

Facultad de Tecnología de la Industria

Modelo Gerencial Para la Base de Ejecución del Proyecto: Construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH) para las comunidades de Buenos Aires ubicadas en el Municipio de La Dalia, Departamento de Matagalpa.

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Industrial

Elaborado por:

Br. Engel Jefferson
Polanco Briceño
Carnet: 2005-20416

Br. Henssel Enrique
Sánchez Ruiz
Carnet: 2002-15277

Br. Josué Román
Méndez
Carnet: 2016-02551

Tutor:

MSc. José Antonio
González Tellería

17 de marzo de 2023
Managua, Nicaragua

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primera instancia a Dios por habernos permitido llegar hasta este punto; por habernos dado salud y brindarnos lo necesario para seguir adelante día a día y lograr los objetivos propuestos.

Además, agradecemos a nuestras madres por habernos apoyado en todo momento; por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos ha permitido ser unas personas de bien, pero más que nada, por el amor que nos brindaron, finalmente, a todos aquellos que ayudaron directa o indirectamente a realizar este trabajo monográfico.

También se agradece a cada uno de los docentes de la facultad que durante el tiempo que estuvimos en clases, dieron lo mejor para transmitirnos los conocimientos y herramientas para forjarnos en como profesionales.

DEDICATORIA

Este trabajo de tipo investigación documental lo dedicamos primeramente a Dios, quien es nuestro guía para seguir el buen camino, tomar las mejores decisiones y darnos fuerzas para seguir adelante ante situaciones adversas, además de darnos sabiduría para poder culminar con éxito esta última etapa de nuestras carreras.

A nuestros padres por el apoyo incondicional y a la Universidad Nacional de Ingeniería por generar las condiciones para formarnos con educación de excelencia.

CARTA DE APROBACION.



La Oficina de Culminación de Estudios

Hace constar que el tema del trabajo monográfico:

Modelo Gerencial Para la Base de Ejecución del Proyecto: Construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH) para las comunidades de Buenos Aires ubicadas en el Municipio de La Dalia, Departamento de Matagalpa.

Propuesto por el (la) (los) o (las) bachiller (es):

Nombre Completo del Estudiante	Carrera	Modalidad
Engel Jefferson Polanco Briceño	Ingeniería Industrial-MSS	Diurno
Josué Román Méndez	Ingeniería Industrial- IES	Diurno
Henssel Enrique Sánchez Ruiz	Ingeniería Industrial-MSS	Diurno

Tutor: Ing. José Antonio González Tellería

Ha Sido

- **Aprobado:**

Cordialmente,



MSc. Luis Alberto Chavarría Valverde

Decano

Managua, 20 enero de 2023



(505) 2240 1655 - (505) 2248 6879
(505) 2251 8271 - (505) 2251 8276



Cecinto Universitario Pedro Anzures Patacios
Costado Sur de Villa Progreso,
Managua, Nicaragua

RESUMEN EJECUTIVO

El Ministerio de Energía y Minas, a través de su departamento de Hidroelectricidad, ejecuta proyectos de desarrollo para la generación, mejoramiento y ampliación de cobertura eléctrica en todo el país. A partir del año 2007, surgió un programa alternativo de generación eléctrica en zonas alejadas y sin posibilidad de conectarse al sistema de interconectado nacional, mediante el uso de recursos renovables, como, por ejemplo: el aprovechamiento del caudal y caídas de nivel de ríos con capacidad de generación viable para zonas con demandas eléctricas domiciliarias y productivas. Este programa se llama: Generación Eléctrica a través de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas para zonas alejadas de Nicaragua.

El programa contó con apoyo de diferentes prestatarias y patrocinadores, como por el ejemplo el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Agencia Canadiense para la Cooperación Internacional (ACCI), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE).

Según un informe realizado por el PNUD en el 2011 y otro en el 2013, algunos de los proyectos del programa habían finalizado y habían tenido un impacto positivo en las comunidades en donde estaban emplazados, pero estos habían sido entregados con variaciones en costo, tiempo y alcance a lo planificado inicialmente.

También, otros proyectos que en teoría ya deberían de haberse estado ejecutando estaban experimentando restricciones para el inicio de los trabajos correspondientes, así como las experiencias adquiridas en los proyectos anteriores no se estaban implementando en estos nuevos proyectos, las lecciones aprendidas por la implementación de procesos de construcción previos no estaban registradas en los archivos de proyectos.

Sobre la base de este informe surge la incógnita de cómo se gestionan los proyectos de esta índole dentro de Ministerio de Energía y Minas, razón por la cual este trabajo se centra en el diagnóstico del mismo y su comparación con modelos de gestión de proyectos con estándares internacionales, con el objetivo final de elaborar un modelo de gerencia y gestión que permita ordenar y facilitar la verificación de cada uno de los elementos que debe contener una adecuada gestión de los proyectos de esta índole.

Tabla de Contenido.

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	ANTECEDENTES.....	3
1.2.	JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
II.	OBJETIVOS	6
2.1	OBJETIVO GENERAL	6
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
III.	MARCO TEÓRICO	7
3.1	Características de la Energía Hidroeléctrica	7
3.2	Tipos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.....	8
3.3	Equipamiento Electromecánico.....	11
3.4	Instalaciones de Obra Civil	13
3.5	¿Qué es un Proyecto?	14
3.6	Importancia de la Dirección de Proyectos	15
3.7	Ciclos de vida del proyecto y del desarrollo	17
3.8	Procesos para la Dirección de Proyectos.....	19
3.9	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos	21
3.10	Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos.....	22
3.11	Datos e Información de la Dirección de Proyectos	25
3.12	Medidas de Éxito del Proyecto.....	26
3.13	El Entorno en el que Operan los Proyectos	26
3.14	¿Qué es un Acta de Constitución del Proyecto?	28
3.15	¿Qué es un Plan de Dirección de Obra?.....	28
3.16	Definición del Alcance del Proyecto	29
3.16.1	¿Qué es una estructura de desglose de trabajo?.....	29
3.16.2	Línea base del alcance del proyecto	32
3.17	Gestión del Tiempo del Proyecto	32
3.17.1	Estimación de la duración de las actividades.....	33
3.17.2	Diagrama de red - Ruta crítica del proyecto.....	35
3.17.3	Diagrama de Gantt	36
3.17.4	Técnicas de compresión del Cronograma.....	37
3.18	Definición De Costos Del Proyecto	38
3.18.1	Análisis del Valor Ganado.....	39
3.18.2	Determinación de la Curva S	40
3.19	Gestión de Calidad del Proyecto.....	41
3.19.1	Herramientas para el Control y Gestión de la Calidad.....	43
3.20	¿Cómo se gestionan los Recursos de un Proyecto?	44
3.21	¿Cómo se gestionan las Comunicaciones en un Proyecto?.....	48
3.22	Los Riesgos en un Proyecto	52
3.23	La Matriz de Adquisiciones de un Proyecto	58
3.24	Los Interesados de un Proyecto	61
3.25	La Matriz de Resultados (MdR)	64
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	68
4.1	Tipo de Investigación.....	68
4.2	Fuentes y sujetos de información.....	68
4.2.1	Fuentes de información:	68
4.2.2	Sujetos de información	69
4.3	Técnicas de investigación:	69
4.3.1	Entrevista dirigida	69
4.3.2	Revisión documental.....	69
4.4	Procedimiento / Metodología de Trabajo.	70
V.	ESTUDIO DE MERCADO Y DEMANDA.....	75
5.1	Aspectos Socioeconómicos	75
5.2	Usos Productivos	76

5.3	Demanda y Consumo de Energía	77
VI.	ESTUDIO TECNICO.....	81
6.1	Ubicación, acceso y cobertura del proyecto.	81
6.2	Esquema del proyecto.	87
6.3	Ingeniería del Proyecto	90
6.4	Componentes del Proyecto	103
6.5	Estudio Económico y Financiero del Proyecto.....	105
6.6	Estudio Medioambiental	106
VII.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES HALLAZGOS	111
7.1	Diagnóstico de la situación actual.....	111
7.1.1	Entrevista dirigida	111
7.1.2	Análisis de la revisión documental.	115
VIII.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN.	122
8.1	Plan de Gestión del Alcance	126
8.1.1	Documentación de requisitos.....	126
8.1.2	Plan de gestión de requisitos	126
8.1.3	Matriz de rastreabilidad de requisitos.....	127
8.1.4	Declaración del alcance del proyecto: "Enunciado del Alcance del Proyecto"	127
8.1.5	Estructura Desglosada del Trabajo EDT	128
8.1.6	Línea base del alcance	129
8.2	Plan de gestión del tiempo.....	129
8.2.1	Lista de actividades y atributos	129
8.2.2	Lista de hitos.....	129
8.2.3	Diagrama de red	130
8.2.4	Requisitos de recursos	130
8.2.5	Estructura de desglose de recursos (EDR)	131
8.2.6	Estimación de la duración	131
8.2.7	Cronograma del proyecto.....	131
8.2.8	Línea base del cronograma	132
8.3	Plan de gestión del costo	132
8.3.1	Estimación de costo de las actividades.....	132
8.3.2	Base de los estimados.....	133
8.3.3	Línea base del desempeño de costos.....	133
8.4	Plan de Gestión de la Calidad.....	135
8.5	Plan de gestión de las comunicaciones	138
8.5.1	Involucrados relevantes del proyecto	138
8.5.2	Plan de comunicaciones.	140
8.6	Plan Organizativo del Proyecto.....	143
8.7	Plan para la operación del proyecto.....	144
8.8	Matriz de marco lógico e indicadores.....	145
8.9	Plan de gestión de riesgos.....	146
8.10	Plan de monitoreo del proyecto	149
8.10.1	Monitorear y controlar el trabajo del proyecto	149
8.10.2	Plan para controlar los cambios del proyecto.....	155
8.10.3	Plan para validar y controlar el alcance del proyecto.	158
8.10.4	Plan para controlar el cronograma.....	161
8.10.5	Plan para controlar los costos.....	162
8.10.6	Plan para controlar la calidad.....	163
8.10.7	Plan para controlar los recursos.....	164
8.10.8	Plan para monitorear las comunicaciones.....	164
8.10.9	Plan para controlar los riesgos.....	165
8.10.10	Plan para controlar las adquisiciones.....	165
8.10.11	Plan para controlar el involucramiento de los interesados	166
8.11	Integración del plan para la dirección del proyecto	166
IX.	CONCLUSIONES	169

X.	RECOMENDACIONES	172
XI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	174
XII.	ANEXOS.....	177
	Anexo 1: Preguntas de Entrevistas	178
	Anexo 2: Ficha Técnica del Proyecto	179
	Anexo 3: Coordenadas de comunidades a electrificar, con la PCH Buenos Aires.....	180
	Anexo 3: Mercado y Demanda PCH Buenos Aires.....	181
	Anexo 4: Gráficas de Evaluación Técnica - Financiera.....	183
	Anexo 5: Presupuesto General PCH Buenos Aires	184

Índice de Ilustraciones.

ILUSTRACIÓN 1: CICLO HIDROLÓGICO (ADRIANA CASTRO, 2006)	7
ILUSTRACIÓN 2: CENTRAL HIDROELÉCTRICA DEL TIPO FLUYENTE (ADRIANA CASTRO, 2006)	9
ILUSTRACIÓN 3: CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PIE DE PRESA (ADRIANA CASTRO, 2006)	10
ILUSTRACIÓN 4: TIPO DE TURBINAS HIDRÁULICAS	12
ILUSTRACIÓN 5: CONTEXTO DE INICIACIÓN DEL PROYECTO (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017)	15
ILUSTRACIÓN 6: CICLO DE VIDA DEL PROYECTO (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017)	18
ILUSTRACIÓN 7: PROCESO DE EJEMPLO: ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS, Y SALIDAS (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017)	20
ILUSTRACIÓN 8: INTERACCIÓN ENTRE GRUPOS DE PROCESOS (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017)	22
ILUSTRACIÓN 9: FLUJO DE DATOS, INFORMACIÓN E INFORMES DEL PROYECTO (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017)	25
ILUSTRACIÓN 10: INFLUENCIAS DEL PROYECTO (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017)	26
ILUSTRACIÓN 11: EJEMPLO DE UN DIAGRAMA DEL ORDENAMIENTO JERÁRQUICO DE LA EDT (BID; INDES, 2017)	31
ILUSTRACIÓN 12: PROCESO PARA EL DESARROLLO DEL CRONOGRAMA (BID; INDES, 2017)	33
ILUSTRACIÓN 13: EJEMPLO DE DIAGRAMA DE RED (BID; INDES, 2017)	35
ILUSTRACIÓN 14: TIPOS DE DEPENDENCIA DEL DIAGRAMA DE RED (BID; INDES, 2017)	36
ILUSTRACIÓN 15: EJEMPLO DE DIAGRAMA DE GANTT (BID; INDES, 2017)	37
ILUSTRACIÓN 16: TÉCNICAS DE COMPRESIÓN DEL CRONOGRAMA (BID; INDES, 2017)	38
ILUSTRACIÓN 17: EJEMPLO DE CURVA S (MILOSEVIC, 2003)	40
ILUSTRACIÓN 18: TIPOS DE HISTOGRAMAS (CAMISÓN, CRUZ, & GONZÁLEZ, 2006)	44
ILUSTRACIÓN 19: PROCESO PARA LA CREACIÓN DE LA MATRIZ DE ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES	46
ILUSTRACIÓN 20: EJEMPLO DE DIAGRAMA RACI	48
ILUSTRACIÓN 21: EJEMPLO DE UNA ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE RIESGOS (VV.AA., 2009)	53
ILUSTRACIÓN 22: MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS (VV.AA., 2009)	56
ILUSTRACIÓN 23: PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LA MATRIZ DE ADQUISICIONES (VV.AA., 2009)	59
ILUSTRACIÓN 24: MATRIZ DE CLASIFICACIÓN DE LOS INTERESADOS (VV.AA., 2009)	63
ILUSTRACIÓN 25: CURVA DE CARGA (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS)	79
ILUSTRACIÓN 26: MACROLOCALIZACIÓN DE LA PCH BUENOS AIRES	82
ILUSTRACIÓN 27: CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES PCH BUENOS AIRES	84
ILUSTRACIÓN 28: DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA EVAPORACIÓN POTENCIAL EN LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE MUY MUY (55027)	86
ILUSTRACIÓN 29: COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LOS CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN EL RIO TUMA	87
ILUSTRACIÓN 30: VISTA AÉREA DEL SITIO CON EL ESQUEMA DE LA PCH BUENOS AIRES II, RÍO TUMA	88
ILUSTRACIÓN 31: VISTA PARCIAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA CON LA UBICACIÓN PROPUESTA DE LA PCH BUENOS AIRES II, RÍO TUMA	89
ILUSTRACIÓN 32: ESQUEMA VOLUMÉTRICO DE PRESA VERTEDERO	91
ILUSTRACIÓN 33: ESQUEMA VOLUMÉTRICO DE DESARENADOR E INICIO DE CANAL	92
ILUSTRACIÓN 34: ESQUEMA ISOMÉTRICO DE LA OBRA DE DESARENADOR (UNITEC TÉCNICAS I - PLANIFICACIÓN, ESTRUCTURA Y ELECTRIFICACIÓN RURAL S.L (PEER), 2014)	93
ILUSTRACIÓN 35: ESQUEMA DE TUBERÍA DE PRESIÓN Y SU FIJACIÓN (UNITEC TÉCNICAS I - PLANIFICACIÓN, ESTRUCTURA Y ELECTRIFICACIÓN RURAL S.L (PEER), 2014)	94
ILUSTRACIÓN 36: ESQUEMA DE CASA DE MÁQUINAS (UNITEC TÉCNICAS I - PLANIFICACIÓN, ESTRUCTURA Y ELECTRIFICACIÓN RURAL S.L (PEER), 2014)	95
ILUSTRACIÓN 37: ESQUEMA DE TURBINA FRANCIS (UNITEC TÉCNICAS I - PLANIFICACIÓN, ESTRUCTURA Y ELECTRIFICACIÓN RURAL S.L (PEER), 2014)	96
ILUSTRACIÓN 38: ESQUEMA DE PUENTE GRÚA EN CASA DE MÁQUINAS (UNITEC TÉCNICAS I - PLANIFICACIÓN, ESTRUCTURA Y ELECTRIFICACIÓN RURAL S.L (PEER), 2014)	99
ILUSTRACIÓN 39: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA (UNITEC TÉCNICAS I - PLANIFICACIÓN, ESTRUCTURA Y ELECTRIFICACIÓN RURAL S.L (PEER), 2014)	102
ILUSTRACIÓN 40: DISTRIBUCIÓN DE LÍNEA BASE DE COSTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	134
ILUSTRACIÓN 41: GRÁFICO DE PODER VERSUS INTERÉS DE INVOLUCRADOS	139
ILUSTRACIÓN 42: ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	144
ILUSTRACIÓN 43: ORGANIGRAMA DE COOPERATIVA BUENOS AIRES PCH. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	145

ILUSTRACIÓN 44: MATRIZ DE PROBABILIDADES E IMPACTO DE RIESGOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	148
ILUSTRACIÓN 45: PROCESO DE MONITOREAR Y CONTROLAR EL TRABAJO DEL PROYECTO. FUENTE: (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017)	150
ILUSTRACIÓN 46: DIAGRAMA CAUSA - RAÍZ. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	152
ILUSTRACIÓN 47: FORMATO DE SOLICITUD DE CAMBIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	154
ILUSTRACIÓN 48: DIAGRAMA DE CONTROL INTEGRADO DE CAMBIOS. FUENTE: (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017)	156
ILUSTRACIÓN 49: FLUJOGRAMA DE EVALUACIÓN DE CONTROL DE CAMBIOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	158
ILUSTRACIÓN 50: FORMATO DE INSPECCIÓN DE ENTREGABLES Y VALIDACIÓN DE ALCANCE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	159
ILUSTRACIÓN 51: FLUJO DE PROCESOS PARA LA VALIDACIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	159
ILUSTRACIÓN 52: FORMATO DE ANÁLISIS DE VARIACIÓN Y TENDENCIAS PARA EL CONTROL DEL ALCANCE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	160
ILUSTRACIÓN 53: DIAGRAMA DE GANTT PARA EL SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.	162
ILUSTRACIÓN 54: INTEGRACIÓN DE LOS PLANES INDIVIDUALES DEL PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	167

Índice de Tablas.

TABLA 1: CORRESPONDENCIA ENTRE GRUPOS DE PROCESOS Y ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017)	24
TABLA 2: DISTRIBUCIÓN DE COSTOS DE UN PROYECTO (MILOSEVIC, 2003)	40
TABLA 3: GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO (MULCAHY, 2013)	42
TABLA 4: EJEMPLO DE LA MATRIZ DE COMUNICACIONES (VV.AA., 2009)	52
TABLA 5: EJEMPLO DE MATRIZ DE RIESGOS (VV.AA., 2009)	55
TABLA 6: EJEMPLO DE CUANTIFICACIÓN DE PROBABILIDADES (VV.AA., 2009)	55
TABLA 7: EJEMPLO DE CUANTIFICACIÓN DE IMPACTO (VV.AA., 2009)	56
TABLA 8: ACCIONES DEL PROYECTO PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE RIESGO	57
TABLA 9: EJEMPLO DE MATRIZ DE ADQUISICIONES (VV.AA., 2009)	60
TABLA 10: EJEMPLO DE MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS (VV.AA., 2009)	62
TABLA 11: EJEMPLO DE MATRIZ DE RESULTADOS (VV.AA., 2009)	66
TABLA 12: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE OBJETIVOS	70
TABLA 13: CANTIDAD DE COMUNIDADES Y VIVIENDAS A BENEFICIAR	77
TABLA 14: ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE VIVIENDAS DURANTE EL PERÍODO DE EVALUACIÓN	78
TABLA 15: DEMANDA ELÉCTRICA HORARIA	79
TABLA 16: CONSUMO ELÉCTRICO POR SECTOR	80
TABLA 17: CAUDALES DEL RIO OBTENIDOS DE LOS ESTUDIOS HIDROLÓGICOS Y EL CAUDAL DISPONIBLE PARA LA OPERACIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, CONSULTORIA 2012)	83
TABLA 18: RESUMEN DE DATOS GEOGRÁFICOS E HIDROMÉTRICOS. (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, CONSULTORIA 2012)	88
TABLA 19: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS TURBINAS Y GENERADOR.	95
TABLA 20: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS TURBINAS Y GENERADOR.	95
TABLA 21: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA	106
TABLA 22: LISTA DE PERSONAS ENTREVISTA.	111
TABLA 23: RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS	113
TABLA 24: ÁREAS DE CONOCIMIENTO Y ENTREGABLES DEL PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	123
TABLA 25: PROCESOS Y HERRAMIENTAS PARA DESARROLLAN EL PLAN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	124
TABLA 26: LISTA DE HITOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	129
TABLA 27: FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	134
TABLA 28: MECANISMO DE DETERMINACIÓN DE CRITERIOS DE CALIDAD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	136
TABLA 29: INTERESADOS CLAVES DEL PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	138
TABLA 30: MATRIZ DE PODER - INTERÉS DE LOS INVOLUCRADOS	139
TABLA 31: LISTA DE RIESGOS / SUPUESTOS CONSIDERADOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	146
TABLA 32: FORMATO DE ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	151
TABLA 33: MATRIZ DE COMUNICACIONES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	165

I. INTRODUCCIÓN.

El Ministerio de Energía y Minas (MEM) del Estado de Nicaragua es el rector del sector energía, hidrocarburos y recursos geológicos, tiene la responsabilidad principal de formular, coordinar, implementar leyes, políticas, normativas y planes estratégicos para el fomento y desarrollo de dichos recursos con criterios de sostenibilidad y en armonía con el Plan Nacional de Desarrollo Humano 2018-2021, para contribuir al desarrollo económico del país y mejorar las condiciones de vida de la población nicaragüense.

Desde el año 2002 bajo el liderazgo del Gobierno de Nicaragua se ha estado desarrollando la iniciativa “Generación de Hidroelectricidad en Pequeña Escala para Usos Productivos en Zona fuera de Red” conocido como programa PCH’s. Esta iniciativa es relevante para el desarrollo económico y social de Nicaragua, dado que su objetivo consiste en apoyar la reducción de la pobreza en el área rural de la Región Autónoma del Caribe Norte y la Región Central del País, dotando de energía eléctrica a estas zonas con la integración de pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH’s) y micro turbinas en los esquemas de desarrollo rural, donde la densidad de la demanda no justifica la extensión convencional de la red de distribución eléctrica, a fin de promover el desarrollo productivo fuera del Sistema Interconectado Nacional (SIN). Este programa recibe el apoyo de la cooperación internacional de COSUDE, GEF, AEA, PNUD, DGIS/GTZ, HIVOS e instituciones financieras como el Banco Mundial, BID y BCIE.

Según los acuerdos establecidos entre el Gobierno de Nicaragua y los patrocinadores del programa, en junio del 2009 se elaboró un informe de seguimiento y evaluación del desempeño y cumplimiento de objetivos de las PCH’s construidas en el período de 2003 a 2009 y con el fin de incrementar el éxito y superar ciertas situaciones que se generaron en el transcurso de la ejecución del proyecto se desarrollaron algunas recomendaciones que deben de ser incorporadas en la continuidad del programa PCH’s.

En este documento se pretende hacer uso de estas recomendaciones con el fin de proponer un modelo gerencial de proyecto tomando como piloto el sitio, de las co-

municipios de Buenos Aires en el municipio de La Dalia, Departamento de Matagalpa. Es importante mencionar que los estudios definitivos fueron realizados en el año 2015 y se pretende que para el segundo semestre del año 2023 comience la ejecución del mismo, por tal razón es primordial para el MEM diseñar mecanismos que le permitan garantizar el éxito del programa requerido por los patrocinadores y financiadores del mismo.

1.1. ANTECEDENTES.

El programa de generación hidroeléctrica a pequeña escala en zonas fuera de red ha sido dividido en dos fases para diferentes zonas de la región central y caribe norte de Nicaragua. La primera fue desarrollada del año 2003 al año 2009 y la segunda inició en el año 2011.

Según (Akker & Urquijo, 2009) en el informe de evaluación y seguimiento del Programa PCH's patrocinado por el PNUD, la primera fase del programa tuvo un éxito moderado con respecto a los indicadores diseñados, y en el transcurso de la construcción de la PCH's se dieron situaciones que pasaron a ser lecciones aprendidas para el futuro, como por ejemplo: el proyecto en sus diferentes etapas y componentes ha superado el alcance, el tiempo y los costos asignados para los mismos de forma significativa.

En la investigación realizada por (Blanco, 2009) se plantea una propuesta de modelo de administración de proyectos de electrificación rural. Uno de los aportes más significativos de esta investigación es la propuesta de administración posterior a la construcción en donde se recomiendan diferentes modelos administrativos para cada una de las posibles fuentes, por ejemplo: para los sistemas fotovoltaicos se recomienda una forma organizativa privada, bajo una empresa cooperativa.

Asimismo, ha habido desarrollo de investigaciones en América Latina que tienen como objetivo mejorar el alcance, tiempo, costo y la calidad de los proyectos mediante las propuestas de modelos de gestión y dirección de proyectos de inversión pública o privada. Tal es el caso del estudio realizado por (Murillo & Herrera, 2012) en donde recomendaron y concluyeron que estandarizar la aplicación de una guía metodológica para mejorar la eficiencia y la eficacia en la gestión de los proyectos de inversión de la Refinadora Costarricense de Petróleo Sociedad Anónima (RECOPE S.A), este estudio se considera como un caso de antecedente por la gestión similar, ya que se trata de proyectos con fines productivos en zonas rurales.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El estudio se justifica en vista de que, de acuerdo al informe de evaluación y seguimiento del Programa PCH's elaborado por el PNUD en el 2011 en donde indica que los resultados esperados para la implementación y puesta en marcha de los proyectos financiados por esta organización no fueron alcanzados en el tiempo, forma y presupuesto estimado en la formulación y evaluación del proyecto.

Con base a lo anterior, con este estudio se pretende que el Modelo Gerencial sirva de guía específica para la Construcción de la P.C.H que generará energía eléctrica a las comunidades de Buenos aires en el municipio de La Dalia, Departamento de Matagalpa. También servirá como modelo de gerencia para otros proyectos con las mismas características que el analizado en este documento, por lo tanto, este modelo de gerencia les sirve a los futuros gerentes de proyectos que el MEM decida asignar para su ejecución.

El propósito principal de este estudio es diseñar modelo que tome en cuenta los estudios de líneas de base para alcance, costo, cronograma, calidad y recursos, tomando en cuenta los posibles impactos de los riesgos asociados a los procesos constructivos sobre estas líneas bases. También, que la información generada a través de este estudio sirva como base de seguimiento, control y gestión para el desarrollo del proyecto, a fin de obtener líneas bases actualizadas de conformidad al desarrollo de las obras para obtener una retroalimentación oportuna del proyecto.

Con una metodología de gestión de proyecto acertada y desarrollada en base a las realidades y capacidad del MEM, se pretende que las variaciones en los proyectos que desarrolla esta institución sean mínimas con respecto a la planificación inicial del proyecto.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Debido a la complejidad del desarrollo y ejecución de estos tipos de proyectos, las empresas contratistas en sus ofertas iniciales sobrepasaron el presupuesto y el cronograma del proyecto en un 37%, por lo cual se tomó la decisión de declarar desiertos los procesos, alterando significativamente el cumplimiento del tiempo establecido para las adjudicaciones del proyecto. Asimismo, de acuerdo a la evaluación realizada en el período del 2003 al 2009, los proyectos ejecutados superaron hasta en un 53% el tiempo y el costo necesario para entrega del proyecto.

Dado lo anterior, el trabajo monográfico será realizado para identificar las causas que provocan dichas variaciones en las líneas bases de los proyectos (costos, tiempos y alcances) y los impactos que estas generan sobre los resultados esperados en los proyectos de generación hidroeléctrica que desarrolla el Ministerio de Energía y Minas para el desarrollo y ampliación de la red Eléctrica de Nicaragua.

La administración y gestión de proyectos tiene sus fundamentos teóricos que permite desarrollar procesos ya definidos para que un proyecto se desarrolle de acuerdo con lo planificado. Por lo tanto, este estudio pretende proponer un modelo de gestión de dirección de proyectos, basados en los fundamentos y estándares internacionales desarrollados por el Project Management Institute (PMI), complementando con información con la metodología Project Management For Results (PM4R) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que permita desarrollar la ejecución del proyecto: Construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica (Pch) para las Comunidades de Buenos aires en el municipio de La Dalia, Departamento de Matagalpa. conforme a lo previsto y de esta forma lograr alcanzar los objetivos planteados en la concepción del mismo.

II. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un modelo gerencial para la base de ejecución del proyecto: Construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica (P.C.H) para las comunidades de Buenos aires en el municipio de La Dalia, Departamento de Matagalpa.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico de los modelos de gerencia de proyectos de generación hidroeléctrica en el Ministerio de Energía y Minas (M.E.M).
- Efectuar un análisis comparativo entre el modelo de gerencia de proyectos del M.E.M y el modelo de Gerencia del Instituto de Gerencia de Proyectos (PMI por sus siglas en inglés).
- Definir los planes de gestión individuales que integrarán el plan para la dirección del proyecto: Construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica (P.C.H) para las comunidades de Buenos aires en el municipio de La Dalia, Departamento de Matagalpa.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Características de la Energía Hidroeléctrica

Según (Adriana Castro, 2006) la superficie terrestre está cubierta en un 71% de agua. La energía hidroeléctrica proviene indirectamente de la energía del sol, responsable del ciclo hidrológico natural. La radiación que procede de las fusiones nucleares que se producen en el sol calientan la superficie terrestre, ríos, lagos y océanos, provocando la evaporación del agua. El aire caliente transporta el agua evaporada en forma de nubes y niebla a distintos puntos del planeta, donde cae nuevamente en forma de lluvia y nieve. Una parte de la energía solar permanece almacenada en el agua de los ríos, los lagos y los glaciares. Las centrales y mini-centrales hidroeléctricas transforman esa energía en electricidad, aprovechando la diferencia de desnivel existente entre dos puntos. La energía se transforma primero en energía mecánica en la turbina hidráulica, ésta activa el generador, que transforma en un segundo paso la energía mecánica en energía eléctrica. Tal y como se observa en la gráfica a continuación:

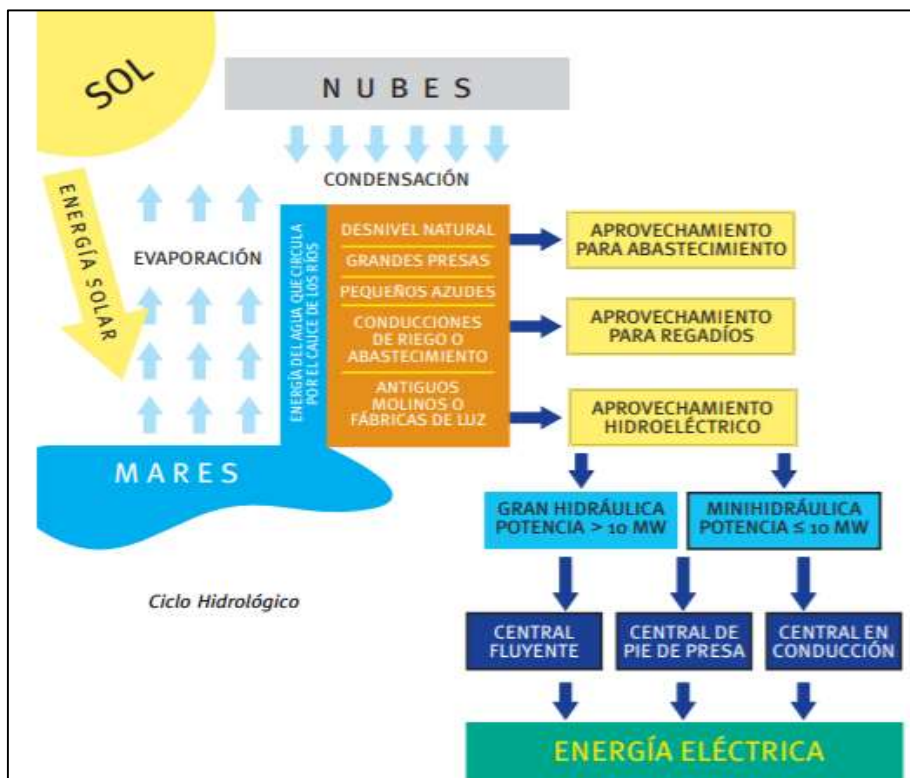


Ilustración 1: Ciclo Hidrológico (Adriana Castro, 2006)

Aunque no hay consenso a nivel mundial respecto a la potencia máxima instalada que puede tener una central para ser calificada como minicentral hidroeléctrica, en Europa se considera como tal a las que no sobrepasen los 10 MW, que es el límite aceptado por la Comisión Europea, la UNIPEDA (Unión de Productores de Electricidad). Hay países, sin embargo, en los que el límite puede ser tan bajo como 1,5 MW, mientras que en otros como China o los países de América Latina, el límite llega a los 30 MW. La potencia instalada no constituye el criterio básico para diferenciar una minicentral de una central hidroeléctrica convencional. Una minicentral no es una central convencional a escala reducida. Una turbina de unos cientos de kilovatios tiene un diseño completamente distinto del de otra de unos cientos de megavatios. Desde el punto de vista de obra civil, una minicentral obedece a principios completamente distintos a las grandes centrales alimentadas por enormes embalses.

3.2 Tipos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

Las centrales hidroeléctricas, y dentro de ellas las minicentrales hidroeléctricas, están muy condicionadas por las peculiaridades y características que presente el lugar donde vayan a ser ubicadas. Cuando se vaya a poner en marcha una instalación de este tipo hay que tener en cuenta que la topografía del terreno va a influir tanto en la obra civil como en la selección de la maquinaria. Según el emplazamiento de la central hidroeléctrica se realiza la siguiente clasificación general:

- Centrales de agua fluyente:

Es aquel aprovechamiento en el que se desvía parte del agua del río mediante una toma, y a través de canales o conducciones se lleva hasta la central donde será turbinada. Una vez obtenida la energía eléctrica el agua desviada es devuelta nuevamente al cauce del río. Dentro de este grupo hay diversas formas de realizar el proceso de generación de energía. La característica común a todas las centrales de agua fluyente es que dependen directamente de la hidrología, ya que no tienen capacidad de regulación del caudal turbinado y éste es muy variable. Estas centrales cuentan con un salto útil prácticamente constante y su potencia depende directamente del caudal que pasa por el río.

Esta descripción se puede puntualizar en la imagen descrita a continuación:

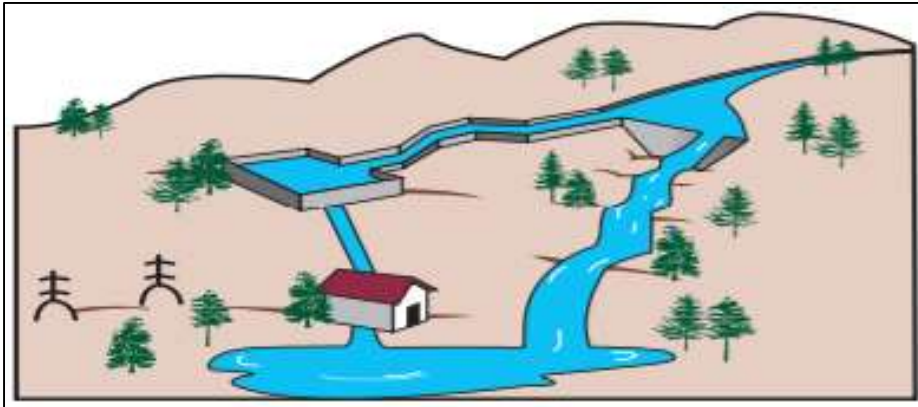


Ilustración 2: Central Hidroeléctrica del Tipo Fluyente (Adriana Castro, 2006)

Dependiendo del emplazamiento donde se sitúe la central será necesario la construcción de todos o sólo algunos de los siguientes elementos:

- ✓ Azud. - Toma. - Canal de derivación. - Cámara de carga. - Tubería forzada.
- Edificio central y equipamiento electro-mecánico. - Canal de descarga. - Subestación y línea eléctrica

De acuerdo a lo estipulado por (Adriana Castro, 2006) en algunos casos se construye una pequeña presa en la toma de agua para elevar el plano de ésta y facilitar su entrada al canal o tubería de derivación. El agua desviada se conduce hasta la cámara de carga, de donde sale la tubería forzada por la que pasa el agua para ser turbinada en el punto más bajo de la central.

Para que las pérdidas de carga sean pequeñas y poder mantener la altura hidráulica, los conductos por los que circula el agua desviada se construyen con pequeña pendiente, provocando que la velocidad de circulación del agua sea baja, puesto que la pérdida de carga es proporcional al cuadrado de la velocidad. Esto implica que, en algunos casos, dependiendo de la orografía, la mejor solución sea optar por construir un túnel, acortando el recorrido horizontal.

Otros casos que también se incluyen en este grupo, siempre que no exista regulación del caudal turbinado, son las centrales que se sitúan en el curso de un río en el que se ha ganado altura mediante la construcción de una azud, sin necesidad de canal de derivación, cámara de carga ni tubería forzada.

- Centrales de pie de presa:

Es aquel aprovechamiento en el que existe la posibilidad de construir un embalse en el cauce del río para almacenar las aportaciones de éste, además del agua procedente de las lluvias y del deshielo. La característica principal de este tipo de instalaciones es que cuentan con la capacidad de regulación de los caudales de salida del agua, que será turbinada en los momentos que se precise. Esta capacidad de controlar el volumen de producción se emplea en general para proporcionar energía durante las horas punta de consumo.

Según lo estipulado por (Adriana Castro, 2006), la toma de agua de la central se encuentra en la denominada zona útil, que contiene el total de agua que puede ser turbinada. Debajo de la toma se sitúa la denominada zona muerta, que simplemente almacena agua no útil para turbinar.

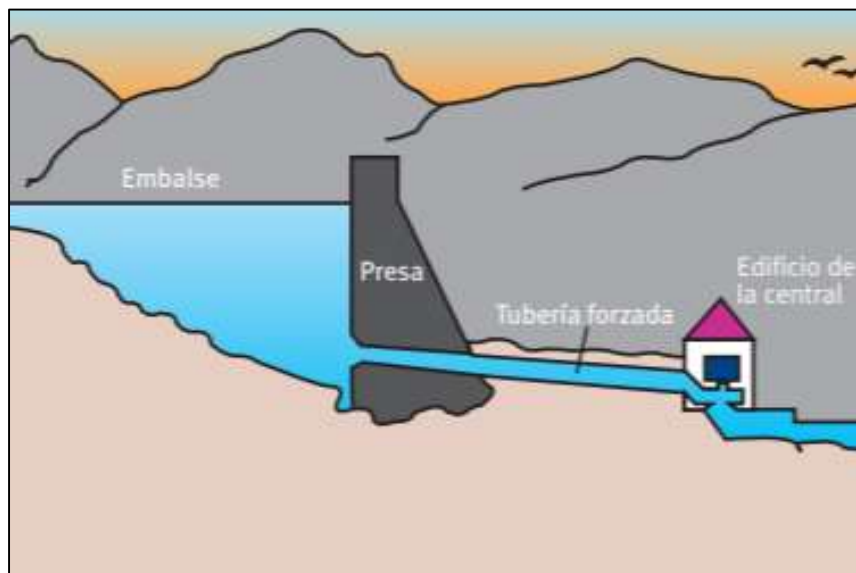


Ilustración 3: Central Hidroeléctrica de Pie de Presa (Adriana Castro, 2006)

Según la capacidad de agua que tenga la zona útil la regulación puede ser horaria, diaria o semanal. En las pequeñas centrales hidroeléctricas el volumen de almacenado suele ser pequeño, permitiendo por ejemplo producir energía eléctrica un número de horas durante el día, y llenándose el embalse durante la noche. Si la regulación es semanal, se garantiza la producción de electricidad durante el fin de semana, llenándose de nuevo el embalse durante el resto de la semana.

También se incluyen en este grupo aquellas centrales situadas en embalses destinados a otros usos, como riego o abastecimiento de agua en poblaciones. Dependiendo de los fines para los que fue creada la presa, se turbinan los caudales

excedentes, los caudales desembalsados para riego o abastecimientos, e incluso los caudales ecológicos.

Las obras e instalaciones necesarias para construir una minicentral al pie de una presa que ya existe son:

- ✓ Adaptación o construcción de las conducciones de la presa a la minicentral.
 - Toma de agua con compuerta y reja. - Tubería forzada hasta la central. - Edificio central y equipamiento electro-mecánico. - Subestación y línea eléctrica.
- Centrales en canal de riego o de abastecimiento:

Se distinguen dos tipos de centrales dentro de este grupo: - Aquellas que utilizan el desnivel existente en el propio canal. Mediante la instalación de una tubería forzada, paralela a la vía rápida del canal de riego, se conduce el agua hasta la central, devolviéndola posteriormente a su curso normal en canal. - Aquellas que aprovechan el desnivel existente entre el canal y el curso de un río cercano. La central en este caso se instala cercana al río y se turbinan las aguas excedentes en el canal. Las obras que hay que realizar en estos tipos de centrales son las siguientes: - Toma en el canal, con un aliviadero que habitualmente es en forma de pico de pato para aumentar así la longitud del aliviadero. - Tubería forzada - Edificio de la central con el equipamiento electro-mecánico. - Obra de incorporación al canal o al río, dependiendo del tipo de aprovechamiento. - Subestación y línea eléctrica.

3.3 Equipamiento Electromecánico

De acuerdo a lo estipulado por (Adriana Castro, 2006) La tecnología desarrollada hasta ahora en el área de la energía hidroeléctrica es muy avanzada, ya que se han aplicado los avances logrados en los últimos 150 años.

Las turbinas y el resto de equipos de una central presentan actualmente una alta eficiencia, cubriendo toda la gama de caudales desde 0,1 a 500 m³ /s, pudiendo utilizarse hasta 1.800 m de salto neto con rendimientos buenos mecánicos. Los equipos asociados, como reguladores de velocidad, son de tecnología electrónica, lo que permite alcanzar una gran precisión en la regulación y el acoplamiento de

grupos, y el control y regulación de las turbinas se gestiona por autómatas de última generación.

Asimismo, según (Adriana Castro, 2006) la turbina hidráulica es el elemento clave de la minicentral. Aprovecha la energía cinética y potencial que contiene el agua, transformándola en un movimiento de rotación, que transferido mediante un eje al generador produce energía eléctrica. Las turbinas hidráulicas se clasifican en dos grupos: turbinas de acción y turbinas de reacción. En una turbina de acción la presión del agua se convierte primero en energía cinética. En una turbina de reacción la presión del agua actúa como una fuerza sobre la superficie de los álabes y decrece a medida que avanza hacia la salida.

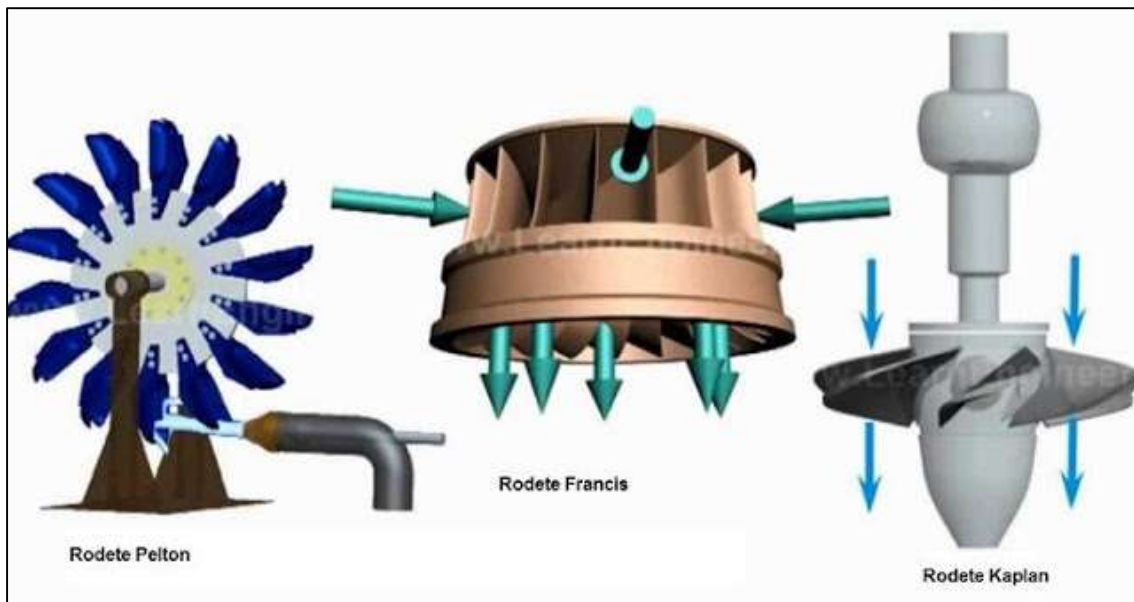


Ilustración 4: Tipo de Turbinas Hidráulicas

De acuerdo con (Adriana Castro, 2006) el equipamiento eléctrico es necesario en la central hidroeléctrica, ya que es el encargado de la transformación de la tensión, de la medición de los diferentes parámetros de la corriente eléctrica, de la conexión a la línea de salida y de la distribución de la energía.

El transformador de tensión es uno de los elementos fundamentales de este equipamiento. Dependiendo de la tensión de trabajo del generador, la transformación puede ser baja/media o media/alta tensión. El objetivo es elevar la tensión al nivel de la línea existente para permitir el transporte de la energía eléctrica con las míni-

mas pérdidas posibles. Normalmente se instalan en el interior del edificio de la central, minimizando la obra civil asociada a la subestación. Presenta una menor capacidad - de evacuación del calor de pérdidas por lo que es importante tener en cuenta en el diseño un sistema de refrigeración, mediante circulación de aire natural o forzado.

3.4 Instalaciones de Obra Civil

De acuerdo a lo indicado en (Fondo de Inversión Social de Emergencia, 2008) la obra civil engloba las infraestructuras e instalaciones necesarias para derivar, conducir y restituir el agua turbinada, así como para albergar los equipos electromecánicos y el sistema eléctrico general y de control. Los trabajos de construcción de una minicentral hidroeléctrica son muy reducidos en comparación con las grandes centrales hidroeléctricas, y sus impactos sobre el medio ambiente pueden ser minimizados si se desarrollan las medidas correctoras necesarias para ello. Dentro de las cuales se encuentran:

- Azud: Muro transversal al curso del río.
- Toma de Agua: Estructura que se realiza para desviar parte del agua del cauce del río y facilitar su entrada desde el azud o la presa. Su diseño debe de estar calculado para que las pérdidas de carga producidas sean mínimas.
- Canales, túneles y tuberías: según el tipo de pequeña central que se construya, se necesita una red mayor o menor de conducciones. Las instalaciones situadas a pie de presa no tienen cámara de carga, al contrario que las centrales en derivación donde el agua tiene que hacer un recorrido más largo: primero desde la forma a la cámara de carga, y después hasta la turbina.
- Cámara de carga: es un depósito localizado al final del canal del cual arranca la tubería forzada. En algunos casos se utiliza como depósito final de regulación, aunque normalmente tiene solo capacidad para suministrar el volumen necesario para el arranque de la turbina sin intermitencias.
- Tubería forzada: se encarga de llevar el agua desde la cámara de carga hasta la turbina. Debe estar preparada para soportar la presión que produce

la columna de agua, además de la sobrepresión que provoca el golpe de ariete en caso de parada brusca de la minicentral.

- Edificio de la central: Es el emplazamiento donde se sitúa el equipamiento de la minicentral: turbinas, bancadas, generadores, alternadores, cuadros eléctricos, cuadros de control, etc.
- Elementos de cierre y regulación: en caso de parada de la central es imprescindible la existencia de dispositivos que aíslen la turbina u otros órganos de funcionamiento.

3.5 ¿Qué es un Proyecto?

De acuerdo con lo establecido por (Project Management Institute, 2017) Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.

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.

De acuerdo a lo estipulado en (Caycedo, 2007) el cumplimiento de los objetivos del proyecto puede producir uno o más de los siguientes entregables: 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).

