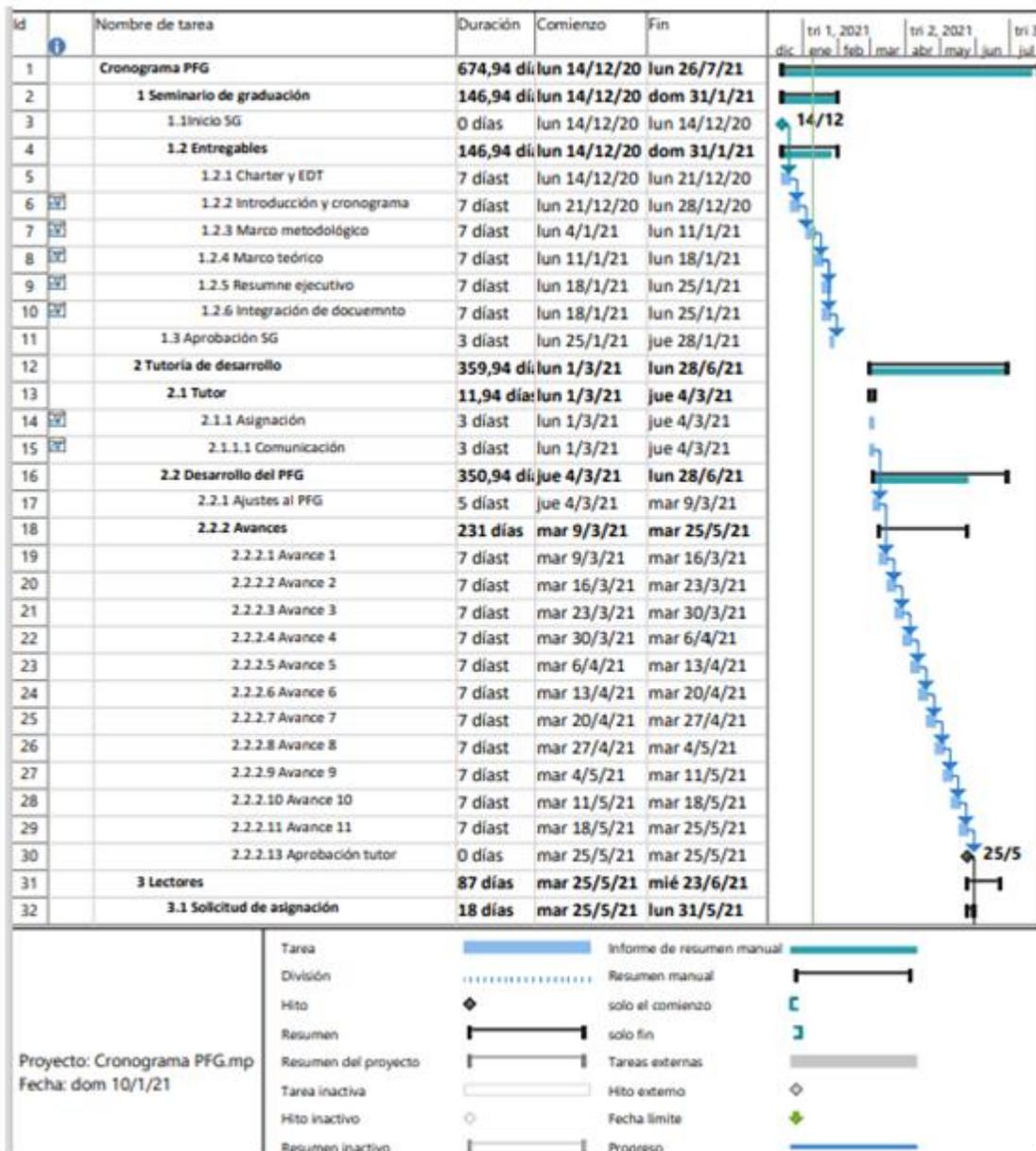
Firma:



