



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
ESTUDIOS DE POSTGRADO  
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN  
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**PLAN DE GESTIÓN PARA PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE  
MÓDULOS DE CONTROL MEDIANTE REDES INALÁMBRICAS**

Caso: Sistema Automatizado de Despacho SISR

Presentado por

Belo Martínez Angel David

Para optar al Título de

Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor

Contreras Dulce

Puerto Ordaz, Febrero de 2015



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
ESTUDIOS DE POSTGRADO  
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN  
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

### **APROBACIÓN DEL ASESOR**

Por la presente hago constar que he leído el Trabajo Especial de Grado, presentado por el participante: **Angel David Belo Martínez**, C.I. 14120296, titular de la Cédula de Identidad 14120296 para optar al Título de Especialista en Gerencia de Proyectos, cuyo título es: **Plan de Gestión para Proyecto de Integración de Módulos de Control mediante Redes Inalámbricas. Caso: Sistema Automatizado de Despacho SISO**, y manifiesto cumple con los requisitos exigidos por los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello, y que por lo tanto, lo considero apto para ser evaluado por el jurado que se decida designar.

En la Ciudad de Puerto Ordaz, a los 10 días del mes de febrero de 2015.

---

Dulce Contreras  
CI. 5.512.233

## AUTORIZACIÓN

Por medio de la presente se informa que se ha autorizado al ingeniero **Angel David Belo Martínez**, titular de la Cédula de Identidad 14.120.296, a hacer uso de la información proveniente de esta organización con la finalidad de documentar y soportar la elaboración del Trabajo Especial de Grado titulado “**Plan de Gestión para Proyecto de Integración de Módulos de Control mediante Redes Inalámbricas. Caso: Sistema Automatizado de Despacho Sisor**” como requisito para optar al grado de “**Especialista en Gerencia de Proyectos**”, exigidos por la Universidad Católica Andrés Bello.

En la Ciudad de Puerto Ordaz, a los 10 días del mes de febrero de 2015.

---

Supervisor de Planta Sisor Puerto Ordaz  
Ing. Arquímedes Villarroel

## **DEDICATORIA**

Deseo dedicar este trabajo especial de grado a mi familia, quienes me han inculcado principios y coraje para conseguir mis objetivos, sobre todo a corregir mis errores en base a comprensión, amor y sencillez.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome en cada paso de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer a mi Dios por haberme dado la fortaleza y la convicción para seguir adelante y no desmayar frente a los problemas que se presentaban, enseñándome que todo sacrificio tiene su recompensa. A los profesores de esta casa de estudio por concederme la oportunidad de ampliar mis horizontes y conocimientos. A todas las personas que de una u otra manera fueron soporte para la realización de este trabajo especial brindando su ayuda oportuna.

Le agradezco a María por compartir momentos agradables y difíciles durante este ciclo de preparación profesional.

A mi asesora de tesis, por la orientación durante todo el proceso de la investigación, por su paciencia y desinteresada colaboración.

## **Lista de Acrónimos y Siglas**

|       |                                                                             |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|
| AES   | Advanced Encryption Standard (Estándar de Encriptación Avanzado).           |
| ADM   | Arrow Diagramming Method (Método de Diagramación de Flechas).               |
| AP    | Access Point (Punto de Acceso).                                             |
| BSS   | Basic Service Set (Conjunto Básico de Servicios).                           |
| EAP   | Extensible Authentication Protocol (Protocolo de Autenticación Extensible). |
| EDT   | Estructura de Desglose del Trabajo                                          |
| ESS   | Extended Service Set (Conjunto de Servicio Extendido).                      |
| GHz   | Gigahertz.                                                                  |
| IEEE  | Institute of Electrical and Electronics Engineers.                          |
| LAN   | Local Area Network (Red de Área Local).                                     |
| MAC   | Medium Access Control (Control de Acceso al Medio).                         |
| MDC   | Método de Diagramación Condicional.                                         |
| PDM   | Método de Diagramación por Precedencia.                                     |
| PGP   | Plan de Gestión de Proyecto.                                                |
| PHY   | Physical Layer (Capa Física).                                               |
| RF    | Radio Frequency (Radio Frecuencia).                                         |
| RFID  | Radio Frequency IDentification (Identificación por Radiofrecuencia).        |
| SCA   | Sistema de Control de Acceso.                                               |
| SCLI  | Sistema de Control de Llenado Integrado.                                    |
| SISOR | Sistema de Suministro Oriente.                                              |
| SSID  | Service Set Identifier (Identificador de Red Inalámbrica).                  |
| SSP   | Sistema de Selección de Pedido.                                             |
| WLAN  | Wireless Local Area Network (Red Inalámbrica de Area Local).                |
| WEP   | Wired Equivalent Privacy (Privacidad Equivalente a Cableado).               |
| WAP   | Wireless Application Protocol (Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas).     |



UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO  
VICERRECTORADO ACADEMICO  
ESTUDIOS DE POSTGRADO  
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTION  
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

## **PLAN DE GESTIÓN PARA PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE MÓDULOS DE CONTROL MEDIANTE REDES INALÁMBRICAS**

Caso: Sistema Automatizado de Despacho SISR

**Autor: Angel D. Belo M.**

**Asesor: Dulce Contreras**

**Año: 2015**

### **Resumen**

La Planta de Distribución de Combustible Puerto Ordaz perteneciente a PDVSA, forma parte del Sistema de Suministro Oriente (SISR) y surte al Distrito Guayana. Sus operaciones dependen de un sistema automatizado de despacho de combustible, encargado de controlar y autorizar la carga de camiones cisternas. Durante la implantación de este sistema, dos de sus módulos de control, Control de Llenado y SCA Registro de Transporte, ven limitadas sus funciones al carecer de una plataforma de red en campo que asegure su operatividad, creando una brecha que vulnera el proceso. Con la evolución de los sistemas inalámbricos basados en el estándar 802.11, se tiene la posibilidad de extender la red corporativa y proveer conectividad a estos módulos en múltiples entornos. Para abordar este cambio se diseñaron arquitecturas de red para los proceso de control de transporte basado en tecnología RFID, así como, en el Control de llenado mediante WLAN, optimizando los tiempos de captura de datos en las operaciones de despacho. Para ello, fue necesario crear un Plan de Gestión bajo las mejores prácticas en Gerencia de Proyectos a fin de documentar los pasos, definir, preparar e integrar todos los entregables, en las áreas de conocimiento alcance, tiempo, costo y riesgo. La investigación se realizó bajo un enfoque metodológico mixto, dirigido a ser de tipo aplicado, apoyándose en la investigación de tipo documental y de campo.

**Palabras clave:** WLAN, RFID, Plan de Gestión, Control de Llenado.

**Línea de trabajo:** Gestión de alcance, tiempo, costo y riesgo.

## Índice General

|                                                      | Pág  |
|------------------------------------------------------|------|
| APROBACIÓN DEL ASESOR.....                           | i    |
| AUTORIZACIÓN .....                                   | ii   |
| DEDICATORIA .....                                    | iii  |
| AGRADECIMIENTOS .....                                | iv   |
| Lista de Acrónimos y Siglas .....                    | v    |
| Resumen.....                                         | vii  |
| Índice General .....                                 | viii |
| Índice de Figuras .....                              | xiii |
| Índice de Tablas .....                               | xv   |
| Introducción .....                                   | 1    |
| Capítulo I.....                                      | 3    |
| El Problema.....                                     | 3    |
| Planteamiento del Problema .....                     | 3    |
| Objetivos de la Investigación .....                  | 6    |
| Objetivo general.....                                | 6    |
| Objetivos específicos. ....                          | 6    |
| Justificación e Importancia.....                     | 7    |
| Alcance .....                                        | 8    |
| Limitaciones .....                                   | 8    |
| Capítulo II .....                                    | 9    |
| Marco Teórico.....                                   | 9    |
| Antecedentes de la Investigación .....               | 9    |
| Fundamentos Teóricos .....                           | 11   |
| Proyecto. ....                                       | 12   |
| Grupos de procesos de la dirección de proyecto. .... | 12   |
| Áreas de conocimiento. ....                          | 13   |

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Gestión de proyectos.....                                     | 15 |
| Plan de proyecto. ....                                        | 15 |
| Project charter. ....                                         | 16 |
| Planificación del proyecto. ....                              | 16 |
| Gestión del alcance del proyecto. ....                        | 17 |
| Gestión del tiempo en proyectos.....                          | 20 |
| Gestión de costos del proyecto. ....                          | 24 |
| Gestión de riesgos del proyecto. ....                         | 26 |
| Red de área local inalámbrica (WLAN). ....                    | 29 |
| Estándar IEEE 802.11.....                                     | 29 |
| Componentes y diseño. ....                                    | 30 |
| Conjunto básico de servicio (BSS).....                        | 31 |
| Conjunto de servicio extendido (ESS).....                     | 33 |
| Seguridad en las redes WLAN. ....                             | 33 |
| Cifrado. ....                                                 | 35 |
| Estándar de Seguridad 802.11i. ....                           | 35 |
| Identificación por radio frecuencia (RFID). ....              | 37 |
| Bases legales.....                                            | 39 |
| Capítulo III .....                                            | 41 |
| Marco Metodológico .....                                      | 41 |
| Tipo y Diseño de la Investigación .....                       | 41 |
| Operacionalización de las Variables .....                     | 42 |
| Unidad de Análisis .....                                      | 43 |
| Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....         | 44 |
| Análisis e Interpretación de los Datos .....                  | 44 |
| Fases de la investigación .....                               | 45 |
| EDT de la investigación .....                                 | 46 |
| Aspectos Administrativos (Recursos de la investigación) ..... | 47 |
| Presupuesto de la investigación. ....                         | 48 |

|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cronograma de actividades de la investigación.....                                                                                       | 48 |
| Consideraciones Éticas .....                                                                                                             | 48 |
| Capítulo IV .....                                                                                                                        | 50 |
| Marco Organizacional.....                                                                                                                | 50 |
| Fundamentos Organizacionales.....                                                                                                        | 50 |
| Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA).....                                                                                                 | 50 |
| Gerencia de Automatización, informática y telecomunicaciones.....                                                                        | 52 |
| Misión.....                                                                                                                              | 52 |
| Misión de AIT Faja.....                                                                                                                  | 54 |
| Visión de AIT Faja. ....                                                                                                                 | 54 |
| Capítulo V .....                                                                                                                         | 55 |
| Análisis y resultados de la investigación .....                                                                                          | 55 |
| Objetivo1: Diagnosticar la infraestructura de red del sistema automatizado de despacho de combustible en planta SISOR Puerto Ordaz. .... | 55 |
| Características generales del Sistema. ....                                                                                              | 55 |
| Caracterización de la solución existente.....                                                                                            | 57 |
| Identificar a los interesados. ....                                                                                                      | 60 |
| Identificación de requerimientos del producto. ....                                                                                      | 61 |
| Objetivo 2: Definir diseño de la infraestructura tecnológica para la integración de los módulos de control del SCLI.....                 | 64 |
| Descripción del producto y plataforma requerida. ....                                                                                    | 64 |
| Topología de red. ....                                                                                                                   | 66 |
| Tendencias tecnológicas y alternativas.....                                                                                              | 66 |
| Diseño de solución tecnológica.....                                                                                                      | 68 |
| Sistema RFID para control de acceso.....                                                                                                 | 68 |
| Elección de tags y lectores.....                                                                                                         | 69 |
| Red WLAN para Control de Llenado y SCA. ....                                                                                             | 70 |
| Objetivo 3: Elaborar planes de gestión de alcance, tiempo, costo y riesgo. ....                                                          | 72 |
| Equipo del proyecto.....                                                                                                                 | 72 |

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| Plan de gestión del alcance.....                       | 73  |
| Planificación del alcance. ....                        | 73  |
| Recopilación de Requisitos.....                        | 73  |
| Definición del Alcance. ....                           | 74  |
| Estructura desagregada de trabajo. ....                | 76  |
| Entregables del proyecto.....                          | 77  |
| Validar el alcance. ....                               | 78  |
| Controlar el alcance. ....                             | 79  |
| Plan de Gestión del tiempo.....                        | 80  |
| Plan de gestión del cronograma. ....                   | 80  |
| Costos del proyecto .....                              | 85  |
| Estimar los costos. ....                               | 85  |
| Estimado de costos de las horas/hombre requeridas..... | 86  |
| Determinar el presupuesto. ....                        | 88  |
| Controlar los costos. ....                             | 89  |
| Plan de gestión de riegos .....                        | 90  |
| Planificar la gestión de riesgos. ....                 | 90  |
| Análisis Cualitativo .....                             | 92  |
| Planificación de la respuesta a riesgos.....           | 98  |
| Controlar los Riesgos.....                             | 98  |
| Capítulo VI.....                                       | 100 |
| La Propuesta.....                                      | 100 |
| Titulo .....                                           | 100 |
| Justificación.....                                     | 100 |
| Objetivo .....                                         | 100 |
| Capítulo VII .....                                     | 124 |
| Evaluación del Proyecto.....                           | 124 |
| Evaluación .....                                       | 124 |
| Lecciones Aprendidas .....                             | 126 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| Conclusiones .....   | 128 |
| Recomendaciones..... | 130 |
| Referencias.....     | 132 |
| Anexo A .....        | 137 |
| Anexo B .....        | 138 |
| Anexo C .....        | 140 |
| Anexo D .....        | 141 |
| Anexo E.....         | 142 |
| Anexo G .....        | 144 |

## Índice de Figuras

| Figura                                                                                                   | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Grupo de procesos de la Dirección de Proyectos.....                                                   | 13   |
| 2. Modelo del flujo de datos de las áreas de conocimiento.....                                           | 15   |
| 3. Procesos de la gestión del alcance .....                                                              | 18   |
| 4. Ejemplo de EDT.....                                                                                   | 19   |
| 5. Procesos de la gestión del tiempo de un proyecto.....                                                 | 21   |
| 6. Ejemplo de lista de actividades .....                                                                 | 22   |
| 7. Secuenciar las actividades.....                                                                       | 22   |
| 8. Procesos de la gestión de costos.....                                                                 | 24   |
| 9. Gestión de Riesgos .....                                                                              | 28   |
| 10. Capa física y de enlace en 802.11 .....                                                              | 29   |
| 11. Componentes de un ESS .....                                                                          | 31   |
| 12. Red Ad-hoc .....                                                                                     | 32   |
| 13. Arquitectura de Infraestructura .....                                                                | 32   |
| 14. Puerto Autenticador Lógico 802.1X .....                                                              | 35   |
| 15. Espectro electromagnético. ....                                                                      | 37   |
| 16. Componentes técnicos de un sistema RFID.....                                                         | 38   |
| 17. Características de los RFID tags .....                                                               | 39   |
| 18. EDT de la investigación .....                                                                        | 47   |
| 19. Cadena de valor de AIT .....                                                                         | 52   |
| 20. Estructura organizacional de AIT Faja .....                                                          | 54   |
| 21. Esquema funcional del SCLI .....                                                                     | 56   |
| 22. Arquitectura del Sistema Automatizado de Despacho de Combustible.....                                | 58   |
| 23. Oportunidades, estrategias y acciones derivadas del diagnóstico de la<br>infraestructura de red..... | 59   |
| 24. Interesado del proyecto .....                                                                        | 60   |

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 25. Área de influencia RF .....                                                 | 65 |
| 26. Crecimiento previsto del mercado RFID .....                                 | 67 |
| 27. Arquitectura de solución inalámbrica .....                                  | 71 |
| 28. Estructura organizacional del proyecto .....                                | 72 |
| 29. EDT para integración de módulos de control mediante redes inalámbricas..... | 77 |
| 30. Control de cambios en el proyecto.....                                      | 79 |
| 31. Cronograma del proyecto .....                                               | 81 |
| 32. Ruta critica .....                                                          | 82 |
| 33. Desembolso de H-H .....                                                     | 87 |
| 35. Matriz de probabilidad e impacto .....                                      | 93 |

## Índice de Tablas

| Tabla                                                                         | Pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Comparación velocidades de transferencias entre variantes del 802.11 ..... | 30   |
| 2. Operacionalización de las variables .....                                  | 42   |
| 3. Presupuesto de la Investigación .....                                      | 48   |
| 4. Objetivos estratégicos de AIT .....                                        | 53   |
| 5. Necesidades y expectativas de los interesados.....                         | 61   |
| 6. Comparativa de equipos con tecnología RFID .....                           | 70   |
| 7. Entregables.....                                                           | 77   |
| 8. Paquetes de trabajo.....                                                   | 78   |
| 9. Escenarios del análisis Pert .....                                         | 83   |
| 10. Horas hombres planificadas de Profesionales CIV .....                     | 86   |
| 11. Estimado de costos de h-h del proyecto .....                              | 86   |
| 12. Programa de desembolso de H-H.....                                        | 87   |
| 13. Presupuesto del proyecto .....                                            | 89   |
| 14. Listado de riesgos identificados .....                                    | 91   |
| 15. Definiciones de probabilidad, impacto, riesgo y umbrales .....            | 93   |
| 16. Análisis del Riesgo.....                                                  | 95   |
| 17. Estrategias para el tratamiento de Riesgos.....                           | 98   |
| 18. Plan de Gestión del Proyecto .....                                        | 102  |

## **Introducción**

Si bien es cierto que el potencial de las comunicaciones inalámbricas se vislumbraba desde hace varios años, hoy en el área de control de procesos industriales evolucionan tecnológicamente controladores, actuadores y sensores *wireless*, lo que confiere un cambio en la manera de realizar control bajo el esquema de redes cableadas por los beneficios que ofrecen, entre los que se pueden mencionar: reducción en los tiempos de instalación, mantenimiento, sustitución de paneles locales en lugares de difícil acceso, cobertura de área amplia para la integración de sistemas aislados, datos del proceso desde cualquier ubicación, hasta una solución de administración de integridad inalámbrica completa que proteja los activos. Esto enuncia la expansión de las redes administrativas a las redes de campo sobre los estándares de mayor auge en el mercado, por considerarlas un medio clave para potenciar el crecimiento industrial.

En la actualidad, un número elevado de empresas, entre ellas, Petróleos de Venezuela, S.A., a través de su Planta de Distribución de Combustible SISOR - Puerto Ordaz, considera viable realizar procesos de actualización tecnológica introduciendo las redes inalámbricas (WLAN) como complemento de sus redes cableadas al sistema automatizado de despacho de combustible, producto de debilidades detectadas en su plataforma de red para la puesta en servicio de dos de sus módulos funcionales.

La presente investigación ostenta, como aprovechar los beneficios de la tecnología que va dirigida a solventar muchas de las limitaciones operacionales de la empresa, producto del crecimiento no planificado de sus procesos y con infraestructura de redes cableadas colapsadas. Además de, asegurar la conectividad en sistemas de control aislados, siendo integrados bajo una misma plataforma de red, mejorando el flujo de datos e incrementando las velocidades de transferencias en

sistemas crítico. El uso de esta tecnología hace prescindir de un nuevo cableado, eliminando así mucho trabajo civil y por consiguiente reducción de costos.

