UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADEMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS
EXTENSIÓN GUAYANA

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DESARROLLO DEL PLAN DETALLADO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO TOCOMA DE ACUERDO A LA METODOLOGÍA ESTABLECIDA POR EL PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE

presentado por
Ing. Alfredo Ron Maldonado

para optar al título de
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor
Ing. Clara Ilse Macareño Antolinez

Puerto Ordaz, junio de 2006

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE ANEXOS	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: **Propuesta del Proyecto**	3
1.1. Planteamiento del Problema.	**3**
1.2. Justificación.	**4**
1.3. Objetivos del Proyecto.	**6**
1.3.1. Objetivo General.	**6**
1.3.2. Objetivos Específicos.	**6**
CAPÍTULO II: **Marco Conceptual**	8
2.1. Antecedentes de la Investigación	**8**
2.2. Bases Teóricas	**9**
2.3. Marco Conceptual	**32**
CAPÍTULO III: **Marco Metodológico**	37

3.1. Tipo de Investigación **37**

3.2. Diseño de la Investigación **38**

3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos **39**

3.4. Técnicas de Análisis e Interpretación de los Resultados **40**

CAPÍTULO IV: **Marco Organizacional** 41

4. Generalidades de la Empresa. **41**

4.1. Reseña Histórica. **41**

4.2. Ubicación Geográfica. **42**

4.3. Situación Actual en el Mercado. **43**

4.4. Fines. **44**

4.5. Visión. **45**

4.6. Misión. **45**

4.7. Valores. **45**

4.8. Misión de la Dirección de Expansión de Generación. **45**

4.9. Visión de la Dirección de Expansión de Generación. **46**

4.10. Estructura Organizativa de la Empresa. **46**

CAPÍTULO V: **Desarrollo del Proyecto.** 47

5.1. Descripción de la Situación Actual. **47**

5.2. Identificación de los Principales Riesgos del Proyecto TOCOMA. **48**

5.3. Desagregación del Proyecto. **51**

5.4. Estrategia de Ejecución. **54**

CAPÍTULO VI: **Resultados del Proyecto** 69

6.1. Descripción del Proyecto TOCOMA. **69**

6.2. Estrategia Contractual del Proyecto TOCOMA. **71**

6.3. Registro de Riesgos **74**

6.4. Estructura Desagregada del Trabajo **76**

6.5. Estrategia de Ejecución **78**

6.6. Aprobación del Plan detallado de Ejecución del Proyecto. **82**

CONCLUSIONES 84

RECOMENDACIONES 85

BIBLIOGRAFÍA 86

LISTA DE FIGURAS

Pág.

1. **Niveles de una EDT en forma de Organigrama** **19**
2. **Modelo de Diagrama de Gantt** **23**
3. **Modelo de Diagrama de Programación en redes** **23**
4. **Ubicación Geográfica del Proyecto Bajo Caroní.** **43**
5. **Estructura Organizativa de CVG EDELCA.** **46**
6. **Primer nivel de detalle de la EDT del Proyecto TOCOMA similar al utilizado en el Proyecto CARUACHI.** **52**
7. **Organigrama utilizado para realizar la EDT del Proyecto TOCOMA.** **52**
8. **Pantalla del Software para la asignación de los recursos para cada actividad.** **65**
9. **Plan de Contrataciones del Proyecto TOCOMA** **73**
10. **EDT del Proyecto TOCOMA.** **77**
11. **Diagrama de Aprobación del Plan Detallado de Ejecución del Proyecto TOCOMA.** **83**

LISTA DE TABLAS

Pág.

1. **Esquema de adaptación de la Metodología del *PMI*** **40**
2. **Requerimientos del *PMI* utilizados para realizar la Identificación de Riesgos.** **48**
3. **Formato del Cuadro Publicado para la identificación de los Riesgos del Proyecto.** **51**
4. Requerimientos del PMI utilizados para realizar la EDT del Proyecto TOCOMA. **51**
5. **Código de carácter nemotécnico para los vaciados de las estructuras de concreto.** **55**
6. **Requerimientos del PMI para la Definición de las Actividades** **56**
7. **Días no laborales por año.** **59**
8. **Datos para calcular los días laborales por mes en un año.** **60**
9. Requerimientos del *PMI* para establecer la secuencia de actividades. **62**
10. **Plan de Identificación de los principales Riesgos del Proyecto TOCOMA.** **74**
11. **Plan de Adquisiciones del Proyecto TOCOMA.** **78**

LISTA DE ANEXOS

Pág.

1. **Programa General del Proyecto TOCOMA** **86**
2. **Histograma de Concreto de las Estructuras Principales del Proyecto TOCOMA** **87**
3. **Programa resumido de las Estructuras Principales del Proyecto TOCOMA** **88**
4. **Histogramas de Recursos para las Estructuras Principales del Proyecto TOCOMA** **89**
5. **Ruta Crítica del Proyecto TOCOMA** **90**

DEDICATORIA

A mis hijos Alfredo Jesús y Maria Virginia por ser lo más bello que me regalo la vida, a mi esposa Maricelina Pacheco por su amor, apoyo y comprensión, a mis padres por la educación que me dieron y a todas aquellas personas que me apoyaron.

AGRADECIMIENTO

A Dios por estar conmigo en todos los momentos de mi vida.

A mis compañeros de clase, por los momentos que intercambiamos en los salones de clase.

A mi familia, por siempre estar allí compartiendo mis alegrías y tristezas.

Ron, Alfredo (2006). Desarrollo del Plan Detallado de Ejecución del Proyecto Hidroeléctrico TOCOMA de acuerdo a la metodología establecida por el *Project Management Institute*. Universidad Católica "Andrés Bello". Dirección de Postgrado. Especialización en Gerencia de Proyectos. Tutor: Ing. Clara Ilse Macareño Antolinez.

RESUMEN

El Proyecto Hidroeléctrico TOCOMA es el último de los desarrollos sobre las caudalosas aguas del Bajo Caroní, y surge de la necesidad de abastecer energía a lo largo del país, a causa del incremento de la población y al crecimiento industrial en los últimos años y que se pronostica a futuro, para el desarrollo económico y social del país. Actualmente el Proyecto TOCOMA se encuentra en sus fases III y IV del ciclo de vida de un proyecto, requiriendo del financiamiento como se había previsto para llevar a cabo la construcción de las obras civiles principales del Proyecto. Los Organismos que han manifestado interés de participar como financistas contemplan como requisito indispensable e irremplazable el estudio de factibilidad del proyecto en el que incluye un Plan Detallado de Ejecución, dicho documento anteriormente, estaba dentro del alcance de contrataciones de asesoría externa, significando esto egresos importantes para CVG EDELCA. Bajo esta condición y contando CVG EDELCA con un equipo multidisciplinario capacitado con experticias en la planificación, control y seguimiento de la ejecución de Proyectos similares, asume como actividad medular la elaboración del Plan Detallado de Ejecución bajo la premisa de la metodología del *Project Management Institute*. Con la adaptación de la metodología del *PMI*, CVG EDELCA a través de la Dirección de Expansión de

Generación cumplirá con los requisitos exigidos para el financiamiento de la obra y además contará con un documento que servirá como base de análisis para optimizar el Plan Detallado de Ejecución propuesto por las empresas contratistas. El siguiente trabajo será desarrollado bajo la modalidad de un Proyecto Factible que aspira cubrir una necesidad dentro de la Gerencia del Proyecto Hidroeléctrico TOCOMA.

Plan Detallado de Ejecución, Metodología, Financiamiento, Planificación, Proyecto.

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ingeniero Especialista en Gerencia de Proyectos **Clara Macareño**, en mi carácter de Tutor del Trabajo Especial de Grado, presentado por el Ingeniero **Alfredo Gregorio Ron Maldonado**, titular de la C.I: **9.506.955**, para optar el título de Especialista en Gerencia de Proyectos, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación, por parte del jurado que se le asigne.

En Puerto Ordaz, al primer día del mes de julio de 2006.

Ing. Clara Macareño.
C.I: 6.845.980
Tutor

CAPÍTULO I

1.1. Planteamiento del Problema.

La construcción de Centrales Hidroeléctricas requiere de grandes inversiones de capital, y el Proyecto TOCOMA no es la excepción. Una vez que este proyecto fue declarado por la Presidencia de la República como iniciativa de prioridad nacional, la Gerencia de Proyectos de CVG EDELCA viene gestionando ante los Ministerios de Planificación y Desarrollo y de Finanzas la procura del financiamiento. Sin embargo, los organismos interesados en participar como financistas contemplan en sus exigencias que el estudio de factibilidad sea acompañado como requisito indispensable del Plan Detallado de Ejecución del Proyecto, cabe mencionar que durante la planificación y construcción de las Centrales Hidroeléctricas GURI, MACAGUA y CARUACHI se contemplaba la entrega de este documento (Plan Detallado de Ejecución) al igual que el Plan General de Construcción dentro del alcance de contratos de Asesorías.

La contratación de asesores internacionales especialistas en construcción de centrales hidroeléctricas para elaborar el Plan Detallado de Ejecución, representa para CVG EDELCA erogaciones importantes de recursos, considerando que CVG EDELCA cuenta con el personal multidisciplinario capacitado que ha participado en la planificación y control de los Proyectos GURI, MACAGUA y CARUACHI, se tomó la

decisión de incorporar como actividad medular la elaboración del Plan Detallado de Ejecución de las obras principales del Proyecto Hidroeléctrico TOCOMA, utilizando recursos internos (personal de la organización) y una metodología confiable adaptada con los requerimientos en tiempo, costo y calidad que exige en la actualidad CVG EDELCA para la construcción de este tipo de obras.

Esta alternativa se encuentra condicionada por la capacidad de adaptación de esta metodología (mejores prácticas de Gestión de Proyectos) siguiendo los lineamientos del *Project Management Institute* y considerando que el proyecto TOCOMA se encuentra actualmente desarrollándose en las fases III y IV de su ciclo de vida, el retardo en la entrega del Plan Detallado de Ejecución pondría en riesgo la presentación oportuna de los recaudos necesarios para completar la solicitud ante los organismos financieros, traduciéndose en que CVG EDELCA vería comprometido el lapso previsto para iniciar los trabajos objeto de financiamiento.

La metodología del *PMI* asegura, entre otras cosas, que al ser adaptado en las pautas o requerimientos, CVG EDELCA podrá elaborar un Plan Detallado de Ejecución que cumpla con las exigencias de los entes financieros y de esta forma obtener resultados satisfactorios, tal y como lo ha venido presentando en los proyectos anteriores y además de servir como modelo de análisis, para optimizar el Plan Detallado de Ejecución propuesto por las empresas contratistas.

Finalmente, la gran similitud del Proyecto Hidroeléctrico TOCOMA con el Proyecto Hidroeléctrico CARUACHI permitió utilizar, el Plan Detallado de Ejecución de este último, como modelo en el diseño de estrategias, tanto técnicas como en las secuencias lógicas de ejecución de las obras para el Proyecto TOCOMA, con la ventaja que se logró planificar las acciones correctivas a las desviaciones registradas por la

1.2. Justificación.

El Proyecto TOCOMA es el último de los desarrollos que constituyen el aprovechamiento Hidroeléctrico del Bajo Caroní, conjuntamente con las Centrales GURI, MACAGUA y CARUACHI. El Plan Detallado de Ejecución es requisito indispensable e irremplazable incluido en el estudio de factibilidad como exigencia del ente financiero interesado en el financiamiento del contrato principal civil, documento que esboza el cómo, cuando y con cuales recursos CVG EDELCA ejecutará el Proyecto.

La aprobación del financiamiento está sujeta al cumplimiento de la entrega de los documentos y a la viabilidad de los resultados expuestos en ellos, motivo por el cual CVG EDELCA recurre a la adaptación de la metodología propuesta por el *Project Management Institute* ya que actualmente presenta un auge en las mejores prácticas de la Gerencia de Proyectos debido a la obtención de resultados satisfactorios en la planificación de proyectos de gran envergadura, bajo estas referencias CVG EDELCA presentó un documento que pueda ser avalado por los asesores representantes del ente financiero para la aceptación de los recaudos presentados.

El Plan Detallado de Ejecución plantea una estrategia de trabajo la cual orienta la ejecución del proyecto por un camino viable que garantice entre otras cosas la calidad de la obra bajo un costo razonable y con menor impacto ambiental asumiendo los principales riesgos que de alguna manera puedan incidir en la ejecución del proyecto, así como también, determina a un nivel más preciso el programa línea base que consiste en fechas planificadas de inicio y terminación,

secuencia lógica de construcción y los recursos asociados a cada una de las actividades que se deben desarrollar para cumplir con las principales entregas del proyecto asumiendo las restricciones propias del mismo, este documento garantiza mediante su cumplimiento la culminación en tiempo de la obra. Es vital comprender que no puede existir control si no se cuenta con un plan previo que sirva como patrón de comparación entre lo planificado y lo ejecutado.

La metodología del *PMI*, es aplicable para cualquier tipo de proyectos, en el caso del Proyecto TOCOMA, además de servir como herramienta de trabajo se logró su adaptación, incorporando supuestos, lecciones aprendidas, experiencias laborales, variables económicas no previstas en la metodología, aportando así, mejoras para elaborar el Plan Detallado de Ejecución y por ende a la metodología del *PMI.*

Con la adaptación de la metodología de mejores prácticas para la Gestión de Proyectos, CVG EDELCA a través de la Dirección de Expansión de Generación elaboró un Plan Detallado de Ejecución en las condiciones exigidas para solicitar el financiamiento del Proyecto y adicionalmente servirá como base de análisis para optimizar el Plan Detallado de Ejecución propuesto por las empresas contratistas.

1.3. Objetivos del Proyecto.

1.3.1. Objetivo General.

Desarrollar el Plan Detallado de Ejecución del Proyecto Hidroeléctrico TOCOMA de acuerdo a la metodología establecida por el *Project Management Institute*.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Identificar los principales riesgos que puedan incidir en el cumplimiento de las entregas principales y parciales del proyecto, a fin de planificar las acciones pertinentes a su mitigación.

- Definir de manera estructurada la secuencia lógica de ejecución de las actividades que constituirán el Programa para la construcción de la Central Hidroeléctrica TOCOMA, con el fin de determinar las precedencias entre las mismas, las holguras existentes así como la ruta crítica del programa.

- Asignar los recursos disponibles en términos de tiempo, para así estimar la duración en la ejecución de sus componentes, las productividades y rendimientos requeridos.

- Identificar los principales Hitos o fechas claves en el Programa General del Proyecto, a fin de establecer las entregas parciales necesarias para cumplir con la meta final de construcción y la entrada en operación comercial de las Unidades de Generación.

- Determinar la ruta y actividades críticas, con la finalidad de conocer las actividades que pondrían en riesgo las entregas del Proyecto a causa del incumplimiento de las fechas que se tienen programadas para estas.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1.- Antecedentes de la Investigación.

Relevantes a esta investigación resultan los Trabajos de Grado realizados en instituciones de educación superior como la Universidad Católica Andrés Bello y Universidad de Oriente. Entre los más importantes podemos citar:

Blanca, D. (2004), **Propuesta para la sistematización de las lecciones aprendidas bajo el alcance del Contrato 103 – 31, durante la fase de construcción del Proyecto Caruachi**. Universidad Experimental Guayana, Puerto Ordaz Estado Bolívar. Donde se concluye que la "La Reducción y racionalización del número de contratos, para facilitar la coordinación de las obras del proyecto y para no hacer depender al Contrato Civil Principal del suministro de equipos a través de contratos menores", igualmente destaca que la "Construcción de la Ataguía B, que permite independizar el Aliviadero de la estructura de Tomas, para no comprometer el cumplimiento de la meta del segundo Desvío del río a través de los ductos del Aliviadero".

García, C. (2005), **Establecimiento de Metodología para el Control y Seguimiento de obras de Tierra (Contrato 104 – 33)**.Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar – Estado Bolívar. Establece que es "Es conveniente pensar que no se requiere controlar todas las actividades en todos los puntos, ya que se puede seguir una metodología que permita controlar sólo las actividades de la ruta crítica o las que llevan retraso acumulado. Todo ello se hace con el fin de determinar la necesidad de un cambio en el plan de ejecución".

Briceño, J. (1998), **Guía de planificación y control de proyectos**. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas. En su Trabajo Especial de Grado para su especialización en Gerencia de Proyectos menciona lo siguiente:
"Es un arte conseguir que todas las actividades de un proyecto se realicen satisfactoriamente con un equipo multidisciplinario y heterogéneo de profesionales y trabajadores".

Estos postulados hacen referencia a proyectos similares del tratado en este trabajo de grado, y los aspectos considerados en los mismos contribuyeron en enriquecer el material de apoyo que se requirió para desarrollar el tema objeto de investigación, así como su ubicación dentro de la teoría de Gerencia de Proyectos.

2.2.- Bases Teóricas.

Seguidamente se hace mención a una serie de términos que son la base para el desarrollo y contextualización del presente estudio.

Gerencia de Proyectos.

Es la aplicación de conocimientos, habilidades, técnicas y herramientas con la finalidad de satisfacer o superar los requerimientos de los inversionistas. La Gerencia de Proyectos es la encargada de visualizar y establecer las prioridades del proyecto, ubicarlas en un espacio de tiempo determinado, y asignar el tiempo y número de recursos necesarios para satisfacer esas prioridades con la finalidad de ejecutar el proyecto en un menor tiempo y al más bajo costo posible, sin alterar las condiciones de armonía y cordialidad en el sitio de trabajo.

Proyecto.

Es cualquier trabajo finito, complejo y no repetitivo sea de diseño, construcción u otro, el cual contiene un conjunto de actividades formalmente organizadas las cuales se les han establecido fechas de inicio y fechas de terminación, además consumen recursos (humanos, materiales, equipos, tiempo y dinero). Generalmente en la elaboración de un proyecto cualquiera, se encuentran involucrados un grupo multidisciplinario con intereses propios.

Características de un Proyecto.

- Único: tienen identidad propia (dueños diferentes, particularidades físicas propias).
- Temporal: porque tiene fecha de inicio y fecha de culminación.
- Multidisciplinario: trabaja con personal de distintas disciplinas y experticias.
- Normas y Regulaciones: estándares técnicos de comportamiento y calidad que deben regirse por ciertos ordenamientos tanto públicos como privados.
- Influencias Culturales: tomar en cuenta las costumbres típicas e idiosincrasia de donde se va a ejecutar el trabajo.
- Negociaciones y Soluciones: donde se especifica el tipo de contrato, cuales son las garantías ofrecidas, las cláusulas que conforman el contrato. A su vez, generar propuestas que permitan la consecución de arreglos amistosos en caso de reclamos o disputas.