Anexo 2: EDT del PFG



Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG



Anexo 5: CONTROL DE CAMBIOS

SOLICITUD DE CAMBIO		
Nombre del Proyecto <Nombre del proyecto>	Nombre de DP <Nombre y apellidos>	Cambio No <xxxxx>
Nombre del solicitante <Nombre y apellidos>	Fecha <de/mm/aaaa>	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD/TAREA/OTRO <Nombre de la tarea o actividad que se verá afectada por la solicitud de cambio>		
DESCRIPCION DEL CAMBIO <Breve descripción del cambio solicitado: alcance, costo, cronograma, recursos, calidad>		
JUSTIFICACION DEL CAMBIO <Justificar la causa del cambio>		
ANALISIS DE IMPACTO		
IMPACTO TÉCNICO <Breve descripción>	IMPACTO EN ALCANCE <Breve descripción>	
IMPACTO EN PRESUPUESTO <Breve descripción>	IMPACTO EN RECURSOS <Breve descripción>	
IMPACTO EN CRONOGRAMA <Breve descripción>	IMPACTO EN RENDIMIENTOS <Breve descripción>	
SE JUSTIFICA EL CMBIO SI ____ NO ____ <Indicar motivos por lo que se acepta o no el cambio propuesto>		
RESPONSABLE DE IMPLEMENTAR		
FECHA <dd/mm/aaaa>	NOMBRE DE DIRECTOR <Nombre y apellidos>	FIRMA <Firma>
APROBACION DE LA SOLICITUD		
FECHA <dd/mm/aaaa>	NOMBRE DE PATROCINADOR <Nombre y apellido>	FIRMA <Firma>

Fuente (modificado de UCI 2018)

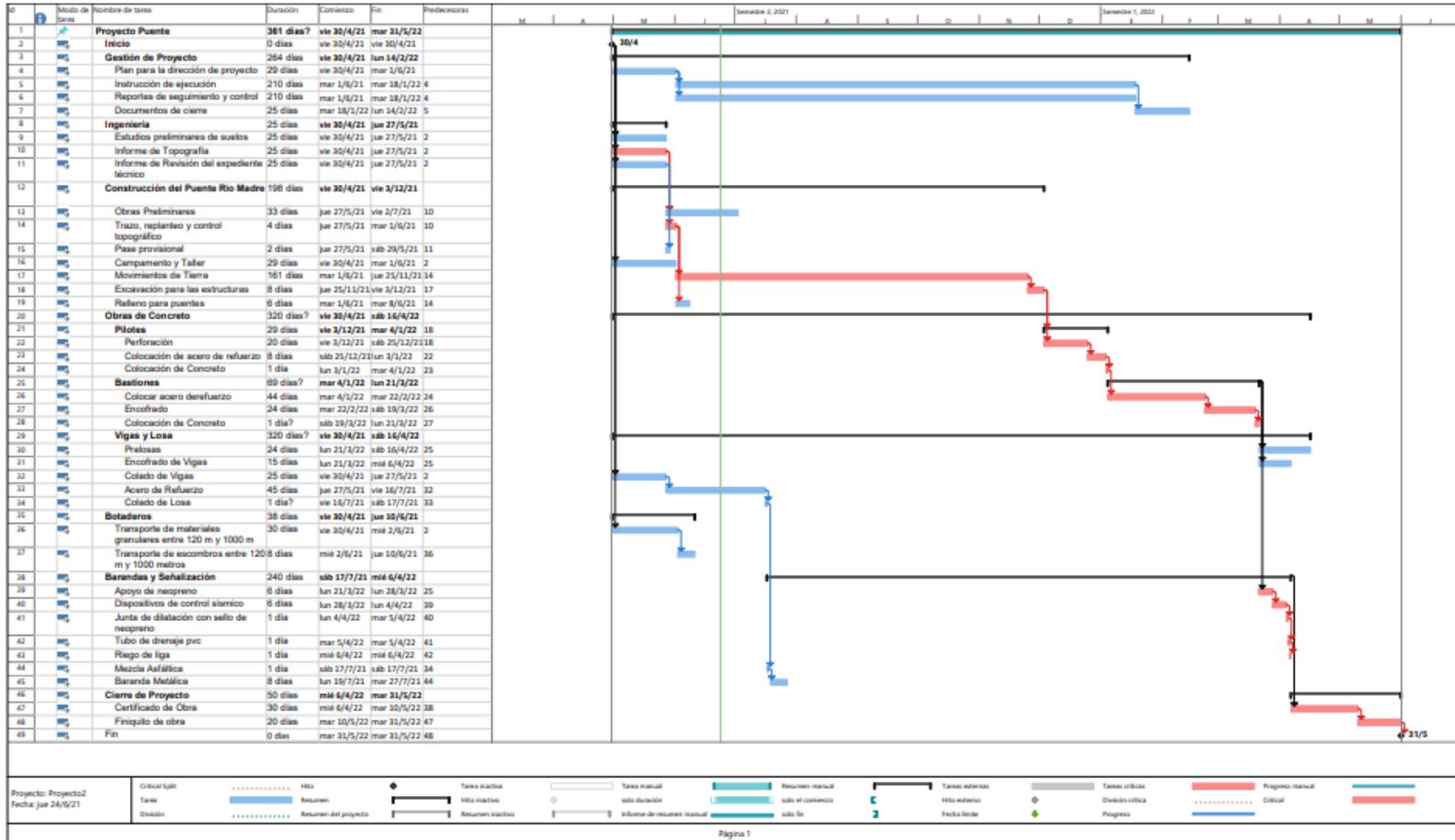
Anexo 6: CUADRO DE GESTION DE VALOR GANADO