Según lo indicado en (Project Management Institute, 2017) puede haber elementos repetitivos en algunos entregables y actividades del proyecto. Esta repetición no altera las características fundamentales y únicas del trabajo del proyecto. Por ejemplo, los edificios de oficinas se pueden construir con materiales idénticos o similares, y por el mismo equipo o por equipos diferentes. Sin embargo, cada proyecto de construcción es único en sus características clave (p.ej., emplazamiento, diseño, entorno, situación, personas involucradas). Según la gráfica descrita a continuación el contexto de iniciación de un proyecto está regido por:

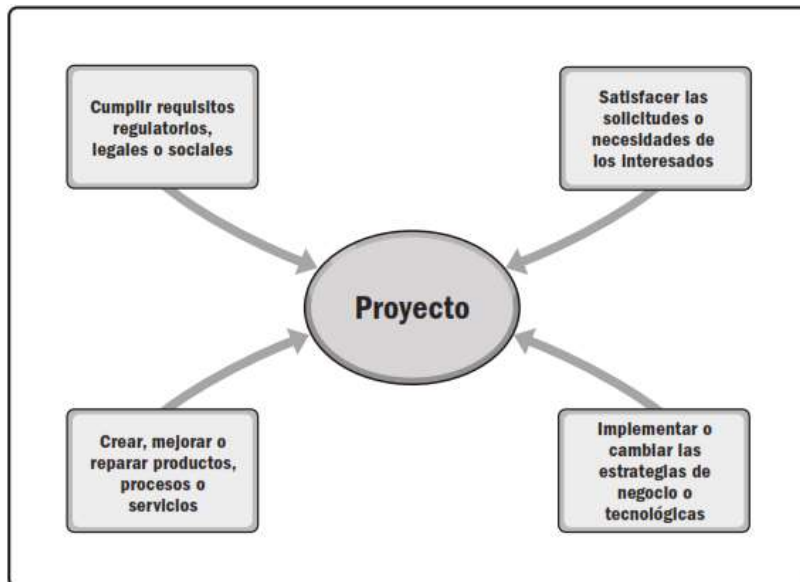


Ilustración 5: Contexto de Iniciación del Proyecto (Project Management Institute, 2017)

3.6 Importancia de la Dirección de Proyectos

(BID; INDES, 2017) indica que la dirección de 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 o cronograma); y
- Gestionar el cambio de una mejor manera.

Los proyectos dirigidos de manera deficiente o la ausencia de dirección de proyectos pueden conducir a:

- Incumplimiento de plazos,
- Sobrecostos,
- Calidad deficiente,
- Retrabajo,
- Expansión no controlada del proyecto,
- Pérdida de reputación para la organización,
- Interesados insatisfechos, e

- Incumplimiento de los objetivos propuestos del proyecto.

Los proyectos son una forma clave de crear valor y beneficios en las organizaciones. En el actual entorno de negocios, los líderes de las organizaciones deben ser capaces de gestionar con presupuestos más ajustados, cronogramas más cortos, escasez de recursos y una tecnología en constante cambio. El entorno de negocios es dinámico con un ritmo acelerado de cambio. Para mantener la competitividad en la economía mundial, las compañías están adoptando la dirección de proyectos para aportar valor al negocio de manera consistente.

Según (Siles & Mondelo, 2012) la dirección de proyectos eficaz y eficiente debe considerarse una competencia estratégica en las organizaciones. Permite a las organizaciones:

- Ligar los resultados del proyecto a los objetivos del negocio,
- Competir de manera más eficaz en sus mercados,
- Sustentar la organización, y
- Responder al impacto de los cambios en el entorno del negocio sobre los proyectos mediante el ajuste adecuado de los planes para la dirección del proyecto.

3.7 Ciclos de vida del proyecto y del desarrollo

(Drudis, 2002) plantea que el ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión. Proporciona el marco de referencia para dirigir el proyecto.

Este marco de referencia básico se aplica independientemente del trabajo específico del proyecto involucrado. Las fases pueden ser secuenciales, iterativas o superpuestas.

Todos los proyectos pueden configurarse dentro del ciclo de vida genérico que muestra el gráfico a continuación:

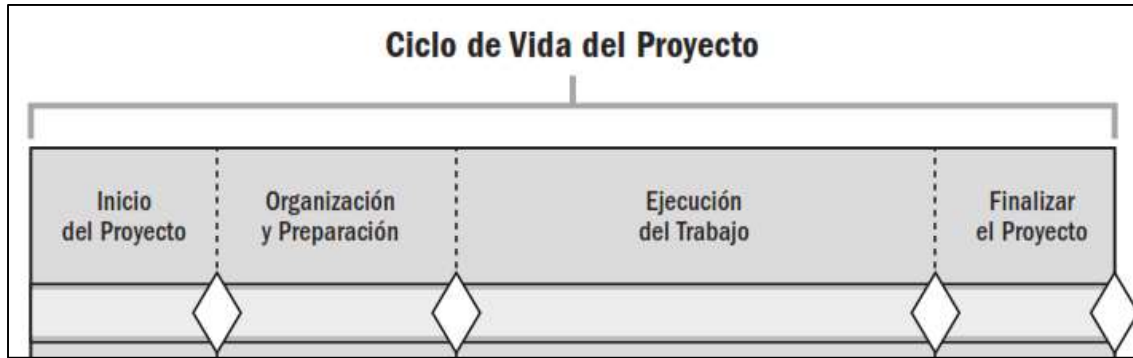


Ilustración 6: Ciclo de vida del Proyecto (Project Management Institute, 2017)

De acuerdo con (Mulcahy, 2013) los ciclos de vida de los proyectos pueden ser predictivos o adaptativos. Dentro del ciclo de vida de un proyecto, generalmente existen una o más fases asociadas al desarrollo del producto, servicio o resultado. Los ciclos de vida pueden ser:

- Predictivo: El alcance, el tiempo y el costo del proyecto se determinan en las fases tempranas del ciclo de vida. Cualquier cambio en el alcance se gestiona cuidadosamente.
- Iterativo: El alcance del proyecto generalmente se determina tempranamente en el ciclo de vida del proyecto, pero las estimaciones de tiempo y costo se modifican periódicamente conforme aumenta la comprensión del producto por parte del equipo del proyecto. Las iteraciones desarrollan el producto a través de una serie de ciclos repetidos, mientras que los incrementos van añadiendo sucesivamente funcionalidad al producto.
- Incremental: El entregable se produce a través de una serie de iteraciones que sucesivamente añaden funcionalidad dentro de un marco de tiempo predeterminado. El entregable contiene la capacidad necesaria y suficiente para considerarse completo sólo después de la iteración final.
- Adaptativos: Son ágiles, iterativos o incrementales. El alcance detallado se define y se aprueba antes del comienzo de una iteración. Los ciclos de vida adaptativos también se denominan ciclos de vida ágiles u orientados al cambio.
- Híbrido: Combinación de un ciclo de vida predictivo y uno adaptativo. Aquellos elementos del proyecto que son bien conocidos o tienen requisitos fijos

siguen un ciclo de vida predictivo del desarrollo, y aquellos elementos que aún están evolucionando siguen un ciclo de vida adaptativo del desarrollo.

Según (BID; INDES, 2017) el ciclo de vida del proyecto debe ser lo suficientemente flexible para enfrentar la diversidad de factores incluidos en el proyecto. La flexibilidad del ciclo de vida puede lograrse:

- Identificando el proceso o los procesos que deben llevarse a cabo en cada fase.
- Llevando a cabo el proceso o los procesos identificados en la fase adecuada,
- Ajustando los diversos atributos de una fase (p. ej., nombre, duración, criterios de salida y criterios de entrada).

3.8 Procesos para la Dirección de Proyectos

(Project Management Institute, 2017) indica que el ciclo de vida del proyecto se gestiona mediante la ejecución de una serie de actividades de dirección del proyecto conocidas como procesos de la dirección de proyectos. Cada proceso de la dirección de proyectos produce una o más salidas a partir de una o más entradas mediante el uso de herramientas y técnicas adecuadas para la dirección de proyectos. La salida puede ser un entregable o un resultado. Los resultados son una consecuencia final de un proceso. Los procesos de la dirección de proyectos se aplican a nivel mundial en todas las industrias.

Los procesos de la dirección de proyectos se vinculan lógicamente entre sí a través de los resultados que producen. Los procesos pueden contener actividades superpuestas que tienen lugar a lo largo de todo el proyecto. En general, la salida de un proceso tiene como resultado:

- Una entrada a otro proceso, o bien
- Un entregable del proyecto o fase del proyecto.

En la siguiente gráfica se muestra un ejemplo de como las entradas, las herramientas y técnicas y las salidas se relacionan entre sí dentro de un proceso y con otros procesos:



Ilustración 7: Proceso de Ejemplo: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas (Project Management Institute, 2017)

El número de iteraciones de los procesos e interacciones entre los procesos varía según las necesidades del proyecto. En general, los procesos se encuadran en una de tres categorías, de acuerdo a lo estipulado por el (Project Management Institute, 2017) son:

- Procesos utilizados una única vez o en puntos predefinidos del proyecto. Ejemplo de ellos son los procesos *Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto* y *Cerrar el Proyecto o Fase*.
- Procesos que se llevan a cabo periódicamente según sea necesario. El proceso *Adquirir Recursos* se lleva a cabo a medida que se necesitan recursos. El proceso *Efectuar las Adquisiciones* se lleva a cabo antes de necesitar el elemento adquirido.
- Procesos que se realizan de manera continua a lo largo de todo el proyecto. El proceso de *Definir las Actividades* puede ocurrir a lo largo del ciclo de vida del proyecto, en especial si el proyecto utiliza planificación gradual o un enfoque de desarrollo adaptativo. Muchos de los procesos de monitoreo y control se realizan de manera continua desde el inicio del proyecto hasta su cierre.

La dirección de proyectos se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de procesos de dirección de proyectos, agrupados lógicamente. Si bien existen diferentes formas de agrupar procesos, (Project Management Institute, 2017) agrupa los procesos en cinco categorías llamadas Grupos de Procesos.

3.9 Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos

Según (Project Management Institute, 2017) Un grupo de procesos de la dirección de proyectos es un agrupamiento lógico de procesos de la dirección de proyectos para alcanzar objetivos específicos del proyecto.

Los grupos de Procesos son independientes de las fases del proyecto. Los procesos de la dirección de proyectos se agrupan en los siguientes cinco grupos de procesos de la dirección de proyectos:

- 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.
- Grupos 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 requiere 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.

De acuerdo a lo indicado por PMI, la integración de estos grupos de procesos está orientados de conformidad al siguiente gráfico:

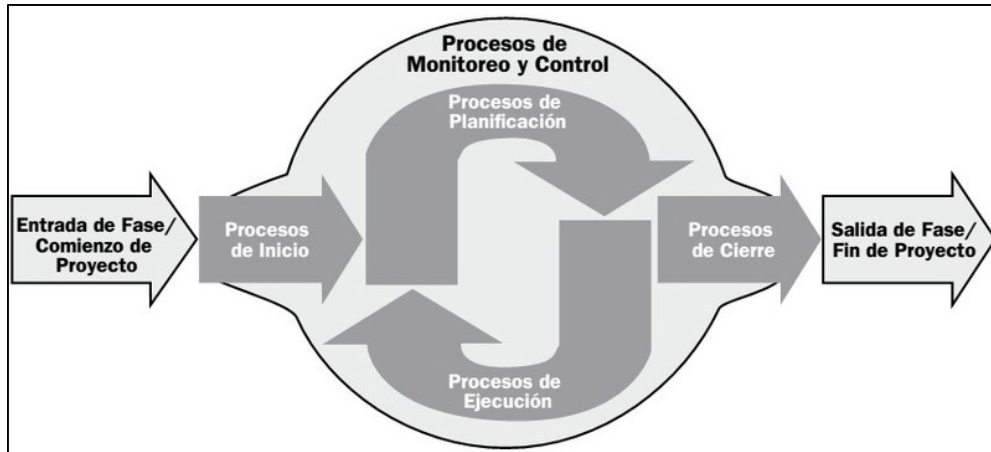


Ilustración 8: Interacción entre Grupos de Procesos (Project Management Institute, 2017)

3.10 Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos

De acuerdo a lo indicado por (Project Management Institute, 2017), los procesos también se categorizan por Áreas de Conocimiento.

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.

Si bien las áreas de conocimiento están interrelacionadas, se definen separadamente de la perspectiva de la dirección de proyectos y el PMI las define de acuerdo a:

- 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 incluye 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 acabo 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.

Las necesidades de un proyecto específico pueden requerir una o más áreas de conocimiento adicionales, por ejemplo, la construcción puede requerir gestión financiera o gestión de seguridad y salud. En la siguiente tabla se puede observar la

correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento de la dirección de proyectos.

Tabla 1: Correspondencia entre Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos (Project Management Institute, 2017)

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 Gestionar el Conocimiento del Proyecto	4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.7 Cerrar el 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 Cronograma del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma		6.6 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costos 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 Gestionar la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades	9.3 Adquirir Recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al Equipo	9.6 Controlar los Recursos	
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Monitorear 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 Implementar la Respuesta a los Riesgos	11.7 Monitorear 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	
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	

3.11 Datos e Información de la Dirección de Proyectos

A lo largo del ciclo de vida de un proyecto, el (Project Management Institute, 2017) indica que se recopila, analiza y transforma una cantidad significativa de datos. Los datos del proyecto se recopilan como resultado de diversos procesos y se comparten dentro del equipo del proyecto. Los datos recopilados se analizan en contexto, se acumulan y se transforman para convertirse en información del proyecto durante varios procesos. La información se comunica verbalmente o se almacena y distribuye en diversos formatos como informes.

El gráfico plasmado a continuación muestra el flujo de información del proyecto a través de los diversos procesos utilizados en la dirección del proyecto.

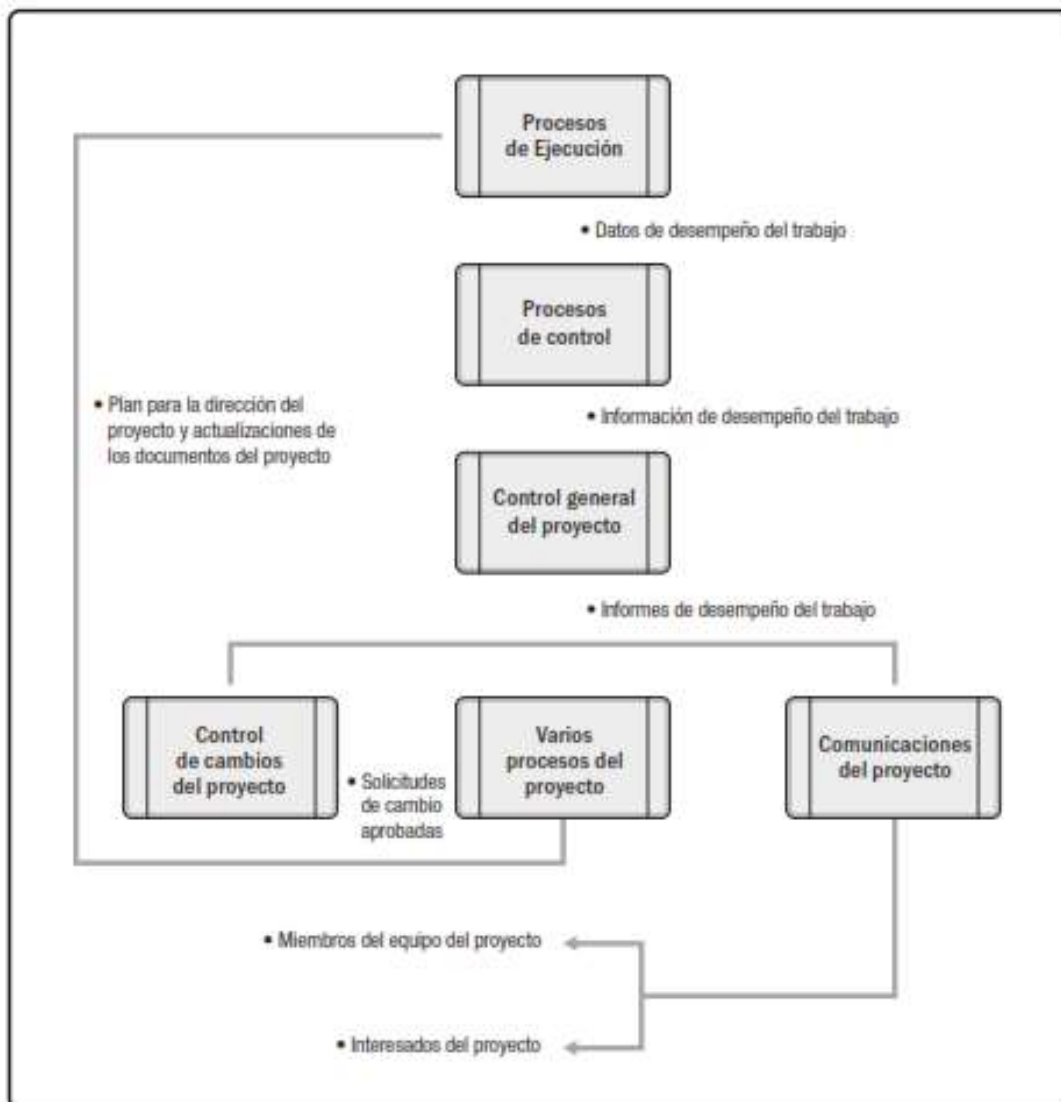


Ilustración 9: Flujo de datos, Información e informes del Proyecto (Project Management Institute, 2017)

3.12 Medidas de Éxito del Proyecto

Según lo indicado por (Guido & Clements, 2012) uno de los desafíos más comunes de la dirección y gestión de proyectos es determinar si un proyecto es o no exitoso. Tradicionalmente, las métricas de tiempo, costo, alcance y calidad de la dirección de proyectos han sido factores más importantes para definir el éxito de un proyecto. Más recientemente, profesionales y académicos han determinado que el éxito de un proyecto. Más recientemente, profesionales y académicos han determinado que el éxito del proyecto también debe medirse teniendo en cuenta el logro de los objetivos del proyecto.

3.13 El Entorno en el que Operan los Proyectos

En función de lo indicado por (Mulcahy, 2013) los proyectos existen y operan en entornos que pueden influir en ellos. Estas influencias pueden tener un impacto favorable o desfavorable en el proyecto. Dos categorías principales de influencias son los factores ambientales de la empresa (EEFs) y los activos de los procesos de la organización (OPAs). Los EEFs se originan fuera del ámbito del proyecto y a menudo fuera de la empresa. Los EEFs pueden tener un impacto a nivel de la organización, portafolios, programas o proyectos. Los OPAs son internos a la organización. Pueden surgir de la propia organización, un portafolio, un programa, otro proyecto o una combinación de estos. El gráfico descrito a continuación muestra el desglose de las influencias del proyecto en EEFs y OPAs.

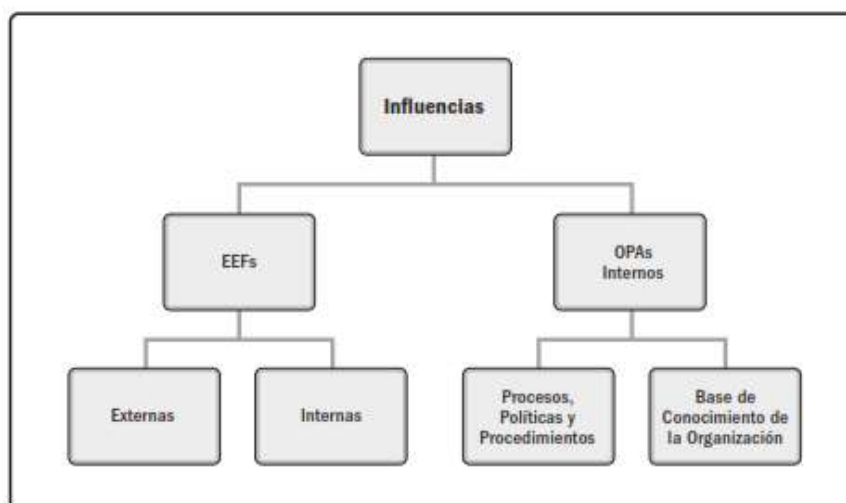


Ilustración 10: Influencias del Proyecto (Project Management Institute, 2017)

Los factores ambientes de la empresa (EEFs) hacen referencia a condiciones que no están bajo el control del equipo del proyecto y que influyen, restringen o dirigen el proyecto. Estas condiciones pueden ser internas y/o externas a la organización. Los EEFs se consideran como entradas de muchos procesos de la dirección de proyectos, específicamente para la mayor parte de los procesos de planificación. Estos factores pueden mejorar o restringir las opciones de la dirección de proyectos. Además, estos factores pueden influir de manera positiva o negativa sobre el resultado.

Los siguientes EEFs son internos a una organización:

- Cultura, estructura y gobernanza de la organización.
- Distribución geográfica de instalaciones y recursos.
- Infraestructura.
- Software informático.
- Disponibilidad de recursos.
- Capacidad de los empleados.

Los siguientes EEFs son externos a la organización:

- Condiciones del mercado.
- Influencias y asuntos de índole social y cultural.
- Restricciones legales.
- Bases de datos comerciales.
- Investigaciones académicas.
- Estándares gubernamentales o de la industria.
- Consideraciones financieras.
- Elementos ambientales físicos.

3.14 ¿Qué es un Acta de Constitución del Proyecto?

Según lo planteado por (Chanduví, 2018) un acta de constitución es el documento que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y confiera al director del proyecto la autoridad necesaria para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. Por lo general estas actas son autorizadas y redactadas por alguien externo al proyecto, tal como un patrocinador, un comité ejecutivo o en función de las necesidades internas de una organización.

Desarrollar el acta de constitución del proyecto, según (Chanduví, 2018), se relaciona principalmente con la documentación de las necesidades de negocio, la justificación del proyecto, la comprensión efectiva de los requisitos del cliente y del nuevo producto, servicio o resultado destinado a satisfacer dichos requisitos.

De acuerdo con lo establecido por (Project Management Institute, 2017) un acta de constitución de proyecto contiene información de alto nivel acerca del proyecto y del producto, servicio o resultado que el proyecto pretende satisfacer, tales como: el propósito del proyecto, los objetivos medibles del mismo y los criterios de éxito asociados, los requisitos de alto nivel, la descripción de alto nivel del proyecto, los límites y los entregables clave, el riesgo general del proyecto, el resumen del cronograma de hitos, los recursos financieros pre-aprobados, la lista de interesados clave, los requisitos de aprobación, el director del proyecto asignado, su responsabilidad y su nivel de autoridad.

3.15 ¿Qué es un Plan de Dirección de Obra?

Según (Carranza & Martínez, 2018) un plan de dirección de obra es un documento formal y aprobado por la dirección, y es utilizado para la administración general del proyecto. Funciona básicamente como guion que dará las pautas para el desarrollo de las actividades establecidas. El plan empieza con una planificación básica que va siendo incrementada durante todo el proceso de implantación y se espera que se mantenga durante la fase de ejecución, seguimiento y control.

Según (Mulcahy, 2013), el plan de proyecto es utilizado para:

- Guiar la ejecución del proyecto.
- Documentar las hipótesis y las decisiones de la planificación del proyecto.

- Facilitar la comunicación entre los interesados.
- Definir las revisiones clave de la gestión.
- Proporcionar un plan de referencia para la medición y control del proyecto.

3.16 Definición del Alcance del Proyecto

Según (Guido & Clements, 2012) el alcance del proyecto define lo que se debe hacer. Es todo el trabajo que debe realizarse para producir todos los entregables del proyecto y que el patrocinador o cliente esté convencido de que todo el trabajo y los entregables cumplen con los requerimientos o con los criterios de aceptación y logran el objetivo del proyecto. El alcance del proyecto contiene las siguientes secciones:

- Los requerimientos del cliente, donde se definen las especificaciones de las funciones o el desempeño para el producto final y otros entregables del proyecto. Pueden incluir especificaciones respecto a los parámetros de tamaño, color, peso o desempeño.
- La declaración de trabajo, define las principales tareas o elementos que deberán llevarse a cabo para realizar el trabajo que se necesita hacer y producir todos los entregables del proyecto. La declaración de trabajo define lo que hará el equipo del proyecto. Si algo no está incluido en esta declaración, entonces se debe suponer que no se realizará. Pedir al contratista o equipo del proyecto que revisen la declaración de trabajo con el patrocinador o cliente permite asegurarse de que todo lo que el cliente espera está incluido.

3.16.1 ¿Qué es una estructura de desglose de trabajo?

Según lo estipulado por (BID; INDES, 2017) una estructura de desglose de trabajo (EDT) constituye el primer paso en la planificación de un proyecto. Se trata de una herramienta que consiste en la descomposición jerárquica del trabajo para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos.

La EDT organiza y define el alcance total del proyecto; sin embargo, no es funcional cuando se transforma en una lista de cientos de actividades que requeriría el trabajo de una o más personas para actualizarla periódicamente.

De acuerdo con (Siles & Mondelo, 2012) el propósito de desarrollar una EDT es utilizarla como una herramienta de trabajo diario y no como un documento que se actualiza una vez por año para demostrar serie de actividades llevadas a cabo que justifican los gastos del proyecto. Para que resulte útil, la EDT tienen que ser un documento fácil de modificar, enfocado en resultados definidos SMART¹, que ha sido diseñado o ratificado por el equipo responsable de implementar el proyecto o por quienes deben rendir cuentas sobre los resultados del mismo.

Según lo descrito por (Siles & Mondelo, 2012) un criterio para decidir qué actividades incluir dentro de una EDT es cuestionar si estas tienen o no un impacto directo en los resultados del proyecto. Por ejemplo, una estructura que facilita el orden de los diferentes niveles de la EDT es la siguiente:

- Objetivo del proyecto: el impacto esperado de los componentes del proyecto.
- Componentes: el conjunto de producto agrupados según su naturaleza.
- Productos: el resultado de los entregables del proyecto.
- Entregables: los servicios o productos que produce el proyecto mediante la ejecución de los paquetes de trabajo.
- Paquetes de trabajo: grupo de actividades/tareas que se realizan para lograr los entregables del proyecto.

La ilustración número 11 muestra un diagrama del ordenamiento jerárquico de la EDT. Debe tenerse en cuenta que la EDT tiene tantos componentes, productos, entregables y paquetes de trabajo como se requiera. Uno de esos componentes puede ser la gestión del proyecto y los productos y el trabajo de gestión necesario para implementarlo.

¹ Son indicadores que utilizan los siguientes principios básicos para su formulación: **S**pecific (específicos); **M**asurable (medibles); **A**chievable (alcanzables); **R**elevant (Relevantes); **T**ime-bound (Delimitados en el tiempo).

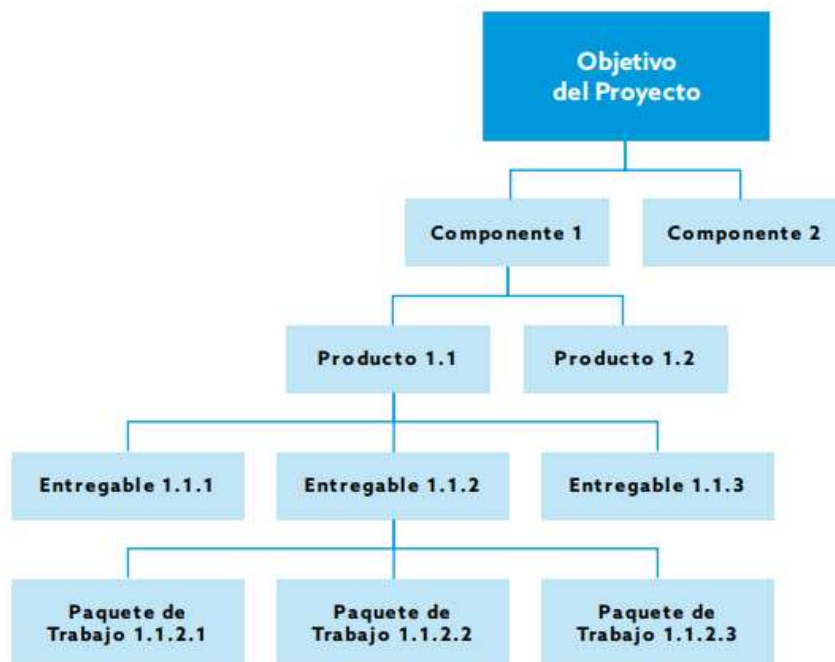


Ilustración 11: Ejemplo de un diagrama del ordenamiento jerárquico de la EDT (BID; INDES, 2017)

De acuerdo con lo descrito por (Project Management Institute, 2017) el resultado de elaborar una EDT será que el proyecto contará con una lista jerárquica de todo el trabajo requerido en forma de entregables y paquetes de trabajo. En el contexto de la EDT, un entregable es el resultado del esfuerzo, no el esfuerzo en sí mismo. Por lo anterior, no se deben utilizar verbos en la EDT. Esta lista es la línea base que permite estimar los tiempos y costos del proyecto.

Es importante mencionar que según lo establecido por (BID; INDES, 2017) el aspecto más relevante para el desarrollo de la EDT, más allá de los insumos, es el proceso a través del cual se realiza. Este proceso debería ser participativo y estar enfocado en obtener resultados y no en la enumeración de acciones o tareas.

De conformidad a lo descrito por (Project Management Institute, 2017) uno de los usos más importantes es apoyar el proceso de la verificación del alcance del proyecto. Esta verificación incluye actividades tales como medir, examinar y verificar, y busca determinar si los servicios o productos y entregables cumplen con los requisitos y los criterios de aceptación. La aceptación formal significa también que el proyecto ha cumplido con su objetivo y que no se requiere ningún otro trabajo o esfuerzo.

3.16.2 Línea base del alcance del proyecto

De acuerdo a lo estipulado por (Project Management Institute, 2017) la línea base del alcance es la versión aprobada de un enunciado del alcance o la declaración de trabajo, EDT/WBS y su diccionario de la EDT/WBS asociado, que sólo se puede modificar a través de procedimientos formales de control de cambios y que se utiliza como base comparación. Es un componente del plan para la dirección del proyecto. Los componentes de la línea base del alcance incluyen:

- Enunciado del Alcance del Proyecto: incluye la descripción del alcance, los entregables principales, los supuestos y las restricciones del proyecto.
- EDT/WBS: Es una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a realizar por el equipo del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos.
- Diccionario de la EDT/WBS: es un documento que proporciona información detallada sobre los entregables, actividades y programación de cada uno de los componentes de la EDT/WBS.

3.17 Gestión del Tiempo del Proyecto

Según lo descrito por (Siles & Mondelo, 2012) un cronograma de un proyecto es la suma de los tiempos de las actividades de un proyecto que presenta toda la secuencia lógica y los pasos a seguir para entregar los resultados. Dado que el tiempo es una de las restricciones más importantes de un proyecto, el cronograma se convierte en la herramienta que el gerente usará con más frecuencia, no solo para controlar el avance del proyecto, sino también para realizar el análisis y los ajustes que sean necesarios.

(BID; INDES, 2017) definen que el proceso de creación del cronograma es iterativo, no lineal. A medida que se crea el cronograma, el gerente y el equipo del proyecto comprenden mejor las relaciones, las dependencias y la duración total del proyecto.

Según (BID; INDES, 2017), durante el proceso de planificación del proyecto, el desarrollo del presupuesto detallado, de la matriz de riesgos, de los planes de adquisiciones y de comunicación, se obtiene información adicional que permite realizar ajustes y cambios en el cronograma. La ilustración número 12 muestra el proceso para la creación del cronograma, parte fundamental de la gestión del tiempo del proyecto.



Ilustración 12: Proceso para el desarrollo del cronograma (BID; INDES, 2017)

3.17.1 Estimación de la duración de las actividades

En lo definido por (Siles & Mondelo, 2012), basándose en la lista de paquetes de trabajo identificados en la EDT (que corresponde al nivel más bajo de esta), el gerente y el equipo del proyecto inician la estimación de la duración de cada actividad. Este proceso no debería de ser algo complejo. Las técnicas más frecuentes para estimar la duración de las actividades son:

- Juicio de expertos: Teniendo en cuenta experiencias anteriores, los expertos pueden proporcionar tiempos estimados de duración.
- Estimación análoga: Es una técnica para estimar la duración o el costo de una actividad o un proyecto mediante el uso de información histórica. Utiliza parámetros de un proyecto anterior similar, tales como la duración, el presupuesto y la complejidad. Por lo general, es menos costosa respecto a las otras técnicas, pero también tiene menor exactitud.
- Estimación paramétrica: Utiliza una relación estadística entre datos históricos y otras variables para calcular una estimación de los parámetros de una actividad tales como el costo y la duración; por ejemplo, horas hombre o

metros cuadrados. Con esta técnica se pueden obtener niveles más altos de exactitud, pero toma más tiempo y es más costosa.

- Estimación por tres valores: Puede lograrse una mayor exactitud tomando en consideración el grado de incertidumbre y el riesgo. Para determinar esta estimación, se utiliza el método PERT2, el cual calcula duración esperada utilizando la siguiente fórmula:

$$De = \frac{O+4M+P}{6};$$

Donde:

De = duración esperada

O = duración optimista

M = duración más probable (realista)

P = duración pesimista

Adicionalmente, para desarrollar los estimados de duración, se deben incluir reservas por contingencias o de tiempo. Estas pueden ser un porcentaje de la duración estimada de una actividad, una cantidad fija de períodos de trabajo o pueden calcularse por medio del análisis de los riesgos del proyecto.

Según (Siles & Mondelo, 2012) el primer paso para crear el cronograma consiste en determinar la secuencia lógica de las actividades. La secuencia de las actividades también determina las dependencias entre las mismas. Por ejemplo, hay actividades que no pueden empezar hasta que la actividad anterior haya terminado. Existen tres tipos de dependencias entre actividades:

- Dependencias obligatorias: Son inherentes a la naturaleza del trabajo que se ejecuta. Por ejemplo, no se puede iniciar la construcción de muros si no se ha terminado la cimentación.

² The Project Evaluation and Review Technique (PERT) es un modelo de la gestión de proyectos diseñado para analizar y representar tareas de un proyecto.

- Dependencias discrecionales: Son definidas por el equipo del proyecto. Consisten en cambiar el orden lógico sin afectar el resultado. Por ejemplo, si quisiéramos remodelar una sala de juntas cambiando la alfombra y pintando de otro color las paredes, la secuencia lógica diría que primero se pintan las paredes y después se coloca la alfombra. Sin embargo, podríamos primero colocar la alfombra y después pintar las paredes.
- Dependencias externas: implican una relación entre las actividades del proyecto con las que no pertenecen a su ámbito. Son las que están fuera del control del equipo del proyecto. Por ejemplo, obtener la aprobación de una solicitud de licencia de construcción.

3.17.2 Diagrama de red - Ruta crítica del proyecto

Una vez que el equipo del proyecto ha terminado con la diagramación de la red de actividades, es necesario determinar la ruta crítica. De acuerdo con (Guido & Clements, 2012), la ruta crítica se define como aquella que va desde el inicio hasta el final del proyecto y que toma más tiempo en comparación con las otras rutas. Es también la que no tiene espacios u holguras de tiempo entre actividades, lo que significa que cualquiera demora en alguna de las actividades en esta ruta resultará en un retraso del proyecto. La ilustración número 13 muestra un ejemplo de un diagrama de red simple de un proyecto.

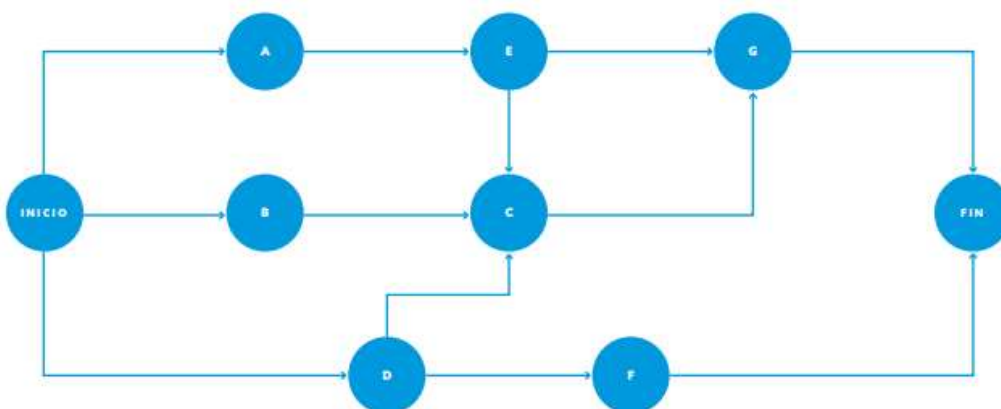


Ilustración 13: Ejemplo de diagrama de red (BID; INDES, 2017)

Según lo indicado por (BID; INDES, 2017) el diagrama de red es una técnica de diagramación que permitirá visualizar las dependencias de las actividades y calcular la duración total del proyecto. Este diagrama utiliza la técnica llamada actividad en el nodo (AEN), que es la empleada por la mayoría de los paquetes de software

de gestión de proyectos. Debido a lo anterior, (Carranza & Martínez, 2018), mencionan que calcular los valores para encontrar la ruta crítica es un proceso complejo, por lo tanto, se promueve el uso de programas de computación puede facilitar este proceso, en especial para proyectos de gran magnitud, en donde estimar duraciones y sus secuencias requieren de exigencias de recursos diferentes a proyectos de poco impacto socio-económico.

El diagrama de red incluye cuatro tipos de dependencias o relaciones de precedencia, las cuales (BID; INDES, 2017) resume en el siguiente gráfico:

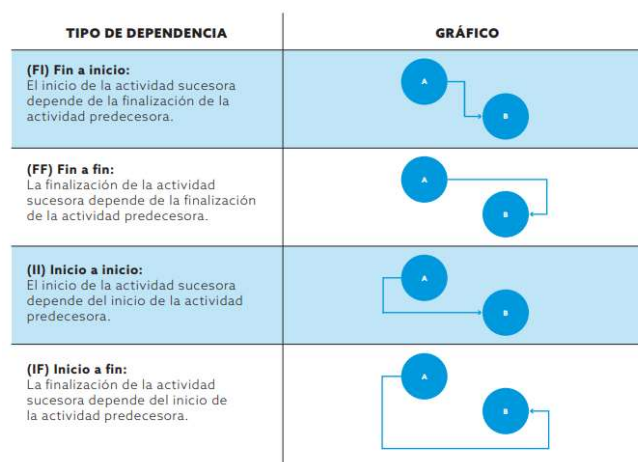


Ilustración 14: Tipos de dependencia del diagrama de red (BID; INDES, 2017)

El tipo de relación de precedencia más común es el de fin a inicio (FI); mientras que las relaciones inicio a fin (IF) raramente se utilizan.

3.17.3 Diagrama de Gantt

(BID; INDES, 2017) define el diagrama de Gantt como una presentación gráfica muy utilizada y que cuyo objetivo es mostrar la duración prevista para las diferentes actividades a lo largo del tiempo total del proyecto. Se utiliza con frecuencia para presentar el cronograma del proyecto a los interesados ya que su presentación gráfica favorece su comprensión.

Básicamente, el diagrama está compuesto por un eje vertical, en el que se establecen las actividades que constituyen el trabajo que se va a ejecutar, y un eje horizontal que muestra en un calendario la duración de cada una de ellas. Cada actividad se presenta en forma de una barra o línea que muestra el inicio y el final, los grupos de actividades relacionados entre sí y las dependencias entre ambos.

La siguiente ilustración muestra un ejemplo del diagrama de Gantt de un proyecto.

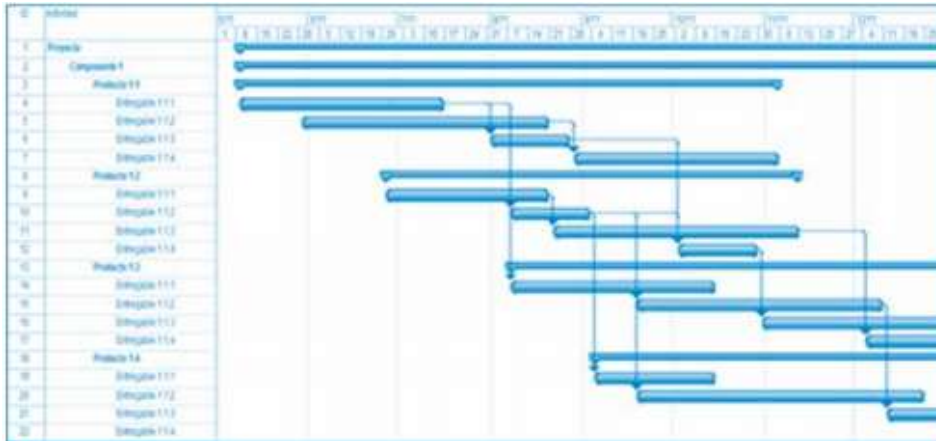


Ilustración 15: Ejemplo de diagrama de Gantt (BID; INDES, 2017)

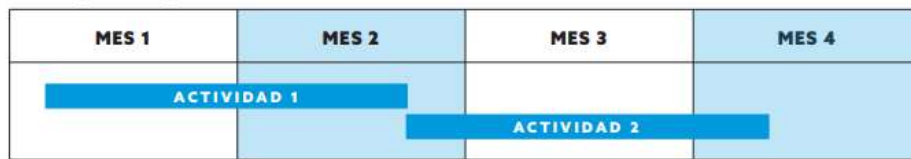
3.17.4 Técnicas de compresión del Cronograma

Según las indicaciones de (Project Management Institute, 2017) la creación del cronograma es un proceso que requiere constantes revisiones de los estimados para obtener uno que se ajuste a las restricciones del proyecto. La primera versión puede dar resultados que no están dentro del presupuesto, los recursos y las dependencias con otros proyectos. La compresión del cronograma mediante la reducción de duraciones es un caso especial de análisis matemático que busca formas de acortar la duración del proyecto sin cambiar su alcance. Esta incluye técnicas, tales como:

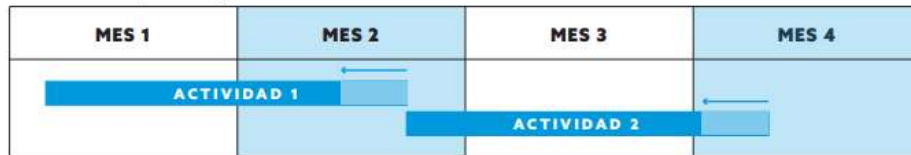
- **Intensificación (Crashing):** Implica reducir el estimado original de una actividad mediante el uso de recursos adicionales. Se analiza la relación entre los costos y la duración para determinar el mayor grado de intensificación a cambio del menor aumento posible en los costos. La intensificación no siempre produce alternativas viables.
- **Ejecución rápida (Fast Tracking):** Significa realizar en paralelo actividades que normalmente se ejecutarían en secuencia, lo que implica usar recursos adicionales. Esta técnica muchas veces aumenta de manera desproporcionada el riesgo asociado con el proyecto y está limitada por las relaciones de dependencia entre actividades.

Las técnicas descritas con anterioridad se pueden interpretar gráficamente de la siguiente forma:

Coronograma original



Intesificación (Crashing)



Ejecución rápida (Fast Tracking)

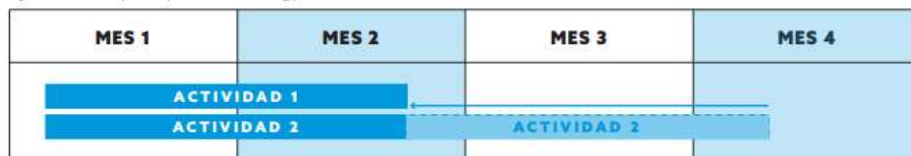


Ilustración 16: Técnicas de compresión del cronograma (BID; INDES, 2017)

3.18 Definición De Costos Del Proyecto

Acorde a lo estipulado por (Siles & Mondelo, 2012) el costo total del proyecto se estima generalmente durante la fase de inicio, en la cual se aprueba el presupuesto. En esta fase, la información de costos está llena de supuestas que requieren una revisión en detalle para asegurar que se pueda iniciar la implementación del proyecto con un presupuesto realista.

El gerente del proyecto tiene la responsabilidad de hacer la revisión del presupuesto para determinar si los supuestos y las estimaciones originales aún son válidos.

Según (Siles & Mondelo, 2012) los costos se pueden clasificar según varias categorías; la más común de ellas es considerar su grado de uso. La clasificación de costos ayuda a determinar su impacto en el proyecto durante la fase de implementación. Así se tiene:

- Clasificación según el grado de uso: esta clasificación es importante para realizar estudios de planificación y control de operaciones. Está vinculada con las variaciones o no de los costos, según los niveles de actividad.
 - Costos fijos: son aquellos cuyo importe permanece constante, independientemente del nivel de actividad del en el proyecto.

- Costos variables: son los que varían en forma proporcional, de acuerdo con el nivel de uso o actividad.
- Clasificación según su asignación:
 - Costos directos: son aquellos que se asignan directamente a una actividad; por lo general, se asimilan a los costos variables.
 - Costos indirectos: son los que no se pueden asignar directamente a una actividad, sino que se atribuyen entre las diversas actividades mediante algún criterio de reparto; en la mayoría de los casos, los costos indirectos son fijos.

3.18.1 Análisis del Valor Ganado

Según el (Project Management Institute, 2017), el análisis del valor ganado compara la línea base para la medición del desempeño con respecto al desempeño real del cronograma y el costo. La gestión del valor ganado integra la línea base del alcance, costo y del cronograma para genera la línea base para la medición del desempeño. La gestión del valor ganado establece y monitorea tres dimensiones clave para cada paquete de trabajo y cada cuenta de control:

- Valor planificado (PV): es el presupuesto autorizado que se ha asignado al trabajo programado. Es el presupuesto autorizado asignado al trabajo que debe ejecutarse para completar una actividad o un componente de estructura de desglose de trabajo, sin contar con la reserva de gestión.
- Valor ganado (EV): es la medida del trabajo realizado expresado en términos de presupuesto autorizado para dicho trabajo. El presupuesto asociado con el trabajo autorizado que se ha completado.
- Costo real (AC): es el costo incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante el período de tiempo específico. Es el costo total en el que se ha incurrido para llevar a cabo el trabajo medido por el EV.

3.18.2 Determinación de la Curva S

En función de lo descrito por (BID; INDES, 2017), una vez que se ha completado la estimación de todos los costos del proyecto, el siguiente paso consiste en determinar el costo en función de las unidades de tiempo. Por ejemplo, se puede usar el mes como la medida para calcular el costo del proyecto por cada mes de su duración. Al determinar el costo de las actividades que se realizarán en cada mes, se está distribuyendo el costo total del proyecto basándose en el uso de recursos.

(Milosevic, 2003) muestra una ejemplificación de la creación de una Curva S de un proyecto un costo total de \$174.000 (ciento setenta y cuatro mil dólares netos) y una duración de diez meses, ver tabla número 2. El costo por mes se obtiene al sumar los costos de todas las actividades que están planificadas durante ese período. Cada mes se acumula la información hasta que se llega al final del proyecto. Esta información sirve para graficar la distribución del uso de los recursos durante la duración del proyecto a como se puede observar en la ilustración número 17.

Tabla 2: Distribución de costos de un proyecto (Milosevic, 2003)

MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
5.000	10.000	17.000	25.000	30.000	30.000	25.000	17.000	10.000	5.000
5.000	15.000	32.000	57.000	87.000	117.000	142.000	159.000	169.000	174.000

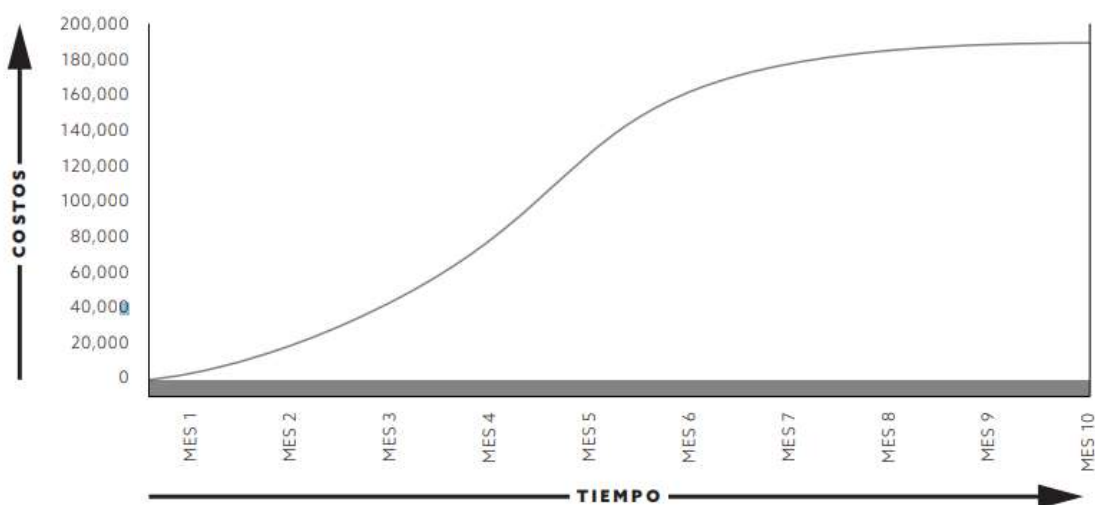


Ilustración 17: Ejemplo de Curva S (Milosevic, 2003)

3.19 Gestión de Calidad del Proyecto

Según lo estipulado por (Camisón, Cruz, & González, 2006) el enfoque de gestión de la calidad se utiliza para describir un sistema que relaciona un conjunto de variables relevantes para la puesta en práctica de una serie de principios, prácticas y técnicas para la mejora de la calidad. Así pues, el contenido de los distintos enfoques de gestión de la calidad se distingue por tres dimensiones:

- Los principios que asumen y que guían la acción organizativa.
- Las prácticas que incorporan para llevar a la práctica estos principios.
- Las técnicas que intentan hacer efectivas estas prácticas.