La instalación y configuración de una WLAN en entornos industriales implica, primero, conocer las condiciones particulares del sistema y/o proceso, seguidamente, las limitaciones impuestas que inciden directamente en el desempeño, correspondientes a: factor de utilización, retardo, pérdidas de paquete y tasa de transferencia, que son bien diferenciadas, lo que precisa una planeación y un diseño minucioso que no resulte en una pobre redención con accesos no autorizados a los datos. Estas expectativas de crecimiento tecnológico ameritan un Plan de Gestión de Proyecto bajo las mejores prácticas en Gerencia de Proyectos para definir, documentar, preparar e integrar todos los entregables del proyecto. En síntesis, establecer una guía para la toma de decisiones en base a consideraciones técnicas y económicas.

Este trabajo especial de grado expone en su Capítulo I, las consideraciones que fundamentan la problemática, incluye, planteamiento del problema, objetivos, justificación e importancia, alcance y limitaciones. En el Capítulo II se muestran los antecedentes de la investigación, se revisan aspectos conceptuales sobre gestión de proyectos, aspectos referentes a la tecnología inalámbrica y bases legales. En el Capítulo III, se desarrolla el marco metodológico relacionado con el tipo y diseño de investigación, unidad de análisis, técnicas e instrumentos para la interpretación de datos, fases de la investigación, estructura de desglose del trabajo, además, consideraciones éticas. El Capítulo IV considera los fundamentos organizacionales. El Capítulo V contiene el análisis y resultados de la investigación mediante el desarrollo de los objetivos. En el Capítulo VI se presenta la propuesta. En el Capítulo VII se evalúan todos los aspectos de la investigación. Finalmente, se emiten las recomendaciones, conclusiones y lecciones aprendidas, así como, las referencias bibliográficas utilizadas y anexos.

## **Capítulo I**

### **El Problema**

Para Tamayo y Tamayo (1999), "todo problema surge a raíz de una dificultad; ésta se origina a partir de una necesidad en la cual aparecen dificultades sin resolver."(p.49). Sabiendo esto, la forma en que se presenta el problema, depende de cuán bien se desarrolle el planteamiento. Esto resulta en que, es posible esclarecer la viabilidad de la investigación partiendo de un marco amplio, siendo luego delimitada sin omitir detalles importantes que produzcan alteraciones en el tiempo. De allí que, este capítulo versa sobre los elementos centrales del problema como lo son: el planteamiento del problema, objetivo general, objetivos específicos, justificación e importancia, alcance y limitaciones.

### **Planteamiento del Problema**

Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) y sus filiales, es una corporación propiedad de la República Bolivariana de Venezuela. Entre sus negocios y filiales se encuentra Mercado Interno perteneciente a Comercio y Suministro, encargado de distribuir combustibles en el ámbito nacional mediante una red de tuberías (poliductos), tal es el caso del Sistema de Suministro Oriente (SISOR), por medio de 17 plantas. Estas plantas cuentan con un sistema automatizado de despacho de combustible denominado: Sistema de Control de Llenado Integrado (SCLI), que además de realizar operaciones de despacho combustible, proporciona las restricciones y autorizaciones para el ingreso a cada Planta de Suministro.

Como en la mayoría de los sistemas, la tecnología ejerce una gran influencia y lleva un costo asociado, por ello, para la implementación del SCLI se condicionó la existencia de componentes de infraestructura de red de PDVSA, particularmente la red local y la conectividad a la red de área ampliada (WAN). Se debió tener a bien

toda la plataforma tecnológica para la habilitación total de los módulos de control que conforman al SCLI. A pesar de ello, dos (2) de dichos módulos, como lo son: Control de Llenado y SCA Registro de Transporte, evidenciaron carencias en sus elementos de conectividad.

En relación con este último tópico, se tiene que, el módulo Control de Llenado, proporciona supervisión de la carga de combustible mediante control por batch. Opera en una red de campo con dispositivos controladores de flujo (FQI). Dicha red, con el tiempo ha demostrado tener limitaciones operacionales que van desde la tasa de transferencia de datos hasta el incremento de la resistividad de los conductores por efecto de la humedad. Las dificultades de reemplazo suponen un elevado costo por concepto de bancadas, tendido de cableado, rutas de enrevesado acceso, trabajos sobre áreas clasificadas, y el uso de medios de conversión en los extremos de lazo que generan puntos de falla. De acuerdo a estas restricciones y según se ha descrito, es preciso la construcción de una red que colinde con la red de campo y que integre este módulo al sistema, obteniendo mayores rendimientos, haciendo encuestas a una tasa mayor, otorgando acceso a más registros de datos.

El módulo SCA Registro de Transporte, está concebido para dar ingreso a unidades cisternas que desean realizar el proceso de carga del producto en la fuente de suministro, resguardando las áreas clasificadas, cuyo funcionamiento requiere privacidad sobre la entrada no autorizada de vehículos. Este módulo carece de cualquier elemento que permita la identificación, autenticación y autorización a las áreas de resguardo, debiendo ser limitado el acceso por personal de vigilancia. El control debe ser consecuente con las operaciones de los demás módulos, requiriendo ser integrado al SCLI bajo una plataforma de red.

Todo apunta a la búsqueda de soluciones de conectividad factibles de amplio espectro, con capacidad para crecer en ambientes industriales y que desde la

perspectiva del control de procesos, posibilite adaptarse a las tecnologías emergentes, que reduzca el costo por implantación, dé seguridad a los datos y sea de fácil integración a otros procesos a través del tráfico de gestión (acceso a plataformas de administración).

Con la evolución de los sistemas inalámbricos basados en el estándar 802.11 y sus variantes, se tiene la posibilidad de extender las redes corporativas en múltiples entornos, demostrando ser viables y eficaces para el soporte de comunicaciones avanzadas. Este escenario lleva a concluir, que las WLAN se adaptan a las necesidades requeridas en la habilitación total de los módulos de control del sistema automatizado de despacho de combustible.

Hay factores que se necesitan tomar en consideración en la fase de planeación que incluye área de cobertura, capacidad, costos, circuitos de protección contra descargas atmosféricas, respaldo de energía, controles de acceso, entre otros. En este sentido, debido a lo intrincado que es llevar proyectos de infraestructura tecnológica, se debe disponer de una metodología de proyecto adecuada que genere el efecto deseado para la correcta ejecución del proyecto, que conlleve articular instrumentos eliminando los vacíos causados por la improvisación, y por ende evitar caer en los efectos de una triple restricción en proyección negativa sin contar con planes de acción para ello.

A este respecto, para determinar los elementos claves del proyecto se debe contar con un plan de gestión de alcance, costos, tiempo y riesgos, que se presente en un esquema ordenado, completo e integral, que vislumbre las estrategias para cumplir los requerimientos establecidos y sea capaz de concentrar todos los controles para llevarlo a buen término.

Ante todo lo expuesto, surge la siguiente formulación de la investigación con base en lo esgrimido en la problemática y su faceta para el diagnóstico. ¿A través de cual metodología se pueden establecer las principales directrices que permitan adecuar la Planta Sisor - Puerto Ordaz al uso de redes WLAN?. ¿Cómo se puede determinar y evaluar la infraestructura de red del sistema automatizado de despacho de combustible en planta Sisor Puerto Ordaz?. ¿Cuál proceso lógico debe realizarse para la búsqueda de una solución a la habilitación de los módulos SCA Registro de Transporte y Control de llenado del SCLI?. ¿De qué manera se pueden realizar las acciones de planeamiento, organización y control de los recursos con el propósito de satisfacer los requerimientos del proyecto?.

### **Objetivos de la Investigación**

#### **Objetivo general.**

Elaborar un Plan de Gestión para proyecto integración módulos de control del sistema automatizado de despacho de combustible mediante redes inalámbricas en planta Sisor Puerto Ordaz.

#### **Objetivos específicos.**

- Diagnosticar la infraestructura de red del sistema automatizado de despacho de combustible en planta Sisor Puerto Ordaz, el cual permite conocer con mayor detalle sus componentes, disposición y funcionalidad.
- Definir diseño de la infraestructura tecnológica inalámbrica que permita a los módulos de control SCA Registro de Transporte y Control de llenado del SCLI cumplir con los servicios requeridos para una habilitación total.

- Elaborar planes de gestión de alcance, tiempo, costo y riesgo que definan las actividades necesarias para el cumplimiento de los productos entregables y objetivos del proyecto.

### **Justificación e Importancia**

El sistema automatizado de despacho de combustible en Planta Sisor Puerto Ordaz es realizado por el SCLI, cuya función principal va dirigida al control, adicionalmente, está diseñado para proveer interfaces de comunicación a otros procesos como: Control de Llenado y SCA Registro de Transporte. Estos módulos están destinados a aumentar el control y la seguridad física en la comercialización de combustibles, así como también, mejorar los tiempos de las operaciones de despacho de una manera confiable. No obstante, los módulos se encuentran parcialmente habilitados al no contar con una plataforma tecnológica adecuada, por lo que su funcionalidad es marginal. Como resultado, se tiene una brecha operacional que vulnera el proceso de despacho de combustible en el Distrito Guayana.

Por ello, la integración de los módulos Control de Llenado y SCA Registro de Transporte de los subsistemas del SCLI mediante redes inalámbricas, permiten adoptar nuevas filosofías de operación que aporten confiabilidad operacional y reducción de los tiempos de operación, que en un primer panorama, benefician al personal que labora en las instalaciones, la red de distribución y cliente final. Por otra parte, se reduce el margen de incertidumbre causada por falta de información en la gestión administrativa. A su vez, va a permitir contar con una infraestructura para restringir el acceso vehicular a áreas clasificadas dando herramientas de localización en las zonas preestablecidas, fortaleciendo la seguridad de las fuentes de suministro. Adicionalmente, se reducen los costos por equipamiento, infraestructura y mantenimiento, facilitando el crecimiento de conexión a futuras aplicaciones, tanto en el área de desarrollo de software como en el área de procesos industriales.

Finalmente, es de resaltar la importancia de contemplar que cada adaptación requerida conlleva un Plan de Gestión de Proyecto que marca las pautas para una concreción eficiente y efectiva.

### **Alcance**

El alcance de la investigación abarca elaborar un plan de gestión en las áreas de alcance, tiempo, costo y riesgos, para adecuar la infraestructura tecnológica del sistema automatizado de despacho de combustible de la planta Puerto Ordaz al uso de redes inalámbricas, a fin de habilitar los módulos Control de Llenado y SCA Registro de Transporte y poder reforzar la seguridad de las operaciones de despacho de forma automatizada. Todo ello, parte de un proceso de diagnóstico, definición de requisitos, para luego presentar una arquitectura de red propuesta. Una vez definida, se elaboran planes en las áreas antes mencionadas mediante la aplicación de una metodología de Gerencia de Proyectos que permita definir, documentar, preparar e integrar todos los entregables del proyecto. Debido a lo extenso que sería para la realización de este trabajo de investigación desarrollar la totalidad de las áreas de conocimiento de gerencia de proyectos, se decidió abordar solo las mencionadas. El proyecto no considera su implementación.

### **Limitaciones**

No se tuvo acceso a los criterios de seguridad lógica que contempla el sistema SCLI, así como, detalles del funcionamiento de sus bases de datos. Se limitó el acceso a las operaciones del negocio centralizado.

## **Capítulo II**

### **Marco Teórico**

Según Balestrini (2002) el marco teórico es "el resultado de la selección de aquellos aspectos más relacionados del cuerpo teórico epistemológico que se asume, referidos al tema específico elegido para su estudio."(p.91). En este sentido, se abordó desde una perspectiva teórica el problema, con la finalidad de acometer proposiciones con vinculaciones a hechos que permiten establecer las líneas de acción del trabajo de investigación. En este propósito, se presentan contenidos como: antecedentes de la investigación, fundamentos teóricos que sirvieron de guía para la investigación y bases legales.

#### **Antecedentes de la Investigación**

Se consideraron diversas fuentes literarias relacionadas con el tema objeto de estudio. Entre las que se destacan:

González, (2010). "Propuestas de mejora a la gestión del tiempo del departamento de proyectos de la empresa Arturo Arenas & Asociados". Trabajo Especial de Grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos. Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). Se fundamentó en la evaluación a la Gestión del Tiempo para un proyecto seleccionado de la empresa Arturo Arenas & Asociados, donde se determinaron elementos que pudiesen ocasionar retrasos, reconociendo brechas o áreas de mejoras identificadas. La investigación es de tipo proyectiva, de un diseño de investigación mixto al ser de tipo documental y de campo. Como aporte a esta investigación se tiene, el desarrollo de un proceso de articulación de los conocimientos que crea valor agregado para la identificación de

errores comunes que afectan la naturaleza del proyecto y la aplicación de las mejores prácticas para fortalecer la gestión del tiempo.

Gómez, (2012). "Propuesta de Plan de Proyecto para el diseño e implementación de una red inalámbrica para el Banco Popular". Máster en Administración de Proyectos. Universidad para la Cooperación Internacional (UCI). El objetivo general de este trabajo fue elaborar una propuesta de plan de proyecto para el diseño e implementación de una red inalámbrica para el Edificio Principal, el Edificio de TI y la sucursal del Paseo Colón del Banco Popular. Para lograr el mismo, se usó la metodología de administración de proyectos propuestas por la PMI enfocado en proyectos de TI. La investigación es de tipo mixto, siendo documental y de campo, cuyo método es de carácter analítico-sintético. Se tomó del trabajo realizado por Gómez, proposiciones para una definición clara de proyectos de TI en las áreas de conocimiento alcance y riesgo, el uso de herramientas como la de Cisco Wireless Design y elementos de calidad dictados por el Banco que aseguran la seguridad del mismo.

De la misma manera se puede citar al, White Paper from Siemens Enterprise Communications. February. Año 2008. En dicho estudio titulado, "Practical Considerations for Deploying 802.11n", se exponen las consideraciones técnicas a tener en cuenta para la implementación de una WLAN bajo la norma 802.11n. El estudio contempló aspectos importantes sobre la interoperabilidad, perspectivas de los costos y la planificación de redes inalámbricas. La investigación es de tipo documental y de campo. El investigador consideró relevante los aportes realizado al análisis del espectro radio eléctrico y la frecuencia de transmisión, aspectos legales y metodología de planeación de las redes WLAN.

Por otro lado, López (2008), presenta su tesis, "Criptografía Ligera en Dispositivos de Identificación por Radiofrecuencia - RFID". Tesis Doctoral.

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID. Se centra en el estudio de la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) como una de las tecnologías más prometedoras dentro del área de la computación ubicua, al ofrecer numerosas ventajas frente a otros sistemas de identificación. Se propone de esta manera, desarrollar soluciones criptográficas ligeras adecuadas para estos dispositivos, limitando así ataques físicos, falsificación y denegación de servicio. De la tesis doctoral de López se consideraron los riesgos asociados a la seguridad a través del uso de estos dispositivos.

Sobre este tema, Hernández (2007), basa su Trabajo de Grado de Maestría, "IDENTIFICACIÓN DE VEHÍCULOS EMPLEANDO RADIO FRECUENCIA (RFID-EPC)". Este Trabajo de Grado de Maestría en Ciencias de la Computación. INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL. Propone el uso de la tecnología RFID y el estándar EPC para la identificación de vehículos, con la finalidad de desarrollar un sistema que sea capaz de controlar la entrada y salida de los automóviles particulares. La aplicación propuesta provee de seguridad ya que permite la identificación del vehículo al momento de colocarse dentro del radio de identificación del lector RFID-EPC. De dicho trabajo se tomó en cuenta las consideraciones importantes sobre, costos de los equipos, condiciones ambientales y aspectos sociales de interés al momento de implantar una solución bajo este esquema.

### **Fundamentos Teóricos**

Este apartado define las bases teóricas utilizadas en la presente investigación. Partiendo de un marco general, se va particularizando con detalle en la terminología considerada más relevante para elaborar el estudio.

## **Proyecto.**

De acuerdo al PMI en su guía PMBOK (2013), se afirma que "Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único" (p.3). La naturaleza temporal de los proyectos indica un principio y un final definido. En este mismo sentido, se considera como, "un conjunto de actividades orientadas a un fin común, que tiene un comienzo y una terminación" (Palacios, 2009, p.17).

De lo anterior, es posible establecer elementos diferenciadores de estas definiciones y extenderlas, por lo que es posible expresar: son un conjunto de actividades o tareas que deben ser realizadas para alcanzar un objetivo en un tiempo finito, a un costo establecido, dentro de parámetros de calidad especificados, con los recursos adecuados, dirigidas a satisfacer las necesidades de las partes interesadas.

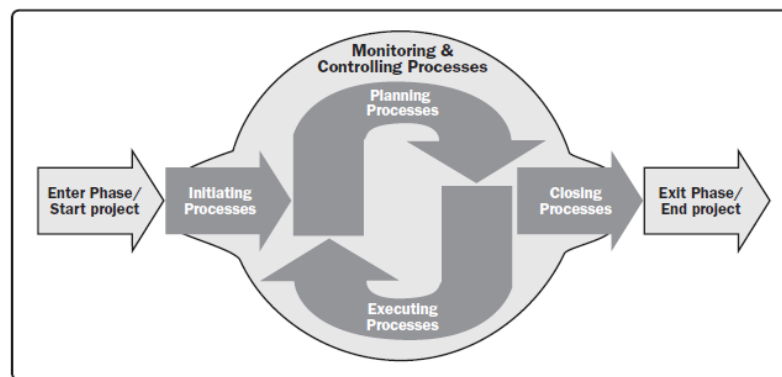
## **Grupos de procesos de la dirección de proyecto.**

En las organizaciones, se deben considerar ciertos procesos para realizar todo lo concerniente al proyecto, ya que por lo general están relacionados entre sí. Según el PMI (2013), dichos procesos se asocian en cinco grupos de procesos, siendo:

- Grupos de Proceso de Iniciación: corresponde a los procesos para determinar si una idea de un proyecto beneficia o no a la organización. Durante esta fase, se toman decisiones considerando si el proyecto es realista y se puede completar.
- Grupos de Proceso de Planificación: son los procesos que establecen un plan de proyecto, el *project charter* y/ o el alcance del proyecto, dejando por escrito lo que debe hacerse, describiendo el trabajo a realizar. En este punto, equipo debe dar prioridad a los proyectos que generen valor, calcular su presupuesto, cronograma y determinar qué recursos se necesitan.

- Grupos de Proceso de Ejecución: implica los procesos donde se distribuyen los recursos y tareas que fueron definidos en el plan de dirección del proyecto para realizar el trabajo.
- Grupos de Proceso de seguimiento y control: comprende los procesos requeridos para que los gerentes de proyecto comparen el estado del proyecto y el progreso con el plan actual. Durante esta fase, los jefes de proyecto deben hacer los ajustes necesarios para mantener el proyecto en marcha.
- Grupos de Proceso de cierre: son los procesos realizados después de que todas las tareas del proyecto se han completado, a fin de cerrarlo formalmente o una fase del mismo. Para ello el cliente debe haber aprobado el resultado, por lo que una evaluación se hace necesaria destacando el éxito del proyecto y / o tener las lecciones aprendidas del proyecto.

En la figura 1, se detallan los grupos de procesos de la dirección de proyectos, siendo de carácter cíclico.