Nombre	Abreviatura	Significado	Fórmula	Interpretación
Gestión del Valor Ganado	EVM	Es una metodología que combina medidas de alcance, cronograma y recursos para evaluar el desempeño y el avance del proyecto	--	--
Valor Ganado	EV	Es la medida del trabajo realizado en términos del presupuesto autorizado para dicho trabajo	--	--
Costo Real	AC	Es el costo incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un periodo de tiempo específico		
Valor Planificado	PV	Es el presupuesto autorizado que se ha asignado al trabajo planificado	--	--
Presupuesto hasta la conclusión	BAC	Es la suma de todos los presupuestos establecidos para el trabajo a realizar en el proyecto	--	--
Variación del Cronograma	SV	Medida del desempeño del cronograma, determina en qué medida el proyecto está adelantado o retrasado con relación a la fecha e entrega en un momento determinado	$SV=EV-PV$	SV>0 Adelantado SV<0 Retrasado SV=0 En tiempo
Variación del Costo	CV	Es la medida del desempeño en costo de un proyecto. Es el monto del déficit o superávit presupuestario en un momento dado.	$CV=EV-AC$	CV>0 Costo menor a lo presupuestado CV<0 Costo mayor a lo presupuestado CV=0 Costo va según presupuesto
Índice de Desempeño del	SPI	Es una medida de eficiencia del cronograma. Refleja la medida de la eficiencia con que el	$SPI=EV/PV$	SPI>0 Trabajo realizado es mayor a lo previsto SPI<0 Trabajo realizado es menor a lo previsto

Cronograma		equipo del proyecto está utilizando su tiempo		SPI=0 Trabajo realizado igual a lo previsto
Índice de Desempeño del Costo	CPI	Es una medida de eficiencia del costo de los recursos presupuestados. Se considera la métrica más crítica del EVM y mide la eficiencia del costo para el trabajo completado	$CPI = EV / AC$	CPI>0 Costo inferior al planificado con respecto al trabajo completado CPI<0 Costo superior al planificado con respecto al trabajo completado CPI=0 Costo igual al planificado con respecto al trabajo completado
Valor a la conclusión	VAC	Proyección del monto del déficit o superávit presupuestario	$VAC = BAC - EAC$	VAC>0 Se espera concluir con menos costos que lo presupuestado VAC<0 Se espera concluir con mayores costos que lo presupuestado VAC=0 Se espera concluir con los costos presupuestado
Estimación a la Conclusión	EAC	El costo total previsto de completar todo el trabajo, expresado como la suma del costo real a la fecha y la estimación hasta la conclusión	$EAC = BAC / CPI$ $EAC = AC + BAC - EV$ $EAC = AC + (BAC - EV) / CPI$	¿Cuánto costará el proyecto al final?
Estimación para Completar	ETC	El costo previsto para terminar todo el trabajo restante del proyecto	$ETC = EAC - AC$ $ETC = (EAC - EV) / CPI$	¿Cuánto dinero a partir de hoy se necesita para terminar el proyecto?