Aspectos que involucra la Gerencia de Proyectos y su Administración

- Planificación del proyecto
- Definición de las especificaciones de trabajo
- Definición de la cantidad de trabajo
- Definición de los recursos requeridos
- Observación del proyecto
- Hacer seguimiento de progreso
- Comparar lo realizado en la planificación
- Analizar el impacto
- Efectuar ajustes

Dificultades que presenta la Gerencia de Proyectos.

- Complejidad del proyecto.
- Exigencias especiales del cliente.
- Reestructuración organizacional.
- Riesgos del proyecto y del entorno.
- Cambios de tecnología.
- Ingeniería pobremente desarrollada.
- Planes y estimaciones de costos imprecisos.

Es importante tener la capacidad de prever si un proyecto tendrá éxito o fracasará. El éxito o el fracaso se determinan mediante las medidas que se aplican para evaluar el proyecto cuando este completo. La proyección y el establecimiento de las acciones que contribuyen el éxito o el fracaso evitan a menudo resultados adversos. La palabra fracaso describe la condición o el hecho de que no se alcancen los resultados esperados. El fracaso de un proyecto es una condición que se presenta cuando no se producen los resultados esperados.

Para determinar el éxito o el fracaso es necesario desarrollar normas de rendimiento para el proyecto y compararlos con los resultados obtenidos.

Programación.

La programación permite la ubicación del proyecto en el tiempo. Comprende la asignación de Recursos y Duración de los elementos, áreas, actividades, etc., que componen el trabajo dentro de las cláusulas establecidas en el contrato o Plan de Trabajo acordado.

La determinación y cálculo del tiempo en las actividades de trabajo debe estar relacionado con una Secuencia establecida en la Planificación y manteniendo prioridades de ejecución. Se deberán considerar factores de producción basados en cantidades medibles de obra, como también estimar la cantidad de documentos, planos, listas o esquemas, si se trata de un proyecto en la etapa de diseño. La experiencia y participación, en la revisión y estudio de otros proyectos u obras similares y un adecuado asesoramiento técnico, son fundamentales en la adjudicación de tiempo de ejecución de actividades, las cuales deben ser consideradas en la asignación de los mismos.

Para la determinación de la duración se requiere conocer a priori la disponibilidad de recursos por cada actividad y en función de los mismos y de acuerdo a su producción por unidad de tiempo (horas, días, meses, etc.) se obtiene el tiempo de ejecución.

Es conveniente recordar que existen en el mercado, manuales y tablas, como también oficinas de bancos de datos, que suministrarán informaciones referentes a índices de costos y rendimientos por categorías de personal y clasificados de acuerdo al oficio. Esta información sirve de referencia en el momento de estimar

las duraciones de las operaciones o actividades a ejecutar. También los manuales de equipos y maquinarias suministran información útil acerca de los índices de costos, capacidades, operaciones y rendimientos.

Planificación.

La etapa de planificación abarca la metodología, que mediante un proceso de formulación, establece una red lógica de actividades y eventos, a través del cual se visualiza en forma integral el Proyecto a desarrollar. Dicha formulación contempla la Base Gerencial sobre la cual se realizará el Seguimiento necesario que facilitará la evaluación de Avance de los trabajos. Constituye el como se hará el proyecto. La planificación consiste en determinar las operaciones y actividades a desarrollar, los eventos o hitos particulares de ejecución, la secuencia de los mismos y sus interrelaciones, evaluar y establecer prioridades en función de los recursos requeridos o disponibles y finalmente, en representar en una forma gráfica el Plan a ejecutar.

En la medida que los proyectos y obras de ingeniería sean más complejos y costosos, ejercicio de una buena planificación determinará el buen curso y total culminación de los trabajos dentro de los objetivos establecidos.

Insumos para la Planificación / Programación.

La Planificación / Programación requiere de informaciones y consideraciones básicas de la Gerencia del Proyecto, la cual debe prever lo siguiente:

- Alcance integral del proyecto y su entorno.
- Consideraciones políticas de la empresa, de carácter Gerencial y Organizacional.
- Consideraciones contractuales, legales y comerciales.
- Consideraciones de la Estructura Organizativa del proyecto y su Estructura de Seccionamiento.
- Análisis de factibilidad del proyecto.
- Identificación de problemas potenciales y sus soluciones.
- Análisis de restricción y consideraciones del manejo de recursos en general.
- Compaginación o acoplamiento con la metodología.
- Consideraciones de programas de seguridad y trámites en general de permisos.
- Consideraciones de suministros, abastecimientos y mantenimiento.
- Sistemas y técnicas de trabajo.
- Patrones de asesoramiento, consultoría y relaciones con terceros.
- Consideraciones Económicas – Financieras.

Al preparar la planificación y programación del proyecto, se deberá tener presente la idea de la funcionalidad para el logro de un Plan efectivo y eficiente, de lo contrario, se perderá el objetivo del mismo y se caerá en un “Plan irreal”, inoperante y por supuesto inútil.

Mano de obra.

El manejo de recursos es fundamental y el saber utilizar apropiadamente la mano de obra, más aún. Para establecer un ritmo de construcción balanceado y nivelado, se deberán estudiar cada una de las actividades y definir adecuadamente las cuadrillas y personal general que permitan lograr un avance

uniforme sobre todas las fases del proyecto. Cuando la obra tiene elementos repetitivos, estos deberán ser analizados conjuntamente con el personal, materiales y equipos correspondientes, de forma de conseguir el mayor rendimiento y economía posible.

Equipos.

En lo referente a los equipos, se debe conocer como se utilizarán, cuando y bajo que condiciones. También se preverán sus elementos de mantenimiento y máxima operatividad.

Materiales.

En lo referente a los materiales, se debe saber las cantidades, como y cuando se utilizarán, también se deben revisar los acuerdos de solicitudes y necesidades de almacenamiento.

Flujo de Caja.

En las consideraciones económicas – financieras, se debe prever el flujo de caja con los saldos de ingresos y egresos, necesidades de financiamiento y acuerdos o compromisos bancarios, también deben ser previstos los factores inflacionarios y cualquier consideración económica pertinente.

Proceso de Planificación / Programación.

1.- Estrategia de desarrollo.

Comprende la necesaria coordinación y sincronización de esfuerzos a fin de proveer una planificación / programación representativa y útil.

- Alcance del proyecto
- Fases o etapas del proyecto
- Gerencia
- Organización
- Recursos
- Insumos para la planificación
- Metodología del proceso de planificación

2.- Plan de Ejecución.

Proceso mediante el cual se desarrollará la lógica de ejecución de un proyecto, estableciéndose el Plan Maestro, Plan de Detalle y el documento de planificación / programación.

- Plan Maestro Preliminar o Borrador.

  a. Formulación de la primera aproximación de la lógica de ejecución del proyecto, en base a los primeros dos o tres Niveles de consolidación.
  b. Revisión cíclica hasta que constituya parte del Plan de Detalle Definitivo.
  c. Plan Maestro
  d. Plan Maestro Preliminar que constituye parte del Plan Maestro Definitivo.

- Plan de Detalle

Plan de ejecución que representa la lógica del proyecto, constituye el Plan Maestro que según los niveles de consolidación, abarcan el nivel operativo:

a. Plan Maestro Preliminar
b. Plan Maestro
c. Formulación de macro componentes que conforman el Plan Maestro
d. Interacción de los macro componentes mediante conectores

3.- Validación del Plan de Ejecución.

- Recursos
- Inclusión
- Evaluación
- Expresiones gráficas y tabuladores

4.- Definición de los elementos o parámetros referenciales.

- Código: identificador descriptivo. Se establece en función de la E.A.T.
- Peso (W): representa la relación de importancia de una actividad u operación, dentro de la agrupación a la cual pertenece. Permite la consolidación de avance del proyecto a través de la E.AT.
- Regla de medición de progreso: procedimiento para la evaluación de avance desde el nivel operativo hasta los niveles de consolidación superior.

5.- Revisión del proceso de adquisición de equipos y materiales.

Consiste en la evaluación, sobre el Plan de Detalle, de cada una de las actividades y operaciones en materia de equipos y materiales, sobre su ubicación

en sitio para su uso final. Se trata de asegurar que los procesos de adquisición estén contemplados en la planificación.

6.- Evaluación del impacto del entorno.

Comprende la evaluación del impacto sobre la planificación / programación del proyecto de todos aquellos factores exógenos al alcance del proyecto que de una forma directa o indirecta lo puedan afectar.

7.- Revisión y ajuste final.

Comprende la revisión global de los procesos anteriores. La misma se basará sobre los productos resultantes de los diversos informes (reportes) que se realizan durante el proceso de planificación.

8.- Plan Definitivo.

- Corresponde al documento que comprende la planificación/ programación realizada con las aprobaciones respectivas, el cual será considerado en lo sucesivo, como el documento de planificación / programación oficial.
- El mismo servirá de base referencial para el desarrollo o ejecución del proyecto.

9.- Cambios y actualizaciones.

- Corresponde a las modificaciones y revisiones que se le incorporen a la planificación / programación, producto de la dinámica y ejecución real del

proyecto. Cualquier ajuste que se realice debe ser previamente aprobado por las instancias respectivas.

- Conviene tener presente, que las modificaciones o variaciones debidamente aprobadas, modifican la base referencial del control del proyecto, lo cual implica a su vez modificaciones sobre las variables fundamentales de evaluación, que son: tiempo, producción y costos.

Estructura Desagregada del Trabajo (EDT – WBS).

La Estructura Desagregada del Trabajo o Work Breakdown Structure es una herramienta Gerencial de fácil uso y aplicación y es usada para estructurar todo el proyecto. La EDT identifica el trabajo a realizar para conseguir los objetivos y variables establecidas en la fase de definición, a su vez muestra también el sumario y las tareas subordinadas, pero no determina cuando las tareas se van a completar o en que orden. Los niveles de una EDT son generalmente los siguientes:

PROYECTO – META – OBJETIVOS – ACTIVIDADES

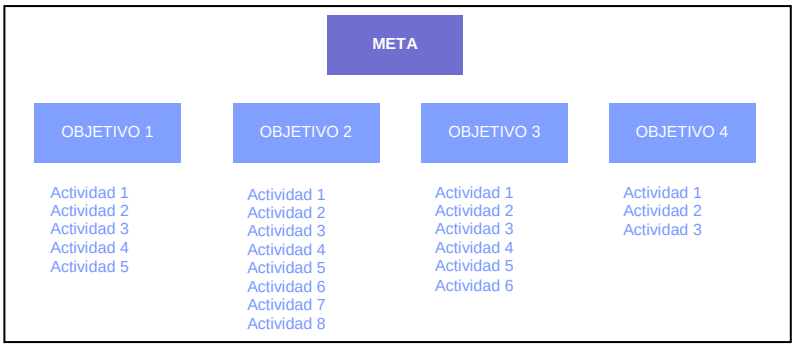
La EDT puede ser presentada siguiendo varios estilos: (a) En organigrama, (b) Matricial, (c) tabular o (d) simplemente como un índice bibliográfico, lo fundamental es que sea de niveles, ubicando en la escala superior las áreas principales del proyecto, las cuales serán desagregadas en paquetes de trabajo más pequeños en los niveles inferiores como se muestra en la figura 1.

El nivel de desagregación del trabajo partirá del proyecto e irá descendiendo hasta los sub - proyectos y paquetes de trabajos, hasta llegar al nivel final denominado actividad la cual implica una acción que requiere tiempo para su

completación por lo que tiene un inicio y un fin claramente observable y consume recursos en el proceso.

En la desagregación del trabajo puede aparecer un evento, es un acontecimiento que sucede en un instante de tiempo insignificante en comparación con la duración del proyecto y que sirve para marcar los puntos de inicio y finalización de las actividades. Cuando el evento es importante en el proyecto se le denomina hito meta.

Figura 1. Niveles de una EDT en forma de organigrama.



Fuente: Guía de Planificación y Control de Proyectos. UCAB (1998).

Pasos sugeridos por el PMI para construir una EDT.

1. Definir el propósito final o meta del proyecto.
2. Dividir la meta en objetivos principales de manera tal que el proyecto quede claramente definido.
3. Fragmentar cada objetivo en las actividades que es necesario llevar a cabo para alcanzarlo.

4. En el caso que las actividades carezcan de uno o más de los puntos mencionados con anterioridad, estas se dividen en sub. – actividades hasta que las posean.

La gran ventaja de esta herramienta es que al culminar su construcción el alcance del proyecto queda totalmente definido.

Es recomendable elaborar una EDT o WBS global del proyecto y otra para cada fase. El sentido de esto es que el producto de cada fase es el insumo de la siguiente, por lo tanto es necesario definir con exactitud el alcance de cada una de manera tal de definir las fronteras, evitar la duplicación de trabajo y generar entregas de calidad sin perder la dirección única del proyecto.

Una vez desarrollado puede usarse para:

- Determinar los recursos requeridos para completar el proyecto.
- Facilitar la asignación de responsabilidades.
- Facilitar planeaciones futuras.
- Evaluar el progreso del proyecto.
- Facilitar los reportes para monitoreo y control.
- Asistir en la administración de las reuniones de equipos de proyectos.

Se debe planificar hasta el nivel que pueda ser controlado, lo que usualmente se traduce en paquetes de trabajo los cuales pueden variar según el nivel de tecnología para manejar información con el cual se cuenta.

Lógica Secuencial de las Actividades.

El establecimiento de la secuencia de las actividades implica identificar y documentar las relaciones lógicas entre las actividades del cronograma. Las actividades del cronograma pueden estar ordenadas de forma lógica con relaciones de precedencias adecuadas, así como también adelantos y retrasos, para respaldar el desarrollo posterior de un cronograma del proyecto realista y factible. El establecimiento de la secuencia puede realizarse utilizando un software de gestión de proyectos o técnicas manuales. Las técnicas manuales y automatizadas también pueden combinarse. Para determinar las secuencias de las actividades se debe evaluar las interrelaciones que se producen, las cuales se divide en tres entregas:

- Interdependencias Mancomunadas: Implica que entre las actividades hay recursos limitados que deben ser compartidos. Este tipo de relaciones sucede cuando actividades distintas que requieren una experiencia similar debe ser ejecutado por el mismo individuo, por lo cual se debe decidir cual será ejecutado primero.
- Interdependencia Secuencial: Se genera cuando la realización de cierta actividad está sujeta por la ejecución de la obra, ya que esta provee la materia prima para realizar los procesos que componen la actividad por lo que se debe realizar una relación de orden.
- Interdependencia Recíproca: Se denomina a las interrelaciones cuando los recursos participan en conjunto para la realización de una actividad, por lo cual, se requiere de la coordinación con objetivos de alcance, ya que se requiere un trabajo en equipo donde el resultado final no se hace ensamblado por partes sino por procesos de fusión. Este tipo de interdependencias son las más comunes cuando se requiere tomar decisiones en situaciones de proyecto.

Estimación o Asignación de Recursos.

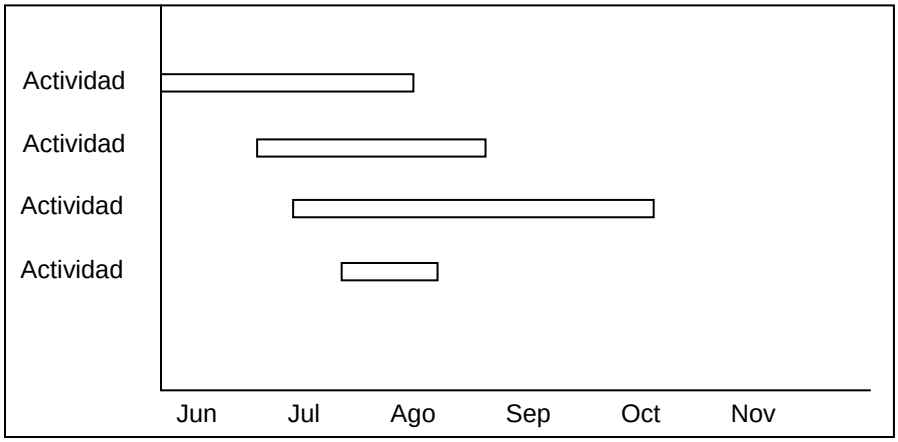
La estimación de recursos de las actividades del cronograma involucra determinar cuáles son los recursos (personas, equipos, o material) y qué cantidad de cada recurso se utilizará, y cuando estará disponible para realizar las actividades.

Programación del Tiempo.

La programación del tiempo consiste en determinar cuando se debe iniciar y terminar cada una de las actividades que componen el proyecto y por tanto el establecimiento de su duración. La programación del tiempo de cada actividad depende de la cantidad y disponibilidad de recursos al igual que las interrelaciones entre las actividades. Entre los métodos de programación más usuales se tienen el diagrama de Gantt, método de programación por Redes en nodo y el diagrama de flecha.

El diagrama de Gantt tiene a su favor la factibilidad de representación e interpretación sin embargo, son de difícil realización cuando son muchas las tareas y las relaciones entre ellas, lo que se agrava si se necesita actualizar los cambios que ocurran durante la ejecución del proyecto. Además proporciona una información más pobre que las representaciones en forma de redes. En la figura 2, se muestra un modelo de realización de un diagrama de Gantt.

Figura 2. Modelo de Diagrama de Gantt.

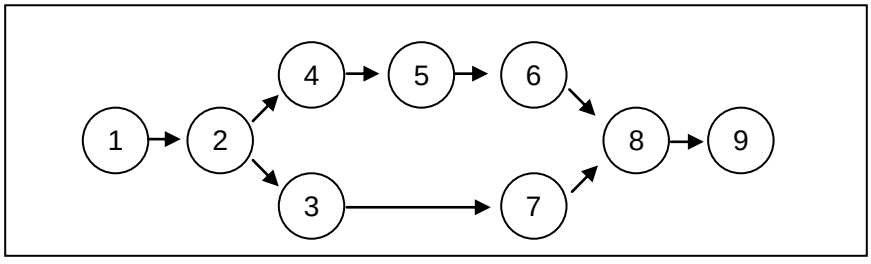


Fuente. Guía de Planificación y Control de Proyectos. UCAB (1998).

En los gráficos de Gantt se emplean barras para representar las tareas y cuya longitud de la barra representa las duraciones de las tareas.

En las redes Pert las actividades se representan por una flecha las cuales se dibujan de derecha a izquierda y cuya duración se coloca sobre las flechas. Todas las tareas deben tener un principio y un final. El momento en el que comienza la tarea o actividad se llama acontecimiento inicial y el momento en el que concluye la tarea acontecimiento final. Los acontecimientos también conocidos como evento o sucesos. La figura 3 muestra un modelo de diagrama de programación en redes.