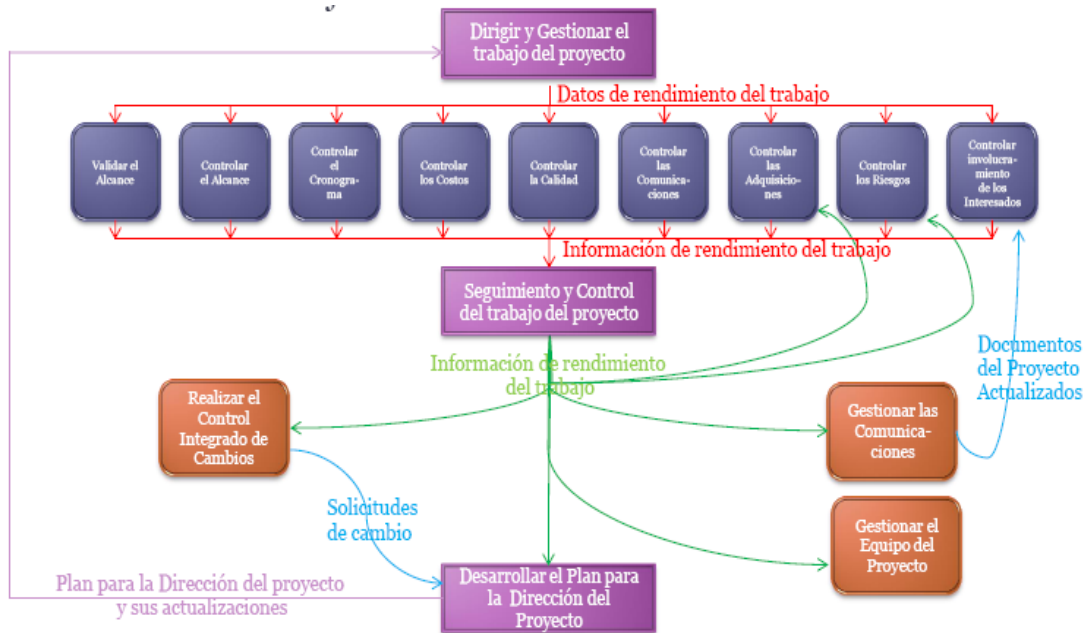
**Figura 1.** Grupo de procesos de la Dirección de Proyectos.  
Fuente: PMI (2013, p.50)

### Áreas de conocimiento.

Según el PMI (2013), se establecen 10 áreas de conocimiento donde se interrelacionan los 47 procesos de Dirección de Proyectos. Estas áreas son:

- Gestión de la Integración del Proyecto: describe los procesos requeridos para asegurar que los elementos varios de un proyecto estén coordinados.
- Gestión del Alcance del Proyecto: describe el proceso requerido para asegurar que el proyecto incluya todo trabajo necesario, para completar el proyecto de manera exitosa.
- Gestión del Tiempo del Proyecto: describe los procesos requeridos para asegurar la terminación a tiempo del proyecto.
- Gestión de los Costos del Proyecto: describe los procesos requeridos para asegurar que el proyecto sea completado dentro del presupuesto aprobado.
- Gestión de la Calidad del Proyecto: describe los procesos requeridos para asegurar que el proyecto satisfaga las necesidades para lo cual fue desarrollado.
- Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto: describe los procesos requeridos para hacer el uso más eficiente de las personas involucradas en el proyecto.
- Gestión de las Comunicaciones del Proyecto: describe los procesos requeridos para asegurar la generación apropiada y a tiempo, colección, diseminación, almacenamiento, y la disposición final de la información del proyecto.
- Gestión de los Riesgos del Proyecto: describe los procesos concernientes con la identificación, análisis, y respuesta al riesgo del proyecto.
- Gestión de las Adquisiciones del Proyecto: describe los procesos requeridos para adquirir bienes y servicios fuera de la organización ejecutora.
- Gestión a los interesados del proyecto: contiene los detalles de cómo gestionar las comunicaciones entre los interesados identificados y el análisis de las expectativas del proyecto, a fin de satisfacer sus necesidades.

En la figura 2, se presenta como es el flujo de datos entre las diferentes áreas de conocimiento.



**Figura 2.** Modelo del flujo de datos de las áreas de conocimiento  
Fuente: Intesys Consulting, PMI (2013).

### Gestión de proyectos.

Para COVENIN-ISO 10006: 2003 en su apartado 3.6, gestionar proyectos conlleva "la planificación, organización, seguimiento, control e informe de todos los aspectos de un proyecto"(p.3). Cabe decir, ejecutar las acciones necesarias que permitan ordenar, disponer y organizar los recursos de un proyecto, utilizando procedimientos.

### Plan de proyecto.

Según COVENIN-ISO 10006: 2003, corresponde a un documento que sirve al gerente de proyecto como principal instrumento de control, en el cual se especifican las fases de proyecto, así como, la descomposición de dichas fases en actividades que tienen asociadas recursos, tiempo, dependencias, entregables. En la fase de

implementación, sirve como una herramienta de comparación para conocer el progreso del proyecto.

### **Project charter.**

De acuerdo a Bolles (2002), el *project charter*, presenta de forma estructurada nuevos proyectos identificados como oportunidades de negocio. El resultado, es un documento donde se resaltan los beneficios que aportará el proyecto a la organización, siendo sometido a revisión, aprobación o prioridad.

### **Planificación del proyecto.**

Si se tiene en cuenta que la función principal al dirigir un proyecto, es garantizar que se cumplan los objetivos deseados por la organización, es evidente entonces, que se debe trabajar en los detalles de cómo alcanzar el cometido. Para ello, es esencial la planificación del proyecto. Según Heagney (2012), se deben tener en cuenta ciertos pasos mínimos al momento de planificar el proyecto, como lo son:

- Definir el problema a resolver por el proyecto.
- Declaración la misión del proyecto, seguida de los objetivos.
- Desarrollar una estrategia de proyecto que cumpla con los objetivos.
- Escribir una declaración del alcance para definir los límites del proyecto, es decir, que se hará y que no.
- Crear EDT.
- Uso de la EDT para estimar la duración de las actividades, los recursos necesarios y los costos.
- Preparar el plan maestro del proyecto y el presupuesto.
- Decidir sobre la estructura organizativa para gerenciar el proyecto.
- Crear el Plan de proyecto.
- Proceder a obtener el plan firmado por todos los *stakeholders*.

La planificación forma parte de la gestión de proyectos, valiéndose de herramientas y técnicas como, Diagrama de Gantt, PERT, entre otros. La idea es crear un plan de proyecto.

### **Gestión del alcance del proyecto.**

El proceso de estructuración de un proyecto parte de dos consideraciones importantes, primero, de visualizar desde un punto de vista común el alcance del proyecto, segundo, establecer una base para hacer estimaciones realistas en la duración y costos. Gestionar el alcance engloba ambos aspectos, ya que son la base para evitar riesgos en los proyectos.

De acuerdo al PMI en su guía PMBOK(2013), la gestión del alcance comprende “los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y únicamente el trabajo para completar el proyecto con éxito”(p.105). Esto resulta en actividades orientadas a garantizar el cumplimiento de las tareas necesarias para lograr los objetivos del proyecto. El alcance del proyecto establece los límites, entonces, cuanto más acotado esté el alcance habrá menos riesgo en el proyecto, pues se conocerá con mayor exactitud lo que está incluido y lo que no.

En la figura 3, se muestran los procesos de la gestión del alcance identificados por el PMI (2013).



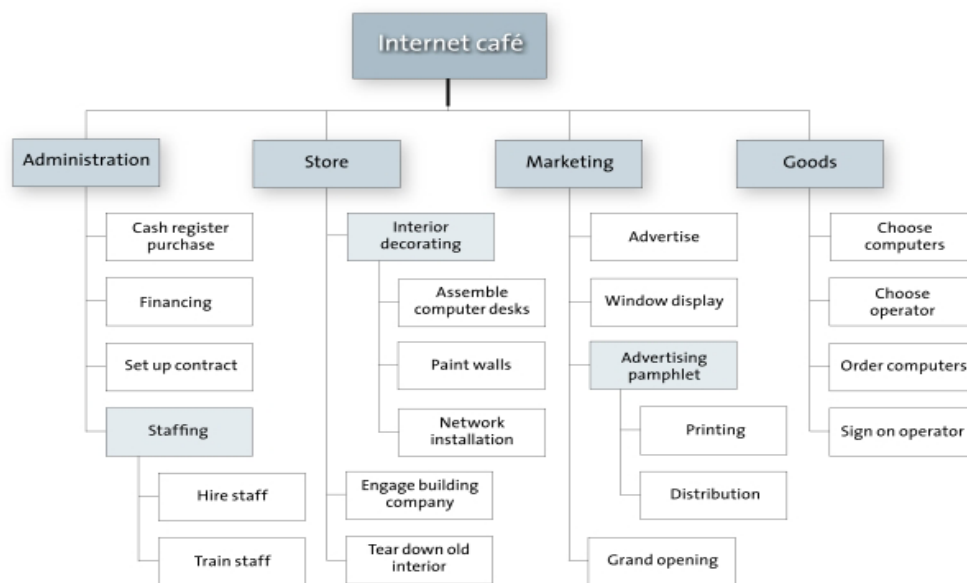
**Figura 3.** Procesos de la gestión del alcance

A continuación una breve descripción de cada proceso:

Planificar la gestión del alcance. Tiene por objetivo, establecer cómo el equipo de proyecto va a definir el alcance del proyecto, desarrollar el alcance del proyecto, indicar cómo se va a controlar y verificar el alcance, además de, evaluar y aprobar o no los cambios propuestos en el alcance y cómo se van a definir y gestionar los requisitos del producto o resultado.

Recopilar los requisitos. Es un proceso que identifica y documenta las condiciones y expectativas de los interesados que son necesarios para cumplir los objetivos del proyecto. Toda vez que se ha realizado el proceso anteriormente descrito, se procede a definir el alcance del proyecto. Para ello se ha de componer una descripción detallada del proyecto y del producto, esto es, identificar todo el trabajo que el proyecto ejecutará, clarificando los límites para alcanzar su meta final.

Crear la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT). Es la herramienta más útil para llevar a cabo todas las tareas requeridas por el proyecto, pues permite definir y organizar todo el alcance del proyecto utilizando una estructura jerárquica. El propósito es, subdividir una tarea complicada en tareas más pequeñas hasta llegar a un nivel que no puede ser subdividida. En ese punto, por lo general se hace más fácil estimar el tiempo que durará y costará que de haberlo hecho a niveles superiores. A medida que el trabajo se descompone hasta niveles inferiores de detalle, mejora la capacidad de planificar, dirigir y controlar el trabajo. Un ejemplo de ello se aprecia en la figura 4.



**Figura 4.** Ejemplo de EDT  
Fuente: Tonnquist, (2009, p.41)

Verificación del alcance. Se refiere a las acciones requeridas para asegurar que el trabajo entregado cumpla las especificaciones del proyecto y se utiliza como garantía de que el proyecto está entregando la calidad prometida en sus planes. En este proceso se revisa con el cliente que los entregables están completos para que éste los acepte formalmente mediante un proceso de aceptación objetivo.

Controlar el alcance, tiene como fin, influir sobre los factores que crean cambios en el alcance del proyecto y de controlar el impacto de dichos cambios. Permite mantener actualizada la línea de base del alcance durante la ejecución del proyecto y asegurar que todos los cambios solicitados y acciones correctivas o preventivas recomendadas se procesen mediante el proceso de control integrado de cambios, también identifica las personas con responsabilidad para aprobar los cambios y el rol del gerente para determinar las implicaciones de los cambios solicitados sobre el cronograma y presupuesto.

Los procesos de gestión del alcance del proyecto necesitan integrarse adecuadamente a los procesos de las otras áreas de conocimiento, de modo que el trabajo del proyecto genere como resultado la entrega del alcance del producto especificado.

### **Gestión del tiempo en proyectos.**

La gestión del tiempo en proyectos se basa primordialmente de la planificación, atendiendo a, plazos de entrega, demandas del cliente o producto de cierta lógica durante la definición de actividades, cuyo compendio se resalta en la lista de actividades del proyecto. Generar la lista de actividades depende de ciertos documentos, conocimientos del área, criterios diversos. Ello responde a las siguientes entradas de proceso: estructura desagregada de trabajo (EDT), declaración del alcance, información histórica, restricciones, asunciones y el juicio de experto.

De acuerdo al PMI (2013), los procesos de la gestión del tiempo son siete (7), tal como se muestra en la figura 5.



**Figura 5.** Procesos de la gestión del tiempo de un proyecto

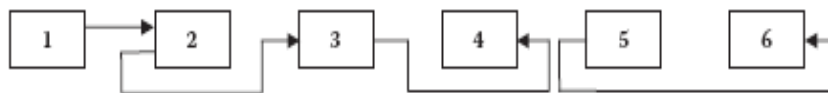
Planificar la gestión del cronograma. En base al PMI (2013), este proceso tiene por objetivo establecer “las políticas, procedimientos y la documentación para planificar, elaborar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma de proyecto” (p.141). Asimismo, define cómo se reportaran y evaluarán las contingencias en el cronograma y cómo se evaluarán y aprobarán los cambios en la línea de base del cronograma.

Definir actividades, es un proceso en el que se trazan las acciones para concluir los entregables de proyecto, definidos por los paquetes de trabajo, último nivel de la EDT, de tal manera que permitan una mejor estimación, programación, ejecución, seguimiento y control del trabajo del proyecto. Un ejemplo de esto, se muestra en la figura 6.

| EDT   | Entregable                        | Descripción                                                                                                 | Actividades                                                                                   |
|-------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1.4 | Elaboración Ingeniería de detalle | Tiene como objetivo obtener el diseño detallado de la solución de necesario para proceder con la ejecución. | Memoria descriptiva detallada, planos para cotización y procura, memorias de cálculo finales. |
|       |                                   |                                                                                                             | Lista de materiales                                                                           |
|       |                                   |                                                                                                             | Lista de señales                                                                              |
|       |                                   |                                                                                                             | Planos                                                                                        |
|       |                                   |                                                                                                             | Memorias de cálculo finales                                                                   |

**Figura 6.** Ejemplo de lista de actividades

Secuenciar actividades según Hill (2010), es un proceso que lo realiza el equipo de planificación con la idea de identificar las dependencias entre actividades, al mismo tiempo, de las limitaciones en las tareas del proyecto. Es conveniente que, dichas actividades deban ser secuenciadas con precisión para desarrollar un cronograma realista y alcanzable, conociendo de esta manera las predecesoras y sucesoras. Para ilustrar esto se presenta la figura 7.



**Figura 7.** Secuenciar las actividades  
Fuente: Hill, (2010, p.97)

Existen métodos que en asociación con la secuenciación de las actividades, pueden aplicarse en caso de requerir ajustes a los elementos de la EDT, como lo son:

- Método de Diagramación por Precedencia (PDM).
- Método de Diagramación de flechas (ADM).
- Método de Diagramación Condicional (MDC).
- Plantillas de red del cronograma.
- Aplicación de adelantos y retrasos.

Estimar los recursos consiste en identificar la naturaleza, cantidad y características de los recursos necesarios para completar cada actividad, en tanto que se conocen los tiempos y costos asociados de forma más precisa. De forma simultánea a este proceso, se debe considerar estimar la duración de cada actividad, dado que, se obtiene con la mayor precisión el número de períodos de trabajo necesarios para completar cada una de las actividades del proyecto. Dato imprescindible para elaborar un cronograma realista.

Para Richman (2011), existen métodos de estimación que pueden ser implementados:

- Juicio de experto. Es producto de la experticia de un grupo especializado en el trabajo requerido, por lo que emiten un estimado de los tiempos necesarios para su ejecución. Influye mucho el uso de los recursos.
- Estimación análoga. Usa un conjunto de información histórica, como base para estimar en proyecto actual.
- Modelos paramétrico. Usan parámetros matemáticos para la estimación en relación a estadísticas.
- Estimación ascendente. Se estima la duración o el costo totalizando cada paquete de trabajo, hasta llegar a una estimación para el total proyecto.
- Simulación. Involucra cálculos de múltiples duraciones bajo diferentes supuestos. Un método común de simulación es Monte Carlo.

Desarrollar el cronograma. Parte de analizar las secuencias de las actividades, las duraciones, los requerimientos y disponibilidad de recursos, las restricciones o condicionantes en los plazos para crear un cronograma de proyecto realista y con fechas de ejecución planificadas y consensuadas con los responsables de ejecutarlas. Controlar el cronograma. Va dirigido a monitorear el estado actual de las actividades

del proyecto, resaltando el progreso obtenido, y en caso de ser necesario gestionar cambios en la línea base del alcance.

### **Gestión de costos del proyecto.**

La gestión de costos se concentra en comparar los gastos reales con la línea base de costos previstos para determinar variaciones, evaluar las posibles alternativas, y tomar las medidas oportunas. De hecho, para gestionar con eficacia los costos el plan de costos debe ser preparado con un alto nivel de detalle. Para el PMI, en su guía PMBOK (2013), los procesos de la gestión de costos son mostrados en la figura 8.



**Figura 8.** Procesos de la gestión de costos

Planificar la gestión de costos, supone establecer las políticas, procedimientos, documentación y orientación técnica necesaria para planificar, gestionar, ejecutar, controlar y reportar los costos previstos por una organización para llevar a cabo un proyecto.

De acuerdo a Hill (2010), estimar los costos es un proceso se lleva a cabo durante la fase de planificación, donde se calculan con la mayor precisión posible los recursos económicos necesarios para completar las actividades del proyecto. Entonces, basándose en la información disponible en un momento dado, las estimaciones de costos han de ser revisadas y actualizadas de forma continua según sea necesario a lo largo del proyecto.

Determinar el presupuesto, consiste en adicionar los estimados de costos de cada actividad o paquete de trabajo, más las reservas de contingencias, para establecer la línea de base autorizada respecto a la cual se medirá el desempeño en costos del proyecto. Una vez elaborado el presupuesto, debe ser controlado

Controlar los costos. Este proceso tiene por objetivo hacerle seguimiento al estado del proyecto para actualizar el presupuesto del proyecto y gestionar cambios en la línea base de coste. Para Hill (2010), "controlar los costos pasa a ser una actividad crítica de la gestión de proyectos"(p.126). En este propósito, examinar la línea base en relación con los costos reales y los gastos en que han incurrido, permiten identificar las variaciones en costos respecto a lo planificado y tomar acciones correctivas para minimizar así los riesgos.

El control de costos del proyecto incluye:

- Influir en los factores que producen cambios en la línea base de costos.
- Asegurarse de que todas las solicitudes de cambio se lleven a cabo de manera oportuna.
- Gestionar los cambios reales cuando y conforme suceden.
- Asegurarse de que los gastos no excedan el financiamiento autorizado para el proyecto, tanto por periodo como total.

- Monitorear el desempeño de los costos para detectar y comprender las variaciones con respecto a la línea base aprobada de costos.
- Monitorear el desempeño del trabajo con relación a los fondos en los que se ha incurrido.
- Evitar que se incluyan cambios no aprobados en los informes sobre costos o utilización de recursos.
- Informar a los interesados pertinentes acerca de todos los cambios aprobados y costos asociados.
- Realizar acciones para mantener los sobre costos previstos dentro de límites aceptables.

### **Gestión de riesgos del proyecto.**

Para la ISO 27001:2007 en su apartado 4.2.2, el plan de gestión de riesgos, "Es un documento que define claramente cómo se va a actuar en el control de los riesgos. Para ello deberemos identificar los recursos necesarios para implantar los controles seleccionados y determinar cómo se va a medir su eficacia". De hecho, se detalla con exactitud los recursos sometidos a directrices organizacionales y del cual se genera una valoración producto del nivel de riesgo para su posterior tratamiento.