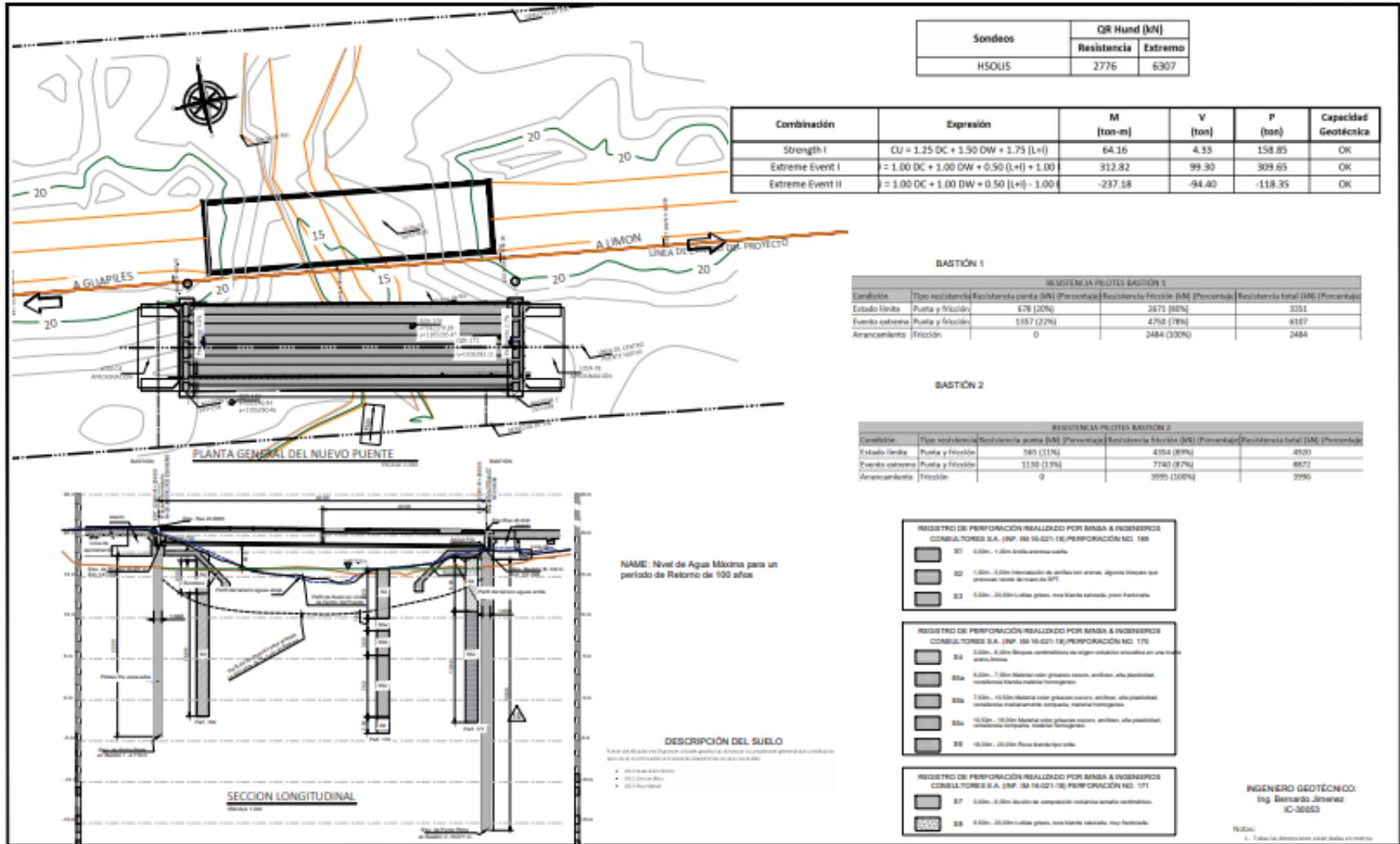
Fuente (modificado de PMI 201)

Anexo 7: CRONOGRAMA DEL PROYECTO



Anexo 8: PLANOS DEL PROYECTO

VERSIÓN 11 18-09-2020



Sondeos	QR Hund (kN)	
	Resistencia	Extremo
HSOLIS	2776	6307

Combinación	Expresión	M (ton-m)	V (ton)	P (ton)	Capacidad Geotécnica
Strength I	CU = 1.25 DC + 1.50 DW + 1.75 (L+I)	64.16	4.35	158.85	OK
Extreme Event I	= 1.00 DC + 1.00 DW + 0.50 (L+I) + 1.00	312.82	99.30	309.65	OK
Extreme Event II	= 1.00 DC + 1.00 DW + 0.50 (L+I) - 1.00	-237.18	-94.40	-118.35	OK

BASTIÓN 1

RESISTENCIA PILES BASTIÓN 1					
Condición	Tipo resistencia	Resistencia punta (kN) (Porcentaje)	Resistencia Fricción (kN) (Porcentaje)	Resistencia total (kN) (Porcentaje)	
Estado límite	Punta y Fricción	678 (20%)	3673 (88%)	4351	
Evento extremo	Punta y Fricción	1597 (27%)	4758 (78%)	6355	
Arancamiento	Fricción	0	2484 (100%)	2484	