Figura 3. Modelo de Diagrama de programación en redes.



Fuente. Guía de Planificación y Control de Proyectos. UCAB (1998).

Ruta Crítica.

La ruta crítica es el camino más largo a través de la red. La relación entre el número de actividades críticas de un proyecto y el número total de actividades del mismo es definido como “el índice de criticidad”. Este índice varía, dependiendo del tipo de proyecto, entre un cinco por ciento y un veinticinco por ciento. Un índice mayor de un veinticinco por ciento es indicador de una gran rigidez en la red y da una probabilidad baja para el cumplimiento de la fecha final del proyecto. En este caso es recomendable hacer una re-planificación de los trabajos. Un índice menor a un cinco por ciento es indicador de una gran flexibilidad en la red y representa una buena oportunidad para adelantar la fecha de culminación del proyecto.

Los caminos críticos tienen una holgura total a cero o negativa y las actividades del cronograma en un camino crítico se denominan actividades críticas. Pueden ser necesarios ajustes en las duraciones de las actividades, las relaciones lógicas, los adelantos y los retrasos, u otras restricciones del cronograma para producir caminos de red con una holgura total igual a cero o positiva. Una vez que la holgura total para un camino de red es igual a cero o positiva, también puede determinarse la holgura libre, que es la cantidad de tiempo que una actividad del cronograma puede ser demorada sin demorar la fecha de inicio temprana de cualquier actividad sucesora inmediata dentro del camino de red.

Manejo del Alcance del Proyecto.

En el contexto de proyecto, la palabra “alcance” puede referirse a lo siguiente:

- **Alcance del producto: son las características y funciones que debe incluirse en un producto o servicio.**
- **Alcance del proyecto: es el trabajo que debe llevarse a cabo para entregar un producto con las características y funciones especificadas.**

Un proyecto consta de un único producto, pero este producto puede tener elementos auxiliares, cada uno de ellos con su propio alcance del producto, separado pero interdependiente.

Manejo del Tiempo del Proyecto.

El manejo del tiempo del proyecto incluye los tiempos necesarios para asegurar la conclusión del proyecto en los tiempos establecidos. A continuación la organización general de los siguientes procesos principales:

- **Definición de las actividades: identificando las actividades específicas que se deben desarrollar para cumplir con las principales entregas del proyecto.**
- **Ordenación de las actividades: identificando y documentando las distintas interrelaciones entre actividades.**

- **Estimación de la duración de las actividades: calculando rendimientos, productividades, número de personas y el número de jornadas laborales que se necesitan para terminar cada actividad.**
- **Desarrollo del programa: analizando la secuencia de actividades, su duración y las necesidades de recursos para elaborar el programa del proyecto.**

En algunos proyectos, específicamente en los más pequeños, la secuencia de actividades, la estimación de la duración y el desarrollo del programa están tan íntimamente ligados que se consideran como un único proceso.

Manejo de los Costos del Proyecto.

El manejo de los costos del proyecto incluye los procesos necesarios para asegurar que el proyecto se finaliza dentro del presupuesto aprobado. A continuación la organización general de los siguientes procesos principales:

- **Planificación de los recursos: determinando qué recursos (personal, equipamiento, materiales) y qué cantidad de cada uno de ellos se debe utilizar para desarrollar las actividades del proyecto.**
- **Estimación de costos: desarrollando una aproximación (estimación) de los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.**
- **Presupuesto de costos: asignando la estimación general de costos a cada uno de los elementos de trabajo.**
- **Control de costos: controlando los cambios que se produzcan en el presupuesto del proyecto.**

La dirección de costos del proyecto está principalmente relacionada con el costo de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto. Sin embargo, la dirección de costos del proyecto debería considerar también el efecto que tiene la toma de decisiones del proyecto sobre los costos a utilizar. Por ejemplo, la limitación de número de revisiones del diseño puede reducir los costos del proyecto, a expensas de un aumento en los costos operativos del cliente. Esta visión más global de la dirección de costos del proyecto se suele llamar costos del ciclo de vida.

Manejo de la Calidad del Proyecto.

El manejo de la calidad del proyecto incluye los procesos necesarios para asegurar que el proyecto satisface las necesidades para las que se ha

llevado a cabo. Ello incluye "todas las actividades de la dirección que determinen la política de la calidad, objetivos y responsabilidades, así como el desarrollo por medio tales como planificación de la calidad, control de la calidad, aseguramiento de la calidad y mejora de la calidad, dentro del sistema de calidad".

A continuación la organización de los siguientes procesos principales de la dirección de la calidad del proyecto:

- **Planificación de la calidad: identificando que normas de la calidad son más importantes para el proyecto y determinando como cumplirlas.**
- **Aseguramiento de la calidad: evaluando el desarrollo general del proyecto sobre una base establecida, con el fin de tener la seguridad de que el proyecto satisface las más importantes normas de calidad.**
- **Control de la calidad: realizando un seguimiento de los resultados específicos del proyecto para determinar si cumplen las normas más importantes sobre la calidad e identificando la manera de eliminar las causas de un desarrollo no satisfactorio.**

El equipo de dirección del proyecto debe saber que la dirección de la calidad moderna complementa a la dirección de proyectos modernos. Por ejemplo, ambas disciplina reconocen la importancia de:

- **La satisfacción del cliente: trata de cumplir o exceder las expectativas del cliente. Esto requiere tanto la conformidad con las especificaciones (el proyecto debe producir lo que se dijo iba a producir), como la adecuación para su uso (el producto o servicio producido debe satisfacer las necesidades reales).**
- **La prevención para la inspección: el costo de evitar los errores siempre es mucho menor que el de corregirlos.**
- **Responsabilidad de la dirección: el éxito requiere la participación de todos los miembros del equipo, pero permanece la responsabilidad de la dirección de suministrar los recursos necesarios para lograrlo.**
- **Proceso dentro de fases: el ciclo reiterativo planificar-ejecutar-comprobar-actuar descrito por Deming y otros es muy similar a la combinación de fases y procesos.**

Además, las iniciativas de mejoras de la calidad llevadas a cabo por la organización ejecutora puede mejorar la calidad de la dirección del proyecto, así como la calidad del producto del proyecto. Sin embargo, hay una diferencia importante sobre la que el equipo de dirección del proyecto debe estar muy precavido: la naturaleza temporal de los proyectos implica que las inversiones en mejoras de la calidad del producto, especialmente la prevención de defectos y las pruebas, deben frecuentemente soportarse por parte de la organización ejecutora dado que el proyecto puede no durar lo suficiente para recoger la recompensa.

Manejo de los Recursos Humanos del Proyecto.

El manejo de los recursos humanos del proyecto incluye los procesos necesarios para aprovechar más efectivamente al personal relacionado con el proyecto. Incluye a todas las entidades involucradas en el proyecto (patrocinantes, clientes, contribuyentes individuales y otros). A continuación la organización general de los siguientes procesos principales:

- **Planificación de la organización: identificando, documentando y asignando las funciones, responsabilidades y relaciones jerárquicas del proyecto.**
- **Adquisición de personal: reuniendo los recursos humanos que sea necesario asignar al trabajo del proyecto.**
- **Desarrollo del equipo: desarrollando las aptitudes individuales y de grupo para mejorar el desarrollo del proyecto.**

Hay gran cantidad de literatura sobre las relaciones interpersonales en un contexto operativo continuo. Algunas de las muchas ideas extendidas son:

- **Liderazgo, comunicación, negociación, aptitudes clave en la dirección general.**
- **Delegación, motivación, enseñanza, apadrinamiento.**

- **Creación de equipos, resolución de conflictos.**
- **Análisis del grado de preparación, reclutamiento, retención, relaciones laborales, seguridad e higiene en el trabajo y otros elementos relacionados con la función de administración de recursos humanos.**

Manejo de las Comunicaciones del Proyecto.

El manejo de las comunicaciones del proyecto comprende los procesos necesarios para en el momento y manera adecuados, asegurar la elaboración, recopilación, distribución, archivo y disposición definitiva de la información del proyecto. Proporciona las conexiones claves entre personas, ideas e información, que son necesarias para el éxito del proyecto. Cualquier persona implicada en el proyecto debe estar preparada para enviar y recibir comunicaciones en el "lenguaje" del proyecto, y debe comprender que las comunicaciones que se realizan entre personas afectan al proyecto en su conjunto.

A continuación la organización general de los siguientes procesos principales:

- **Planificación de comunicaciones: determinando las necesidades de información y comunicación de las entidades involucradas en el**

proyecto: quién necesita qué tipo de información, cuándo la van a necesitar y cómo les será enviada.

- **Distribución de información: poniendo a disposición de las entidades involucradas en el proyecto, la información necesaria en el momento adecuado.**
- **Informe de realización: recopilando y distribuyendo la información sobre el desarrollo del proyecto. Esto incluye el informe de situación, la evaluación del progreso y las previsiones.**
- **Cierre administrativo: elaborando, reuniendo y distribuyendo la información necesaria para formalizar una fase o la terminación del proyecto.**

Manejo de los Riesgos del Proyecto.

El manejo de los riesgos del proyecto incluye los procesos relacionados con la identificación, análisis y respuesta de los riegos del proyecto. Incluye maximizar los efectos positivos de los distintos eventos y minimizar las consecuencias de sus efectos negativos. A continuación la organización general de los siguientes procesos principales:

- **Identificación de riesgos: determina qué tipo de riesgos es probable que afecten el proyecto, y documentando las características de cada uno de ellos.**
- **Cuantificación de riesgos: evalúa los riesgos y sus interacciones para determinar el rango de los posibles resultados del proyecto.**

- **Desarrollo de respuestas a riesgos: determinando los pasos para potenciar las oportunidades y responder a las amenazas.**
- **Control de respuestas a riesgos: responde a los cambios de riesgos que se producen en el curso del proyecto.**

Las diferentes áreas de aplicación utilizan, con frecuencia, diferentes nombres para los procesos. Por ejemplo: 1.- La identificación y cuantificación de riesgos se tratan, en algunas ocasiones, como un solo proceso y el proceso combinado puede llamarse análisis o evaluación de riesgos. 2.- Desarrollo de respuestas a riesgos se le denomina algunas veces planificación de respuestas o mitigación de riesgos. 3.- El desarrollo y el control de las respuestas ante el riesgo se tratan algunas veces como un solo proceso.

Manejo de las Compras del Proyecto.

El manejo de las compras del proyecto incluye los procesos requeridos para la adquisición de bienes y servicios en el exterior de la organización ejecutora. A continuación la organización de los siguientes procesos principales:

- **Planificación del aprovisionamiento: determinar qué aprovisionar y cuando.**

- **Planificación de la petición de ofertas: documentando las necesidades de producto e identificando los potenciales suministradores.**
- **Petición de ofertas: obteniendo presupuestos, ofertas y propuestas adecuadas.**
- **Selección de suministros: eligiendo entre los potenciales proveedores, determinante de la calidad y el costo.**
- **Administración del contrato: dirigiendo las relaciones con los proveedores.**
- **Cierre del contrato: finalizando la relación contractual, incluyendo la resolución de cualquier tema abierto.**

El manejo de las compras del proyecto es descrito desde la perspectiva del comprador en la relación comprador-proveedor. Esta relación se puede dar a muchos niveles en un mismo proyecto. Dependiendo del área de aplicación, al proveedor se le puede llamar contratista, vendedor o suministrador.

Manejo de la Integración del Proyecto.

El manejo de la integración del proyecto incluye los procesos requeridos para asegurar que los diferentes elementos del proyecto son coordinados adecuadamente. Se ocupa de encontrar el equilibrio entre los objetivos posibles y sus alternativas, con el fin de satisfacer o colmar las necesidades y expectativas de las entidades involucradas en el proyecto.

Mientras que todos los procesos de dirección de proyectos son de alguna forma integrada, los que se describen en ésta sección lo son de manera fundamental. A continuación la organización general de los siguientes procesos principales:

- **Desarrollo del plan del proyecto: tomando los resultados de otros procesos de planificación e integrándolos en un informe coherente y consistente.**
- **Ejecución del plan de proyecto: llevando a cabo el plan de proyecto, desarrollando las actividades incluidas en dicho plan.**
- **Control general de cambios: coordinando las alteraciones que se producen a lo largo de todo el proyecto.**

2.3.- Marco Conceptual

Actividad.

Un elemento de trabajo desarrollado durante el curso de un proyecto. Una actividad normalmente tiene una duración esperada, un costo esperado, y unos requerimientos esperados de recursos.

Alcance del Proyecto.

Define el trabajo requerido para la entrega del producto o servicio objeto del proyecto con las características y funcionalidades especificadas.

Ciclo de vida del Proyecto.

Es una colección de fases de proyecto generalmente secuenciales cuyos nombres y números están determinados por las necesidades de control de organización.

Definición de Actividad.

Es identificar las actividades específicas que deben ser ejecutadas en orden para poder producir las entregas del proyecto.

Definición del Alcance.

Es descomponer las principales entregas del proyecto en componentes más pequeños y manejables, para poder proveer mejor control.

Diagrama de Gantt.

Consiste en una descripción gráfica de las actividades que componen el proyecto.

Estrategia.

Habilidad para dirigir un proyecto.

Fases del Proyecto.

Es una colección de actividades relacionadas de manera lógica, que usualmente culminan en la terminación de una entrega principal.

Fecha de Comienzo.

Es un punto en el tiempo asociado con el comienzo de una actividad, usualmente calificado por uno de los siguientes: real (actual), planeado, estimado, programado, temprano, tardío, meta, línea de base, o corriente.

Fecha de Terminación.

Es un punto en el tiempo asociado con la terminación de una actividad. Generalmente se califica con una de las siguientes: real, planeado, programado, temprano, tardío, línea de base, meta o corriente.

Gerente del Proyecto.

Individuo responsable por la Gerencia del Proyecto en su conjunto y de sus componentes, controla la planificación y la ejecución de las actividades y la planificación y uso de los recursos con el fin de asegurar que se logren los objetivos de tiempo, costo calidad y rendimiento establecidos en el proyecto.

Hitos.

Es un evento significativo en el proyecto, generalmente la terminación de una entrega principal del proyecto.

Holgura.

Es una modificación de una relación lógica que ordena una demora en la tarea sucesora. Por ejemplo, en una dependencia de tipo fin a comienzo que una holgura de 10 días, la actividad sucesora no puede comenzar hasta después de 10 días de terminada la predecesora.

Identificación de Riesgo.

Es determinar que eventos de riesgo pueden probablemente afectar el proyecto.

Lecciones Aprendidas.

Aprendizajes y experiencias obtenidas durante el desarrollo del proyecto, las cuales son formalmente documentadas y compartidas con el resto de la Empresa para ser utilizadas como referencia en el desarrollo de futuros proyectos.

Línea de Base.

El plan original (para un proyecto, para un paquete de trabajo, o una actividad), mas o menos los cambios autorizados. Generalmente se usa con un modificador (e.g., línea de base de costos, línea de base de programación, línea de base para la medición del desempeño).

Plan del Proyecto:

Es un documento formal, aprobado usado para guiar tanto la ejecución como el control del proyecto. Los usos primarios del plan de proyecto son documentar las suposiciones de la planeación y toma de decisiones, de facilitar la comunicación entre los partidos interesados del proyecto y de documentar los cambios aprobados a la línea de base del alcance, costos y programación. Un plan de proyecto puede ser detallado o concatenado.

Plan de Ejecución del Proyecto

Documento formal, aprobado, que sirve de guía tanto para la ejecución como para el control del proyecto. Describe los supuestos y las decisiones de

planificación, facilita la comunicación entre las partes interesadas (stakeholders) y documenta las líneas bases aprobadas de alcance, costo y programa.

P.M.I.

Project Management Institute (Instituto de Gerencia de Proyectos).

Programación:

Consiste en la asignación de las duraciones, costos y recursos a la lógica desarrollada durante la fase de planificación, una vez establecida las duraciones de las actividades o tareas se establece una escal fija de tiempo.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLOGICO

3.1.- Tipo de Investigación.

El tipo de investigación es de aplicación profesional orientada al tipo de investigación documental ya que los datos a obtener vienen de la recopilación de información existente, tal como lo señala El Manual de Trabajos de Grado, Maestrías y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (U.P.E.L.) (1.998) " El estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo principalmente en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales, o electrónicos". Asimismo también podría considerarse del tipo de Investigación y Desarrollo, ya que se tiene como propósito satisfacer una necesidad del ambiente interno de la organización a través del desarrollo de un producto, que no es más que el Plan Detallado de Ejecución de las Obras Civiles Principales (Yáber, G; Valarino, E 2003). Como puede observarse existe un problema o necesidad que será atendida a través del producto o servicio a desarrollar.

Este tipo de investigación se desarrolla en cinco fases:

Fase Nº 1: **Esta fase consiste en plantear el problema que da origen a la investigación, definir los objetivos para solventarlo y la metodología a**

implementar para desarrollar el trabajo con base al cumplimiento de los objetivos definidos.

Fase Nº 2: **En esta fase se documenta la información (*Project Charter*, planos, rendimientos, especificaciones técnicas, etc.) que se haya desarrollado para el proyecto, consultando con la División de Ingeniería Básica y fuentes primarias y secundarias disponibles por la organización promotora del proyecto.**

Fase Nº 3: **Con la información recopilada, se procede al desarrollo del Plan Detallado de Ejecución del Proyecto TOCOMA, el cual consiste en identificar aquellas eventualidades que podrían ocasionar irregularidades en la ejecución del proyecto, así como también identificar las actividades, determinar la secuencia lógica de ejecución de las actividades, estimación de las duraciones y distribución de los recursos asociados para la construcción de las estructuras principales del proyecto.**

Fase Nº 4: **Una vez definido el Plan Detallado de Ejecución se procedió a analizar el mismo, lo cual consistío en determinar si los resultados obtenidos son viables y cumple con las fechas metas establecidas en el Plan Rector de la Empresa. El análisis está basado principalmente en la comparación con datos históricos obtenidos de otros proyectos similares, en especial el de la Central Hidroeléctrica CARUACHI el cual presenta similitud con el Proyecto Hidroeléctrico TOCOMA.**

Fase Nº 5: **Esta fase comprendió la etapa de redacción del informe, una vez validado el Plan Detallado de Ejecución del Proyecto Hidroeléctrico Tocoma, se procedió con la elaboración del informe, el cual consistió en documentar el desarrollo de la propuesta bajo la premisa de la metodología establecida *por el Project Management Institute (PMI)*, indicando los requerimientos sugeridos por la metodología en pro al desarrollo de las gestiones de Gerencia de Proyectos en CVG EDELCA.**

3.2.- Diseño de la Investigación.

