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

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PLAN PRELIMINAR DEL PROYECTO ACTULIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DIGITAL EN C.V.G. BAUXILUM OPERADORA DE ALUMINA

Presentado por:
Losada Malpica, Luis Alberto

Para optar al título de:
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor
Bellorin, Victor

Puerto Ordaz, junio de 2007

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

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PLAN PRELIMINAR DEL PROYECTO ACTULIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DIGITAL EN C.V.G. BAUXILUM OPERADORA DE ALUMINA

Presentado por:
Losada Malpica, Luis Alberto
Para optar al título de:
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor
Bellorin, Victor

Puerto Ordaz, junio de 2007

PLAN PRELIMINAR DEL PROYECTO ACTULIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DIGITAL EN C.V.G. BAUXILUM OPERADORA DE ALUMINA

Presentado por:
Losada Malpica, Luis Alberto

Para optar al título de:
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor
Bellorin, Victor

Puerto Ordaz, junio de 2007.

RECONOCIMIENTO

A todas las personas que durante mi vida “han amarrado mi paracaídas”:

Mi mama, que paciencia y dedicación.

Mi Papá (Q.E.P.D.), que acerados sus consejos.

Sra. Julia, más colaboración y ayuda imposible.

Mi esposa Saida, mi amiga y gran colaboradora.

Mi hermana Yndira, por la exaltación de progreso.

Mi hermano Carlos, por motivarme hacia mis metas.

Luisa, por su certera ayuda en los momentos adecuados.

Kharegy, por su apoyo diario y consecuente.

Mi hija Paola, gracias por su comprensión, por su amor, eres una gran motivación por lo dedicada. Eres un regalo de Dios.

Mi hija Klarytza, gracias por regalarme, el tiempo que debía dedicarte, para usarlo en este proyecto. Por tu madures y apoyo. Eres un regalo de Dios.

INDICE DE CONTENIDO

RECONOCIMIENTO ..... **i**
INDICE DE CONTENIDO ..... **ii**
LISTA DE FIGURAS ..... **iii**
LISTA DE TABLAS ..... **iv**
RESUMEN ..... **v**

INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO I 3
1.- ELPROBLEMA **3**

1.1.- Planteamiento del problema 3
1.2.- Justificación del proyecto 4
1.3.- Objetivos de la investigación 5
1.4.- Alcance de la investigación 6
1.5.- Marco metodológico 7

CAPITULO II 11
2.- MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL **11**

2.1.- Marco teórico. 11
2.2.- Marco conceptual 17

CAPITULO III 19
3.- MARCO ORGANIZACIONAL **19**

3.1.- Reseña histórica de la empresa 19
3.2.- Lineamientos estratégicos de la empresa 20
3.3.- Mapa estratégico 21
3.4.- Estructura organizativa 23

CAPITULO IV 25
4.- DESARROLLO DEL PROYECTO **25**

4.1.- Descripción del producto 25
4.2.- Requerimientos y restricciones de proyecto 26
4.3.- Evaluación de la idea. 28
4.4.- Carta para solicitud de aprobación del proyecto 34
4.5.- Estructura detallada de trabajo. 37
4.6.- Estudio de las secuencias de los paquetes de trabajo 43
4.7.- Identificación de los riesgos para el proyecto. 45

4.8.- Estimación de la duración de las actividades..... 47
4.9.- Recursos requeridos para el proyecto. 48
4.10.- Análisis de los tiempos del proyecto..... 51
4.11.- Cronograma de actividades..... 52
4.12.- Costo presupuestado del trabajo planificado..... 52

CAPITULO V..... 54
5.- RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN 54

CAPITULO VI..... 57
6.- EVALUACION DE LA INVESTIGACIÓN 57

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 58

BIBLIOGRAFIA..... 60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cronograma de investigación. 10
Figura 2. Estructura de un Controlador Lógico Programable. 12
Figura 3. Mapa estrategico de C.V.G. BAUXILUM. 21
Figura 4. Mapa de los procesos de C.V.G. BAUXILUM.. 22
Figura 5. Organigrama de la presidencia nivel gerancias. 23
Figura 6. Organigrama dela gerencia de Control de Calidad y Procesos. 24
Figura 7. Project Charter. (1º parte).. 35
Figura 8. Project Charter. (2º parte).. 36
Figura 9. Estructura de paquetes de trabajo (WBS).. 42
Figura 10. Red lógica de precedencia..... 44
Figura 11. Ruta critica del proyecto. 51
Figura 12. Cronograma de actividades. 52
Figura 13. Costo presupuestado del trabajo planificado..... 53
Figura 14. Curva "S" para control del proyecto..... 53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Selección de alternativas..... 29
Tabla 2. Resultados del estudio de factibilidad. 33
Tabla 3. Estimación de la duración de las actividades. 48
Tabla 4. Inversión en equipos. 49
Tabla 5. Sueldos y salarios. 49
Tabla 6. Calculo de mano de obra. 50
Tabla 7. Costo total de proyecto. 50

RESUMEN

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
ESPECIALIDAD EN GERENCIA DE PROYECTOS
EXTENSIÓN GUAYANA

PLAN PRELIMINAR DEL PROYECTO ACTULIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DIGITAL EN C.V.G. BAUXILUM OPERADORA DE ALUMINA

Autor: Ing. Luis Losada
Tutor: Ing. Víctor Bellorín
Año: 2007

La presente investigación contiene los elementos de definición y un plan preliminar para el proyecto de Actualización del Sistema de Control Digital de C.V.G. Bauxilum, Operadora de Alumina. Esta estructura encargada del arranque, parada, protección, y establecimiento de secuencia para motores y otros equipos mayores, presenta obsolescencia y constituye una vulnerabilidad en la continuidad operativa del proceso productivo; encontrándose en el marco de los Planes estratégicos de Empresa para el periodo 2006 al 2010. Esta propuesta operativa factible, investigación activa por su naturaleza, se elaboró con el objetivo de maximizar las probabilidades de aprobación del proyecto. Y se desarrolló mediante cinco fases básicas: Formulación, Preparación de los aspectos conceptuales y organizacionales, Diseño metodológico, Ejecución del los Objetivos específicos y Evaluación de los resultados. Mediante lo cual se logra como productos: La Carta del proyecto y los elementos básicos de Alcance, Tiempo, Costo, Riesgo e integración de los mismos. Sobre cada uno de estos elementos se desplegaron gráficos como salidas de esos procesos: Estructura desagregada de trabajo, Secuencia de actividades, Ruta crítica, Tabla de distribución de costos, Cronograma y Curva del Costo Presupuestado del Trabajo Planificado, para concluir, todos juntos, en un Plan Preliminar.

Palabras claves: Alcance, Costo, Definición, Integración, Plan Preliminar, *Project Charter*, Riesgo, Sistema de Control, Tiempo.

INTRODUCCIÓN

Debido a los parámetros de la economía de mercado global y la creación de estándares de calidad internacional, cada día más exigentes, el sector industrial y de manufactura a nivel mundial, constantemente realiza mejoras y ampliaciones en sus procesos.

El aumento de los niveles de producción involucra, en la mayoría de los casos, adecuación tecnológica con el objetivo de mantener el soporte requerido por las actividades medulares y así poder garantizar corporaciones con los niveles de competitividad del mercado contemporáneo.

Desde su creación, en 1982, C.V.G. BAUXILUM, empresa del Estado venezolano, ha aumentado sus niveles de producción, manteniendo algunas de sus infraestructuras de Control de los Procesos sin modificaciones, como es el caso de la encargada del control de arranque y parada de motores (Sistema de Control Digital). Situación por la cual la dependencia encargada de la gestiones de administración de estos Sistemas planteo la necesidad de elaborar un proyecto para su actualización.

La presente investigación, desarrolla un plan, como punto de partida, para solicitar los recursos necesarios para la ejecución de dicho proyecto, para lo cual se exhiben los elementos de Definición, basándose para su elaboración, en reconocidas técnicas y herramientas usadas en la Gerencia de Proyectos. Específicamente se plantea el desarrollo de la “Carta del proyecto” y de un plan preliminar. Con el objetivo de maximizar las posibilidades de aprobación, por parte de la Junta Directiva de la Empresa.

Con la descripción del producto, sus requerimientos y restricciones se selecciona una alternativa para dar solución a la actualización del sistema de control, a la que posteriormente se le soporta con los estudios de factibilidad, estos elementos son resumidos en la carta del proyecto. Usando esta información, la investigación continúa, con el desarrollo del plan preliminar en el cual se incluyen aspectos generales de las áreas del conocimiento del alcance, tiempo, costo y riesgo.

Mediante un esquema metodológico de proyecto factible y un diseño no experimental se organizó la investigación en un conjunto de fases tendientes, básicamente a una ejecución vertical, que parten desde una formulación de problema, su justificación e importancia; para posteriormente desarrollar los elementos metodológicos, conceptuales y organizacionales (requeridos para la respectiva ejecución de los objetivos de la investigación. Seguidamente se extraen los semblantes relevantes en la fase de conclusión para finalmente cerrar el manuscrito en el cual se han venido incluyendo todos estos tópicos.

CAPITULO I

1.- ELPROBLEMA

1.1.- Planteamiento del problema

C.V.G. BAUXILUM es una empresa dedicada a la producción de Alúmina, materia prima para la elaboración de Aluminio primario; para ello requiere de un proceso complejo, que comprende desde la extracción del mineral de Bauxita hasta su transformación en Alúmina de grado metalúrgico mediante el proceso químico denominado Proceso Bayer, donde el manejo adecuado de sus variables tiene un alto valor agregado en la calidad del producto final.

Para el proceso de producción de Alúmina es requerido el manejo de variables continuas (presión, nivel, conductividad, velocidad, entre otras) y discretas ("1"/"0", prendido/apagado). Este último referido al manejo de arranques, paradas, disparos, permisivos de seguridad de motores y manejo de secuencias de los procesos.

C.V.G BAUXILUM, desde sus inicios en 1982, posee un Sistema de Control Digital compuesto por 36 Controladores Lógicos Programables y 126 bastidores para módulos de entrada y salida. A este Sistema no se le han realizado mejoras acordes con la evolución de los Procesos de la empresa y no se cuenta con repuestos suficientes. Adicional a lo anterior, desde 1992 los equipos fueron descontinuados por el fabricante, suministrándose solo repuestos bajo pedido de fabricación especial con los correspondientes altos costos que involucra.

La producción de Alúmina en C.V.G. BAUXILUM es un proceso continuo y las paradas de planta no programadas ocasionan elevadas pérdidas de producción, como consecuencia de la interrupción del proceso y los tiempos de reposición requeridos para la puesta en marcha. Dada esta característica, el presente estado del Sistema de Control Digital representa una vulnerabilidad a la continuidad operativa de la empresa.

Dada la relevancia del Sistema de Control Digital y sus problemas descritos, se elaboró un estudio para su actualización. Estudio que debe ser sustentado con un documento que posea todos los elementos con su correcta Definición. Este documento, además, es necesario para solicitar la disponibilidad de capital; ya que C.V.G. BAUXILUM como empresa del estado posee una serie de controles, basados en los criterios de Salvaguarda del Patrimonio Publico, que requieren especificaciones precisas sobre el destino de su presupuesto.

Organizar los elementos desarrollados durante la fase inicial del proyecto mediante el correspondiente documento de definición y la elaboración de un plan preliminar de ejecución, ambos como requisitos a documentar para la aprobación del proyecto y solicitud de los recursos económicos son, entre otras, las interrogantes que se platean resolver en el presente estudio.

1.2.- Justificación del proyecto

En diversos análisis realizados en proyectos de Automatización de Procesos Industriales y en los cuales están involucrados los sistemas de seguridad, coinciden en que, un alto porcentaje de fracasos de los proyectos o inclusive accidentes posteriores a su puesta en marcha, tienen como una

de sus causas la mala definición de los requerimientos. El proceso de C.V.G. Bauxilum es continuo, las interrupciones no programadas producen altos costos por perdidas de producción, en este sentido elaborar el Plan de ejecución del proyecto planteado es fundamental, con el objetivo de maximizar las probabilidades de éxito del mismo.

El foco sobre las decisiones de la alta gerencia en C.V.G. BAUXILUM, es lógicamente hacia los procesos medulares relacionadas con las actividades de Producción, los aspectos como los Sistemas de Automatización son considerados de Apoyo. En virtud de ello presentar suficiente información del proyecto para la empresa, aumenta las probabilidades que sea aprobado y se reserven los recursos necesarios.