Hay que decidir si los niveles de riesgo son aceptables o no, según el criterio fijado. Si no lo son, hay que evaluar cómo tratarlos, es decir:

- Mitigar el riesgo: es decir, reducirlo, mediante la implementación de controles que disminuyan el riesgo hasta un nivel aceptable.
- Asumir el riesgo: tolerar el riesgo, ya que está por debajo de un valor de riesgo asumible o bien porque no se puede hacer frente razonablemente a ese riesgo, por costoso o por difícil.
- Transferir el riesgo a un tercero: asegurar el activo que tiene el riesgo mediante la subcontratación del servicio.

- Eliminar el riesgo. siendo la opción menos viable, ya que puede resultar complicado o costoso.

El propósito de gestionar el riesgo es el de minimizar la probabilidad de no lograr los objetivos del proyecto ni de los interesados en él, y a la vez tomar las oportunidades que pudiese brindar una identificación temprana.

Cooper, Gray, Raymond y Walker (2005), afirman que, existen tres claves para gestionar los riesgos de una manera efectiva:

- Identificando, analizando y realizando la evaluación temprana del riesgo, desarrollando el plan y manejarlo.
- Asignando responsables con la mayor experticia para gestionar los riesgos, la cual puede implicar implementar nueva prácticas, procedimientos o sistemas o negociación mediante arreglos contractuales adecuados.
- Asegurar que los costos en los que se incurra por reducir el riesgo sean acorde con la importancia del proyecto y el riesgo que representa.

Como principal entrada para crear un plan de gestión de riesgos se tiene al plan de proyecto, que incluye el alcance, planificación temporal y económica. Desde este punto de vista, se aprecia la relación existente en las distintas áreas de conocimiento en la gestión efectiva de los riesgos.

El PMI en su PMBOK (2013), presenta los procesos de gestión de riesgos:

- Planificación de la Gestión de Riesgos: decidir cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades de gestión de riesgos para un proyecto.
- Identificación de Riesgos: determinar qué riesgos pueden afectar al proyecto y documentar sus características.

- Análisis Cualitativo de Riesgos: priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando su probabilidad de ocurrencia y su impacto.
- Análisis Cuantitativo de Riesgos: analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados en los objetivos generales del proyecto.
- Planificación de la Respuesta a los Riesgos: desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.
- Seguimiento y Control de Riesgos: realizar el seguimiento de los riesgos identificados, supervisar los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos, ejecutar planes de respuesta a los riesgos y evaluar su efectividad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

En la figura 9, se tiene los procesos de la gestión del riesgo de acuerdo al PMI (2013).



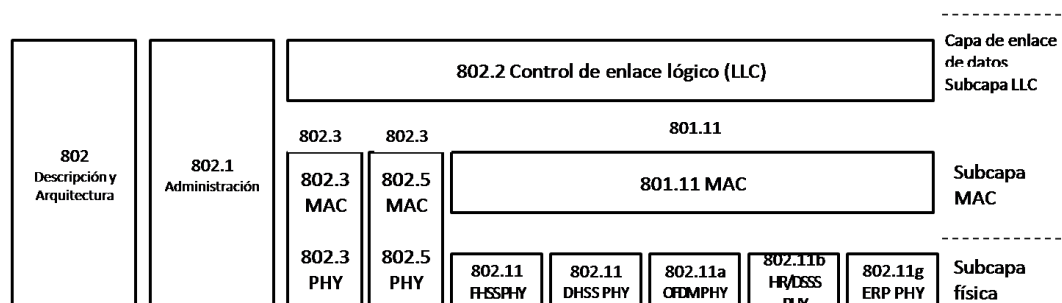
**Figura 9. Gestión de Riesgos**

## Red de área local inalámbrica (WLAN).

De acuerdo a Pellejero, Andreu, y Lesta (2006), podemos inferir, que una red inalámbrica de área local (WLAN), se basa en el uso de ondas de radio que viajan a través del canal inalámbrico en lugar de una infraestructura cableada permitiendo mayor movilidad a dispositivos interconectados. Al ser un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible, es muy utilizado como alternativa a la LAN cableada o como una extensión de ésta.

## Estándar IEEE 802.11.

El estándar del *Institute of Electrical and Electronics Engineers* para las redes inalámbricas (IEEE 802.11), es también conocido como estándar Wi-Fi, es una serie de especificaciones para la tecnología inalámbrica basada en la familia 802 definida por la IEEE. Es denominado 802.11x, por las variantes de la norma. De acuerdo a lo expresado por Gast (2002), las bases de estas especificaciones se enfocan en los dos niveles inferiores del modelo de referencia OSI: la subcapa física (Capa 1) mediante el *frequency-hopping spread-spectrum* (FHSS), y la subcapa de acceso al medio (MAC), a través de *direct-sequence spread-spectrum* (DSSS). En la figura 10 se observa la capa física y de enlace en 802.11.



**Figura 10.** Capa física y de enlace en 802.11  
Fuente: Gast, (2002, p. 21). Traducción propia

Los productos basados en el estándar IEEE 802.11 salieron al mercado en el año 1997 y su velocidad se limitaba a 2 Mbps, lo que era bastante lento para los estándares modernos de la red. Posteriormente, grupos de trabajo de la IEEE 802.11 comienzan a trabajar en capas de radio más rápidas, incrementando de esta manera la velocidad a 11 Mbps. Este desarrollo se resume en la siguiente tabla 1:

**Tabla 1.** Comparación velocidades de transferencias entre variantes del 802.11

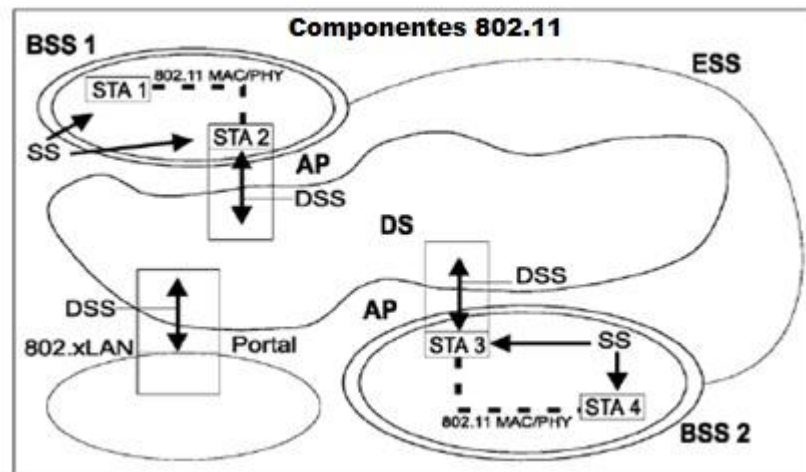
| Estándar IEEE | Velocidad     | Frecuencia  |
|---------------|---------------|-------------|
| IEEE 802.11a  | Hasta 54 Mbps | 5 GHz       |
| IEEE 802.11b  | 5.5 - 11 Mbps | 2.4 GHz     |
| IEEE 802.11g  | 5.5 - 54 Mbps | 2.4 GHz     |
| IEEE 802.11n  | 300 Mbps      | 2.4 y 5 GHz |

La creación del estándar IEEE 802.11n, en el cual se centra el estudio, se debió a la definición de una nueva capa física para aumentar el rendimiento de las WLAN. Ésta se basa en la tecnología MIMO (entrada múltiple / salida múltiple. MIMO, utiliza varios transmisores y receptores para permitir un mayor rendimiento en todo el rango de multiplexación y mayor espacio. Tiene la capacidad de operar en las dos bandas de frecuencias: 2,4 GHz (la que emplean 802.11b y 802.11g) y 5 GHz (la que usa 802.11a). Gracias a ello, 802.11n es compatible con dispositivos basados en todas las ediciones anteriores de WIFI. Además, es útil que trabaje en la banda de 5 GHz, ya que está menos congestionada y permite alcanzar un mayor rendimiento.

### **Componentes y diseño.**

La arquitectura de un sistema de comunicación bajo el estándar 802.11 según Gast (2002), se divide en: celdas denominadas *Basic Service Set* (BSS) o Conjunto Básico de Servicios, el cual está formado por nodos llamados *Station* (STA) o

estación que se reconocen entre sí y pueden transmitir información entre ellos. Posee un Sistema de Distribución (DS), que es un mecanismo mediante el cual se comunican los puntos de acceso de las diferentes BSS. Puntos de Acceso (AP), que son entidades portales de acceso al DS. Además, de contar con un sistema de distribución de una topología ESS, siendo cableada o inalámbrica. En la figura 11, se aprecia la arquitectura con cada componente.

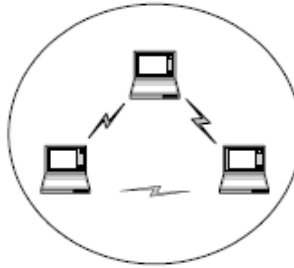


**Figura 11.** Componentes de un ESS  
Fuente: IEEE, (2012, p. 69). Traducción propia

### **Conjunto básico de servicio (BSS).**

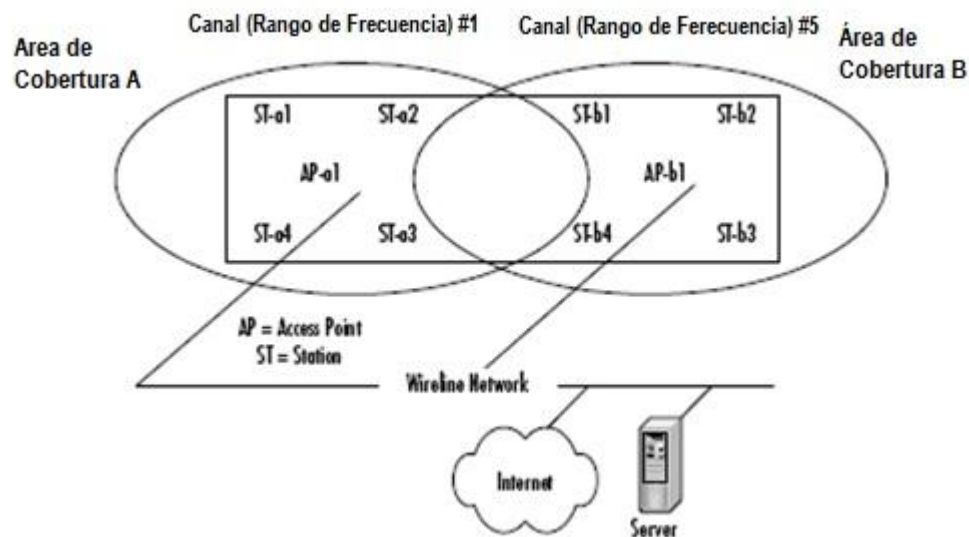
Para lograr que un BSS pueda intercambiar información existen dos modos diferentes que, de acuerdo a la IEEE 802.11 (2012), son:

Cada nodo se comunica con el otro en forma directa y sin ninguna coordinación. Este es comúnmente llamado Ad-Hoc o IBSS (*Independent Basic Service Set*) y solo permite la transmisión entre los nodos inalámbricos y no resuelve el problema de extender una LAN cableada. Una muestra de ello se aprecia en la figura 12.



**Figura 12.** Red Ad-hoc  
Fuente: Wheat, (2001, p.163)

En el segundo modo, existe un AP que coordina la transmisión entre los nodos inalámbricos. Es llamado modo Infraestructura y permite vincular la red inalámbrica con la red cableada, ya que el AP actúa como puente entre las dos redes. La existencia de varios AP conectados a un sistema de distribución que puede ser una LAN cableada, es lo que denominamos ESS (*Extended Service Set*) o conjunto de servicio extendido. En la figura 13, la arquitectura en modo infraestructura.



**Figura 13.** Arquitectura de Infraestructura  
Fuente: Wheat, (2001, p.163). Traducción propia

### **Conjunto de servicio extendido (ESS).**

Como se menciona, el BSS no puede proveer cobertura de área amplia. En este sentido Gast (2002), da a entender que, el ESS permite crear una red inalámbrica de tamaño arbitrario enlazando BSSs junto a redes *backbone*. De esta manera, se puede extender el área de cobertura de la red. Con esta configuración, las estaciones pueden desplazarse por toda el área de cobertura sin perder la comunicación.

La configuración ESS resulta interesante cuando se necesita cubrir una gran área de oficinas, distintas instalaciones, un espacio público o lugares con una alta concentración de terminales donde un solo punto de acceso resulta escaso.

### **Seguridad en las redes WLAN.**

Reconociendo que los dispositivos basados en 802.11 utilizan frecuencias de radio, cualquier estación puede procesar los datos enviados en una WLAN lo que vuelve a un enlace de radio no fiable. El estándar IEEE 802.11 ofrece tres formas para proveer una mayor seguridad a los datos que viajan a través de la WLAN. De acuerdo a Wheat, Hiser, Tucker, Neely y McCullough, (2001), la adopción de tres mecanismos disminuirá la probabilidad de una exposición accidental de seguridad:

El primer método hace uso de *Service Set Identifier* (SSID). Este SSID puede estar asociado con uno o más puntos de acceso para crear múltiples segmentos WLAN dentro de la infraestructura BSS. El SSID, es una identificación configurable que permite a los clientes inalámbricos se comuniquen con un inequívoco AP. Con la configuración adecuada, sólo los clientes con un correcto SSID pueden comunicarse con el AP. En efecto, actúa el SSID una contraseña compartida única entre los puntos de acceso y clientes.

Como se mencionó anteriormente, el punto de acceso también puede autenticar a un dispositivo inalámbrico con una lista de direcciones MAC. Esto normalmente proporciona un buen nivel de seguridad, y se usa mejor con una pequeña red WLAN. Con las redes WLAN más grandes, la administración de la lista de direcciones MAC permitidas requerirá algunos servicios back-end para reducir la cantidad de tiempo necesario en adicionar o quitar de la lista.

El tercer mecanismo que ofrece el 802.11 para proteger los datos que pasan por la WLAN también se mencionó anteriormente en la sección relativa a los servicios de la estación. El servicio de privacidad.

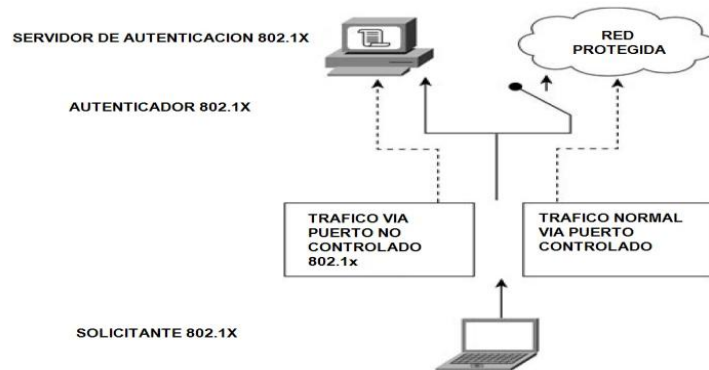
Roshan y Leary (2003), afirman que, se establecen dos mecanismos para la autenticación de clientes en una WLAN:

- Autenticación abierta.
- Autenticación de clave compartida.

Está compuesta por tres partes:

- Solicitante: generalmente se trata del cliente WiFi
- Autenticador: suele ser el AP (Punto de acceso).
- Servidor de autenticación: suele ser un Servidor RADIUS (*Remote Authentication Dial In User Service*) o Kerberos.

En la figura 14, se muestra las partes de un puerto autenticador lógico 802.1x.



**Figura 14.** Puerto Autenticador Lógico 802.1X  
Fuente: Roshan y Leary, (2003, p. 159). Traducción propia

### **Cifrado.**

El cifrado WEP y la autenticación 802.11 son conocidos por ser débiles, de manera que la IEEE y WPA están mejorando el WEP con TKIP para proporcionar opciones de autenticación más robustas. Al mismo tiempo, busca mecanismos de cifrado más fuertes. Por esta razón, la IEEE ha adoptado el AES de la sección de privacidad sobre los datos propuestos en la norma 802.11i. Sin embargo WPA no incluye soporte para cifrado AES (Roshan y Leary, 2003).

El estándar WPA2 de la WIFI Alliance consiste en una mejora del WPA, cambiando el esquema de encriptación a AES-CCMP (Roshan y Leary, 2003). El algoritmo de encriptación AES resulta muy interesante, ya que ha sido adoptado como estándar de privacidad por varios organismos internacionales.

### **Estándar de Seguridad 802.11i.**

El estándar 802.11i fue elegido para resolver los problemas de seguridad que comprometieron en su momento las redes inalámbricas. Integra todo lo que el mundo de la seguridad ofrece. Las características más importantes de 802.11i incluyen la

autenticación IEEE 802.1x con Protocolo de Autenticación Extendido (EAP), RADIUS, Kerberos y encriptación basada en el algoritmo de Rijndael AES.

En el artículo denominado "*Seguridad WLAN 802.11i: Pros y Contras*". (2005), se explica cuales son los beneficios de este estándar y todo el proceso de privacidad:

Básicamente, 802.11i incrementa la seguridad WLAN utilizando algoritmos de encriptación y técnicas basadas en claves más avanzadas. Cuando una estación inalámbrica solicita abrir una sesión con el punto de acceso, entre ambos extremos se establece una clave denominada Pairwise Master Key (PMK). Para ello se utiliza típicamente el estándar LAN y WLAN 802.1X, que permite al responsable de seguridad aplicar un método de autenticación tan potente como desee, desde las simples combinaciones usuario/contraseña hasta certificados digitales. Se trata de un mecanismo de autenticación de usuario basado en plataforma RADIUS (o cualquier otro servidor de autenticación) y en el protocolo Extensible Authentication Protocol (EAP). El servidor RADIUS retorna la PMK al punto de acceso, y, entonces, éste y la estación intercambian una secuencia de cuatro mensajes, denominada "four-way hadshake" (algo así como saludo o reconocimiento de cuatro vías).

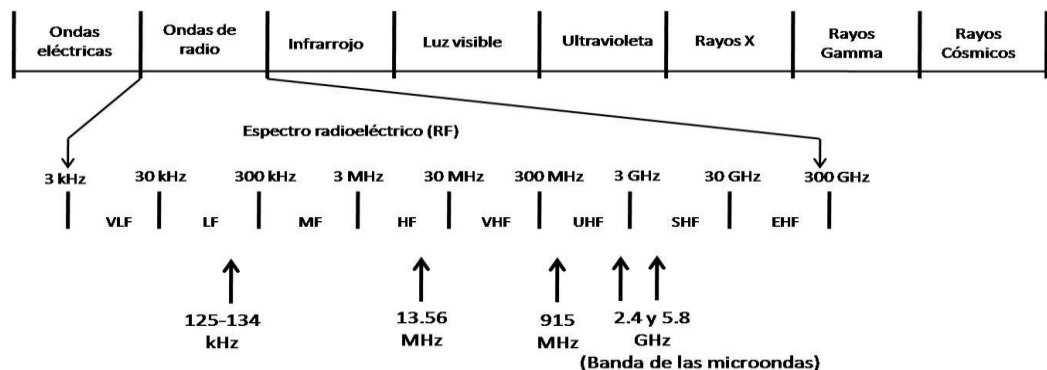
Durante el proceso "four-way hadshake", se utilizan la PMK y diversos valores generados aleatoriamente tanto desde la estación como desde el punto de acceso, renovándose varias veces durante la sesión para securizar el proceso de pacto de una nueva clave, denominada Pairwise Transient Key (PTK). Ésta se compone a su vez de tres subclaves: una para firmar los cuatro mensajes que intervendrán en el proceso, otra para asegurar los paquetes de datos transmitidos entre los dos dispositivos implicados y una tercera para encriptar la llamada "clave de grupo", que será enviada desde el punto de acceso a la estación y que permitirá a aquél difundir tráfico multicast a todos los clientes a él asociados, sin tener que enviar a cada uno de ellos un mismo paquete encriptado de forma diferente.