Diseño Bibliográfico.

La investigación se basó en un diseño bibliográfico ya que la información requerida fue extraída en su mayoría de la versión última de la metodología del *PMI* y otros documentos relacionados a esta.

3.3.- Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

Estas técnicas e instrumentos de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener información, permitiendo registrar, analizar e interpretar datos históricos. A continuación se indicarán las técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados en el proyecto:

- **Entrevistas.**

Se realizaron entrevistas al equipo multidisciplinario que participó en la planificación, control y seguimiento de la ejecución de las Centrales MACAGUA,

CARUACHI y actualmente en el Proyecto TOCOMA, con el fin de obtener información sobre como fueron llevadas a cabo las distintas etapas de los proyectos, determinándose, las fortalezas que disponían y las debilidades que ocasionaron desvíos en la planificación del mismo.

Las entrevistas estuvieron sujetas más que todo sobre los datos históricos de la Central CARUACHI, por la similitud que guarda con el Proyecto TOCOMA, resaltando aquí otra técnica que será la comparación entre ambas obras.

- **Revisión Documental.**

Con este procedimiento se obtuvieron datos mediante revisiones de documentos técnicos tales como planos, especificaciones técnicas y manuales, bibliografías acerca de la metodología del *Project Management Institute*, el Plan Detallado de Ejecución con que se llevó a cabo la Central CARUACHI, entre otros documentos relacionados con el tema. Además del uso de Intranet, Internet y correo electrónico como herramienta para recopilación de datos y flujo de información.

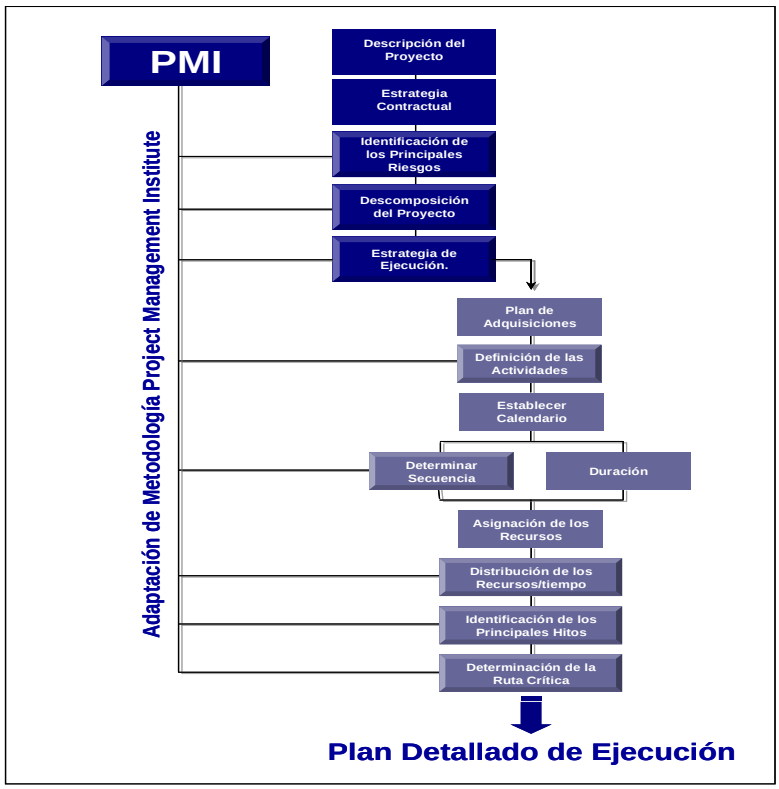
3.4.- Técnicas de Análisis e Interpretación de Resultados.

Una vez obtenida la información requerida mediante el empleo de técnicas e instrumentos de investigación, se inició el análisis de ella, para este proyecto se empleó un análisis Lógico, Cualitativo y Cuantitativo.

Los datos obtenidos fueron analizados bajo la premisa de la Metodología del *Project Management Institute* (*P.M.I*) en las pautas exigidas por CVG EDELCA para realizar un Plan Destallado de Ejecución.

A continuación en la Tabla 1, se presenta un esquema donde se representan las pautas donde será adaptada la Metodología del *Project Management Institute* para realizar el Plan Detallado de Ejecución del Proyecto Hidroeléctrico TOCOMA.

Tabla 1. Esquema de Adaptación de la Metodología del P.M.I.



CAPÍTULO IV
MARCO ORGANIZACIONAL

4.- Generalidades de la Empresa[1].

4.1.- Reseña Histórica.

En Venezuela, específicamente en el Estado Bolívar, se encuentra el río de mayor potencial hidroeléctrico del país: El Caroní, una fuente de energía abundante renovable y no contaminante donde se genera más de la mitad de la electricidad que se produce en el país. La existencia de un potencial hidráulico en el Río Caroní y la urgente necesidad nacional de contar con energía eléctrica en cantidades suficientes para el desarrollo económico y social del país que además pudiera generarse a bajos costos y con garantía de previsión a largo plazo, motivó al Estado Venezolano a nombrar un grupo de ingenieros para investigar las posibilidades de desarrollo hidroeléctrico del Río Caroní.

Dicho grupo se denominó “Comisión Especial de Estudio para la Electrificación del Caroní”, originalmente adscrito en ese momento al Ministerio de Fomento. A partir de 1955 se definió el primer anteproyecto de construcción de la central hidroeléctrica MACAGUA I, sobre el cauce del Bajo Caroní. Esta obra empezó a construirse en 1956 y fue concluida en el año 1961 es del tipo “A filo de agua” es decir, que no requiere de almacenamiento para su operación, cuenta con seis generadores con una capacidad instalada de 370.000 kilovatios.

El 26 de diciembre de 1960 se crea la Corporación Venezolana de Guayana y lo que era la comisión de estudios para la Electrificación del Caroní, es asignada a la CVGque en aquel momento tenía la responsabilidad de adelantar los estudios

para el desarrollo hidroeléctrico de GURI. La necesidad de aprovechar el gran potencial hidroeléctrico del Río Caroní dio lugar al nacimiento de EDELCA; el 23 de julio de 1963, se estableció formalmente la Empresa CVG Electrificación del Caroní C.A. (EDELCA) y ese mismo año inició sus operaciones.

Anteriormente con el aporte de las centrales de GURI y MACAGUA I, se lograba un ahorro de 300 mil barriles diarios de petróleo, los cuales aumentaron con la construcción del proyecto MACAGUA II con sus Casas de Máquinas II y III , el cual es el primer proyecto del bajo Caroní aguas abajo del proyecto GURI. Con la culminación de MACAGUA (con sus Casas de Maquinas II y III), se conformó la Central Hidroeléctrica 23 de Enero, inaugurada el 23 de Enero de 1997, la cual agrupa en sí a las Casas de Máquinas I, II y III. Actualmente llamada “Central Hidroeléctrica Antonio José de Sucre” según Decreto en Gaceta del 31 de marzo de 2006.

El 31 de marzo de 2006 entró en operación comercial la Central Hidroeléctrica CARUACHI la cual lleva por nombre “Generalísimo Francisco de Miranda”, esta alberga 12 unidades generadoras tipo Kaplan aportando 2 millones de Kilovatios equivalentes a 74 mil barriles diarios de petróleo.

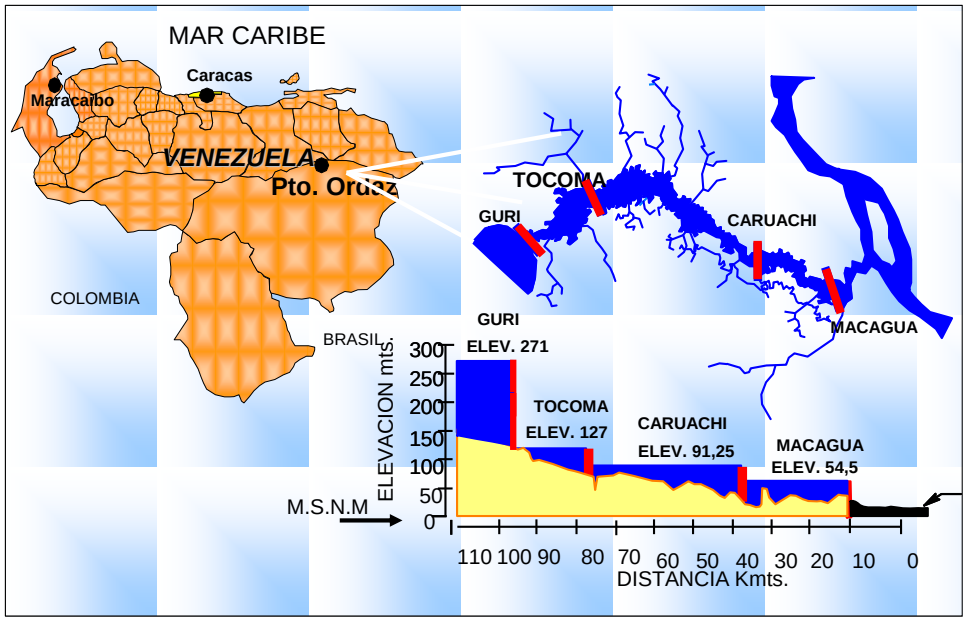
En la actualidad CVG EDELCA se encuentra en pleno desarrollo de un nuevo proyecto, que forma parte del programa de ejecución de nuevas centrales para explotar el potencial hidroeléctrico del Río Caroní asociando directamente los requerimientos que plantea la demanda nacional. En este contexto TOCOMA conforma el proyecto en desarrollo del bajo Caroní, con una potencia total instalada de 2160 MW.

4.2.- Ubicación Geográfica.

[1] Esta información fue tomada de la página intranet de la empresa CVG EDELCA (http://Edelca/).

La cuenca del río Caroní está situada en el estado Bolívar, al sureste de Venezuela, aproximadamente entre 3° 40' y 8° 40´ de latitud Norte y entre 60° 50' y 64° 10' de longitud Oeste tal como se muestra en la figura 4. Esta cuenca hidrográfica cubre aproximadamente 95.000 Km2 (10.5% del territorio venezolano) de los cuales, 47.000 Km2 corresponden al Alto Caroní, desde su nacimiento en la frontera con Brasil hasta la confluencia con el río Paragua; 33.000 Km2 forma la cuenca del río Paragua y los 15.000 Km2 restantes corresponden al Bajo Caroní, desde la unión con el río Paragua hasta su desembocadura en el río Orinoco.

Figura 4. Ubicación Geográfica del Proyecto Bajo Caroní.



Fuente: Presentación Proyecto Bajo Caroní CVG EDELCA (2005).

4.3.- Situación Actual en el Mercado.

CVG EDELCA, fue creada con la tarea de aprovechar íntegramente el vasto potencial hidroeléctrico del río Caroní y su política es la de promover el agua como fuente alterna de energía en Venezuela para disminuir el uso de combustibles fósiles en la generación de electricidad. Esta empresa, además de cumplir con su función principal que es la generación de hidroelectricidad, también se ocupa de proyectar y construir los sistemas de transmisión para llevar la energía desde GURI, MACAGUA y CARUACHI hasta el Centro del país.

El sector eléctrico es el área de la economía venezolana que ha presentado más logros en los 45 años de la democracia en el país. En efecto no sólo han sido logros técnicos de importancia mundial como el desarrollo del Caroní (GURI, MACAGUA y CARUACHI) y un Sistema de Transmisión alta tensión, sino que ha logrado llevar la electricidad al 95% de los venezolanos y hasta las zonas más apartadas de la geografía nacional. Venezuela es el país de mayor grado de electrificación de América Latina y es el que muestra el mayor consumo de KW/hora por habitantes de esta región del mundo.

CVG EDELCA se ha fortalecido dentro del mercado de la industria en su condición de suministradora de grandes bloques de energía a los entes de distribución estimándose en un 70% su participación actual en lo que respecta a la producción nacional de electricidad. En tal sentido, es de señalar que la capacidad instalada en GURI asciende a 10 millones de Kilovatios, a lo cual se agrega el potencial de aproximadamente 3 millones de Kilovatios que suministra MACAGUA I y II y 2 millones de Kilovatios suministrados por la Central CARUACHI, el aporte hidroeléctrico equivale a un ahorro de 430 mil barriles diarios de Petróleo. CVG EDELCA es la principal compañía generadora de electricidad del país y su mercado lo constituyen las empresas básicas de la región de Guayana y las empresas que integran al sistema Interconectado.

4.4.- Fines.

- Generar beneficio económico para los accionistas, incrementando el valor de la empresa.

- Lograr la satisfacción de los clientes mediante un servicio de excelente calidad, basado en la gestión sustentable de los recursos, para apoyar el desarrollo del país.

4.5.- Visión.

Empresa de servicio eléctrico de clase mundial, líder en el desarrollo sustentable, pilar del progreso del país.

4.6- Misión.

Producir, transportar, y comercializar energía eléctrica a precios competitivos, en forma confiable y en condiciones de sustentabilidad, eficiencia y rentabilidad.

4.7.- Valores.

Humanismo, participación, respeto, honestidad, competitividad, excelencia y compromiso.

La unidad Organizativa responsable de la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Tocoma, es la Dirección de Expansión de Generación, con el apoyo de la Dirección de Finanzas y las Gerencias Staff de Consultoría Jurídica, Contraloría Interna, Gestión Ambiental, Recursos humanos y Asuntos públicos.

La Dirección de Expansión de Generación tiene como principal meta “desarrollar el potencial hidroeléctrico del área en concesión” a través de la entrega a tiempo, con la calidad requerida y con costos óptimos, los Desarrollos Hidroeléctricos de EDELCA

empleando los procesos medulares de Conceptualización, Desarrollo de Ingeniería, Ejecución y Gestión de los Proyectos de Generación.

4.8.- Misión de la Dirección de Expansión de Generación

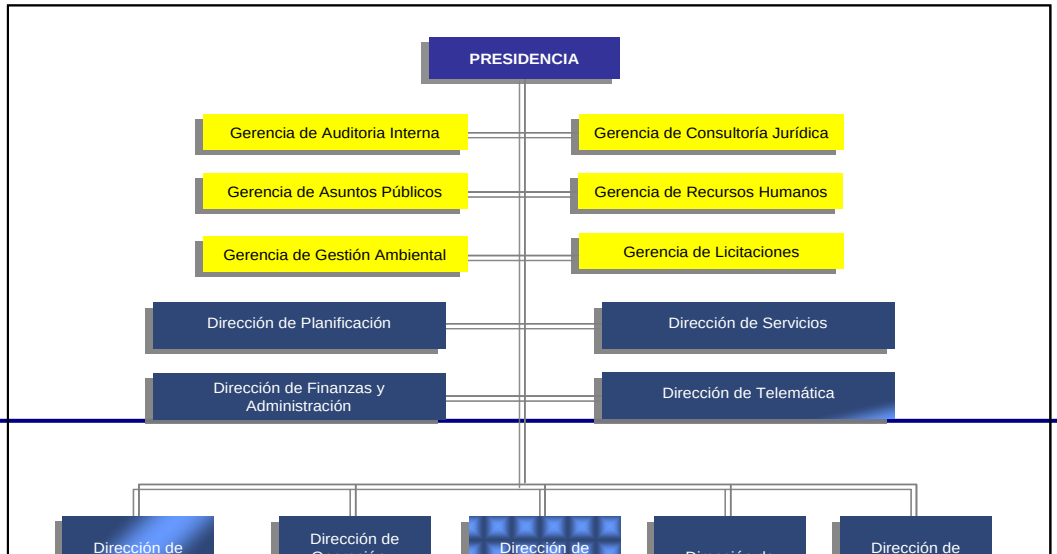
Desarrollar la Expansión del Sistema de Generación de CVG EDELCA, a través de la ingeniería de los proyectos y la ejecución de las obras de expansión o de mejoras tecnológicas, a fin de disponer de la capacidad de generación planificada para participar competitivamente en el mercado eléctrico, cumpliendo con los parámetros de seguridad, calidad, costo y oportunidad.

4.9.- Visión de la Dirección de Expansión de Generación

Ser una unidad orientada a optimizar el valor del negocio de expansión de generación, evaluando y desarrollando eficiente y oportunamente los nuevos proyectos hidroeléctricos en las cuencas asignadas a CVG EDELCA, captando y conservando los mejores recursos humanos, tecnológicos y materiales disponibles en el mercado y mitigando el impacto ambiental, a objeto de satisfacer en forma rentable y confiable la demanda de energía eléctrica de los clientes de CVG EDELCA

4.10.- Estructura Organizativa de la Empresa.

Figura 5. Estructura Organizativa de CVG EDELCA.



FUENTE: Intranet CVG EDELCA.(2004).

CAPÍTULO V
DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1.- Descripción de la Situación Actual.

Actualmente con la procura del financiamiento, CVG EDELCA involucra su estructura organizativa para realizar los documentos exigidos por el ente financiero interesado en financiar las obras contempladas en el contrato principal civil (contrato 104-31), bajo una metodología confiable que en sus mejores prácticas, garantice resultados viables y pueda ser aprobado por el ente financiero, así como también, será utilizado como modelo de análisis para optimizar el Plan Detallado de Ejecución propuesto por la empresa contratista que llevará a acabo la obra a fin de definir una logística de ejecución confiable y evitar posibles omisiones en el programa.

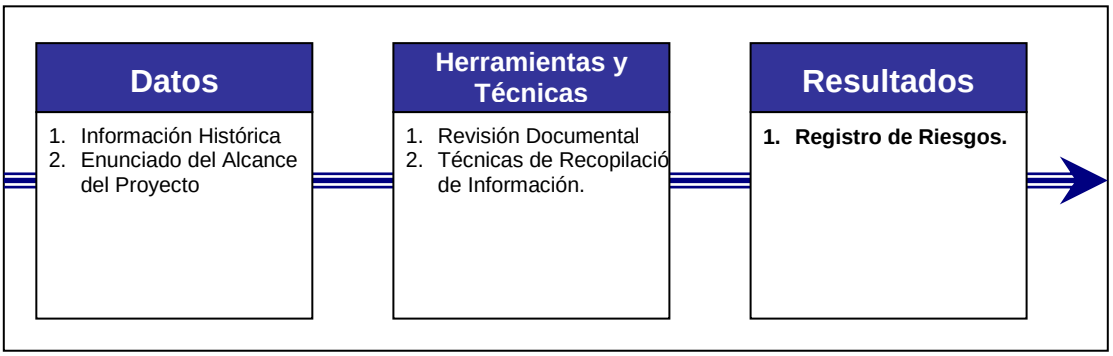
El objeto de la investigación es adaptar la metodología del *PMI* para realizar un documento exigido por el Organismo interesado en el financiamiento del contrato principal civil del Proyecto Hidroeléctrico TOCOMA. La metodología fue adaptada para realizar un Plan Detallado de Ejecución del proyecto, siguiendo las normas e instrucciones para la Gestión de Proyectos de CVG EDELCA.