1.3.- Objetivos de la investigación

1.3.1.- Objetivo General

Desarrollar un plan preliminar para el proyecto "Actualización del Sistema de Control Dígital de C.V.G. BAUXILUM Operadora de Alúmina".

1.3.2.- Objetivos Específicos

- Elaborar la Carta de aprobación del proyecto.
- Desarrollar las bases y restricciones asociadas al proyecto.
- Elaborar los esquemas de definición, secuenciamiento y duración de actividades preliminares.

- Identificar los riesgos de mayor impacto para el proyecto.

- Determinar los recursos preliminares, con sus respectivas cantidades, requeridos para el proyecto.

- Integrar los aspectos de alcance, tiempo, costo y riesgo desarrollados en los puntos anteriores.

1.4.- Alcance de la investigación

El trabajo se desarrollará en la Superintendencia de Sistemas de Control de Procesos adscrito a la Gerencia de Control de Calidad en C.V.G. BAUXILUM Operadora de Alúmina.

La investigación solo contempla la elaboración de un estudio que contenga los elementos de definición requeridos para la aprobación del Proyecto Actualización del Sistema de Control Digital. Lo anterior involucra, de modo general su fase de visualización, no son parte del objetivo de este estudio la ejecución y puesta en marcha. Específicamente solo serán productos de esta investigación la Carta para Aprobación del Proyecto (*PROJECT CHARTER*) y el diseño de un Plan Preliminar, en el que solo serán gestionados algunos aspectos de los Procesos Medulares (alcance, tiempo, costo y riesgo), con referencia al esquema de los procesos de iniciación y planificación desarrollados por el Instituto Internacional de Gerencia de Proyectos, en su PMBOK.

1.5.- Marco metodológico

1.5.1.- Tipo de investigación

Balestrini, M. (2002), afirma sobre los proyectos factibles que: “Este tipo de estudios prospectivos en el caso de las Ciencias Sociales, sustentados en un modelo operativo, de una unidad de acción, están orientados a proporcionar respuestas o soluciones a problemas planteados en una determinada realidad: organizacional, social, económica, educativa, etc.” (Pag. 8). Basados en este preámbulo definimos esta investigación en el tipo descrito pues su objetivo fundamental pretende, mediante la aplicación de metodologías de gerencia, el desarrollo de un Plan que aumente su probabilidad de éxito.

En función de los conocimientos que maneja, la presente investigación se define de tipo aplicada debido a que pretende realizar un plan integral como vía de solución a un problema de tipo tecnológico. Lo anterior es respaldado por Sabino, (1994) cuando afirma que “…si el propósito de la investigación esta vinculado a la solución de un problema práctico y los conocimientos a obtener son insumo necesarios para proceder luego a la acción, hablamos entonces de investigación aplicada”(Pág. 96).

De acuerdo con su finalidad este estudio se enmarca como investigación activa, dado que en primera instancia, el resultado de este estudio permitirá solicitar la aprobación del proyecto y los recursos necesarios. Según Narváez, R. (1997), una investigación activa: “Es de la aplicación inmediata del resultado para resolver un problema dado una situación localizada y sus resultados han de ser aplicados en términos de validez local” (Pág. 34).

1.5.2.- Diseño de la investigación

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista P. (2004), afirman que: “El diseño señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio y para contestar las interrogantes de conocimientos que se ha planteado” (Pág. 184).

En la investigación planteada, cuyo objetivo central esta referido hacia una propuesta operativa factible mediante el desarrollo de un Plan para la actualización del Sistema de Control Digital en C.V.G. Bauxilum, se aplicará un diseño no experimental, que atendiendo a los objetivos específicos, se orienta a un diseño de campo.

Esta investigación de campo no experimental, en el marco temporal, esta referida a un diseño transeccional descriptiva, ya que para el logro de los objetivos se toma la información en un momento único, tal y como están presentados. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2004), afirman que: “Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan una o mas variables o ubicar, categorizar y proporcionar una visión de una comunidad, un evento, un contexto, un fenómeno o situación.” (Pag. 273).

1.5.3.- Consideraciones éticas

Sobre la investigación se plantean las normas consideradas en función de la exploración de trabajos anteriores, manteniendo en todo momento el reconocimiento personal a las ideas, conceptos y desarrollos de otros autores.

La investigación lleva como principio las especificaciones de los aspectos relacionados con un proyecto factible, para conseguir justificadamente los recursos necesarios para el mismo. Situación que requiere en todo momento tomar, analizar y plasmar datos e información con la motivación de claridad y transparencia.

En el marco del desarrollo de mejoras en una empresa, en particular, se consideran los valores establecidos en los Lineamientos Estratégicos de la misma, siendo particularmente aplicables la Excelencia y honestidad.

Y en general son tomados en consideración los valores y principios asociados al ejercicio de la Ingeniería como disciplina, aplicando particularmente el Código de ética del Colegio de Ingenieros de Venezuela.

1.5.4.- Fases de la investigación

La siguiente secuencia de pasos se plantea como una metodología para el desarrollo de la presente investigación:

- Formulación de la investigación.
- Desarrollo aspectos conceptuales y organizacionales.
- Diseño metodológico de la investigación.
- Ejecutar los objetivos específicos de la investigación.
- Evaluación de los resultados, conclusiones y recomendaciones.
- Elaborar el reporte de la investigación.

1.5.5.- Cronograma de ejecución

El siguiente cronograma fue estructurado con base a las fases planificadas para la investigación.

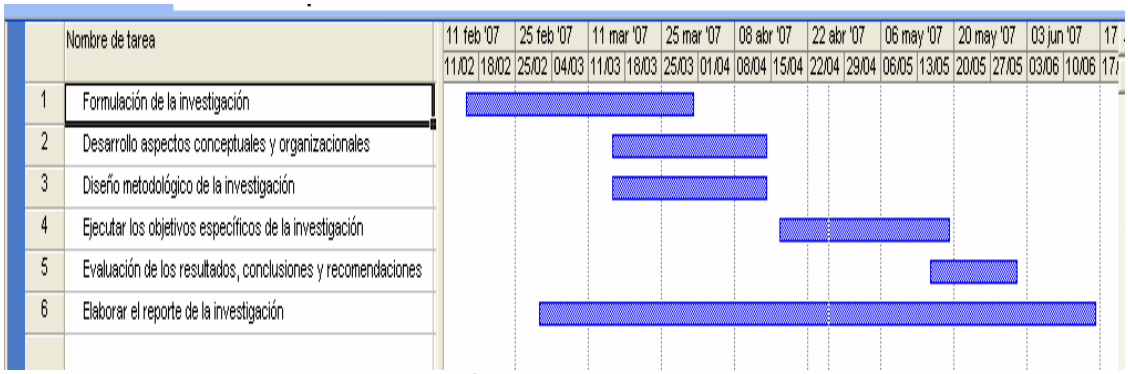

Figura 1. Cronograma de investigación. Fuente: El investigador (2007)

CAPITULO II

2.- MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1.- Marco teórico.

Como requerimiento fundamental para el presente estudio, se desarrolla el Marco teórico en función de información general de los Controladores Lógicos Programables, tecnología utilizada en el Problema planteado y con los conocimientos generales de gerencia de proyectos asociados a la investigación.

2.1.1.- Controladores lógicos programables (PLC).

Estos dispositivos, los cuales tienen estructura de computadores industriales, son utilizados para el manejo automatizado de procesos industriales, siendo su mayor potencial enfocado hacia los procesos de tipo secuencial. En C.V.G. Bauxilum, estos equipos son los encargados de manejar el arranque y parada de motores, bombas, compresores, calderas, entre otros.

Estructura de un PLC:

Para interpretar la estructura de un PLC se utilizara el siguiente diagrama de bloques:

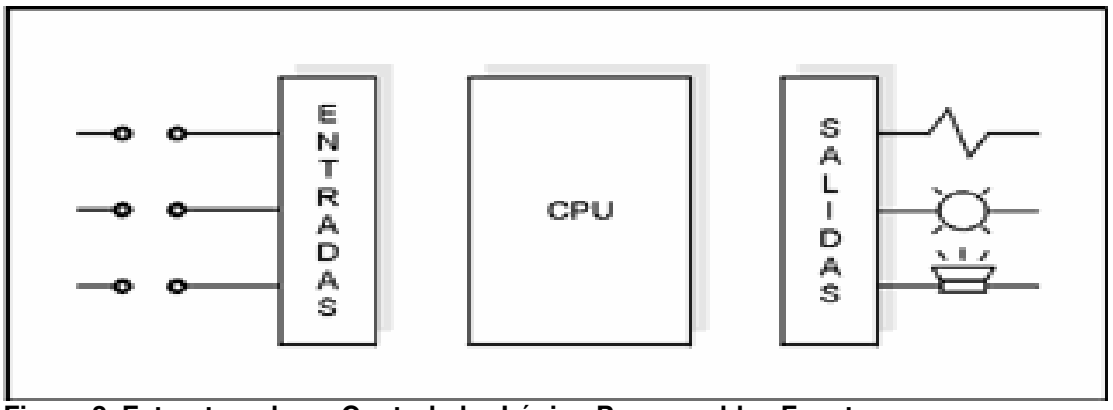

Figura 2. Estructura de un Controlador Lógico Programable. Fuente: zenner.com.ar/elarchivo/e_industrial/plc/plc.htm

La **CPU** es el cerebro del PLC, responsable de la ejecución del programa desarrollado por el usuario. Las entradas (interfases o adaptadores de entrada) se encargan de adaptar señales provenientes del campo a niveles que la CPU pueda interpretar como información.

A las entradas se conectan sensores, que pueden ser:

- Pulsadores
- Llaves
- Termostatos
- Sensores de proximidad
- Otros elementos que generan señales binarias (ON-OFF).

Las salidas comandan distintos equipos, por ejemplo:

- Lámparas
- Sirenas y bocinas
- Válvulas solenoide
- Otros elementos comandados por señales binarias.

2.1.2.- Gerencia de proyectos

Para contextualizar en este ámbito se cita al Project Management Institute (2000): “un proyecto es un emprendimiento temporáneo realizado para crear un producto o servicio único”. (pag. 4). Por lo cual cada proyecto tendrá sus características particulares e irrepetibles; sin embargo existen un conjunto de prácticas reconocidas que establecen recomendaciones sobre la mejor forma de manejar los proyectos. Esas prácticas son dictadas por organizaciones como el Project Management Institute (PMI) las cuales agrupan un conjunto de instituciones y empresas de amplia experiencia en la dirección de proyectos.

Dirección de proyectos

El enfoque del presente estudio es realizado en función de metodologías de dirección de proyectos y en este sentido el *Project Management Institute* (2000) refiere: “La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para satisfacer los requerimientos del proyecto”(Pag 6). Este conjunto de elementos pretenden ser utilizados para lograr los objetivos planteados en el presente estudio. En el contexto de la dirección de proyectos destacaremos tres elementos: la necesidad de dividir el proyecto

en fases para su mejor control, los procesos involucrados y las áreas del conocimiento involucradas.

Fases del proyecto

El *Project Management Institute* (2000) plantea: "Debido a que los proyectos son un emprendimiento único, implican un cierto grado de incertidumbre. Las organizaciones ejecutantes usualmente dividen cada proyecto en varias fases del proyecto para mejorar su control y proporcionar vínculos con las operaciones continuas de la organización ejecutante". En base a las características de las fases del proyecto, explica: "Cada fase del proyecto se completa con la obtención de uno o más entregables. Un entregable, en términos de la dirección de proyectos, es el producto de un trabajo, tal como un estudio de factibilidad, un diseño detallado o un prototipo." (Pág. 11).

Procesos del proyecto

Los proyectos se componen de procesos, donde cada proceso es una serie de acciones que producen un resultado. Según el enfoque *del Project Management Institute* (2000) los procesos de dirección del proyecto pueden ser organizados en cinco grupos:

- **"Procesos de Iniciación**. Define y autoriza el proyecto o una fase del mismo.

- **Procesos de Planificación**. Define y refina los objetivos, y planifica el curso de acción requerido para lograr los objetivos y el alcance pretendido del proyecto.
- **Procesos de Ejecución**. Integra a personas y otros recursos para llevar a cabo el plan de gestión del proyecto para el proyecto.
- **Procesos de Seguimiento y Control**. Mide y supervisa regularmente el avance, a fin de identificar las variaciones respecto del plan de gestión del proyecto, de tal forma que se tomen medidas correctivas cuando sea necesario para cumplir con los objetivos del proyecto.
- **Procesos de Cierre**. Formaliza la aceptación del producto, servicio o resultado y termina ordenadamente el proyecto o una fase del mismo."(Pág. 30).