A lo largo del proceso, estación y punto de acceso negocian también el tipo de encriptación que utilizarán para cada conexión. De esta negociación resultarán dos cifras. Una de ellas es la clave de grupo ya mencionada; la otra, denominada cifra o clave pairwise (reconocimiento de pareja), se utilizará para las transmisiones de datos en modo unicast que sólo afectan al punto de

acceso. A este respecto, 802.11i ofrece una importante ventaja, ya que permite la negociación de cualquier cifra de encriptación, aunque la tecnología de referencia para la especificación sea AES con clave de 128 bits en modo CCM (Counter with CBC-MAC). En un entorno puro, AES será utilizado normalmente tanto para la cifra de pareja como de grupo. Sin embargo, en caso de que del punto de acceso dotado de soporte de la norma dependan tanto dispositivos 802.11i como preestándar, podrá funcionar utilizando AES en el caso de los primeros para la cifra pairwise pero aplicar el mínimo.

### Identificación por radio frecuencia (RFID).

Es una tecnología que puede ser utilizada para identificar, rastrear y detectar una amplia variedad de objetos. Se basa fundamentalmente en la comunicación inalámbrica, utilizando ondas de radio. La identificación se realiza por medio de números únicos que poseen información sobre los objetos, personas, animales, etc., almacenados en microchips y que puede ser leída de forma automática, a diferencia de los códigos de barras que han de ser analizados manualmente. Los sistemas RFID usan parte del espectro electromagnético, y no es como las otras dos tecnologías inalámbricas, Wi-Fi y Bluetooth. Las tres tecnologías están diseñadas para usos muy diferentes y por lo tanto tienen diferentes funcionalidades. En la figura 15, se recoge el espectro electromagnético usado en los sistemas RFID.



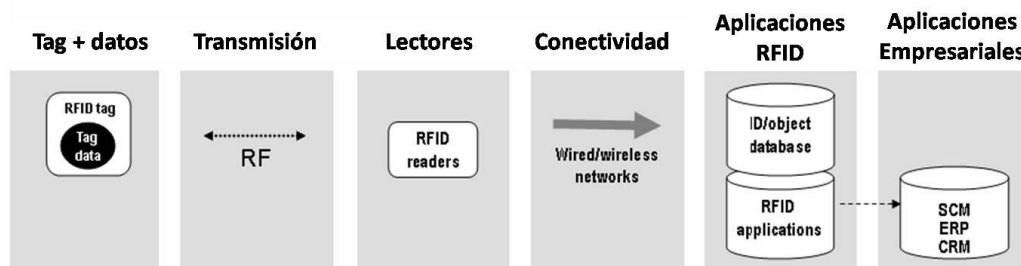
**Figura 15.** Espectro electromagnético.  
Fuente: Traducido de Lehpamer, (2008, p. 5)

Ahora bien, Ruhanen et al. (2007), en su publicación "Sensor-enabled RFID tag handbook" afirman que un sistema RFID consta de un lector RFID, Tags RFID, software e infraestructura con servicios de soporte.

Lehpamer (2008), explica cada uno de estos componentes:

- Tags RFID, o transponder, se encuentra en el objeto a ser identificado y es el portador de datos en el sistema de RFID.
- Lector RFID, o transmisor-receptor, puede ser capaz tanto de leer como escribir datos en un transponder.
- Subsistema de procesamiento de datos, que utiliza los datos obtenidos del transceptor de alguna manera útil.

En la figura 16 es posible apreciar los componentes técnicos de un sistema RFID.



**Figura 16.** Componentes técnicos de un sistema RFID  
Fuente: Traducido de Fine y otros, (2006, p. 6)

Existen diferentes tipos de Tags RFID según su elemento activo, Ruhanen et al. (2007) afirman que:

- Tag pasivo: no contiene una fuente de alimentación. El lector transmite señales de RF. Éste genera un campo electromagnético, lo que permite se envíe de vuelta la información almacenada en el chip.
- Tag semi-pasivo: contienen una fuente de energía, como una batería, para alimentar a los circuitos del microchip. A diferencia de los tags activos, los semi-pasivos no utiliza la batería para comunicarse con el lector. La

comunicación se realiza de la misma manera que lo hacen los tags pasivos. Pueden estar de forma latente hasta que es activado por una señal de un lector. Esto conserva la energía de la batería y puede alargar la vida del tag.

- Tag activo: contiene una fuente de energía, tal como una batería, para alimentar los circuitos del microchip. Los tags activos transmiten una señal al lector y se pueden leer a partir de 100 pies (35 metros) o más.

Los sistemas RFID poseen criterios de diferenciación que dependen de la frecuencia de operación del lector, el método de acoplamiento físico y la distancia de comunicación (rango de lectura). La frecuencia de comunicación usada varía entre 135 KHz onda larga a 5,8 GHz en el rango de las microondas y se clasifican en cuatro rangos básicos, indicados en la figura 17:

| Rango de Frecuencia                                  | LF<br>(125-134 KHz)                                                                                            | HF<br>(13.56 MHz)                                                                       | UHF<br>(400,868-915 MHz)                     | Microondas<br>(2,46 y 2,45 GHz) |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|
| Rango de lectura<br>(Tags pasivos)                   | < 0.5 m (1.5 ft)                                                                                               | 1 m (3 ft)                                                                              | 3 m (10 ft)                                  | 1 m (3 ft)                      |
| Aplicaciones típicas                                 | Control de acceso, seguimiento a animales, inmovilizadores de vehiculos, Aplicaciones POS incluyendo SpeedPass | Tarjetas inteligentes, rastreo de articulos incluyendo, equipajes, libros de biblioteca | Rastreo, cobro de peajes, manejo de equipaje | SCM, cobro de peajes            |
| Velocidad de datos                                   | más lento                                                                                                      |     |                                              | más rápido                      |
| Capacidad de leer cerca de metal o superficie mojada | mejor                                                                                                          |     |                                              | peor                            |

**Figura 17.** Características de los RFID tags  
Fuente: Traducido de Fine y otros, (2006 p. 8)

## Bases legales

Las bases legales corresponden a la normativa jurídica que sustenta la investigación. Como parte de estos basamentos legales se tienen:

La Ley de Telecomunicaciones.

- Providencia administrativa contentiva de las condiciones para la Calificación de los equipos de uso libre.

Código Eléctrico Nacional (CEN 2009).

Comisión Venezolana de Normas Industriales.

- 603 Recomendaciones para clasificar las áreas destinadas a instalaciones eléctricas en instalaciones de producción petrolera.

Petróleos de Venezuela S.A. ( PDVSA):

- Serie K-300 Engineering Design Manual. Engineering Specification (Volúmenes 9-I y 9-II). Incluyendo las normas K-300, K-362, K-329, K-369, K-350, K-352, K-351, K-330,
- N-201 Obras eléctricas.
- N-241 Instalación de conductores y cables en tuberías y bandejas.

### **Capítulo III**

#### **Marco Metodológico**

De acuerdo a Arias (2006), el marco metodológico es el, “Conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas” (p.18). Igualmente, Tamayo y Tamayo (2003) lo define como “Un proceso que, mediante el método científico, procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento” (p.37). En otras palabras, es la sección correspondiente a la investigación donde se expone la manera en cómo se realiza, los pasos dados y su metodología. Por consiguiente, este capítulo incluye el tipo y modalidad de la investigación, la operacionalización de las variables, la unidad de análisis, técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como también, las fases de la investigación, EDT, aspectos administrativos y consideraciones éticas.

#### **Tipo y Diseño de la Investigación**

La presente investigación es de tipo aplicada, de diseño no experimental transeccional descriptivo. Tomando en consideración a Sabino (1993), la investigación es aplicada “si los conocimientos a obtener son insumos necesarios para proceder luego a la acción”(p.18). En este sentido, se intenta resolver un problema a través de la búsqueda de nuevas tecnologías que brinden el soporte necesario para crecer en la plataforma de red, concebida para ser modular, de movilidad y bajo costo, dando base a futuras aplicaciones de campo, mediante resultados aportados por uso de técnicas y mejores prácticas en el campo área de aplicación, impulsados a través de una metodología de proyecto.

La realización de la investigación aplicada, pone en evidencia que muchos aspectos conceptuales y metodológicos son aplicables para identificar problemas sobre los que se debe intervenir como para definir las estrategias de solución.

Tomando en cuenta los planteamientos anteriores, en la presente investigación, se atendieron necesidades específicas a partir de un diagnóstico, por lo que se apoyó en la investigación de campo para recolectar datos en un sólo momento en forma directa de la realidad presentada. Del mismo modo, se utilizó la investigación documental, para consultar fuentes de información del sistema, manuales técnicos, libros, monografías, papers, informes de investigación y las metodologías que brinden las mejores prácticas al diseño requerido, así como el modelo para la gestión.

## Operacionalización de las Variables

En la tabla N°2 se registra la operacionalización de las variables

**Tabla 2.** Operacionalización de las variables

| Objetivos<br>específicos                                                                                               | Variable                                                                                               | Dimensión                | Indicadores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diagnosticar la infraestructura de red del sistema automatizado de despacho de combustible en planta SISO Puerto Ordaz | Infraestructura de red del sistema automatizado de despacho de combustible en planta SISO Puerto Ordaz | Administrativa y técnica | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características de la plataforma de red.</li> <li>• Requerimientos técnicos de la solución.</li> <li>• Expectativas de los interesados.</li> <li>• Documentación de requisitos.</li> </ul>                                                                                              |
| Definir diseño de la infraestructura tecnológica para la integración de los módulos de control del SCLI                | Diseño de Infraestructura tecnológica para la integración de los módulos de control del SCLI           | Técnica                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características de la plataforma de red.</li> <li>• Topología de red con modelos de propagación.</li> <li>• Diseño de solución técnica.</li> <li>• Descripción y especificación de un sistema RFID con acceso a redes WLAN.</li> <li>• Especificaciones técnicas de equipos.</li> </ul> |

---

|                                                               |                            |                |                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elaborar planes de gestión de alcance, tiempo, costo y riesgo | Plan de gestión de alcance | Administrativa | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Project Charter.</li> <li>• Declaración del alcance.</li> <li>• EDT.</li> </ul>                                                                                                                   |
|                                                               | Plan de gestión de tiempo  | Administrativa | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de actividades.</li> <li>• Requisitos de los recursos de las actividades.</li> <li>• Estimación de las actividades.</li> <li>• Cronograma.</li> <li>• Línea base del Cronograma.</li> </ul> |
|                                                               | Plan de gestión de costo   | Administrativa | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimación de costos.</li> <li>• Presupuesto.</li> <li>• Línea base del desempeño de costos.</li> </ul>                                                                                           |
|                                                               | Plan de gestión de riesgo  | Administrativa | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de riesgos cualitativos.</li> <li>• Registro de los riesgos</li> </ul>                                                                                                                   |

---

### Unidad de Análisis

Es el objeto de estudio en la presente investigación, del cual se obtuvo la información. Por lo tanto, la unidad de análisis correspondió al sistema automatizado de despacho de combustible de la Planta Sisor - Puerto Ordaz. Tal como se ha descrito en el capítulo anterior, el sistema está compuesto de aplicaciones que atendiendo a su operatividad garantizan la seguridad de la plataforma existente, por lo que se planteó la habilitación total de los módulos SCA Registro de Transporte y Control de Llenado. Para cumplir con esta premisa se desarrolló un plan de gestión de proyecto para la puesta en servicio de sus funcionalidades.

## **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

A fin de recopilar los datos sobre el trabajo de investigación, se recurrió a la técnica de observación directa simple no estructurada. Arias (2006), define la observación "como aquella que se realiza cuando el investigador observa de manera neutral sin involucrarse en el medio o realidad en la que se el estudio" (p.69).

"Es no estructurada porque se ejecuta en función de un objetivo pero sin una guía prediseñada que especifique cada uno de los aspectos que deben ser observados" (p.70). Se adoptó un papel en el contexto para obtener información de una manera fiel, cuya interrelación con los sujetos u objetos resultó más gráfica y más duradera. Se aplicó la técnica sobre la estructura general de edificios del área operacional, cuartos de cableado, bancadas, líneas de vista, cajas de conexión; se hicieron entrevistas no estructuradas con el personal de redes para soportar las recomendaciones y filosofía de diseño, por otra parte, se realizó un análisis de la documentación existente, de activos de los procesos de la organización, y archivos asociados al sistema.

Como herramientas se usaron, planos, formularios técnicos, plantillas, formatos de verificación, que fueron provistos por la gerencia de AIT, y activos de la organización obtenidos de la intranet de la corporación.

## **Análisis e Interpretación de los Datos**

Para el análisis de los datos se recurrió al uso de las mejores prácticas definidas por el PMI para una correcta gestión de proyectos. De acuerdo con Evans (2008), los conocimientos adquiridos en la administración de proyectos son útiles para planear la implementación del mismo. Por consiguiente, para elaborar el plan de gestión de proyecto al objeto de estudio se aplicaron las técnicas descritas: Juicio de

expertos, mediante entrevistas informales sobre las condiciones operativas actuales y sus expectativas de mejora, así como el uso normativas y manuales técnicos de la corporación. Uso de plantillas para crear lista de estandarización, planificación de actividades, elementos de verificación. Software de diseño de redes, Software de administración de proyectos como: MsProject, WBS Chart Pro, Excel, PERT Chart. Método de diagramación por precedencia (PDM). Diagramas de Gantt para mostrar de forma gráfica el tiempo dedicado previsto a cada actividad o tarea del proyecto. Método de descomposición donde se hace uso la estructura de desglose de trabajo (EDT). Las líneas bases de tiempo, costo y matriz de riesgos.

### **Fases de la investigación**

Describe brevemente las etapas y/o fases para concretar los objetivos específicos y alcanzar el objetivo general de la investigación. A continuación se presenta de forma esquemática las distintas fases llevadas a cabo.

**Fase I:** Diagnóstico de los componentes del sistema automatizado de despacho de combustible en planta SISOR Puerto Ordaz.

Esta fase inicial se desarrolló para lograr un entendimiento de las necesidades del proyecto, su situación, factores asociados al contexto del proyecto, describir los requerimientos del usuario, satisfacer las restricciones de prestaciones, condiciones particulares que aplican al proyecto (políticas y estrategias), planificación temporal y de costos. Abarcó:

- Conocer los requisitos y datos del cliente.
- Análisis de los requisitos técnicos en términos de capacidad, funcionalidad y servicios.
- Consideraciones técnicas iniciales para puesta en servicio de módulos de control del SCLI.

Objetivo: Desarrollar el Project Charter.

**Fase II:** Definir diseño de infraestructura tecnológica del plan de integración de módulos de control del SCLI. Durante esta fase se diseñó la propuesta solución en términos de lo plasmado en el project charter. Contempló:

- Diseño de arquitectura física de componentes.
- Infraestructura física (ubicación, respaldo de energía, enfriamiento).
- Integración al sistema principal.

Objetivo: Diseño de solución tecnológica requerida.

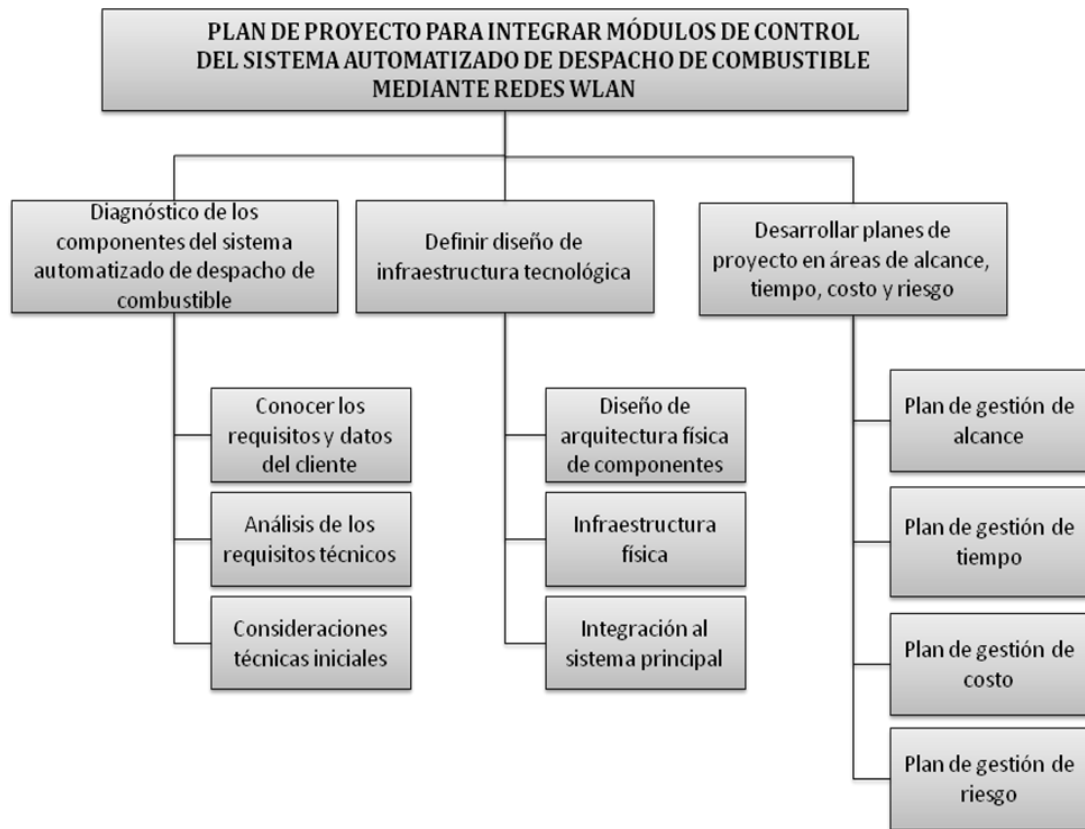
**Fase III:** Desarrollar planes de proyecto en áreas de alcance, tiempo, costo y riesgo. En esta última fase se compiló los resultados de las Fase I y II, y aplicada la metodología de gestión de proyecto. Se obtuvo:

- Plan de gestión de alcance.
- Plan de gestión de tiempo.
- Plan de gestión de costo.
- Plan de gestión de riesgo.

Objetivo: Elaborar planes de gestión de alcance, tiempo, costos y riesgos.

### **EDT de la investigación**

La figura 18 presenta la estructura desagregada de trabajo de la investigación.