Con base a lo referido en (Mulcahy, 2013) comprender la diferencia entre planificar la gestión de la calidad, realizar el aseguramiento de calidad y realizar el control de calidad es uno de los mayores retos que la gerencia de proyectos comúnmente experimentan. Es por eso que, para diferenciar cada proceso, el (Project Management Institute, 2017) los define bajo los siguientes conceptos:

- Planificar la gestión de la calidad se centra en definir la calidad del proyecto, el producto y la dirección de proyectos, y en planificar como se alcanzará.
- Realizar el aseguramiento de calidad es un proceso de ejecución, por lo que se centra en el trabajo que se está realizando en el proyecto. Su objetivo es asegurar que el equipo siga las políticas, los estándares y los procesos de la organización, según lo planificado, para producir los entregables del proyecto. Mediante esta evaluación, el director del proyecto también puede evaluar si los procesos deben mejorarse o modificarse.
- Por el contrario, realizar el control de calidad (un proceso de seguimiento y control) examina los entregables reales producidos en el proyecto; su propósito es asegurar que los entregables sean correctos y que cumplan con el nivel de calidad planificado, y encontrar el origen de los problemas y recomendar formas de abordarlos.

Según lo descrito por (Mulcahy, 2013), la gestión de la calidad se puede resumir tomando los parámetros indicados en la siguiente tabla:

Tabla 3: Gestión de la Calidad del Proyecto (Mulcahy, 2013)

Planificar la Gestión de la Calidad	Realizar el Aseguramiento de Calidad	Realizar el Control de Calidad
Grupo de Procesos		
La Planificación del Proyecto	La ejecución del Proyecto	El seguimiento y control del proyecto
Descripción de alto nivel de aquello en lo que se enfoca cada proceso		
<ul style="list-style-type: none"> - Encontrar los requisitos, estándares y prácticas de calidad existentes para el producto, el proyecto y los esfuerzos de dirección del proyecto. - Crear prácticas, estándares y métricas específicas adicionales para el proyecto. - Determinar los procesos que se utilizarán en el proyecto. - Determinar que trabajo se hará para cumplir con los estándares. - Determinar cómo se medirán para asegurar de que se hayan cumplido con los estándares. - Realizar análisis de costo de calidad, análisis costo beneficio y otros análisis para asegurar que se planifique el nivel de calidad apropiado. - Equilibrar las necesidades de calidad, con las de alcance, costo, tiempo, riesgo, recursos y satisfacción del cliente. - Crear un plan de mejoras del proceso y un plan de gestión de la calidad como parte del 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar las mediciones de control de calidad para evaluar si se están siguiendo los procesos correctos, y si estos procesos siguen apropiados para el proyecto. - Realizar mejoras continuas para aumentar la eficiencia y la efectividad. - Determinar si las actividades del proyecto se apegan a las políticas, procesos y procedimientos organizacionales y del proyecto; auditorías de calidad. - Encontrar buenas prácticas. - Compartir las buenas prácticas con otros miembros de la organización. - Presentar solicitudes de cambio. - Actualizar el plan para la dirección del proyecto y los documentos del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Medir la calidad de los entregables para determinar si cumplen con los requisitos. - Evaluar la causa raíz de los problemas de calidad. - Identificar la necesidad de realizar mejoras de calidad (acción correctiva o acción preventiva y reparación de defecto). - Verificar los entregables. - Completar las listas de control. - Actualizar las lecciones aprendidas. - Presentar solicitudes de cambio. - Actualizar el plan para la dirección del proyecto y los documentos del proyecto.

plan para la dirección del proyecto.		
--------------------------------------	--	--

3.19.1 Herramientas para el Control y Gestión de la Calidad

De acuerdo a lo descrito por (Camisón, Cruz, & González, 2006), un sistema de gestión de la calidad en un proyecto requiere la utilización de una serie de herramientas o técnicas que permitan el control y la mejora de la calidad y, por tanto, ayuden en la resolución de problemas. Este conjunto de técnicas contribuye indudablemente a la implantación de los principios de la GCT, como por ejemplo la mejora continua, la orientación al cliente, la cooperación interna y el trabajo en equipo.

Una de las principales herramientas para el control y gestión de la calidad de un proyecto es el Histograma, que de acuerdo a (Camisón, Cruz, & González, 2006), muestra el grado y la naturaleza de variación dentro del rendimiento de un proceso. El histograma muestra la distribución de frecuencias de un conjunto de valores mediante la representación con barras.

Los histogramas pueden tener distintas formas según la distribución de la frecuencia de las variables consideradas. Según (Camisón, Cruz, & González, 2006) el análisis de su comportamiento permite determinar la tendencia central y la dispersión de los datos. Como lo más habitual es que las distribuciones se asemejen a otras conocidas, como por ejemplo la distribución normal, se puede evaluar y hacer inferencias de las características del conjunto de la población.

La ilustración número 18 permite observar algunos tipos de histogramas y las posibles causas que originan sus comportamientos.

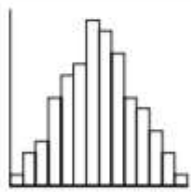
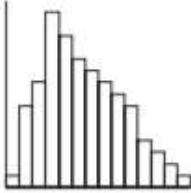

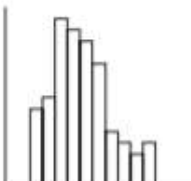
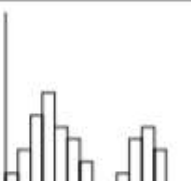
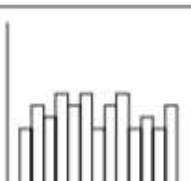
Histograma	Tipo
	Comportamiento normal. La distribución es simétrica ya que los datos están agrupados alrededor de un valor central.
	Distribución sesgada, que en algunos procesos se da de forma natural. Es asimétrica ya que los datos presentan una mayor o menor variabilidad respecto al valor central.
	Comportamiento bimodal. Suele producirse cuando se combinan los resultados de dos procesos diferentes (datos de distintos turnos, operarios, máquinas, instrumentos de medición, etc.).
	Comportamiento truncado. Se presenta cuando se ha realizado una recogida de datos incompleta o se han rechazado datos que estaban por encima o por debajo de cierto valor.
	Comportamiento con un pico aislado. Aparece un grupo de datos aislado del resto del histograma. Las causas pueden ser errores de medida en la toma de datos o incidencia especial en el proceso.
	Distribución rectangular. Puede ser el caso extremo de la distribución bimodal. Es debido a la combinación de múltiples procesos o errores de medición.

Ilustración 18: Tipos de Histogramas (Camisón, Cruz, & González, 2006)

3.20 ¿Cómo se gestionan los Recursos de un Proyecto?

Según el (Project Management Institute, 2017) los recursos de un proyecto pueden ser:

- Recursos Humanos: aquellos que conforman el equipo del proyecto (Técnicos, operarios, gerenciales, etc.)
- Recursos físicos: materiales, equipos y suministros)

De acuerdo al concepto indicado por (BID; INDES, 2017) el equipo del proyecto consiste en individuos que tienen asignados roles y responsabilidades, quienes trabajan en conjunto para lograr un objetivo común en el proyecto. La gerencia del proyecto está enfocada en invertir esfuerzos adecuados en la adquisición, gestión, motivación y empoderamiento del equipo del proyecto. Si bien se asignan roles y responsabilidades específicos a cada miembro del proyecto, la participación de todos los miembros en la toma de decisiones y en la planificación del proyecto es beneficiosa. La participación de los miembros del equipo en la planificación aporta su experiencia al proceso y fortalece su compromiso con el proyecto.

Asimismo, el (BID; INDES, 2017) nos instruye que la gestión de los recursos físicos se concentra en la asignación y utilización de los recursos físicos (por ejemplo: materiales, equipos y suministros) necesarios para la exitosa finalización del proyecto de una manera eficiente y eficaz. Con este fin, las organizaciones deberían disponer de datos sobre la demanda de recursos (ahora y en el futuro razonable), sobre las configuraciones de recursos que serán necesarios para satisfacer esas demandas, y sobre el suministro de recursos. El no poder gestionar y controlar los recursos de manera eficiente es una fuente de riesgo para la exitosa finalización del proyecto. Por ejemplo:

- No poder asegurar los equipos críticos o la infraestructura a tiempo puede dar lugar a retrasos en la fabricación del producto final.
- Ordenar material de baja calidad puede deteriorar la calidad del producto causando una alta tasa de retiros o retrabajo.
- Mantener demasiado inventario puede tener como resultado altos costos en las operaciones y reducir el beneficio de la organización. Un nivel de inventario inaceptablemente bajo, por el contrario, puede dar lugar a la insatisfacción de la demanda del cliente y, de nuevo, a reducir el beneficio de la organización.

La gestión de los recursos humanos, según (BID; INDES, 2017), consiste en realizar todos los procesos necesarios para asegurarse de que se hayan identificado y asignado los mejores recursos humanos disponibles para lograr los objetivos del proyecto dentro de sus respectivas restricciones de tiempo, alcance y costo. Una

de las herramientas de mayor uso en la gestión de los RRHH es la matriz de asignación de responsabilidades (MAR). Esta matriz se usa para ilustrar las conexiones entre el trabajo que debe realizarse y los miembros del equipo del proyecto y otros interesados (stakeholders). Además, identifica qué grupo o unidad del equipo del proyecto es responsable de cada componente de la EDT. Con la matriz, el gerente tiene información que le permite identificar los roles, las responsabilidades y los niveles de autoridad para las actividades específicas del proyecto. La ilustración número 19 muestra el proceso para la creación de la matriz de asignación de responsabilidades.



Ilustración 19: Proceso para la creación de la matriz de asignación de responsabilidades

Los insumos requeridos para la creación de la matriz de asignación de responsabilidades de acuerdo al (BID; INDES, 2017) son los siguientes:

- Estructura desglosada del trabajo (EDT): información sobre el alcance del trabajo.
- Cronograma del proyecto: estimación de tiempo para cada actividad.
- Riesgos del proyecto: identificación de las respuestas a los riesgos.
- Factores Organizacionales: grupos o unidades que participarán del proyecto o lo apoyarán.

Los formatos más comunes de la Matriz de asignación de responsabilidades de acuerdo al (BID; INDES, 2017) son los siguientes:

- Del tipo narrativo: se describen detalladamente aspectos de las responsabilidades, la autoridad, las competencias, las relaciones de trabajo, las interacciones, las duplicidades y la superposición de roles, y las calificaciones requeridas

- Tipo diagrama: se basa en los cuatro variables más importantes de los RRHH y es conocida como Matriz RAXCI por sus siglas en inglés:
 - R: Responsable de la ejecución (Responsible): alguien que es responsable; de esta manera, para cada producto y entregable de la EDT existe normalmente una persona responsable de su ejecución o de asegurarse que se ejecute.
 - A: Aprueba (Accountable): alguien que asume la responsabilidad final por la ejecución correcta y completa de un producto o entregable y recibe las informaciones de los responsables de su ejecución.
 - C: Consultado (Consulted): alguien que no está implicado directamente en la ejecución de un producto o entregable, pero que proporciona algún tipo de insumo para el proceso o es consultado para saber su opinión o pedirle un consejo.
 - I: Informado (informed): alguien que recibe los resultados de un producto o entregable o recibe información acerca de los avances.

Dependiendo del tipo de proyecto, la matriz puede tomar varias formas: en proyectos grandes, la matriz se enfoca en designar responsabilidades para la entrega de resultados o componentes; en proyectos pequeños, puede enfocarse en paquetes de trabajo.

De acuerdo a (Siles & Mondelo, 2012), otros usos de la matriz incluyen la identificación de las responsabilidades para la ejecución de los procesos internos del proyecto como puede ser la aprobación de los cambios, el desarrollo y la entrega de reportes.

Según el (Project Management Institute, 2017) el gerente es responsable de gestionar la elaboración participativa de la matriz utilizando la información sobre los roles y las responsabilidades de los miembros del equipo del proyecto. Teniendo en cuenta las diferentes funciones, el gerente identificará un único responsable para los trabajos; luego, identificará a una persona para que apruebe la entrega del trabajo. A continuación, el gerente asignará a las personas que serán consultadas e informadas para llevar a cabo el producto o entregable. No es necesario que para

cada trabajo se asignen los cuatro roles; sin embargo, el rol de responsable sí es indispensable.

Asimismo, (Siles & Mondelo, 2012) indican que la matriz de asignación de responsabilidades sirve sobre todo para dar claridad acerca de las responsabilidades de los diferentes miembros del proyecto sobre sus actividades. De esta manera, el equipo sabe con certeza quién es responsable de cada trabajo y, así, se evita la duplicidad de funciones o la existencia de trabajo que no tenga un responsable. El formato matricial le permite a una persona observar todos los trabajos asociados con una persona o ver a todas las personas asociadas a un trabajo. Una matriz de asignación de responsabilidades mejora la comunicación y reduce los conflictos. Esta lista debe ser actualizada cada vez que se produzcan cambios en los trabajos o en el equipo del proyecto. En la tabla número 4 se muestra un ejemplo de la matriz RACI.

Diagrama RACI	Persona				
Actividad	Ann	Ben	Carlos	Dina	Ed
Crear acta de constitución	A	R	I	I	I
Recopilar requisitos	I	A	R	C	C
Presentar solicitud de cambio	I	A	R	R	C
Desarrollar plan de pruebas	A	C	I	I	R
R = Responsable (persona responsable de ejecutar la tarea) A = Accountable (persona con responsabilidad última sobre la tarea) C = Consult (persona a la que se consulta sobre la tarea) I = Inform (persona a la que se debe informar sobre la tarea)					

Ilustración 20: Ejemplo de diagrama RACI

3.21 ¿Cómo se gestionan las Comunicaciones en un Proyecto?

La gestión de las Comunicaciones de acuerdo a lo indicado por (Siles & Mondelo, 2012) incluye los procesos necesarios para asegurar que las necesidades de información del proyecto y de sus interesados se satisfagan a través del desarrollo de objetos y de la implementación de actividades diseñadas para lograr un intercambio eficaz de información. La gestión de las comunicaciones del Proyecto consta de dos partes. La primera parte consiste en desarrollar una estrategia para asegurar que la comunicación sea eficaz para los interesados. La segunda parte consiste en

llevar a cabo las actividades necesarias para implementar la estrategia de comunicación.

Según (Project Management Institute, 2017) los procesos de Gestión de las Comunicaciones del Proyecto son:

- Planificar la gestión de las Comunicaciones, en donde se desarrolla un enfoque y un plan apropiados para las actividades de comunicación del proyecto basados en las necesidades de información de cada interesado o grupo, en los activos de la organización disponibles y en las necesidades del proyecto.
- Gestionar las Comunicaciones, el cual garantiza que la recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.
- Monitorear las Comunicaciones, es el proceso de asegurar que se satisfagan las necesidades de información del proyecto y de sus interesados.

La comunicación es el intercambio intencionado o involuntario de información. La información intercambiada puede ser en forma de ideas, instrucciones o emociones. Bajo el concepto de lo indicado por (VV.AA., 2009), los mecanismos mediante los cuales se intercambia información pueden ser:

- En forma escrita: físicos o electrónicos.
- Hablados: Cara a cara o remotos.
- Formales o informales: Como en documentos formales o medios sociales de comunicación.
- A través de gestos: Tono de voz y expresiones faciales.
- A través de los medios: Imágenes, acciones o incluso sólo la elección de palabras.
- Elección de palabras: A menudo existe más de una palabra para expresar una idea; puede haber diferencias sutiles en el significado de cada una de estas palabras y frases.

Las comunicaciones, de acuerdo a (BID; INDES, 2017), describen los medios posibles mediante las cuales puede enviarse o recibirse la información, ya sea a través de actividades de comunicación, como reuniones y presentaciones, o bien objetos, como correos electrónicos, medios sociales, informes del proyecto o documentación del proyecto.

Las actividades de comunicación tienen muchas dimensiones, que según (Drudis, 2002), incluyen:

- Interna: se centra en los interesados dentro del proyecto y dentro de la organización.
- Externa: se centra en los interesados externos tales como clientes, proveedores, otros proyectos, organizaciones, el gobierno, el público y los defensores ambientales.
- Formal: informes, reuniones formales (periódicas y AD HOC), agendas y actas de reunión, sesiones informativas para los interesados y presentaciones.
- Informal: actividades de comunicación generales mediante correo electrónico, medios sociales, sitios web y discusiones informales AD HOC.
- Enfoque jerárquico: la posición del interesados o grupo con respecto al equipo del proyecto afectará el formato y el contenido del mensaje, de las siguientes formas:
 - Ascendente: interesados de la alta dirección.
 - Descendente: el equipo y demás personas que contribuirán al trabajo del proyecto.
 - Horizontal: pares del equipo o director del proyecto.
- Oficial: informes anuales, informes para reguladores u organismos de gobierno.
- No oficial: comunicaciones que se centran en establecer y mantener el perfil y el reconocimiento del proyecto y en construir relaciones fuertes entre el

equipo del proyecto y sus interesados utilizando medios flexibles y a menudo informales.

- Escrita y oral: verbal (palabras e inflexiones de voz) y no verbal (acciones y lenguaje corporal), medios sociales y sitios web, comunicados en los medios.

Las comunicaciones exitosas, según (Pereña, 2008), consta de dos partes. La primera parte implica desarrollar una estrategia de comunicación adecuada en base a las necesidades del proyecto y los interesados del proyecto. A partir de esa estrategia, se desarrolla un plan de gestión de las comunicaciones para asegurar que los mensajes adecuados se comuniquen a los interesados en diversos formatos y diversos medios, como se definen en la estrategia de comunicación. Estos mensajes constituyen las comunicaciones del proyecto – la segunda parte de una comunicación exitosa. Las comunicaciones del proyecto son los productos del proceso de planificación, abordados por el plan de gestión de las comunicaciones que define la recopilación, creación, difusión, almacenamiento, recuperación, gestión, seguimiento y disposición de estos objetos de comunicación. Finalmente, la estrategia de comunicación y el plan de gestión de las comunicaciones constituirán la base para monitorear el efecto de la comunicación.

Se han desarrollado técnicas para la gestión de las comunicaciones, que según (Siles & Mondelo, 2012) destaca más la matriz de comunicaciones, la cual determina las necesidades de información y comunicación de los interesados del proyecto. La matriz se define el medio que se utilizará para comunicarse, se indica el método para recolectar la información se especifican las listas de distribución de los distintos reportes que deben circular, los formatos para producir la información en la cantidad y con la calidad adecuada y se determina la frecuencia con que los informes deben ser actualizados. La tabla número 4, muestra un ejemplo de la matriz de comunicaciones.

Tabla 4: Ejemplo de la matriz de comunicaciones (VV.AA., 2009)

OBJETIVO		USUARIO		RESPONSABILIDAD		TIEMPO	
¿QUÉ COMUNICAR?	¿POR QUÉ?	DESTINATARIO	METODO DE COMUNICACIÓN	PREPARACIÓN	ENVÍO	FECHA INICIAL	FRECUENCIA
Reporte avance del proyecto	Control	Supervisor	Escrito en formato	Coordinador	Gerente	1 de Enero	Trimestral

3.22 Los Riesgos en un Proyecto

De acuerdo a lo planteado por (Siles & Mondelo, 2012) los riesgos en un proyecto son aquellos que están dentro del ámbito de influencia del gerente del proyecto y se clasifican en riesgos de:

- Cronograma: relacionados con los estimados de tiempos y las dependencias con otros proyectos u otras organizaciones que deben cumplir objetivos para el proyecto.
- Presupuesto o recursos: vinculados con la disponibilidad de recursos, incluyen los financieros.
- Calidad de los resultados: relacionados con cumplir los objetivos del proyecto según las necesidades de los beneficiarios.
- Alcance: vinculados con la definición de las actividades del proyecto y las estrategias diseñadas para lograr sus metas.

Asimismo, (BID; INDES, 2017) indica que la identificación de riesgos determina que eventos pueden afectar el proyecto de manera positiva o negativa. Esta identificación se realiza a través de un proceso participativo en el que el equipo del proyecto, junto con los expertos en la materia u otras partes interesadas, contribuye con ideas y aporta su experiencia. Las técnicas más comunes para identificar los riesgos son:

- Lluvia de ideas: en una o varias reuniones, los participantes generan una lista de riesgos que pueden ocurrir teniendo en cuenta los objetivos, el alcance, el cronograma, el presupuesto y otras condiciones del proyecto. Esta lista puede clasificarse según categorías de riesgos.
- Análisis FODA: se analizan las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas del proyecto para identificar los riesgos.
- Técnica Delphi: se busca llegar a un consenso basándose en la información proporcionada de manera anónima por expertos mediante cuestionarios. Las conclusiones se forman a partir de las estadísticas de los datos obtenidos.

De acuerdo con (Siles & Mondelo, 2012), para cada riesgo identificado se debe contar con información sobre sus características ya que eso ayuda a definir su probabilidad y a analizar su impacto sobre el proyecto. La clasificación de los riesgos proporciona una estructura que garantiza un proceso completo de identificación sistemática con un nivel de detalle uniforme. Además, ayuda a la calidad y la efectividad en la identificación de los riesgos y a su eventual análisis y cuantificación. Este proceso se puede facilitar mediante el uso de una estructura de desglose de riesgos (EDR), que identifica las diferentes categorías en las que estos pueden surgir. El gráfico siguiente muestra un ejemplo de una EDR.



Ilustración 21: Ejemplo de una estructura de desglose de riesgos (VV.AA., 2009)

Para obtener la información más relevante de los riesgos identificados (BID; INDES, 2017) indica que se puede hacer uso de la matriz de riesgo con el fin de evaluarlos según su probabilidad de ocurrencia y su nivel de impacto en el proyecto.

Para el desarrollo de esta matriz se requiere información de la estructura desglosada del trabajo (EDT), el cronograma y el presupuesto del proyecto, la matriz de interesados y la información histórica de gestión de riesgos del contratante y el financiador. Según (BID; INDES, 2017) la matriz de riesgos presenta ocho columnas, que corresponden a los siguientes elementos:

- Número de identificación del riesgo.
- Componente/Producto: según la EDT.
- Tipo de riesgo: categorización o taxonomía del riesgo.
- Riesgo: descripción del riesgo.
- Impacto: valor que determina el impacto en el proyecto; se mide en una escala de tres niveles, donde 1 es el nivel más bajo y 3 es el más alto.
- Probabilidad: valor que determina la probabilidad de ocurrencia del riesgo; al igual que el impacto, se mide en una escala de tres niveles.
- Calificación: valor que permite calificar el riesgo según el impacto y la probabilidad de ocurrencia; se calcula multiplicando el valor de impacto por el de probabilidad.
- Evaluación: valor que permite ordenar los riesgos según el valor y el nivel.

En el siguiente cuadro se muestra un ejemplo de la matriz de riesgos.

Tabla 5: Ejemplo de Matriz de riesgos (VV.AA., 2009)

N°	C/P	TIPO DE RIESGO	RIESGO	I	P	C	EVALUACIÓN	
							VALOR	NIVEL
1		Técnico	Tecnología muy nueva	3	3	9	3	Alto
2		Cronograma	Dependencias externas del proyecto.	3	2	6	3	Alto
3		Experiencia	Uso de técnicas de control del proyecto	2	2	4	2	Medio
4		Alcance	Cambios en los requerimientos	3	1	3	2	Medio

Para facilitar la evaluación de los riesgos, se pueden usar tablas que permitan emplear valores para determinar tanto la probabilidad como el impacto del riesgo. La cuantificación de probabilidad se puede establecer usando una simple escala de tres niveles, en la que cada nivel tiene un valor predeterminado, tal cual lo muestra el cuadro indicado por (BID; INDES, 2017) a continuación:

Tabla 6: Ejemplo de cuantificación de probabilidades (VV.AA., 2009)

NIVEL	VALOR	SIGNIFICADO
Alto	3	Existen factores (antecedentes o resultados de evaluaciones) que sumados indican una alta posibilidad de ocurrencia.
Medio	2	El riesgo podría presentarse, pero no existen factores que indiquen alta posibilidad de ocurrencia.
Bajo	1	Los antecedentes permiten concluir que la posibilidad de ocurrencia del riesgo es baja o no proporcionan una base suficiente como para considerarlo de un nivel medio o alto.

Asimismo, la cuantificación del impacto se puede hacer mediante el uso de una escala de tres niveles, a como se muestra a continuación:

Tabla 7: Ejemplo de cuantificación de impacto (VV.AA., 2009)

NIVEL	VALOR	SIGNIFICADO
Alto	3	Afecta de manera crítica los resultados y la sostenibilidad del proyecto.
Medio	2	Aunque se considera importante la consecuencia, es menor su grado de materialización que en el nivel alto.
Bajo	1	No se considera importante el efecto o no hay suficientes razones para pensar que el riesgo es una amenaza para los resultados.

Según lo indicado por (BID; INDES, 2017), cuando se completa la matriz de riesgos y estos han sido identificados y cuantificados según su nivel de impacto y probabilidad, el gerente del proyecto deberá desarrollar un mapa de riesgos que le permitirá identificar aquellos que requieren una respuesta. La siguiente matriz de análisis de riesgos sirve para evaluar los riesgos según sus niveles de impacto y probabilidad, mismos que se muestran en la siguiente figura:

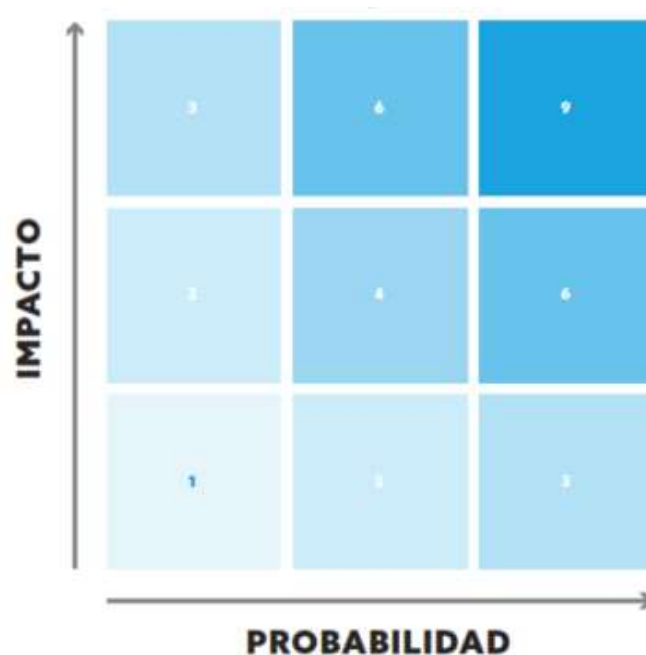


Ilustración 22: Matriz de análisis de riesgos (VV.AA., 2009)

Para aquellos riesgos cuyos valores están entre 6 y 9, se debe contar con acciones para eliminar, transferir o mitigar el impacto del riesgo en el proyecto. De acuerdo a lo indicado por (BID; INDES, 2017) el cuadro descrito a continuación muestra una herramienta que ayuda a determinar las acciones del proyecto para los diferentes niveles de riesgos.

Tabla 8: Acciones del proyecto para los diferentes niveles de riesgo

VALOR	NIVEL DEL RIESGO	ACCIONES
6 a 9	Alto	Gestionar: se requiere plan de respuesta.
3 y 4	Medio	Monitorear: se requiere que el proyecto haga un seguimiento del riesgo para analizar si la probabilidad o el impacto han cambiado.
1 y 2	Bajo	Aceptar: es mejor aceptar el riesgo ya que el impacto no es significativo y la probabilidad de que suceda el evento es baja.

El análisis de riesgos, según (VV.AA., 2009), permite identificar aquellos riesgos que si llegaran a ocurrir tendrían un mayor impacto en el proyecto y, de esta manera, poder desarrollar planes de respuesta que incluyan opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas. No es práctico ni económicamente viable desarrollar planes de respuesta para todos los riesgos.

Planificar las respuestas a los riesgos, según (Siles & Mondelo, 2012), es el proceso por el cual se desarrollan alternativas y se definen acciones para disminuir el impacto y/o la probabilidad de ocurrencia de las amenazas y para aumentar el impacto y/o la probabilidad de las oportunidades.

Las cuatro respuestas para los riesgos con impacto negativo o amenazas son las siguientes:

- Evitar: Realizar cambios en el plan para eliminar el riesgo. Esto puede implicar cambios en el cronograma o el alcance del proyecto para eliminar la amenaza.
- Transferir: Trasladar el impacto de una amenaza a un tercero junto con la responsabilidad de la respuesta.
- Mitigar: Disminuir la probabilidad y/o impacto de que se produzca el riesgo.
- Aceptar: No tomar ninguna medida a menos de que el riesgo suceda. Esta estrategia se da cuando no es viable o rentable abordar el riesgo de otra manera. Hay dos tipos de aceptación de una amenaza: pasiva, no hacer nada, y activa, establecer una reserva de contingencia en tiempo o dinero.

Las respuestas o estrategias para los riesgos con impacto positivo u oportunidades son:

- Explotar: Hacer realidad la oportunidad.
- Mejorar: Aumentar la probabilidad y/o el impacto de una oportunidad.
- Compartir: Pasarle la oportunidad a un tercero para que la concrete en beneficio del proyecto.
- Aceptar: Aprovechar la oportunidad cuando esta se presente sin haber hecho algo para que sucediera.

Los riesgos de un proyecto no son estáticos; es decir, los supuestos que se usaron para determinar la probabilidad y el impacto del riesgo cambian a medida que avanza el proyecto. Además, pueden surgir nuevos riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Por lo que el gerente y el equipo del proyecto deberán realizar un monitoreo continuo de las condiciones y los supuestos de los riesgos para determinar si estos han sufrido cambios que determinen una reclasificación con base en la información original, así como para identificar nuevos riesgos.

3.23 La Matriz de Adquisiciones de un Proyecto

Según (BID; INDES, 2017) la matriz de adquisiciones sirve de guía para la gestión de la contratación de bienes o servicios a lo largo de la vida del proyecto y, a la vez, es un insumo para desarrollar el plan de adquisiciones.

Este plan identifica y define los bienes y los servicios que serán adquiridos, los tipos de contratos que se utilizarán, el proceso de aprobación del contrato y los criterios de decisión.

De acuerdo con (Siles & Mondelo, 2012), la matriz define los métodos de contratación (y sus plazos) que se precisan en el calendario del proyecto y además relaciona estas contrataciones con los productos y/o entregables de la EDT. El plan de adquisiciones debe ser lo suficientemente detallado para identificar claramente los pasos necesarios y las responsabilidades de la contratación desde el principio hasta el final de un proyecto. El gerente del proyecto debe asegurar que el plan facilite el proceso de adquisiciones y que no se convierta en una tarea abrumadora. Además, trabajará con el equipo del proyecto, el departamento de compras de la organización y otros actores claves para gestionar las actividades de adquisición.

En función de lo indicado por (Project Management Institute, 2017) el propósito principal de la matriz de adquisiciones es describir en términos generales todos los bienes y servicios requeridos por el proyecto y su relación con los productos y/o entregables de la EDT.

La ilustración número 23 muestra el proceso para la creación de la matriz de adquisiciones de acuerdo a los procedimientos descritos por (VV.AA., 2009)

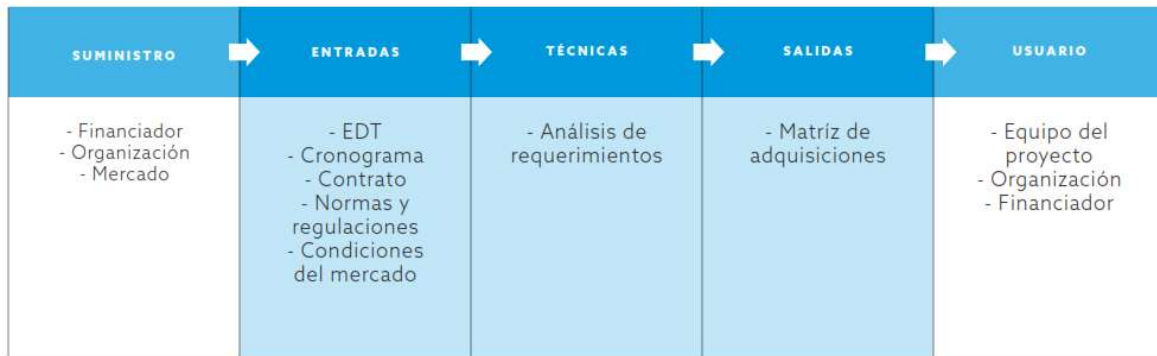


Ilustración 23: Proceso para el desarrollo de la matriz de adquisiciones (VV.AA., 2009)

Según (VV.AA., 2009), los insumos requeridos para desarrollar la matriz de adquisiciones son los siguientes:

- Estructura desglosada del trabajo (EDT): la información sobre las necesidades y los entregables del proyecto.
- Cronograma: Los datos para determinar los tiempos para la entrega de los resultados del proyecto y cuándo se requieren los bienes y servicios para el proyecto.
- Normas y regulaciones de la organización: la reglamentación respecto de los procesos de adquisición de bienes y servicios de la organización ejecutora.
- Contrato: Las cláusulas contractuales del proyecto con la entidad financiadora.
- Condiciones del mercado: La información que determina las opciones locales para la provisión de los bienes y los servicios.

Para la creación de la matriz de adquisiciones, según (VV.AA., 2009), es necesario seguir los siguientes pasos:

- Crear una lista completa de los bienes y servicios que requiere el proyecto.

- Determinar el sistema de adquisición.
- Asignar el porcentaje de la fuente de financiamiento para la adquisición.
- Calcular un presupuesto estimado.
- Fijar la fecha estimada de publicación de la adquisición.
- Pautar la fecha de firma del contrato.
- Establecer la fecha estimada del término del contrato.

La matriz de adquisiciones se resume en una lista que facilita el seguimiento de la adquisición de los diferentes bienes y servicios requeridos por el proyecto. Además, sirve de insumo para crear un plan de adquisiciones, el cual debe actualizarse regularmente consultando con la unidad de adquisiciones y/o entidad financiadora sobre cualquier cambio en las fechas o los presupuestos asignados. Según (VV.AA., 2009), el resultado del análisis de los requisitos, el proyecto cuenta con una matriz que determina los sistemas, los montos, las fechas y las fuentes de financiamiento de cada una de las adquisiciones necesarias. Esta matriz deberá ser actualizada regularmente, en especial si existen cambios en el cronograma o el presupuesto del proyecto. La tabla número 9 ejemplifica una matriz de adquisición.

Tabla 9: Ejemplo de matriz de adquisiciones (VV.AA., 2009)

CÓDIGO EDT	PRODUCTO O ENTREGABLE	TIPO DE ADQUISICIÓN	MODALIDAD DE ADQUISICIÓN	FECHAS ESTIMADAS		PRESUPUESTO ESTIMADO
				INICIO	FIN	
1.1.1	Equipo capacitado	Servicios	Licitación pública	1/1/2012	10/1/2012	\$50.000,00
1.1.2	Planes completados	Servicios	Licitación pública	10/1/2012	10/2/2012	\$50.000,00
1.1.3	Portal instalado	Bienes	Contratación directa	10/2/2012	20/4/2012	\$50.000,00
1.1.4	Contenido publicado	Servicios	Administración directa	21/4/2012	30/6/2012	\$50.000,00

Con una matriz de adquisiciones, según (VV.AA., 2009), el proyecto se beneficia al tener información de fácil acceso que sirve para lograr un buen monitoreo del plan de adquisiciones y que este cumpla con los requerimientos, las normas y las políticas establecidas tanto por la organización como por la entidad financiadora del

proyecto. La matriz permite mantener un nivel de confianza y seguridad en el proceso de adquisición y evita cualquier riesgo relacionado con el uso indebido de los recursos del proyecto.

3.24 Los Interesados de un Proyecto

Según el (Project Management Institute, 2017), cada proyecto tiene interesados que se ven afectados o pueden afectar al proyecto, ya sea de forma positiva o negativa. Algunos interesados pueden tener una capacidad limitada para influir en el trabajo o los resultados del proyecto; otros pueden tener una influencia significativa sobre el mismo y sobre sus resultados esperados. La investigación académica y el análisis de los desastres registrados en proyectos de alto perfil destacan la importancia de un enfoque estructurado para la identificación, priorización e involucramiento de todos los interesados.

La capacidad del director y el equipo del proyecto para identificar correctamente e involucrar a todos los interesados de manera adecuada puede significar la diferencia entre el éxito y el fracaso del proyecto. Para aumentar las posibilidades de éxito, el proceso de identificación e involucramiento de los interesados debería comenzar lo antes posible una vez que el acta de constitución del proyecto haya sido aprobada, el director del proyecto haya sido asignado y el equipo empiece a formarse.

Según (VV.AA., 2009) cualquier persona o grupo que tenga un nivel de interés en el proyecto es un interesado (Stakeholders). Para identificarlos, se requiere la siguiente información:

- Nombre o identificación del interesado.
- Objetivos o resultados del proyecto relacionados con el interesado (Stakeholder).
- Nivel de interés del interesado.
- Influencia o poder del interesado.
- Impacto positivo: el resultado que beneficia al interesado.
- Impacto negativo: el resultado que impacta negativamente al interesado.

- Estrategias del proyecto: una lista de las acciones que se pueden realizar para reducir el impacto negativo sobre el proyecto o incrementar el interés del interesado en relación con el proyecto.

La tabla número 10 muestra cómo se relacionan los diferentes componentes de la matriz de interesados.

Tabla 10: Ejemplo de Matriz de Identificación de Interesados (VV.AA., 2009)

SUPERVISOR DEL PROYECTO					
OBJETIVOS O METAS	NIVEL DE INTERÉS	NIVEL DE INFLUENCIA	ACCIONES POSIBLES DEL INTERESADO (STAKEHOLDER)		ESTRATEGIAS
Gestión exitosa del proyecto	Bajo Medio Alto	Bajo Medio Alto	Positivas: cumplir con los objetivos	Negativas: retrasos	Mantener al supervisor involucrado en todo avance del proyecto, en especial, en cambios y riesgos

La matriz de clasificación de los interesados es una herramienta de análisis que permite clasificar a los involucrados en el proyecto según sus niveles de interés e influencia en él. Según (VV.AA., 2009) la matriz facilita la priorización de los interesados más importantes para así desarrollar las estrategias correspondientes. El proceso de análisis y construcción de esta matriz es algo subjetivo y depende mucho de la calidad de la información que el proyecto tenga de los interesados. El análisis de interesados es un trabajo permanente durante la implementación del proyecto.

Una vez que la información de los interesados está completa, la gerencia del proyecto según (VV.AA., 2009) deberá representar esta información usando una matriz de 2x2 que le permita clasificar a cada interesado en uno de los grupos para los cuales se definirán diferentes estrategias.

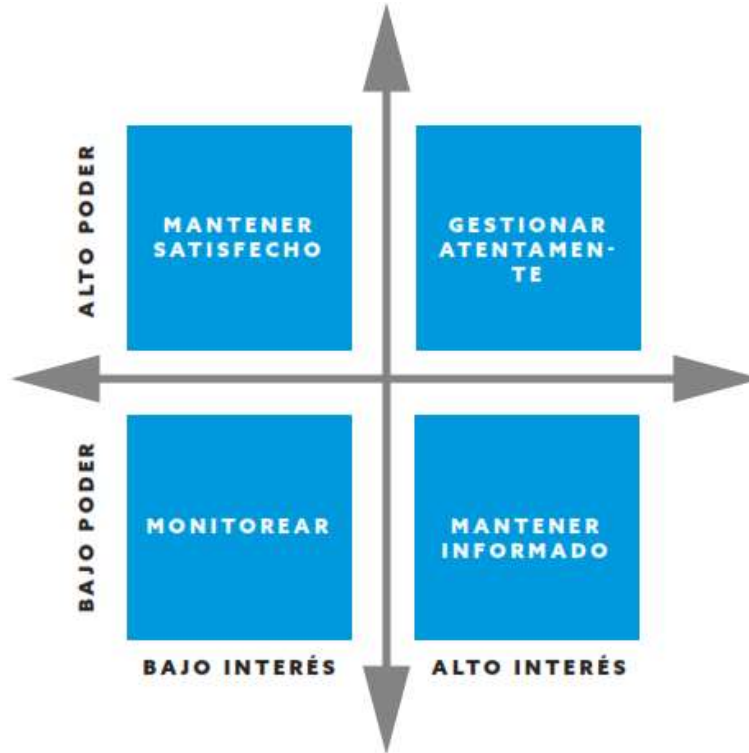


Ilustración 24: Matriz de clasificación de los Interesados (VV.AA., 2009)

Según (VV.AA., 2009) cada uno de los cuadrantes del gráfico implica una estrategia que permite manejar las relaciones con los interesados:

- Bajo poder / Bajo interés = Monitorear.
- Alto poder / Bajo interés = Mantener satisfecho.
- Bajo poder / Alto Interés = Mantener informado.
- Alto poder / Alto interés = Gestionar atentamente.

Las estrategias que el equipo de proyecto identifique irán dirigidas a incrementar el soporte al proyecto y minimizar el impacto negativo de los interesados. Estas estrategias pueden incluir:

- Participación en las actividades o eventos del proyecto.
- Comunicaciones para mejorar la información acerca del proyecto;
- Colaboración de terceros que puedan influir positivamente en un interesado.
- Mitigación de las acciones negativas de un interesado.

Dado que la información que se presenta en la matriz de interesados puede ser de carácter sensible o confidencial, el gerente del proyecto deberá aplicar el buen juicio en relación con el tipo de información que se presenta y el nivel de acceso a ella.

3.25 La Matriz de Resultados (MdR)

La MdR es una herramienta que según (BID; INDES, 2017) es elaborado durante el diseño del proyecto, que permite desarrollar y presentar la correlación entre los objetivos del proyecto y los indicadores de los resultados sectoriales alineados con las metas de desarrollo del país.

La MDR Proporciona un modelo lógico (en algunos casos se usa el enfoque del marco lógico) para alcanzar los resultados del proyecto. Se trata de una herramienta ampliamente utilizada para las organizaciones financiadoras de desarrollo (en particular, por el BID) y es un insumo fundamental para el acta de constitución del proyecto, que, como se planteó anteriormente, es el documento comúnmente utilizado en la gestión de proyectos.

La MdR tiene una importancia clave en la etapa de inicio de la implementación del proyecto ya que proporciona insumos para el proceso de planificación a la vez que sirve como instrumento de monitoreo y control.

En función de los descrito por (Siles & Mondelo, 2012) una de las responsabilidades del gerente de proyecto es verificar la validez y la actualidad de la matriz de resultados. Si existieran discrepancias, consultas o propuestas de cambio, deberá presentarlas a la junta directiva del proyecto para su aprobación.

La MdR, según (Siles & Mondelo, 2012), ofrece información relevante para el equipo del proyecto se familiarice de forma muy rápida con los objetivos del proyecto y puede contribuir estratégicamente duran la ejecución de las actividades y la obtención de los resultados.

La matriz de resultados se compone de los siguientes elementos:

- Objetivo del proyecto: Resultado esperado (meta final), expresado en términos de desarrollo físico, financiero, institucional, social, ambiental o de otra especie,

al que se espera que el proyecto o programa contribuya. El objetivo del proyecto debe responder al qué y al para qué del proyecto.

- Indicadores de resultado: Miden el avance del (os) resultado (s) esperado (s). Los indicadores deben ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y acotados en el tiempo.
- Línea de base: Valores o estado de los indicadores de resultado al inicio del proyecto. Sirven para medir los cambios que ha logrado el proyecto.
- Meta: Valores o estado de los indicadores a la conclusión del proyecto. Es lo que el proyecto espera lograr.
- Componentes:
 - Productos: bienes de capital o servicios que se producen con la intervención.
 - Resultados intermedios: efectos de una intervención que conduce al resultado deseado.
 - Resultado: eventos, condiciones u ocurrencias que indican el logro del objetivo del proyecto.
- Año: Grado de progreso en la entrega o la ejecución del (los) producto (s) en el año durante el que se registra el avance.
- Comentarios: Aclaraciones acerca de los indicadores utilizados o sobre el grado de avance o cualquier tipo de nota aclaratoria (aquí también se incluyen los supuestos del proyecto para lograr el objetivo).

Según (VV.AA., 2009) la MdR presenta y explica la forma en que deberá lograrse el objetivo de desarrollo; además, incluye las relaciones causales entre la ejecución de las actividades, la entrega de los productos y el logro de los resultados; y propone indicadores, líneas de base y metas para documentar los logros. La matriz es uno de los insumos o requisitos para elaborar el plan de riesgos.

La tabla número 11, tomada de (VV.AA., 2009), ejemplifica la matriz de resultados de un proyecto, el cual indica los objetivos del proyecto, los indicadores de resultados, la línea base, la meta, sus comentarios y componentes.

Tabla 11: Ejemplo de Matriz de Resultados (VV.AA., 2009)

Objetivo del proyecto: es el impacto esperado en términos de desarrollo físico, financiero, institucional, social, ambiental o de otra especie al que se espera que el proyecto o programa contribuya. Debe responder al qué y al para qué del proyecto o programa.						
INDICADORES DE RESULTADOS		LÍNEA DE BASE			META	
Mide el avance del (los) resultado(s) esperado(s).		Valores o estado de los indicadores de resultado al inicio del proyecto.			Valores o estado de los indicadores de resultado a la conclusión del proyecto.	
COMPONENTE 1	LÍNEA DE BASE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	META	COMENTARIOS
Productos, bienes de capital o servicios que se producen con la intervención.	Valor o estado de los productos al inicio del proyecto.	Grado de progreso en la entrega o ejecución del (los) producto(s).			Valor o estado de los productos al final del proyecto.	Aclaraciones acerca de los indicadores utilizados, el grado de avance o cualquier tipo de nota aclaratoria.

Existen varios factores que permiten que los proyectos logren sus resultados:

- Sus objetivos deben de estar definidos de manera específica.
- Se deben determinar el ámbito concreto de intervención del proyecto.
- Se deben identificar a sus beneficiarios.

Estos factores deberían facilitar la medición y la atribución de los resultados específicos derivados de las actividades del proyecto. Los objetivos mal definidos constituyen un obstáculo para lograr una gestión de proyectos orientada a resultados y para evaluar si los resultados han sido alcanzados. Al definir los objetivos del proyecto, se deben evitar objetivos vagos e interpretaciones dudosas. Cuanto más detallado sea el objetivo, mejor será su comprensión y mayores las probabilidades de que sea alcanzado. Los objetivos se miden a través de indicadores. Los indicadores SMART utilizan los siguientes principios básicos para su formulación:

- **S: Específicos (Specific).** El objetivo que se define debe quedar absolutamente claro y nítido a través del indicador, sin posibilidad de ambigüedades ni interpretaciones. De esta manera, su comprensión y las posibilidades de alcanzarlo son mayores.

- **A: Alcanzables (Achievable).** El objetivo debe tener un indicador definido de tal manera que permita ser medible tanto durante el progreso del proyecto como al final de este.
- **R: Realistas (Realistic).** El objetivo y su indicador deben ser realistas y relevantes en relación con el problema que el proyecto busca solucionar.
- **T: Tiempo (Timely).** El objetivo y su indicador deben tener una fecha de culminación y fechas intermedias para obtener resultados parciales; o sea, tiene que tener un calendario y una fecha de entrega.