Áreas del conocimiento de la dirección de proyectos

Esta parte describe los conocimientos y practicas recomendadas, según el enfoque del *Project Management Institute* (2000), en nueve áreas:

> **"Gestión de la Integración del Proyecto**, describe los procesos y actividades que forman parte de los diversos elementos de la dirección de proyectos, que se identifican, definen, combinan, unen y coordinan dentro de los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos. Se compone de los procesos de dirección de proyectos Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto, Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar, Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto, Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto, Supervisar y Controlar el Trabajo del Proyecto, Control Integrado de Cambios y Cerrar Proyecto."(Pág. 7).
>
> **"Gestión del Alcance del Proyecto**, describe los procesos necesarios para asegurarse de que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y sólo el trabajo requerido, para completar el proyecto satisfactoriamente. Se compone de los procesos de

dirección de proyectos Planificación del Alcance, Definición del Alcance, Crear EDT, Verificación del Alcance y Control del Alcance.” (Pág. 7).

“Gestión del Tiempo del Proyecto, describe los procesos relativos a la puntualidad en la conclusión del proyecto. Se compone de los procesos de dirección de proyectos: Definición de las Actividades, Establecimiento de la Secuencia de las Actividades, Estimación de Recursos de las Actividades, Estimación de la Duración de las Actividades, Desarrollo del Cronograma y Control del Cronograma.”(Pág. 7).

“Gestión de los Costos del Proyecto, describe los procesos involucrados en la planificación, estimación, presupuesto y control de costos de forma que el proyecto se complete dentro del presupuesto aprobado. Se compone de los procesos de dirección de proyectos Estimación de Costes, Preparación del Presupuesto de Costos y Control de Costos.”(Pág. 7).

“Gestión de la Calidad del Proyecto, describe los procesos necesarios para asegurarse de que el proyecto cumpla con los objetivos por los cuales ha sido emprendido. Se compone de los procesos de dirección de proyectos Planificación de Calidad, Realizar Aseguramiento de Calidad y Realizar Control de Calidad.”(Pág. 8).

“Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto, describe los procesos que organizan y dirigen el equipo del proyecto. Se compone de los procesos de dirección de proyectos Planificación de los Recursos Humanos, Adquirir el Equipo del Proyecto, Desarrollar el Equipo del Proyecto y Gestionar el Equipo del Proyecto.”(Pág. 8).

“Gestión de las Comunicaciones del Proyecto, describe los procesos relacionados con la generación, recogida, distribución, almacenamiento y destino final de la información del proyecto en tiempo y forma. Se compone de los procesos de dirección de proyectos Planificación de las Comunicaciones, Distribución de la Información, Informar el Rendimiento y Gestionar a los Interesados.”(Pág. 8).

“Gestión de los Riesgos del Proyecto, describe los procesos relacionados con el desarrollo de la gestión de riesgos de un

proyecto. Se compone de los procesos de dirección de proyectos Planificación de la Gestión de Riesgos, Identificación de Riesgos, Análisis Cualitativo de Riesgos, Análisis Cuantitativo de Riesgos, Planificación de la Respuesta a los Riesgos, y Seguimiento y Control de Riesgos."(Pág. 8).

"Gestión de las Adquisiciones del Proyecto, describe los procesos para comprar o adquirir productos, servicios o resultados, así como para contratar procesos de dirección. Se compone de los procesos de dirección de proyectos Planificar las Compras y Adquisiciones, Planificar la Contratación, Solicitar Respuestas de Vendedores, Selección de Vendedores, Administración del Contrato y Cierre del Contrato."(Pág. 8).

2.2.- Marco conceptual

A continuación se definen un conjunto de términos que son fundamentales para el desarrollo de la investigación, los mismos serán una base de referencia para articular el conocimiento técnico referido al tema de la investigación.

Controlador Lógico Programable

De acuerdo con Invernoz M. y Parot, G. (2000).: " Un PLC es un dispositivo digital utilizado para el control de máquinas y operación de procesos. Se trata de un aparato digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como: lógica, secuencias, temporizado, conteo y aritmética; con el objeto de controlar máquinas y procesos."

PROJET CHARTER

O Acta del proyecto, es un documento para la aprobación formal del proyecto, el cual identifica los interesados o actores del proyecto, el líder del proyecto junto con la información básica del estudio de factibilidad.

Sistema de control de procesos.

Son todas aquellas estructuras orientadas a mantener los procesos dentro de los valores de consigna establecidos en cantidad, costo, tiempo y calidad. Para la presente investigación este término es referido a dispositivos electrónicos encargados del manejo de procesos industriales.

CAPITULO III

3.- MARCO ORGANIZACIONAL

Mediante este apartado se desarrollan los elementos del contexto organizacional relevantes para el estudio.

3.1.- Reseña histórica de la empresa

"CVG BAUXILUM es la empresa resultante de la fusión entre Bauxiven (fundada en 1979) e Interalúmina (fundada en 1977) en marzo de 1994. Está conformada por las operadoras de Bauxita y Alumina. La Operadora de Bauxita se encarga de la explotación de los yacimientos del mineral en la zona de Los Pijiguaos, correspondiente al municipio Cedeño del Estado Bolívar, tiene una capacidad instalada de 6 millones de TM al año; inició sus operaciones oficialmente en 1983, enviando las primeras gabarras con mineral de bauxita, a través del río Orinoco, desde el puerto El Jobal hasta el muelle de la Operadora de Alúmina en Matanzas. La Operadora de Alúmina cuyo objetivo es transformar la bauxita procedente de Los Pijiguaos, por medio del Proceso Bayer, en alúmina en grado metalúrgico, y su capacidad instalada es de 2 millones de TM al año; inició oficialmente sus operaciones el 24 de abril de 1983 y su capacidad instalada inicial fue de 1.300 mil TM al año y en 1992, mediante la implementación del plan de ampliación, fue aumentada su capacidad a 2 millones de TM al año" Recuperado en Febrero 15, 2007 de la World Wide Web: http://www.bauxilum.com.ve/empresa.php.

3.2.- Lineamientos estratégicos de la empresa

Los elementos que continuación se presentan fueron citados del documento de Formulación de Planes Estratégicos de la Empresa para el periodo 2006 al 2010.

Misión:

Impulsar el crecimiento sustentable de la industria nacional, satisfaciendo la demanda de bauxita y alúmina, promoviendo el desarrollo endógeno, como fuerza de transformación social y económica.

Valores:

Excelencia: Búsqueda de la empresa en obtener una calidad superior a los estándares de categoría mundial, donde es importante establecer acciones dirigidas al mejoramiento continuo de la organización, de los trabajadores y su relación con el entorno.

Honestidad: Comportamiento de los trabajadores, en todos sus niveles, con sentido de justicia, responsabilidad y honradez en el manejo de los bienes económicos, materiales y acciones de desarrollo que impulse la empresa.

3.3.- Mapa estratégico

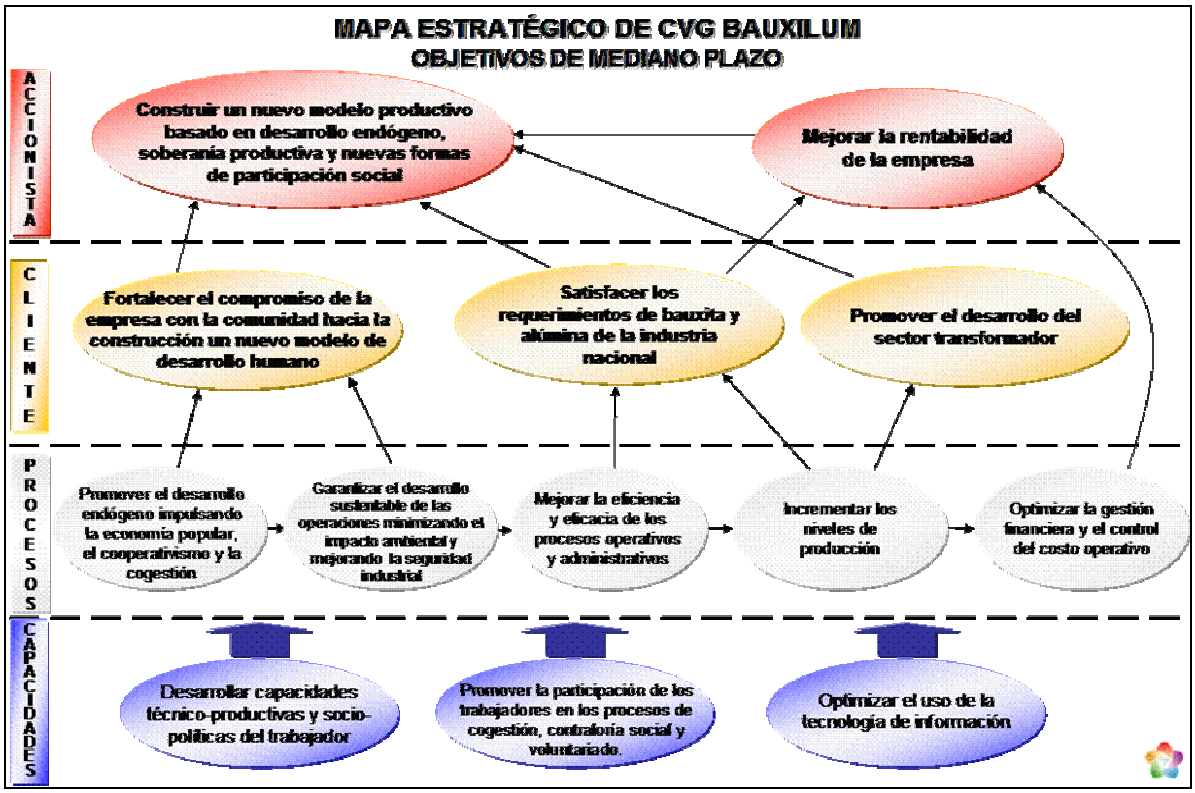

Figura 3. MAPA ESTRATEGICO DE C.V.G. BAUXILUM. Fuente: Sistema de Documentos Internos de la empresa CVG Bauxilum (2007).

El objeto de la investigación se encuentra enmarcado con los lineamientos estratégicos de la empresa, pudiéndose identificar elementos como su contribución a la Misión, mediante el apoyo a la producción, representada en este caso por los Sistemas de Control de Procesos. Siendo este último, un elemento utilizado para el monitoreo y control de la calidad del producto de la empresa, se observa el reflejo de la búsqueda de los valores de excelencia. Otro aspecto a destacar es la transparencia requerida para el manejo de los bienes económicos, la cual es una de las principales razones de desarrollo del paquete de autorización. Los objetivos a mediano plazo (Figura 3) enfocan el proyecto dentro de las Perspectivas de los Procesos,

específicamente permite mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos operativos.