La implementación de la metodología del *PMI* para realizar el Plan Detallado de Ejecución del Proyecto servirá de soporte para realizar varios tipos de documentos que allí se utilizaron y que tuvieron que realizarse simultáneamente, ya que eran requerimientos principales para la adaptación de la metodología, para así lograr los objetivos específicos planteados en la investigación.

5.2.- Identificación de los Principales Riesgos del Proyecto TOCOMA.

En la identificación de riesgos se tomó en cuenta una serie de factores que condujeron a asumir unas posibles eventualidades como principales riesgos del Proyecto TOCOMA, siendo esta acción, competencia de todo el equipo multidisciplinario del proyecto. Para eso, debe hacerse una verificación sistemática, apoyada en listas de chequeo específicas para un proyecto hidroeléctrico, considerando, entre otros aspectos; los tipos de estructuras, las actividades de construcción, la operación de la central y su interacción con el ambiente. La identificación de los riesgos fue realizada bajo la premisa de la metodología establecida por el *Project Management Institute*, la cual establece los requerimientos que se observan en la tabla 2.

Tabla 2. Requerimientos del *PMI* utilizados para realizar la Identificación de Riesgos.



Fuente: *PMBOK* (2004).

Datos para identificar los principales Riesgos del Proyecto TOCOMA bajo la metodología establecida por el *Project Management Institute*.

1. Información Histórica.

De la información histórica, se recopilaron documentos provenientes de la ejecución del Proyecto CARUACHI con la finalidad de considerar los riesgos típicos que han presentado la ejecución de otros proyectos hidroeléctricos desarrollados por CVG EDELCA teniendo en cuenta que cada proyecto tiene características particulares. Los documentos recopilados provenientes de la ejecución del Proyecto CARUACHI son los siguientes:

- Lecciones Aprendidas durante la ejecución del Proyecto CARUACHI para ser aplicadas al Proyecto TOCOMA.
- Principales Riesgos del Proyecto CARUACHI.

2. Enunciado del Alcance del Proyecto.

El enunciado del proyecto es un documento formal que expone las descripciones de las estructuras principales del proyecto de una forma detallada, así como también las cantidades de obras necesarias para su ejecución.

Herramientas y Técnicas para identificar los principales Riesgos del Proyecto TOCOMA bajo la premisa de la metodología establecida por el *Project Management Institute*.

1. Revisión Documental.

Se realizó una revisión minuciosa de los documentos recopilados con la finalidad de detectar eventualidades ocurridas en la ejecución del Proyecto CARUACHI que puedan reiterarse en la ejecución del Proyecto TOCOMA, aunque con diferente probabilidad de ocurrencia y diferente impacto potencial dependiendo del área de incidencia de los riesgos.

2. Técnicas de Recopilación de Información.

Se implementó una técnica de recopilación de información debido a que el equipo multidisciplinario de CVG EDELCA que identificaron los riesgos se encuentran adscritos a diferentes direcciones de la empresa, que de acuerdo a sus funciones y experticias presentó a cabalidad los posibles riesgos que podrían incidir en la ejecución del Proyecto TOCOMA.

Para lograr que el equipo multidisciplinario de CVG EDELCA suministrara la información requerida para cumplir con las normas e instrucciones de Gestión de Proyectos de CVG EDELCA, se exigió que se respondiera a las preguntas que se mencionan a continuación:

- ¿Cuáles son los riesgos externos que pueden afectar el éxito del proyecto?
- ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo?
- ¿Cuál es el impacto de cada riesgo si estos ocurren?
- ¿Cuáles medidas de mitigación de los riesgos pudieran tomarse para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o su impacto?
- ¿Cuál es el costo relativo de cada medida de mitigación de los riesgos?
- ¿Cuál es la probabilidad de que cada medida de mitigación tenga éxito?
- ¿Cuáles medidas de mitigación deben tomarse?
- ¿Quién será responsable por la aplicación de cada medida de mitigación y cuándo debe ser aplicada?
- ¿Existen problemas con respecto al Plan de Gerencia de Riesgos?

La información documentada se expuso en un cuadro bajo un formato de rápida comprensión para ser presentado en el Plan Detallado de Ejecución del Proyecto TOCOMA. El formato se muestra en la tabla 3 que se presenta a continuación y el resultado se encuentra en las páginas 74 y 75.

Tabla 3. Formato Publicado para la identificación de los Riesgos del Proyecto.

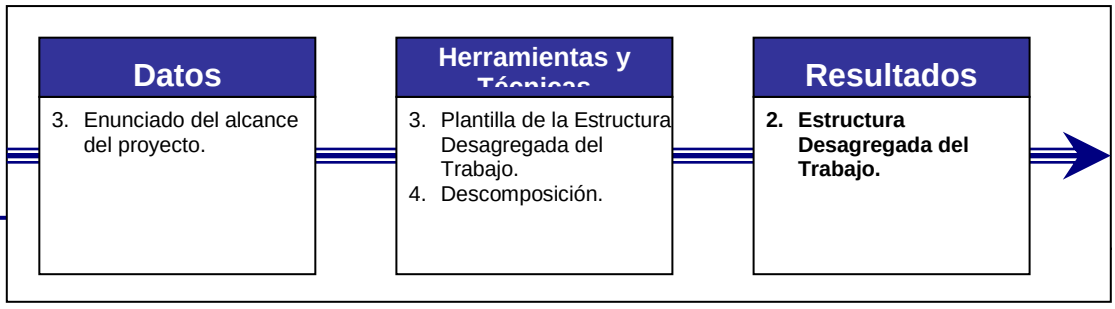
RIESGOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			IMPACTO POTENCIAL			ACCIÓN DE MITIGACIÓN
	A	M	B	A	M	B	

A: ALTA **M:** MEDIA **B:** BAJA

5.3.- Desagregación del Proyecto (EDT).

Debido a la magnitud del Proyecto TOCOMA se desagregó el alcance, con la finalidad de visualizar a un nivel más detallado las entregas principales. Esta descomposición se realizó bajo la premisa de la metodología establecida por el *Project Management Institute*, aplicando una Estructura Desagregada del Trabajo (EDT), el cual se utilizó para descomponer el alcance del Proyecto TOCOMA con un máximo de cinco niveles de detalle en sus componentes principales, básicamente en las estructuras principales de concreto. Los requerimientos establecidos por el *PMI* para realizar una Estructura Desagregada del Trabajo (EDT) se denotan en la tabla 4 que se presenta a continuación.

Tabla 4. Requerimientos del PMI utilizados para realizar la EDT del Proyecto TOCOMA.



Fuente: *PMBOK* (2004).

Datos para Crear la EDT del Proyecto TOCOMA bajo la metodología establecida por el *Project Management Institute.*

1. Enunciado del Alcance del Proyecto.

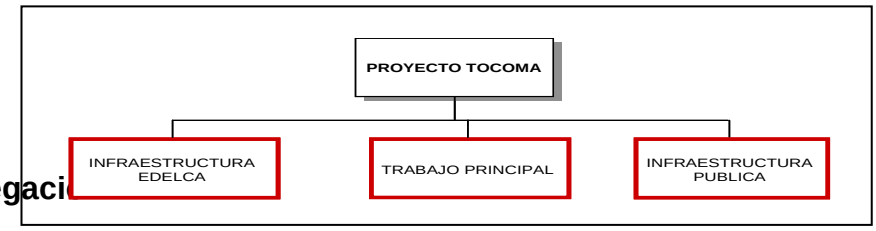
Se describieron las principales entregas del Proyecto TOCOMA, permitiendo al equipo del proyecto realizar una planificación más detallada, guiando el trabajo durante la ejecución. El grado y nivel de detalle con que el enunciado del alcance define que trabajo se realizará y que trabajo quedará excluido puede determinar el nivel de éxito con que el equipo de dirección del proyecto podrá controlar el alcance de manera general, el enunciado del Alcance del Proyecto TOCOMA delinea las características propias del proyecto.

Herramientas y Técnicas implementadas Bajo la metodología del *PMI* para crear la Estructura Desagregada del Trabajo.

1. Plantillas de la Estructura Desagregada del Trabajo (EDT).

En la aplicación de la EDT para el Proyecto TOCOMA, se tomó como modelo en su primer nivel de detalle la EDT del Proyecto CARUACHI, por tener ambos Proyectos características comunes, partiendo de la división de su alcance en tres sub proyectos como se muestra en la figura 6. Siendo importante este nivel para separar las obras que corresponden a las estructuras que conforman la Central Hidroeléctrica, del resto de las obras necesarias para llevar a cabo el Proyecto.

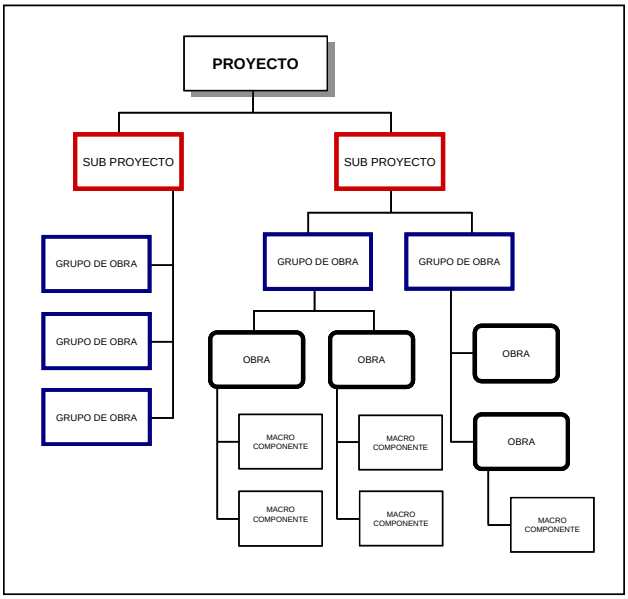
Figura 6. Primer nivel de detalle de la EDT del Proyecto TOCOMA similar al utilizado en el Proyecto CARUACHI.



2. Desagregaci

Se realizó una EDT para el Proyecto TOCOMA siguiendo una estructura desagregada tipo organigrama, lo suficientemente detallada para exponer las principales entregas del Proyecto. La Estructura Desagregada tipo organigrama, implementada para crear la EDT del Proyecto TOCOMA se muestra en la figura 7.

Figura 7. Organigrama utilizado para realizar la EDT del Proyecto TOCOMA.



Los subproyectos están divididos por grupos de obras, los cuales presentan de manera general su objeto, sucesivamente se detallan las obras de estos

grupos, en aquellos que contengan trabajos de mayor peso, y se separan las estructuras principales de concreto o enrocamiento, del equipamiento.

Las obras contempladas en el trabajo principal tendrán un nivel de detalle adicional identificado en la EDT como Macro Componentes, siendo necesario este último nivel de detalle para fragmentar las obras que siguen observándose de una manera generalizada aún teniendo cuatro niveles de detalle.

La EDT del Proyecto TOCOMA se realizó con cinco niveles de detalle suficientes para exponer en el Plan Detallado de Ejecución los componentes que de alguna manera tienen un peso significativo en el Proyecto, esto con la finalidad de identificar los distintos frentes de trabajo que conformarán la obra y a su vez servirá de herramienta para la desagregación de sus estructuras en actividades.

5.4.- Estrategia de Ejecución.

5.4.1.- Desagregación de las Estructuras en Actividades e Identificación de las Actividades.

Definida la EDT del Proyecto TOCOMA se desagregaron las estructuras en actividades (partiendo de los Macro Componentes de la EDT del Proyecto) alcanzando un nivel de detalle suficiente para llevar un control eficiente y puntual una vez se de inicio a la construcción de las estructuras principales del proyecto.

Las obras de mayor peso del proyecto en su mayoría son las estructuras principales de concreto, las cuales serán desagregadas por vaciados de acuerdo a las cotas de elevación indicadas en los planos. Es de suma importancia saber que las actividades fueron definidas bajo la revisión y análisis de los planos suministrados por Ingeniería Básica de CVG EDELCA. La altura de los vaciados fue definida luego de realizar estudios de alternativas basados en acortar el tiempo de ejecución y asegurar el cumplimiento de las entregas para las fechas previstas.

Los vaciados de concreto fueron identificados con un código de carácter nemotécnico estructurado (véase tabla 5). Este código conjuntamente con la descripción de la estructura, define las actividades, de manera tal, que indica la ubicación tanto en la estructura que corresponde como la cota de elevación del vaciado con el objeto de facilitar la comprensión del Plan Detallado de Ejecución del Proyecto. La estructuración del código para los vaciados fue propuesto por el equipo de planificación del Departamento de Gestión de Proyectos.

Tabla 5. Código de carácter nemotécnico para los vaciados de las estructuras de concreto.

CODIGO DE VACIADOS		
ESTRUCTURA DEL CODIGO: **EE.MXX.YYYY.XXXX**		
EE= Estructura		
	NM= Nave de Montaje	**TA**= Tubo de Aspiración
	OT= Obra de Toma	**ZT**= Zona Turbogeneradora
	NS= Nave de Servicio	**MG**= Muro de Grúa
	PI= Presa Izquierda	**PD**= Presa Derecha
	PIN= Presa Intermedia	**MB**= Ataguía "B"
	AL= Aliviadero	**DG**= Dique "G"
M= Monolito		
XX= Nº de Monolito		
YYYY= Nº de Unidades correspondientes al monolito. (solo estructuras de Casa de Máquinas y Toma)		
XXXX= Nº de vaciado de acuerdo a las juntas de construcción		

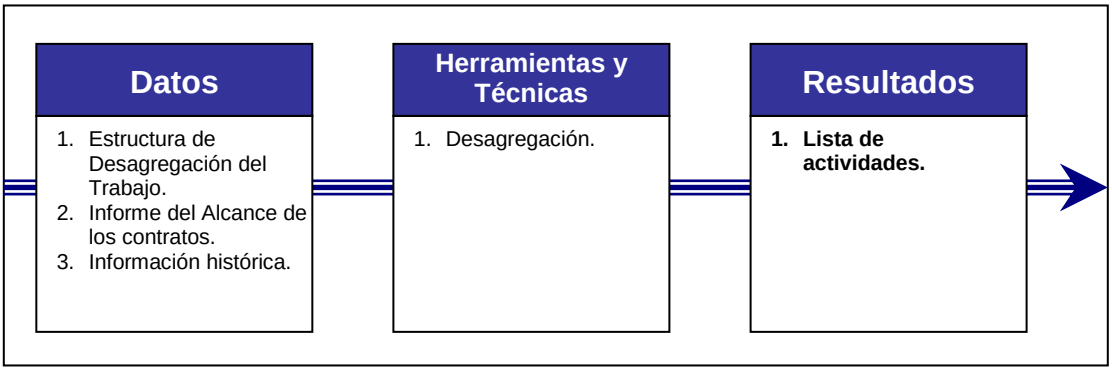
Fuente: Dpto. de Gestión de Proyectos. CVG EDELCA (2005).

Las actividades que se definieron bajo la revisión y análisis de los planos de Ingeniería básica se representaron en forma de lista de actividades y no como una EDT tipo diagrama por la cantidad de actividades que se requieren para la construcción de estas estructuras.

5.4.1.1.-Definición de Actividades bajo la premisa del *PMI*.

La definición de actividades comprende la identificación y documentación de las actividades específicas que deben desarrollarse con el fin de cumplir las entregas y subentregas identificadas en la Estructura de Desagregación del Trabajo (EDT). En este proceso está implícita la necesidad de definir las actividades de forma que se logren los objetivos del proyecto, a continuación en la tabla 6 se presentan los requerimientos que establece la metodología del *PMI* para la definición de las actividades.

Tabla 6. Requerimientos del PMI para la Definición de las Actividades



Fuente: *PMBOK* (2004).

Datos para la definición de Actividades.

1. Estructura de Desagregación del Trabajo.

Se utilizó la EDT del Proyecto TOCOMA, este documento permite ubicar de una forma global las estructuras sometidas a la desagregación partiendo de su último nivel de detalle identificado como Macro Componente.

2. Informe del Alcance de los contratos.

Este documento permitió visualizar las prelaciones que existen entre los contratos del proyecto. La construcción de las estructuras principales del proyecto se encuentran contempladas en el alcance del contrato 104-31 (Contrato de las Obras Civiles Principales), lo cual se evidencia que existe un vínculo con el contrato 104-13 el cual suministra concreto para los primeros vaciados mientras el contratista responsable del contrato civil principal instala su respectiva planta de concreto.

La relación entre esos contratos condujo a que se disminuyera la altura de los vaciados debido a que la planta de concreto que instalará el contrato 104-13, tendrá una capacidad de suministro acorde a sus trabajos, obviamente realizará obras que en comparación con las contempladas en el contrato 104-31 requieren menor cantidad de concreto.

3. Información Histórica.

Se utilizó la lista de actividades definida en la planificación del Proyecto Caruachi posterior a los estudios que condujeron a la definición de las actividades para la construcción de las estructuras principales del Proyecto TOCOMA, sirviendo solo de medio de comparación para cerciorarse que no existiera ninguna omisión de actividades elementales.

Herramientas y Técnicas para la definición de las Actividades.

1. Descomposición.

Con la implementación de esta herramienta se desagregó en actividades las estructuras principales de concreto incluyendo las actividades necesarias para el montaje de las grúas y la colocación de las compuertas. Aplicando la metodología

establecida por el *PMI*, se realizó las EDT correspondiente a las estructuras principales del Proyecto TOCOMA partiendo del último nivel de detalle identificado en la EDT como Macro Componente y posteriormente realizar la lista de actividades para la construcción de estas estructuras.

5.4.2.- Calendario establecido en el Plan Detallado de Ejecución del Proyecto TOCOMA.

El calendario de trabajo es una herramienta que contribuye a distribuir los recursos en el tiempo y definir las fechas en que será ejecutada cada actividad del proyecto. Se definieron las Jornadas de Trabajo acordes a la complejidad y duración disponibles que se concretaron para cada contrato en el Programa General de Construcción del Proyecto TOCOMA mostrado en el anexo 1, realizado bajo las especificaciones exigidas por CVG EDELCA para este tipo de trabajo.