Según (BID; INDES, 2017) el gerente y el personal del proyecto tienen la responsabilidad de revisar que los objetivos del proyecto y sus indicadores cumplan con los criterios SMART. Los objetivos ambiguos dan lugar a indicadores ambiguos y pueden generar interpretaciones erróneas sobre lo que significa lograr la meta del proyecto. Por ejemplo, un objetivo de proyecto que no cumple las condiciones de los indicadores SMART es: “Proveer de agua potable a la comunidad”. Este objetivo, que en un principio parece simple, presenta los siguientes problemas: no está acompañado de un indicador que defina la unidad de medida; no especifica si se busca el acceso directo al agua potable en los hogares o en un centro de acopio; no define el tiempo, es decir, no se sabe si hay que lograr este objetivo en un mes o en un año. Para revisar que cada objetivo cumpla con las características de los indicadores SMART, el gerente del proyecto debe hacer las siguientes preguntas:

- ¿Qué es lo que vamos a lograr?
- ¿Quién o quiénes lo van a lograr?
- ¿Para cuándo debemos lograrlo?
- ¿Cómo sabemos si se logró?

Establecer metas mensurables y relevantes con las cuales la mayoría de los interesados esté de acuerdo es la plataforma de un proyecto exitoso. Al comprometer a los interesados claves en el proceso de establecer los objetivos y los indicadores SMART, el gerente del proyecto genera más posibilidades de que el proyecto tenga un buen inicio.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de Investigación

Existen diferentes criterios para clasificar el tipo de investigación, entre los cuales destacan la finalidad, el alcance temporal, la profundidad de la investigación, el carácter de la medida, etc. Para esta investigación se utilizará el tipo descriptiva, la cual se deriva del criterio de profundidad u objetivo. En este tipo de investigación el objetivo central es la descripción del fenómeno. Se sitúa en un primer nivel científico, el cual utilizar la observación, estudios correlacionales y de desarrollo.

4.2 Fuentes y sujetos de información

4.2.1 Fuentes de información:

Las fuentes de información son todos los recursos que contienen datos formales, informales, escritos, orales o multimedia. Entre las fuentes de información se encuentran las fuentes primarias (directas), fuentes secundarias y fuentes terciarias.

Las fuentes primarias se refieren a la información original que ha sido publicada por primera vez. Las fuentes secundarias contienen información primaria, sintetizada y reorganizada. Las fuentes terciarias son guías físicas o virtuales que contienen información de las fuentes secundarias. Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron fuentes primarias tales como:

- Guía del PMBOK (Libro de conocimiento de la Gerencia de proyectos), sexta edición, elaborado por el Instituto de Gerencia de Proyectos (PMI).
- Guía del PM4R (Gerencia de proyectos para resultados), elaborada para la gestión de proyectos por el Banco Interamericano de Desarrollo.
- Guía PRINCE 2 (Guía de Gerencia de Proyectos en ambientes controlados), elaborada por la Oficina de Comercio Gubernamental del Reino Unido. (OGC).
- Libros y textos relacionados con temas de administración de proyectos.
- Entrevistas a los involucrados del área de planificación, ingeniería y ejecución de proyectos de Generación Hidroeléctrica del MEM.

4.2.2 Sujetos de información

Los sujetos de información son todas aquellas personas físicas o corporativas que brindarán información. Para esta investigación, los sujetos de información son los diferentes involucrados con el área de planificación, ingeniería y ejecución de proyectos de Generación Hidroeléctrica del Ministerio de Energía y Minas.

4.3 Técnicas de investigación:

4.3.1 Entrevista dirigida

La entrevista dirigida es una conversación, generalmente oral, entre dos personas, de las cuales uno es el entrevistador y el otro el entrevistado. El papel de ambos puede variar según sea el tipo de entrevista.

La entrevista dirigida es un procedimiento fijo que se aplica por medio de un cuestionario o guía que el entrevistador prepara de antemano. La entrevista dirigida fue aplicada a los diferentes involucrados con el área de planificación, ingeniería y ejecución de proyectos de Generación Hidroeléctrica del Ministerio de Energía y Minas.

El modelo de entrevista y las respuestas recibidas están adjuntas a este documento, en el capítulo: ANEXOS.

4.3.2 Revisión documental

La revisión documental consiste en el análisis de la información disponible de la ejecución de los proyectos de generación hidroeléctrica, por ejemplo:

- La información publicada en el sistema único de contratación de la República de Nicaragua, tiempos de adjudicaciones y estado actual.
- Documentos, informes y registros de las lecciones aprendidas en los procedimientos existentes de los proyectos de Generación Hidroeléctrica que ejecuta o ejecutará el MEM.
- Documentos, informes y registros del avance general de proyectos publicados por los financiadores/patrocinadores de los proyectos de Generación Hidroeléctrica que ejecuta o ejecutará el MEM.

4.4 Procedimiento / Metodología de Trabajo.

Para el procesamiento y la metodología de trabajo se utilizaron los datos estructurados en la matriz de operacionalización de objetivos mostrada en la tabla número 12.

Tabla 12: Matriz de Operacionalización de Objetivos

Objetivos Específicos	Variables	Indicadores / Datos	Fuente	Técnicas
Realizar un diagnóstico de los modelos de gerencia de proyectos de generación hidroeléctrica en el Ministerio de Energía y Minas (M.E.M).	Identificación de técnicas y herramientas para la Gestión de proyectos de generación hidroeléctrica del MEM.	<p>Misión y visión de la Institución.</p> <p>Gestión por procesos.</p> <p>Técnicas y herramientas de Gestión de Proyectos.</p> <p>Estructura Organizativa</p> <p>Descripción de los procesos de la gestión y dirección de los proyectos.</p> <p>Caracterización de la estructura de trabajo.</p> <p>Información de gestión de los proyectos.</p> <p>Definición de etapas del ciclo de vida de un proyecto.</p>	<p>Equipo de Proyectos – HE MEM.</p> <p>Centro de divulgación y registro de datos – Ministerio de Energía y Minas.</p>	<p>Entrevista dirigida.</p> <p>Revisión documental.</p>
Efectuar un análisis comparativo entre el modelo de gerencia de proyectos del	Gestión estratégica de proyectos en comparación con el PMI / PM4R	<p>Procesos de gestión y dirección de proyectos.</p> <p>Etapas del ciclo de vida de un proyecto.</p>	<p>PMBOK</p> <p>PM4R</p> <p>Literatura en Gestión y Administración de proyectos.</p>	<p>Revisión documental</p>

Objetivos Específicos	Variables	Indicadores / Datos	Fuente	Técnicas
M.E.M y el modelo de Gerencia del Instituto de Gerencia de Proyectos (PMI por sus siglas en inglés).				
Definir los planes de gestión individuales que integrarán el plan para la dirección del proyecto: Construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica (P.C.H) para las comunidades de Buenos aires en el municipio de La Dalia,	Definir la conceptualización del proyecto.	Identificación de los requerimientos del proyecto. Definición de los involucrados del proyecto.	PMBOK PM4R Literatura en Gestión y Administración de proyectos.	Revisión documental.
	Definir el proceso de planificación del proyecto.	Dimensionamiento del alcance del proyecto. Creación de estructuras desglosadas de trabajo. Identificación de actividades y paquetes de trabajo. Definición de un presupuesto y un cronograma detallado. Identificación de los recursos del proyecto. Identificación del talento humano para la ejecución del proyecto.	PMBOK PM4R Literatura en Gestión y Administración de proyectos	Revisión documental

Objetivos Específicos	VARIABLES	Indicadores / Datos	Fuente	Técnicas
Departamento de Matagalpa		Identificación de los posibles riesgos y sus respuestas. Definición de las características de la calidad del proyecto. Definición de la planificación de las comunicaciones.		
	Definir el proceso de seguimiento y control del proyecto.	Definición del monitoreo a los factores clave del proyecto: Alcance, cronograma y recursos. Definición del control detallado de la calidad, los riesgos y el suministro. Control detallado de la información y relaciones con los interesados. Definir el mecanismo de acciones correctivas de manera integral	<p>PMBOK</p> <p>PM4R</p> <p>Literatura en Gestión y Administración de proyectos</p>	Revisión documental
	Definir el cierre y el mecanismo de aprendizaje del proyecto para la entrega a la responsabilidad de operación.	Definir el mecanismo de cierre de contratos con proveedores, contratistas, etc. Realización de evaluaciones finales de los proyectos. Definir la actualización del registro de lecciones aprendidas en el proyecto.	<p>PMBOK</p> <p>PM4R</p> <p>Literatura en Gestión y Administración de proyectos</p>	Revisión documental

Asimismo, el procedimiento está regido en base a lo descrito a continuación:

- Diagnóstico de la situación actual de los proyectos:

- Información obtenida de las entrevistas: Las entrevistas se realizaron a las personas que conocen de cerca el funcionamiento de cada uno de los departamentos involucrados o laboran en ellos. Dichos sujetos de información fueron el jefe de Proyectos del Departamento de Generación Hidroeléctrica, responsable de Avalúos y Planificación, y dos colaboradores que se encargan de supervisar y asistir a los proyectos en General. Por medio de la información obtenida se analizaron los factores que consideran los expertos son los que afectan a cada uno de los procesos de la gestión de proyectos de Generación Hidroeléctrica.
 - Análisis de la revisión documental: Con el fin de conocer el contexto histórico y actual de los resultados obtenidos en el proceso de ejecución de los proyectos de Generación Hidroeléctrica desarrollados y liderados por el MEM, en términos de programación y planificación versus la ejecución presupuestaria de las obras.
 - Elaboración de árbol de problemas/soluciones para la identificación de las mejoras requeridas en base a la información obtenida de la revisión documental y las entrevistas realizadas.
- Propuesta de modelo Gerencial para la base de Ejecución del Proyecto: “Construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH) para las comunidades de en el municipio de La Dalia, Departamento de Matagalpa:
- La estructura del modelo gerencial para este proyecto se diseñó en base a lo descrito en la Guía de Conocimiento de la Gerencia de Proyectos del Instituto de Gerencia de Proyectos (PMBOK y PMI, respectivamente, por sus siglas en inglés) así como lo indicado en la Guía de la Gerencia de Proyectos para Resultados (PM4R, por sus siglas en inglés) debido a que lo expuesto en estos documentos son prácticas adoptadas por diferentes organizaciones para la ejecución efectiva de proyectos.

- Los elementos que poseen las guías metodológicas están aplicadas únicamente a la ejecución del proyecto indicada en este trabajo de investigación.
- El modelo de gerencial propuesto para el proyecto en referencia, tiene como entregable principal una guía metodológica, que incluyen aspectos intangibles tales como:
 - ✓ Cambio de cultura en la forma de administrar los proyectos.
 - ✓ Cambio de mentalidad de los involucrados en los proyectos.
 - ✓ Trabajo en equipo.
 - ✓ Capacitación en el campo de la administración de proyectos.
 - ✓ Seguimiento de un ciclo de vida de proyectos.

V. ESTUDIO DE MERCADO Y DEMANDA

El alcance de este documento no contempla elaborar un estudio de mercado detallado porque el mismo ya fue realizado por el MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS en el año 2012; información que desarrollamos de manera general a continuación.

5.1 Aspectos Socioeconómicos

Este estudio se desarrolló en época de invierno durante esta época, el acceso a los sitios de interés es difícil. Aunque se llega a los sitios, se invierte más tiempo del que se utilizaría si se realizase durante la época de verano. A pesar del difícil acceso y aunque este estudio se esté desarrollando a nivel de prefactibilidad, se llegó a las comunidades a beneficiar para realizar una investigación y estimar la demanda y el consumo de energía.

Se realizaron 32 entrevistas en total con los siguientes resultados:

De las viviendas entrevistadas, todas son casas, la fuente energética que ellos siempre han utilizado para cocinar es la leña. El consumo de leña promedio es de veinte siete rajas por día. La leña es recolectada diariamente. Para efectos de iluminación, en las viviendas, utilizan candelas, candiles, lámparas y energía fotovoltaica.

La fuente energética que utilizan para iluminación además de las candelas, es el kerosene con un promedio mensual de consumo de 3 litros. Utilizan 5 baterías mensuales y 124 candelas mensuales gastando en promedio por vivienda la cantidad de C\$123 córdobas mensuales debido a iluminación.

5.2 Usos Productivos

Entre las actividades productivas que ellos realizan se encuentra la agricultura, sembrando maíz, yuca, arroz, plátano y frijoles, esta actividad la realizan en sus propias fincas, solo diecisiete de ellos no poseen finca propia, son trabajadores también realizan actividades de comercio al por menor.

Se evaluó la demanda y el consumo de energía en base a los resultados de las entrevistas realizadas. Se determinaron los usos finales de la energía tomando en cuenta lo que las personas utilizan actualmente y lo que dijeron que utilizarían una vez tengan energía eléctrica comercial.

Los resultados indican que las personas utilizarán la energía especialmente en los siguientes usos finales:

- Iluminación
- Televisión
- Refrigeración
- Radio

Se tendrán también los siguientes servicios comunitarios:

- Centro de Salud
- Alumbrado Público

Y las siguientes actividades productivas:

- Molinos

5.3 Demanda y Consumo de Energía

El mercado está compuesto por 245 viviendas distribuidas en 13 comunidades y 21 usuarios No Residenciales.

La cantidad de viviendas levantada en campo en cada comunidad se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 13: Cantidad de comunidades y viviendas a beneficiar

Comunidades	Total viviendas
Las Limas	23
La Estrella	9
El Castillo	14
Panamericana	31
Linda Vista	18
San Francisco	17
La Campana	8
San Ramón	7
Yale	27
Santa Marta	10
Jericó	22
La Caldera	9
QuililÉ	50
Total	245

Fuente: Elaboración propia en base a trabajo de campo

Para efectos de este estudio de prefactibilidad, se ha estimado que habrá un incremento en la cantidad de viviendas del 2% anual, porcentaje similar al crecimiento que ha tenido el departamento de Matagalpa según el INIDE. Cuando se elabore el estudio de factibilidad y con los resultados del estudio de mercado específico para la zona del proyecto y dependiendo del tipo de modelaje del mercado que se utilice en dicho estudio, este porcentaje podría ser ajustado.

En la tabla siguiente se encuentra la estimación de la cantidad de viviendas en un horizonte de 20 años en cada una de las comunidades que podrían ser beneficiadas:

Tabla 14: Estimación de la cantidad de viviendas durante el período de evaluación

COMUNIDAD	VIVIENDAS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Las Limas	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	29	29	30	30	31	32	32	33	34
La Estrella	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13
El Castillo	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	20	20	20	20
Panamericana	31	32	32	33	34	34	35	36	36	37	38	39	39	40	41	42	43	43	44	45
Linda Vista	18	18	19	19	19	20	20	21	21	22	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26
San Francisco	17	17	18	18	18	19	19	20	20	20	21	21	22	22	22	23	23	24	24	25
La Campana	8	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	12
San Ramón	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10
Yale	27	28	28	29	29	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36	36	37	38	39	39
Santa Marta	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	15
Jericó	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	30	30	31	31	32
La Caldera	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13
Quilile	50	51	52	53	54	55	56	57	59	60	61	62	63	65	66	67	69	70	71	73
Total	245	250	255	260	265	270	276	281	287	293	299	305	311	317	323	330	336	343	350	357

AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Comercio y Servicios																				
Molino	14	14	15	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	20	20	20
TOTAL	14	14	15	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	20	20	20
Servicios Comunitarios																				
Centro de Salud	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10
TOTAL	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10

En base a los consumos típicos del equipamiento a utilizar en los usos finales resultantes, se estimó la demanda horaria para simular el perfil del comportamiento que tendrían las comunidades a beneficiar. La tabla a continuación presenta los resultados seguido de la Curva de Carga:

Tabla 15: Demanda eléctrica horaria

Horas	Demanda Doméstica en kW				Demanda Comunitaria		Comercio y Servicios	Total Demanda Doméstica	Total Demanda Comunitaria	Total Demanda S. Productivo	Total en kW	Horas
	ILUMINACION	Radio/equipo de sonido	Refrigeradora	Televisor	Alumbrado Público	Centro de Salud	Molino					
	Total kW	Total kW	Total kW	Total kW	Total kW	Total kW	Total kW					
	29.40	19.60	9.80	14.86	1.26	11.67	10.36					
01:00	2.94		4.90		1.26			7.84	1.26	0.00	9.10	01:00
02:00	2.94		4.90		1.26			7.84	1.26	0.00	9.10	02:00
03:00	2.94		4.90		1.26			7.84	1.26	0.00	9.10	03:00
04:00	2.94	3.92	4.90		1.26		0.21	11.76	1.26	0.21	13.23	04:00
05:00	2.94	3.92	4.90		1.26		0.21	11.76	1.26	0.21	13.23	05:00
06:00		3.92	4.90			4.67	0.21	8.82	4.67	0.21	13.69	06:00
07:00			4.90			4.67	0.21	4.90	4.67	0.21	9.77	07:00
08:00			4.90			8.17	0.21	4.90	8.17	0.21	13.27	08:00
09:00			4.90			8.17	10.36	4.90	8.17	10.36	23.43	09:00
10:00			4.90			8.17	10.36	4.90	8.17	10.36	23.43	10:00
11:00			4.90			8.17	10.36	4.90	8.17	10.36	23.43	11:00
12:00			4.90			8.17	5.18	4.90	8.17	5.18	18.25	12:00
13:00		3.92	4.90			8.17	10.36	8.82	8.17	10.36	27.35	13:00
14:00		3.92	4.90			8.17	10.36	8.82	8.17	10.36	27.35	14:00
15:00		3.92	4.90			8.17		8.82	8.17	0.00	16.99	15:00
16:00			4.90			8.17		4.90	8.17	0.00	13.07	16:00
17:00			4.90	7.43		8.17		12.33	8.17	0.00	20.50	17:00
18:00	26.46	3.92	4.90	12.63	1.26	11.67		47.91	12.93	0.00	60.83	18:00
19:00	26.46	3.92	4.90	12.63	1.26			47.91	1.26	0.00	49.17	19:00
20:00	26.46	3.92	4.90	12.63	1.26			47.91	1.26	0.00	49.17	20:00
21:00	26.46		4.90		1.26			31.36	1.26	0.00	32.62	21:00
22:00	14.70		4.90		1.26			19.60	1.26	0.00	20.86	22:00
23:00	2.94		4.90		1.26			7.84	1.26	0.00	9.10	23:00
24:00	2.94		4.90		1.26			7.84	1.26	0.00	9.10	24:00
Total	141.12	35.28	117.60	45.31	15.12	102.67	58.02				60.83	Total

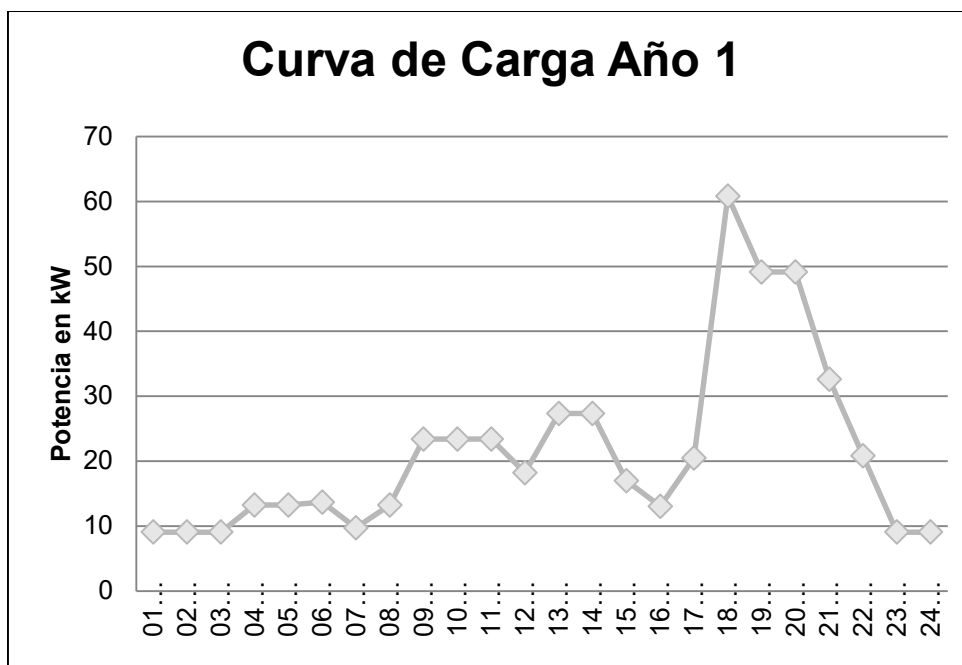


Ilustración 25: Curva de carga (Ministerio de Energía y Minas).

Se evaluó también el consumo promedio mensual obteniendo que el sector residencial tendría la mayor participación, luego los servicios comunitarios y por último el sector comercio y servicios. Los resultados a continuación:

Tabla 16: Consumo eléctrico por sector

SECTOR DE CONSUMO	kWH	%	kWh/mes
RESIDENCIAL	123,849.33	71%	1032.08
COMUNITARIO	30,158.80	17%	351.99
COMERCIO Y SERVICIOS E INDUSTRIA	21,175.84	12%	123.58
TOTAL	175,183.97	100%	54.80

VI. ESTUDIO TECNICO

El estudio técnico nos permitirá proponer y analizar las diferentes opciones tecnológicas para producir los bienes o servicios que se requieren. Este análisis identifica los equipos, la maquinaria, las materias primas y las instalaciones necesarias para el proyecto y, por tanto, los costos de inversión y de operación requeridos, así como el capital de trabajo que se necesita. (Rosales, 2005).

El estudio técnico es aquel que presenta la determinación del tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización óptima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal. (Baca, 2010).

6.1 Ubicación, acceso y cobertura del proyecto.

El sitio de la PCH Buenos Aires, se encuentra ubicado en el Municipio de El Tuma La Dalia, en el Departamento de Matagalpa; exactamente en la comarca que se conoce con el nombre de Comarca Aguas Amarillas, en la porción NO de la hoja topográfica de INETER No. 3055-2 denominada La Dalia.

El acceso al sitio del proyecto es relativamente bueno. Se inicia en el poblado La Dalia, 6.17 km aproximadamente sobre la carretera que conduce a Bul Bul. En el punto con coordenadas N1450856-E642405, se conduce por un camino, que es accesible en verano con vehículo, hasta la comunidad que se conoce como Aguas Amarillas. De este punto, la casa de máquina queda a 120 m hacia el Sureste, en este tramo no existe camino, por lo que se deberá de construir el mismo. La presa se encuentra a aproximadamente a un poco más de 1 km en dirección Suroeste.

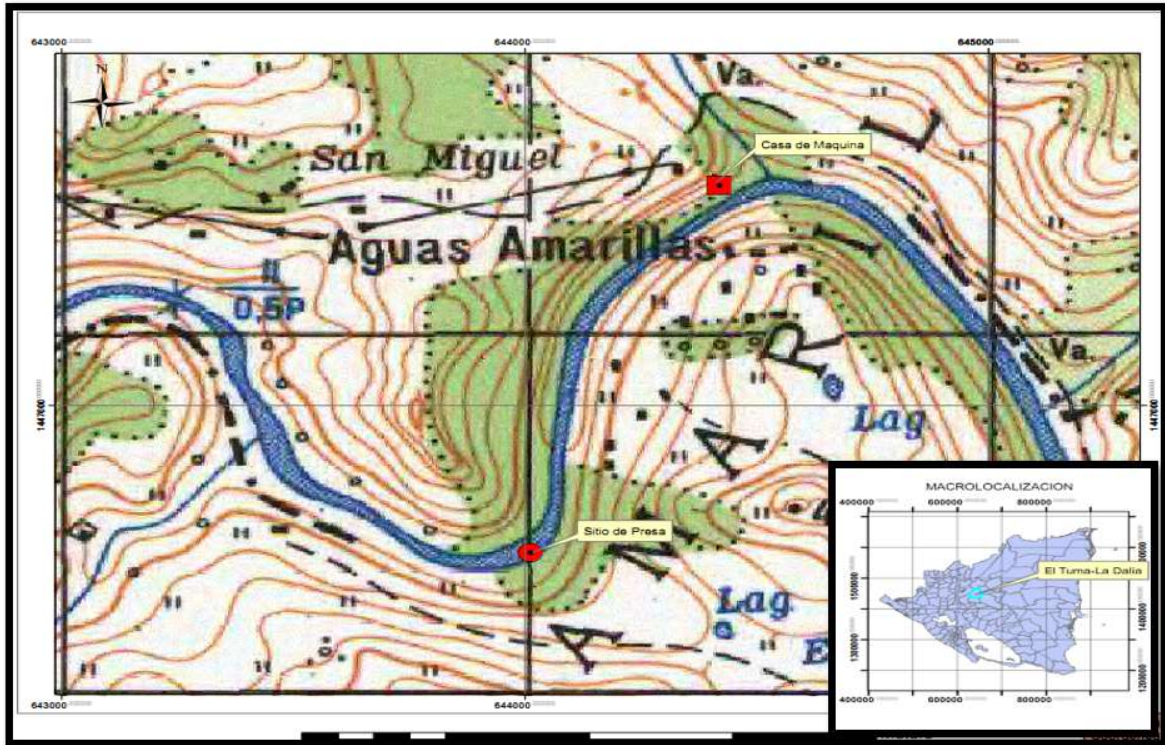


Ilustración 26: Macrolocalización de la PCH Buenos Aires.

La zona donde se encuentra la PCH Buenos Aires II, río Tuma presenta un relieve de abrupto a medio y está conformado por una serie de cerros con alturas sobre el nivel del mar que oscilan entre los 408 a los 680 msnm. A continuación, se presentan las mayores alturas cercanas al sitio:

- Buenos Aires 468 msnm al E del sitio de presa
- La Zopilota 685 msnm al NE de la casa de máquina
- El Cedro 467 msnm al NO del sitio de presa
- San Benito 680 msnm al SO del sitio de presa

Es interesante mencionar que existe una evidente diferenciación de los aspectos topográficos del sitio, hacia el NE y Sur del sitio, la topografía es más abrupta, que la parte NO y Oeste del sitio.

Un aspecto geomórfico de interés, es la cantidad de ríos y riachuelos que drenan sus aguas al Tuma, por ejemplo, se pueden mencionar: Río de Yale, Wasaka, El Balandrán, Aguas Amarillas, Maquila y La Zorra.

En el sitio de presa se observa un afloramiento de roca volcánica extrusiva del tipo andesita. Tanto en la margen derecha como izquierda se observa una ladera que está conformada por un suelo reciente que tiene un espesor aproximado de 1 m aproximadamente.

Se abordaron las principales variables geomorfológicas que tienen incidencia en el comportamiento del escurrimiento en la cuenca; como son área de drenaje, perímetro, altitud, coeficiente de compacidad o índice de gravelius, tiempo de concentración, factor de forma, pendiente media del río, etc.

La cuenca del río Tuma, de la PCH Buenos Aires, río Tuma es tributario al Río Grande de Matagalpa, tiene una extensión de 685 km², y es de forma semi-redonda (0.39), presenta una densidad de drenaje relativamente baja (0.56 km/km²), el índice de gravelius es de 1.53 lo que indica que habrá poca posibilidad de concentrar las magnitudes de las crecidas con aquellas que tengan un factor de gravelius 1.

El relieve de la cuenca presenta altitud máxima de 1,582 m.s.n.m, y mínima de 270 m.s.n.m (sitio de presa) lo cual permite que las crecidas de la cuenca sean relativamente rápidas con un tiempo de concentración estimado en 2.35 horas (fórmula Basso, 1971).

En la cuenca del río Tuma, basados en el perfil longitudinal, se ha encontrado que la pendiente media del río es moderadamente alta 3.5%, lo cual es bastante común en cuenca de montaña.

Las características hidrológicas de la cuenca en análisis se pueden resumir en la tabla número 17. El estudio hidrológico dio como resultado una curva de permanencia con un 80%, el que se utiliza como caudal de diseño y corresponde a 3.97 m³/s, al que se reducirá el caudal del 100% como caudal ecológico.

Tabla 17: Caudales del río obtenidos de los estudios hidrológicos y el caudal disponible para la operación de la pequeña central hidroeléctrica (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, CONSULTORIA 2012).

Mes	Q mm m ³ / s	Q eco m ³ / s	Q _d m ³ / s
-----	----------------------------	-----------------------------	--------------------------------------

Ene	11.53	1.12	10.41
Feb	6.89	1.12	5.77
Mar	5.24	1.12	4.12
Abr	3.28	1.12	2.16
May	4.59	1.12	3.47
Jun	23.14	1.12	22.02
Jul	33.65	1.12	32.53
Aug	45.80	1.12	44.68
Sep	41.02	1.12	39.90
Oct	48.78	1.12	47.66
Nov	22.26	1.12	21.14
Dic	14.88	1.12	13.76
QPA	21.76	1.12	20.64

Fueron elaboradas curvas regionales de crecidas como función de las áreas de drenaje para los períodos de retorno 10, 50 y 100 años. Los resultados con las curvas regionales para la cuenca del río Mico se muestran en la siguiente tabla para el periodo de retorno de 100 años.

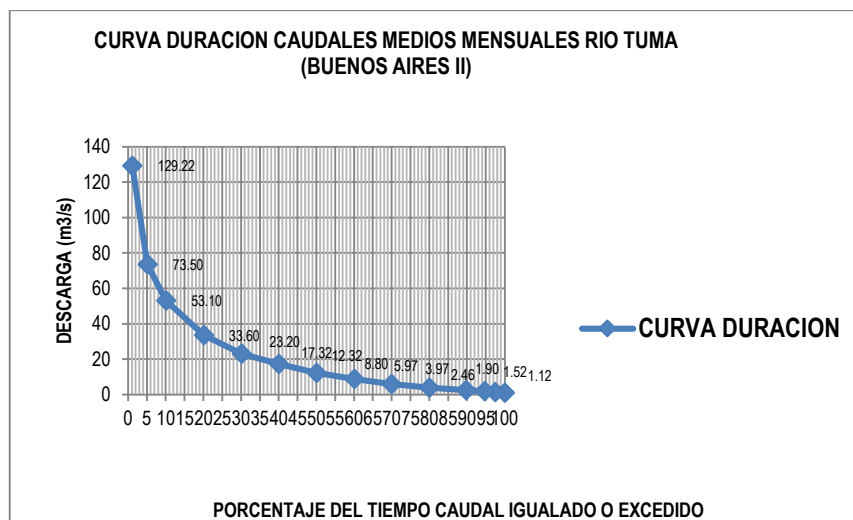


Ilustración 27: Curva de duración de caudales PCH Buenos Aires.

No existen datos de caudales en el área de estudio (cuenca río Tuma) por lo que se tiene que recurrir al método lluvia-escorrentamiento para estimar los caudales medios a niveles mensuales, para tal objetivo se tienen datos calibrados en la parte alta de la cuenca del Río Grande de Matagalpa, necesarios para las iteraciones iniciales de los parámetros físicos (capacidad de campo, infiltraciones del suelo, humedad máxima, etc.) en la cuenca en estudio, para la calibración y simulación de cuenca hidrográfica se aplicó el modelo hidrológico

agregado definido por Témez “Cálculo Hidrometeorológico de Aportaciones y Crecidas (CHAC)” desarrollados por el Centro de Estudios Hidrográficos del Cedex en España, que consiste en un proceso de balance de transporte de agua en las diferentes fases del ciclo hidrológico.

De la cuenca del río Tuma hasta el punto de cierre del sitio de presa (644012; 1446588 WGS84) se ha estimado un caudal medio anual de 21.75 m³/s.

En términos generales, el clima varía en dependencia de la altitud y su ubicación geográfica, que según la clasificación Köppen Modificado (INETER 2003) se caracteriza un clima Sabana Tropical (AW).

La precipitación media anual en el área de estudio es de 2,229 mm/año inducido por la zona intertropical de convergencia (ITC).

Las temperaturas varían a los niveles inferiores de los 18°C en la parte alta de la cuenca (1,745 m.s.n.m), y se estima una temperatura media anual de 22°C.

Los cambios de temperatura están directamente relacionados con la altura en donde el gradiente vertical muestra una merma de aproximadamente 1 °C por cada 100 m.

El área es afectada por sistemas meteorológicos generadores de lluvias, entre estos tenemos la influencia de la convergencia intertropical, las ondas del Este, y la predominancia de los vientos de alisios.

Muy pocas tormentas cruzan la cuenca del río de Matagalpa como huracán, sin embargo su probabilidad aumenta como tormentas y depresiones tropicales.

Para la generación de los caudales medios mensuales fue necesario realizar un balance hídrico superficial en la cuenca del río Tuma, PCH Buenos Aires, río Tuma los datos de entrada del modelo hidrológico (CHAC) fueron: la precipitación areal, evaporación potencial, y las características físicas de la cuenca.

La precipitación areal se estimó tomando en cuenta la distribución espacial de la lluvia por medio de las isoyetas y el centroide de la cuenca, seleccionando como base la estación meteorológica de Carretera (55004), determinando una precipitación media anual de 2,229 mm, según se muestra en la siguiente ilustración.

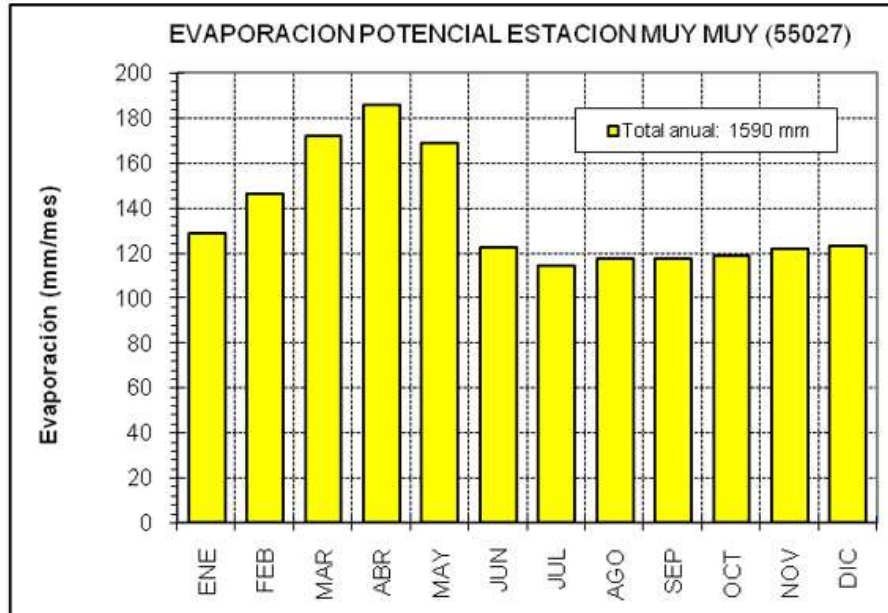


Ilustración 28: Distribución temporal de la evaporación potencial en la estación meteorológica de Muy Muy (55027).

El periodo de análisis de la simulación hidrológica fue desde 1970/71-2008/09 con un total de 39 años de registros. El caudal medio anual para la cuenca hidrográfica del río Tuma hasta un área de drenaje de 685 km² es de 21.75 m³/s, según se muestra en la ilustración siguiente.

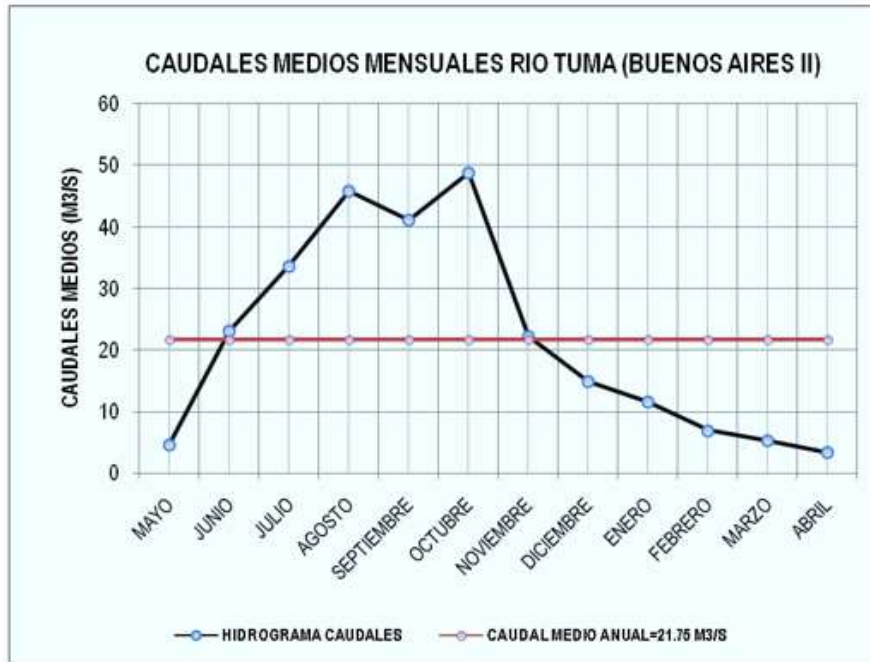


Ilustración 29: Comportamiento temporal de los caudales medios mensuales en el río Tuma.

6.2 Esquema del proyecto.

De acuerdo con los estudios realizados por el Ministerio de Energía y Minas (2014), el sitio se encuentra a 315 msnm. La distancia inclinada (entre la presa y la casa de máquina) es de 2042 m.

Los parámetros adoptados en el dimensionamiento preliminar de la central fueron obtenidos de los trabajos ejecutados en el campo y descritos anteriormente. La tabla siguiente presenta el resumen de esa información, incluyendo localización, caudales, caídas.

Tabla 18: Resumen de Datos Geográficos e Hidrométricos. (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, CONSULTORIA 2012).

PCH Buenos Aires, Río Tuma			
Ubicación de Presa: UTM WGS85 16P	N1446588	E644012	315 msnm
Ubicación de Casa de Máquina: UTM WGS85 16P	N1447456	E644913	288 msnm
Longitud (m)			2,042
Altura / Caída (m)			27.00
Caudal Medido (m ³ /s)			14.79
Caudal 100 % Ecológico (m ³ /s)			1.12
Caudal Incidencia 80 % (m ³ /s)			3.97
Potencia (kW)			850
Ancho del Río (m)			50.00
Caudal de Crecida 25 años (m ³ /s)			1,765.00



Ilustración 30: Vista Aérea del Sitio con el esquema de la PCH Buenos Aires II, río Tuma

Con una línea color rojo se define la posición de la Presa, con base en el cauce y una altura de 5.00 m sobre el nivel 310 msnm, es decir, que la cota de vertedero se estima en la 315 msnm. En Ocre la conducción por gravedad o baja presión, a determinarse en el futuro diseño, con una longitud de 1900.00 m aproximadamente. En rojo oscuro se muestra la tubería forzada de 142.00 m inclinados y al final de ésta la Casa de Máquina (Segunda Marca Azul).

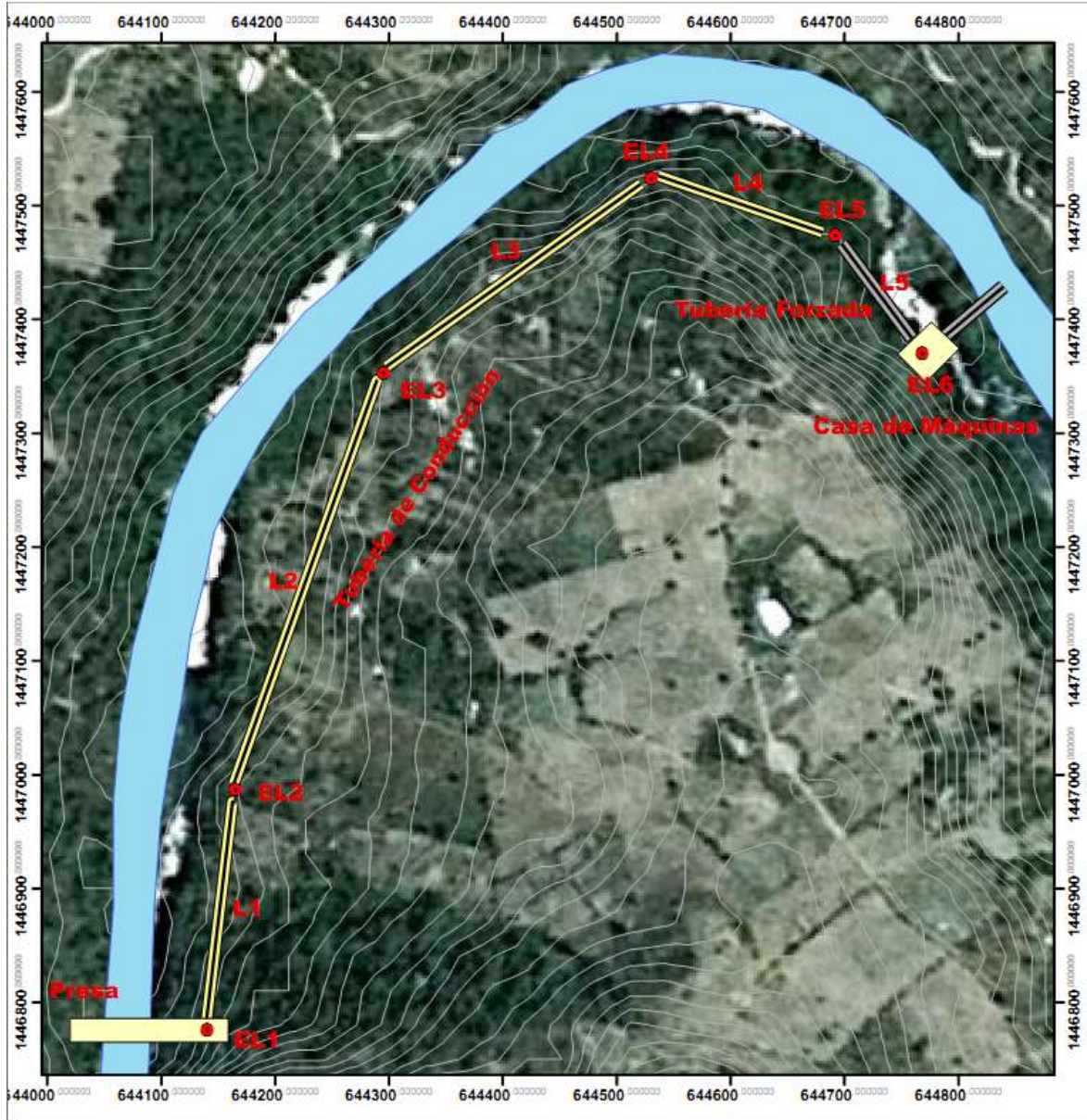


Ilustración 31: Vista parcial de Información Geográfica con la ubicación propuesta de la PCH Buenos Aires II, río Tuma.

6.3 Ingeniería del Proyecto

- *Obras Civiles*

Caminos de Acceso

De acuerdo con el diseño elaborado por (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014) los caminos de acceso deberán habilitarse para la construcción hacia los puntos de Presa y de Casa de Máquinas. En este caso por ser una PCH no se espera el movimiento de cargas pesadas por equipo, con excepción del que pudiera emplear el constructor de obras civiles.

Dadas las características topográficas del lugar, el desarrollo de la PCH se ubicó en la margen derecha del río.

Derivación y toma de agua

Según (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014) la longitud de la presa se define por la posición de la ingesta de agua, que debe estar ubicada en una curva de nivel específica que permita el suministro de agua de flujo del sistema sólo por gravedad a la casa de máquinas. Tal ruta debe estimarse en esta etapa de prefactibilidad, tan recta como sea posible (menos curvas posibles), la sección de baja presión debe ser casi horizontal de manera que cuando se haga el estudio de factibilidad y el diseño se requiera un mínimo movimiento de tierras y la construcción mínima del tubo de soporte. De igual manera, la sección de alta presión debe ser lo más corta posible.

En base a lo anterior, se ha estimado el tamaño de presa con una altura que permita elevar el nivel de la corriente del río a una altura adecuada para compensar parte de las pérdidas de conducción tanto en tubería de baja presión como forzada, al igual que posibles momentos de baja eficiencia de la turbina.

De acuerdo con el ancho del cauce del río medido, de 50.00 m, se estima que la Obra de Presa-Toma podría tener una longitud total de 50.00 m considerando taludes en las riberas del río no muy pronunciados. En este sitio, el caudal de crecida es del orden de 1,765 m³/s, que con una velocidad de 4.5 m/s tendríamos una altura de crecida en una sección aproximadamente rectangular de cerca de 7.93 m, situación que no permitiría la construcción adecuada de muros laterales de encauzamiento, por lo que deberá considerarse en el futuro diseño una presa que

eventualmente estará 100% sumergida y dependiendo de la velocidad de la crecida la altura a considerar en la sección.

Vertedero

El vertedero como ya se mencionó tendrá un ancho igual al cauce medido, es decir 50 m. su sección será de curva de flujo hidráulico, cumpliendo con todos los requisitos estructurales correspondientes. La cota del vertedero se fija en la 315 msnm a reserva de que el levantamiento topográfico a realizar en la siguiente etapa de desarrollo del presente estudio indique una cota diferente al realizar análisis de mayor precisión.

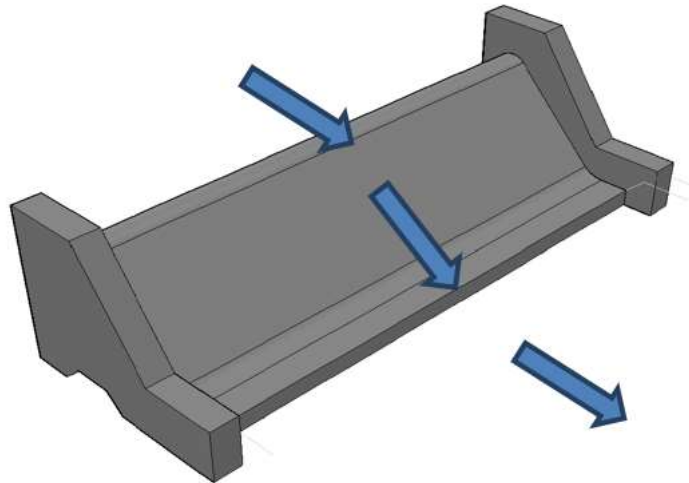


Ilustración 32: Esquema volumétrico de presa vertedero.

Toma

Se ubica en la margen derecha del río diseñada para el caudal de operación de $3.97 \text{ m}^3/\text{s}$. estará protegida en su entrada por un sistema de rejas metálicas que no permita el paso de sólidos mayores de 0.10 m de diámetro equivalente, con facilidades para su limpieza para el caso de retención de objetos flotantes u orgánicos.

En el sitio de la captación hay piedra bolón y arena de río aptas para la construcción de las obras de mampostería.

Desarenador

Según (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014) las pequeñas partículas en suspensión compuestas de materiales

abrasivos (como arena) que consiguen pasar por la rejilla pueden ocasionar un desgaste rápido de los álabes de la turbina.

Para controlar el ingreso de este material se dimensionará un desarenador con el objetivo que las partículas de arena o cualquier otro compuesto sólido decanten en el fondo del mismo desde donde serán removidas oportunamente a través de una compuerta o tubo ubicado en el fondo.

La construcción de este Desarenador deberá evaluarse adecuadamente de acuerdo a las condiciones de crecida y la respectiva relación con la cantidad de material de arrastre. Este desarenador se diseñará para la retención de partículas de diámetro mayor a 0.5 mm. La velocidad de flujo no debe ser mayor de 0.35 m/s lo cual determinará la sección correspondiente.

Geométricamente se preferirá el sistema de grada de retención con compuerta lateral de limpieza. El acceso al canal de conducción estará controlada por una compuerta de guillotina.

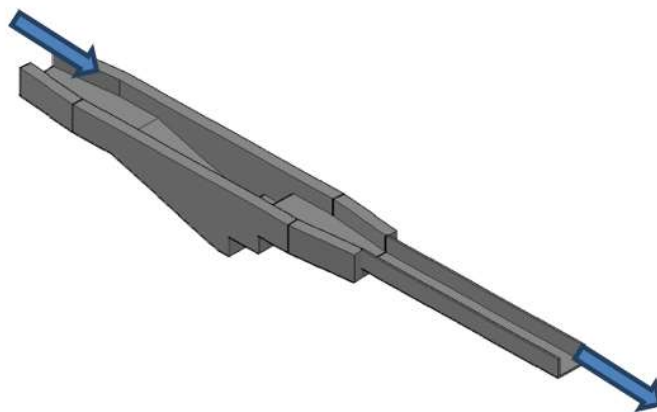


Ilustración 33: Esquema volumétrico de desarenador e inicio de canal

La construcción de la presa, vertedero y toma se considera la posibilidad de ejecutarla empleando en lo posible materiales locales, por lo que el volumen principal deberá ser de mampostería de piedra o concreto ciclópeo, con un revestimiento de concreto reforzado en la superficie para el menor costo de construcción.