BASTIÓN 2

RESISTENCIA PILES BASTIÓN 2					
Condición	Tipo resistencia	Resistencia punta (kN) (Porcentaje)	Resistencia Fricción (kN) (Porcentaje)	Resistencia total (kN) (Porcentaje)	
Estado límite	Punta y Fricción	585 (11%)	4353 (89%)	4938	
Evento extremo	Punta y Fricción	1130 (13%)	7740 (87%)	8870	
Arancamiento	Fricción	0	3990 (100%)	3990	

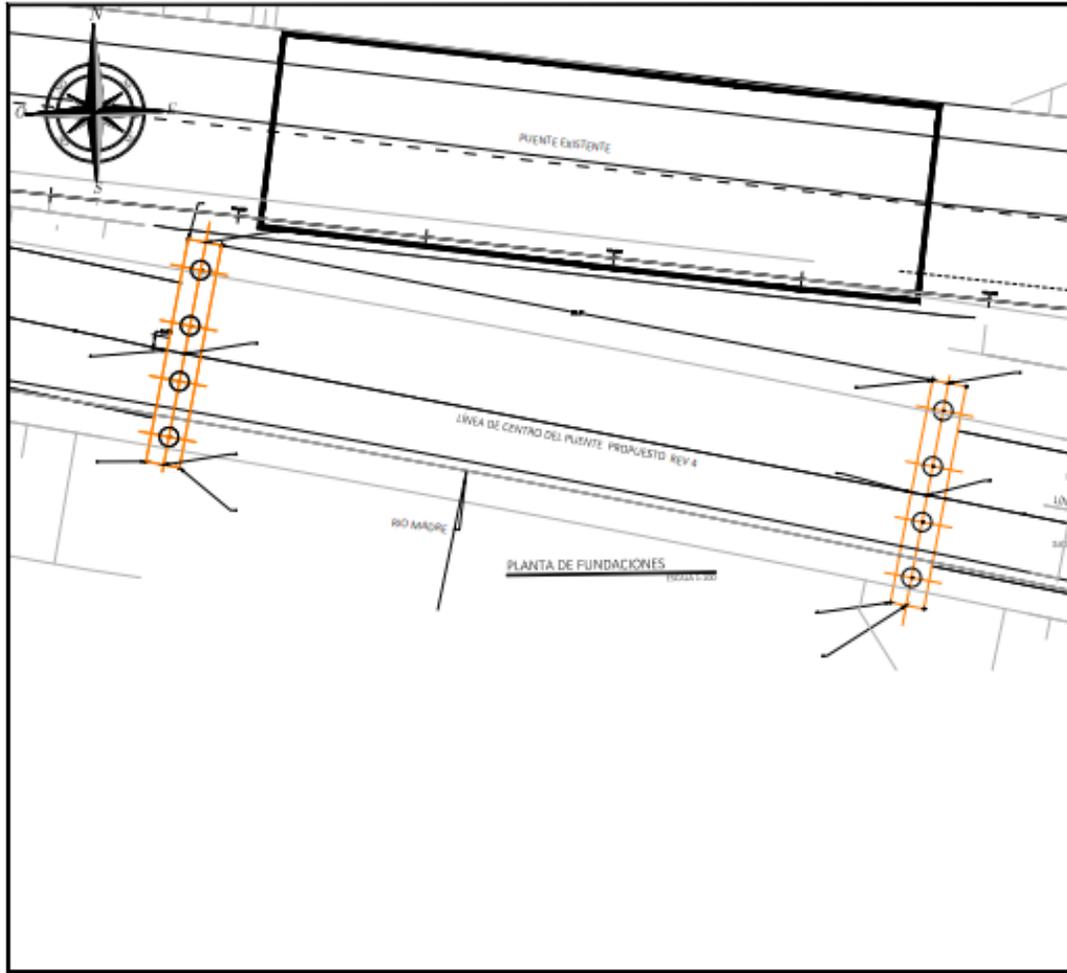
REGISTRO DE PERFORMACIÓN REALIZADO POR MESA & INGENIEROS CONSULTORES S.A. (NºP. 18-18-021-18) PERFORMACIÓN Nº. 189	
21	0.00m - 1.00m Arena arenosa.
22	1.00m - 2.00m Intercambio de arenas con arenas, algunas filigranas que producen ruido. Brumosa de SPT.
23	2.00m - 30.00m Lodos grises, masa blanda saturada, poco fricción.