Para la ejecución de las obras objeto del contrato 104-31, se definió un Calendario con dos jornadas de trabajo de diez (10) horas cada una, dejando cuatro (4) horas disponibles para el cambio de turno entre las dos jornadas a fin de intercambiar información respecto a lo acontecido durante la jornada de trabajo y a su vez sirve también para el acondicionamiento del sitio y organización de equipos y maquinarias para recibir al personal entrante. Las jornadas de trabajo se determinan en función de las fechas metas del Proyecto.

Cabe mencionar que los atrasos más significativos presenciados en proyectos anteriores especialmente en la ejecución del Proyecto Caruachi, surgieron a causa de problemas sindicales los cuales provocaron paros en frentes importantes de la obra que de alguna manera ponían en riesgo las entregas principales del proyecto, siendo necesario el incremento de las horas hombres por día, el cual se realizó mediante la implantación de tres jornadas de trabajo de ocho

(8) horas cada una y por ende se originó un aumento del personal. Significando esto un recurso al cual se acude para compensar el tiempo perdido, generándose así una lección aprendida que está siendo tomada en cuenta para la planificación del Proyecto Hidroeléctrico TOCOMA y se considerará en los demás proyectos sucesores a este.

Para la definición de los Calendarios de Trabajo se calculó los días laborables por mes en un año, excluyendo los días feriados o no laborables amparados bajo mandato presidencial y los días domingo de cada semana, al igual que los cedidos por la empresa contratista como días colectivos, siendo esto un derecho que debe gozar todo trabajador venezolano en el mes de diciembre. A continuación en la tabla 7 se señalan los días no laborales por año.

Tabla 7. Días no laborales por año.

DIAS NO LABORABLES POR AÑO	
Días Feriados	
Lunes de Carnaval	1
Martes de Carnaval	1
jueves Semana Santa	1
Viernes Semana Santa	1
Sábado Semana Santa	1
11-Abr	1
19-Abr	1
01-May	1
24-Jun	1
05-Jul	1
24-Jul	1
12-Oct	1
Total días Feriados no laborales	12
Dias colectivos	15
Total días no laborables	**27**

Ya definidos los días no laborables, se calculó los días laborables por año, mediante la ecuación 1 así como también se calculó los días laborables por mes en un año mediante la ecuación 2, teniendo como datos los valores que a continuación se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Datos para calcular los días laborales por mes en un año.

	Datos	Cant.	Und.
Tt	Turnos de trabajo	2	turnos
Dt	Duración de cada turno de trabajo	10	hrs.
Ds	Días laborales por semana	6	días
Sa	Semanas por año	52	semanas
Dnl	Días no laborales por año	27	días
Ml	Meses laborales por año	12	meses
Dm	Días laborales por mes	23,75	días/mes

Cálculo de los días laborables por año. Ec. 1.

$$Dla = (Sa \times Ds) - Dnl$$

Donde:

Dla: Días laborables por año.

Sa: Número de Semanas por año.

Ds: Días laborables por Semana.

Dnl: Días no laborables.

Sustituyendo los valores dla tabla 7 en la ecuación 1 se obtiene que:

$$Dla = (52 \times 6) - 27 = 285 días$$

El valor que se obtuvo para *Dla*, indica que se trabajaran doscientos ochenta y cinco días por año, ya excluidos los días no laborales y los días domingo de cada semana, es decir, se trabajarán seis días por semana como se indicó en la tabla 8.

Cálculo de los días laborables por mes. Ecuación 2.

$$Dm = \frac{Dla}{Ml}$$

Donde:

Dm: Días laborables por mes.
Dla: Días laborables por año.
Ml: Meses laborables.

Sustituyendo los valores en la ecuación 2 se obtiene que:

$$Dm = \frac{(6 \times 52) - 27}{12} = 23{,}75 días$$

El valor obtenido de la ecuación 1, representa el número de días laborables por mes, significando esto que de treinta ó treinta y un días que comprende un mes, serán laborables solo veintitrés coma setenta y cinco (23,75) días de ellos, este valor se origina del total de días en un año excluyendo los días no laborales repartidos de forma equitativa para los doce meses del año.

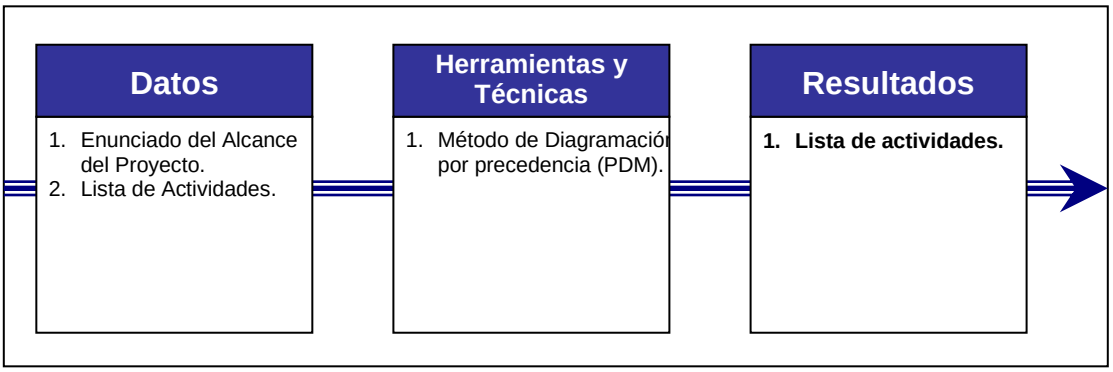
5.4.3.- Secuencia de Actividades.

La secuencia de las actividades implicó identificar y documentar las relaciones entre las actividades del cronograma. Las actividades del cronograma se ordenaron de forma lógica con relaciones de precedencias adecuadas, este se

realizó utilizando un *software* de Gestión de Proyectos con aplicaciones al *PMI*. Las actividades se ordenaron de acuerdo a una secuencia lógica ascendente determinada por la experiencia del equipo del proyecto en función de ejecutar las obras con todos los detalles físicos que se muestran en los planos de construcción.

La metodología del *PMI* sugiere los siguientes pasos para establecer la secuencia de actividades tal y como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Requerimientos del *PMI* para establecer la secuencia de actividades.



Fuente: *PMBOK* (2004).

Datos sugeridos por el *PMI* para determinar la secuencia de ejecución.

1. Enunciado del Alcance del Proyecto.

El enunciado del proyecto, contribuyó a la determinación de la secuencia de actividades ya que allí se describe la manera en la cual se ejecutarán las estructuras principales del Proyecto TOCOMA, al igual que las cantidades de obras y materiales que conforman las principales estructuras de concreto y de enrocado.

2. Lista de Actividades.

La lista de actividades obtenida de la desagregación de las estructuras señala las actividades necesarias para la construcción de las estructuras sin una secuencia lógica de ejecución ya que solo se trata de definir todas las actividades a fin de evitar omisiones de actividades relevantes. Con base en las actividades contempladas en esta lista se definieron las secuencias de las actividades allí definidas y a su vez como se interrelaciona la secuencia de ejecución de todas las estructuras que comprende el Proyecto TOCOMA.

Herramientas y Técnicas sugeridas por la metodología del *PMI*.

1. Método de Diagramación con flechas.

El método de diagramación con flechas se implementó de una manera partícular ya que la cantidad de actividades es bastante significativa haciendo complejo el procedimiento para realizar un diagrama típico, lo que implicó la realización del método sobre un diagrama de Gantt, tal acción es permitida por el *software* con aplicaciones en Gerencia de Proyectos (*Microsoft Project*).

Para realizar el diagrama de Gantt de las actividades definidas para la ejecución de las estructuras, se estimaron las duraciones correspondientes a cada actividad, las duraciones para las actividades fueron determinadas y calculadas por el equipo multidisciplinario que labora en el Departamento de Gestión de Proyectos, los cuales se basaron en sus experiencias adquiridas en la construcción de las centrales hidroeléctricas existentes y en cálculos estadísticos que toman en cuenta todos aquellos factores influyentes para la buena ejecución de las actividades.

Para el cálculo de la duración de las actividades se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Recursos requeridos.
- Rendimientos estimados en los trabajos de excavación, rellenos, colocación de concreto, encofrados, acero, entre otros.
- Producción de concreto.
- Preparación de juntas de construcción y contracción.
- Preparación de fundación.
- Medios de elevación.
- Capacidad de producción de las plantas.
- Periodos de lluvia.
- Tiempo de encofrado.
- Tiempo de desencofrado.
- Desencofrado de los vaciados con encofrado especial.
- Velocidad de aprendizaje en las cuadrillas.
- Número de personas.

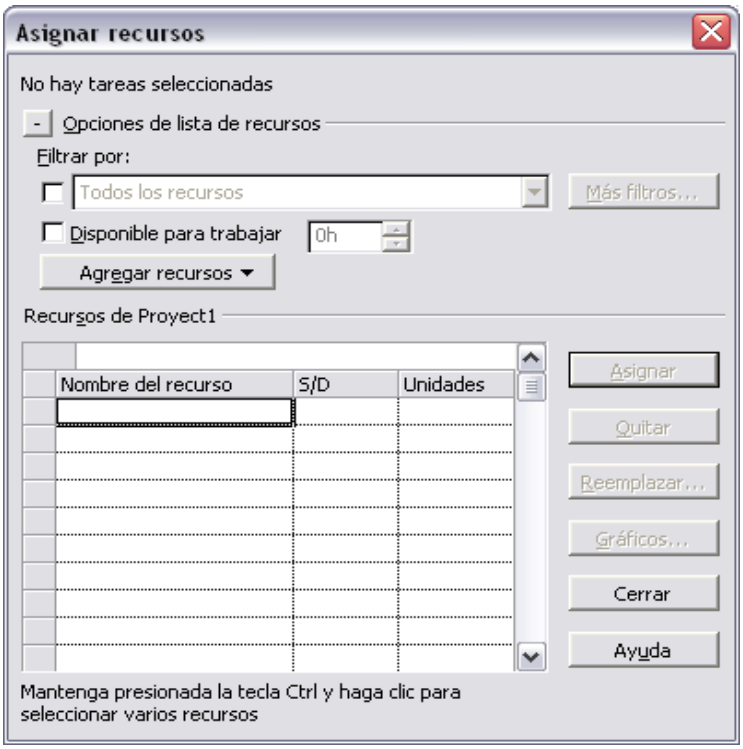
En cuanto a los tiempos de espera, para desencofrar los vaciados con encofrado especial como la entrada o boca de Toma de la Casa de Máquinas se consideró dieciocho (18) días después de realizar el segundo vaciado por encima del vaciado a desencofrar.

La unidad de tiempo implementada fue en días laborables, la estimación de la duración se basó en un trabajo eficiente durante un horario de trabajo de dos (2) turnos con diez (10) horas efectivas por turno y conformación de cuadrillas normales.

5.4.4.- Asignación de los Recursos.

Los recursos asociados a cada actividad fueron asignados por el equipo multidisciplinario bajo las condiciones y especificaciones técnicas exigidas por CVG EDELCA. Para la asignación de los recursos a cada actividad, se recurrió al *Software* con aplicaciones en Gerencia de Proyectos el cual ofrece esta posibilidad de asignación de recursos. En la figura 8 se muestra la pantalla del *Software* donde se asignan los recursos para las actividades.

Figura 8. Pantalla del Software para la asignación de los recursos para cada actividad.



Fuente. Microsoft Project. (2003).

5.4.5.- Distribución de los Recursos en el Tiempo.

Asignados los recursos a las actividades, se realizó su distribución basándose en el cumplimiento de los Hitos. Esta operación se efectuó de acuerdo al tipo de trabajo al cual se le distribuirá sus recursos. La distribución de recursos fue establecida en las estructuras principales de concreto, ya que son las actividades con mayor peso en el proyecto. Para la distribución de los recursos en tiempo se utilizó como herramienta Histogramas de Recursos, siendo este último una herramienta utilizada en la planificación de los proyectos anteriores con el cual se han obtenido buenos resultados para el monitoreo y control de la obra.

Los Histogramas de Recursos tienen como objeto principal exponer el consumo de los recursos necesarios para realizar las actividades tomando en cuenta que las actividades contempladas en otros frentes de trabajo requerirán también de algunos recursos de manera simultánea.

Para las estructuras principales de concreto se realizaron Histogramas de Concreto, encofrado, acero, agregados, microsílica, arena, horas hombres y horas equipo. Para la distribución del concreto de las estructuras principales se tiene previsto que en los primeros vaciados se utilizará la planta de concreto suministrada por el contrato 104-13, la cual tendrá una capacidad de suministro inferior a la instalada por el contrato civil principal 104-31.

Se realizó un histograma de concreto de las estructuras principales a lo largo del proyecto (véase anexo 2) con la finalidad de visualizar por medio de una gráfica el máximo consumo de concreto por mes el cual deberá suministrar la planta de concreto disponible. El contrato 104-13 suministrará concreto al contrato 104-31 hasta el mes de diciembre del año dos mil siete mientras este último

instala su propia planta la cual tendrá una capacidad de suministro superior a la instalada por el contrato 104-13.

En la realización de los histogramas se tomaron como variables las cantidades mensuales y acumuladas en cada mes y el tiempo en meses, siendo este último la variable correspondiente al eje de las accisas. Los Histogramas están comprendidos por dos tipos de graficas:

a. **Gráfica de Columnas:** Representa la cantidad de recurso que será utilizada por mes y/o durante el tiempo de ejecución para el caso de presentar los valores acumulados.

b. **Gráfica de Líneas:** Representa el valor acumulado de los recursos durante un periodo o el total de los recursos a utilizar durante la ejecución de la obra.

5.4.6.- Identificación de los Hitos Principales del Proyecto TOCOMA.

Los Hitos son metas que deben cumplirse en fechas determinadas, por lo general su incumplimiento causaría gran impacto en la ejecución del proyecto y por ende en el programa de ejecución que se tenga previsto. Para la ejecución del Proyecto TOCOMA se han identificado los Hitos principales, fijados tanto por estrategia de trabajo como por metas trazadas por CVG EDELCA en pro de fortalecer sus Gestiones en Gerencia de Proyectos.

Para el Proyecto Hidroeléctrico TOCOMA se identificaron los Hitos con base en la fecha prevista para la puesta en operación de la primera unidad en el Programa General (véase anexo 1) considerado este como el Hito principal del Proyecto. Para el cumplimiento de la fecha prevista de la puesta en marcha de la primera unidad se han considerado otros Hitos que permitirán reducir los riesgos

de incumplimiento de este Hito principal, los cuales se identifican como Hitos parciales.

5.4.7.- Determinación de la Ruta Crítica del Proyecto TOCOMA.

La determinación de la Ruta Crítica se encuentra condicionada al cumplimiento de los Hitos o fechas clave definidas en el Programa General del Proyecto TOCOMA, basándose principalmente de la construcción de las Estructuras Principales, teniendo en consideración la cantidad de recursos necesarios y el tiempo de ejecución que se requiere.

La Ruta Crítica del Proyecto TOCOMA se determinó basándose fundamentalmente en el cumplimiento de los Hitos principales o fechas clave y está integrada por actividades que comprenden la construcción de las estructuras principales del proyecto, por lo que el incumplimiento de estas, podrían ocasionar retrasos en la obra que de alguna manera pone en riesgo el cumplimiento de los Hitos, debido a la precedencia que guardan entre ellas. Cabe destacar que se tomaron en cuenta unos factores que identifican las actividades críticas, los cuales se mencionan a continuación:

- Cumplimiento de los Hitos parciales.
- Complejidad de ejecución.
- Duración de ejecución.
- Recursos asociados.

CAPÍTULO VI
RESULTADOS DEL PROYECTO

Los resultados obtenidos es producto de la adaptación de la metodología establecida por el *Project Management Institute,* en las pautas o requerimientos contemplados en las “Normas e Instrucciones para la Gestión de Proyectos de CVG EDELCA”, lo que permitió realizar un Plan Detallado de Ejecución del Proyecto bajo las exigencias enmarcadas por el Ente financiero, siendo este documento requisito indispensable e irremplazable para otorgar el financiamiento destinado para la construcción de las estructuras principales del Proyecto Hidroeléctrico TOCOMA.

6.1.- Descripción del Proyecto TOCOMA.

El Proyecto Tocoma está ubicado a 18 Km. aguas abajo de la Central Hidroeléctrica Guri y contempla el cierre total del Río Caroní entre la Serranía de Terecay y las sabanas ubicadas sobre la margen derecha del Río Claro.

El Proyecto Tocoma es el último desarrollo hidroeléctrico del aprovechamiento del Bajo Caroní, conjuntamente con Guri (8.850 MW, en operación), Macagua (2.930 MW, en operación) y Caruachi (2.196 MW, en operación parcial). Las características energéticas del Proyecto Tocoma están predeterminadas por la descarga regulada de la Central Hidroeléctrica Guri. La Energía promedio anual que aportará el conjunto de Centrales del Bajo Caroní al Sistema Eléctrico Nacional asciende a 86.700 GWh /año. En la actualidad, el conjunto Guri/Macagua entrega una Energía Promedio de 61.850 GWh/año, el cual se incrementará en aproximadamente 12.950 GWh/año con la inclusión de Caruachi. Tocoma completa el desarrollo del

Potencial Energético del Bajo Caroní con una Energía Promedio Anual de 11.900 GWh/año.

Las obras principales del Proyecto Tocoma comprenden las siguientes estructuras:

1. Una presa principal de tipo gravedad en concreto, con una altura máxima desde su fundación de 65 m y una longitud de 270 m.
2. Una casa de máquinas incorporada a la presa principal, con 10 turbinas tipo Kaplan con capacidad nominal de 216 MW y caída nominal de 34,65 m, y 10 generadores tipo Paraguas de 230 MVA.
3. Un aliviadero tipo Creager con 9 compuertas radiales con una capacidad máxima de descarga de 28.750 m3/sg.
4. Una presa de tierra y enrocamiento derecha, con 80 m de altura y 1.835 m de longitud.
5. Una presa de enrocamiento izquierda con pantalla de concreto, con 50 m de altura y 3.760 m de longitud.

Para la construcción de dichas obras, el río será desviado parcialmente de su cauce natural en dos etapas, las cuales se describen a continuación:

- Primera Etapa: Parcialmente concluida, se inició con la construcción desde la margen izquierda de las Ataguías de Acceso, A1, A2 y A3, que permiten mantener en seco el área para la construcción de la presa izquierda, casa de máquinas y aliviadero. Durante esta etapa comenzará la construcción parcial de la presa derecha con las ataguías C1 y D1, dejando entre la ataguía A1 y la presa parcialmente construida, una abertura en el cauce natural del río de 500 m, para el paso de caudales regulados por Guri hasta un máximo de 14.000 m3/s.