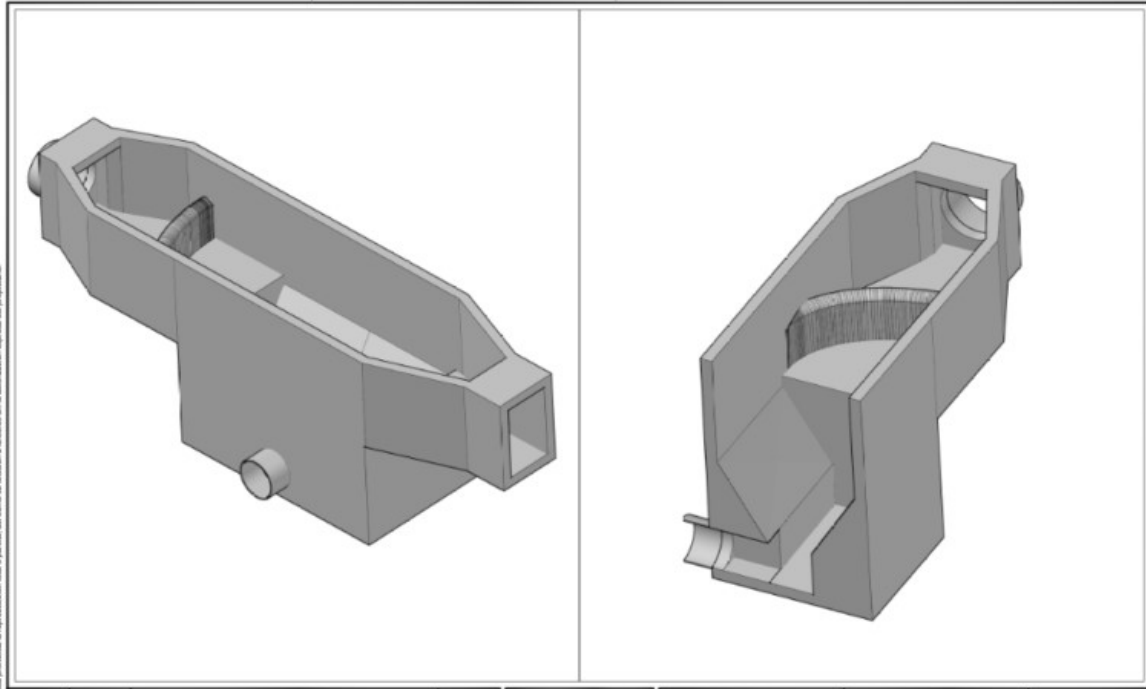


Ilustración 34: Esquema Isométrico de la Obra de Desarenador (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014)

Conducción baja presión

La conducción en tubería plástica o de acero, aunque el costo es más elevado y por lo general conlleva mayores pérdidas por fricción, se prefiere a pesar del costo en algunas ubicaciones por facilidad de construcción y protección del caudal a usos no propios de la generación que por las prácticas agropecuarias se pudieran dar. Tiene la facilidad de poderse construir con menor cuidado a la pendiente de construcción.

Según (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014) la tubería de baja presión (conducción) será de acero A36 con un rango de 1000 a 1150 mm de diámetro y 3.175 mm (1/8") de espesor iniciando en EL1 y terminando en EL7, (ver figura 11) con un declive de 0.001m/m. Se debe diseñar con una pérdida no mayor al 3% de acuerdo con los normativos para pequeñas hidroeléctricas y la buena experiencia obtenida en otros proyectos.

Tendrá una longitud inclinada de 142 m y será diseñada para un caudal de operación de 3.97 m³/s.

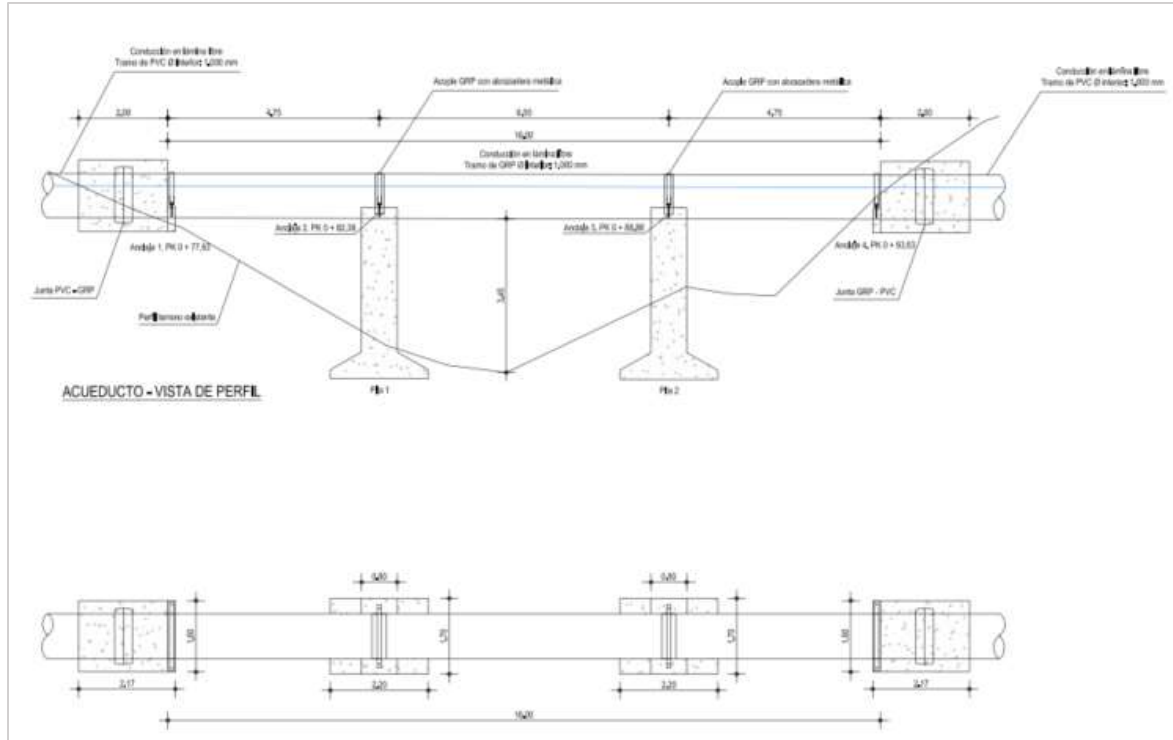


Ilustración 35: Esquema de Tubería de Presión y su fijación (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014)

Casa de Máquinas

Según (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014) el piso de la casa de máquinas fue escogido para estar en la cota de 288 msnm, es decir, 4.00 m sobre la cota medida en campo del cauce, altura que se considera adecuada para prevenir una crecida de frecuencia en 100 años sin perjuicios al equipo.

Las dimensiones de la casa de máquinas son de 20 m de largo, 11 m de ancho y 6 metros de altura, donde estas dimensiones pueden variar en función de las necesidades de cada proyecto.

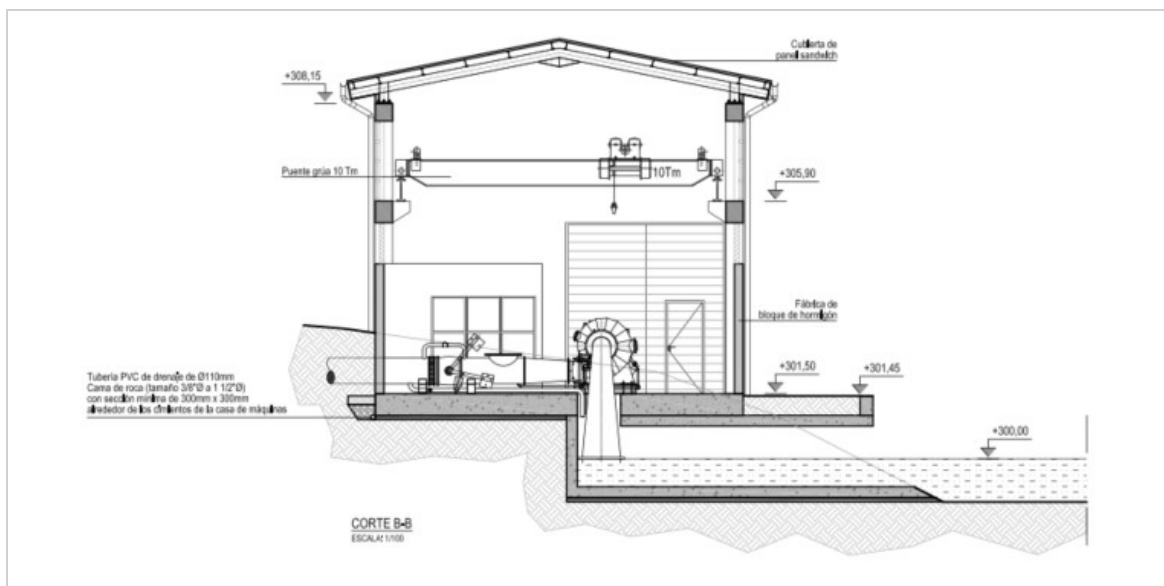


Ilustración 36: Esquema de Casa de Máquinas (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014)

- *Descripción del Equipamiento Mecánico.*

Turbina, Generador y Accesorios

De acuerdo a lo indicado por (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014) se instalará el grupo de turbinas Francis Rápida, con las características principales nombradas a continuación:

Tabla 19: Características técnicas de las turbinas y generador.

Turbina	Francis Rápida	
Caída Bruta	27.00	M
Caída Neta	24.18	M
Caudal máximo	3.97	
Caudal Nominal	3.97	m ³ / s
Velocidad de Rotación	600	Rpm
Velocidad Específica	328	
Nqa =		
Diámetro de Rotor:	410	mm
Relación de Velocidades:	1:2	
Generador	Brushless	
Síncrono	Trifásico	60 Hz
Velocidad de Rotación	600	Rpm
Tensión	220/440	volts
Eficiencia Mínima	0.90	%
Potencia Nominal	850	kW
Potencia Máxima	945	KVA

Tabla 20: Características técnicas de las turbinas y generador.

Q m ³ / s	Eficiencia
3.970	0.90
3.442	0.855
2.784	0.770
2.343	0.610
2.233	0.560
1.856	0.385

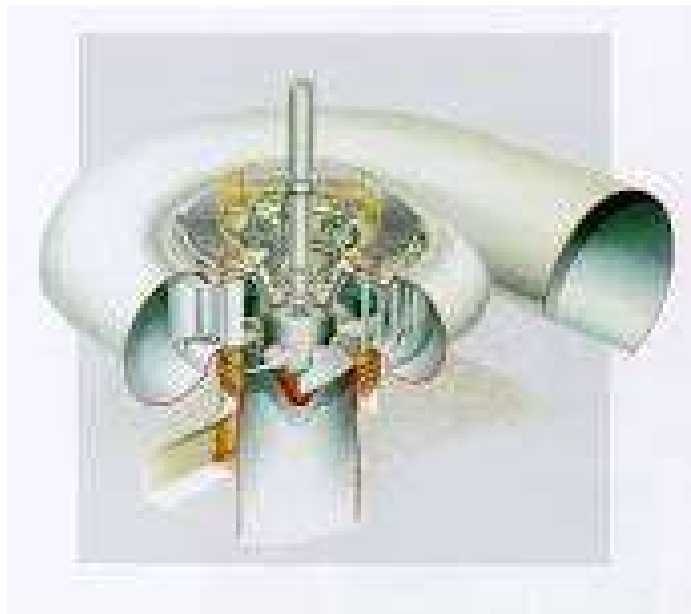


Ilustración 37: Esquema de Turbina Francis (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014)

Válvula principal. Órgano de guarda.

De acuerdo a lo indicado por (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014) A la entrada de cada turbina se instalarán sendas válvulas de mariposa de diámetro nominal 600 mm y presión nominal 75 m.c.a (7,5 bar). La apertura de la válvula se realiza mediante accionamiento oleo hidráulico a través de un cilindro de simple efecto, mientras que el cierre se realiza a través de la acción del contrapeso conectado a la misma.

- Cuerpo de la válvula: realizado en acero, provisto de bridas en sus extremos, con juntas de estanqueidad, tornillos para unión a tramo de tubería y bridas de desmontaje. El cuerpo va provisto de muñones para alojamiento de los casquillos y patas de apoyo.

- Cuerpo giratorio: en acero al carbono, moldeado, con ejes de acero inoxidable acoplados al mismo por chavetas de unión.
- Elastómero de cierre Perbunan, con anillos de sujeción de acero inoxidable.
- Casquillos auto lubricados: situados en los muñones del cuerpo sobre los que deslizan los ejes.
- Brazo con contrapeso: de hierro fundido, acoplado, por medio de chaveta, a uno de los ejes de la válvula, con un muñón de apoyo para la situación del cilindro de accionamiento.
- Indicador de posición: con dos finales de carrera para las posiciones abierta y cerrada de la válvula.
- Cilindro hidráulico de maniobra: de simple efecto, adosado al brazo del contrapeso, con válvula de control de caudal de aceite de salida solidaria con el cilindro. Esta válvula evita el que pueda producirse un cierre intempestivo con golpe de ariete excesivo debido a la rotura de las conducciones de aceite.
- By pass automático: para realizar la apertura con presión equilibrada, equipado de válvula presostática.
- Sistema de bridas de desmontaje: a fin de poder realizar desmontajes posteriores sin problemas, compuesto por una brida fija y dos contrabridas de acero soldado, con sus correspondientes juntas de estanqueidad.

Regulación y control.

Para el accionamiento del distribuidor de cada turbina y de su válvula principal se instalará una central oleo hidráulica y los correspondientes cilindros servomotores. La citada unidad estará dotada de bombas de engranajes de servicio y de emergencia, con arranque automático por mínima presión, bomba manual, electroválvulas de mando, válvulas de regulación de caudal, válvulas de seguridad de cierre rápido, con electroimán y contrapeso, niveles, presostatos, manómetro, filtro y cilindro acumulador de presión.

Las secuencias de arranque y parada se efectuarán automáticamente. Para control de cada turbina se dispone de un autómata de regulación que recibe información de los distintos sensores de posición y velocidad instalados en la turbina, así como de niveles de la cámara de carga y potencia.

Puente Grúa.

Para realizar el montaje y mantenimiento de los equipos a disponer dentro de la casa de máquinas se instalará un puente grúa monorraíl con capacidad de 10 Tm de elevación.

Dará servicio a toda la luz del edificio de la central. Dispondrá de una longitud del gancho suficiente como para acceder hasta la cota de implantación de las válvulas de guarda.

Dispondrá de un bastidor formado por dos testeros en forma de cajón, mecanizados después del ensamblaje para asegurar la perfecta alineación de las ruedas que tienen doble pestaña para su encarrilamiento.

Los testeros están unidos entre sí por la viga que sirve de apoyo al polipasto. Ningún elemento del polipasto podrá sobresalir verticalmente del espacio delimitado por las vigas. La flecha máxima a máxima carga será de como máximo 1:1.000 de la luz del puente.

Equipará un gancho tipo ancla, de acero forjado suspendido de una cruceta también de acero forjado girando sobre un rodamiento axial. Así mismo dispondrá de poleas de acero laminado con gargantas para el cable que giran sobre rodamientos. Las poleas están protegidas por tapas de acero desmontables.

Se evitará la transmisión de vibraciones a la estructura, instalándose una banda elástica entre el carril y la viga carrilera. Final de carrera que limita el movimiento del gancho en las posiciones extremas, aportando seguridad de funcionamiento.

La combinación de movimientos de estructura y carro permiten actuar sobre cualquier punto de la superficie delimitada por la longitud de los raíles por la que se desplazan los testeros y por la separación entre ellos. En los extremos de la estructura se montarán dos topes de caucho.

En un armario compacto se incluirá todo el aparellaje eléctrico. El mando del polipasto se hace a través de botonera conectada mediante cable blindado o radiocontrolada.

Para las labores de inspección y mantenimiento se instalará una escalera de gato con quitamiedos, y línea de vida longitudinal en la viga carril y sobre las vigas del puente grúa. El puente grúa dispondrá de doble velocidad de traslación y elevación con variador de frecuencia.

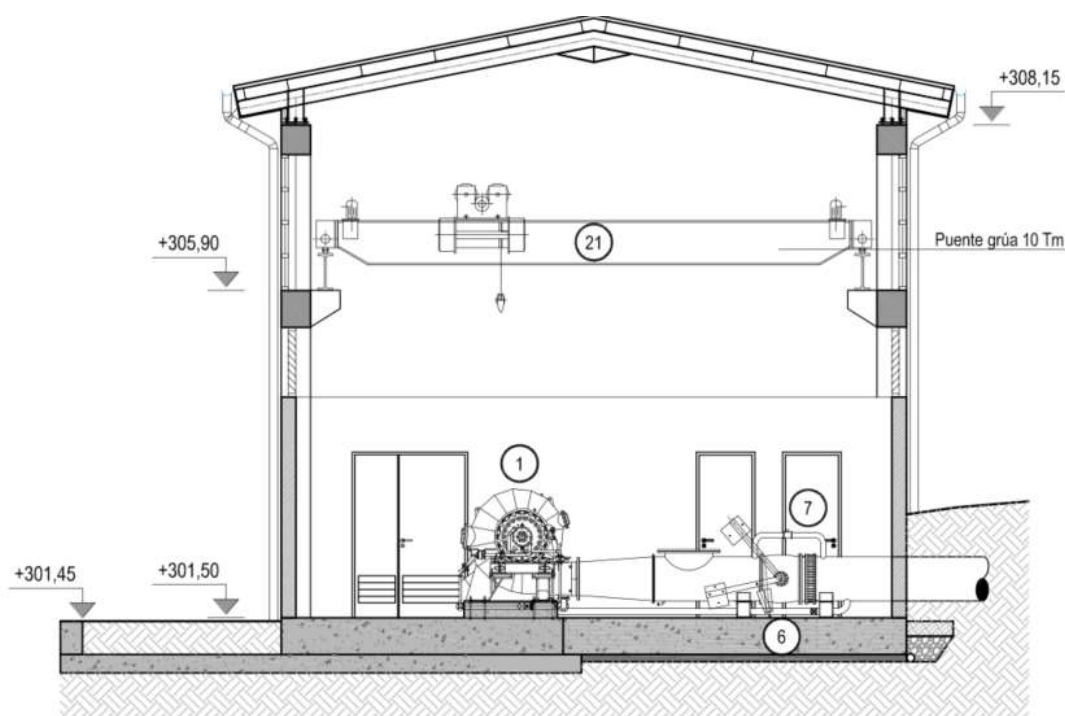


Ilustración 38: Esquema de Puente Grúa en Casa de Máquinas (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014)

- *Equipamiento y redes Eléctricas.*

Generador:

Las características del generador, (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014) lo resume de en base a las siguientes características:

Número de polos	8
Capacidad máxima	945 kVA / 850 kW
Velocidad	600rpm
Voltaje Nominal.....	220/440 V
Frecuencia	60 Hz

Número de fases	3
Protección	IP 23
Conexión del estator	Estrella
Régimen de servicio	S1
Clase de Aislación	F
Temperatura operacional máxima	80°C
Corriente nominal	455.8 A
Puesta a tierra del neutro.....	con transformador de distribución
Cociente de cortocircuito.....	a ser obtenida durante el proyecto ejecutivo
Tipo de cojinete	de Fricción reducida (Bushing)
Sistema de refrigeración	abierto
Peso total	2225 kgf (sin volante de inercia)
Excitación rotacional	sin escobillas

Transformador Primario:

El transformador, de acuerdo con (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014), es del tipo Transformador. trifásico de 700 kVA. ONAN/ONAF. 240/480V a 24.9 kV +/- 2 x 2.5%. delta-estrella con un transformador de corriente con escobillas en cada fase y neutro 200-5A. clase 10B200.

- Capacidad nominal 700 kVA (ONAN/ONAF)
- Frecuencia: 60 Hz
- Voltaje en el bobinado primario: 480 V
- Voltaje en el bobinado secundario: 24.9 kV
- Tipo de conexiones del bobinado: primario tipo delta y secundario como estrella a tierra;
- Conmutador de toma: conmutador sin carga para +/- 2 x 2.5% de tensión nominal
- Método de refrigeración: ONAM/ONAF
- Máximo voltaje nominal para boost atmosférica en el bobinado primario y secundario: a ser definido en el diseño ejecutivo.

- Impedancia de cortocircuito: a ser definido en el diseño ejecutivo

Transformador secundario:

- Potencia: 45 kVA
- Refrigeración: Inmerso en aceite aislante mineral
- Clase de Tensión (V): 480 V
- Tensión Primaria: 480/240/220/127 V
- Tensión Secundaria: 220/127 V

Grupo de Conexión

- Primaria: Triangulo (delta)
- Secundaria: Estrella con neutro accesible
- Desplazamiento Angular: 30°
- Frecuencia nominal: 60 Hz
- Corriente de excitación: 3.7%
- Impedancia a 75° C: 3.5%

Subestación Eléctrica.

Según (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014), el generador alimentará el bus de 240/480 V que está acoplado al sistema de transmisión de 24,9 kV a través de un transformador de 700 kVA 480 V / 24,9 kV.

El transformador deberá ser trifásico sumergido en aceite, para exteriores, equipado con un selector de voltaje y conmutador de tensión sin carga.

El seccionador de tensión de 480 V debe ser tipo estándar, cubículos interiores recubiertos con metal equipados con todos los sistemas de control y de selección necesarios.

El seccionador de tensión de 24,9 kV debe ser para exteriores, de diseño estándar como se utiliza actualmente por la concesionaria. Como el consumo de electricidad en el interior de la casa de máquina será en trifásico 110/220 V, será necesario dimensionar un transformador auxiliar de 240/480 V para 110/220 V con un banco de baterías para permitir la partida del generador y el uso de electricidad cuando la turbina estuviera parada, o sea, en los casos de mantenimiento.

Red de Distribución Eléctrica

En el esquema mostrado en la ilustración número 39 se identifica la ruta que seguiría la red de distribución eléctrica que suministrará energía a las comunidades beneficiadas.

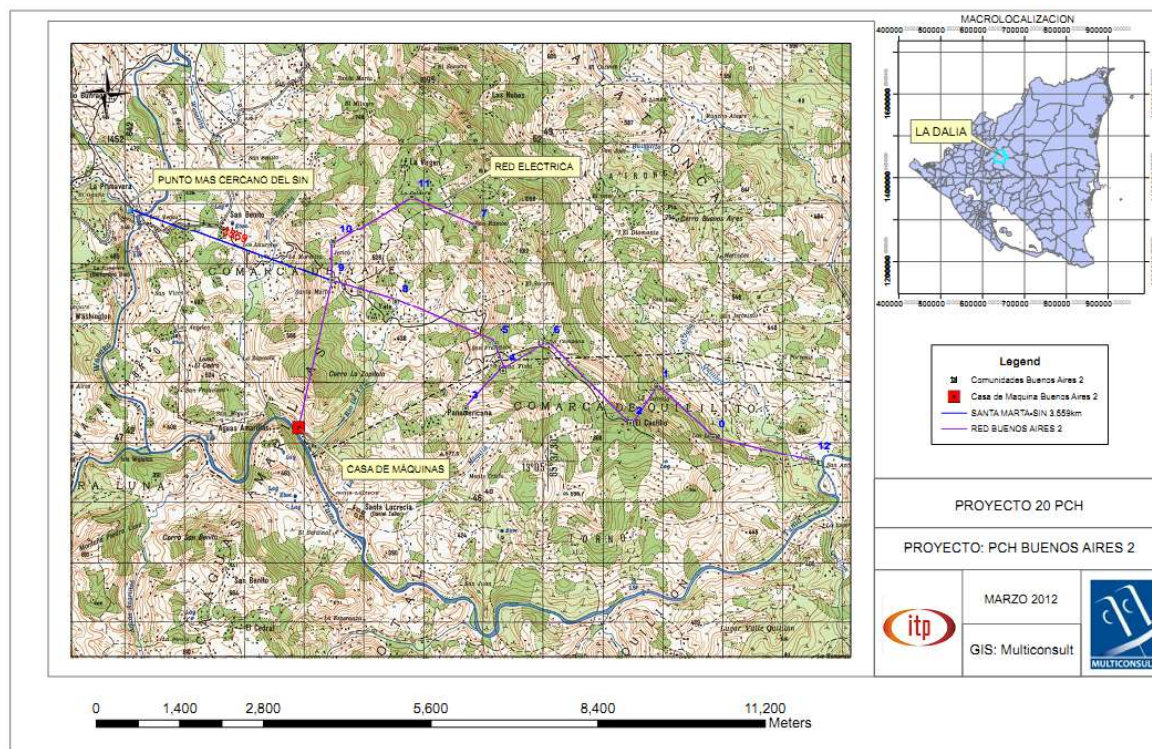


Ilustración 39: Línea de Distribución Eléctrica (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014)

La zona es muy montañosa, los caminos de acceso son la base de la trayectoria a seguir por la red de distribución hasta llegar a las diferentes comunidades a electrificar.

La red eléctrica tendría las siguientes longitudes:

- Red primaria 14.4/24.9 Kv, con una longitud aproximada de 14.088 Km.
- Red secundaria 120/240 v, con una longitud aproximada de 4.349 Km.

La interconexión con el SIN es de 3.559 km aproximadamente partiendo de la red primaria a construir para la electrificación de las comunidades.

6.4 Componentes del Proyecto

En base al dimensionamiento y descripción del proyecto, así como de sus requerimientos técnicos para satisfacer la demanda proyectada en el estudio de mercado para el proyecto en análisis realizado por (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014), el proyecto está constituido por los componentes listados a continuación:

- *Capítulo 1: Obra Civil*

La obra civil del proyecto, de acuerdo a lo diseñado por (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014) contempla la consecución de los siguientes hitos:

- Obra de desvío del río (incluye la excavación, la protección de la bodega y tubería PVC para desvío del río).
- Obra de toma de agua (Incluye la excavación en diferentes tipos de suelos, el concreto armado y todos sus requerimientos normativos, las compuertas y rejillas).
- Desarenador (Incluye la excavación en diferentes tipos de suelos, concreto armado y todos sus requerimientos normativos, las compuertas y rejillas).
- Conducción en lámina libre (Incluye la excavación en diferentes tipos de suelos, las bases de concreto armado y todos sus requerimientos normativos para las tuberías de conducción y las tuberías de conducción).
- Cámara de Carga (Incluye la excavación en diferentes tipos de suelos, concreto armado y todos sus requerimientos normativos para las obras hidráulicas, la chimenea de aireación y la compuerta de salida).

- Canal de descarga de la cámara de carga (Incluye la excavación en diferentes tipos de suelos, concreto armado y todos sus requerimientos normativos para las obras hidráulicas).
- Tubería de presión (Incluye la excavación en diferentes tipos de suelos, las bases de concreto armado y todos sus requerimientos normativos para las tuberías de conducción y el acero ASTM A36 para la tubería de presión).
- Casa de Máquinas (Incluye toda la infraestructura requerida para la Casa de máquinas indicada en los planos de diseño elaborados por (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014)
- Canal de restitución (Incluye la excavación en diferentes tipos de suelos, concreto armado y todos sus requerimientos normativos para las obras hidráulicas)
- Caminos, vías y obras complementarias (Incluye la excavación de la plataforma, el relleno compactado con material excedente de excavaciones y la base de zahorra artificial de material seleccionado compactado).

En anexo a este documento se presenta el alcance, costo y descomposición de cada hito de obra para la consecución de estos objetivos.

- *Capítulo 2: Equipamiento Electromecánico*

El equipamiento electromecánico, incluye:

- Turbinas Francis Rapida.
- Válvula principal de mariposa.
- Unidad de accionamiento oleo hidráulico
- Puente grúa mono riel, capacidad máxima de 10 Ton y Luz de 8m.
- Generador síncrono trifásico 300 kVA, 1800 rpm, 480V, fdo,=0,8, 60 Hz.

En anexo a este documento se presenta el alcance, costo y descomposición de cada hito de obra para la consecución de estos objetivos.

- *Capítulo 3: Equipamiento e Instalaciones Eléctricas*

El equipamiento y las instalaciones eléctricas incluyen:

- Red eléctrica primaria y secundaria de alimentación y distribución para las comunidades aledañas a la zona (Línea, Postes, Transformadores de potencia, Generadores, etc.)

- *Capítulo 4: Prueba y Puesta en Marcha de la Infraestructura*

Según lo indicado por (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014), es importante contar con un protocolo de prueba y puesta en marcha de toda la infraestructura instalada, de acuerdo a lo estipulado por cada uno de los fabricantes de los diferentes equipos y elementos que cuenta la pequeña central hidroeléctrica.

- *Capítulo 5: Programa de Gestión Ambiental y Social.*

En base a lo definido por (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014), este capítulo incluye la ejecución de las actividades de mitigación de impactos ambientales y de gestión social que se debe de regir como un marco y un eje fundamental para el desarrollo de la obra.

6.5 Estudio Económico y Financiero del Proyecto

De acuerdo con lo descrito por (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014) el estudio económico y financiero del proyecto fue realizado utilizando un modelo desarrollado por el consorcio consultor que se presenta en el anexo de este documento. Los supuestos bases considerados son los siguientes:

- Generación anual 6,609 MWh/año.
- Ventas: comunidades a beneficiar y excedentes al SIN.
- Clientes iniciales: 245
- Consumo promedio kWh/mes: 54.80
- Costos de Operación y Mantenimiento: 1.5% del valor de la inversión inicial.

- Capacidad de la central: 850 kW
- Inversión Inicial: US\$3,615,550
- Fuente de Financiamiento: Subsidio: 29%, Fondos Propios: 30%, Préstamo: 41%
- Tasa de Interés: 7%.
- Tasa de Descuento: 12%.

En base a estos supuestos, los resultados obtenidos se muestran en la tabla número 21: Resultados de la Evaluación Económica Financiera.

Tabla 21: Resultados de la Evaluación Económica Financiera

DATOS	CON SUBSIDIO		SIN SUBSIDIO	
	Proyecto	Inversionista	Proyecto	Inversionista
VPN (miles US\$)	940	403	155	-381
TIR %	25.38	22.78	13.38	7.34
Beneficio/Costo	1.00			
Precio Venta al SIN	120 US\$/MWH			
Precio Venta a comunidades	100 US\$/MWH			

El precio de venta es adecuado ya que es menor que el precio promedio de generación en Nicaragua y menor que otros proyectos de generación renovable de mayor tamaño que están en proceso de construcción. La Tasa Interna de Retorno (TIR) tanto para el proyecto como para el inversionista es atractiva si se cuenta con el porcentaje de subsidio antes indicado.

6.6 Estudio Medioambiental

La construcción de la Pequeña Central Hidroeléctrica Buenos Aires, en todas sus etapas, al igual que cualquier obra ingeniera de este tipo, genera impactos ambientales puntuales.

A continuación, se presenta un análisis general de los posibles impactos ambientales que la construcción y desarrollo del PCH Buenos Aires, podrá generar en el medio natural actual.

- Traslado de materiales y equipos
 - Afectación a la flora y fauna local en los accesos por contaminación de ruido y material particulado.

- Afectación a la población local que está asentada en las inmediaciones del sitio de construcción del proyecto por aumento de niveles de ruido y material particulado.
- Aumento del riesgo a los accidentes de tránsito
- Preparación del sitio para construir la presa, línea de conducción y casa de máquinas, acceso hasta la casa de máquinas y el sitio de presa y construcción de campamentos.
 - Afectación a la flora y fauna local en los sitios de interés.
 - Aumento del escurrimiento.
 - Afectación al suelo.
 - Contaminación por sólidos del río.
 - Aumento del riesgo a la accidentalidad.
- Generación de desechos sólidos no peligrosos.
 - Afectación a los habitantes
 - Contaminación del río
 - Disminución de la calidad ecológica del sitio.
- Construcción del sitio de presa
 - Contaminación del río por desechos sólidos
 - Alteración de la calidad del agua en el sitio de presa.
 - Contaminación acústica
 - Aumento de la accidentalidad
 - Afectación a la ictiofauna
- Construcción de la casa de maquinas
 - Contaminación del río por desechos sólidos.
 - Remoción de suelos
 - Contaminación acústica
 - Aumento de la accidentalidad.
 - Afectación a la ictiofauna por aumento de los sedimentos en el río.
- Construcción de la línea de conducción y de transmisión.
 - Afectación a la flora y fauna en la línea de conducción.
 - Alteración de los patrones de drenaje
 - Aumento de los niveles de ruido.
 - Generación de desechos sólidos no peligrosos.

- Alteración del paisaje natural actual al introducir elementos ajenos al medio natural local.
- Operación de la Presa.
 - Reducción del caudal desde la zona de presa hasta la sala de máquinas (Caudal ecológico).
 - Cambios en las condiciones ambientales normales para las especies ícticas del río con la consecuente desaparición de especies en dicho tramo
 - Efecto barrero de la construcción de la presa aguas abajo (peces no podrán moverse por ese tramo de río).
 - Cambios en el régimen térmico y de sedimentación en el tramo del río mencionado
 - Generación de desechos sólidos y líquidos que puedan afectar la calidad del agua del río y de todo el entorno al proyecto.
- Operación de la sala de máquinas.
 - Contaminación por ruido.
 - Afectación del caudal del río por efectos de la descarga de las aguas turbinadas (esto incluye a la ictiofauna del río)
 - Generación de desechos sólidos y líquidos que puedan afectar la calidad del agua del río.
 - Afectación al paisaje natural del sitio
- Etapa de Cierre del Proyecto
 - Afectación a la flora y fauna local establecida durante la vida útil del proyecto.
 - Afectación a la población vecina que se haya asentado durante la vida útil del proyecto.
 - Contaminación del suelo por desechos sólidos.
 - Contaminación al recurso agua por sedimentos.
 - Afectación al paisaje de los tres sitios de perforación.
- Otras consideraciones

La construcción de la PCH Buenos Aires, con su diseño adecuado ocasionará un impacto visual poco significativo, debido a que la zona está intervenida.

La construcción de la PCH Buenos Aires, no afectará otras actividades recreativas de la población como uso del río para esparcimiento tanto aguas abajo como aguas arriba.

Inevitablemente la construcción la PCH Buenos Aires, cambiará el caudal entre la presa y la sala de máquina.

- Factores de riesgo
 - Inestabilidad de laderas:

No se observaron fenómenos significativos de inestabilidad de ladera. Sin embargo, las laderas de los cerros las comunidades aledañas, presenta algunos sitios con caminos de vaca. En algunos puntos se observaron arboles inclinados lo cual permite definir que la ladera no es estable del todo. La Amenaza es media.

En el lecho del río, a como ya se ha mencionado anteriormente, se observaron muchos fragmentos de rocas de gran tamaño, lo cual es indicativo que la ladera presenta una amenaza media por caídas de bloques.

- Sismicidad

La zona donde está inserto el proyecto, pertenece a una zona de amenaza baja por sismicidad. Las aceleraciones esperadas son del orden de 2.09 m/seg².

En consecuencia, a este dato, (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014) tomó en cuenta este valor de la aceleración para el diseño y construcción tanto del sitio de presa como de la casa de máquinas.

- Incendios forestales

Según lo estipulado por (UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER), 2014) la Amenaza por incendios forestales, primordialmente en época de verano, es muy alta en la zona alrededor del sitio donde se emplazará el proyecto y que es característico para toda la zona de El Tuma. La causa fundamental es que existe una cultura muy arraigada de quema para preparar la tierra antes del invierno, quema para reducir maleza y quemas furtivas sin medidas de control para la caza de animales y extracción de miel de abejas.

Debido a que la vegetación de las áreas circundantes al bosque ripario que existe en el sitio de presa, es pasto más arbustos con árboles aislados, existe el suficiente elemento de combustión para que se generen incendios de gran magnitud a como se ha observado en zonas aledañas.

- Sequias Meteorológicas y huracanes

De acuerdo con INETER (2001), todo el municipio del El Tuma La Dalia, se ha clasificado como de amenaza baja ante la incidencia de huracanes, asignándosele un valor ponderado de 4, de un máximo de 10. El máximo valor corresponde a una amenaza muy alta de ocurrencia de este tipo de fenómenos.

Debido a la posición geográfica del municipio El Tuma La Dalia, relativamente cerca de la zona Atlántica, las trayectorias de este tipo de fenómenos o su radio de influencia, puede afectar la zona, generando valores significativos de precipitaciones.

En torno a la sequía meteorológica, el municipio donde se encuentra inserto el proyecto, se ha clasificado como de amenaza baja con un valor ponderado de 4, siendo el valor más alto 10 y que corresponde con una Amenaza severa ante la ocurrencia de sequía meteorología.

La amenaza se define por un estimado del índice de déficit de precipitación (IDP), el cual valora el déficit de precipitación en base a los datos históricos de precipitación existentes. De tal manera que cuando del IDP es menor del 20% se considera que la amenaza es muy baja por el contrario a medida que es mayor de este valor mínimo, la amenaza aumenta.

VII. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES HALLAZGOS

7.1 Diagnóstico de la situación actual.

7.1.1 Entrevista dirigida

Para obtener información de cómo se desarrollan los proyectos y las diferentes perspectivas de los problemas que se presentan en la gestión de los mismos, se llevó a cabo una entrevista dirigida a través de la herramienta Teams, debido a los acontecimientos generales de la Pandemia COVID-19, a los principales involucrados, que en este caso serían el jefe de Proyectos del Departamento de Generación Hidroeléctrica, el responsable de Avalúos y Planificación y dos supervisores de proyectos.

Para elaborar la entrevista se aplicaron las siguientes fases:

- Plan y preparación de la entrevista dirigida
- Aplicación de la entrevista.
- Reporte de los resultados.

En total se plantearon 7 preguntas claves a los principales involucrados del objeto de estudio. Uno de los criterios principales escogidos dentro del proceso de selección de los entrevistados, fue el de contar con personas con experiencia en el manejo de proyectos dentro de la institución.

En la tabla número 22 se muestra la lista de las personas entrevistadas y su cargo dentro de la organización del Ministerio de Energía y Minas (MEM).

Tabla 22: Lista de personas entrevistada.

Código del entrevistado	Puesto que desempeña	Años de laborar en la Organización	Estudios formales en Gerencia de Proyectos
E1	Jefe de Proyectos Generación Hidroeléctrica	12	NO
E2	Responsable de Avalúos y Planificación	11	NO
E3	Supervisor de Proyecto	11	NO
E4	Supervisor de Proyecto	09	SI

Las preguntas realizadas fueron formuladas para obtener información general sobre los procesos involucrados en el desarrollo de los proyectos de Generación hidroeléctrica del MEM. Todas las preguntas formuladas fueron aplicadas de igual forma a todos los funcionarios con el fin de no tener variaciones en las respuestas.

Las preguntas planteadas fueron las siguientes:

- P.1 - ¿La información que recibe para desarrollar su trabajo es suficiente?
- P.2 - ¿Qué métricas de Gestión de Proyectos utiliza su organización para medir el rendimiento de los proyectos que ejecuta?
- P.3 - ¿Su organización usa un Sistema de Información de Gestión de Proyectos y de Gestión del Conocimiento para los esfuerzos de la Gestión de Proyectos?
- P.4 - ¿Su organización cuenta con una trayectoria profesional en el lugar para apoyar los roles (funciones) necesarias que soporten el entorno de la Gestión de Proyectos?
- P.5 - ¿Su organización cuenta con un proceso para evaluar la competencia y las evaluaciones formales de desempeño?
- P.6 - De acuerdo con el estudio de seguimiento y control realizado por el PNUD en el año 2010, los proyectos de Generación Hidroeléctrica se han ejecutado con bajos rendimientos en relación a su programación inicial. ¿Cuáles cree que son las causas que han provocado estas desviaciones en la ejecución de estos proyectos?
- P.7 - ¿Cuáles son los puntos de mejoras que ha observado en su departamento o gerencia para impactar positivamente en la ejecución de los proyectos?

La tabla número 23 muestra los resultados obtenidos en las entrevistas realizadas a los principales involucrados en la dirección y gestión de proyectos de generación hidroeléctrica.

Tabla 23: Resultados obtenidos de las entrevistas realizadas

Pregunta	E1	E2	E3	E4
P.1	Si	Si	Si	Si
P.2	Seguimiento al programa de trabajo presentado por el Contratista	Seguimiento al programa de trabajo presentado por el Contratista	Seguimiento al programa de trabajo presentado por el Contratista	Seguimiento al programa de trabajo presentado por el Contratista
P.3	No	No	No	No
P.4	No	No	No	No
P.5	Si	Si	Si	Si
P.6	No lo identifica, el seguimiento al contrato lo realiza la oficina de Seguimiento de Contratos. La función de la Oficina de Dirección de Proyectos de Generación Hidroeléctrica es actuar como contraparte técnica en la realización de los estudios y construcción de obras en los proyectos Hidroeléctricos que el Estado tenga interés en la participación accionaria, o bien en la propiedad de la central hidroeléctrica, Después de un tiempo convenido.	No lo identifica.	No lo identifica.	No lo identifica.
P.7	Incorporación de mayores responsabilidades a la oficina de	Incorporación de mayores responsabilidades a la oficina de	Incorporación de mayores responsabilidades a la oficina de dirección de	Incorporación de mayores responsabilidades a la oficina de dirección de

Pregunta	E1	E2	E3	E4
	dirección de proyectos de generación hidroeléctrica.	dirección de proyectos de generación hidroeléctrica.	proyectos de generación hidroeléctrica.	proyectos de generación hidroeléctrica.

Es importante mencionar que la oficina de proyectos de Generación Hidroeléctrica del Ministerio de Energía y Minas (MEM) tiene en mente la adquisición de un Sistema de Gestión aplicable a: Construcción de edificaciones y obras, consultoría en interventoría de construcción de proyectos arquitectónicos y de ingeniería civil. Herramienta que serviría para gestionar los indicadores y de allí se debería obtener información para el control, toma de decisión y proximidad entre los procesos.

Dado que no se cuenta con esta herramienta, y en base a las respuestas obtenidas de los principales involucrados, no hay un mecanismo que permita desarrollar métricas de trabajo más eficientes que el seguimiento a fechas indicadas por el contratista adjudicado de cada proyecto. Por lo anterior, está generando un impacto negativo en la gestión de proyectos de MEM y en su sistema de calidad, no están midiendo y por ende no están controlando.

Otra pregunta clave para identificar el nivel cultura para la gestión y dirección de proyectos es: ¿Su organización usa un Sistema de Información de Gestión de Proyectos y de Gestión del Conocimiento para los esfuerzos de la Gestión de Proyectos? En donde todos los encuestados respondieron: No. La oficina de Generación Hidroeléctrica no tiene establecido la identificación, creación, presentación y distribución del conocimiento adquirido, por ende, no es están aprovechando las lecciones aprendidas y el capital intelectual de la organización está en peligro ya que no se está documentando ni aprovechando.

Para la pregunta: ¿Su organización cuenta con una trayectoria profesional en el lugar para apoyar los roles (funciones) necesarias que soporten el entorno de la Gestión de Proyectos?, los encuestados indicaron que no contaban con un soporte mayor al desarrollado por la oficina en la cual se encontraban.

En relación a la pregunta realizada a las evaluaciones: ¿Su organización cuenta con un proceso para evaluar la competencia y las evaluaciones formales de desempeño?, los encuestados indicaron que se les realiza una evaluación anual para

ajuste salarial, que no trasciende más allá de cumplir con sus roles de acuerdo a lo estipulado en el manual de funciones de la organización.

La pregunta de mayor incidencia fue la número 6, dado que se mencionó un informe presentado por el PNUD en el año 2010 en relación a los proyectos de Generación Hidroeléctrica. Al responderla el director de la oficina, dejó claro que es competencia de la oficina de seguimiento de contratación validar las proyecciones y la efectividad de los contratos en desarrollo, mientras que la oficina de Generación Hidroeléctrica se encarga de ser la contraparte técnica en la realización de los estudios y construcción de obras en los proyectos Hidroeléctricos que el Estado tenga interés en la participación accionaria, o bien en la propiedad de la central hidroeléctrica.

En seguimiento al planteamiento anterior, se solicitó a los encuestados que indicaran cuales serían los puntos de mejoras posibles en su departamento o gerencia para impactar positivamente en la ejecución de los proyectos a la cual ellos respondieron que necesitaban de mayores responsabilidades para poder tomar mayor protagonismo dentro de las decisiones tomadas para el buen andar de los proyectos en los cuales ellos están involucrados.

7.1.2 Análisis de la revisión documental.

De acuerdo a la matriz de operacionalización de objetivos, la revisión documental requerida para realizar un diagnóstico de los modelos de gerencia de proyectos de generación hidroeléctrica en el Ministerio de Energía y Minas (MEM), contempla identificar:

- Misión y Visión de la Institución:
 - o Misión: Elaborar, instituir, conducir y promover la política energética y minera del país, fomentar su desarrollo con criterios de sustentabilidad y sostenibilidad, así como vigilar y verificar su cumplimiento, en armonía con la legislación vigente, la seguridad jurídica de todos los actores económicos y el establecimiento de estrategias que permitan el aprovechamiento integral de los recursos energéticos y mineros, en beneficio de todos los nicaragüenses.

- Visión: De acuerdo al compromiso cristiano, socialista y solidario, el Ministerio consolidará el liderazgo en los sectores de energía (electricidad e hidrocarburos) y minas, incluyendo la electrificación rural y el acceso a fuentes de energía seguras y confiables, mediante acciones estratégicas, trabajando en alianza y con vocación de servicio, con inversionistas, alcaldías, población protagonista, mujeres, juventud y líderes comunitarios, promoviendo la innovación, el uso y aplicación de nuevas tecnologías para el desarrollo sostenible y sustentable del país y la mejora en el nivel de vida de las familias nicaragüenses, incluyéndose el uso racional y eficiente de la energía.
- Estructura Organizativa del Ministerio de Energía y Minas:

La estructura organizativa del Ministerio de Energía y Minas, se conforma de acuerdo con las disposiciones comunes y metodologías establecidas en la Ley N° 290: “Ley de Organización, Competencia y Procedimientos del Poder Ejecutivo” y su Reglamento.

Está diseñada en base a las normas definidas por la Dirección General de la Función Pública del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, como instancia encargada de la aplicación de dicha Ley, y la integran los siguientes niveles organizativos:

- Dirección superior: es el máximo nivel de decisión del Ministerio y está integrada por Ministro, Viceministro y Secretario General.
- Órganos de Asesoría y Apoyo de la Dirección Superior: conformados por las áreas staff, cuya función principal es brindar asesoría y apoyo a la gestión institucional.
- Órganos Sustantivos: integrados por direcciones generales y específicas, son unidades productivas directas que representan y ejecutan las funciones principales y constituyen la razón de ser de la institución, en correspondencia a la misión y objetivos definidos en su ley creadora.
- Órganos de Apoyo a la gestión institucional: conformados por divisiones generales y específicas, son unidades productivas indirectas a las que les corresponde brindar acciones de apoyo indirecto y de asesoría a la gestión institucional para la consecución de sus objetivos. Sus acciones no trascienden a otras instituciones y concentran las actividades de coordinación y ejecución de los sistemas horizontales de gestión.

- Caracterización de la estructura de Trabajo del Área en Análisis:

El área en Análisis es la Dirección de Hidroelectricidad, la cual de acuerdo al Manual de operaciones del MEM es un órgano sustantivo de carácter técnico que responde a la razón de ser del Ministerio, depende jerárquicamente de la dirección general de Electricidad y Recursos Renovables, ejerce su autoridad lineal directa sobre el Departamento de Hidrotecnia y el Departamento de Geotecnia, brinda asesoría en el ámbito de su competencia a las demás dependencias del Ministerio.

Su responsabilidad es planificar, coordinar y controlar la formulación e implementación de políticas, normativas y estrategias de fomento, promoción y desarrollo de las actividades de Hidroelectricidad; realizar investigaciones en áreas potenciales de recursos hidroeléctricos y actuar como contraparte técnica en la realización de estudios de prefactibilidad y en la construcción de obras de proyectos hidroeléctricos; asesorar a la dirección general y demás áreas de la institución en el ámbito de su competencia; elaborar informes relativos a su quehacer y asegurar el desarrollo de las actividades del área, de conformidad al marco legal vigente y procedimientos establecidos.

En vista a lo indicado por los entrevistados en el subcapítulo anterior, se investigaron las líneas de autoridad y responsabilidad de la oficina de planificación y seguimiento de Contratos con el fin de identificar los alcances de esta sobre la ejecución de los proyectos en cuestión.