**Figura 18.** EDT de la investigación

### **Aspectos Administrativos (Recursos de la investigación)**

Para la elaboración de las diferentes etapas del presente trabajo especial de grado, se contó con un (1) personal de investigación a dedicación por 24 horas/mes por un período de 8 meses, responsable de la entrega oportuna de los entregables correspondientes a cada fase sometida a evaluación. En cuanto a materiales, se consideraron: equipos de oficina, traslados urbanos y sub-urbanos, papelería, libros, servicios de comunicaciones, servicios de reproducción y gastos administrativos. Por lo que la ejecución del presupuesto corresponde con el conjunto de gastos para el período determinado en el cronograma de actividades. En éste se incluyen los generados por recursos humanos y materiales, tal como se muestra en la tabla 3.

### **Presupuesto de la investigación.**

**Tabla 3.** Presupuesto de la Investigación

| <b>Recursos</b>           | <b>Total (Bs.)</b> |
|---------------------------|--------------------|
| Materiales y Equipos      | 12.000             |
| Servicios de Reproducción | 7.000              |
| Inscripción TEG           | 5.324              |
| Traslados                 | 3.000              |
| <b>Total</b>              | <b>27.324</b>      |

### **Cronograma de actividades de la investigación.**

El cronograma de actividades corresponde a un esquema de trabajo donde se organizaron todas las actividades en relación al tiempo propio del proceso de investigación, (Anexo G).

### **Consideraciones Éticas**

Durante la etapa de desarrollo y presentación del trabajo de investigación, se mantuvo la confidencialidad de la información tal cual establece las normas de la organización y en lo relativo a ella, fue utilizada para termino académico, haciendo énfasis a los derechos de autor.

Entre los aspectos éticos, se tomaron en cuenta los criterios establecidos por el Colegio de Ingenieros de Venezuela en su Código de Ética, el cual esboza los principios de honorabilidad, responsabilidad, respeto, honestidad, integridad, apego a las leyes, normativas y reglamentaciones, así como el de reconocer el derecho de autoría a estudios, proyectos, planos, informes u otros documentos que no sean de dominio público, requiriéndose autorización expresa para su uso.

Cabe agregar, que el autor se apegó a los principales valores bajo los que se sustenta el Código de Ética del PMI, siendo: responsabilidad, respeto, equidad y honestidad. Por tal motivo se constituye un modelo de conducta probo, en el que se compromete actuar de manera correcta y honorable con la información suministrada

## **Capítulo IV**

### **Marco Organizacional**

A los efectos de este proyecto de investigación, el marco organizacional engloba el entorno donde se desenvuelve la organización y en el que se incluye tanto la estructura formal como la informal. Atendiendo a lo antes expuesto, el presente capítulo contiene un breve resumen de la organización, la estructura organizacional, misión y visión.

#### **Fundamentos Organizacionales**

##### **Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA).**

Petróleos de Venezuela, S.A. y sus filiales (PDVSA) es una corporación propiedad de la República Bolivariana de Venezuela, creada por el Estado venezolano en el año 1975, en cumplimiento de la Ley Orgánica que Reserva al Estado, la Industria y el Comercio de Hidrocarburos (Ley de Nacionalización). Sus operaciones son supervisadas y controladas por el Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo (MENPET).

En este marco, PDVSA se ha convertido en un ejemplo a seguir, un nuevo modelo de empresa petrolera nacional. Hoy, la actuación de PDVSA está subordinada a los grandes lineamientos del Proyecto Nacional Simón Bolívar y el Primer Plan Socialista (PPS) de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2007–2013, traducidos a su vez en objetivos estratégicos por el Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo, que a su vez fue fortalecido como ente rector de la política petrolera.

Las principales funciones de PDVSA incluyen planificar, coordinar, supervisar y controlar las actividades de sus empresas tanto en Venezuela como en el

exterior; adicionalmente, sus actividades también incluyen la promoción o participación en aquellas, dirigidas a fomentar el desarrollo integral, orgánico y sostenible del país, incluyendo las de carácter agrícola e industrial, elaboración o transformación de bienes y su comercialización, y prestación de servicios, para lograr una adecuada vinculación de los recursos provenientes de los hidrocarburos con la economía venezolana.

PDVSA es una empresa eficiente, que tiene objetivos estratégicos que van más allá de la mera rentabilidad. Estos objetivos incluyen:

- La redistribución de riqueza del petróleo a la sociedad en general.
- Contribuir con propósitos claves de la política exterior venezolana como el fomento la cooperación integral con aliados estratégicos y la integración latinoamericana en un contexto de transición hacia la multipolaridad.
- Garantizar la seguridad energética, incluyendo el suministro doméstico de combustible.
- Fomento del desarrollo socio-económico a través de la industrialización y políticas de equidad social.
- Promoción de la soberanía tecnológica y desarrollo de recursos humanos altamente capacitados y motivados.

Aunque los objetivos sin fines de lucro de PDVSA son sumamente importantes para los objetivos nacionales, estos no interfieren con su capacidad de producir en un nivel técnicamente eficiente, maximizando el valor total que teóricamente podría ser obtenido de sus recursos petroleros.

## Gerencia de Automatización, informática y telecomunicaciones.

La corporación cuenta con la gerencia de Automatización, Informática y Telecomunicaciones (AIT), siendo la unidad encargada de toda la plataforma tecnológica de la industria, cuyos servicios van dirigidos a la tecnología de información es un compendio estructurado de servicios que brinda al resto de las organizaciones de PDVSA. Estos servicios se detallan en la cadena de valor presentada en la figura 19.



**Figura 19.** Cadena de valor de AIT  
Fuente: Intranet de PDVSA (2014)

## Misión

“Somos la Organización que rige, provee y mantiene los servicios y soluciones integrales de tecnologías de automatización, información y comunicaciones de la Corporación; contribuimos a mantener su continuidad operativa

y a ejecutar sus planes; innovamos y actuamos como agentes de transformación en PDVSA y en la sociedad venezolana con corresponsabilidad social, económica y ambiental; potenciamos un ecosistema tecnológico que impulsa los poderes creadores del pueblo, el conocimiento libre, el desarrollo endógeno sustentable y la economía social productiva para lograr la soberanía tecnológica; alineados con la CRBV y en coordinación con nuestros organismos rectores.” (Extraído de Intranet de PDVSA, 2014).

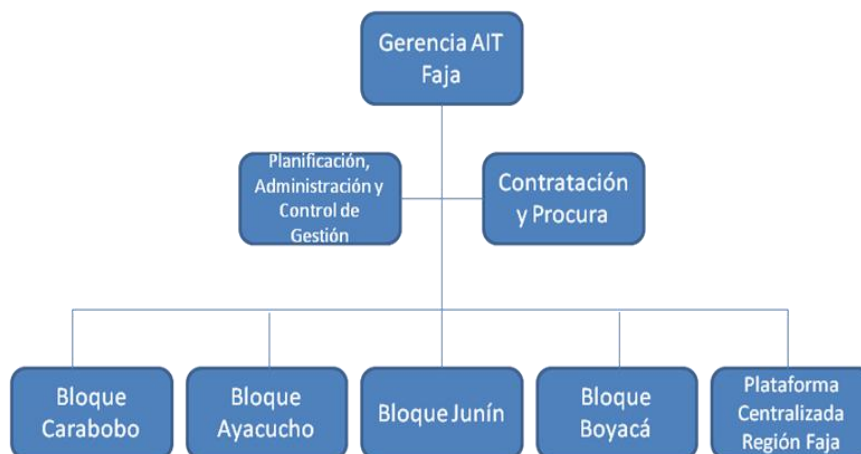
Los objetivos estratégicos son recabados en la tabla 4:

**Tabla 4. Objetivos estratégicos de AIT**

|                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Construir la Infraestructura segura y en tiempo real, requerida para el logro de los retos del Plan Siembra Petrolera y la rendición de cuentas transparente al pueblo venezolano.                                               |
| 2. Optimizar los esquemas de mantenimiento y prestación de servicios AIT para asegurar la continuidad de las operaciones de la Corporación a escala mundial en condiciones normales y de contingencia.                              |
| 3. Proveer soluciones tecnológicas para habilitar el acercamiento del estado al ciudadano mediante una red coordinada de instituciones.                                                                                             |
| 4. Consolidar el Ecosistema Tecnológico que provee productos y servicios a la Corporación, profundizando el desarrollo endógeno, el conocimiento libre y la economía social, orientados al logro de la Plena Soberanía Tecnológica. |
| 5. Implantar el Distrito Social Tecnológico AIT para la generación de tecnologías AIT dirigidas a la industria petrolera y el sector energético.                                                                                    |
| 6. Concretar la Transformación Organizacional de AIT a fin de ser proactivos, eficientes, efectivos e innovadores en la incorporación de tecnologías AIT y la provisión de las soluciones y servicios que nos sean demandados.      |
| 7. Fortalecer la relación con los órganos rectores en materia de tecnología de AIT para asegurar la alineación e integración con el Estado.                                                                                         |
| 8. Convertir la Organización de AIT en un nuevo modelo basado en los valores del nuevo ciudadano para impulsar el desarrollo de la Corporación y el país y una nueva relación entre el Estado y la sociedad.                        |
| 9. Adoptar la seguridad y protección del ambiente como conducta cotidiana de trabajo para garantizar los derechos ambientales de la población.                                                                                      |

Fuente: Intranet de PDVSA (2014)

La organización de AIT está estructurada por regiones, centro, oriente, occidente, sur y faja. En la región faja, presta los servicios a los diferentes clientes de la zona, siendo distribuidos en cuatro grandes bloques, Carabobo, Junín, Ayacucho y Boyacá, tal como se aprecia en la figura 20.



**Figura 20.** Estructura organizacional de AIT Faja  
Fuente: Adaptado de Estructura AIT Ayacucho (2012, p.11)

La misión y visión se detallan a continuación:

### **Misión de AIT Faja.**

"Somos la Organización responsable de orientar, facilitar y mejorar los servicios y soluciones tecnológicas de Automatización, Informática y Telecomunicaciones (AIT), innovando y actuando con conciencia del deber social, como agentes de transformación, para construir el Socialismo Bolivariano y alcanzar la Soberanía de los Pueblos". (Extraído de "Estructura AIT Faja", 2012).

### **Visión de AIT Faja.**

"Plena Soberanía Tecnológica basada en los valores de la Revolución Socialista". (Extraído de "Estructura AIT Faja", 2012).

## **Capítulo V**

### **Análisis y resultados de la investigación**

El presente capítulo despliega el análisis de la información recabada para la investigación presentada de una manera descriptiva y mediante elementos gráficos, a la vez, los resultados van dirigidos al desarrollo de los objetivos de acuerdo a las fases establecidas en el marco metodológico.

#### **Objetivo1: Diagnosticar la infraestructura de red del sistema automatizado de despacho de combustible en planta Sisor Puerto Ordaz.**

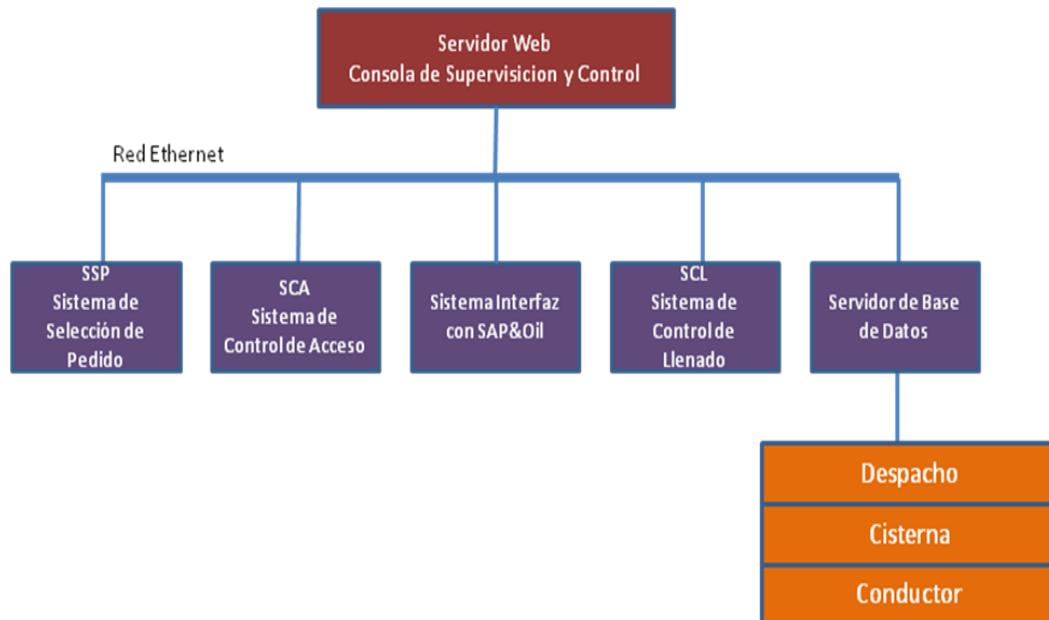
Con el propósito de conocer la situación actual del sistema automatizado de despacho de combustible en planta Sisor Puerto Ordaz en el contexto técnico-administrativo y así puntualizar requisitos funcionales, se consideró la documentación existente del proyecto, fases desarrolladas, minutas, informes de ejecución, documentos de no conformidad frente a observaciones directas, reuniones y entrevistas al personal clave del proyecto. Al considerar que el investigador se desempeña en el área de estudio, se pudo comprender con mayor profundidad la problemática existente y la influencia en sectores medulares, lo que imprimió un mejor desarrollo del diagnóstico. Los resultados obtenidos se señalan a continuación:

#### **Características generales del Sistema.**

En el año 2011, la Gerencia de AIT, perteneciente a PDVSA, implantó el Sistema de Control de llenado Integrado (SCLI) en la planta de Distribución de Combustible Puerto Ordaz, a fin de mejorar el despacho de combustible. La infraestructura tecnológica instalada constó de, servidores redundantes de bases de datos Proliant modelo ML310E, un servidor web, estaciones de trabajo tipo *tower*, computadores de flujo con control de lote y receta, equipos de conversión de

protocolo y componentes red (hardware tipo *switch*, conexión por fibra al *router* de acceso a la WAN, y servidores de aplicaciones especiales). Estos servicios de datos se entrelazan con servidores principales de la solución denominada *SAP&Oil*, encargada de facturar los pedidos de combustibles a nivel nacional. En las bases de datos registran la entrada y salida de mercancía, usuarios, parámetros de configuración de equipos, lista de clientes, entre otros.

El Sistema inicia con la carga en el sistema de facturación SAP el pedido diario. Este se envía a la base de datos del SSP y consola Web, el número de pedido, cisterna, cédula del conductor, fecha y volumen despachado. Al llegar la cisterna al acceso principal se valida que está asignada a ese llenadero, el conductor procede a seleccionar su pedido, suministra los datos del conductor, cisterna y chuto, el sistema arroja el número de turno para realizar el llenado. Cuando el conductor es llamado al llenado y se ingresa el código al computador de flujo, se puede observar en la consola Web todo el proceso. El esquema general se traduce en la figura 21.

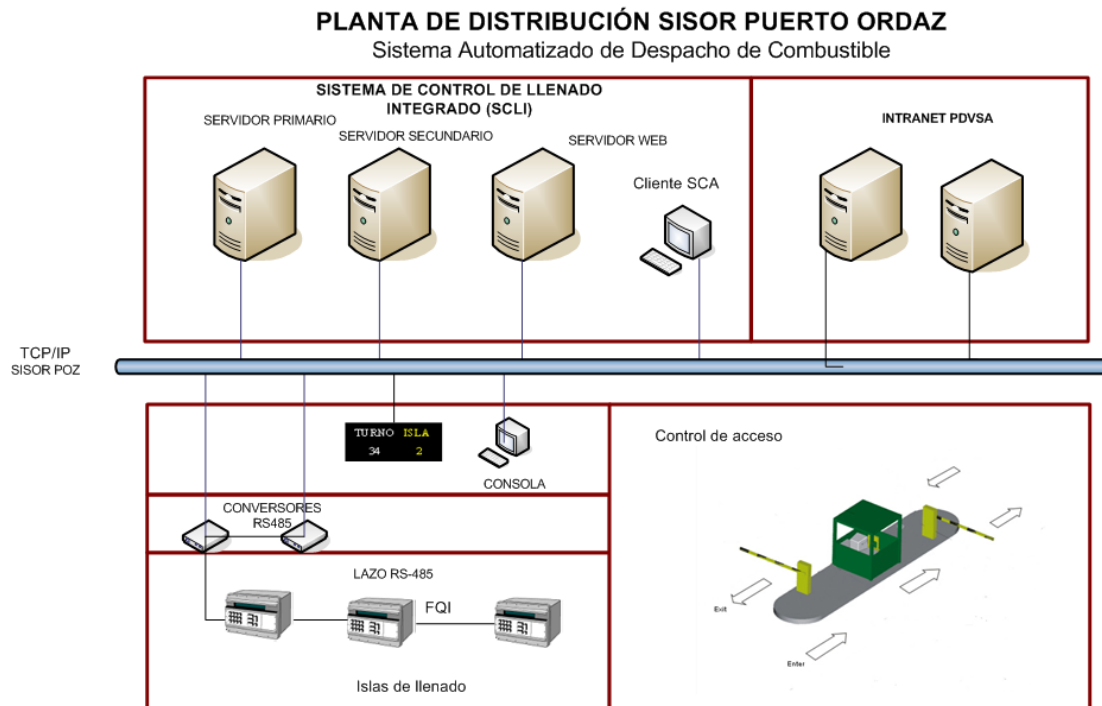


**Figura 21.** Esquema funcional del SCLI

### **Caracterización de la solución existente.**

Para consolidar el entendimiento de los procesos identificados, se procedió a aplicar la técnica de observación directa a fin de conocer los detalles técnicos mínimos para generar una solución. Por consiguiente, se pudo apreciar que la infraestructura de comunicaciones provee el transporte de los datos limitado al ancho de banda. Por otro lado, los nodos remotos enlazados mediante una red de control por medio de un conductor multipar que va desde la Sala de Control hasta el área de despacho de cisternas, conectando cada isla de llenado con el SCLI mediante conversores de medio, ven reducido su tasa de transferencia. Al revisar los sótanos-tanquillas, se apreció cierto nivel de agua y la no disponibilidad de reservas en las bancadas, necesario en el tendido de cables de control nuevos. Ausencia total de *stub-up* en la caseta destino y la salida del cableado. Los tableros de conexión muestran un 20% de disponibilidad. El lazo de comunicación que va a cada computador de flujo en topología daisy chain supone un nivel de saturación, en tanto que los medios de acceso a cada computador de flujo no están disponibles. La velocidad de acceso es de 19,2 kbps, lo que la hace lenta y limita el acceso a más datos de interés para el usuario. A nivel de planta se encuentra una red TCP/IP que conecta los diferentes servidores y consolas. En la figura 22, se tiene un bosquejo de la arquitectura existente.

En el cuarto de red ubicado en dicha sala, se conectan todos los dispositivos que brindan capacidad de control y supervisión a las diferentes áreas de la instalación mediante un switch de red marca Cisco, modelo 3150, y el enrutamiento mediante un Catalys 6509; se cuenta con facilidades de alimentación eléctrica en voltaje directo (Vdc) y voltaje alterno (Vac), mediante rectificadores y unidades de respaldo para alimentación ininterrumpida. Aun cuando este suministro en Vac va a los servicios auxiliares, presenta debilidad en la carga que puede manejar. Ante la posibilidad de desconexión de uno de estos equipos, el sistema cuenta con elementos redundantes.