- Segunda etapa: Durante esta etapa, se procederá con el cierre del boquete de 500 m mientras el río es desviado por los 18 conductos de 5,5 m de ancho, 9 m de alto, longitud de 45 m y el fondo a la elevación 79,25 m.s.n.m, ubicados en el cuerpo inferior del aliviadero y diseñados para trabajar a presión en el rango de caudales esperados entre 5.000 y 14.000 m3/s, una vez cerrados los ductos se dará inicio a la formación del embalse de Tocoma cuyas características generales son:

▪ Area:	87,34	km2.
▪ Volumen total:	1.770	hm3.
▪ Volumen útil:	90	hm3.
▪ Nivel máximo de operación:	127,00	msnm.
▪ Nivel mínimo de operación:	126,00	msnm.
▪ Nivel máximo infrecuente:	127,50	msnm.
▪ Caudal medio del río:	4.814	m3/s.

El Proyecto Tocoma presenta características extremadamente favorables debido a su pequeña área de inundación en relación con su capacidad de generación, siendo éste uno de los principales indicadores de impacto ambiental.

6.2.- Estrategia Contractual del Proyecto TOCOMA.

Luego de varios estudios de alternativas realizadas por el equipo multidisciplinario de CVG EDELCA para fijar las estrategias contractuales del Proyecto y teniendo en cuenta las lecciones aprendidas que surgieron de la construcción de la Central Hidroeléctrica CARUACHI se consideró 3 opciones para definir el esquema de contratación para llevar a cabo el Proyecto TOCOMA los cuales se mencionan a continuación:

- Un solo contrato IPC (Ingeniería, Procura y Construcción).
- Esquema de contratación similar al utilizado en el Proyecto CARUACHI (17 contratos).
- Esquema basado en un número reducido de contratos (seis).

Realizado el estudio comparativo entre las tres opciones, se descartó el esquema de contratación basado en un solo contrato IPC por presentar desventajas comparativas y riesgo de reducción de calidad, no compensada por los elementos de reducción de otros riesgos y costos que pudiera ofrecer. Así mismo, se descartó el esquema similar al utilizado en el Proyecto CARUACHI, a causa de la experiencia previa por considerar excesiva la exposición al riesgo de reclamaciones, por interferencias e incumplimiento entre contratistas. Por lo que se aprobó un esquema de contratación para las obras que conforman el Proyecto, en ocho (8) contratos:

- Exploración Geológica y sus obras asociadas en el sitio de TOCOMA (Contrato Nº 1.1.104.001.01).
- Excavación de las Estructuras Principales y construcción parcial de la Presa Izquierda (Contrato Nº 1.1.104.001.02).
- Construcción de las Estructuras Principales de Concreto, Suministro e Instalación de los Equipos Hidromecánicos, Construcción final de la Presa Izquierda, Construcción de la Variante del Ferrocarril y construcción de la Plataforma de la Subestación TOCOMA (Contrato 104-31).
- Suministro e Instalación de los equipos Electromecánicos Principales (Contrato Nº 3.1.104.001.02).
- Construcción parcial de las presas de enrocamiento y transición izquierda, producción y, acopio y suministros de agregados y concreto (Contrato 104-13).
- Construcción de la Presa Derecha.

- Suministro e Instalación de los Equipos para la Subestación TOCOMA.
- Suministro e Instalación de la línea de Interconexión de la Subestación TOCOMA con la Casa de Máquinas.

Con la desagregación del alcance del proyecto en ocho contratos se realizó el Plan de Contratación de acuerdo a las estrategias enmarcadas por el equipo multidisciplinario de CVG EDELCA. A continuación se presenta el Plan de Contratación del Proyecto TOCOMA (véase figura 9).

Figura 9. Plan de Contratación del Proyecto TOCOMA.

6.3.- Registro de Riesgos del Proyecto TOCOMA.

Con la implementación de las herramientas y técnicas sugeridas por la metodología establecida por el *PMI* para la identificación de los principales riesgos se obtuvo como resultado el registro de los principales riesgos del Proyecto Hidroeléctrico TOCOMA. Los riesgos identificados fueron contenidos en un cuadro bajo las consideraciones pautadas por la metodología, los cuales se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Plan de Identificación de los principales Riesgos del Proyecto TOCOMA.

RIESGOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			IMPACTO POTENCIAL			ACCIÓN DE MITIGACIÓN
	A	M	B	A	M	B	
1. Lograr retorno de inversión	X				X		Negociación de la tarifa
2. Costo de Capital							
2.1.- Indefición Ingeniería Básica	X			X			Buena definicón del Proyecto (FEL)
A.- Civil para cuantificación materiales subsuelo							A-1.- Estudios más extensivos que Caruachi del subsuelo
							A-2.- Evaluación detallada de contingencia
2.2.- Tipo de contratación		X			X		Definición de estrategia de contratación
2.3.- Condiciones del suelo		X		X			Estudios complementarios
2.4.- Extensión del Cronograma	X			X			Control de Proyectos Proactivo (con Hitos intermedios)
3. Minimizar impacto ambiental							
3.1.- No cumplimiento de regulaciones		X		X			Supervisión ambiental permanente (especificaciones en las clausulas contractuales
4. Alcance							
4.1.- Alcance definitivo para cada disciplina en la Ing. Básica		X			X		desarrollar lista de verificación de entregas (planos, especificaciones, estudios)
4.2.- Potencial de Cambio	X			X			Aceptación de cambios relaciona_ dos con seguridad o mejoras en las operaciones; justificados
4.3.- EDT no disponible	X				X		Elaboración y oficialización de la EDT del proyecto

Tabla 10. Continuación.

RIESGOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			IMPACTO POTENCIAL			ACCIÓN DE MITIGACIÓN
	A	M	B	A	M	B	
5. Plan de Gerencia del Proyecto							
5.1.-Nuevos procesos aplicados por primera vez	X			X			Entrenamiento, facilitación, acepta_ ción, disposición, compromisos
5.2.- Nuevos roles y responsabilida_ des	X			X			Nuevos roles (Patrosinador y Gerente de Proyectos, asi como los equipos de proyectos)
6. Plan Organización (y recursos)							
6.1.- No existen los roles y las res_ ponsabilidades (definidas) para el Patrocinador, Gerente de Proyectos y Equipo de Proyectos	X			X			Definición de roles y responsabili_ dades
6.2.- No se ha definido los niveles de autorización.	X			X			Definir y formalizar los niveles de autorización
6.3.- No se han identificado el total de involucrados en el proyecto	X			X			Identificación de los involucrados
6.4.- No existe definición de requeri_ mientos y/o acuerdos en asignacion de recursos humanos (interno) para el proyecto	X			X			Definición y formalización de reque_ rimientos y acuerdos de asignación de recursos
7. Plan de Contratación		X		X			Control sobre los procesos de contratación (cronograma)
7.1.- Riesgo en lograr las fechas críticas para proceso de contrata_ ción							
7.2.- Riesgo en Gerencia de interfa_ ces y coordinación entre dueño y contratistas y contratistas con otros contratistas	X			X			Incluir responsabilidades propietario y contratistas en las especificaciones contractuales
7.3.- Riesgos en no obtener contra_ tistas calificados		X		X			Procesos de precalificación estrictos y muy detallados
7.4.- Riesgos en obtener ofertas superiores a los estimado de costos		X			X		Precisar y verificar estimados con opiniones de terceros
7.5.- Largos procesos de licitación	X			X	X		Planificar, optimizar y controlar los cronogramas de proceso de licitaci_ ón

A: ALTA **M:** MEDIA **B:** BAJA

6.4.- Estructura Desagregada del Trabajo (EDT).

Conociendo ya las estructuras principales del proyecto descrito en el Enunciado del Alcance y aplicando la Estructura Desagregada del Trabajo tipo organigrama mostrada en la figura 7, se realizó la EDT para el Proyecto TOCOMA con cinco niveles de detalle como se muestra en la figura 10, el cual expone las principales entregas del proyecto, facilitando así una próxima desagregación más detallada a través de la descomposición de sus Macro Componentes.

Figura 10. EDT del Proyecto TOCOMA.

6.5.- Estrategia de Ejecución.

6.5.1.- Plan de Adquisiciones.

El Plan de Adquisiciones refleja los recursos monetarios destinados para los contratos del proyecto detallando el ente financiero, el método de adquisición y el periodo en que serán cedidos dichos recursos. Debido a que la información respecto a los montos hasta ahora es información confidencial se omitieron señalando solo la localidad de proveniencia del financiamiento. En la tabla 11 se presenta el Plan de Adquisiciones definido para el Proyecto TOCOMA.

Tabla 11. Plan de Adquisiciones del Proyecto TOCOMA.

Contrato Licitado	Servicio	Financiamiento (en MM de U$$)		Licitación		
				Método de Adquisiciones	Periodo	
		Foraneo	Local		Inicio	Fin
Contrato 104-11	Obras		X	LPN		
Contrato 104-30	Obras		X	CC		
Contrato 104-36	Obras		X	LPN	May-04	May-05
Contrato 104-13	Obras		X	LPN	Sep-05	Jul-06
Contrato 104-31	Obras	X		LPN	Jun-05	Dic-06
Contrato 104-33			X	LPN	Jun-07	Nov-08
Contrato 104-200	Bienes		X	LPN	Abr-03	Abr-07
Contrato 104-265	Bienes		X	LPN	Dic-09	Feb-10

LPN: Licitación Pública Nacional **CC: Concurso de Credenciales**

6.5.2.- Lista de Actividades.

La desagregación se basó principalmente en estrategias de trabajo, en especial las actividades de vaciado de concreto ya que la altura de estos puede hacer aumentar o disminuir el tiempo de ejecución de la obra de acuerdo a las estrategias planteadas. Los vaciados previstos para las estructuras principales del proyecto tendrán una altura no mayor a 2,5

metros, definidos por los Departamentos de Gestión de Proyectos e Ingeniería Básica de CVG EDELCA luego de varios estudios realizados.

Para realizar la lista de actividades necesarias para la construcción de las estructuras principales del proyecto e identificarlas, se partió de la desagregación de los Macro Componentes de la EDT del Proyecto utilizando como herramienta principal los planos de construcción de las estructuras. Las actividades se identificaron con la implementación de un código de carácter nemotécnico (véase tabla 5) el cual es de rápida comprensión, facilitando de esta manera la ubicación de los vaciados en la estructura y la cota a la que corresponde.

6.5.3.- Programa de Actividades para la Construcción de las Estructuras Principales del Proyecto TOCOMA.

Las actividades se ordenaron de acuerdo a las precedencias suministradas por el equipo multidisciplinario del Departamento de Gestión de Proyectos. La secuencia de ejecución para las estructuras principales de concreto se realizó con precedencias entre vaciados de forma ascendente a diferencia de las actividades complementarias, que se le asignaron actividades precedentes de acuerdo a la experiencia del personal y lógica de ejecución.

Debido a la cantidad de actividades, estas son representadas en un diagrama de Gantt en sustitución a la implementación de un diagrama de red, el cual expone las precedencias entre las actividades a través de flechas tal y como se observa en el programa resumido de las estructuras principales del Proyecto TOCOMA (véase anexo 3).

6.5.4.- Histogramas de Recursos.

Los recursos necesarios para la construcción de las estructuras principales del proyecto se representaron en Histogramas de Recursos, los cuales exponen una distribución de acuerdo a las estrategias de ejecución planteadas por el equipo multidisciplinario del proyecto, teniendo en consideración las especificaciones técnicas y los estándares de calidad exigido por CVG EDELCA. Para las estructuras principales del proyecto se realizaron histogramas de los recursos (véase anexo 4) que se mencionan a continuación:

- Concreto.
- Cemento.
- Acero.
- Microsílica.
- Arena.
- Agregados ¾.
- Agregados 1 ½.
- Horas Hombre.
- Horas Equipo.
- Encofrado.

6.5.5.- Hitos del Proyecto TOCOMA.

Los Hitos parciales se definieron basándose en el cumplimiento de la puesta en operación comercial de la primera unidad, siendo este, el Hito principal del proyecto TOCOMA, los Hitos más importantes contemplados en el Programa General del Proyecto (véase anexo 1) son los siguientes:

1. Firma de los contratos: La firma de los contratos son considerados Hitos parciales ya que las duraciones de ejecución para las actividades

contempladas en el alcance de cada contrato parte desde el momento en que el contratista asume la responsabilidad de llevarlo a cabo.

2. Estructuras principales de concreto: El inicio de las actividades para los vaciados de las estructuras principales, se programó para iniciar en el segundo trimestre del año dos mil siete, su atraso afectaría la continuación de las demás actividades sucesoras a esta. Como bien se detalla en la desagregación de las actividades los vaciados de estas estructuras tienen prelación en orden ascendente.
3. Segundo desvío del río: El segundo desvío del río se realiza a través de los ductos del Aliviadero, volviendo este a su cauce natural, lo que permite remover la ataguía A Uno (A1) e inundar el Canal de Descarga.
4. Cierre final de la Presa Derecha: Con el cierre de la Presa Derecha el río fluirá solo por los ductos del Aliviadero, permitiendo de esta manera controlar el cauce para cuando se requiera elevar el nivel del embalse y se le de apertura a la primera Unidad Generadora.
5. Inicio cierre de los ductos: Se cierran los ductos del Aliviadero para iniciar la inundación del embalse.
6. Inundación del Canal de Descarga: El Canal de Descarga se encuentra aguas abajo de Casa de Máquinas, se requiere de su inundación para equilibrar las presiones en ambas caras de las compuertas y proceder a su apertura.
7. Puesta en operación de la primera unidad: La puesta en operación de la primera unidad es el Hito Principal del Proyecto ya que para las demás unidades se realiza una programación partiendo del funcionamiento de la primera, siendo los procedimientos de montaje e instalación, iguales para cada una de ellas, por ende se toman lapsos similares para la puesta en operación comercial, tomando en cuenta algunas fechas que puedan irrumpir el cumplimiento de las mismas.

Los Hitos estarán representados en el Programa General del Proyecto, mediante flechas que indicarán la fecha en la que se deben cumplir así como también el contrato responsable de hacerlo cumplir. Para el caso en que el cumplimiento del Hito requiera la intervención de varios contratos, este será señalado en la parte superior del Programa General, como un Hito General del Proyecto haciendo énfasis en la fecha en la cual se debe cumplir. Los Hitos más relevantes para el Proyecto TOCOMA se pueden observar más detalladamente en el Programa General del Proyecto (véase anexo 1).

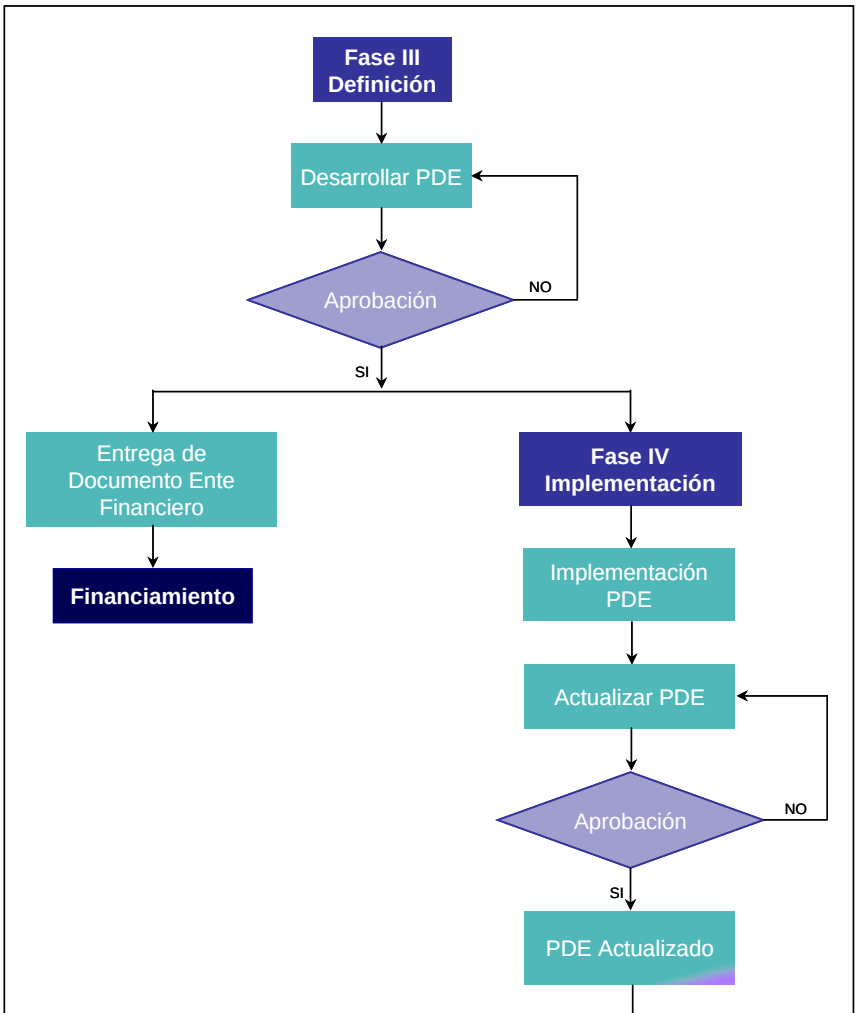
6.5.6.- Ruta Crítica del Proyecto TOCOMA.

La Ruta Crítica del Proyecto TOCOMA inicia en la construcción de la fundación del Aliviadero y continúa a lo largo de la construcción de las demás estructuras de concreto para cumplir a cabalidad con los hitos parciales del proyecto y finalmente con los hitos principales. Las actividades críticas son representadas en el programa resumido con barras de color rojo tal como se presenta en el anexo 5.

6.6.- Aprobación del Plan Detallado de Ejecución del Proyecto.

El Plan Detallado de Ejecución del Proyecto se desarrolla en la fase 3 de definición según el ciclo de vida de los proyectos en CVG EDELCA y entra en vigencia en la fase 4 de implementación, fase en la cual se realizan actualizaciones según los cambios que se presenten en la ejecución del proyecto. El procedimiento de aprobación del Plan Detallado de Ejecución se presenta en la figura 11.

Figura 11. Diagrama para la aprobación del Plan Detallado de Ejecución.



CONCLUSIONES

La planificación – programación del Proyecto TOCOMA está sujeta a cubrir con los estándares de calidad exigidos por CVG EDELCA para la construcción de centrales hidroeléctricas implementándose mediante la optimización del Plan de Ejecución propuesto por las empresas contratistas.