REGISTRO DE PERFORMACIÓN REALIZADO POR MESA & INGENIEROS CONSULTORES S.A. (NºP. 18-18-021-18) PERFORMACIÓN Nº. 170	
24	0.00m - 0.50m Resaca constituida de argilas saturadas, saturada con arena gruesa.
25a	0.50m - 7.00m Material color grisáceo oscuro, arcillas, alta plasticidad, consistencia blanda material homogéneo.
25b	7.00m - 10.00m Material color grisáceo oscuro, arcillas, alta plasticidad, consistencia moleculada compacta, material homogéneo.
25c	10.00m - 16.00m Material color grisáceo oscuro, arcillas, alta plasticidad, consistencia moleculada, material homogéneo.
26	16.00m - 20.00m Resaca blanda.

REGISTRO DE PERFORMACIÓN REALIZADO POR MESA & INGENIEROS CONSULTORES S.A. (NºP. 18-18-021-18) PERFORMACIÓN Nº. 171	
27	0.00m - 0.50m Resaca de composición variable, blanda, saturada.
28	0.50m - 20.00m Lodos grises, masa blanda saturada, muy fricción.

INGENIERO GEOTÉCNICO:
Ing. Bernardo Jimenez
IC-30553

NOTA:
1. Todos los dimensionamientos están dados en metros.



COORDENADAS DE BASTIONES				
Punto #	Northing	Easting	Elevation	Description
1	110534.88	88143.57	17.38	BASTION 1
2	110535.73	88144.14	17.38	BASTION 2
3	110536.83	88144.81	17.38	BASTION 3
4	110538.27	88145.34	17.38	BASTION 4
10	110536.88	88142.78	16.83	bastion 2
13	110536.28	88144.54	16.83	bastion 2
14	110534.48	88142.21	16.83	bastion 2
15	110534.78	88143.84	16.83	bastion 2

COORDENADAS DE PILOTES				
Punto #	Northing	Easting	Elevation	Description
16	110536.98	88143.33	0.00	PILOTE BASTION 2
17	110538.18	88143.77	0.00	PILOTE BASTION 2
18	110539.38	88144.21	0.00	PILOTE BASTION 2
19	110538.18	88143.88	0.00	PILOTE BASTION 2
20	110536.57	88142.35	0.00	pilotes bastion 1
21	110538.31	88142.81	0.00	pilotes bastion 1
22	110539.48	88143.27	0.00	pilotes bastion 1
23	110538.41	88143.83	0.00	pilotes bastion 1

EJES DE APOYO BASTIONES				
Punto #	Northing	Easting	Elevation	Description
9	110536.42	88143.64	0.00	eje apoyo bastion 2
10	110538.48	88143.48	0.00	eje apoyo bastion 2
11	110538.43	88143.38	0.00	eje apoyo bastion 2
48	110533.88	88144.38	0.00	eje apoyo bastion 1
53	110533.58	88143.67	0.00	eje apoyo bastion 1
51	110537.88	88143.18	0.00	eje apoyo bastion 1

Anexo 9: PLANTILLAS DE CIERRE

ACTA DE CIERRE DEL PROYECTO (SIMULACIÓN)	
PROYECTO:	Construcción del puente Río Madre
CLIENTE:	CONAVI MOPT
FECHA:	31-0-2022
<p>En el distrito de Liverpool de la Provincia de la Limón, a las 2:00 pm del día 31 de mayo del 2022, se reunieron, el Ing. Brayner Briceño Bolívar, Director de Proyecto en representación de CACISA, el Ing. Juan de León Fonseca, Gerente de la CONAVI y el Ing. Carlos Brenes, Jefe de Supervisión.</p> <p>Por medio de la presente acta, se deja constancia de la aceptación por parte de CONAVI del Ministerio de Obras Públicas y Transportes MOPT de la Construcción del Puente Río Madre km. 135</p> <p>En este punto se da por concluido el proyecto, por lo que habiendo constatado la empresa constructora y el Equipo del Proyecto la finalización, entrega y aceptación de la Construcción del Puente Río Madre km. 135, se certifica el cierre del proyecto, con la recepción de los siguientes documentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planos Asbuilt - Metrados Ejecutados - Puntos de Control Topográfico <p>En señal de conformidad se firma la presente acta:</p>	
<hr style="width: 25%; margin: 0 auto;"/> <p>Ing. Juan de león Gerente de COVAVI</p>	<hr style="width: 25%; margin: 0 auto;"/> <p>Ing. Brayner Briceño B Director de Proyecto CACISA</p>
<hr style="width: 30%; margin: 0 auto;"/> <p>Ing. Carlos Brenes Jefe de Supervisión</p>	