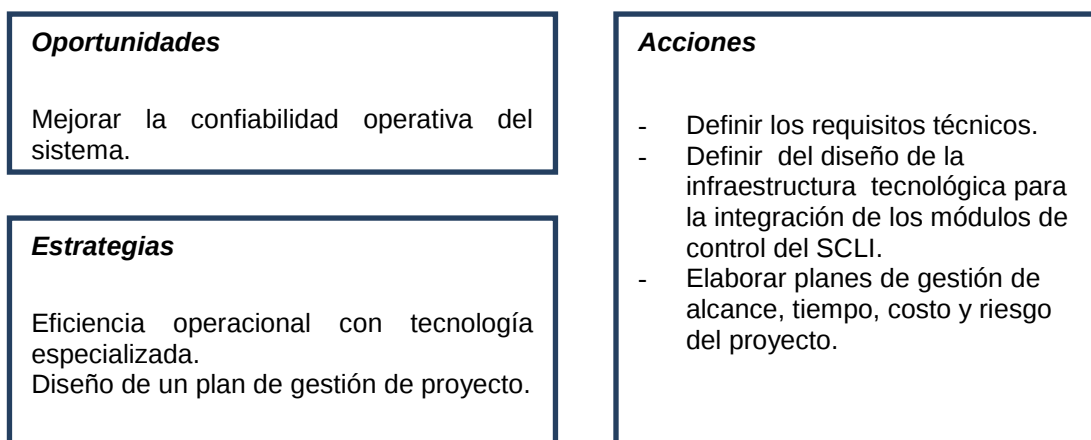
**Figura 22.** Arquitectura del Sistema Automatizado de Despacho de Combustible.

Al realizar inspección a los elementos necesarios para activar el módulo SCA Registro de Transporte, se evidenció la instalación de una base para barrera vehicular sin el tendido eléctrico debido a la ausencia de acometida eléctrica, elemento importante de este proceso es su integración al SCLI, por lo que hacer una conexión cableada necesariamente contempla la construcción de bancadas.

La distancia existente entre el estacionamiento de las unidades de carga es de aproximadamente 30 metros, esto indica, la necesidad de un lector a distancia que prevea la autorización, en tanto, todo aquel diferente debe ser consentido por el personal de seguridad, de manera que un sistema inalámbrico resulta el más idóneo. Cuando se instala un sistema inalámbrico, es de especial interés transmitir a través de la menor cantidad de material posible para obtener la mejor señal en el receptor, obteniendo así una línea de vista. Por ello, evaluado las condiciones de la instalación,

no se presentan obstáculos como metales o concreto reforzado que reflejen la señal de RF produciendo como efecto adverso la reducción del rango y calidad de la señal.

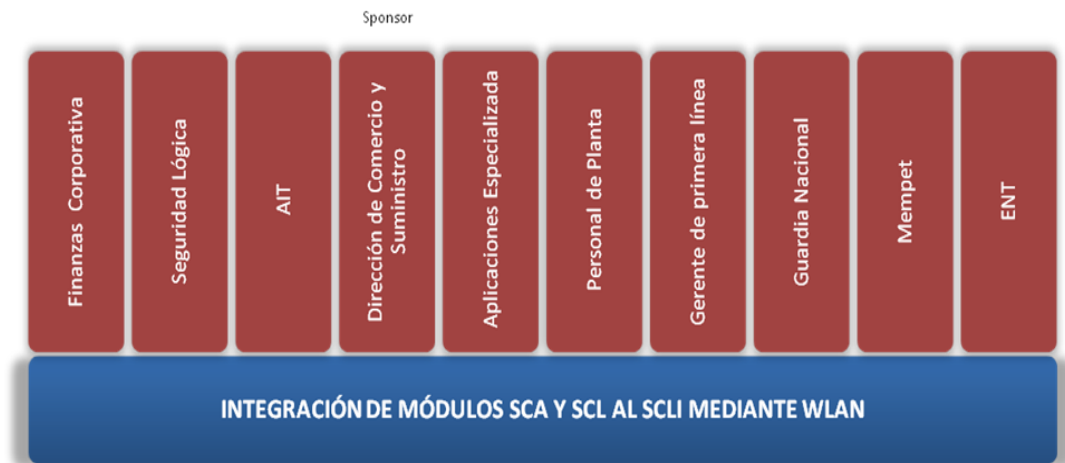
Por las condiciones de operación se piensa en equipos para trabajar en áreas clasificadas, por lo tanto, las tuberías a la vista en el llenadero requieren uniones, sellos y conduits flexibles Clase 1, División 1 ó 2. A la vez, debe conectarse al sistema de puesta a tierra de la planta mediante la conexión a la malla usando barras colectoras de cobre. Ello implica, instalar un sistema de pararrayos que realice además de la evasión de la descarga (evite la descarga), haga la captación (en caso de que sea inminente la descarga) y drenaje a tierra las descargas atmosféricas que puedan caer en el área de la planta y sus adyacencias, pero de una forma muy dosificada de manera que esta no cause daños a los equipos, brindando así una protección a las estructuras, equipos y personas. Siendo así se fija como objetivo el uso de redes inalámbrica para superar las deficiencias actuales detectadas en la infraestructura de red del sistema automatizado de despacho de combustible en planta SISOOR Puerto Ordaz. La figura 23 presenta un cuadro resumen de oportunidades, estrategias y acciones derivadas del diagnóstico realizado.



**Figura 23.** Oportunidades, estrategias y acciones derivadas del diagnóstico de la infraestructura de red.

### Identificar a los interesados.

La lista de interesados en un proyecto de tecnología generalmente es amplia, por lo que fue necesario identificar de manera temprana a todas las personas u organizaciones cuyos intereses se veían afectados, la finalidad, involucrarlos y comprometerlos para tener éxito, mejorar la probabilidad de contar con propiedad compartida, la aceptación de los entregables a satisfacción del cliente y demás interesados. Este proceso de identificación se realizó mediante el uso de una matriz de análisis de interesados (anexo A ). Con ello se logró abordar a cada ente en función de la influencia e interés. Se pudo reconocer este grupo tal como lo muestra la figura 24.



**Figura 24.** Interesado del proyecto

De igual manera, se logró sintetizar en la tabla 5 las necesidades y expectativas de los interesados.

**Tabla 5. Necesidades y expectativas de los interesados**

| <b>Interesados</b>          | <b>Necesidad</b>                                                            | <b>Expectativa</b>                                                                                                                       |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Finanzas corporativa        | Temer una plataforma segura para generar notas de crédito y debito          | Conocer los estados de cuenta en tiempo real del cliente.                                                                                |
| Seguridad Lógica            | Asegurar que sólo personal autorizado pueda acceder a sistema               | Mantener un control total sobre los usuarios, unidades y pedidos                                                                         |
| AIT                         | Dar respuesta a mejorar la plataforma automatizada.                         | Usar el espectro radioeléctrico para el transporte de datos entre diversos elementos de campo e incorporar los subsistemas al principal. |
| Dirección de CyS            | Mejorar el negocio de suministro de combustible en el país                  | Reducir las devoluciones en el suministro de combustible                                                                                 |
| Aplicaciones especializadas | Homologar los procesos a nivel nacional                                     | Tiempos de respuesta más expeditos a los procesos ejecutados                                                                             |
| Personal de planta          | Control sobre las operaciones                                               | Reducir la intervención de los usuarios en sus procesos                                                                                  |
| Gerente de primera línea    | Dar cumplimiento a las metas del Corporativo                                | Procesos más eficientes                                                                                                                  |
| Guardia Nacional            | Asegurar que las cisternas efectivamente cumplan con las rutas establecidas | Reducir desvíos de producto                                                                                                              |
| Menpet                      | Conocer las ventas e inventarios en tiempo real                             | Control de inventario de productos                                                                                                       |
| ENT                         | Asignación de unidades efectivamente operativas                             | Obtener data de cisternas en tiempo real                                                                                                 |

### **Identificación de requerimientos del producto.**

A partir de la identificación de los interesados y sus expectativas, se procedió a realizar la recopilación de requisitos técnicos del proyecto. Producto de la reunión inicial con el grupo multidisciplinario, compuesto por, gerente de línea, supervisor de planta, personal de planta, líder de macroproyecto, personal de conectividad de la región, seguridad lógica, y sobre la base del juicio de expertos, se pudo determinar las características de diseño que mejor se adaptaba a las necesidades expuestas y añadir un plus a los criterios iniciales de aceptación.

Considerando que, el proyecto no poseía un diseño definido, fue preciso que el mismo fuese trazable, más cuando era evidente la necesidad de otras sesiones de

trabajo luego de determinar la filosofía de funcionamiento para el nuevo esquema de control. Para ello, una matriz de trazabilidad se consideró una buena práctica, así como, mantener consistencia entre los distintos entregables del proyecto.

Los aspectos recabados se muestran a continuación :

- Todos los equipos, sistemas eléctricos, sistemas de control y componentes referidos deberán ser diseñados, instalados e inspeccionados, de acuerdo a lo establecido en las normas PDVSA y sus similares.
- Los equipos a ser adquiridos serán de tecnología de avanzada y arquitectura abierta, en ningún momento se aceptaran tecnologías cerradas.
- La arquitectura del sistema de control estará basada en estándares abiertos utilizados en la industria de manera tal que permitan su fácil integración con los equipos existentes y nuevos.
- Los equipos e instrumentos eléctricos o electrónicos deberán estar diseñados para trabajar bajo las condiciones ambientales del entorno y satisfacer la clasificación del área donde serán instalados.
- Todos los equipos deberán estar ubicados en lo posible fuera de área clasificada pero, en caso que se instalen instrumentos o equipos eléctricos dentro de ellas, deberán tener los cerramientos adecuados a la clasificación que corresponda y las canalizaciones deberán contar con los sellos cortafuegos y con el compuesto sellador adecuado, según establezcan las normas anteriormente señaladas.
- Toda la instrumentación será identificada de acuerdo al estándar ISA y a los criterios establecidos por PDVSA en cada una de las áreas.
- Los equipos electrónicos utilizados deberán poseer inmunidad a la interferencia causada por campos electromagnéticos (EMI) y por

radiofrecuencias (FRI).

- Todos los equipos asociados al red Inalámbrica y control de acceso deberán tener alimentación eléctrica respaldada con UPS confiable.
- Todos los conductores se calcularán por capacidad de corriente, por caída de tensión y por corto circuito y será seleccionado el conductor de mayor diámetro que resulte de los tres cálculos.
- El sistema de puesta a tierra a utilizar será el existente en la planta de distribución de combustibles, y los equipos a instalar deben ser conectados a este sistema existente, asegurando una efectiva protección contra transientes y sobre voltaje de los equipos conectados.
- La ubicación y el NEMA de los instrumentos, cajas y equipos que se instalen dentro de áreas clasificadas, deberán estar de acuerdo con la Norma API RP-500B y con los artículos 500 al 515 del Código Eléctrico Nacional; correspondientes a clasificación de áreas en instalaciones de producción.
- Los equipos y el sistema de telecomunicación inalámbrica deben ser instalados para ofrecer un alto grado de confiabilidad, seguridad y disponibilidad que permita mantener el monitoreo continuo de los equipos pertenecientes al Sistema SCLI de forma constante y segura.
- Las interconexiones entre los equipos de instrumentación y telecomunicación deben realizarse bajo sus respectivas normas.
- El sistema debe ofrecer monitoreo a nivel de gestión, administración de la red, monitoreo de tráfico, control de terminales, y permitir inclusión de nuevos terminales en caso de expansión.
- En la instalación y configuración final de los equipos, se debe asegurar que el sistema debe soportar comunicación bidireccional.

- Todas las modificaciones necesarias para la incorporación de nuevo hardware, se debe realizar previa presentación de procedimientos y aprobaciones de la línea de servicio. Estos procedimientos deberán garantizar, sin poner en riesgo la continuidad de las operaciones y la disponibilidad de las operaciones, la correcta instalación y funcionalidad del sistema.
- Todas las modificaciones y nuevos desarrollos a ser implementados en los equipos deberán ser realizados por personal capacitado para esta tarea, por lo cual los mismos deberán presentar certificaciones según los equipos y sistemas a intervenir y consignar sus credenciales para ser aprobados por PDVSA previa ejecución del trabajo.

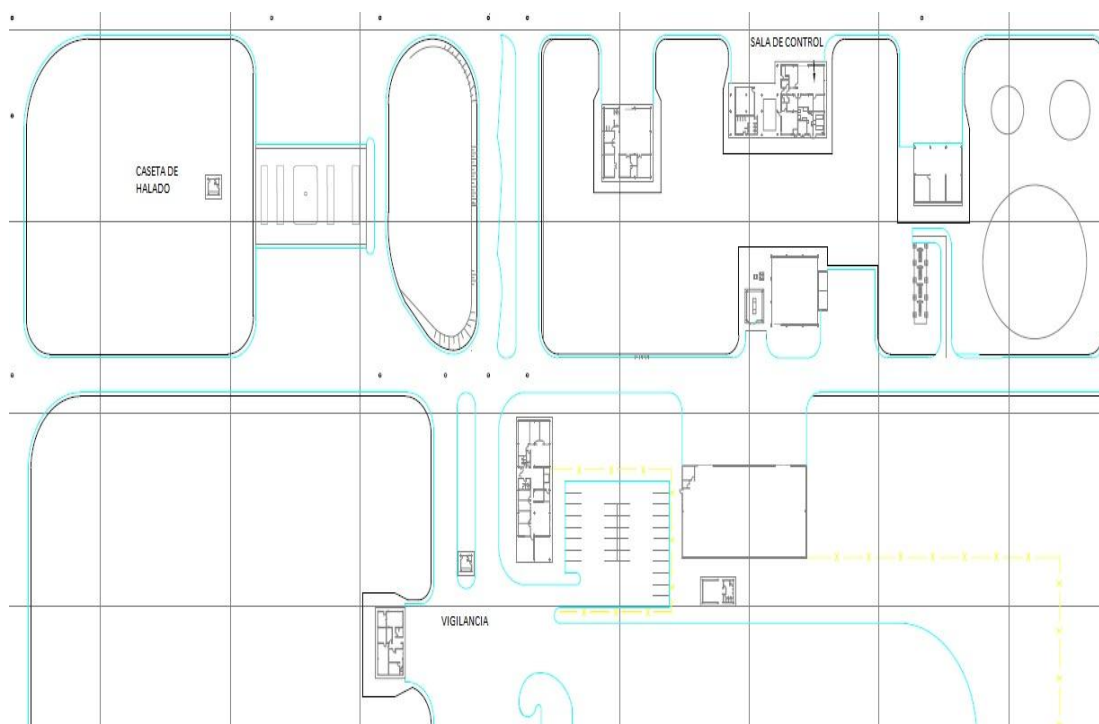
Con la idea de alinear las necesidades de los interesados anteriormente expuestas y detallar aspectos fundamentales de todo el proyecto, se crea el Acta de Constitución del proyecto (anexo B). Con este instrumento se validarán o refinarán las decisiones tomadas.

## **Objetivo 2: Definir diseño de la infraestructura tecnológica para la integración de los módulos de control del SCLI.**

### **Descripción del producto y plataforma requerida.**

Las redes empresariales tuvieron un gran auge con las WLAN, sin embargo, han encontrado un nicho muypreciado de aplicación en los entornos industriales. Su inherente necesidad de conexión busca esquemas de despliegues de amplio espectro bajo ámbitos complejos con las tecnologías recientes, en especial los usados en telecontrol y seguimiento.

Para el caso en particular, los esquemas de interconexión cubren un perímetro 2 hectáreas, identificando tres puntos de interés, sala de control, donde se realizan las acciones de supervisión y control del proceso medular de la planta; la caseta de halado N° 6, punto de interconexión para las señales de campo de los diferentes dispositivos de campo, también, se resguardan unidades terminales remotas (RTU) de otros sistemas existentes; y la caseta de vigilancia, punto de entrada a las instalaciones, siendo de carácter administrativo/operativo. Cada una de estas edificaciones cuenta con suministro eléctrico desde el transformación principal y cuentan con una conexión hacia el generador de emergencia. Cabe destacar que se cuenta con una línea de vista entre ellas, lo que favorece a la direccionalidad de la señal inalámbrica. La sala de control y la caseta de vigilancia, posee puntos de acceso a la red LAN. En la figura 25 se muestra el área de influencia.



**Figura 25.** Área de influencia RF

Un enlace inalámbrico de largo alcance para proveer conectividad física debe operar en la misma porción del espectro radio eléctrico, sin embargo la señales de RFID difieren considerablemente en las bandas usadas por el 802.11x. Esta consideración implica conocer las especificaciones tanto del receptor con del lector RFID y su modalidad de operación.

### **Topología de red.**

El modo infraestructura extiende la LAN mediante un punto de acceso, actuando como puente entre ambas redes. En este modo maestro las tarjetas inalámbricas coordinan la transmisión y la recepción de los diferentes dispositivos inalámbricos. Este esquema es el que se más adaptada a la solución.

### **Tendencias tecnológicas y alternativas.**

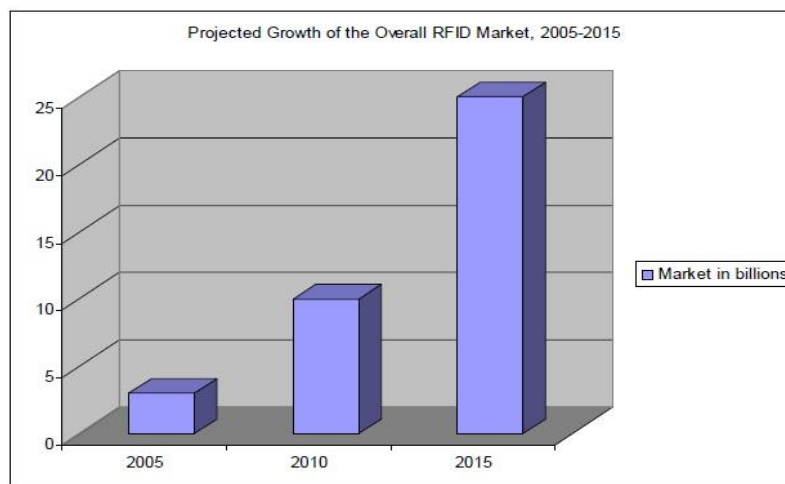
La búsqueda de mejorar las capacidades de las redes para el soporte de nuevas aplicaciones ha hecho acrecentar tecnologías emergentes en el mercado mundial sobre los equipos para redes WLAN. Uno de los grandes en este mercado como lo es la empresa HP lo identifica como una tendencias que tendrá un crecimiento sin igual, en su artículo " Infraestructura de red: cinco tendencias para los siguientes cinco años", hace énfasis en la inteligencia en la red y la total convergencia de las aplicaciones.

Con referencia a lo anterior, RFID hace referencia a un tipo de tecnología de intercambio inalámbrico de datos que se produce automáticamente mediante la lectura y grabación de los datos en un chip conectado a una antena que recibe señales de radiofrecuencia, denominado normalmente lector, sin que ningún operador tenga que intervenir para activar la lectura de RFID.

Ahora bien, son muchos los procesos empresariales que utilizan esta tecnología en la búsqueda de mejorar la administración de cadenas de suministros, resaltando los beneficios adquiridos por:

- Funcionamiento más fluido de los entornos de negocio.
- Aumento del rendimiento y de la productividad.
- Ofrecer precios más competitivos.
- Ciclos de pedidos más breves.
- Envíos más rápidos.
- Mejor administración del inventario.
- Reducción de costos de mano de obra, ya que disminuye el número de empleados necesarios para realizar el seguimiento y la administración del inventario.