La metodología del *PMI* fue utilizada para realizar el Plan Detallado de Ejecución del Proyecto bajo las exigencias de CVG EDELCA contempladas en las normas e instrucciones para la Gestión de Proyectos de CVG EDELCA, ya que esta permite ser aplicada bajo un criterio propio, sin necesidad de recurrir a métodos empíricos que no sean avalados por ninguna metodología, fortaleciendo de esta manera la viabilidad de los resultados obtenidos.

Las actividades programadas deben ser definidas a un nivel de detalle de forma tal que permita determinar la secuencia lógica de ejecución con el número de precedencias necesarias, destacando que mientras más detallada sean las actividades, más compleja sería su programación y por ende aumenta la probabilidad de que existan omisiones y/o errores en el programa, trayendo como consecuencia deficiencias en el control del Proyecto.

La disposición de recursos es factor determinante para estimar las duraciones de ejecución de las estructuras principales, teniendo en cuenta que para algunas actividades en diferentes estructuras requieren de un recurso en común, obligando a realizar reprogramaciones en caso de no haberse tomado las respectivas previsiones de planificación para esta situación, al igual que las capacidades de producción de las plantas instaladas para el suministro de materiales debe ser igual o mayor a las cantidades de material necesario en un lapso de tiempo determinado.

RECOMENDACIONES

Todos los riesgos deben ser considerados en el Plan de Mitigación de Riesgos, ya que el impacto potencial puede aumentar en el transcurso de la ejecución del proyecto, pudiendo traer consecuencias graves que de alguna manera incida en la ruta crítica del proyecto y por ende al cumplimiento de los principales hitos del proyecto.

Documentar los cambios de alcance relacionados a cada contrato a fin de comunicar a los interesados cuales fueron los factores que originaron el

cambio, así como también orientar los trabajos del equipo multidisciplinario bajo un mismo alcance.

Regir la realización de los documentos relacionados a la planificación de proyectos bajo la premisa de la metodología establecida por el Project Management Institute, tomando en consideración el auge que actualmente presenta la implementación de esta metodología para proyectos de envergadura.

Recopilar todos los documentos requeridos por la metodología, previo a su adaptación para así diagnosticar la necesidad de crearlos con anticipación ya que muchos de los recaudos necesarios para adaptar la metodología del PMI son documentos formales.

BIBLIOGRAFÍA

Briceño, José (1998). **Guía de Planificación y Control de Proyectos**. Caracas – Venezuela. (Editorial, año)

CVG EDELCA (2004). Normas e Instrucciones para la Gestión de Proyectos. CVG EDELCA. Puerto Ordaz – Venezuela.

CVG EDELCA (2005). **Informe de Avance Mensual del Proyecto TOCOMA, mes de Julio**.

Project Management Institute (2004). **Guía de Fundamentos de la Dirección de Proyectos**. 3ra Edición. Publicado por Project Management Institute, Inc. Pennsylvania – Estados Unidos.

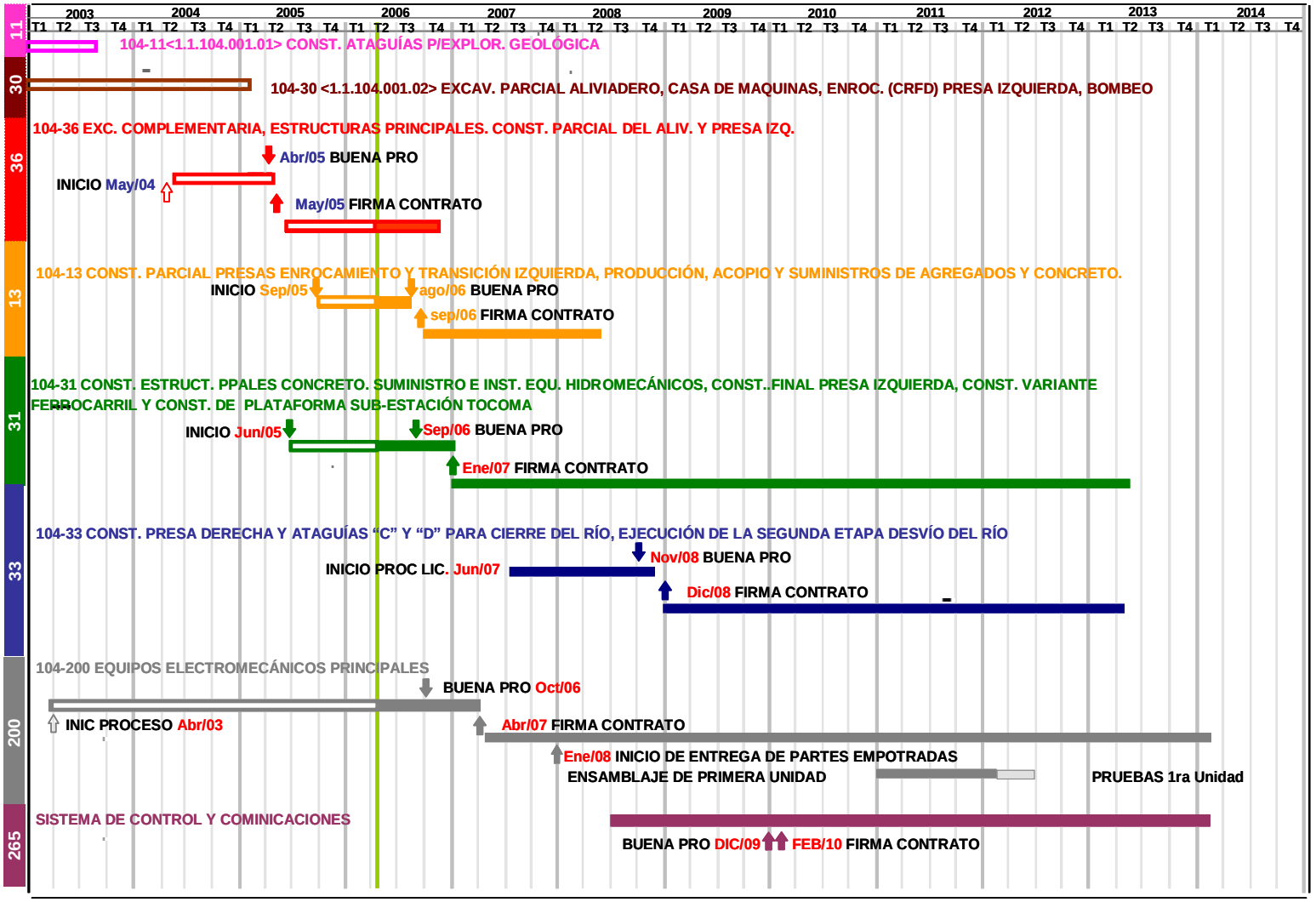
Intranet.Edelca.com.ve

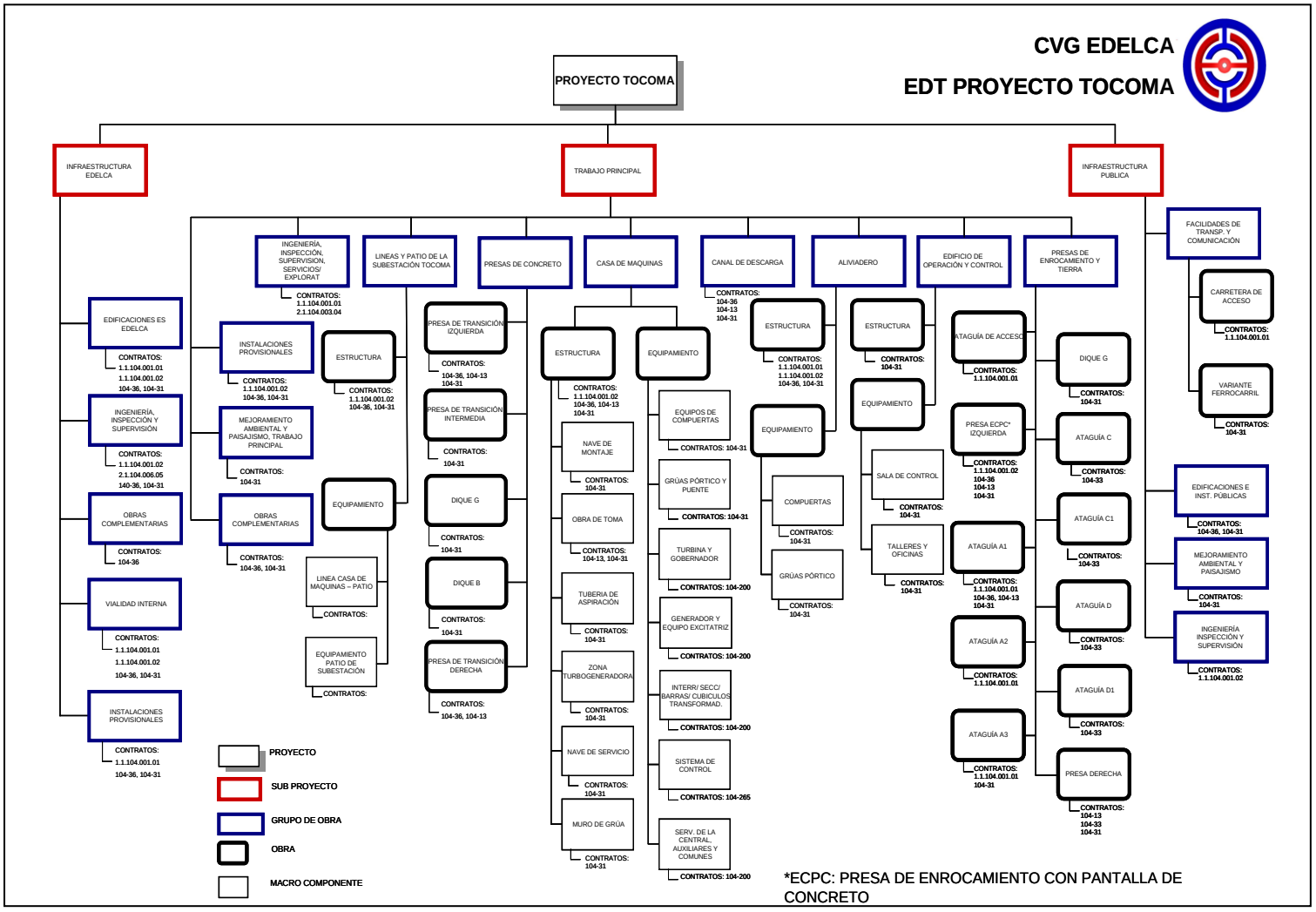
Intranet.edelca.com.ve/organizaciónyprocesos/normaseinstrucciones

www.google.com/aplicacionesdelpmi

www.monografias.com/Projectmanagementinstitute

www.monografias.com/Gerenciadeproyectos


2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014
T1 T2 T3 T4
11
104-11<1.1.104.001.01> CONST. ATAGUÍAS P/EXPLOR. GEOLÓGICA
30
104-30 <1.1.104.001.02> EXCAV. PARCIAL ALIVIADERO, CASA DE MAQUINAS, ENROC. (CRFD) PRESA IZQUIERDA, BOMBEO
36
104-36 EXC. COMPLEMENTARIA, ESTRUCTURAS PRINCIPALES. CONST. PARCIAL DEL ALIV. Y PRESA IZQ.
Abr/05 BUENA PRO
INICIO May/04
May/05 FIRMA CONTRATO
13
104-13 CONST. PARCIAL PRESAS ENROCAMIENTO Y TRANSICIÓN IZQUIERDA, PRODUCCIÓN, ACOPIO Y SUMINISTROS DE AGREGADOS Y CONCRETO.
INICIO Sep/05
ago/06 BUENA PRO
sep/06 FIRMA CONTRATO
31
104-31 CONST. ESTRUCT. PPALES CONCRETO. SUMINISTRO E INST. EQU. HIDROMECÁNICOS, CONST. FINAL PRESA IZQUIERDA, CONST. VARIANTE FERROCARRIL Y CONST. DE PLATAFORMA SUB-ESTACIÓN TOCOMA
INICIO Jun/05
Sep/06 BUENA PRO
Ene/07 FIRMA CONTRATO
33
104-33 CONST. PRESA DERECHA Y ATAGUÍAS "C" Y "D" PARA CIERRE DEL RÍO, EJECUCIÓN DE LA SEGUNDA ETAPA DESVÍO DEL RÍO
Nov/08 BUENA PRO
INICIO PROC LIC. Jun/07
Dic/08 FIRMA CONTRATO
200
104-200 EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS PRINCIPALES
BUENA PRO Oct/06
INIC PROCESO Abr/03
Abr/07 FIRMA CONTRATO
Ene/08 INICIO DE ENTREGA DE PARTES EMPOTRADAS
ENSAMBLAJE DE PRIMERA UNIDAD
PRUEBAS 1ra Unidad
265
SISTEMA DE CONTROL Y COMINICACIONES
BUENA PRO DIC/09
FEB/10 FIRMA CONTRATO


CVG EDELCA
EDT PROYECTO TOCOMA
PROYECTO TOCOMA
INFRAESTRUCTURA EDELCA
TRABAJO PRINCIPAL
INFRAESTRUCTURA PUBLICA
EDIFICACIONES ES EDELCA
CONTRATOS: 1.1.104.001.01 1.1.104.001.02 104-36, 104-31
INGENIERÍA, INSPECCIÓN Y SUPERVISIÓN
CONTRATOS: 1.1.104.001.02 2.1.104.006.05 140-36, 104-31
OBRAS COMPLEMENTARIAS
CONTRATOS: 104-36
VIALIDAD INTERNA
CONTRATOS: 1.1.104.001.01 1.1.104.001.02 104-36, 104-31
INSTALACIONES PROVISIONALES
CONTRATOS: 1.1.104.001.01 104-36, 104-31
INGENIERÍA, INSPECCIÓN, SUPERVISION, SERVICIOS/ EXPLORAT
CONTRATOS: 1.1.104.001.01 2.1.104.003.04
INSTALACIONES PROVISIONALES
CONTRATOS: 1.1.104.001.02 104-36, 104-31
ESTRUCTURA
CONTRATOS: 1.1.104.001.02 104-36, 104-31
MEJORAMIENTO AMBIENTAL Y PAISAJISMO, TRABAJO PRINCIPAL
CONTRATOS: 104-31
OBRAS COMPLEMENTARIAS
CONTRATOS: 104-36, 104-31
EQUIPAMIENTO
LINEA CASA DE MAQUINAS – PATIO
CONTRATOS:
EQUIPAMIENTO PATIO DE SUBESTACIÓN
CONTRATOS:
LINEAS Y PATIO DE LA SUBESTACIÓN TOCOMA
PRESA DE TRANSICIÓN IZQUIERDA
CONTRATOS: 104-36, 104-13 104-31
PRESA DE TRANSICIÓN INTERMEDIA
CONTRATOS: 104-31
DIQUE G
CONTRATOS: 104-31
DIQUE B
CONTRATOS: 104-31
PRESA DE TRANSICIÓN DERECHA
CONTRATOS: 104-36, 104-13
PRESAS DE CONCRETO
CASA DE MAQUINAS
ESTRUCTURA
CONTRATOS: 1.1.104.001.02 104-36, 104-13 104-31
NAVE DE MONTAJE
CONTRATOS: 104-31
OBRA DE TOMA
CONTRATOS: 104-13, 104-31
TUBERIA DE ASPIRACIÓN
CONTRATOS: 104-31
ZONA TURBOGENERADORA
CONTRATOS: 104-31
NAVE DE SERVICIO
CONTRATOS: 104-31
MURO DE GRÚA
CONTRATOS: 104-31
EQUIPAMIENTO
EQUIPOS DE COMPUERTAS
CONTRATOS: 104-31
GRÚAS PÓRTICO Y PUENTE
CONTRATOS: 104-31
TURBINA Y GOBERNADOR
CONTRATOS: 104-200
GENERADOR Y EQUIPO EXCITATRIZ
CONTRATOS: 104-200
INTERR/ SECC/ BARRAS/ CUBICULOS TRANSFORMAD.
CONTRATOS: 104-200
SISTEMA DE CONTROL
CONTRATOS: 104-265
SERV. DE LA CENTRAL, AUXILIARES Y COMUNES
CONTRATOS: 104-200
CANAL DE DESCARGA
CONTRATOS: 104-36 104-13 104-31
ESTRUCTURA
CONTRATOS: 1.1.104.001.01 1.1.104.001.02 104-36, 104-31
EQUIPAMIENTO
COMPUERTAS
CONTRATOS: 104-31
GRÚAS PÓRTICO
CONTRATOS: 104-31
ALIVIADERO
ESTRUCTURA
CONTRATOS: 104-31
EQUIPAMIENTO
SALA DE CONTROL
CONTRATOS: 104-31
TALLERES Y OFICINAS
CONTRATOS: 104-31
EDIFICIO DE OPERACIÓN Y CONTROL
ATAGUÍA DE ACCESO
CONTRATOS: 1.1.104.001.01
PRESA ECPC* IZQUIERDA
CONTRATOS: 1.1.104.001.02 104-36 104-13 104-31
ATAGUÍA A1
CONTRATOS: 1.1.104.001.01 104-36, 104-13 104-31
ATAGUÍA A2
CONTRATOS: 1.1.104.001.01
ATAGUÍA A3
CONTRATOS: 1.1.104.001.01 104-31
PRESAS DE ENROCAMIENTO Y TIERRA
DIQUE G
CONTRATOS: 104-31
ATAGUÍA C
CONTRATOS: 104-33
ATAGUÍA C1
CONTRATOS: 104-33
ATAGUÍA D
CONTRATOS: 104-33
ATAGUÍA D1
CONTRATOS: 104-33
PRESA DERECHA
CONTRATOS: 104-13 104-33 104-31
FACILIDADES DE TRANSP. Y COMUNICACIÓN
CARRETERA DE ACCESO
CONTRATOS: 1.1.104.001.01
VARIANTE FERROCARRIL
CONTRATOS: 104-31
EDIFICACIONES E INST. PÚBLICAS
CONTRATOS: 104-36, 104-31
MEJORAMIENTO AMBIENTAL Y PAISAJISMO
CONTRATOS: 104-31
INGENIERÍA INSPECCIÓN Y SUPERVISIÓN
CONTRATOS: 1.1.104.001.02
PROYECTO
SUB PROYECTO
GRUPO DE OBRA
OBRA
MACRO COMPONENTE
*ECPC: PRESA DE ENROCAMIENTO CON PANTALLA DE CONCRETO