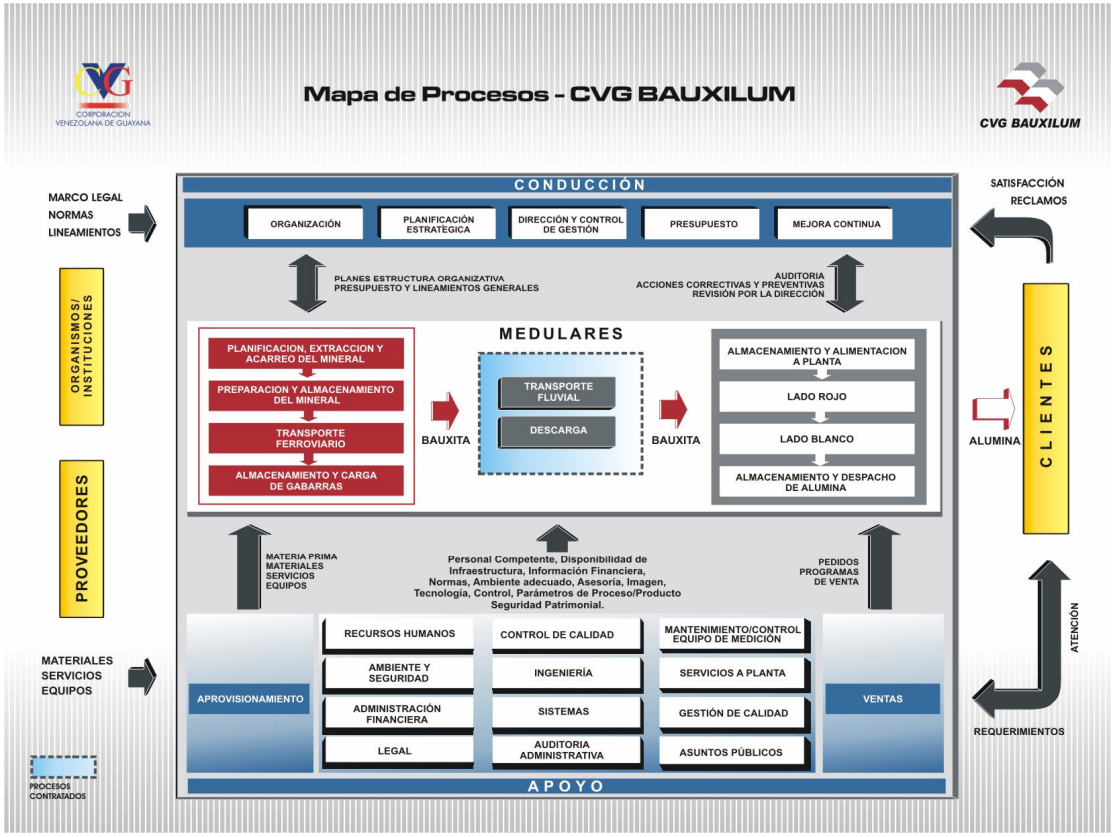

Figura 4. MAPA DE LOS PROCESOS DE C.V.G. BAUXILUM. Fuente: Sistema de documentos internos de C.V.G. BAUXILUM (2007).

El proyecto en desarrollo esta asociado, según se muestra en el Mapa de Procesos de la empresa (Figura 4), a las funciones de apoyo. Se destaca, en la misma figura, que los procesos medulares de la empresa son referidos al transporte, almacenamiento de bauxita y producción de alúmina.

3.4.- Estructura organizativa

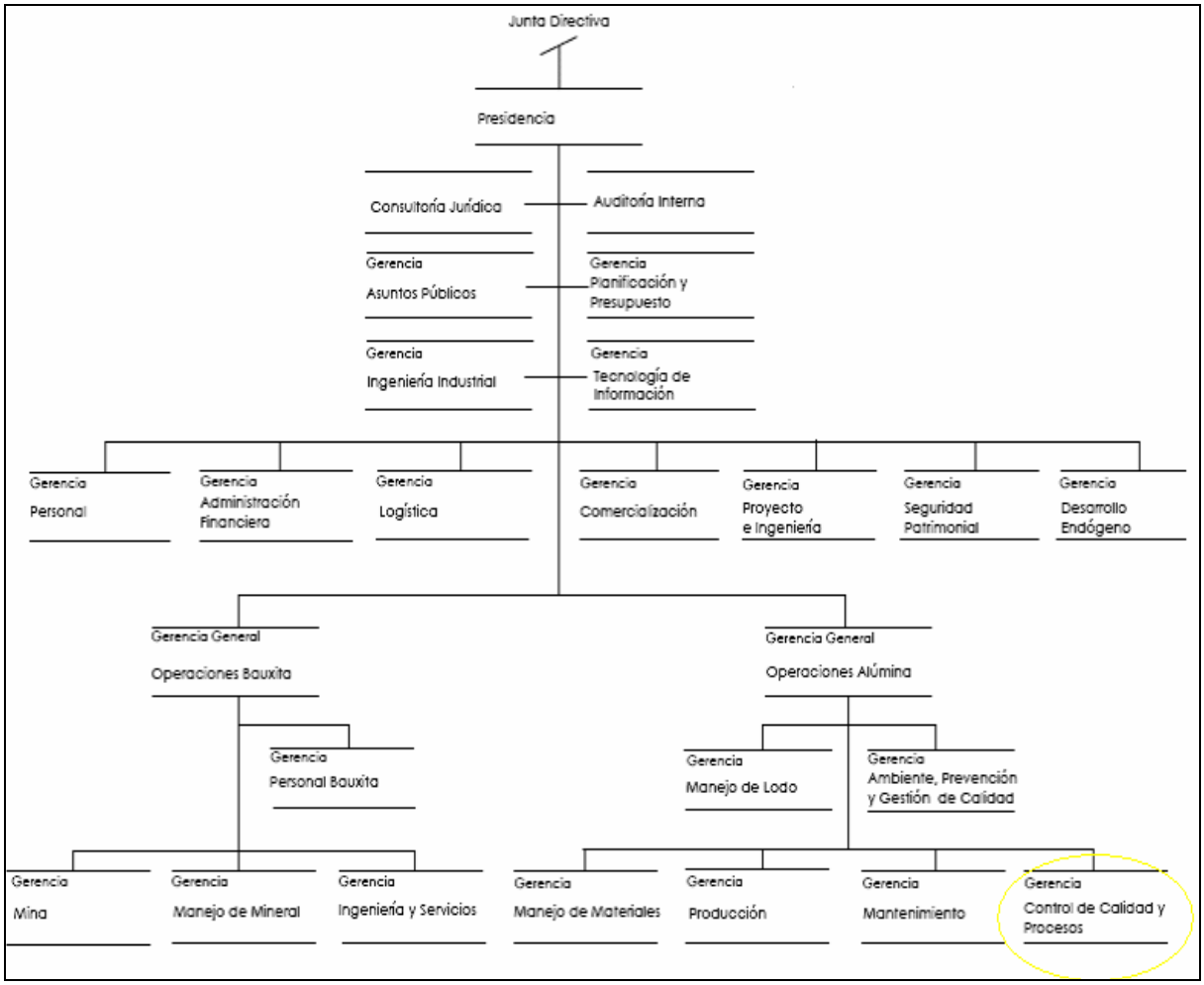

Figura 5. ORGANIGRAMA DE PRESIDENCIA NIVEL GERENCIAS. Fuente: Sistema de documentos internos de C.V.G. BAUXILUM (2007).

En la figura 5, Diagrama de nivel de gerencias, se resalta con un ovalo amarillo la gerencia involucrada en el proyecto. En la figura 6, se muestra la división encargada de la coordinación del proyecto.

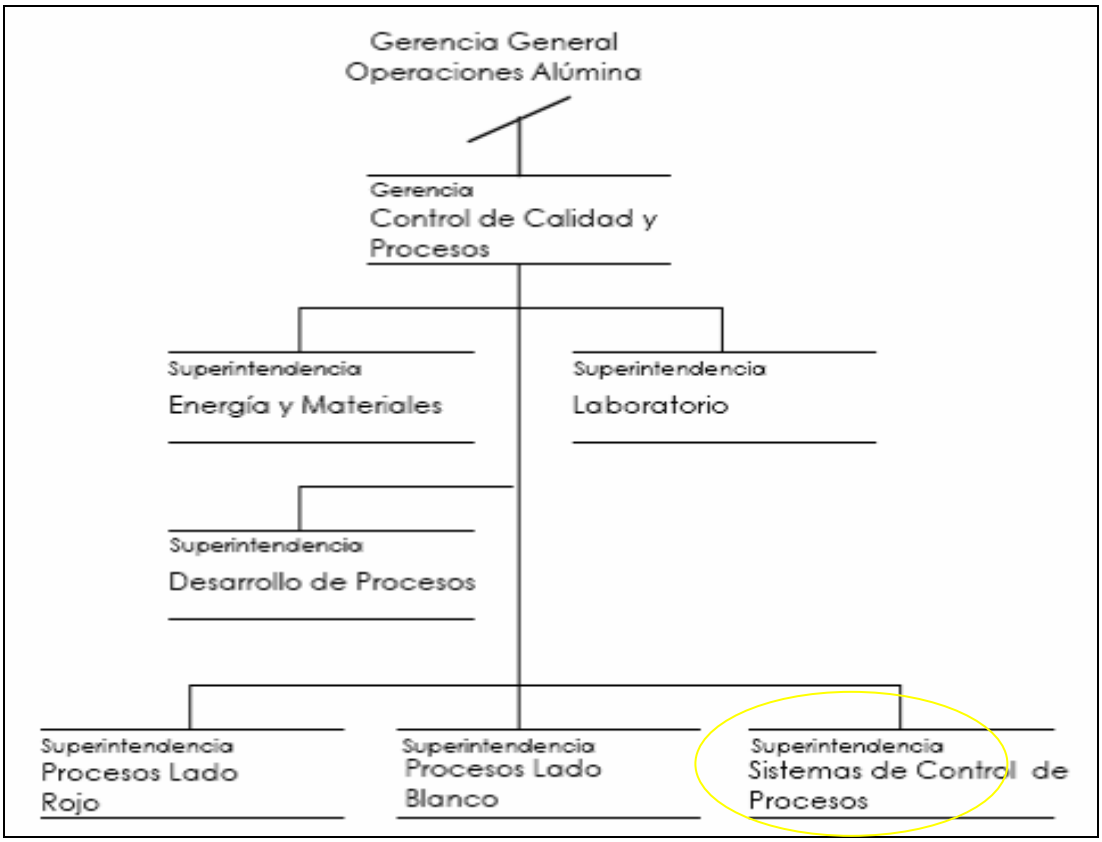

Figura 6. ORGANIGRAMA DE LA GERENCIA DE CONTROL DE CALIDAD Y PROCESOS. Fuente: Sistema de documentos internos de C.V.G. BAUXILUM (2007).

CAPITULO IV

4.- DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1.- Descripción del producto

En C.V.G. BAUXILUM Operadora de Alumina, los equipos que realizan el control de los procesos discretos (arranque, parada y enclavamiento de motores) se encuentran instalados desde el arranque de planta en el año 1983, estos equipos, cuya parte principal esta formada por las Controladores Lógicos Programables, fueron descontinuados por el Fabricante desde 1992 garantizándose la fabricación de repuestos solo por 10 años a partir de esta fecha. La no disposición de estos repuestos crea un riesgo latente de fallas que podría afectar la continuidad operativa de la Empresa.

Por lo antes expuesto la Superintendencia de Sistema de Control de procesos, división de la empresa encargada de la administración de los Sistemas de Control, realizó un estudio para la actualización del Sistema de Control Digital de la empresa. El estudio se denomino PROYECTO DE ACTULIZACION DEL SISTEMA DE CONTROL DIGITAL, C.V.G. BAUXILUM, ESPECIFICACIONES BASICAS, en el cual se plantean los elementos técnicos que justifican la inversión, los requerimientos para el diseño y un diseño básico del nuevo sistema propuesto.

El proyecto se desarrolla en cuatro de las secciones operativas de la empresa: Lado Rojo, Lado Blanco, Calcinación y Manejo de Materiales y contempla el **diseño, implementación y puesta en marcha de una nueva arquitectura de control de procesos** para la actualización tecnológica de

los equipos de control digital de estas secciones. De los sistemas actuales formaran parte de las nuevas arquitecturas la periferia o elementos de entrada/salida y la comunicación con el Sistema Supervisorio (Interfaz hombre-maquina), existente en la empresa.

4.2.- Requerimientos y restricciones de proyecto

4.2.1.- Técnicos

Las siguientes consideraciones técnicas están enfocadas al producto del proyecto y describen los elementos que fueron tomados como base para el diseño de la nueva arquitectura:

- Capacidad para manejar las nuevas tendencias, en control de procesos, orientadas al manejo de redes de comunicación industrial.

- Flexible en función de las potenciales ampliaciones o mejoras en los procesos operativos de la Empresa.

- Compatible con los elementos de la arquitectura actual (periferia y comunicación con el sistema supervisorio) que permanecen para el nuevo diseño.

- Estructurado en función de las diferentes secciones operativas de la empresa con el fin de mantener la autonomía entre las mismas.

- Interoperatividad y compatibilidad entre los nuevos equipos para evitar diversidad de repuestos.

4.2.2.- Organizacionales

- **Actores del proyecto**

  - El promotor del proyecto, dentro de la organización de la empresa es la Superintendencia de Sistema de Control. Además esta dependencia se encargará de la ejecución de la instalación y puesta en marcha de la nueva arquitectura.

  - La Gerencia de Ingeniería Industrial ejecutó el estudio de evaluación económica.