De acuerdo con el manual de operación de funciones del MEM, La oficina de Planificación y Seguimiento de Contratos pertenece a las Áreas de Asesoría y Apoyo de la Dirección Superior. Como asesoría y apoyo, depende jerárquica y administrativamente de la Dirección Superior; ejercen su autoridad sobre los equipos de trabajo especializados que los integran y brindan asesoría en el ámbito de su competencia a las demás dependencias del Ministerio.

La responsabilidad de la oficina de Planificación y Seguimiento de Contratos es asesorar conforme a su especificidad, en todos los ámbitos y competencias del Ministerio; elaborar estudios e informes relativos a su quehacer; así como, partici-

par en comités intra e interinstitucionales y asegurar el desarrollo de todas las actividades del área bajo su responsabilidad, de conformidad al marco legal vigente y procedimientos establecidos.

La principal función que debe ejercer la oficina de Planificación y Seguimiento de Contratos es: Ejercer controles sobre los contratos y garantizar su cumplimiento de acuerdo con los programas, fechas y plazos establecidos en el mismo.

En base a lo anterior, es importante mencionar que el alcance y la autoridad de esta oficina sobre la ejecución de los proyectos de Generación Hidroeléctrica es igual o incluso mayor que la oficina de Generación Hidroeléctrica. Aunque en la práctica, esta oficina se limita a la supervisión complementaria de extensión de garantías para la ejecución del proyecto. En teoría, esta oficina debería funcionar como un sistema de control de interno de la gestión de los proyectos no sólo de generación hidroeléctrica sino de todo el Ministerio por ser un órgano de apoyo y asesoría.

Por lo tanto, y de acuerdo al resultado obtenido con la entrevista dirigida, específicamente en la pregunta número 4, el Ministerio si cuenta con una oficina de apoyo para la ejecución de los proyectos que no está articulada a los procesos de gestión de los proyectos.

- Información de la gestión de los proyectos Ministerio de Energía y Minas:

El Ministerio de Energía y Minas, al igual que todo el sector público de Nicaragua, cuenta con guías y metodologías de trabajo para la Formulación y Evaluación de proyectos de desarrollo, las cuales están aprobadas por el Sistema Nacional de Inversiones Públicas de Nicaragua (SNIP).

Pero, estas metodologías están acotadas a la concepción de una idea para superar una situación, una vez conceptualizada la idea y considerada como la mejor alternativa de solución pasa por los procesos de prefactibilidad o factibilidad (definición de los estudios de mercado, técnico, social, económico, jurídico y ambiental).

También, de acuerdo al manual de operaciones del MEM, las adquisiciones en los proyectos se realizan de conformidad a las políticas de adquisiciones y calificacio-

nes de los patrocinadores (en caso de ser proyectos financiados por organizaciones multilaterales) o por las políticas, leyes o reglamentos de la República de Nicaragua Ley No. 737. Pero estas dos últimas están acotadas únicamente para velar por que los procesos de contrataciones se ejecuten de conformidad a lo indicado en dichos documentos.

También, a través de (Fondo de Inversión Social de Emergencia, 2008) las instituciones públicas del estado cuentan con un catálogo de etapas y subetapas que le permiten calcular los alcances de un proyecto en base a un listado desglosado de actividades que en su conjunto forman un alcance global de entregables y productos. Pero, este catálogo está limitado a proyectos de índole de infraestructura vial, edificios para la salud, educación y proyectos sanitarios. Es importante mencionar que, debido a la complejidad y poca frecuencia de ejecución de proyectos de construcción de plantas de generación hidroeléctrica, el MEM carece de una guía o metodología para la ejecución de estos proyectos.

En un informe elaborado por (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD, 2010) resume en su evaluación a la primera etapa del Programa de Electrificación a Zonas Rurales alejadas las siguientes recomendaciones:

- El monitoreo y la extracción de lecciones merecen mayor atención tanto para aprovechar el carácter demostrativo de esta intervención, como para afinar los modelos de inversión y negocios planteados.
- Liberación de la capacidad de trabajo y análisis dentro del Equipo del Programa, por lo menos de una persona a tiempo completo por proyecto.
- Considerar un sistema de monitoreo que permita su aplicación operativa por parte de los y las involucrados.
- Incluir la sistematización de procesos y análisis de lecciones aprendidas con enfoque de género.
- Actualizar regularmente los estudios de línea de base y de impactos tomando en cuenta el enfoque de género.

De acuerdo al informe del (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD, 2010) sugiere la modificación de las funciones del Fondo para el Desarro-

llo de la Industria Eléctrica Nacional (FODIEN) y se incluye bajo el mismo la estructura organizativa de la Dirección del Programa de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas e independizarlas del actual organigrama del MEM.

En la siguiente lista se detallan las funciones sugeridas por el PNUD:

- Coordinar la ejecución de actividades conjuntas con las instancias involucradas en el desarrollo del Programa del Ministerio de Energías y Minas, Instituto de Desarrollo Rural, Instituto Nicaragüense de Energía y el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, así como, con otras instituciones gubernamentales relevantes y ONG, que tengan relación con el mismo.
- Implementar el plan de trabajo para la construcción, instalación y puesta en operación de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.
- Coordinar el desarrollo óptimo de Programas en las comunidades beneficiarias, en conjunto con autoridades municipales.
- Garantizar la preservación de los recursos naturales colindantes con las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas demostrativas, y promover su conservación y uso sostenible.
- Contribuir en la búsqueda de recursos externos para asegurar el Cofinanciamiento necesario para la construcción de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

El informe del PNUD, también, enlista una serie de lecciones aprendidas a ser incorporadas en los siguientes proyectos de construcción de PCH destinados para la segunda fase. Entre las cuales resaltan:

- La ejecución de las obras generalmente procede más lento de lo previsto inicialmente.
- La construcción de una PCH difícilmente se logrará en un período de 4 años. Según el caso, los retrasos están relacionados con las condiciones del terreno cuando las obras se prolongan o inician en época de lluvia; o cuando el terreno resulta más rocoso de lo que se anticipó.
- En los primeros casos de electrificación con PCH, se observa una falta de experiencia con este tipo de proyectos entre los contratistas, lo cual implica procesos de aprendizaje, ciertas ineficacias y la necesidad de corrección de errores.

- Se acelera el proceso cuando se aumenta las capacidades de ejecutar y supervisar las obras.
- No existen normas estandarizadas, ni especificaciones técnicas mínimas para el diseño, construcción y operación de las PCH.
- Creación de una Unidad de Gestión de Proyectos con personal suficiente para atender las demandas de la obra.

De acuerdo al informe (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD, 2010) las modalidades de implementación del proyecto, originalmente establecidas y ajustadas en lo necesario, presentaron ciertas irregularidades en el proceso. Las primeras licitaciones para la construcción de las PCH (Bilampí y Río Bravo) que se hicieron bajo la modalidad de “Llave en mano”, es decir a todo costo o precio alzado por las obras civiles, electromecánicas, eléctricas y tuberías, bajo la supervisión de un ingeniero de Proyecto.

De acuerdo con la información recopilada en el informe (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD, 2010), se presentaron tres empresas nacionales a la licitación (debido a que el proceso se realizó como una licitación pública y no como licitación pública internacional), pero presentaron cotizaciones muy superiores a lo presupuestado. Según el PNUD, esto fue producto a:

- Falta de experiencia con este tipo de proyectos entre los contratistas oferentes.
- Falta de capacidad de ingeniería y de ejecución dentro de estas empresas mismas. Como resultado, en el proceso de cálculo de costo aparecen los márgenes de utilidad de los contratistas, agregando los márgenes de seguridad en toda la cadena por concepto de los riesgos.

En los apéndices (ver apéndice 1) de este documento se muestran los resultados obtenidos planteados en un diagrama de árbol de problemas, con el cual se determinó el estado actual del departamento de gestión de proyectos.

VIII. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.

En base a lo descrito con anterioridad y con el fin de identificar la mejor alternativa de solución al problema planteado, se muestra a continuación las diferencias entre las salidas y procesos de gestión de proyectos internacional del PMI (Project Management Institute) y el PM4R (Project Management for results) y los datos obtenidos a través de la recopilación de información y las entrevistas aplicadas.

- Integración: El Documento base es el homólogo a nivel institucional del plan para la dirección del proyecto; sintetiza la forma de gestionar el proyecto considerando alcance, tiempo y costo. Sin embargo, el documento es muy escueto para permitir la dirección efectiva del proyecto, en vista que no incluye todas las áreas de conocimiento (entre ellas el alcance) ni la integración de éstas, tampoco establece líneas base con las cuales controlar y dar seguimiento al avance del proyecto.
- Alcance:
 - o Recopilar requisitos: Este proceso del PMI tiene como salidas la documentación de requisitos, el plan de gestión de requisitos y la matriz de rastreabilidad. El MEM no tiene una plantilla para la documentación de requisitos; no obstante, refiere al estudio de planificación, donde se documentan las necesidades de infraestructura y equipos de los Servicios, esto por medio de una tabla denominada programa Funcional.
 - o Definir el Alcance: El MEM contiene un documento denominado “Acta de Declaración del Alcance” (F-EP-04), donde se define el alcance del proyecto tal como lo establece el PMBOK®; en éste se indica el problema por resolver, los objetivos, productos y entregables del proyecto, así como, los supuestos y restricciones que se deben considerar. Dicho documento se elaborará e integrará al Plan para la Dirección del Proyecto
 - o Estructura de Desglose de Trabajo (EDT): El PMBOK® establece la línea base del alcance como la EDT y el Diccionario de la EDT; ninguno de estos entregables los contempla el MEM, lo que constituye una de las principales brechas identificadas.
- Tiempo: EL MEM contempla la elaboración de un “Cronograma de trabajo” (F-EP-09) con base en una plantilla elaborada con Microsoft Excel ®; dicha

herramienta no permite generar las salidas de los procesos de la gestión del tiempo del PMBOK® (definir las actividades, secuenciarlas, estimar recursos y duración y desarrollar el cronograma).

- Costo: En el MEM se estima el costo de la inversión en infraestructura y equipo; no así el costo de las actividades a cargo del equipo de proyecto, tal como lo establece el PMBOK®, esta práctica representa una brecha del MEM e impide cuantificar el costo total del proyecto, principalmente en Unidades que gestionan varios proyectos y no se debe distribuir los gastos operativos entre estos.
- Calidad: En el MEM se definen las métricas de calidad del producto en la etapa del diseño que contempla la elaboración del diseño detallado, memoria de cálculo y especificaciones técnicas del componente de infraestructura y equipamiento.
- Recursos Humanos: El MEM no contempla el desarrollo de un Plan de Recursos Humanos como lo establece el PMBOK®. Los roles, responsabilidades y evaluación de los funcionarios se realizan conforme al Reglamento Interno de Trabajo, la descripción del puesto y los mecanismos institucionales de evaluación del desempeño.
- Comunicaciones: no existe un plan de gestión de comunicaciones como lo establece el PMBOK®.
- Riesgos: no existe un plan de gestión de riesgos como lo establece el PMBOK®.
- Adquisiciones: no existe un plan de gestión de adquisiciones específico para cada proyecto a como lo establece el PMBOK®.

El MEM tiene instrumentos y herramientas útiles para la elaboración del Plan para la Dirección del Proyecto; no obstante, se identifican brechas importantes que se solventarán con la adopción de prácticas de gestión de Proyectos de, entre éstas se mencionan la línea base del alcance, la línea base de tiempo y costo.

Como propuesta de solución se elabora un plan para la dirección del proyecto que incluyan las áreas de conocimiento que contemplan las mayores brechas respecta a la gestión actual, que a su vez son indispensables para una adecuada gestión y la definición precisa de las líneas bases; estas se listan en la tabla número 24.

Tabla 24: Áreas de Conocimiento y entregables del Plan para la Dirección del Proyecto.
Fuente: Elaboración Propia.

Área	Entregables por desarrollar
Integración	Plan para la Dirección del proyecto
Alcance	Documentación de requisitos
	Plan de gestión de requisitos
	Matriz de rastreabilidad de requisitos
	Declaración del alcance del proyecto
	EDT
	Diccionario de la EDT
	Línea base del alcance
Tiempo	Lista de actividades
	Atributos de la actividad
	Lista de hitos
	Diagrama de red
	Requisitos de recursos
	Estructura de desglose de recursos
	Estimación de la duración
	Cronograma del proyecto
	Línea base del cronograma
	Costos
Base de los estimados	
Línea base del desempeño de costos	
Calidad	Plan de gestión de calidad
	Métricas de calidad
	Listas de control de calidad
	Plan de mejoras del proceso
Comunicación	Plan de gestión de las comunicaciones
Riesgos	Plan de gestión de riesgos
	Registro de riesgos
Adquisiciones	Plan de gestión de adquisiciones

Las áreas no incluidas se asumirán como limitantes del Plan de Dirección del Proyectos, éstas se excluyeron debido al tiempo disponible para la realización del Plan y en vista que responden a procesos definidos con anterioridad.

Los procesos y herramientas que se utilizarán para desarrollar el plan para la dirección del proyecto se extraen del apéndice 2; estos son los que se muestran en la tabla número 25.

Tabla 25: Procesos y herramientas para desarrollar el Plan. Fuente: Elaboración Propia.

Área	Proceso	Herramientas
Integración	Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Juicio de experto
Alcance	Recopilar los requisitos	<ul style="list-style-type: none"> Entrevista Grupos de opinión
	Definir el alcance	<ul style="list-style-type: none"> Juicio de experto
	Crear la estructura de desglose de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Descomposición
Tiempo	Definir las actividades	<ul style="list-style-type: none"> Descomposición Juicio de expertos
	Secuenciar las actividades	<ul style="list-style-type: none"> Microsoft Project® (diagramación, dependencias, adelantos y retrasos)
	Estimar los recursos para las actividades	<ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos Estimación ascendente
	Estimar la duración de las actividades	<ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos Estimación análoga
	Desarrollar el cronograma	<ul style="list-style-type: none"> Microsoft Project® (red, ruta crítica, nivelación de recursos, compresión)
Costo	Estimar los costos	<ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos Estimación análoga Estimación ascendente
	Determinar el presupuesto	<ul style="list-style-type: none"> Suma de costos Juicio de expertos
Calidad	Planificar la calidad	<ul style="list-style-type: none"> Costo de la calidad
Comunicación	Planificar las comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de requisitos de comunicaciones Tecnologías de las comunicaciones Modelos de comunicaciones Métodos de comunicación
Riesgo	Planificar la gestión de riesgos	<ul style="list-style-type: none"> Reuniones de planificación y análisis
	Identificar riesgos	<ul style="list-style-type: none"> Revisiones de la documentación Juicio de expertos
	Realizar análisis cualitativo de riesgos	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación de probabilidad e impacto Matriz de probabilidad e impacto Juicio de expertos
Adquisiciones	Planificar las adquisiciones	<ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos Tipos de contrato

Es importante mencionar que los procesos y herramientas seleccionados se tomaron del PMBOK®, con el fin de adoptar buenas prácticas en Administración de Proyectos; estos se eligieron acorde con los entregables por desarrollar y el tiempo disponible para realizar el trabajo.

En base a las brechas identificadas y los procesos y herramientas a utilizar para el desarrollo del plan del proyecto, como propuesta de solución, se elaborará a continuación el plan de dirección de proyecto que incluye el desarrollo detallado de las siguientes áreas de conocimiento: Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, Comunicaciones, Riesgos y Adquisiciones; las

áreas no incluidas se asumen como una limitante y se recomienda solventarlas posteriormente.

8.1 Plan de Gestión del Alcance

8.1.1 Documentación de requisitos

La documentación de requisitos (infraestructura y equipo) se realizó con base en los requerimientos ya planteados y en función de las necesidades de las comunidades. Estos ya fueron revisados por el equipo de proyecto mediante la conceptualización de las posibles fuentes de energización de la zona. Según los estudios realizados, los requisitos generales de la comunidad se pueden plantear en función de la demanda energética a cubrir y que se constituye para los siguientes usos finales:

- ✓ Usos Residencial y/o de Comercio y Servicios: iluminación, televisión, refrigeración y equipo de sonido.
- ✓ Servicios comunitarios: centro de salud, alumbrado público.
- ✓ Actividades productivas: molino.

Para cubrir estos requisitos, a una distancia no muy lejana las comunidades aledañas a la PCH Buenos Aires, se determinó que una cuenca hidrográfica de 685 km², un desnivel bruto de 27 metros, el caudal de diseño resultante del estudio hidrológico es de 3.97m³/segundos y bajo estas condiciones se puede generar hasta 850 KW que sería suficiente para cubrir la demanda actual censada y el posible crecimiento de la misma. Así como, en un futuro, lograr la interconexión con el Sistema de Interconexión Nacional.

8.1.2 Plan de gestión de requisitos

La gestión de requisitos se realizará con base en los siguientes lineamientos generales, consistentes con el Ministerio de Energía y Minas.

- Los Programas Funcionales “aprobados” establecen la línea base del alcance del producto.
- Tanto los Servicios como el equipo de proyecto podrán presentar modificaciones a los Programas Funcionales aprobados.
- Las modificaciones propuestas por el Equipo de Proyecto se documentarán con el formulario “Solicitud de cambio por el usuario” y serán presentadas al Comité de Control de Cambios.
- El jefe de Proyecto en conjunto con el equipo de planificación, deben corroborar que todos los requisitos de la línea base del producto, se encuentren

en los planos arquitectónicos; cualquier variación debe responder a una modificación documentada.

- Las especificaciones técnicas del producto, componente de infraestructura y equipamiento se definirán en la etapa de Diseño, mediante la elaboración de planos constructivos y fichas técnicas de los equipos médicos.
- Todas las especificaciones técnicas deberán incluirse en el Cartel de Licitación.
- Cualquier cambio en el alcance del producto que se presente durante la etapa de Diseño e implique la incorporación de nuevos recintos, deberá documentarse, anexando el programa funcional respectivo. Estos serán analizados por el equipo de proyecto para determinar su impacto y deberán ser avalados por el Patrocinador y la Gerencia.
- Las modificaciones que se presenten en la etapa de ejecución se realizarán según se establece en el procedimiento “Gestión de cambios”

Los objetivos que se persiguen con la propuesta anterior es documentar todas las modificaciones que se presenten a los requisitos del proyecto; propiciando su análisis y debida aprobación; además, establecer una comunicación bidireccional entre el equipo de proyecto y los demás involucrados con el fin de lograr acuerdos y prevenir insatisfacción con el producto que se entregue.

8.1.3 Matriz de rastreabilidad de requisitos

La rastreabilidad de los requisitos se realiza por medio de códigos que permiten ligar el alcance y la incorporación de equipos electromecánicos con los sitios a los que pertenecen y estos con los servicios que los solicitan.

Este dato será de gran utilidad en la etapa de Diseño, cuando se elaboren las fichas técnicas de los equipos electromecánicos y las especificaciones de los mismos, así como la ubicación de estos en planos.

8.1.4 Declaración del alcance del proyecto: “Enunciado del Alcance del Proyecto”

De conformidad a los requisitos planteados por los dueños del proyecto y su patrocinador, El enunciado del alcance del proyecto indica que:

Con el objetivo de incrementar la cobertura energética del País y lograr el aprovechamiento de los recursos hídricos para la generación de energía eléctrica con el fin de promover el

fortalecimiento de la capacidad productiva y económica en el sector de Buenos Aires, Municipio de El Tuma, Departamento de Matagalpa; Se construirá una pequeña central hidroeléctrica (PCH) de 850 KW, con las siguientes características:

- La obra de captación será de 50 metros de longitud y con una altura máxima de 5 metros, con una sección trapezoidal con núcleo de mampostería y recubierto de concreto reforzado con varilla de acero corrugada grado 60 y de 1/2" pulgada de diámetro.
- Con un desarenador de 1.80 metros de ancho, con una longitud de 6 metros y una altura máxima de 2 metros de concreto de F'c: 3000 Psi y reforzado con varilla corrugada grado 60 y de 1/2" de diámetro.
- La línea de conducción será de una tubería de baja presión de acero estructural A-36 de 1000 mm de diámetro y 1/8" de espesor y con una salida de tubo de alta presión con longitud de 263m con 750 mm de diámetro.
- Se ubicará una casa de máquinas con un área de construcción de 220 m² de construcción y una altura máxima de 6 metros.
- La generación será a través de una turbina tipo Francis 900 rpm, 480V, 60 Hz y 3F.
- Se construirá una red eléctrica (14.4/24.9 Kv) de 14.72 Km.
- Se construirá un camino tipo todo tiempo de una extensión de 8.47Km.
- Se contará con un proceso de sensibilización y capacitación a las familias beneficiarias a fin de encaminar el proyecto a un modelo comunitario administrativo.

La fase número 2 del proyecto se ejecutará bajo el supuesto de que el proceso de licitación y adjudicación se desarrollará según lo estipulado en la ley de contrataciones del estado de Nicaragua y aquellos requisitos que el patrocinador del proyecto crea conveniente en el desarrollo del mismo.

8.1.5 Estructura Desglosada del Trabajo EDT

En el apéndice 2 se incluye la EDT del proyecto. En donde se muestra el proyecto completo, esto con el fin de tener una perspectiva general del plan de desarrollo. En el mismo se logran identificar los entregables que se generarían en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto (planificación, diseño, ejecución y cierre) según lo establece el PMI.

El objetivo de desarrollar la EDT es subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar a fin de proporcionar un marco de referencia de lo que se debe entregar.

Para el proyecto en análisis el nivel más bajo de la EDT serán los paquetes de trabajo necesarios para desarrollar cada entregable. En el subcapítulo del cronograma se mencionarán las actividades y sus asignaciones a fin de cumplir con las indicaciones establecidas en la guía estándar para la gestión de los proyectos.

La EDT del proyecto constituirá la base para la elaboración del cronograma y la integración de las áreas de conocimiento que se desarrollarán.

8.1.6 Línea base del alcance

La línea base del alcance la conforman la EDT del proyecto y el diccionario de la misma. El seguimiento y control del alcance debe de ser permanente, atendiendo cualquier solicitud de cambio que se presenten en el transcurso de ejecución del proyecto. No se deben de descartar solicitud de cambio eventuales durante la etapa de ejecución, sino que deben de ser analizadas para evaluar su relación beneficio/costo sobre las líneas bases diseñadas del proyecto.

8.2 Plan de gestión del tiempo

8.2.1 Lista de actividades y atributos

La lista de actividades se definió con base a la EDT del proyecto y lo que establece el PMI. Para ello se utilizó un cronograma preliminar, elaborado en función de una plantilla de cronograma que elabora el departamento de proyectos del MEM. A éste se le incorporaron actividades específicas del proyecto, se eliminaron las que no aplicaban y se procedió a descomponer paquetes de trabajo en otros con la finalidad de que fueran mejor gestionados.

En el apéndice 3 se presenta la lista de actividades del proyecto, junto con los atributos de cada una de las actividades, entre los cuales se incluye:

- Identificador de la actividad
- Nombre de la actividad
- Actividades predecesoras
- Actividades sucesoras
- Relaciones lógicas
- Adelantos y retrasos
- Duración

Las relaciones entre actividades se mostrarán gráficamente en el cronograma del proyecto.

8.2.2 Lista de hitos

La lista de hitos del proyecto incluye los siguientes eventos:
Ejecución:

Tabla 26: Lista de hitos. Fuente: Elaboración Propia

EDT	Nombre de tarea	U/M	Cantidades	Duración
1.1	Firma del Acta de Constitución e Inicio de Obra	Glb	1	0 días
1.2.2.2.8	Validación de Fundaciones	Glb	1	0 días
1.2.2.3.5	Estructuras Preliminares Validadas	Glb	1	0 días
1.2.2.4.2	Cubierta de Techo de Zinc Troquelado	m2	150	0 días
1.2.2.4.4	Cubierta de Techo Validada	Glb	1	0 días
1.2.2.5.6	Validación de Instalaciones HS	Glb	1	0 días
1.2.2.7	Validación del Campamento	Glb	1	0 días
1.2.3.2.4	Rodamiento Validado	Glb	1	0 días
1.2.3.3.4	Obras de drenaje Pluvial Validado	Glb	1	0 días
1.2.3.5	Caminos Entregados	Glb	1	0 días
1.2.5.4	Entrega de Presa Validada	Glb	1	0 días
1.2.7.11	Casa de Máquinas Construida	Glb	1	0 días
1.2.8.3	Tuberías de Conducción Instaladas	Glb	1	0 días
1.2.9	<i>Obras Civiles Finalizadas</i>	<i>Glb</i>	<i>1</i>	<i>0 días</i>
1.2.5	Equipos Instalados	Glb	1	0 días
1.3.5	Generador Validado	Glb	1	0 días
1.4.5	Transformador de potencia Validado	Glb	1	0 días
1.5.5	Compuertas Validadas	Glb	1	0 días
1.6.4	Instalación de Válvulas	Glb	1	0 días
1.8	Obras Electromecánicas Entregadas y validadas En Sitio	Glb	1	0 días
2.1.6	Diseño Replanteado y Validado	Glb	1	0 días
2.2.12	Recepción y Validación de Red De Distribución	Glb	1	0 días
3.3	Recepción Final de la PCH	Glb	1	0 días

La línea de tiempo del proyecto, con los hitos y etapas del ciclo de vida, se presenta en el apéndice 4, es importante mencionar que el proyecto tiene una fecha de comienzo hipotético.

La línea de tiempo incorpora el momento en el cual se debe de coordinar con los dueños del proyecto el traspaso de la información y el proceso de capacitación de los operadores, funcionarios y usuarios del bien final.

8.2.3 Diagrama de red

El proyecto consta de 191 actividades, las relaciones de precedencia y secesión de cada actividad se muestran en el apéndice 5 en forma de tabla. También se presenta el diagrama de red al igual que el diagrama de Gantt en los apéndices siguientes. Con el diagrama de red se logrará identificar de forma visual y automática el camino más largo de ejecución del proyecto y por ende la ruta crítica del mismo.

8.2.4 Requisitos de recursos

Los recursos que se asignarán a las actividades son de dos tipos, los costos directos de mano de obra y las erogaciones para el pago de contrataciones externas.

Los recursos de cada actividad se asignan mediante el uso de Microsoft Project ®, en el caso de mano de obra se asignan personas específicas (miembros del equipo de trabajo) o un grupo de personas.

En el caso de que la actividad se realice mediante contratación externa, se asignan los costos de mercado en base a la siguiente clasificación de recursos:

- Contratista de Estudio de Suelos
- Contratista de revisión de diseño
- Contratista de Obra
- Consultorías ambientales y mitigación

Las herramientas utilizadas para asignar los recursos de las actividades incluyen el juicio de experto del jefe del proyecto y de los miembros del equipo de proyecto. Así como, la estimación ascendente mediante el uso de una herramienta computacional para determinar los recursos de los paquetes de trabajo y de todo el proyecto. La cantidad de recursos asignados se presentan en el cronograma de la obra.

8.2.5 Estructura de desglose de recursos (EDR)

Los recursos requeridos se clasifican en directos e indirectos; los primeros serán asignados a las actividades del cronograma, según las cantidades requeridas. Los segundos se adicionarán al costo total del proyecto, para estimar con mayor precisión dicho rubro. La figura de la EDR se muestra en el apéndice 6.

8.2.6 Estimación de la duración

La estimación de la duración de las actividades se realizó mediante juicio de expertos, por medio de consultas a los responsables de cada actividad; estos incluyen retrasos ni reservas. Para las actividades iniciadas previamente y sin finalizar, se procedió a estimar la fecha más probable de conclusión.

8.2.7 Cronograma del proyecto

El cronograma del proyecto se presenta en el apéndice 7, éste se elaboró con el programa Microsoft Project ® haciendo uso de funciones como el análisis de Red, el método de la Ruta Crítica, la Nivelación de recursos y la aplicación de adelantos y retrasos, que ofrece el programa.

El cronograma del proyecto en mención representa el modo y el momento en que el proyecto entregará los productos, servicios y resultados definidos en el alcance del proyecto y servirá como herramienta para la comunicación, la gestión de las expectativas de los interesados y como base para informar el desempeño.

Ya definidas las actividades que contemplan los paquetes de trabajos definidos en el alcance del proyecto se tomaron en cuenta la disponibilidad de los recursos, las dimensiones

del proyecto y el apoyo tecnológico-financiero del patrocinador a fin de establecer fechas reales cuando serán producidos los entregables.

El detalle de las actividades en la ruta crítica, informe generado con Microsoft Project®, se presenta en el apéndice 8. La ejecución de las actividades críticas dependerá directamente de la dirección de proyectos ya que estas son indispensables para completar de forma sustancial los requisitos solicitados por el contratante. Existe un alto riesgo que estas actividades se prolonguen debido a la carga de trabajo que se manifieste en el momento y otros factores que pueden influir directamente en el desarrollo de las mismas (condiciones climáticas, controles y correcciones a implementar por descontentos de calidad, reestructuraciones de costos, reestructuraciones de alcances) por lo tanto, en la sección: Planes de Contingencia – Recuperación de Líneas Bases (Gestión de riesgos), se muestran las alternativas de solución a estos problemas identificados.

8.2.8 Línea base del cronograma

El seguimiento de la línea base del cronograma se realizará cada dos semanas mediante la actualización del porcentaje de avance físico financiero (% físico completado) de las actividades. Dicho seguimiento estará a cargo del Jefe del Proyecto, quien deberá gestionar con los responsables el cumplimiento del cronograma y los hitos identificados en el mismo, tienen presente las actividades en ejecución, las actividades críticas y las fechas previstas para la finalización de cada actividad.

El seguimiento bisemanal se establece con el fin de mejorar la comunicación entre los involucrados; llevar un control más riguroso sobre el avance del proyecto y los eventos que podría provocar atrasas; asumiendo un papel proactivo y preventivo.

Se generó en Microsoft Project® una tabla llamada “indicadores de programación del valor ganado”, con la base en la cual se realizará el análisis del valor ganado del proyecto, éste se incluirá en el informe mensual que deberá de presentar el gerente del proyecto a los involucrados claves del proyecto.

8.3 Plan de gestión del costo

8.3.1 Estimación de costo de las actividades

La estimación del costo de las actividades se realizó con la herramienta Microsoft Project®; para ello se definieron dos tipos de recursos: de trabajo y de costo; que se asignaron a las actividades según corresponda. La estimación se realizó en forma ascendente con el uso del programa, obteniéndose el costo del proyecto y de los paquetes de trabajo.

El recurso de trabajo se calculó con base en el salario por hora de los funcionarios y la duración de las actividades. El recurso de costo se asignó a las actividades que se gestionarán mediante contrataciones externas, tal como el estudio de suelos, el estudio de impacto ambiental, el estudio de calidad de materiales y la construcción del edificio.

Es importante mencionar que el presupuesto de este proyecto ya está calculado y lo que pretende este estudio es realizar una correcta gestión del mismo y no estimar el costo total. Se muestra la intención de cómo debe de aplicarse el procedimiento para futuros proyectos. Los costos directos incluyen los rubros de planillas y contrataciones externas requeridos para el desarrollo de las etapas del ciclo de vida. Los costos indirectos contemplan los gastos por servicios públicos (agua, luz y telecomunicaciones), materiales y suministros, que se cargarían al proyecto; en el siguiente apartado se detallan las bases de los estimados anteriores. También, se tiene que tomar en cuenta que para una correcta estimación de costos se debe incorporar los mandatos de ley para salarios mínimos y los acuerdos estipulados en los convenios colectivos nacionales de fuerza laboral para la construcción.

8.3.2 Base de los estimados

Los costos del proyecto se deben de estimar, en este caso, a través de un proceso análogo con el fin de determinar el presupuesto real que necesita una obra de esta envergadura a fin de poder cumplir con los resultados esperados de cada entregable, así como del producto esperado final. La base de estimación debería, al menos, de incorporar las siguientes consideraciones:

- Inversión: evaluación del terreno, accesos, desalojos e indemnizaciones.
- Estudios preliminares: presupuesto asignado para el correcto estudio de suelos, impacto ambiental, control ambiental, reducción de riesgos y topografía general.
- Salarios del personal administrativo técnico (ingenieros, equipo de proyecto, equipo de oficina, recursos del ministerio, supervisión ajena y contratistas).
- Salarios de Fuerza Laboral: personal encargado de la construcción y equipamiento de la pequeña central hidroeléctrica (obreros, peones, oficiales, electricistas, electromecánicos, linieros, topógrafos, etc.)
- Materiales y suministros.
- Servicios públicos.

El presupuesto de este Proyecto está conformado principalmente por el costo de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto. El presupuesto está en córdobas, moneda nacional y su nivel de exactitud corresponde al tipo de estimación análoga y ronda entre -5% a + 10%. Por esta razón se mantiene un umbral de gestión sobre el presupuesto del 10%, que será utilizado como reserva de gestión y sólo se podrá utilizar bajo autorización superior a la gerencia.

8.3.3 Línea base del desempeño de costos

La línea base de costo del proyecto es de C\$ 84,413,751.19 (Ochenta y cuatro millones cuatrocientos trece mil con setecientos cincuenta y un córdobas con 19/100 centavos de

córdobas) y el presupuesto total del proyecto, tomando en cuenta la reserva de gestión mencionada con anterioridad, es de C\$ 92,855,126.31 (Noventa y dos millones ochocientos cincuenta y cinco mil con ciento veinte y seis córdobas con 31/100 centavos de córdobas).

Estos datos pueden ser apreciados en la representación gráfica de la necesidad de financiamiento anual del proyecto, asimismo se adjunta el flujo de caja requerido para cada situación del proyecto, en la ilustración 37 y la tabla 27.

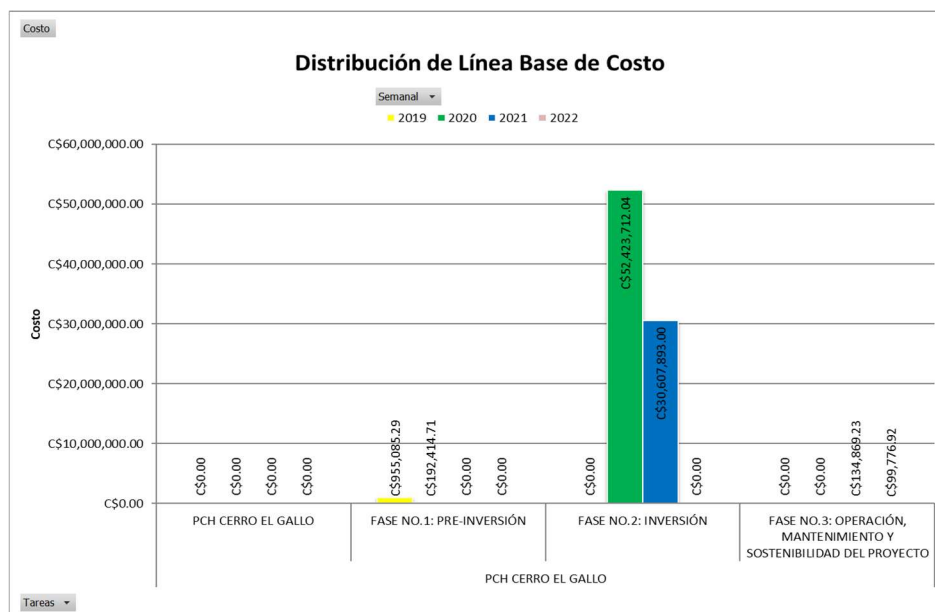


Ilustración 40: Distribución de Línea Base de Costo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Flujo de Caja del Proyecto. Fuente: Elaboración propia.

FASES DEL PROYECTO	AÑOS				Total general
	1	2	3	4	
FASE NO.1: PRE-INVERSIÓN					
Inicio de Estudios de Pre-Inversión	C\$250,000.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$250,000.00
Estudios Preliminares	C\$250,000.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$250,000.00
Estudios de Zonificación y Topográficos	C\$205,085.29	C\$42,414.71	C\$0.00	C\$0.00	C\$247,500.00
Estudios Técnicos de Pre-Inversión	C\$250,000.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$250,000.00
Diseño definitivo y Presupuesto	C\$0.00	C\$150,000.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$150,000.00
Fin de Fase No.1: Entrega de Estudios definitivos	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00
FASE NO.2: INVERSIÓN					
Inicio de Proceso de Licitación	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00
Procesos de Licitación, Adjudicación y Contratación	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00
Firma de Contrato e inicio de Obra	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00
Inicio de Obra (Obras Cíviles, Obras Electromecánicas, Obras Eléctricas, Capacitación y Sensibilización)	C\$0.00	C\$52,423,712.04	C\$30,607,893.00	C\$0.00	C\$83,031,605.04
FASE NO.3: OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO					
Inicio de CyS para Operación, Mantenimiento y Sostenibilidad	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00
CyS Plan de gestión integral de cuenca hidrográfica Cerro El Gallo	C\$0.00	C\$0.00	C\$49,161.54	C\$35,115.38	C\$84,276.92
CyS Plan de Mantenimientos preventivo, predictivo y correctivo	C\$0.00	C\$0.00	C\$12,046.15	C\$12,046.15	C\$24,092.31
CyS Cooperativa Administrativa de PCH Cerro El Gallo (Evaluación Legal, Administrativa y Financiera)	C\$0.00	C\$0.00	C\$73,661.54	C\$52,615.38	C\$126,276.92
Fin del Acompañamiento	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00
Total PCH CERRO EL GALLO	C\$955,085.29	C\$52,616,126.74	C\$30,742,762.23	C\$99,776.92	C\$84,413,751.19

El seguimiento y control de la línea base de tiempo y costo se realizará con una periodicidad quincenal, utilizando la herramienta Microsoft Project® y los indicadores de valor ganado generados por el programa. Cada dos semanas el jefe de Proyecto se encargará de incluir los porcentajes de avance de las actividades, con lo cual deberá emitir un informe electrónico al responsable indicando los cambios, el avance actual, la fecha de inicio y fin de la actividad; con ello se mantendrá al tanto al equipo de trabajo del avance del proyecto, las actividades en ejecución y la meta de conclusión.

Adicionalmente, se generará en Microsoft Project® la tabla “Indicadores de costo del valor acumulado”, a partir de éstas se realizará el análisis de valor ganado del proyecto, que se debe incluir en el Informe Mensual del Proyecto.

8.4 Plan de Gestión de la Calidad

En este capítulo se desarrolla el plan de gestión de calidad del proyecto, que parte de la política y objetivos en materia de calidad del Ministerio de Energía y Minas. Estas políticas constituyen los siguientes procesos:

- Políticas de calidad en relación al uso de recursos.
- Cumplimiento de normativas nacionales para la construcción de edificaciones.
- Cumplimiento de normativas y leyes nacionales para la empleabilidad de personas.
- Cumplimiento de salarios mínimos por jornadas y tipos de trabajo.
- Cumplimiento de los convenios colectivos laborales.
- Cumplimiento con los requisitos de aceptación del proyecto.
- Auditorías de calidad.
- Auditorías de legalidad.
- Auditorías financieras.
- Revisiones formales.
- Matriz de cumplimiento de calidad
- Matriz de cumplimiento de especificaciones técnicas.
- Registro de prueba de sistemas y equipos.
- Pruebas de calidad al producto final.

Los costos de calidad del proyecto asociados a la gestión del proyecto se clasifican en evitables e inevitables, los primeros producto de demoras que podrían prevenirse con una adecuada gestión y los segundos, debidos al costo de actividades de control necesarias para garantizar la calidad del proyecto y del producto.

Controlar la calidad es el proceso de monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de gestión de calidad para evaluar el desempeño y asegurar que las salidas del proyecto sean completas, correctas y satisfagan las expectativas del cliente. El beneficio clave de este proceso es verificar que los entregables y el trabajo del proyecto cumplen con los requisitos especificados por los interesados clave para la aceptación final. Controlar la calidad determina si las salidas del proyecto hacen lo que estaban destinadas a hacer. Esas salidas deben cumplir con todos los estándares, requisitos, regulaciones y especificaciones aplicables.

Este proceso se realiza para medir la integridad, el cumplimiento y la adecuación para el uso de un producto o servicio antes de la aceptación de los usuarios y la entrega final. Esto se realizará mediante la medición de todos los pasos, atributos y variables que se utilizan para verificar la conformidad o el cumplimiento de las especificaciones establecidas durante la etapa de planificación.

Este proceso debería de realizarse un control de calidad durante todo el proyecto a fin de demostrar formalmente, con datos fiables, que se han cumplido los criterios de aceptación del patrocinador y/o el cliente. Por ser de constante aplicación deberá de recibir las solicitudes de cambio aprobadas en donde se requiera las modificaciones tales como la reparación de defectos.

Los mecanismos definidos para controlar la calidad del proyecto deben incluir las siguientes técnicas y herramientas:

- Recopilación de datos: listas y/o hojas de verificación.
- Muestreo estadístico.
- Cuestionarios y encuestas.
- Revisiones del desempeño.
- Análisis de causa raíz.
- Inspecciones.
- Pruebas/evaluaciones.
- Representación de datos.
- Reuniones.

Un mecanismo para determinar los criterios de calidad podría garantizarse con la siguiente estrategia:

Tabla 28: Mecanismo de determinación de criterios de calidad. Fuente: Elaboración Propia.

Componente	Requisitos / Criterio de aceptación	Estrategia de Control de calidad
Obra de Captación	<p>Diseño Geométrico:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ancho: 34m ✓ H Max.: 3m ✓ Sección trapezoidal <p>Requerimientos técnicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Acero de Refuerzo $\phi \frac{1}{2}$" corrugado ASTM A615M, validar a través de ensayos de tracción ASTM 371. ✓ Concreto Estructural F'c: 4000 Psi, validar prueba compresión ASTM C39. ✓ Mampostería F'c 108 Kg/cm², validar prueba compresión ASTM 1314 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaboración de prototipo asistido por computadora / Velar por el desarrollo de los estudios definitivos. Conseguir aprobación de la cooperación mediante la aprobación del prototipo. ✓ Listas de verificación de elaboración y cumplimiento de pruebas de laboratorio adjuntadas y entregadas en el informe de desempeño del proyecto.

8.5 Plan de gestión de las comunicaciones

8.5.1 Involucrados relevantes del proyecto

El proyecto forma parte de un programa (a como fue detallado en los primeros capítulos de este documento) de interés público y por tal razón hay mucha expectativa sobre los resultados a obtener en las diferentes fases de implementación del mismo.

A través del proceso del análisis de involucrados se ha delimitado un listado de los mismos y determinado su nivel de influencia en el desarrollo del proyecto. En la tabla número 29 se detalla:

Tabla 29: Interesados claves del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

ID	INTERESADO	D	R	N	P	L
01	Agencia Canadiense de Cooperación (ACC)					✓
02	Ministerio de Energía y Minas (MEM)					✓
03	Comité de dirección de proyecto (CDP)					✓
04	Beneficiarios del proyecto			✓		
05	Oficina de Dirección de Proyectos					✓
06	Equipo de dirección del Proyecto					✓
07	Autoridades Municipales				✓	
08	Líderes comunales				✓	

En relación a la tabla número 29, a continuación, se describen los códigos de clasificación de la tabla:

- Desconocedor (D): Desconocedor del proyecto y de sus impactos potenciales.
- Reticente (R): Conocedor del Proyecto y sus impactos potenciales y se opone al cambio.
- Neutral (N): Conocedor del proyecto, aunque ni lo apoya ni es reticente.
- Partidario (P): Conocedor del proyecto y de sus impactos potenciales, y apoya el cambio.
- Líder (L): Conocedor del proyecto y de sus impactos potenciales, activamente involucrado en asegurar el éxito del mismo.

Por ser un proyecto de alto impacto en la mejora de calidad de vida de los habitantes de la zona, la mayoría de los involucrados están a favor de la ejecución del proyecto.

Esto no significa que el involucramiento de los mismos pueda generar cosas positivas en el proyecto, depende mucho de la gestión que desarrollen las autoridades del proyecto para mantener en este orden a los involucrados.

Por las razones anteriormente mencionadas, se definió una matriz de poder contra interés que permitirá evaluar el tipo de estrategia que se utilizará en el desarrollo de las diferentes fases del proyecto. En la tabla número 30 se detalla:

Tabla 30: Matriz de poder - interés de los involucrados

ID	INVOLUCRADO	INTERES (X)	PODER (Y)
01	Agencia Canadiense de Cooperación (ACC)	8	7
02	Ministerio de Energía y Minas (MEM)	8	8
03	Comité de dirección de proyecto (CDP)	10	10
04	Beneficiarios del proyecto	10	0
05	Oficina de Dirección de Proyectos	10	5
06	Equipo de dirección del Proyecto	10	5
07	Autoridades Municipales	8	8
08	Líderes comunales	5	5

De conformidad a los valores obtenidos en las asignaciones de interés y poder de los diferentes involucrados, se grafican de tal manera que permita definir la estrategia a utilizar para gestionar su participación en cada una de las fases del proyecto.

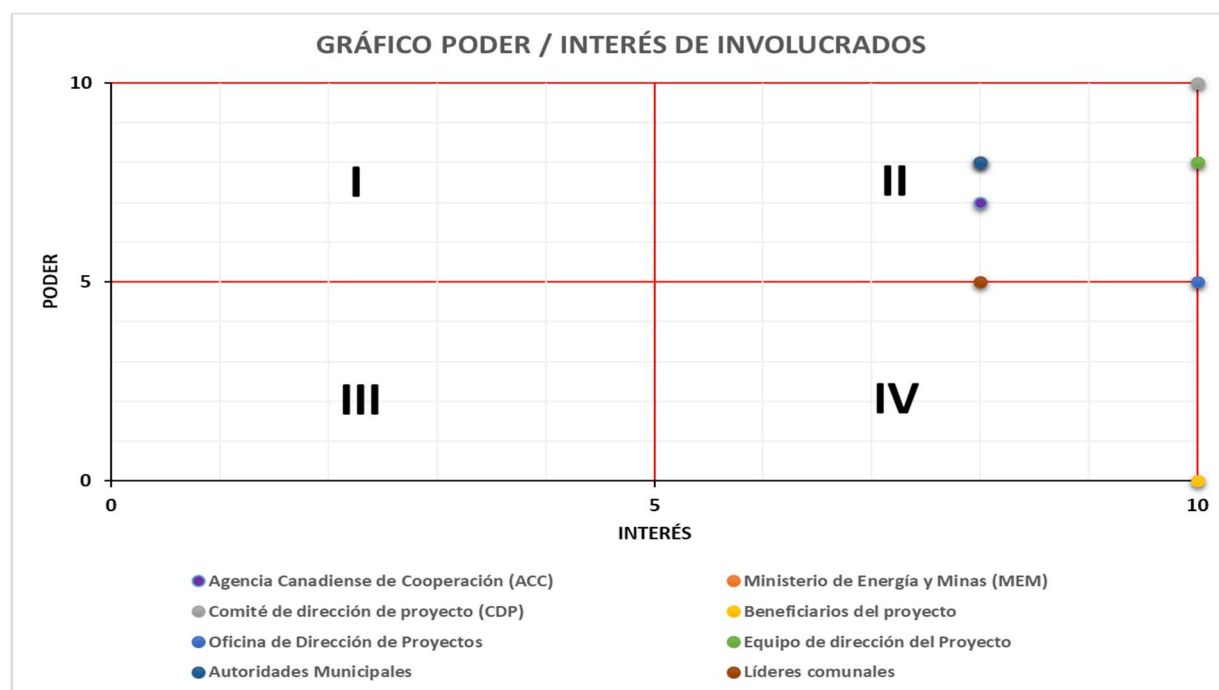


Ilustración 41: Gráfico de poder versus interés de involucrados

Según la ilustración 41: “Gráfico de poder vs interés de involucrados”. Se determinan cuatro (4) cuadrantes que indican la estrategia con la que se gestionara la participación de los involucrados identificados. De tal manera que:

- Cuadrante I:

Mantener al involucrado satisfecho, mostrando los resultados del proyecto constantemente e involucrarlo constante en el proyecto para incrementar el interés del mismo sobre el proyecto.

- Cuadrante II:

Gestionar altamente, estar atento a sus necesidades, mantener constantemente informado e involucrarlo siempre en las decisiones a tomar a fin de mantener su apoyo dentro de la gestión del proyecto.

- Cuadrante III:

Monitorear su comportamiento, informar lo necesario y transmitirle las noticias positivas de los resultados obtenidos.

- Cuadrante IV:

Mantener informado y alineado con los objetivos del proyecto.

Según los resultados obtenidos a través del análisis de involucrados del proyecto, la mayoría de los mismos están ubicados en el II y IV cuadrante, lo que permite posicionar al proyecto en un ambiente favorable para el desarrollo de las actividades y la consecución de resultados. Por esta razón se seguirán las estrategias de involucramiento correspondientes a cada cuadrante a fin de garantizar el bienestar en el proyecto.

Es importante mencionar que se ha escogido como patrocinador del proyecto a la Agencia de Cooperación Canadiense de forma teórica.

8.5.2 Plan de comunicaciones.

A continuación, se definen los insumos requeridos y lineamientos para la elaboración del Plan de comunicación.

- Necesidades de información. El requerimiento de información del patrocinador e interesados influyentes se centra en:
 - o Informe de avance ejecutivo en los que se incluye un resumen de las minutas de las reuniones efectuadas y los compromisos que se adquieren por parte de los involucrados, con la finalidad de que se realicen las observaciones pertinentes.
 - o Informe final en el cual se realiza la entrega de la totalidad del proyecto.

El jefe de proyecto, tiene dentro de sus funciones elaborar informes semanales y mensuales y el informe final; los cuales deben ser presentados al cliente, patrocinador y los interesados influyentes según corresponda.

Los informes estarán documentados con el aporte de:

- Las minutas de las reuniones.
- El documento del plan de proyecto.
- Los borradores de los informes mensuales y el final.
- Tecnología de comunicaciones del Proyecto. Se hará uso de:
 - Correo electrónico institucional para la comunicación informal con el equipo de proyecto. Las minutas de reuniones y los informes mensuales serán circulados por este medio. Para corroborar la recepción y lectura de los correos se solicitará ambas confirmaciones a los remitentes.
 - Memorándums externos con consecutivo de la unidad Proyecto. Se utilizarán para la solicitud de información previamente al cliente, patrocinador e interesados influyentes según corresponda y remisión de los informes mensuales y finales. Los elementos mínimos que debe contener son la fecha, consecutivo, destinatario, firma y el número de copias para jefaturas o interesados.
- Durante las Reuniones del Proyecto. A continuación, se desarrolla la metodología a seguir durante las reuniones con el cliente, patrocinador o los interesados influyentes.
 - Agenda. Las agendas de reunión serán preparadas por el jefe de Proyecto.
 - Moderador. Será el jefe de Proyecto y en reuniones netamente técnicas de una rama diferente a la especialización del jefe de proyecto, se permitirá que el especialista del grupo de trabajo realice las preguntas y modere la reunión
- Después las Reuniones del Proyecto. Finalizadas las reuniones, el jefe de proyecto se encargará de circular las minutas entre el equipo de proyecto y el cliente y dará un periodo de cuatro días para cualquier observación.
- Posibles restricciones de las reuniones del proyecto. En el área de comunicación las posibles restricciones pueden ser:
 - Daño del correo electrónico institucional, lo que podría ocasionar retrasos en la recepción y envío de la documentación.

- El traslado de reuniones por su cancelación.
- Incapacidad del mensajero, lo que retrasaría el flujo de documentos y debería ser asumido por el jefe de proyecto.
- El inicio tardío de las reuniones.

En caso de presentarse las restricciones antes descritas el jefe de proyecto deberá documentar lo ocurrido e informar a la jefatura inmediata utilizando el correo electrónico; finalmente, reprogramar las reuniones. De no poder solucionar el problema deberá elevarlo a la jefatura inmediata.

- Supuestos de las reuniones del proyecto. A continuación, se procede a enumerar los supuestos que se consideran probables antes, durante y luego de las reuniones.
 - Los planos de entrega de la información van a ser cumplidos y cortos.
 - La recepción de la información será en los plazos estimados.
- Respaldo de la información de las Reuniones del proyecto. El jefe de proyecto deberá realizar respaldos de toda la información generada semanalmente. Para ello dispondrá de las siguientes carpetas:
 - Minutas de reuniones.
 - Correo electrónico enviado y recibido a los clientes y colaboradores.
 - Correos electrónicos entre los miembros del equipo de proyecto, recibidos y enviados.
 - Agendas de reuniones de seguimiento.
 - Correspondencia enviada al cliente y correspondencia recibida del cliente.
 - Control presupuestario.
 - Control de avance.
 - Plan del proyecto.
 - Informes mensuales.
- Reportes de desempeño de las reuniones del proyecto. Para medir el desempeño se girarán los siguientes tipos de reporte:
 - Estado del proyecto semanal. Se debe enviar a los miembros del equipo de proyecto. el jefe de proyecto será el encargado de su elaboración. El contenido de este informe constará de dos partes, la ejecución sustantiva mediante la comparación entre el plan de proyecto y la ejecución real y un informe de ejecución presupuestaria.

- Estado del proyecto mensual. Éste se enviará a los miembros del proyecto. el jefe de proyecto será el encargado de su elaboración. El contenido de este informe constará de dos partes la ejecución sustantiva mediante la comparación entre el plan de Proyecto y la ejecución real y un informe de ejecución presupuestaria. Una vez circulado a los miembros del equipo de proyecto deben hacer sus observaciones e indicar las justificaciones y acciones correctivas al jefe de proyecto.
- Informe de avance. El jefe de proyecto será el encargado de su elaboración. El usuario interno será el cliente. El objetivo de este informe es poner al cliente al tanto sobre el avance del proyecto y cualquier situación que se presente.

8.6 Plan Organizativo del Proyecto

La estructura organizativa del proyecto es del tipo matricial y depende directamente de las decisiones que pueda tomar el comité de dirección del proyecto (CDP) y será la máxima autoridad en el proyecto. El comité de dirección de proyecto sesionará las veces que correspondan a fin de garantizar el buen desarrollo y funcionamiento del proyecto. El CDP estará conformado por: un (1) representante de la cooperación canadiense, un (1) representante del MEM (elegido por la oficina de dirección de proyectos), un (1) representante de los líderes comunitarios de la zona del proyecto (Elegido por los líderes comunitarios de la zona) y un (1) representante del contratista que resulte adjudicado de la obra.

A como está descrito en la figura número 39, así como en el apéndice 9, El comité de control de cambios (C.C.C) asistirá al CDP para la evaluación y control de cambios a fin de mantener alineados los objetivos del proyecto a los objetivos estratégicos del programa al cual pertenecen, así como contener al proyecto en los márgenes diseñados para el control de las líneas bases del mismo.

La oficina de dirección de proyectos tendrá la responsabilidad de guiar el buen desarrollo del proyecto, garantizando que los entregables del proyecto sean producidos en el tiempo que son requeridos en el mismo. Debido a la naturaleza del proyecto, se adjudicará la fase no. 2 del mismo a una empresa nacional o internacional, esta será responsable de cumplir con los requisitos establecidos en los documentos de licitación.

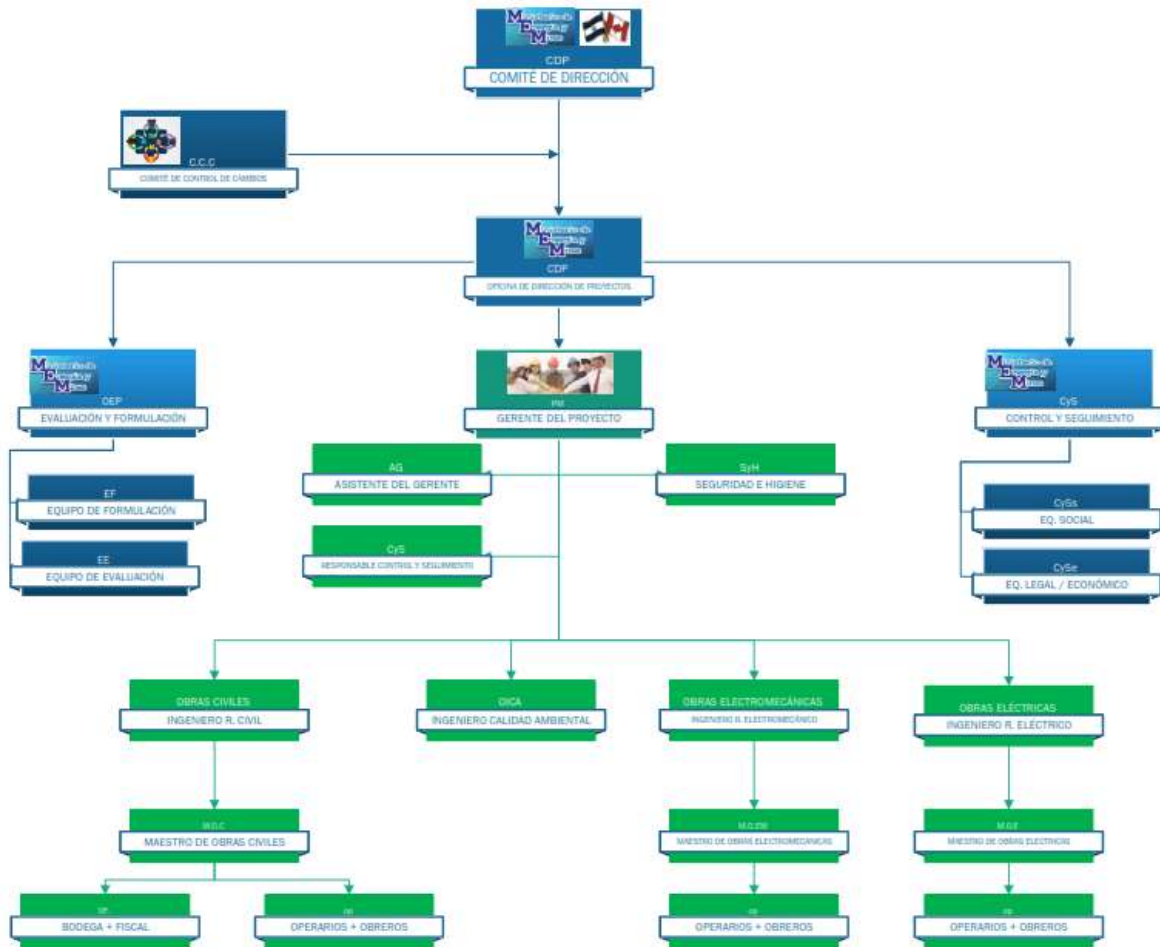


Ilustración 42: Estructura organizativa del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

8.7 Plan para la operación del proyecto.

Se diseñará e implementará una estrategia para la constitución de una empresa eléctrica local, que tienen la finalidad de generar, distribuir y comercializar la energía eléctrica a las comunidades rurales aledañas a la ubicación del proyecto, garantizando un servicio eléctrico que cumpla con los estándares de calidad establecidos en las normas nacionales e internacionales, brindando una excelente atención a sus clientes, con el fin de promover el desarrollo socioeconómico de la zona.

Esta pequeña empresa eléctrica local estará compuesta por una junta general conformada por personas de la comunidad que corresponderán al órgano supremo de la sociedad y una junta directiva compuesta por un presidente; vicepresidente, secretario, tesorero y tres vocales. Para ser miembro de la junta directiva se requiere pertenecer a las comunidades aledañas al proyecto.

Además de operar la PCH, son responsables de promover capacitaciones a los beneficiarios sobre los mejores usos de la electricidad, promover y apoyar acciones que aseguren el manejo de los recursos naturales, apoyar a los productores y la comunidad general para la ampliación de las redes de distribución de energía, realizar contratos de compra y venta con otras empresas distribuidoras y generadoras de electricidad.

A continuación, se plantea estructura de organigrama de organización de operación de la PCH:



Ilustración 43: Organigrama de Cooperativa Buenos Aires PCH. Fuente: Elaboración propia.

La empresa eléctrica local se formará con el apoyo del MEM quien las asiste en la creación y apoyo a través de un plan de capacitación a todos los niveles para el buen funcionamiento de las empresas. Dicha empresa local, será capacitada de forma práctica y teórica para el uso adecuado de los sistemas hidroeléctricos instalados. Una vez que la empresa local obtenga el contrato de concesión de distribución eléctrica y contrato de subsidio, el MEM procederá a la cesión de los activos de la PCH a dicha empresa local, para su administración y operación. El MEM procederá a monitorear esta operación y apoyará a la empresa local para ser sostenible con el reforzamiento de la capacitación, el manejo de las cuencas y la parte técnica durante su marcha.

8.8 Matriz de marco lógico e indicadores.

Con el fin de sintetizar las actividades del proyecto y como estas contribuirán a la solución del problema identificado en la comunidad. Se presenta en el apéndice 10, la matriz de marco lógico y sus indicadores.

Esta matriz ha sido utilizada como una herramienta para planificar, gestionar y evaluar las posibles estrategias para el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Con base a ello se constituye un método con distintos pasos que van desde la identificación de oportunidades hasta el resultado final esperado de solución. Por ello, se ha organizado la misma de conformidad a sus elementos principales:

- Objetivos. Se dividen en generales, específicos y esperados o de desarrollo. En donde corresponde, se plantean los indicadores de resultados esperados.
- Resultados. Los resultados esperados corresponden a los detalles concretos que se establecerá para cumplir con los objetivos especificados. Estos

resultados serán descritos y corresponden en función de las fechas de hitos estipulados en el cronograma de trabajo.

- Acciones. Serán el conjunto de actividades que se ejecutarán en el proyecto y en la vida útil del mismo para cumplir con los resultados esperados.

8.9 Plan de gestión de riesgos.

La gestión de riesgos tiene el propósito de aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos y disminuir la probabilidad y el impacto de eventos negativos. La gestión de riesgos de este proyecto aborda los procesos del PMBOK® relacionados con la planificación, identificación, análisis, administración, monitoreo y control de los riesgos del proyecto. Cada uno de los planes de gestión tiene asociado una serie de riesgos que deben identificarse y evaluarse para generar un plan de respuesta, con la participación de los miembros del equipo de proyecto.

Para lograr determinar los riesgos del Plan del Proyecto se utilizaron las siguientes técnicas:

- Juicio de experto: Se utilizó para analizar la validez de los riesgos encontrados; participaron profesionales del equipo de proyecto con experiencia en las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto.
- Categorización de riesgos: Con la finalidad de definir la probabilidad, de que se presente o no el riesgo.

La construcción de una pequeña central hidroeléctrica tiene muchos riesgos y supuestos, aún más si la zona en donde se plantea la construcción de la misma se encuentra ubicada en algún lugar remoto y de poca accesibilidad. Es con este objetivo que el comité de dirección del proyecto orientó que en planificación debería de desarrollarse un análisis completo de los posibles riesgos que podrían afectar de manera positiva y negativa, determinar su impacto y evaluar las posibles estrategias que podrían ser utilizadas para gestionarlos.

De conformidad al análisis realizado, los riesgos registrados y ya priorizados por importancia (utilizando el juicio de expertos de los panelistas propuestos) para ser tomados en la gestión del proyecto son los siguientes:

Tabla 31: Lista de riesgos / supuestos considerados. Fuente: Elaboración propia.

ID	SUPUESTO/RIESGO	FUENTE	CONSECUENCIA
R01	Disminución del caudal del río El Tuma.	Cambio en los patrones estacionales climáticos.	Reducción en la generación eléctrica, demanda insatisfecha.
R02	Reducción de la capacidad de almacenamiento de los embalses.	Acumulación de sedimentos en los embalses.	Reducción en la generación eléctrica.

ID	SUPUESTO/RIESGO	FUENTE	CONSECUENCIA
R03	Daños o destrucción en la infraestructura.	Exceso de caudal en el embalse producto de constantes e inesperadas precipitaciones.	Interrupción parcial o total del servicio eléctrico por los daños.
R04	Imputación al proceso de licitación.	Proceso de licitación fuera de lo indicado en la ley de contrataciones	Retraso en el cronograma del proyecto.
R05	Llegada a destiempo de materiales de construcción al proyecto.	Retraso en adquisiciones y/o envíos de materiales por la inaccesibilidad del sitio, mala planificación logística.	Retraso en el cronograma y aumento de costos del proyecto.
R06	Llegada a destiempo de equipos electromecánicos importados.	Retrasos en los procesos de adquisición del contratista y/o retraso en aduana nicaragüense.	Retraso en el cronograma y aumento de costos del proyecto.
R07	Baja participación de la comunidad en el proceso de capacitación y sensibilización.	Débil convocatoria para la participación de la comunidad y/o falta de gestión de los involucrados.	Comunidad poco capacitada, mal funcionamiento de cooperativa administrativa, incumplimiento de objetivos estratégicos.
R08	Incumplimiento de objetivos	Retrasos en obras, retrasos en entregas, mala gestión de la calidad	Disminución del éxito del proyecto.

Toda la información obtenida a través de los diferentes análisis de riesgos en el proyecto es con el fin de determinar el impacto de ellos sobre el proyecto, así como también definir las estrategias necesarias para abordarlo. Para una efectiva gestión de los riesgos mencionados con anterioridad estos deben ser clasificados según su tipo y asociados a los elementos de la EDT que afectan directamente. Asimismo, en orden de gestión, es importante saber que implica el riesgo identificado sobre el desarrollo del proyecto.

Cada uno de los riesgos tienen síntomas que deben de ser identificados a través del sistema de control y seguimiento del proyecto. Si estos riesgos se están manifestando, podrían generar problemas agudos para el desarrollo y buen funcionamiento del proyecto. El objetivo es desarrollar un mecanismo que permita reducir a su máxima expresión la posibilidad de que uno de estos riesgos se materialice, por tal razón en la siguiente tabla se presenta la matriz de probabilidad e impacto de los riesgos antes de implementar algún tipo de estrategia a fin de que el equipo de trabajo esté pendiente al desarrollo del proyecto y sus posibles riesgos.

También es importante mencionar que los únicos costos asociados para la gestión de los riesgos del proyecto son los definidos para los planes de prevención de materialización de riesgos. En caso positivo de materialización, los costos para superar esta situación estarán

asociados a costos de no conformidad siempre y cuando se logre demostrar que los planes de prevención o mitigación no fueron suficientes para reducir el impacto del riesgo materializado. En tabla del apéndice 11 se muestra el análisis cualitativo de los riesgos identificados para el desarrollo del proyecto.

Las matrices de evaluación cualitativa de riesgos y probabilidad e impacto de los riesgos identificados al inicio de proyecto permiten evaluar posibles estrategias de trabajo para gestionar correctamente estos riesgos, el comité de dirección de proyectos valora que la estrategia que se apega a los objetivos del proyecto es la de evitar a toda costa la materialización de estos riesgos a fin de garantizar el buen desarrollo del proyecto y por ende cumplir con las expectativas de los interesados e involucrados del proyecto.

De acuerdo a la ilustración número 41, de los 8 riesgos identificados los riesgos 01, 02 y 07 tienen un gran impacto y una probabilidad muy alta de manifestación. Estos riesgos son los que podrían afectar el buen desarrollo del proyecto y generar incumplimientos en los resultados esperados. Por lo tanto, en la sección de monitoreo, se muestran las alternativas de monitoreo y control a estos riesgos para que sea utilizado como mecanismo de respaldo ante esta situación.

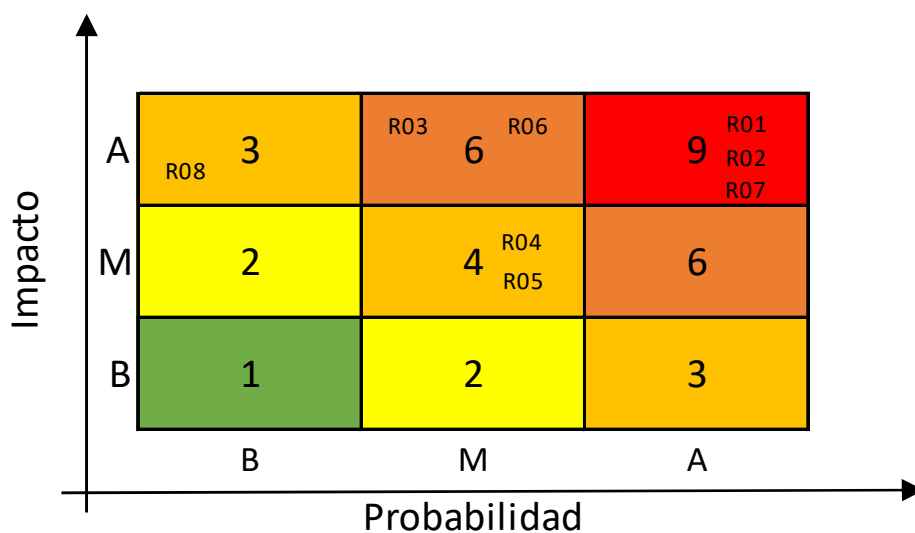


Ilustración 44: Matriz de probabilidades e impacto de riesgos. Fuente: Elaboración propia.

El monitoreo de los riesgos se realizará en forma mensual, posterior al seguimiento y control del cronograma. Dicha función estará a cargo del jefe de Proyecto con apoyo del encargado de riesgos de la Unidad.

El resultado del monitoreo se registrará en el Informe mensual del proyecto, el cual será remitido al director de la Unidad. Previo al inicio de las etapas del proyecto se deberán identificar, valorar y priorizar los riesgos con el fin de definir las estrategias de mitigación; estos se adicionarán a la lista de riesgos del plan del proyecto y monitorearán mensualmente.

El jefe de Proyecto se encargará de programar la sesión de trabajo y convocar a los involucrados, miembros del equipo de proyecto responsables por el desarrollo de las actividades de la etapa evaluada.

8.10 Plan de monitoreo del proyecto

El plan de monitoreo del proyecto está compuesto por aquellos parámetros y procesos requeridos para realizar el seguimiento, analizar y dirigir el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan de dirección de obras requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes. Este proceso implica:

- Controlar los cambios y recomendar acciones correctivas o preventivas para anticipar posibles problemas.
- Monitorear las actividades del proyecto comparándolas con el plan para la dirección del proyecto y con la línea base para la medición del desempeño del proyecto.
- Influir en los factores que podrían eludir el control integrado de cambios o la gestión de la configuración de modo que únicamente se implementen cambios aprobados.

8.10.1 Monitorear y controlar el trabajo del proyecto

Con el fin de hacer seguimiento, revisar e informar el avance general bajo el concepto de cumplir con los objetivos de desempeño definidos en el plan para la dirección del proyecto se realiza el monitoreo y control del trabajo del proyecto. Este proceso tiene como objetivo permitir a los interesados comprender el estado actual del proyecto, reconocer las medidas adoptadas para abordar los problemas de desempeño y tener la visibilidad del estado futuro del proyecto con los pronósticos del cronograma y de costos.

El proceso de monitorear y controlar el trabajo del proyecto forma parte del área de conocimiento de la gestión Integración del proyecto. Por lo tanto, resulta importante mencionar que recoge información del desempeño del trabajo de:

- Validar el alcance.
- Controlar el alcance.
- Controlar el cronograma.
- Controlar los costos.
- Controlar la calidad.
- Controlar los recursos.
- Monitorear las comunicaciones.
- Monitorear los riesgos.
- Controlar las adquisiciones.

- Monitorear el involucramiento de los interesados.

Los resultados de dar seguimiento y controlar el trabajo del proyecto son las solicitudes de cambio (como las acciones preventivas y correctivas recomendadas y la reparación de defectos), así como los informes de desempeño del trabajo y las actualizaciones al plan para la dirección del proyecto y a los documentos del proyecto. Este proceso se puede observar en la ilustración número 42:

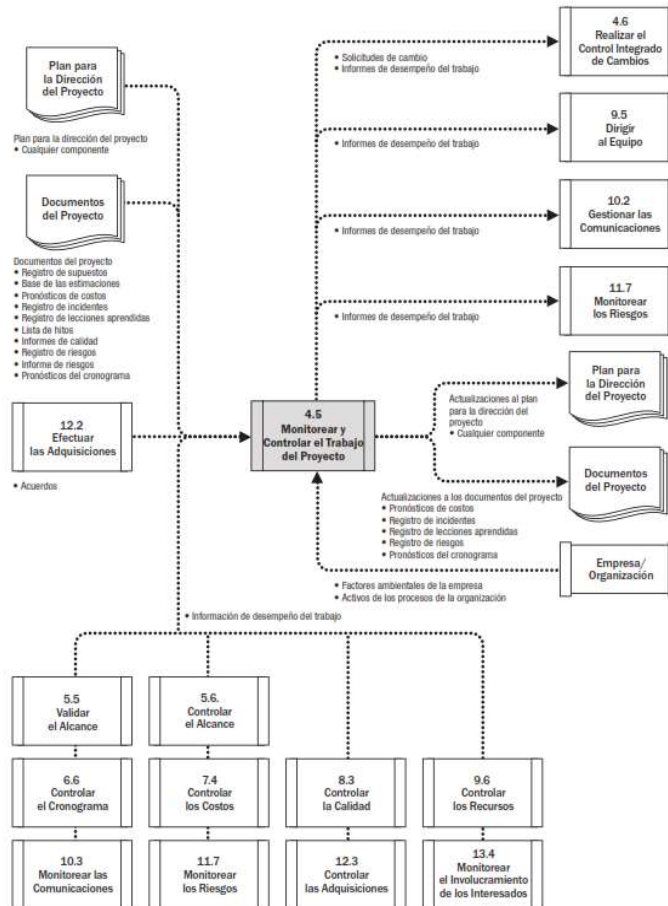


Ilustración 45: Proceso de monitorear y controlar el trabajo del proyecto. Fuente: (Project Management Institute, 2017)

Según el proceso a seguir planteado en la ilustración anterior, monitorear y controlar el trabajo del proyecto es técnicamente obtener la información de desempeño del proyecto y con ella aplicar ciertas técnicas y herramientas para tomar la decisión de qué hacer con la misma. Las técnicas que se pretenden utilizar para el análisis y el procesamiento de información obtenida son:

- Juicio de expertos

Se debe considerar la pericia de individuos o grupos con capacitación o conocimientos especializados en los temas que competen al análisis del valor ganado, interpretación y contextualización de datos, técnicas para estimar la duración y los costos, el análisis de

tendencias, conocimientos técnicos sobre la industrial y el área de especialización del proyecto, gestión de riesgos y gestión de contratos. El juicio de experto se utilizará constantemente con los recursos de especialista del MEM a fin de garantizar el éxito del proyecto.

- **Análisis de alternativas:**

Se utiliza para seleccionar las acciones correctivas o una combinación de acciones correctivas y preventivas a implementar cuando ocurre una desviación.

Para plantear el análisis de alternativas es importante que el equipo del proyecto utilice el formato mostrado en la tabla número:

Tabla 32: Formato de análisis de alternativas. Fuente: Elaboración propia.

CRITERIOS	ALTERNATIVAS		
	1 era. Alternativa	2 da. Alternativa	3 era. Alternativa
Costo			
Tiempo			
Impacto Ambiental			
Impacto Socio-económico			
Puntaje Total			

Se utilizará cuando al comité se le presenten las diferentes alternativas de solución sobre algún evento no planificado o conocido en el proyecto.

- **Análisis de costo-beneficio:**

Ayuda a determinar la mejor acción correctiva en términos de costos en caso de desviaciones del proyecto. Radica en la evaluación de las alternativas obtenidas y evaluar el impacto en términos de costos sobre el beneficio obtenido al tomar la decisión de implementar alguna acción correctiva.

- **Análisis del valor ganado:**

Proporciona una perspectiva integral del alcance, el cronograma y el desempeño de costo, tomando en cuenta variables que evalúan el desempeño planificado en contra del desempeño real del proyecto.

- **Análisis de causa raíz:**

Se centra en identificar las razones principales de un problema. Se puede utilizar para identificar las razones de una desviación y las áreas en las que el director del proyecto debería centrarse a fin de alcanzar los objetivos del proyecto.

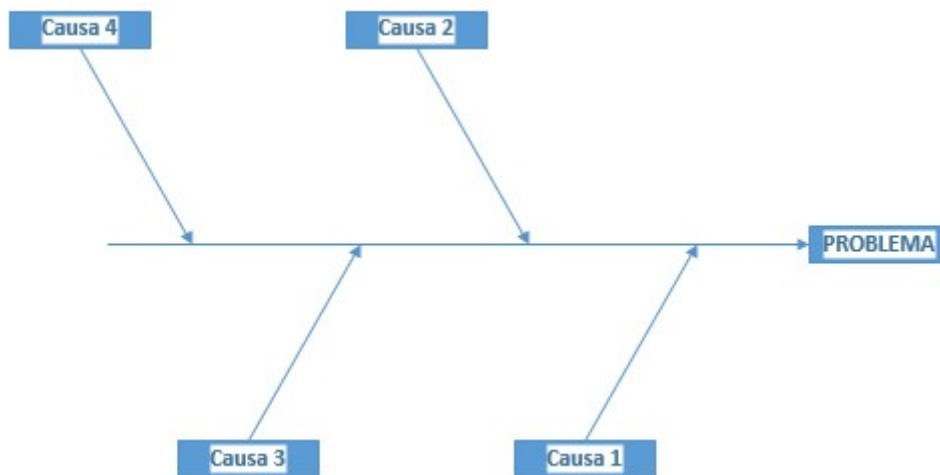


Ilustración 46: Diagrama causa - raíz. Fuente: Elaboración propia.

- Análisis de tendencias:

El análisis de tendencia se utiliza para pronosticar el desempeño futuro en función de los resultados pasados. El mismo examina el futuro del proyecto en busca de retrasos esperados y advierte con antelación al director del proyecto que si las tendencias establecidas persisten, podrían ocurrir problemas más tarde en el cronograma. Los resultados del análisis de tendencias pueden utilizarse para recomendar acciones preventivas, en caso de ser necesarios.

- Análisis de variación:

Revisa las diferencias entre el desempeño planificado y el real. Esto puede incluir estimaciones de la duración, estimaciones de costos, utilización de recursos, tarifas de recursos, desempeño técnico y otras métricas. Puede llevarse a cabo en cada área de conocimiento de acuerdo con sus variables particulares.

- Toma de decisiones:

Se incluyen, la votación. Toma de decisiones en base a unanimidad, mayoría o pluralidad en el comité de dirección de proyecto. Las votaciones se realizarán en cada sesión que el comité disponga para tomar una acción sobre el curso del proyecto.

- Reuniones

Pueden ser cara a cara, virtuales, formales o informales. Pueden incluir a miembros del equipo del proyecto y otros interesados del proyecto, cuando corresponda. Los tipos de reuniones incluyen: grupo de usuarios y reuniones de seguimiento. Las reuniones se programarán en función a lo estipulado en el plan de monitoreo de las comunicaciones.

Utilizadas las herramientas para el procesamiento de la información, obtendremos los resultados de las solicitudes de cambios, los informes de desempeño del proyecto y actualizaciones al plan de obra y a los documentos del proyecto. Una solicitud de cambio en el proyecto, surgirá como consecuencia de la comparación entre los resultados planificados y los reales, pueden emitirse solicitudes de cambio para ampliar, ajustar o reducir el alcance del proyecto, del producto o de los requisitos de calidad y las líneas bases del cronograma o de costos.

Pueden requerir la recopilación y documentación de nuevos requisitos, los cambios pueden impactar el plan para la dirección del proyecto, los documentos del proyecto o los entregables del producto. Las solicitudes de cambio se procesan para su revisión y tratamiento por medio del proceso realizar el control integrado de cambios, los cambios pueden incluir entre otros:

- Acción correctiva:

Actividad intencional que realinea el desempeño del trabajo del proyecto con el plan para la dirección del proyecto.

- Acción preventiva:

Actividad intencional que asegura que el desempeño futuro del trabajo del proyecto este alineado con el plan para la dirección del proyecto.

- Reparación de defectos:

Actividad intencional para modificar la no conformidad de un producto o de alguno de sus componentes.

Las solicitudes de cambio generadas en el proyecto deberán de estar acordes al siguiente formato:

FORMATO OFICIAL DE SOLICITUD DE CAMBIO		V01/01	Pág. 1/1
 Programa: Desarrollo de la Hidroelectricidad a Pequeña Escala para Usos Productivos en Zonas fuera de Red Proyecto: Construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica en la comunidad Cerro El Gallo, Matigale, Metagalpa.		OSC.01	Mayo 2019

SOLICITUD DE CAMBIO

Asunto:	<i>Descripción corta del cambio</i>	Dirigido a:	C.C.C**
Solicita:	<i>Solicitante del cambio</i>	COD. EDT:	
Proyecto:	<i>Nombre del proyecto</i>	Producto de:	
Razón:	<i>Breve razón del cambio</i>	Prioridad:	
Descripción del Cambio			
<i>Descripción del cambio</i>			
Fase del Proyecto			
<input type="checkbox"/> Requerimientos	<input type="checkbox"/> Pruebas de Sistemas	<input type="checkbox"/> Implementación	
<input type="checkbox"/> Diseño	<input type="checkbox"/> Pruebas de Usuario	<input type="checkbox"/> Garantía	
<input type="checkbox"/> Construcción			
Categoría			
<input type="checkbox"/> RE: Requerimientos	<input type="checkbox"/> ET: Espec Técnicas	<input type="checkbox"/> MA: Malentendido	
<input type="checkbox"/> RN: Req de Negocio	<input type="checkbox"/> LE: Legal / Políticas	<input type="checkbox"/> EI: Error en Instalación	
<input type="checkbox"/> DI: Diseño	<input type="checkbox"/> AM: Ambiente	<input type="checkbox"/> EP: Error en Producción	
<input type="checkbox"/> ME: Mejora	<input type="checkbox"/> PP: Plan de Pruebas	<input type="checkbox"/> DO: Documentación Usuario	

**Comité de Control de Cambios.

Solicitado por:

1. Firma _____ Fecha: __/__/__

2. Firma _____ Fecha: __/__/__

Recibido por:

1. Firma _____ Fecha: __/__/__

2. Firma _____ Fecha: __/__/__

FORMATO OFICIAL DE SOLICITUD DE CAMBIO		V01/01	Pág. 1/1
 Programa: Desarrollo de la Hidroelectricidad a Pequeña Escala para Usos Productivos en Zonas fuera de Red Proyecto: Construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica en la comunidad Cerro El Gallo, Matigale, Metagalpa.		OSC.01	Mayo 2019

Ilustración 47: Formato de solicitud de cambio. Fuente: Elaboración propia.

Los informes de desempeño del trabajo realizado versus el planificado en el proyecto se combinan, registran y distribuyen en forma física o electrónica a fin de crear conciencia y generar decisiones o acciones. Los informes de desempeño del trabajo constituyen la representación física o electrónica de la información sobre el desempeño del trabajo, destinada a generar decisiones, acciones o conciencia. Los mismos se circulan entre los interesados del proyecto a través de los procesos de comunicación, tal como se define en el plan de gestión de las comunicaciones del proyecto.

El informe de desempeño del trabajo del proyecto deberá incluir:

- Evolución del proyecto.
- Información general de costos.
- Información general del proyecto.
- Información general del trabajo.
- Próximas tareas a ejecutar.
- Recursos sobre asignados.

- Visión General de los recursos.
- Flujo de caja del proyecto.
- Información General de costos de las tareas.
- Análisis del valor ganado.
- Sobrecostos.
- Visión general de costos de recursos.
- Información de los hitos del proyecto.
- Información de la evolución de las tareas críticas.
- Información de las tareas pospuestas.
- Información de las tareas retrasadas.

Los informes de desempeño de proyecto serán realizados periódicamente según lo indicado en el plan de la gestión de las comunicaciones. Esto no significa que ningún miembro del equipo de la dirección del proyecto pueda actuar en caso de alguna desviación de lo planificado en el transcurso de la ejecución del proyecto, deberá de notificar las posibles correcciones preventivas que no influyen en el desarrollo del proyecto y que su impacto sea positivo en el mismo.

En el apéndice 12 se muestran una serie de formatos que corresponden como deberán de ser desarrollados los informes de desempeño del proyecto. Es importante mencionar que el seguimiento del proyecto deberá de ser asistido por computador utilizando la herramienta de software de gestión de proyecto Microsoft Project Professional ®.

8.10.2 Plan para controlar los cambios del proyecto

Realizar el control integrado de cambios es el proceso de revisar todas las solicitudes de cambios, aprobar y gestionar cambios a entregables, documentos del proyecto y al plan para la dirección del proyecto; y comunicar las decisiones.

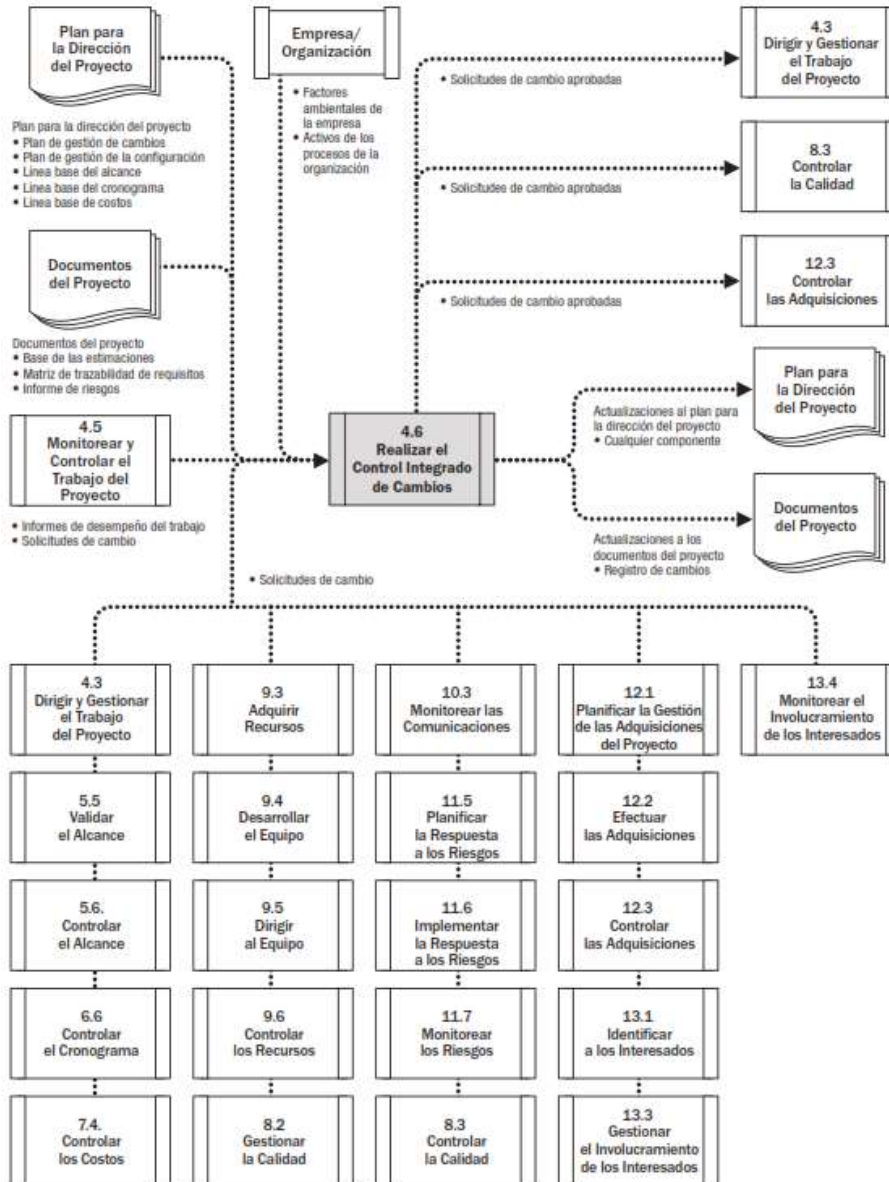


Ilustración 48: Diagrama de control integrado de cambios. Fuente: (Project Management Institute, 2017)

Este proceso revisa todas las solicitudes de cambio a documentos del proyecto, entregables o plan para la dirección del proyecto y determinar la resolución de las solicitudes de cambio. El beneficio clave de estos procesos es que permite que los cambios documentos dentro del proyecto sean considerados de una manera íntegra y simultáneamente aborda el riesgo general del proyecto, el cual a menudo surgen cambios realizados sin tener en cuenta los objetivos o planes generales del proyecto.

Los resultados de realizar el control integrado de cambios son las solicitudes de cambios aprobadas y se vuelven entradas para el grupo de proceso: Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto. Para el proyecto en mención se han diseñado mecanismos para controlar integralmente los cambios del proyecto, los cuales se rigen de la siguiente forma:

- Comité de control de cambios (C.C.C):

Es responsable de reunirse y revisar las solicitudes de cambios, y aprobar, rechazar o aplazar las mismas. Evaluar el impacto de los cambios es parte fundamental de la reunión. También pueden analizarse y proponerse alternativas a los cambios solicitados. Finalmente, la decisión se comunica al grupo o dueño de la solicitud. El C.C.C también puede revisar las actividades de gestión de la configuración. Los roles y responsabilidades de estos comités están claramente definidos y son acordados por los interesados adecuados, así como documentados en el plan de gestión de cambios. Las decisiones de la C.C.C se documentan y comunican a los interesados para su información y realización de acciones de seguimiento.

El comité de control de cambio utilizará las siguientes herramientas en cada una de sus sesiones a fin de obtener el mejor resultado posible en relación a los objetivos del proyecto: Juicio de expertos (descrita en el subcapítulo anterior), Herramientas de control de cambio a través del sistema de configuración del proyecto, análisis de datos (descrita en el subcapítulo anterior), toma de decisiones y reuniones.

A fin de cumplir con las metas establecidas para el proyecto, el comité sesionará los lunes de cada semana y entregará informe de su gestión y de los cambios aprobados si los hubiera.

- Flujograma para evaluación de control de cambios:

El flujograma servirá como mecanismo y herramienta de control de cambio, para los solicitantes de cambios en las actividades que gestionan en el desarrollo del proyecto. Definirá como la información fluye a través del proceso de evaluación de control de cambio.

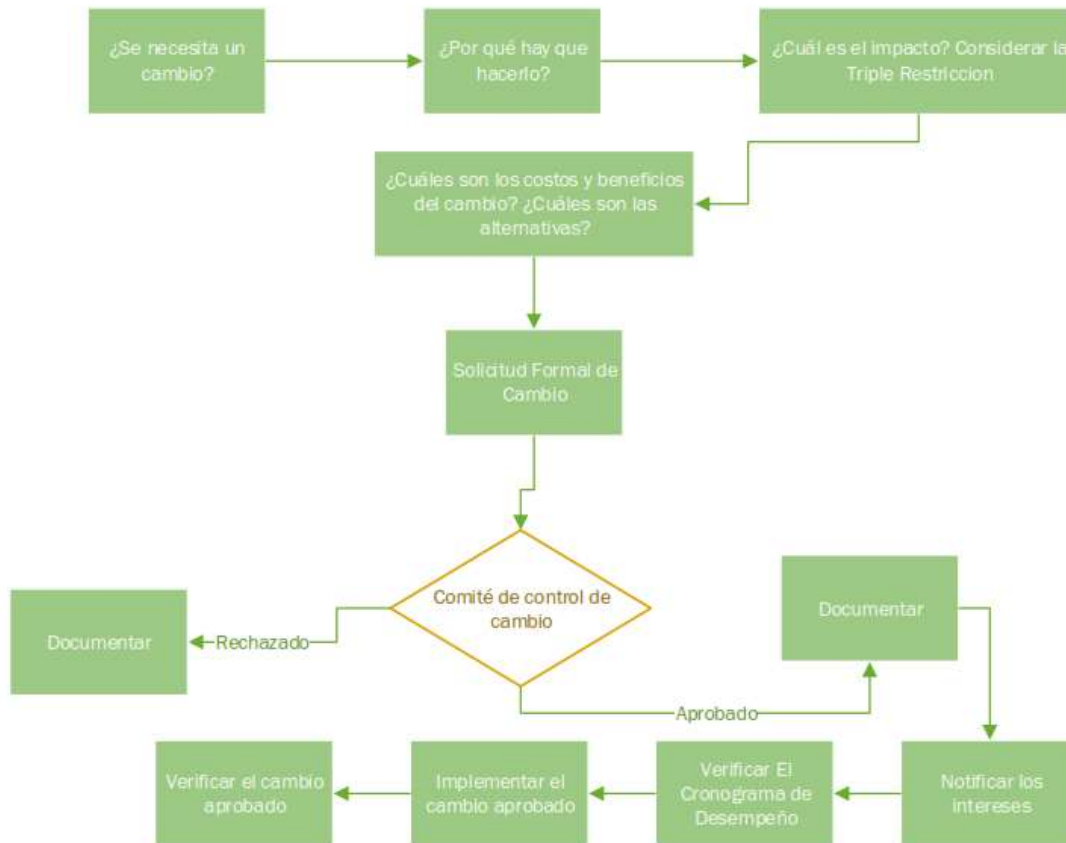


Ilustración 49: Flujograma de evaluación de control de cambios. Fuente: Elaboración propia.

8.10.3 Plan para validar y controlar el alcance del proyecto.

Validar el alcance del proyecto es el proceso de formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se hayan completado. El beneficio clave de este proceso es que aporta objetividad al proceso de aceptación y aumenta la probabilidad del que producto, servicio o resultado final sea aceptado mediante la validación de cada entregable. En este proceso, los entregables del proyecto ya han sido verificados en términos de exactitud conforme al proceso de controlar la calidad.

Los mecanismos definidos para la validación del alcance incluyen las siguientes herramientas:

- Inspección:

La inspección incluye actividades tales como medir, examinar y validar para determinar si el trabajo y los entregables cumplen con los requisitos y los criterios de aceptación del proyecto.

Las inspecciones se denominan también revisiones y revisiones generales. En la ilustración número 47 se muestra un formato que permite realizar una inspección constante de

los entregables para la validación de los mismos, en donde se debe controlar si los entregables cumplen con los requisitos de calidad, si estos están listos para ser validados y el porcentaje de trabajo completado que este tiene en la fecha de inspección realizada.

EDT	Nombre de tarea	U/M	Cant.	¿Cumple con los requisitos de calidad? Si/No	¿El entregable esta listo para ser validado? Si/No	¿Qué porcentaje de trabajo completado tiene? Si/No
0	PCH BUENOS AIRES	Glb	1			
1	FASE NO.1: PRE-INVERSIÓN	Glb	1			
1.1	Inicio de Estudios de Pre-Inversión	Glb	1			
1.6	Fin de Fase No.1: Entrega de Estudios definitivos	Glb	1			
2	FASE NO.2: INVERSIÓN	Glb	1			
2.1	Inicio de Proceso de Licitación	Glb	1			
2.3	Firma de Contrato e inicio de Obra	Glb	1			
2.4	Inicio de Obra	Glb	1			
2.4.1	Construcción de Obras Civiles	Glb	1			
2.4.1.2	Infraestructura del Campamento	Glb	1			
2.4.1.3	Caminos de Accesos construidos	Glb	1			
2.4.1.5	Construcción de Presa	Glb	1			

Ilustración 50: Formato de inspección de entregables y validación de alcance. Fuente: Elaboración propia.

Controlar el alcance es el proceso en el cual se monitorea el estado del alcance del proyecto, 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. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto. Asimismo, es importante seguir los pasos para la validación del alcance descritos en el flujo de procesos mostrado en la ilustración número 48.

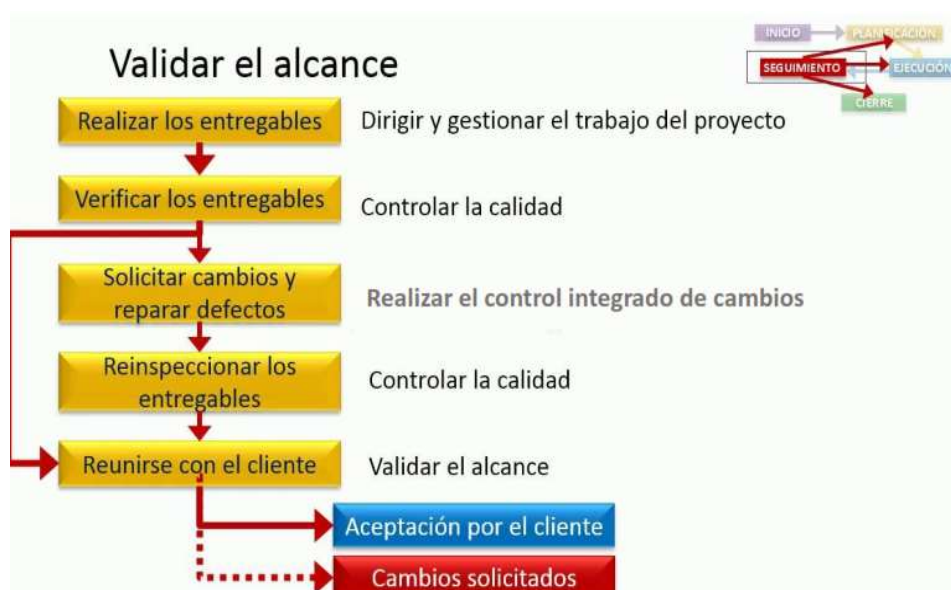


Ilustración 51: Flujo de procesos para la validación del alcance del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Los mecanismos definidos para la validación del alcance incluyen las siguientes herramientas:

- Análisis de variación:

Es utilizada para comparar la línea base con los resultados reales y determinar si la variación está dentro del monto de umbral o si la acción correctiva o preventiva es apropiada.