  - La división que será encargada de elaborar las especificaciones contractuales es la Gerencia de Ingeniería y Proyectos.

  - Las gestiones de procura se encuentra a cargo de la Gerencia de Logística.

  - La Junta Directiva de la Empresa es quien tiene la potestad para decidir sobre la aprobación del proyecto.

- **Lineamientos estratégicos**

De acuerdo con el Mapa Estratégico de C.V.G. Bauxilum (Figura 3) la ejecución del proyecto pretende contribuir, dentro de sus objetivos a mediano plazo, en las perspectivas de las capacidades, a mejorar la eficacia de los procesos operativos al optimizar el Sistema de Control Digital en la empresa, con el fin de aprovechar para sus beneficios la tecnología actual.

- **Tolerancia al riesgo**

Garantizar que el sistema se implemente sin interrupciones al proceso y quede abierta la posibilidad de retornar a la arquitectura anterior en caso de fallas de puesta en marcha. En función de esto la empresa plantea la necesidad que la puesta en marcha del nuevo sistema se realice durante las paradas generales de planta, las cuales se realizan dos veces al año en promedio y cada una con una duración estimada de diez y seis (16) horas.

4.3.- Evaluación de la idea.

4.3.1.- Análisis de alternativas

Como consecuencia del requerimiento técnico, que plantea mantener la periferia (elementos de entradas/salidas) como parte del nuevo sistema, se circunscribe el diseño a las posibilidades técnicas de la empresa Siemens, el cual es el fabricante de estos equipos y por ende garantiza la compatibilidad de nuevos equipos con elementos de arquitecturas anteriores.

En función de la tecnología disponible la empresa Siemens, se plantearon dos posibles arquitecturas como alternativas para la actualización de Sistema de control digital:

1. Sistema de control distribuido por áreas, la transmisión de información de la periferia se realiza mediante conexión de periferia descentralizada punto a punto S5 (Igual a l arquitectura existente).

2. Sistema basado en Redes de información entre las Subestaciones Eléctricas.

Selección de alternativas

Para la selección de la alternativa se aplicó la Matriz de decisión basándose en los criterios establecidos en los requisitos técnicos, la tolerancia al riesgo de la organización. El peso asignado a cada aspecto se realizó de acuerdo con su nivel de importancia, contrastándolos con la criticidad y relevancia de este Sistema de Control para la empresa y las características de funcionamiento del mismo. A cada criterio se le ha establecido una escala de cumplimiento en base a un puntaje del 1 al 5 (1 no cumple, 2 deficiente, 3 cumple los requerimientos, 4 mejora en algo los requerimientos, 5 posee valor agregado).

Criterios	**Peso**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**
Capacidad	20	3/5	5/5
Flexibilidad	15	3/5	5/5
Compatibilidad	35	5/5	5/5
Estructurado	10	5/5	4/5
Interoperatividad	5	5/5	5/5
Aspecto riesgo	15	4/5	3/5
Calificación	100 %	83%	92%

Tabla 1. Selección de alternativas. Fuente: El investigador (2007)

4.3.2.- Estudio de factibilidad

Factibilidad técnica

Los equipos para la actualización del Sistema de Control Digital son el principal insumo para el proyecto, estos equipos los suministra la empresa Siemens Caracas importándolos desde su casa matriz en Alemania, Europa. Esta empresa proveedora plantea como un tiempo promedio cuatro (4) meses para la entrega de los materiales en los almacenes de C.V.G. BAUXILUM, ubicados en la zona Industrial Matanzas en Puerto Ordaz.

En vista de que se plantea la figura de proveedor único a la empresa Siemens, se le solicitará la revisión del diseño desarrollado y la garantía de funcionabilidad y compatibilidad, ya que los equipos actuales y las nuevas infraestructuras son suministrados por este fabricante.

Considerando que los nuevos equipos deberán ser instalados en paralelo con los equipos en operación, se han reservados espacios físicos para dichas instalaciones y en casos particulares deberán ser removidos equipos en desuso. En términos generales, existe la disponibilidad de espacio físico para realizar las nuevas instalaciones.

El alcance del proyecto debe contemplar el entrenamiento del personal que estará encargado de la ejecución (Analistas de Control de Procesos de la Superintendencia de Sistemas de Control), dado que si bien este personal posee experiencia en instalaciones similares, hay nuevos desarrollos que requerirán de adiestramientos particulares.

De acuerdo con las características de este proyecto se desarrollan las siguientes fases:

- **Formulación**, la cual consiste en la elaboración de la presente investigación.

- **Planificación del proyecto**, se fundamenta en el desarrollo de las especificaciones particulares, estará a cargo de la Gerencia de Ingeniería y proyectos. De acuerdo con la experiencia del personal de esta división estiman una duración de 6 meses de acuerdo con las características de este proyecto.

- **Procura**, basados en la categoría de adjudicación directa la Gerencia de Logística establece, de acuerdo con sus normas y procedimientos, una duración de sesenta (60) días para la entrega al proveedor de la solicitud de servicio.

- **Instalación y pruebas**, en esta fase se desarrolla la instalación de la infraestructura correspondiente para la actualización del Sistema de Control Digital. Se estima una duración de 4 meses para la ejecución de esta fase de acuerdo a consultas realizadas al proveedor (Empresa Siemens).

- **Puesta en marcha**, estará constituida básicamente por la integración, de los nuevos equipos instalados, al Sistema Supervisorio la periferia existente. Esta fase se ejecutara de acuerdo

con la planificación de la Empresa para las paradas generales de planta.

Factibilidad económica

A solicitud de la Superintendencia de Sistemas de control de Procesos la Gerencia de Ingeniería Industrial elaboró un estudio de factibilidad económica, basándose en el hecho que las mejoras al Sistema de control de la Empresa son una inversión capitalizable. El mismo plantea que "Considerando que se trata de un reemplazo de Activos, se revisó la Norma y Procedimiento de Desincorporación de Activos Fijos, Código 02.05.06, destacándose que aplican los siguientes criterios para su desincorporación:

- Cuando requiera ser reemplazado por otro, atendiendo a los criterios y condiciones.

- Cuando su rendimiento es considerado insatisfactorio en condiciones normales de operación.

- Cuando no responda a las exigencias tecnológicas u operativas de sus centro de costo."

De acuerdo con la alternativa seleccionada el estudio de factibilidad económica considera las siguientes premisas:

- "Horizonte económico: diez (10) años

- Monto de la inversión 751.594 US $. No se incluyó valor de rescate.

- Costo de Operación: 5% Inversión Inicial.

- Ahorros: Perdidas de producción asociadas al Costo fijo para dos (02) días de parada cada cinco (05) años.

- Metodología de Evolución: Utilización del Valor Presente Neto como indicador principal, con un costo de capital del 12%."

En función de lo anterior el estudio plantea los siguientes resultados:

INDICES DE RENTABILIDAD	
Costo de capital	12%
Monto de la inversión (US $)	751.594
Costo de Operación (5% Inversión Inicial)	37.580
Valor presente Neto (US $)	389.433
Tasa Interna de Retorno	37%
Eficiencia de la Inversión	1,52
Tiempo de pago	1

Tabla 2. Resultados del estudio de factibilidad. Fuente: Gerencia de Ingeniería Industrial (2007)

El estudio en referencia concluye la factibilidad económica bajo los siguientes términos:

"Con respecto a la factibilidad económica con los resultados obtenidos se concluye que el proyecto arroja un Valor Presente Neto positivo, lo que significa que es un proyecto rentable, y que los ingresos del flujo de caja neto son suficientes para recuperar la inversión, y generar un excedente de US$ 389.433 a un costo de capital de 12%. Además, el reemplazo de los

Controladores constituye una inversión operativa, que está destinada a mantener la disponibilidad operativa de Planta, lo cual se refuerza con el impacto económico que podría tener una falla de los Controladores en el Sistema de Control Digital."

4.3.3.- Consideraciones legales

Dado que la empresa que técnicamente cumple con los requerimientos técnicos para la Actualización del Sistema de Control Digital es la Empresa Siemens, se estipula la Adjudicación Directa, de los insumos requeridos para el proyecto, basándose el presente aspecto en el Ordinal 3 del Ley de Licitaciones del Año 2001:

ARTÍCULO 88: Se podrá proceder por adjudicación directa, independientemente del monto de la contratación, siempre y cuando la máxima autoridad del órgano o ente contratante, mediante acto motivado, justifique adecuadamente su procedencia, en el siguiente supuesto:

3° Segundo supuesto: cuando las condiciones técnicas de determinado bien, servicio u obra excluyen toda posibilidad de competencia"

4.4.- Carta para solicitud de aprobación del proyecto

Las figuras 7 y 8 muestran una síntesis de los elementos de definición desarrollados en los apartados del presente capitulo.

Proyecto: PROYECTO DE ACTULIZACION DEL SISTEMA DE CONTROL DIGITAL EN C.V.G. BAUXILUM, OPERADORA DE ALUMINA.

Project Charter

Organización para el Proyecto

Sponsor: C.V.G. BAUXILUM.

Promotor del proyecto: Sptcia. Sistemas de Control de procesos.

Procura: Gerencia de Logística.

Especificaciones: Gerencia de Ingeniería y proyectos

Instalación y puesta en marcha: Sptcia. Sistemas de Control de procesos.

Recursos del Proyecto

Tiempo estimado de Ejecución: 2 años.

Presupuesto solicitado: 751.594 $

Alcance del Proyecto

Objetivo del Proyecto: actualizar el Sistema de Control Digital en la Empresa C.V.G. Bauxilum, C.A.

Necesidades del Cliente: actualizar el Sistema de Control Digital de la Planta, a fin de preservar la operatividad de sus líneas de producción.

Requerimientos del Cliente:
Cumplir dentro de sus objetivos a mediano plazo, en las perspectivas de las capacidades, mejorar la eficacia de los procesos operativos al optimizar el Sistema de Control Digital en la empresa, con el fin de aprovechar para sus beneficios la tecnología actual.

Producto Final: Un sistema de control digital actualizado con tecnología de punta.

Criterio de Aceptación: rendimiento del 100% del Sistema de Control Digital en procedimientos de arranque, parada y enclavamiento de equipos.

Alcance de los riesgos del Proyecto

Baja tolerancia a las interrupciones del proceso durante la ejecución del proyecto.

Desglose de las actividades del Proyecto

Actividad:	Formulación	Planificación del Proyecto	Procura	Instalación/prueba	Puesta en marcha
Tiempo:	5 MESES	6 MESES	8 MESES	4 MESES	En parada de planta

Figura 7. Project Charter. (1º parte). Fuente: El investigador (2007).

Proyecto: PROYECTO DE ACTULIZACION DEL SISTEMA DE CONTROL DIGITAL EN C.V.G. BAUXILUM, OPERADORA DE ALUMINA.

Project Charter

Alternativas estudiadas

1. Sistema de control distribuido por áreas, la transmisión de información de la periferia se realiza mediante conexión de periferia descentralizada punto a punto S5.

2. **Sistema de control integrado redundante, la transmisión de información de la periferia se realiza mediante una red de información de subestaciones eléctricas.**

Factibilidad económica

INDICES DE RENTABILIDAD	
Costo de capital	12%
Monto de la inversión (US $)	751.594
Costo de Operación (5% Inversión Inicial)	37.580
Valor presente Neto (US $)	389.433
Tasa Interna de Retorno	37%
Eficiencia de la Inversión	1,52
Tiempo de pago	1

Análisis de alternativas

Criterios	Peso	Alternativa 1	Alternativa 2
Capacidad	20	3/5	5/5
Flexibilidad	15	4/5	5/5
Compatibilidad	35	5/5	5/5
Estructurado	10	5/5	4/5
Interoperatividad	5	5/5	5/5
Aspecto riesgo	15	4/5	3/5
Calificación	100 %	86%	**92%**

Factibilidad técnica

La funcionabilidad a prever contractualmente con la empresa proveedora de los equipos.

Existe la disponibilidad de espacio físico para que las nuevos equipos puedan ser instalados en paralelo al sistema actual.

Aspectos legales

Se solicita la adjudicación directa basados en el Ordinal 3 de la Ley de Licitaciones del año 2001. (ARTÍCULO 88)

Figura 8. Project Charter. (2º parte). Fuente: El investigador (2007).

4.5.- Estructura detallada de trabajo.