- Análisis de la tendencia:

Examina el desempeño del proyecto a lo largo del tiempo para determinar si está mejorando o si se está deteriorando el proyecto.

Los aspectos importantes del control del alcance del proyecto consisten en determinar la causa y el grado de la desviación con relación a la línea base del alcance y decidir si son necesarias acciones correctivas o preventivas.

Los resultados de aplicar estos dos procesos de control y monitoreo son la información de desempeño obtenida, las solicitudes de cambio, el registro de lecciones aprendidas y la actualización del plan de dirección de obra y sus documentos, este último debe de pasar por el proceso del control integrado de cambio del proyecto.

En el subcapítulo de monitorear y controlar el trabajo del proyecto se definió que, por ser un proceso del área de conocimiento de integración, toda la información y los resultados obtenidos que competan a la elaboración de solicitudes de cambio e información de desempeño deberán de ser incluidos en el mismo. También, en la ilustración número 49 se muestra un formato de análisis de variación y tendencias para el control del alcance.

EDT	Nombre de Tarea	% completado	% trabajo completado	% físico completado	Trabajo
0	PCH BUENOS AIRES	0%	0%	0%	39,659.4 horas
1	FASE NO.1: PRE-INVERSIÓN	0%	0%	0%	2,125 horas
1.1	Inicio de Estudios de Pre-Inversión	0%	0%	0%	0 horas
1.2	Estudios Preliminares	0%	0%	0%	467.5 horas
1.3	Estudios de Zonificación y Topográficos	0%	0%	0%	637.5 horas
1.4	Estudios Técnicos de Pre-Inversión	0%	0%	0%	510 horas
1.5	Diseño definitivo y Presupuesto	0%	0%	0%	510 horas
1.6	Fin de Fase No.1: Entrega de Estudios definitivos	0%	0%	0%	0 horas
2	FASE NO.2: INVERSIÓN	0%	0%	0%	37,086.4 horas
2.1	Inicio de Proceso de Licitación	0%	0%	0%	0 horas
2.2	Procesos de Licitación, Adjudicación y Contratación	0%	0%	0%	0 horas
2.3	Firma de Contrato e inicio de Obra	0%	0%	0%	0 horas

*Ilustración 52: Formato de análisis de variación y tendencias para el control del alcance.
Fuente: Elaboración propia.*

8.10.4 Plan para controlar el cronograma

Es el proceso por el que se da seguimiento al estado del proyecto para actualizar el avance del mismo y gestionar cambios a la línea base del cronograma.

Consiste en:

- Determinar el estado actual del cronograma del proyecto.
- Influir en los factores que generan cambios en el cronograma.
- Reconsiderar las reservas de cronograma necesarias.
- Determinar que el cronograma del proyecto ha cambiado.
- Gestionar los cambios reales conformen suceden.

Las revisiones del desempeño permiten medir, comparar y analizar el desempeño del cronograma, en aspectos como las fechas reales de inicio y finalización, el porcentaje completado y la duración restante para completar el trabajo de ejecución.

- Análisis de tendencia: analiza el desempeño del proyecto a lo largo del tiempo para determinar si el desempeño está mejorando o se está deteriorando.
- Método de ruta crítica: La comparación entre la cantidad de colchón restante y la cantidad de colchón necesario para proteger la fecha de entrega puede ayudar a determinar el estado del cronograma.

Gestión del valor ganado: Las medidas de desempeño del cronograma, tales como la variación del cronograma (SV) y el índice de desempeño del cronograma (SPI), se utilizan para evaluar la magnitud de la desviación con respecto a la línea base original del cronograma.

En el subcapítulo de monitorear y controlar el trabajo del proyecto se definió que, por ser un proceso del área de conocimiento de integración, toda la información y los resultados obtenidos que competan a la elaboración de solicitudes de cambio e información de desempeño deberán de ser incluidos en el mismo.

A como ya se había mencionado en los capítulos interiores que los planes de control y monitoreo se harán asistidos por computadora, por lo tanto, en la ilustración número 50 se muestra el diagrama de Gantt para el seguimiento del proyecto.

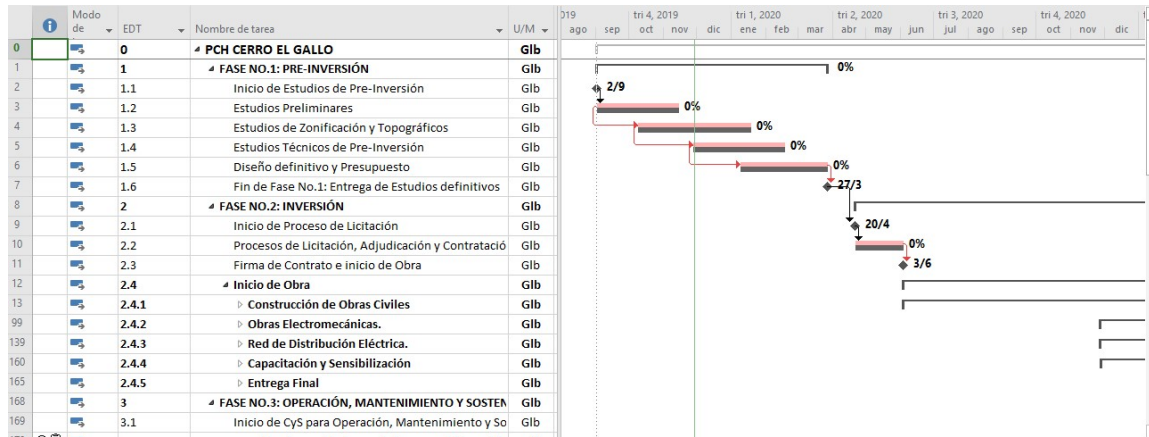


Ilustración 53: Diagrama de Gantt para el Seguimiento del Proyecto.

8.10.5 Plan para controlar los costos

Controlar los costos el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos del proyecto y gestionar cambios a la línea base de costos. El beneficio clave de este proceso es que la línea base de costos es mantenida a lo largo del proyecto.

El control de costos del proyecto incluye:

- Influir sobre los factores que producen cambios a la línea base de costos autorizada.
- Asegurar que todas las solicitudes de cambio que lleven a cabo de manera oportuna.
- Gestionar los cambios reales cuando y conforme suceden.
- Asegurar que los gastos no excedan los fondos autorizados por período, por componente de la EDT/WBS, por actividad y para el proyecto en su totalidad.
- Monitorear el desempeño del costo para detectar y comprender las variaciones con respecto a la línea base de costos aprobada.
- Monitorear el desempeño del trabajo con relación a los gastos en los que se ha incurrido.
- Evitar que se incluyan cambios no aprobados en los informes sobre utilización de costos o de recursos.
- Informar a los interesados pertinentes acerca de todos los cambios aprobados y costos asociados.
- Realizar las acciones necesarias para mantener los excesos de costos previsto dentro de límites aceptables.

Los mecanismos definidos para controlar los costos del proyecto deben incluir las siguientes técnicas y herramientas:

- Juicio de expertos: análisis de variaciones, análisis del valor ganado, pronósticos y análisis financieros.
- Análisis del valor ganado.
- Análisis de variación.
- Análisis de tendencia.
- Análisis de reserva.
- Índice del desempeño del trabajo por completar (TCPI)

La información obtenida a través de la aplicación de las herramientas mencionadas anteriormente tiene como resultado la elaboración de solicitudes de cambio a la línea base de los costos del proyecto y deberá someterse al proceso del control integral de cambios a como fue descrito en subcapítulos anteriores.

En el apéndice 13, se muestra la tabla para el análisis y la gestión del valor ganado del proyecto, una herramienta que genera la información de desempeño del proyecto requerida en el proceso de monitorear y controlar el trabajo del proyecto.

8.10.6 Plan para controlar la calidad

Controlar la calidad es el proceso de monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de gestión de calidad para evaluar el desempeño y asegurar que las salidas del proyecto sean completas, correctas y satisfagan las expectativas del cliente. El beneficio clave de este proceso es verificar que los entregables y el trabajo del proyecto cumplen con los requisitos especificados por los interesados clave para la aceptación final. Controlar la calidad determina si las salidas del proyecto hacen lo que estaban destinadas a hacer. Esas salidas deben cumplir con todos los estándares, requisitos, regulaciones y especificaciones aplicables.

Este proceso se realiza para medir la integridad, el cumplimiento y la adecuación para el uso de un producto o servicio antes de la aceptación de los usuarios y la entrega final. Esto se realizará mediante la medición de todos los pasos, atributos y variables que se utilizan para verificar la conformidad o el cumplimiento de las especificaciones establecidas durante la etapa de planificación.

Este proceso debería realizarse un control de calidad durante todo el proyecto a fin de demostrar formalmente, con datos fiables, que se han cumplido los criterios de aceptación del patrocinador y/o el cliente. Por ser de constante aplicación deberá recibir las solicitudes de cambio aprobadas en donde se requiera las modificaciones tales como la reparación de defectos.

Los mecanismos definidos para controlar la calidad del proyecto deben incluir las siguientes técnicas y herramientas:

- Recopilación de datos: listas y/o hojas de verificación.
- Muestreo estadístico.
- Cuestionarios y encuestas.
- Revisiones del desempeño.
- Análisis de causa raíz.
- Inspecciones.
- Pruebas/evaluaciones.
- Representación de datos.
- Reuniones.

8.10.7 Plan para controlar los recursos

Controlar los recursos es el proceso de asegurar que los recursos físicos asignados y adjudicados al proyecto están disponibles tal como se planificó, así como de monitorear la utilización de recursos planificada frente a la real y tomar acciones correctivas sea necesario.

El beneficio clave de este proceso es asegurar que los recursos asignados estén disponibles para el proyecto en el momento adecuado y en el lugar adecuado y son liberados cuando ya no se necesitan.

El resultado de este plan es obtener información del desempeño sobre cómo está progresando el trabajo del proyecto mediante la comparación de los requisitos de recursos y la asignación de recursos con la utilización de recursos a través de las actividades del proyecto. Esta comparación debe mostrar brechas en la disponibilidad de recursos que deben ser abordados.

En el subcapítulo de monitoreo y control del proyecto se muestra la información que debe ser mostrada en el informe de visión general de los recursos del proyecto.

8.10.8 Plan para monitorear las comunicaciones

Monitorear las comunicaciones es el proceso de asegurar que se satisfagan las necesidades de información del proyecto y de sus interesados. El beneficio clave de este proceso es el flujo óptimo de información tal como se define en el plan de gestión de las comunicaciones y el plan de involucramiento de los interesados.

El plan para monitorear las comunicaciones del proyecto debe incluir dentro de sus mecanismos de control las siguientes herramientas:

- Juicio de expertos: comunicaciones con el público, comunidad, los medios.
- Comunicaciones y sistemas de dirección de proyectos.

- Representación de datos.
- Reuniones.

En la tabla número 33 se muestra la matriz de comunicaciones a implementar en el proyecto, la cual permitirá controlar y gestionar las comunicaciones propias del proyecto.

Tabla 33: Matriz de comunicaciones. Fuente: Elaboración propia.

Matriz de Comunicaciones									
PROYECTO		Construcción de Pequeña Central Hidroeléctrica en la comunidad del Cerro El Gallo, Matiguás, Matagalpa.							
ID:		NIPCH-01							
EDT	Objetivo		Usuario		Responsabilidad			Tiempo	
	Que queremos comunicar?	Porque?	Quién recibe?	Método de Comunicación	Preparación	Revisión	Envío	Fecha Inicial	Frecuencia
1.5 Diseño definitivo y presupuesto	Progreso del Entregable	Monitorear el desarrollo y el cumplimiento de objetivos	Representante de ACC / Representante MEM	Informe escrito y enviado por e-mail + Reunión para Presentación en PP	Equipo de Formulación y evaluación del proyecto	Responsable de Oficina de Dirección de Proyectos	Responsable de Oficina de Dirección de Proyectos	2/12/2019	C/15días

8.10.9 Plan para controlar los riesgos

Monitorear los riesgos es el proceso de monitorear la implementación de los planes acordados de respuestas a los riesgos, hacer seguimiento a los riesgos identificados, identificar y analizar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a lo largo del proyecto.

El beneficio clave de este proceso es que permite que las decisiones del proyecto se basen en la formación actual sobre la exposición al riesgo del proyecto en general y los riesgos individuales del proyecto.

Para ejecutar este proceso se pretende implementar el uso de la matriz de monitoreo de riesgos que se muestra en el apéndice 14.

8.10.10 Plan para controlar las adquisiciones

Controlar las adquisiciones 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. El beneficio clave de este proceso es que garantiza que el desempeño tanto del vendedor como del comprador satisface los requisitos del proyecto de conformidad con los términos del acuerdo legal.

Para ejecutar este proceso se pretende implementar el uso de la matriz de monitoreo de adquisiciones que se muestra en el apéndice 15.

Esta herramienta indicará el estado actual de las adquisiciones requeridas del proyecto de conformidad a las fechas en las que se necesitarán las mismas, permitiendo evaluar la situación de las adquisiciones de cara a su implementación. El cumplimiento contractual se realizará en función de auditorías de adquisición, inspecciones en obra y a partir del juicio de un experto se determinará la satisfacción mutua del acuerdo consumado.

8.10.11 Plan para controlar el involucramiento de los interesados

El proceso de monitorear las relaciones de los interesados del proyecto y adaptar las estrategias para involucrar a los interesados a través de la modificación de las estrategias y los planes de involucramiento.

En el subcapítulo: Involucrados relevantes del proyecto; se definieron las estrategias para gestionar el involucramiento de los interesados a fin de garantizar el éxito del proyecto. El fin de este proceso será mantener el mismo involucramiento de los interesados que el planificado. Por lo tanto, se desarrollarán técnicas que incluyan:

- Comunicación efectiva.
- Involucramiento en las etapas de planificación y replanificación.
- Incluir en el plan de gestión de comunicación la participación de los interesados conforme a la información que ellos requieran para mantenerse involucrados activamente en el proyecto.

8.11 Integración del plan para la dirección del proyecto

La integración del plan para la dirección del proyecto implica conocer la interrelación que existe entre los planes de las áreas de conocimiento, donde la modificación en alguno de ellos ocasiona verificar el impacto sobre los otros, tal como lo establecen las buenas prácticas de gestión de proyectos a nivel internacional y que se describe a continuación:

- **Modificación del alcance.** Toda modificación del alcance implica estimar el costo, programar en el cronograma las actividades requeridas, definir las métricas de calidad del nuevo entregable y valorar los riesgos asociados a éste. Puede implicar la incorporación nuevos interesados, afectando el plan de comunicaciones.
- **Modificación en el Tiempo.** Generalmente una modificación en el tiempo implica costos adicionales, al invertir más horas de las requeridas. Puede afectar la calidad de los entregables, al realizar trabajo con mayor rapidez, esto trae aparejados riesgos que se deben valorar.
- **Modificación en el Costo.** Los incrementos en costos, principalmente de inversión, tendrían un impacto directo sobre el alcance, al disponerse de un monto previamente establecido para el presupuesto y descartarse la opción de financiamiento externo. Un recorte en el alcance afecta en consecuencia la calidad y el riesgo de que el proyecto satisfaga las expectativas de los interesados, lo que conlleva la revisión de estos planes de gestión.

- **Modificación en la Calidad.** Una disminución o mejora en la calidad generalmente está aparejada a un mayor o menor costo, área de conocimiento con la que se establecería la relación más fuerte; seguida del área de riesgos de no cumplir las expectativas de los interesados.
- **Modificación en los Riesgos.** La revisión de los riesgos debe ser permanente ya que de materializarse alguno puede afectar el alcance, tiempo, costo y calidad en forma directa.
- **Modificación de las Comunicaciones.** Es el área de conocimiento que presenta menos modificaciones en cuanto a la cantidad de interesados; no obstante, puede presentarse cambios en los intereses y expectativas que pueden afectar principalmente el alcance del proyecto, mediante la solicitud de incorporación de nuevos recinto y equipo.
- **Modificación de las Adquisiciones.** Afecta en forma directa el costo del proyecto (rubro de inversión), razón por la cual debe estimarse con mayor precisión.

En el gráfico mostrado en la ilustración número

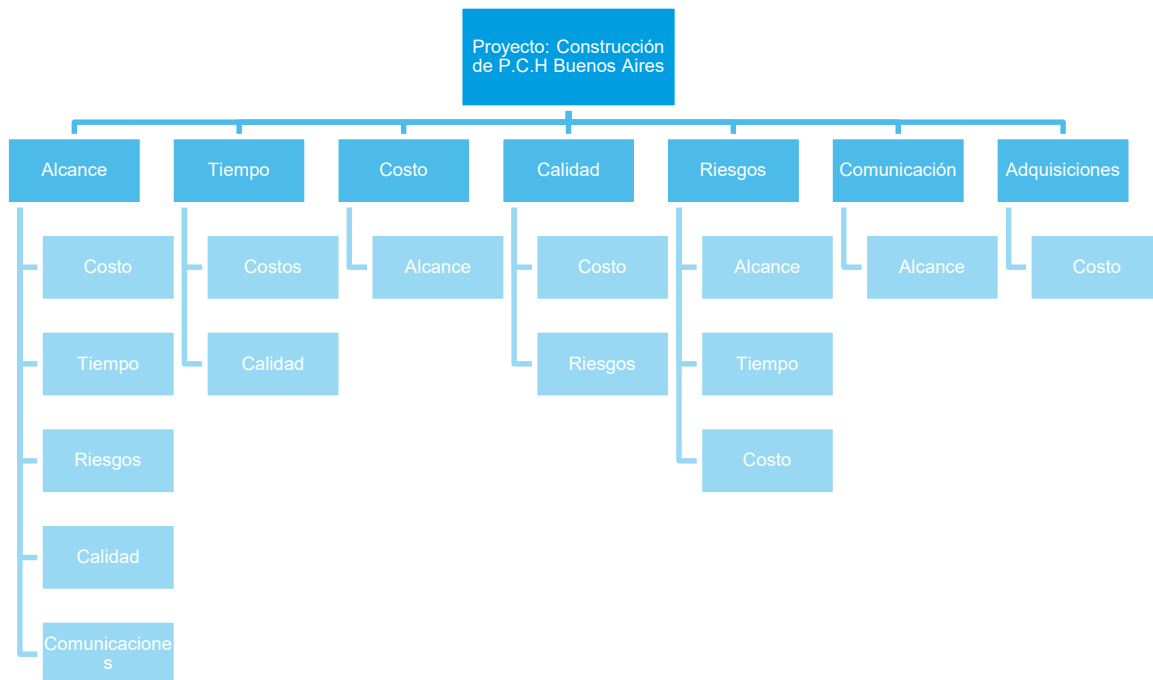


Ilustración 54: Integración de los planes individuales del Plan para la Dirección del Proyecto. Fuente: Elaboración Propia.

La figura anterior muestra las áreas que tienen mayor relación entre sí, definidas a partir de juicio de experto. No obstante, es importante recalcar que la modificación en una de las áreas puede afectar todas las demás, por lo que no se puede omitir el análisis del Plan para la Dirección del Proyecto en forma integral.

IX. CONCLUSIONES

Al finalizar este trabajo se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Las lecciones aprendidas no se documentan, y tampoco trascienden al resto de la organización para la gestión de proyecto.
- Al no existir una figura de dirección de proyectos en la Dirección de Hidroelectricidad, existen complicaciones en la integración y comunicación entre los diferentes departamentos que participan en el desarrollo de los proyectos, desde las etapas de planificación hasta la puesta en marcha de los mismos.
- Los proyectos de inversión para la construcción de hidroeléctricas que ejecuta el Ministerio de Energía y Minas, a través del Departamento de Hidroelectricidad, no se ejecutan en el tiempo, costo, alcance y calidad planificados, debido a deficiencias en los procesos de gestión provocados entre otros motivos por la falta de capacitación, definición de métricas y controles.
- No existe una cultura de gestión de proyectos sobre base de guías y formatos, lo que restringe la evaluación de resultados y rendiciones de cuentas para la obtención de resultados positivos para este tipo de proyectos.
- Existe un vacío organizacional y de deberes laborales en la estructura organizacional del Ministerio de Energía y Minas. Dado que las obligaciones de la oficina de contrataciones contemplan el control y el seguimiento de los proyectos de esta índole y la oficina de Proyectos de la Dirección de Hidroelectricidad no ejecuta este tipo de actividades, generando que la organización de los proyectos no establezca los mecanismos de controles y administración que este tipo de obras requiere.
- Existen brechas significativas entre la modalidad de gestión de proyectos en la Dirección de hidroelectricidad en comparación con guías y métodos internacionales como el PMBOK (Project Management Book of Knowledge) del PMI (Project Management Institute). Esta dirección no contempla la formulación de un plan formal como el que integra las áreas de conocimiento según el PMBOK® y sirva de base para gestionar los proyectos, según lo

establece la práctica profesional de esta disciplina. El no disponer de este insumo provoca que se trabaje en forma reactiva, sin una planificación real de las actividades que se deben de ejecutar ni de los recursos requeridos en un momento dado; lo que se traduce en incumplimiento de los cronogramas, prolongación de los tiempos de entrega e insatisfacción de los interesados; aspectos que se podrían solventar con una administración proactiva de proyectos con base en los planes de gestión.

- Los instrumentos disponibles para el equipo de gestión de proyectos en el departamento de Hidroelectricidad es el “Documento Base de Licitación o DBL”; sin embargo, estos documentos no constituyen un plan de dirección del proyecto. El DBL se elabora como un proceso de indicaciones a los posibles oferentes, razón por la cual no funciona como una guía para los mismos.
- Las áreas de conocimiento del PMBOK® incluidas en el Plan para la Dirección del Proyecto (Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, Riesgos, Comunicaciones y Adquisiciones), permiten despejar las incógnitas de los interesados en torno al proyecto: qué incluye, cuánto cuesta y cuándo estará listo. Así como, cerrar la brecha existente entre el proceso de dirección del proyecto del Departamento de Hidroelectricidad en torno al plan, aportando información útil para tomar decisiones oportunas, prevenir problemas y realizar una gestión basada en prioridades.
- Los procesos y herramientas utilizados para elaborar el Plan fueron tomados del PMBOK®, acorde con la información disponible y el tiempo para concluir el trabajo. El uso de la guía garantiza la adopción de buenas prácticas en Administración de Proyectos y la práctica profesional de esta disciplina.
- El Plan de Gestión del Alcance determina con precisión y claridad los entregables del proyecto, descomponiéndolos hasta el nivel de requisitos del producto. La especificidad del alcance establece una línea base robusta, donde las desviaciones que se pueden presentar debido a omisiones son mínimas; además, los formatos utilizados (EDT y tablas) facilitan el seguimiento y control de cambios con el fin de mantener la integridad del alcance hasta el final del proyecto

- El Plan de Gestión del Tiempo permite estimar con mayor precisión la fecha conclusión de la obra. Los resultados evidencian la necesidad de aplicar técnicas para reducir los plazos de entrega (compresión del cronograma, priorización en la asignación de recursos) y un manejo adecuado de la comunicación con los interesados.
- El plan de gestión del riesgo es un complemento a los planes de las otras áreas; con la implementación de éste se logra categorizar los riesgos y encontrar las acciones a tomar, para disminuir el impacto o para evitarlos. El trabajo anterior resulta positivo para el proyecto, ya que definitivamente ahorra recursos económicos, aumenta la posibilidad de cerrar con éxito el proyecto y, ante una eventual crisis, el grupo de trabajo contará con un insumo para avanzar en la búsqueda de soluciones.
- La integración del Plan para la Dirección del Proyecto representa la interrelación que existe entre las áreas de conocimiento, donde la modificación de una afecta a las demás. Se realizó un esfuerzo por determinar las áreas más estrechamente relacionadas, la cual debe servir de guía para evaluar el efecto de las modificaciones, de forma que se considere mínimo su repercusión sobre las áreas vinculadas fuerte; logrando que el Plan, en su totalidad, se mantenga actualizado y no uno solo de sus componentes.

X. RECOMENDACIONES

- Establecer la figura de director de proyectos y su equipo de dirección desde las etapas de pre inversión hasta la evaluación ex – post de la ejecución. Dicha recomendación está fundamentada en el PMBOK®, propiamente en lo concerniente al proceso de “iniciación”. Se recomienda que el director esté enfocado en sólo un proyecto, lo cual dependerá de los recursos financieros de la empresa. El perfil del director será una persona que posea conocimientos y experiencia en el área de gestión y administración de proyectos. El director puede ser del mismo personal que conforman el equipo de ejecución de proyectos.
- Capacitar el personal en lo que respecta a la gestión y la administración de proyectos.
- Estandarizar la aplicación de la guía metodológica para mejorar la eficiencia y la eficacia en la gestión de los proyectos de inversión del Departamento de Hidroelectricidad del Ministerio de Energía y Minas.
- La guía desarrollada abarca hasta la etapa de ejecución del proyecto. No considera la puesta en marcha, la fase de operación y la evaluación ex – post de la operación. Dentro de otros proyectos la guía se podría ampliar a estas otras etapas.
- Dar continuidad a la implementación del Plan para la Dirección del Proyecto y evaluar su impacto en la mejora en la gestión; esto con el fin de validar la utilidad de la herramienta.
- Se recomienda apegarse a los lineamientos del documento del plan de gestión de adquisiciones, para que el contratista no pueda infringir los requisitos plasmados en las especificaciones técnicas y en los requisitos de admisibilidad de las ofertas en la etapa de ejecución del proyecto, con lo que se evita cometer errores que a la postre acarren problemas en las etapas del proyecto.

- Promover el uso de Planes de Gestión de Proyectos a lo interno de la Dirección, realizando los ajustes necesarios para que estos sean utilizados por todas las Unidades Ejecutoras.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Achicanoy Rodríguez, H. D., & Paredes Mera, S. M. (2020). Propuesta de cuadro de mando financiero para el control de costos del proyecto Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH) Patico II (Doctoral dissertation, Universidad Eafit).
- Adriana Castro. (2006). *Manuales de Energías Renovables - Minicentrales Hidroeléctricas*. Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Obtenido de www.idae.es
- Akker, J. H., & Urquijo, M. V. (2009). *Desarrollo de la Hidroelectricidad a pequeña escala para usos productivos fuera de la red - NIC/02/G31*. Managua.
- BID; INDES. (2017). *Gestión de Proyectos de Desarrollo: Guía de Aprendizaje 2017*. Washington D.C.
- Blanco, N. (2009). Modelo de administración de proyectos de electrificación rural en Nicaragua incluyendo la generación en sistemas aislados. *Nexo Revista Científica* , 10-14.
- Caroní, C. E. (2007). Desarrollo de los Procesos de Gerencia de Riesgos para los Proyectos Estratégicos de CVG Electrificación del (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO).
- Camisón, C., Cruz, S., & González, T. (2006). *Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Carranza, C., & Martínez, N. (2018). *Nota técnica: Formas básicas para dirección de Proyectos*. Managua.
- Caycedo, T. (2007). *Manual de Gerencia de Proyectos a Nivel Diagnóstico*. Bogotá: Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes.
- Chanduví, D. A. (2018). *Nota Técnica: Integración del proyecto (I)*. Piura: Repositorio Institucional PIRHUA.
- Drudis, A. (2002). *Gestión de Proyectos: Como Planificarlos, Organizarlos y Dirigirlos*. Barcelona: Barcelona (España). Gestión 2000. 2002.
- Fondo de Inversión Social de Emergencia. (2008). *Catálogo de Etapas y Sub-Etapas*. Managua: Fondo de Inversión Social de Emergencia .

- García, J., Echeverry, D., & Mesa, H. (2013). Gerencia de proyectos: Aplicación a proyectos de construcción de edificaciones. Ediciones Uniandes-Universidad de los Andes.
- Guido, J., & Clements, J. P. (2012). *Administración exitosa de proyectos*. México, D.F: Cengage Learning.
- Haugan, G. (2002). *Effective Work Breakdown Structures*. Vienna, Virginia: Management Concepts.
- Kloppenborg, T. (2008). *Contemporary Project Management* . Mason Ohio : South Western Cengage Learning.
- Lewis, J. (1997). *Fundamentals of Project Management* . New York: Amacon.
- Marcano, p. (2009). Plan de gestión de riesgos para el proyecto de mejoras de las microcentrales hidroeléctricas ubicadas en la gran sabana operadas por edelca (doctoral dissertation, universidad católica andrés bello).
- Mejía Torres, R. L. (2020). Diseño de un sistema de gerencia de obras externas para la empresa HB SADELEC (Doctoral dissertation, Universidad Piloto de Colombia).
- Milosevic, D. (2003). *Project Management toolbox: Tools and techniques for the practicing project manager*. Jhon Wiley & Sons.
- Miranda, J. J. M. (2004). El desafío de la gerencia de proyectos. MMEditores.
- Moreno Monsalve, N. A., Sánchez Ayala, L. M., & Velosa García, J. D. (2019). Introducción a la gerencia de proyectos: conceptos y aplicación.
- Mulcahy, R. (2013). *Preparación para el Examen PMP*. RMC Publications, Inc. .
- Murillo, N. L., & Herrera, W. R. (2012). *Modelo de gestión y dirección en los proyectos de infraestructura desarrollados por RECOPE S.A*. Alajuela.
- PINTO, Jeffrey K. Gerencia de proyectos cómo lograr la ventaja competitiva. Pearson, 2015.
- Pereña, B. (2008). *Dirección y gestión de proyectos (2° ed)*. Madrid: Ediciones Díaz Santos.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. (2010). *Desarrollo de las Energías Renovables a Pequeña Escala en Zonas fuera de la Red*. Managua.

Project Management Institute. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Newton Square, Pennsylvania: Independent Publishers Group.

Siles, R., & Mondelo, E. (2012). *Gestión de proyectos para resultados: Guía de gestión de proyectos*. Washington D.C: INDES & BID.

Solarte-Pazos, L., & Sánchez-Arias, L. F. (2014). Gerencia de proyectos y estrategia organizacional: El modelo de madurez en gestión de proyectos CP3M© V5. 0. *Innovar*, 24(52), 5-18.

UNITEC Técnicas I - Planificación, Estructura y Electrificación Rural S.L (PEER). (2014). *Estudio de Factibilidad y Diseño Final de la P.C.H "CERRO EL GALLO" Etapa 3: Diseño Final*. Managua, Nicaragua.

VV.AA. (2009). *Programa de Gestión Integrada de Proyectos (PGIP). Metodología 7 Pasos*. Washington, D.C: BID.

XII. ANEXOS.

Anexo 1: Pregunta de Entrevistas

PREGUNTAS DE ENTREVISTAS REALIZADAS

- P.1 - ¿La información que recibe para desarrollar su trabajo es suficiente?
- P.2 - ¿Qué métricas de Gestión de Proyectos utiliza su organización para medir el rendimiento de los proyectos que ejecuta?
- P.3 - ¿Su organización usa un Sistema de Información de Gestión de Proyectos y de Gestión del Conocimiento para los esfuerzos de la Gestión de Proyectos?
- P.4 - ¿Su organización cuenta con una trayectoria profesional en el lugar para apoyar los roles (funciones) necesarias que soporten el entorno de la Gestión de Proyectos?
- P.5 - ¿Su organización cuenta con un proceso para evaluar la competencia y las evaluaciones formales de desempeño?
- P.6 - De acuerdo con el estudio de seguimiento y control realizado por el PNUD en el año 2010, los proyectos de Generación Hidroeléctrica se han ejecutado con bajos rendimientos en relación a su programación inicial. ¿Cuáles cree que son las causas que han provocado estas desviaciones en la ejecución de estos proyectos?
- P.7 - ¿Cuáles son los puntos de mejoras que ha observado en su departamento o gerencia para impactar positivamente en la ejecución de los proyectos?

Anexo 2: Ficha Técnica del Proyecto

FICHA TÉCNICA Buenos Aires II	
Datos Generales del sitio	
Departamento:	Matagalpa
Municipio:	La Dalia
Comunidades	13
Uso del sistema:	Iluminación, TV, refrigeración alimentos, radio.
Beneficiarios:	266
Principales Actividades Económicas	Agricultura, sembrando maíz, yuca, arroz, plátano y frijoles
Tipo de clima	Sabana Tropical
Precipitación (mm anuales):	2,229
Temperatura Promedio Anual:	22° C
Coordenadas UTM del sitio de Presa	
Ubicación Mapa Cartográfico	3055-2
<i>Norte:</i>	N1446588
<i>Este:</i>	E644012
Elevación (msnm)	315 msnm
Datos Técnicos	
Desnivel Bruto (m):	27
Desnivel Neto (m):	24.18
Longitud Presa - CM (m):	2,042
Caudal de diseño (m ³ /s):	3.97
Potencia de diseño (kW):	850
Extensión aprox. de la cuenca (km ²):	685 Km ²
Infraestructura	
Presa	Longitud 50 m, Altura Max 5 m
Desarenador:	Geométricamente se preferirá el sistema de grada de retención con compuerta lateral de limpieza, el acceso al canal de conducción estará controlada por una compuerta de guillotina
Línea de conducción:	Tubería de baja presión 1900 m, tubería forzada 142m
Casa de máquinas:	4.50 x 8.00 m para la instalación de los equipos electro-mecánicos
Turbina:	Francis Rápida
Generador:	Brushless
Red Eléctrica km (14.4/24.9 Kv)	17.64
Costos Totales Estimados	
Inversión total US\$:	3,615,550
US\$/kW:	4,253.6
Reducción de Emisiones (tCO ₂ en 25 años)	132,174

Anexo 3: Coordenadas de comunidades a electrificar, con la PCH Buenos Aires.

ID	Comunidades	Coordenada POINT_Y	Coordenada POINT_X
0	Las Limas	1447299	651845
1	La Estrella	1448130	650902
2	El Castillo	1447525	650460
3	Panamericana	1447783	647711
4	Linda Vista	1448410	648337
5	San Francisco	1448872	648214
6	La Campana	1448880	649084
7	San Ramon	1450823	647865
8	Yale	1449570	646540
9	Santa Marta	1449919	645472
10	Jerico	1450556	645492
11	La Caldera	1451316	646807
12	Quilile	1446910	653488

Anexo 3: Mercado y Demanda PCH Buenos Aires

COMUNIDADES A ELECTRIFICAR CON LA PCH BUENOS AIRES II, RÍO TUMA

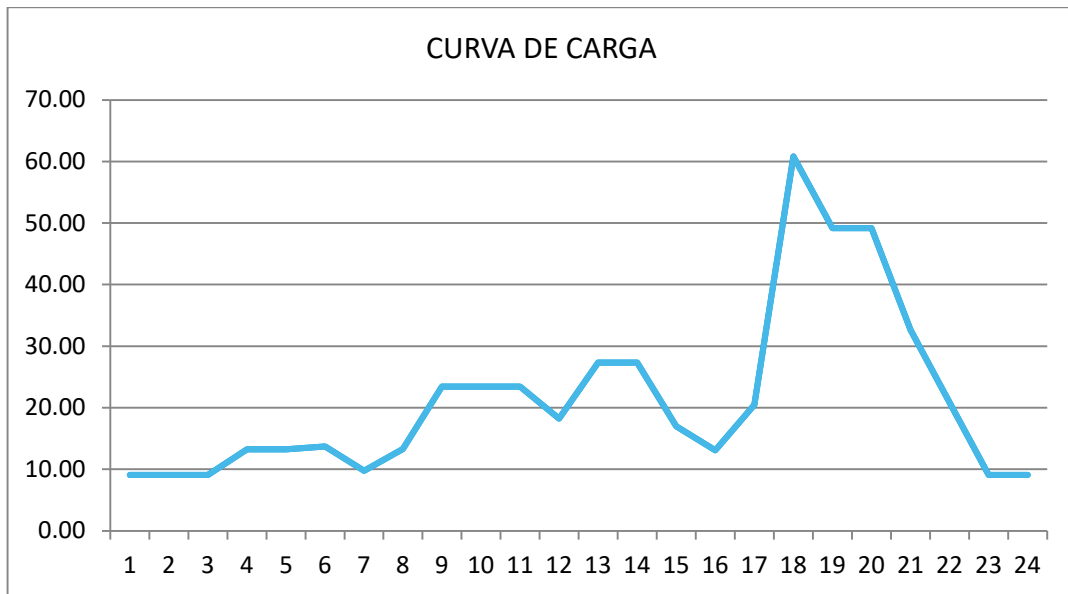
TASA DE CRECIMIENTO **2%**

COMUNIDAD	VIVIENDAS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Las Limas	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	29	29	30	30	31	32	32	33	34
La Estrella	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13
El Castillo	14	14	15	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	20	20	20
Panamericana	31	32	32	33	34	34	35	36	36	37	38	39	39	40	41	42	43	43	44	45
Linda Vista	18	18	19	19	19	20	20	21	21	22	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26
San Francisco	17	17	18	18	18	19	19	20	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25
La Campana	8	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12
San Ramón	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10
Yale	27	28	28	29	29	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36	36	37	38	39	39
Santa Marta	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	15
Jericó	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	30	30	31	31	32
La Caldera	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13
Quilile	50	51	52	53	54	55	56	57	59	60	61	62	63	65	66	67	69	70	71	73
Total	245	250	255	260	265	270	276	281	287	293	299	305	311	317	323	330	336	343	350	357

AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Comercio y Servicios																					
Molino	14	14	15	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	20	20	20	
TOTAL	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	20	20	20	20	
Servicios Comunitarios																					
Centro de Salud	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	
TOTAL	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	
Pequeña Industria																					
TOTAL			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo Demanda	DEMANDA KW / año																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DOMICILIAR																				
Television	14.86	15.15	15.46	15.77	16.08	16.40	16.73	17.07	17.41	17.76	18.11	18.47	18.84	19.22	19.60	20.00	20.40	20.80	21.22	21.64
Iluminación	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40
Radios- Equipo Sonido	19.60	19.99	20.39	20.80	21.22	21.64	22.07	22.51	22.96	23.42	23.89	24.37	24.86	25.35	25.86	26.38	26.91	27.44	27.99	28.55
Refrigerador	9.80	10.00	10.20	10.40	10.61	10.82	11.04	11.26	11.48	11.71	11.95	12.19	12.43	12.68	12.93	13.19	13.45	13.72	14.00	14.28
Sub-total	73.66	74.54	75.44	76.37	77.30	78.26	79.24	80.24	81.25	82.29	83.35	84.43	85.53	86.65	87.80	88.96	90.16	91.37	92.61	93.87
COMERCIO Y SERVICIOS																				
Molino	10.36	10.57	10.78	10.99	11.21	11.44	11.67	11.90	12.14	12.38	12.63	12.88	13.14	13.4	13.67	13.94	14.22	14.51	14.8	15.09
Sub-total	10.36	10.57	10.78	10.99	11.21	11.44	11.67	11.90	12.14	12.38	12.63	12.88	13.14	13.40	13.67	13.94	14.22	14.51	14.80	15.09
COMUNITARIA																				
Centro de Salud	11.67	11.90	12.14	12.38	12.63	12.88	13.14	13.40	13.67	13.94	14.22	14.51	14.80	15.09	15.39	15.70	16.02	16.34	16.66	17.00
Alumbrado Publico	1.26	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68
Sub-total	12.93	13.58	13.82	14.06	14.31	14.56	14.82	15.08	15.35	15.62	15.90	16.19	16.48	16.77	17.07	17.38	17.70	18.02	18.34	18.68
TOTAL KW	96.94	98.69	100.04	101.42	102.83	104.26	105.73	107.22	108.74	110.29	111.88	113.50	115.14	116.82	118.54	120.29	122.07	123.89	125.75	127.64

Horas	Demanda Doméstica en kW				Demanda Comunitaria			Comercio y Servicios	Total Demanda Doméstica	Total Demanda Comunitaria	Total Demanda S. Productivo	Total en kW	Horas
	ILUMINACION	Radio/equipo de sonido	Refrigerador a	Televisor	Alumbrado Público	Centro de Salud	Molino						
	Total kW	Total kW	Total kW	Total kW	Total kW	Total kW	Total kW						
01:00	2.94		4.90		1.26			7.84	1.26	0.00	9.10	01:00	
02:00	2.94		4.90		1.26			7.84	1.26	0.00	9.10	02:00	
03:00	2.94		4.90		1.26			7.84	1.26	0.00	9.10	03:00	
04:00	2.94	3.92	4.90		1.26		0.21	11.76	1.26	0.21	13.23	04:00	
05:00	2.94	3.92	4.90		1.26		0.21	11.76	1.26	0.21	13.23	05:00	
06:00		3.92	4.90			4.67	0.21	8.82	4.67	0.21	13.69	06:00	
07:00			4.90			4.67	0.21	4.90	4.67	0.21	9.77	07:00	
08:00			4.90			8.17	0.21	4.90	8.17	0.21	13.27	08:00	
09:00			4.90			8.17	10.36	4.90	8.17	10.36	23.43	09:00	
10:00			4.90			8.17	10.36	4.90	8.17	10.36	23.43	10:00	
11:00			4.90			8.17	10.36	4.90	8.17	10.36	23.43	11:00	
12:00			4.90			8.17	5.18	4.90	8.17	5.18	18.25	12:00	
13:00		3.92	4.90			8.17	10.36	8.82	8.17	10.36	27.35	13:00	
14:00		3.92	4.90			8.17	10.36	8.82	8.17	10.36	27.35	14:00	
15:00		3.92	4.90			8.17		8.82	8.17	0.00	16.99	15:00	
16:00			4.90			8.17		4.90	8.17	0.00	13.07	16:00	
17:00			4.90	7.43		8.17		12.33	8.17	0.00	20.50	17:00	
18:00	26.46	3.92	4.90	12.63	1.26	11.67		47.91	12.93	0.00	60.83	18:00	
19:00	26.46	3.92	4.90	12.63	1.26			47.91	1.26	0.00	49.17	19:00	
20:00	26.46	3.92	4.90	12.63	1.26			47.91	1.26	0.00	49.17	20:00	
21:00	26.46		4.90		1.26			31.36	1.26	0.00	32.62	21:00	
22:00	14.70		4.90		1.26			19.60	1.26	0.00	20.86	22:00	
23:00	2.94		4.90		1.26			7.84	1.26	0.00	9.10	23:00	
24:00	2.94		4.90		1.26			7.84	1.26	0.00	9.10	24:00	
Total	141.12	35.28	117.60	45.31	15.12	102.67	58.02				60.83	Total	



Horas	Demanda Doméstica en kW				Demanda Comunitaria en kW			Comercio y Servicios	Total Demanda Doméstica	Total Demanda Comunitaria	Total Demanda S. Productivo	Total en kW
	ILUMINACION	Radio/equipo de sonido	Refrigerador a	Televisor	Alumbrado Público	Centro de Salud	Molino					
	Total kW	Total kW	Total kW	Total kW	Total kW	Total kW	Total kW					
Total	141.12	35.28	117.60	45.31	15.12	102.67	58.02	0.00	0.00	0.00	60.83	

365

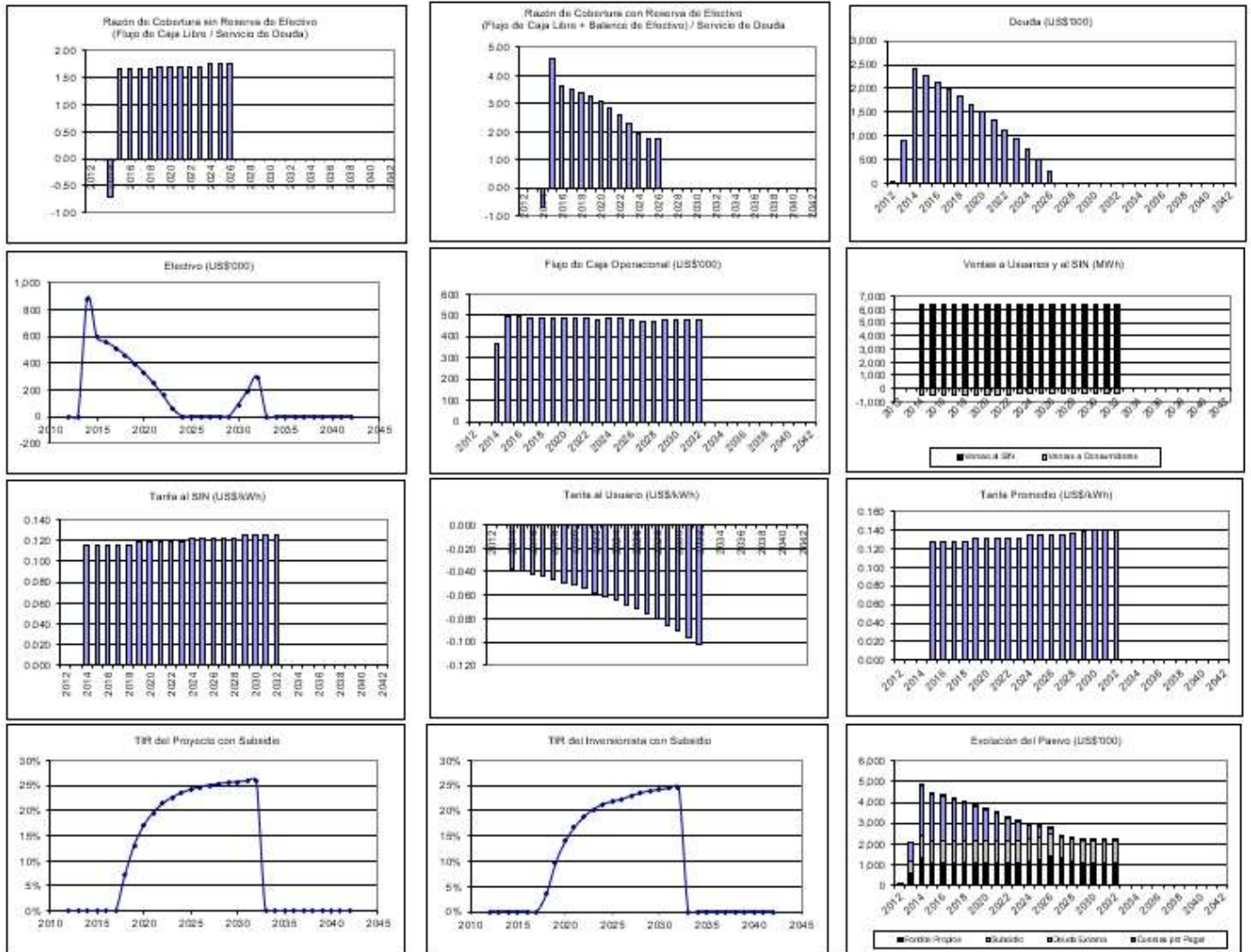
240

Energía Anual (kwh)	51508.80	12877.20	42924.00	16539.33	5518.80	24640.00	21175.84
---------------------	----------	----------	----------	----------	---------	----------	----------

SECTOR DE CONSUMO	kWH	%	kWh/mes
RESIDENCIAL	123,849.33	71%	1032.08
COMUNITARIO	30,158.80	17%	351.99
COMERCIO Y SERVICIOS E INDUSTRIA	21,175.84	12%	123.58
TOTAL	175,183.97	100%	54.80

Anexo 4: Graficas de Evaluación Técnica - Financiera

Graficas Principales



Anexo 5: Presupuesto General PCH Buenos Aires

PCH BUENOS AIRES	
PRESUPUESTO	MONTO US\$
Costos Directos	2,672,571.30
Obras Civiles	1,792,557.00
Caminos de acceso	33,000.00
Presa-Vertedero-Toma de Agua-Campamentos-Casa de Máquinas	858,132.00
Tubería conducción a baja presión y forzada, instalada, acero	901,425.00
Equipos Electromecánicos	880,014
Turbina,regulador, transporte	411,513
Generador, transformador, protección, transporte	181,650
Compuertas, gradas, válvulas, componentes eléctricos y mecánicos	206,850
Costos de instalación de los equipos	80,001
Costos Indirectos	481,063
Ingeniería y Administración 10%	267,257
Imprevistos 8%	213,806
Total Costos PCH	3,153,634
Red Distribución e Interconexión SIN 14.4/24.9 kV	461,916
Costos Totales	3,615,550
Capacidad PCH (kW)	850
Inversión/kW (planta hidro solamente)	3710.16
Inversión/kW (planta hidro + red distribución+conexión SIN)	4253.59