El proyecto se plantea para resolver el riesgo latente en el proceso productivo ocasionado por la obsolescencia tecnológica y la falta de repuestos de los equipos asociados al Sistema de Control Digital instalado en la Empresa desde el comienzo de sus operaciones en el año 1983.

La alternativa seleccionada, de acuerdo con los requerimientos técnicos y para cumplir con el objetivo del proyecto, plantea diseñar, instalar, configurar y poner en marcha una nueva arquitectura para el Sistema de control de procesos digitales, basada en redes de información entre las diferentes subestaciones eléctricas, en las secciones operativas de Lado Rojo, Lado Blanco, Manejo de Materiales y Calcinación. Cada una de estas secciones son independientes, en cuanto al control de procesos, por lo que el proyecto puede ejecutarse partiendo de dicha premisa.

Se estima una distribución del presupuesto en función de las cuatro secciones operativas y un cronograma de ejecución por etapas en la que serán implementadas en primer termino Manejo de Materiales y Lado Blanco, para posteriormente realizar Lado Rojo y Calcinación.

El presupuesto será destinado básicamente a la adquisición de materiales, equipos y entrenamiento especializado; las actividades de ejecución de obras serán realizadas por personal de la Empresa.

Si durante el periodo de ejecución hubiese alguna condición que requiera variación, en adquisiciones, la norma y procedimiento código 07.02.14, con el titulo Adquisición de Materiales y Contratación de Obras y Servicios, implantada en el sistema de documentos internos de C.V.G.

Bauxilum, contempla la posibilidad de cambios de precios, cantidad, prorrogas, condiciones de pago y entrega. Adicionalmente se hace referencia a los formularios a través de los cuales se podrán integrar los cambios de alcance al proyecto.

Para cada una de estas secciones operativas y de acuerdo con las fases planteadas para el proyecto, los principales entregables están constituidos por:

1. **Plan preliminar del proyecto.**
2. **Diseño detallado.**
3. **Equipos recibidos en almacén.**
4. **Equipos instalados y probados.**
5. **Nueva arquitectura en funcionamiento.**

El **plan preliminar del proyecto** tiene como objetivo mostrar los elementos de definición del proyecto y los productos de esta fase permitirán solicitar la aprobación del proyecto. En él se han desarrollado una ingeniería básica cuya responsabilidad estuvo asignada a un Analista de Sistemas IV durante un periodo de 2 meses y un estudio de factibilidad económica realizado durante 1 meses por un Ingeniero industrial. El plan propiamente dicho fue realizado por el mismo recurso humano que elaboro la ingeniería básica y fue realizado por un periodo de 3 meses.

El **diseño detallado** será el producto que permitirá tener las especificaciones de cada unos de los componentes de las diferentes arquitecturas a nivel de software y hardware y el plan de ejecución del proyecto. Se estima la conformación de una mesa de especialistas conformada por dos Ingenieros de Proyectos Instrumentistas y dos Analistas

de Control de Procesos, quienes serán los encargados de las investigaciones asociadas a los tres elementos de este paquete de trabajo.

La **procura** involucra los elementos necesarios para la adquisición de los dos principales insumos para el proyecto (los equipos para las nuevas arquitecturas y los entrenamientos especializados). La solicitud de pedido es el producto de especificar los requerimientos de los productos según los procedimientos internos de la empresa para las adquisiciones directas. El contrato de suministro deberá contener los elementos que minimicen los riesgos asociados a la adquisición de los respectivos activos en tiempo, costo y calidad. Se contempla que este último paquete de trabajo culmina una vez que los equipos han sido recepcionados en el almacén de la empresa, por lo que a nivel de programación debe incluirse los tiempos contemplados por el proveedor para la entrega de los mismos. Ambos desarrollos serán el resultado del trabajo mancomunado de un Ingeniero de Proyectos Instrumentista y un Analista de Licitaciones.

La **instalación de los equipos** contempla la disposición física de cada uno de los componentes de la nueva arquitectura, plantea como una de sus premisas que los equipos de red deberán estar instalados para la conexión de los controladores a la misma. Se incluye como parte de este paquete de trabajo la conversión de los programas encargados del proceso productivo en función de la nueva arquitectura (Migración del Software) y la parametrización de cada uno de los equipos y de las arquitecturas en su conjunto (configuración de la arquitectura). La responsabilidad las diferentes actividades requeridas estará a cargo de un equipo de analistas de sistemas de control en grupos que podrán variar de dos (2) a cuatro (4)personas dependiendo de la sección de la empresa a ejecutar.

La **puesta en marcha** consiste básicamente en la sustitución de la arquitectura existente por la nueva arquitectura mediante la conexión de los nuevos equipos al sistema supervisorio existente en la empresa y de la periferia S5 (elementos de entrada y salida actuales) a los nuevos controladores. El desarrollo de estas actividades será puntual en función de las paradas de planta y de la sección a ser puesta en servicio. Básicamente estará a cargo de las mismas personas encargadas de la instalación.

En función de los enunciados anteriores se presenta la siguiente lista de paquetes de trabajo:

1. Plan preliminar del proyecto.

1.1 Diseño *Project charter*

1.2 Elaborar Plan preliminar

2. Diseño detallado.

2.1 Especificaciones de la red

2.2 Especificaciones de los controladores

2.3 Plan de ejecución del proyecto

3. Procura de insumos.

3.1 Elaborar solicitud de pedido

3.2 Gestiones de contrato de suministro

4. Instalación de equipos.

4.1 Instalación de equipos de red.

4.2 Instalación de controladores

4.3 Migración del Software

4.4 Configuración de la arquitectura

4.5 Pruebas de funcionamiento y tolerancia a falla

5. Puesta en marcha.

5.1 Conexiones al sistema supervisorio

5.2 Periferia S5 integrada a la nueva arquitectura.

De la lista de elementos descrita se presenta, en la figura 8, un diagrama que pretende servir como punto de partida para el desarrollo definitivo de la Estructura Detallada de Trabajo del Proyecto (*WBS*).

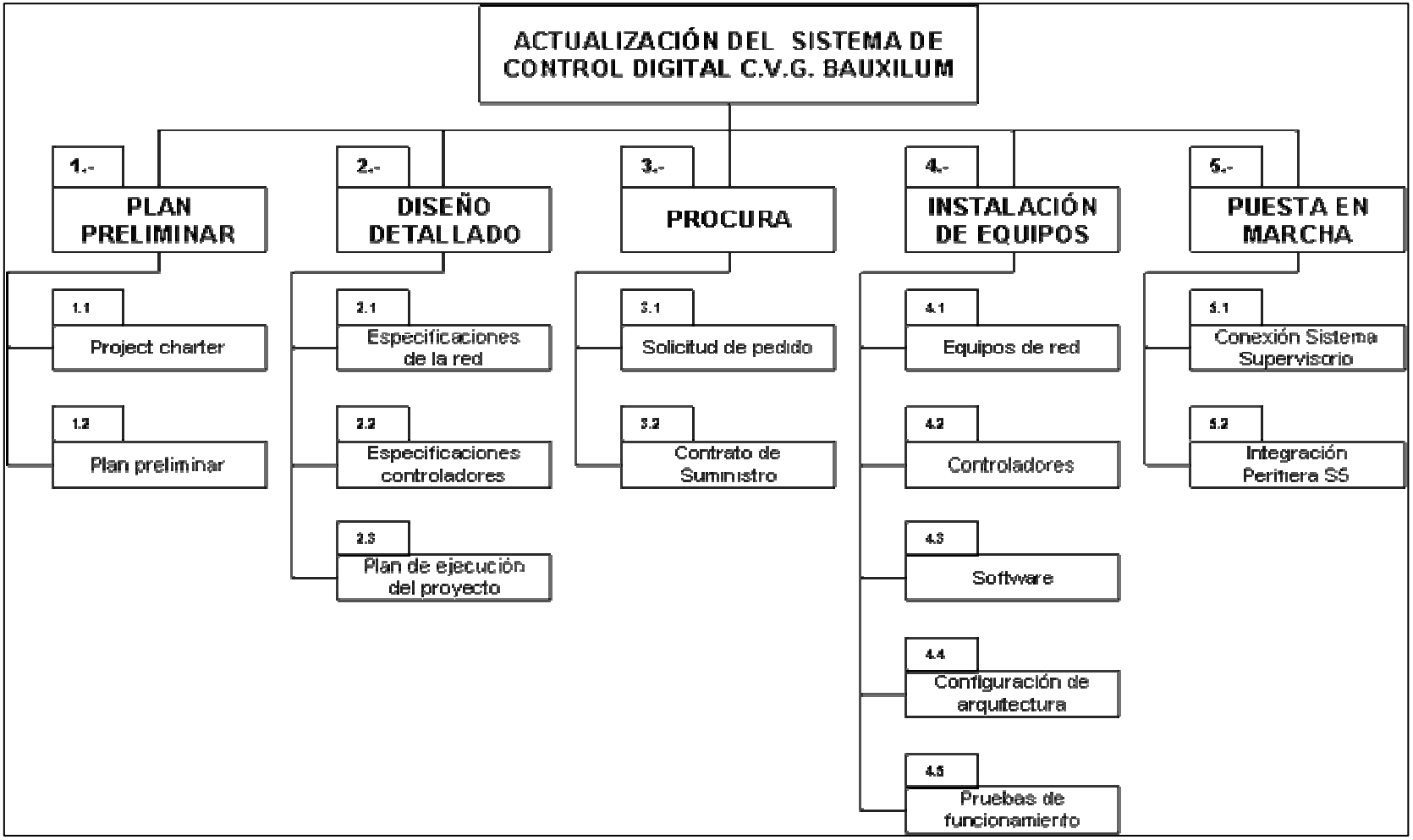

Figura 9. Estructura de paquetes de trabajo (*WBS*). Fuente: El investigador (2007).

4.6.- Estudio de las secuencias de los paquetes de trabajo.

La naturaleza del proyecto en estudio, el cual requiere de una serie de equipos para crear una nueva infraestructura, plantea una serie de dependencias entre las diferentes actividades que tienen carácter de obligatorias, otras sin embargo podrán ser ejecutadas en forma concurrente. Esta lógica de secuencia está constituida por las siguientes premisas:

No serán iniciada ninguna otra actividad hasta que, una vez presentado el *Project Charter* ante la Junta Directiva, el proyecto sea aprobado y se le asignen los recursos.

La ingeniería de detalles precederá al resto de la actividades por considerase que deben tenerse las especificaciones completas antes de la ejecución y evidentemente antes de la procura. La ingeniería de detalles para las diferentes Secciones Operativas será concurrente debido a que las aplicaciones a ser desarrolladas varían en cantidad y no en el tipo de definición.

Con el fin de salvar la demora de algunos procesos administrativos se podrán iniciar las actividades para elaborar las solicitudes de pedidos cuando este completado el alcance del proyecto. El resto de las actividades de procura necesariamente deberán esperar la elaboración el Plan de ejecución del proyecto.

El proyecto involucra altos niveles de inversión, plantea una infraestructura crítica para el funcionamiento de la empresa y requiere de una mano de obra altamente calificada para su ejecución; en función esto y con el

objetivo de maximizar sus posibilidades de éxito ninguna actividad de instalación será realizada hasta completar el plan del proyecto.

Dentro del paquete de instalación es posible realizar actividades en conjunto, salvando secuencias lógicas como que los cable de la red deberá estar implantada antes que los equipos puedan ser conectados a ella. Debido a las bondades de los software actuales, las actividades de migración y configuración de la arquitectura, podrán ser realizadas sin prelación de la instalación de los equipos. La pruebas de funcionamiento y tolerancia a falla se realizaran desde el comienzo de la instalación y configuración del software y continuaran hasta que el último equipo este en funcionamiento.

Basados en los argumentos anteriores se presenta el siguiente diagrama de Lógica de precedencia de los paquetes de trabajo (Figura 9), tomando como referencia la numeración del *WBS* presentado:

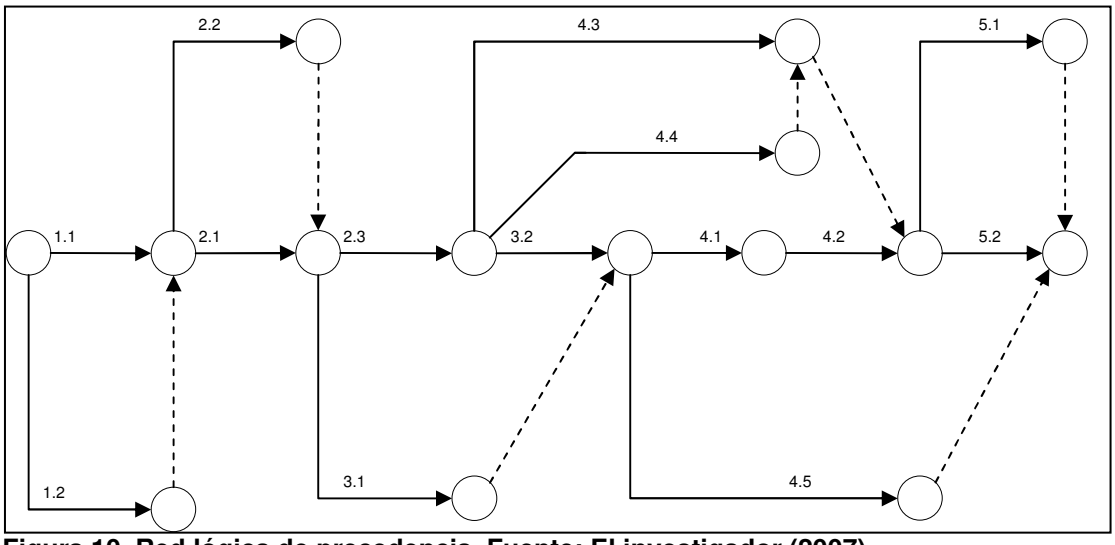

Figura 10. Red lógica de precedencia. Fuente: El investigador (2007).

4.7.- Identificación de los riesgos para el proyecto.

No aprobación del proyecto. Dado que las actividades medulares de la empresa están orientadas hacia los procesos productivos, proyectos como el planteado pudiesen pasar a segundo término a pesar de su importancia. A nivel de solicitud para la aprobación de un proyecto, ante la Junta Directiva, normalmente es suficiente el *Project Charter*, pero como estrategia de apelación inmediata se entregará el plan preliminar para garantizar suficiente información y minimizar las posibilidades de postergación.

Falta de definición de aspectos no visualizados. Este elemento esta asociado al desarrollo de la ingeniería de detalles, donde es factible pasar por alto pequeños elementos (conectores, terminales, tornillos, bases, etc) que pueden ser determinantes al momento de la instalación. Ante esta posibilidad se contempla que la Ingeniería básica y de detalles desarrollada sea posteriormente certificada por la empresa proveedora de los equipos; este concepto se contemplará en el contrato de suministro.

Variaciones en la entrega de Materiales. Debido a que los equipos son importados existen riegos asociados a trámites de divisas, aduaneros, etc. que pueden demorar la entrega de material. Bajo esta consideración se ha adicionado una contingencia de dos (2) meses al tiempo estimado del proveedor para la entrega de materiales en los almacenes de C.V.G. Bauxilum.

Debido a posibles variaciones en los precios establecidos, antes del diseño de las condiciones contractuales, se ha considerado un excedente de catorce por ciento (14%) sobre los montos cotizados. Esto por variaciones estimadas por el propio proveedor.

Equipos con desperfectos. Aunque los equipos deben venir certificados de fábrica siempre es posible encontrar desperfectos en cuanto a tecnología se refiere; por lo cual el contrato de suministro contemplará la garantía por desperfecto de fábrica o transporte hasta que el último componente sea revisado en el almacén de C.V.G. Bauxilum.

Incompatibilidades no consideradas. Las arquitecturas de las diferentes secciones de empresa están formadas por un conjunto de piezas que serán ensambladas al momento de la instalación. Los números de parte, códigos, revisiones, tipo, categoría, son entre otros los elementos, en los que un dígito incorrecto en sus especificaciones puede crear discrepancias en la configuración. Este es otro elemento que será considerado para que el proveedor, mediante la certificación de los detalles, garantice que los equipos están correctamente identificados según los requerimientos de los nuevos diseños.

Errores en conversión de software. El lenguaje de Controladores Lógicos Programable esta basado en una estructura de códigos secuenciales denominado “Escalera”, en los cuales se incluye información de los parámetros físicos de las entradas y salidas, de los tipos de equipos que maneja (motores, bombas, instrumentos, etc.) y de las diferentes condiciones asociadas al proceso; este conjunto de elementos hace que el Software sea complejo y susceptible a errores, en el proceso de conversión a la nueva estructura. Bajo esta premisa es necesario que una vez que los programas hayan sido migrados se realicen simulaciones antes de su puesta en marcha para garantizar su funciónabilidad.

Personal requerido indisponible. La posibilidad que el personal asignado a las diferentes actividades este ausente en el momento de ser requerido puede ser mitigado mediante la adecuada definición de las diferentes especificaciones. Lo anterior plantea unos altos niveles de exigencia a nivel de la Ingeniería de Detalles, que garantice que todos los elementos del proyecto puedan ser coordinados por cualquier otra persona, en los diferentes departamentos.

4.8.- Estimación de la duración de las actividades.

La siguiente tabla muestra una síntesis de las duraciones estimadas de los diferentes elementos de la estructura de paquetes de trabajo presentada, se realizó con base a información de los involucrados en el proyecto, el proveedor y con experiencias previas del Investigador en proyectos similares. Estas estimaciones toman en cuenta que se conoce la experiencia del personal que será asignado a cada una de las actividades y que en algunos casos se requerirá de entrenamiento especializado. Los tiempos de contingencia han sido considerados con la información de los riesgos de mayor impacto para el proyecto.

Paquetes de trabajo	Duración estimada (Meses)
1.1 Diseño Project charter	2
1.2 Elaborar Plan preliminar	3
2.1 Especificaciones de la red	1
2.2 Especificaciones de los controladores	2
2.3 Plan de ejecución del proyecto	3

3.1 Elaborar solicitud de pedido	1
3.2 Gestiones de contrato de suministro	7
4.1 Instalación de equipos de red.	1
4.2 Instalación de controladores	1
4.3 Migración del Software	3
4.4 Configuración de la arquitectura	1
4.5 Pruebas de funcionamiento y tolerancia a falla	3
5.1 Conexiones al sistema supervisorio	1
5.2 Periferia S5 integrada a la nueva arquitectura	1

Tabla 3. Estimación de la duración de las actividades. Fuente: El investigador (2007)

4.9.- Recursos requeridos para el proyecto.

El proyecto en desarrollo requiere como asignación de presupuesto el asociado a la compra de equipos y entrenamiento especializado, dado que las labores de ingeniería de diseño y ejecución serán realizadas por personal de la empresa. El presupuesto de inversión es calculado con referencia a la ingeniería básica desarrollada de la cual se desprende un listado preliminar de equipos. Los montos son fueron suministrada por el proveedor. La siguiente tabla muestra esta información, la cual incluye los respectivos entrenamientos:

Concepto	**Monto ($)**
Equipos Calcinación	73.210
Equipos Lado Blanco	181.418
Equipos Lado Rojo	255.673

Equipos Manejo de Materiales	149.021
Total equipos y entrenamiento	659.322

Tabla 4. Inversión en equipos. Fuente: El Investigador (2007)

Con el objeto de determinar los costos totales del proyecto de desarrolla una distribución horas/hombre invertidas en las diferentes fases del proyecto, basada en la estimación de las duraciones de las mismas (Tabla 6). Para estos cálculos se utilizaron los datos de sueldos y salarios referenciales mostrados en la siguiente tabla:

Código	Recurso humano	Sueldos y Salarios (Bs.)
IP4	Ingeniero de proyecto instrumentista IV	4.300.000
AL3	Analista de Licitaciones III	3.950.000
AS4	Analista de sistemas de control IV	4.500.000

Tabla 5. Sueldos y salarios. Fuente: Gerencia de Ingeniería Industrial (2007).

Paquetes de trabajo	Duración (Meses)	RRHH	Costo total (Bs)
1.1 Diseño Project charter	2	AS4	9.000.000
1.2 Elaborar Plan preliminar	3	AS4	13.500.000
2.1 Especificaciones de la red	1	2*AS4 + 2*IP4	17.600.000
2.2 Especificaciones de los controladores	2	2*AS4 + 2*IP4	35.200.000
2.3 Plan de ejecución del proyecto	3	2*AS4 + 2*IP4	52.800.000
3.1 Elaborar solicitud de pedido	1	AL3	3.950.000
3.2 Gestiones de contrato de suministro	2	IP4 + AL3	16.900.000

4.1 Instalación de equipos de red.	1	2*AS4	9.000.000
4.2 Instalación de controladores	1	4*AS4	18.000.000
4.3 Migración del Software	3	4*AS4	54.000.000
4.4 Configuración de la arquitectura	1	4*AS4	18.000.000
4.5 Pruebas de funcionamiento	3	2*AS4	27.000.000
5.1 Conexiones al sistema supervisorio	1	2*AS4	9.000.000
5.2 Periferia S5 integrada	1	2*AS4	18.000.000
COSTO TOTAL HORA HOMBRES			301.950.000

Tabla 6. Calculo de mano de obra. Fuente: El investigador (2007)

Costos totales del proyecto.

De acuerdo con la evaluación de riesgos al presupuesto para equipos se le aplica una contingencia de 14% y con la finalidad de estandarizar monedas, se ha aplicado al costo de la mano de obra a la taza de conversión de dos mil ciento cincuenta bolívares (2150 Bs.), vigente para la fecha de elaboración de la presente investigación (2007). Se hace la acotación que ésta es una evaluación preliminar y que pudiesen existir otros elementos que en definitiva incidan en el costo total del proyecto. En la siguiente tabla muestra la distribución total de estos costos.

Costo en equipos ($)	Costo en mano de obra ($)	Costo total ($)
751.594	140.442	**892.036**

Tabla 7. Costo total de proyecto. Fuente: El investigador (2007)

4.10.- Análisis de los tiempos del proyecto

Mediante la técnica de redes y utilizando las duraciones estimadas se realizaron los cálculos respectivos para determinar la ruta crítica del proyecto y las holguras, obteniéndose el siguiente grafico:

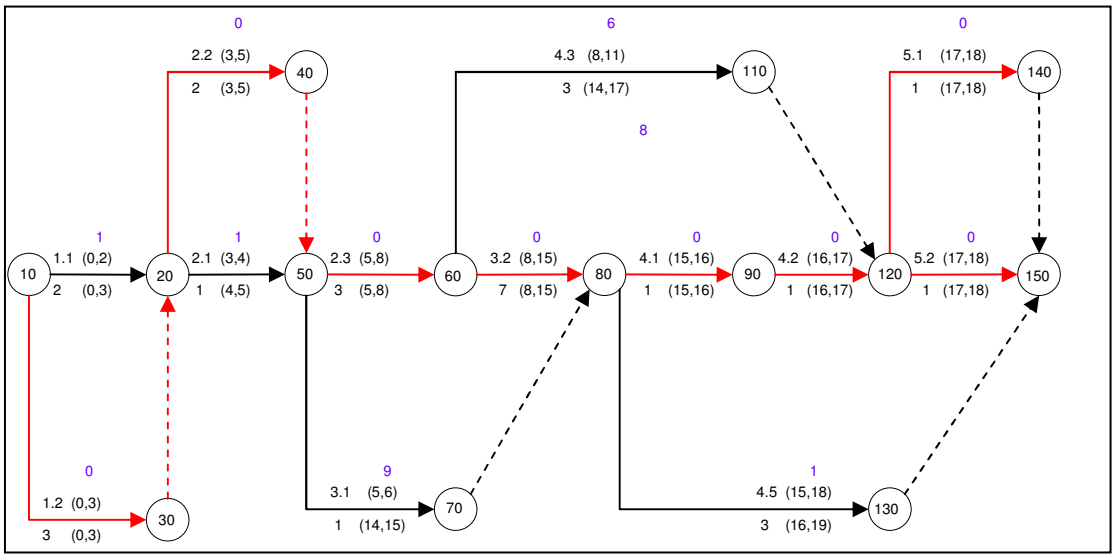

Figura 11. Ruta critica del proyecto. Fuente: El Investigador (2007).

De este análisis se desprende como duración más probable del proyecto 18 meses, lo cual plantea que la planificación se encuentra dentro del tiempo solicitado a Junta Directiva de dos (2) años.

La ruta crítica se denota con las líneas en color rojo y la misma hace referencia a aquellas actividades con holgura cero.

4.11.- Cronograma de actividades

El siguiente cronograma muestra la secuencia de los paquetes de trabajo mediante una representación de periodos de tiempo en meses, básicamente debido a que las únicas actividades con fechas definidas son el Diseño del *Project Charter* y el Plan preliminar, las fechas especificas de las otras actividades están sujetas a presentación y aprobación de proyecto ante la Junta Directiva. Las relaciones establecidas en este cronograma son la integración de los elementos de alcance, duración y secuencia de actividades desarrollados.

PAQUETES DE TRABAJO	Duración	MESES																	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1.1 Diseño Project charter	2																			
1.2 Elaborar Plan preliminar	3																			
2.1 Especificaciones de la red	1																			
2.2 Especificaciones de los controladores	2																			
2.3 Plan de ejecución del proyecto	3																			
3.1 Elaborar solicitud de pedido	1																			
3.2 Gestiones de contrato de suministro	7																			
4.1 Instalación de equipos de red.	1																			
4.2 Instalación de controladores	1																			
4.3 Migración del Software	3																			
4.4 Configuración de la arquitectura	1																			
4.5 Pruebas de funcionamiento y tolerancia a falla	3																			
5.1 Conexiones al sistema supervisorio	1																			
5.2 Periferia S5 integrada a la nueva arquitectura	1																			

Figura 12. Cronograma de actividades. Fuente: El investigador (2007)

4.12.- Costo presupuestado del trabajo planificado.

Tomando como punto de partida el Cronograma del Proyecto, se ha hecho una distribución uniforme de los costos, de los diferentes paquetes de trabajo, para la porción del mismo ejecutada en cada uno de los meses del desarrollo del proyecto (Flujo de recursos por periodo). El acumulado mensual de estos fondos (Costo presupuestado del trabajo planificado)

permitirá tener un punto de referencia para medir e informar el rendimiento del proyecto. (Figura 13). La grafica de estos flujos es la denominada curva "S", que se introduce con el objetivo de aplicar la metodología del Valor Ganado para el Control del avance del proyecto (Figura 14).

PAQUETES DE TRABAJO	Duración (Meses)	Presupuesto($) RRHH	Equipos	MESES 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1.1 Diseño Project charter	2	4.186																				
1.2 Elaborar Plan preliminar	3	6.279																				
2.1 Especificaciones de la red	1	8.186																				
2.2 Especificaciones de los controladores	2	16.372																				
2.3 Plan de ejecución del proyecto	3	24.558																				
3.1 Elaborar solicitud de pedido	1	1.837																				
3.2 Gestiones de contrato de suministro	7	7.860	751.594																			
4.1 Instalación de equipos de red.	1	4.186																				
4.2 Instalación de controladores	1	8.372																				
4.3 Migración del Software	3	25.116																				
4.4 Configuración de la arquitectura	1	8.372																				
4.5 Pruebas de funcionamiento y tolerancia a falla	3	12.558																				
5.1 Conexiones al sistema supervisorio	1	4.186																				
5.2 Periferia S5 integrada a la nueva arquitectura	1	8.372																				
Totales del proyecto	18	892.036																				
Flujos de recursos por periodo				4.186	4.186	2.093	16.372	8.186	10.023	8.186	8.186	125.238	116.866	116.866	108.493	108.493	108.493	108.493	8.372	12.558	16.744	
Costo presupuestado del trabajo planificado (BCWS)				4.186	8.372	10.465	26.837	35.023	45.047	53.233	61.419	186.656	303.522	420.387	528.881	637.374	745.868	854.361	862.734	875.292	892.036	

Figura 13. Costo presupuestado del trabajo planificado. Fuente: El investigador. (2007).

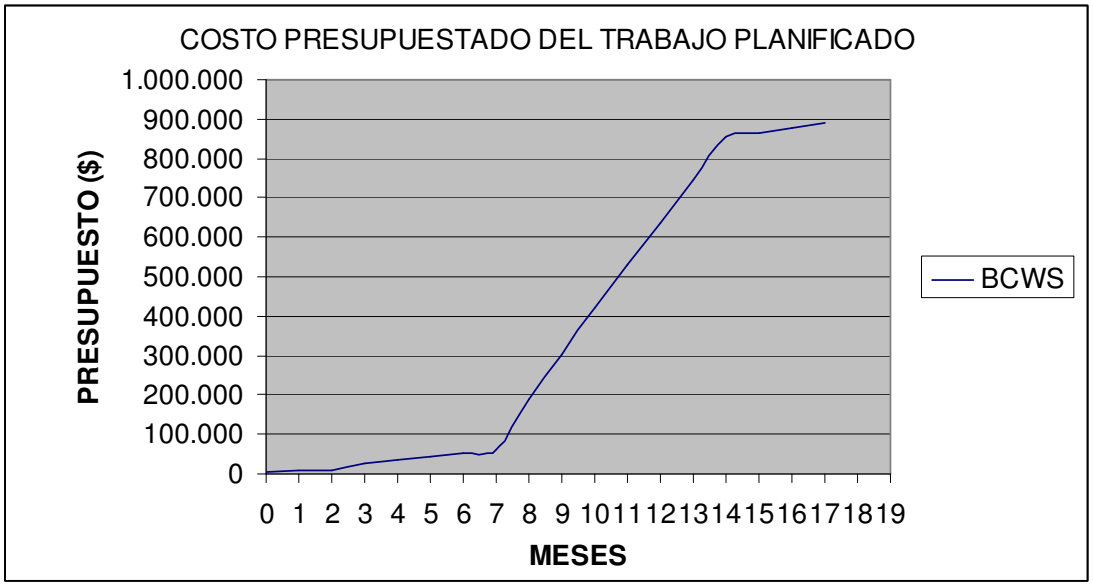

Figura 14. Curva "S" para control del proyecto. Fuente: El investigador. (2007).

CAPITULO V

5.- RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Como primera parte de este desarrollo se crea el *Project Charter* (**carta para la aprobación del proyecto**), (Figuras 7 y 8) como elemento básico para la solicitud de la aprobación del Proyecto, de Actualización del Sistema de Control Digital de C.V.G. Bauxilum, ante la Junta directiva de la Empresa. Este resultado esta establecido como la principal salida en el proceso de iniciación, contemplado en la Gestión del alcance, de acuerdo a lo establecido por el *Project Management Institute* en su guía el *PMBOK*. Mediante este documento se presentan:

- La organización para el proyecto.
- Alcance del proyecto.
- Presupuesto requerido.
- Tolerancia al riesgo por la organización.
- Fases del proyecto.
- Alternativas estudiadas.
- Factibilidad económica.
- Factibilidad técnica.
- Aspectos legales considerados.

Los argumentos desarrollados por el *Project Management* para el desarrollo del plan del proyecto, como parte del proceso de planificación, son una referencia para evaluar los subsiguientes logros. De acuerdo con el

alcance planteado para la presente investigación se han desarrollado, de forma preliminar, los procesos centrales del proceso de planificación.

Como continuación de este apartado se enuncia el alcance del proyecto, se esboza la justificación del proyecto y se crean los componentes para lograr el diseño de una **estructura de paquetes de trabajo preliminar** para el proyecto. Creando de esta manera una base documentada para futuras evaluaciones.

Con la información desarrollada hasta el momento se han identificado, cualitativamente, **los riesgos** asociados al proyecto. Esta referencia sirve como apoyo en las estimaciones de costos y consideraciones que deberán tenerse durante la fase de procura del proyecto.

Mediante el desglose de los costos de mano de obra asignada a cada uno de los paquetes de trabajo y los costos de los equipos requeridos se ha determinado el **costo probable** para el proyecto.

Con apreciaciones generales se realizó la **estimación de duraciones** de los diferentes componentes de los paquetes de trabajo, con el objeto de proyectar en el tiempo cada una de estas actividades.

Se establecen las premisas para la **secuencia lógica** de los paquetes de trabajo enunciados, formándose las precedencias respectivas. Para, junto a la estimación de duraciones, crear el esquema que permite identificar las actividades que deberán tener mayor grado de control durante el ciclo de vida del proyecto **(ruta critica**).

El establecimiento de las respectiva precedencias y la estimación de duraciones de han conjugado para elaborar, una de las principales herramientas utilizadas en la ejecución y control del proyecto, el **cronograma del proyecto**.

Finalmente se han integrado las áreas del alcance (con los principales entregables), del tiempo (con el cronograma) y de los costos (con los presupuesto de RRHH y equipos); mediante el calculo del **costo presupuestado del trabajo planeado** y el consecuente diseño de la grafica que presentan la evolución de los costos en el tiempo. Estos elementos permitirán tener herramientas para medir las posibles desviaciones del proyecto y el desarrollo de indicadores de productividad.

CAPITULO VI

6.- EVALUACION DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la investigación se ha planteado de forma vertical, mediante el cumplimiento secuencial de cada uno de los objetivos planteados, específicamente todos los componentes de la presente investigación forman el documento formal, que una vez aprobado podrá ser utilizado para administrar las fases subsiguientes del proyecto, esto se enmarca dentro del objetivo general de la investigación de crear el Plan preliminar.

El contenido del referido Plan se logra mediante un conjunto de actividades tendientes a cumplir con los objetivos específicos de la investigación, donde el reflejo de los primeros cuatro son: el diseño del *Project Charter*, la *WBS* desarrollada, el diagrama de secuenciamiento y ruta critica, la identificación de los riesgos, los estimados de costos, junto los sus respectivos soportes.

La actividad de cierre, dirigida al cumplimiento del último objetivo especifico, de la investigación estuvo enfocada a combinar las áreas del conocimiento desarrolladas. Son evidencia de ello: la influencia del análisis de riesgo sobre los costos; el diseño del cronograma de actividades, herramienta integradora de alcance y tiempo; el cálculo y las graficas de Costo Presupuestado del Trabajo Planificado, como instrumentos integradores de alcance, tiempo y costos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presente investigación es un punto de partida que permitirá el desarrollo definitivo del plan integral del proyecto, al cual será necesario detallar los elementos incluidos y anexar el resto de las áreas del conocimiento de la gestión de proyectos.

Con la información desarrollada para el proyecto, se estima en primer término que se obtuvo los requerimientos para solicitar su aprobación y como estrategia adicional, para disminuir las posibilidades de rechazo o postergación del proyecto, se desarrollo un plan preliminar que incluye aspectos generales de alcance, tiempo, costos, riesgos y elementos de control.

El trabajo realizado concluye el cumplimiento de sus objetivos, mediante esquemas que resumen los diferentes conceptos manejados como Project charter para la iniciación, el *WBS* para el alcance, el cronograma para el tiempo y la curva del costo presupuestado del trabajo planificado como proceso integrador.

Se sugiere para el desarrollo subsiguiente, del plan del proyecto, reevaluar los aspectos de costo y considerar las variable de inflación de mano de obra y materiales entre otros, ya que este es uno de los elementos mas sensibles cuando se desarrollan los proyectos en las empresas del Estado, que están sujetas a presupuestos rígidos y donde los cambios de alcance presuponen procedimientos administrativos complejos. Lo anterior debido a que de acuerdo con la cantidad de información evaluada del

proyecto y por los elementos incluidos en los mismos, pueden ser clasificados como estimados de poca precisión.

BIBLIOGRAFIA

Balestrini, A. **COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACION**. Caracas: BL Consultores Asociados. Edición 2002.

C.V.G. Buxilum. **Pagina oficial de la Empresa**. Consultada en febrero del 2007 de la Word Wide Web: http//www.bauxilum.com.ve.

Gerencia de Ingeniería Industrial (2007, 16 de enero). **Estudio de Factibilidad Económica**. Autor: Ing. Muñoz Julio.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**. Santiago de Chile: McGrawHill. Edición 2004.

Narváez, R. **ORIENTACIONES PRÁCTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES DE INVESTIGACIÓN**. Puerto Ordaz: Unexpo. Edición 1997.

Palacios, E. **PRINCIPIOS ESENCIALES PARA REALIZAR PROYECTOS**. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello. Edición 2003.

Project Management Institute: **Una Guía a los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK GUIDE),** Estados Unidos, PMI. Edición 2000.

Sabino, C. **COMO HACER UNA TESIS Y ELABORAR TODO TIPO DE ESCRITOS**. Caracas: Panapo. Edición 1994.

Superintendencia de Sistemas de Control (2006, 10 de mayo). **Ingeniería Básica para la Actualización del Sistema de Control Digital en C.V.G. Bauxilum, Operadora de Alumina**. Autor: Ing. Luis Losada.