El mercado ha ido creciendo gradualmente y las proyecciones son muchas. La Empresa IDTechEx, en un estudio realizado sobre el tema demuestra los avances en el campo y su nivel de demanda para el 2015. La figura 26 representa la tendencia o crecimiento en el mercado mundial del uso de la tecnología RFID.



**Figura 26.** Crecimiento previsto del mercado RFID  
Fuente: IDTechEx, 2005

## **Diseño de solución tecnológica**

### **Sistema RFID para control de acceso.**

El funcionamiento de este sistema dependerá del módulo SCA. La filosofía de operación se basa en la detección y registro de las unidades Cisternas en la Planta de Distribución. Toda vez que las unidades se encuentren en el perímetro de detección, el SCA identificará a la cisterna en movimiento, sin necesidad de contacto ni línea de vista, y registrará su traza. Para ello se contará con la identificación de objetos de forma inalámbrica basado en tecnología RFID. Este sistema considera el uso de etiquetas o tags, lectores y un software para el procesamiento de los datos. Las unidades cisternas deberán tener instalados dos (2) tags. Cada lectura proporcionara datos referentes a la cisterna (chuto, tanque, transportista, capacidad, historial de actividad, cambios de configuración, fechas de último mantenimiento).

El lector deberá ser instalado a la entrada de la Planta. Éste enviará una señal de radio que será recibida por todos los tags presentes en el campo de radiofrecuencia sintonizado con dicha frecuencia. Los tags recibirán la señal a través de sus antenas y responderán transmitiendo los datos que almacenan. Una vez detectada y validada esta señal con los datos de la cisterna, se hace el registro en la base de datos.

El lector de tags se comunica a través de uno de sus puertos Ethernet TCP/IP con el Servidor de Aplicaciones ( Sistema de Control de Acceso), esto se logrará mediante la implantación de la red inalámbrica de la Planta de Distribución, es decir en el punto de montaje e instalación del Lector de TAG RFID debe disponer de las canalizaciones que suministre la energía eléctrica al mismo y conexiones de red. Mediante una tarjeta controladora, se espera proveer un alto nivel de automatización para el accionamiento de las barreras de entrada y salida de unidades a solicitud del SCA.

El sistema ofrece visibilidad en tiempo real al poder incorporar ambientes WMS o ERP de inventario tanto de cara al cliente como en los despachos mediante la solución SAP. La Planta al utilizar un sistema de captura de datos integrado en un sistema WMS o ERP, mejora los niveles actuales de eficiencia y cumple con exigencias de conformidad al negocio.

El factor principal que determina el alcance de un RFID, la resistencia a las interferencias y otros parámetros del rendimiento, es la frecuencia de trabajo. Según OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) la mayor parte de los sistemas RFID del mercado operan en la banda UHF, entre 859 y 960 MHz, o en alta frecuencia (HF), a 13,56 MHz. Otras frecuencias RFID habituales son la de 125 KHz (una frecuencia de corto alcance que se suele utilizar para la identificación de vehículos) y las de 430 MHz y 2,45 GHz; ambas se utilizan en la identificación de largo alcance, generalmente con tags costosos y alimentados con batería. La banda UHF se utiliza más en aplicaciones de cadena de suministros y de automatización industrial. El conocido estándar Gen 2 de EPCglobal es una tecnología UHF.

### **Elección de tags y lectores.**

Como los tags deben estar sujetos a las unidades cisternas, requieren de características particulares, principalmente deben soportar exposición a ambientes fuertes de trabajo, agua y polvo, por ello se considera los transponder de identificación UHF de mayor uso en el mercado. Al analizar las opciones disponibles se tienen los siguiente: Intermec e Identec. En la Tabla 6 se muestra una comparativa de ambos.

**Tabla 6.** Comparativa de equipos con tecnología RFID

|                          | Intermec                                                                          | Identec                                                                             |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Modelo                   | IT65 Rigid Tag                                                                    | i-Q350 RTLS Sensor                                                                  |
|                          |  |  |
| Rango de lectura         | Hasta 10 m                                                                        | Hasta 250 m                                                                         |
| Frecuencia de Operación  | 860- 960 Mhz                                                                      | 868 MHz o 920 MHz                                                                   |
| Potencia de transmisión  | -                                                                                 | ≤ 1 mW                                                                              |
| Fuente de poder          | N/A                                                                               | Batería de litio                                                                    |
| Temperatura de Operación | -40 °C a +120 °C                                                                  | -40 °C a +85 °C                                                                     |
| Enclosure                | IP65                                                                              | IP65                                                                                |

Como se puede apreciar el equipo de la empresa Identec provee las características más destacadas, sin embargo su tecnología no es abierta, de allí que corresponde seleccionar el producto IT65 Rigid.

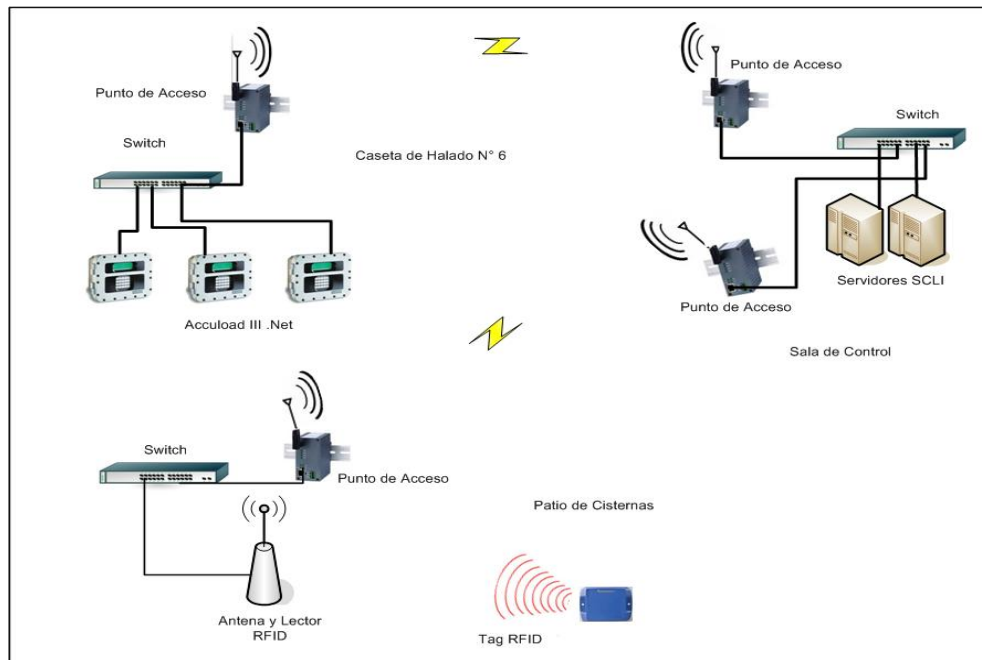
Para llevar a cabo la solución diseñada se ha de contar con:

1. The IDentity External License Plate Tag, EPCglobal Class-1, Generation-2 (Gen 2).
2. IF Enterprise reader.
3. RFID Antena UHF.
4. Tarjeta controladora de I/O con conexión IP.
5. Barrera de control.
6. Sistema de descarga atmosférica.
7. Conexión de Puesta a tierra.

### **Red WLAN para Control de Llenado y SCA.**

La nueva filosofía de funcionamiento del sistema en aras de proveer conectividad mediante una red inalámbrica a los módulos Sistema de Control de

Acceso y Control de Llenado, en sinergia con el sistema automatizado de combustible de la planta de despacho de combustibles, parte de instalar AP en tres zonas identificadas en topología Ad-hoc. Los datos provenientes de los diferentes computadores de flujo (FQI), serán transmitidos mediante cable STP Cat7, hacia un switch de red ubicado en la caseta de halado. De allí serán transmitidos al AP de Sala de Control. Con ello aumentamos la tasa de transferencia de 300Kbps a 10Mbps. Un esquema parecido se aplicará al SCA. Se instalará un AP en la caseta de vigilancia que recibirá los datos del lector RFID, de allí se conectará a otro AP que se ubicará en Sala de Control. Este esquema se visualiza en la figura 27.



**Figura 27. Arquitectura de solución inalámbrica**

Se ha de contar con:

1. Cisco Aironet AIR-LAP1141N-x-K9 - Single-band Controller-based 802.11g/n
2. TL-ANT2424B Antena Direccional Parrilla Exterior 24dBi 2,4Ghz conector N

3. SG102-24 Switch Cisco 100 series 24Ptos 10/100/1000+2Ptos SFP Compac
4. Kit de montaje en mastil.
5. Sistema de descarga atmosférica.
6. Conexión de Puesta a tierra.

### **Objetivo 3: Elaborar planes de gestión de alcance, tiempo, costo y riesgo.**

De acuerdo con los planteamientos que se han documentado en los objetivos, expectativas y en el project charter, se inicio el desarrollo del plan de gestión del proyecto propuesto, cuyo contenido abarca las estrategia y tácticas a seguir para realizar el proyecto dentro de lo estipulado.

### **Equipo del proyecto.**

El primer paso pasa por constituir el equipo del proyecto. Para ello, se ha de considerar a técnicos y profesionales con amplia experiencia y con las competencias necesarias para desarrollar un proyecto de esta naturaleza. El equipo de proyecto se ampliara en la medida que se vaya avanzando en las diferentes fases. En función a las asignaciones necesarias, se muestra la estructura del equipo.



**Figura 28.** Estructura organizacional del proyecto

## **Plan de gestión del alcance**

Como los proyectos son únicos, los procesos usados para gestionar el alcance difieren, sin embargo, se debió completar aquellos que conforman la línea base del alcance del proyecto. El propósito, preparar y documentar toda la información técnica que permita generar los entregables y manejar el estimado de costo más detallado para la realización del producto y del proyecto.

### **Planificación del alcance.**

Con la finalidad de conducir todos los aspectos relativos a la gestión del alcance, se debió delinear las pautas para su completa administración, esto fue, planificar las bases para delimitar el proyecto, definir el enunciado del alcance, desarrollar la estructura de desglose de trabajo, identificar los entregables y definir así lo relativo al enunciado del alcance.

Esta labor ha partido del análisis de la información del acta constitutiva del proyecto sobre el cual se aplicaron herramientas y técnicas propuestas por el PMI (2013). Se llevaron a cabo reuniones que involucraron interesados de cada unidad y expertos para aclarar y discutir la delimitación real del proyecto, además, establecer cómo se validaría, gestionaría y controlaría el alcance, de este modo se ratificaron las condiciones de inicio. Se indicó los objetivos del proyecto, fases y entregables del mismo. Se acordó desglosar cada entregable de acuerdo a su grado de complejidad a ser definido y entendido por las partes, a su vez, establecer los puntos de control que fijarían las bases de seguimiento de las metas a cumplir.

### **Recopilación de Requisitos.**

A partir de la recopilación de requisitos realizada en los apartados anteriores y reafirmados mediante análisis de documentos y mesas de trabajo, se sigue el esquema

de trazabilidad, de modo de vincular los requisitos iniciales y monitorearlos a lo largo del ciclo de vida para asegurar que al final del proyecto se entreguen los requisitos aprobados.

### **Definición del Alcance.**

De la planificación del alcance, el Project Charter conjuntamente con la documentación de requisitos y el análisis del producto, han dado los axiomas para la enunciación del alcance del proyecto, entendiendo éste como la referencia de lo que comprende el proyecto cuyo contenido describe los entregables del proyecto y el trabajo necesario para crear esos entregables.

El alcance del proyecto contempla la integración por medio de una red inalámbrica (WLAN) los subsistemas que operan las áreas de Carga de Cisternas(despacho) y Control de Acceso (Entrada de planta) en la Planta de Distribución de Combustible ubicada en Puerto Ordaz. Su objetivo es establecer una interconexión confiable y adaptable a los diferentes procesos que se llevan a cabo, por lo que es necesario suministrar la plataforma tecnológica que soporte las operaciones de forma eficiente. Para ello, se debe contar con una serie de insumos que van desde, ingeniería de detalle con criterios generales, lineamientos, requerimientos mínimos, normas aplicables, características y funciones que deben cumplir los equipos asociados a la red de comunicaciones inalámbrica tal como se estableció en el apartado 2 (diseño básico y el sistema de control de acceso de cisternas basados en tecnología RFID). Además de la necesidad de llevar el proyecto de la mejor manera, se debió considerar procesos de procura, contratación y entrega de productos terminados que demanden las áreas conexas al Llenado de Combustible.

Partiendo del levantamiento de información en campo referido a las facilidades y condiciones actuales tanto a nivel de obras civiles, telecomunicación,

electricidad, automatización, mecánica, como a nivel de integración y el diseño de solución propuesto, se debe cumplir con los siguientes aspectos del proyecto para generar los documentos de ingeniería:

- Inspección de sitios a instalar. (“Site Survey”)
- Certificación de Línea de Vista de cada Enlace.
- Estudio del espectro radioeléctrico (Espectrometría).
- Cálculos de Enlaces.
- Desarrollo de especificaciones para la lista de materiales.
- Desarrollo de especificaciones para construcción.
- Desarrollo de especificaciones para integración.
- Desarrollo de planos y diagramas.
- Listados de cables.
- Listado de señales.
- Lista de equipos.
- Lista de materiales.
- Hojas de datos.
- Compra Nacional.
- Transporte de los equipos.
- Entrega de plan de trabajo definidos en la ejecución de la obra.
- Instalación de infraestructura, equipos inalámbricos y servicio auxiliares.
- Planos de instalación, arquitectura, PLOT Plant, etc.
- Evaluación de factores de seguridad, higiene y ambiente mediante la elaboración de una matriz de riesgos con su respectivo análisis de riesgos.
- Pruebas y puesta en servicio de los enlaces.

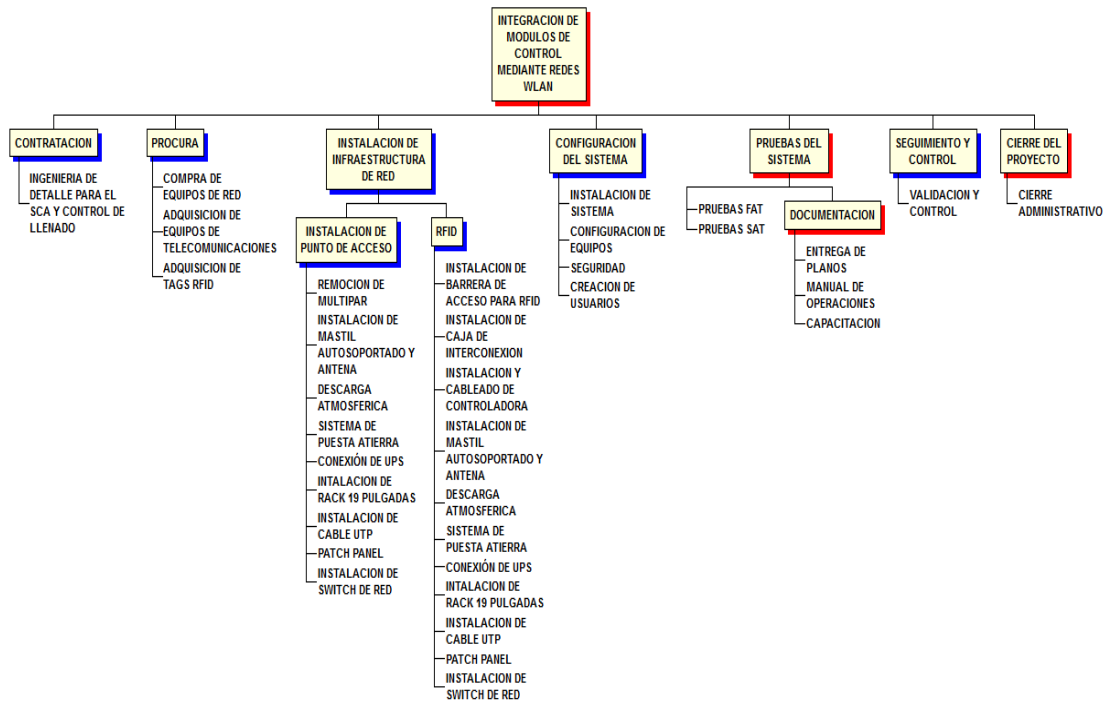
- Entrega de toda la documentación, después de ser aprobada por AIT, de los productos requeridos en copias firmes y en formatos digitales.

Con la finalidad de crear una descripción detallada del proyecto y del producto, límites, restricciones, supuestos, se desarrolla el enunciado del alcance (anexo E)..

### **Estructura desagregada de trabajo.**

La estructura de desglose de trabajo se creó de acuerdo a la herramienta de descomposición definiendo las actividades macro necesarias, luego las tareas incluidas dentro de cada actividad. Estas actividades macros serán nuestros entregables, y cada entregable formará un paquete de trabajo el cual tendrá actividades y por ende tareas. Con ello se logró obtener un nivel adecuado de definición en cada entregable.

De lo anterior y tomando los criterios del plan realizado para gestionar el alcance, se concreto la estructura de la EDT. La herramienta utilizada para el desarrollo de esta sección fue Microsoft Project y WBS Chart Pro. El desglose obtenido no indica una relación de orden de ejecución ni condicionamientos por recursos. En la figura 29 se presenta la EDT del proyecto de integración de módulos de control mediante redes inalámbricas.



**Figura 29.** EDT para integración de módulos de control mediante redes inalámbricas

### Entregables del proyecto.

Cada entregable forma un paquete de trabajo. Estos representan el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

**Tabla 7.** Entregables

| <i>Paquete</i> | <i>Código</i> | <i>Nombre de los Paquetes</i>     |
|----------------|---------------|-----------------------------------|
| WP1            | 1.1           | Contratación                      |
| WP2            | 1.2           | Procura                           |
| WP3            | 1.3           | Infraestructura de red            |
| WP4            | 1.4           | Configuración del sistema         |
| WP5            | 1.5           | Pruebas del sistema               |
| WP6            | 1.6           | Seguimiento y Control de Proyecto |
| WP7            | 1.7           | Cierre del proyecto               |

En la tabla 8 se presentan las actividades de cada paquete de trabajo basado en la EDT desarrollada.

**Tabla 8. Paquetes de trabajo**

| <i>Paquete</i> | <i>Código</i> | <i>Entregables de paquetes de trabajo</i>         | <i>Objetivo</i>                                                                                                                                                                                          |
|----------------|---------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| WP1            | 1.1           | Documento de ingeniería para la fase de ejecución | Obtener todos los insumos técnicos que permitan un alto nivel de detalle para la fase de ejecución                                                                                                       |
| WP2            | 1.2           | Orden de compra y seguimiento                     | Colocar orden de compra de los equipo y componentes nacionales e importados                                                                                                                              |
| WP3            | 1.3           | Infraestructura de red                            | Llevar a cabo la instalación eléctrica, mecánica, de instrumentación, red y elementos asociados para la puesta en servicio de los AP y RFID.                                                             |
| WP3            | 1.3.1         | Instalación de AP                                 | Instalar mástil, sistema de descarga atmosférica, puesta a tierra, elementos de red, conexión eléctrica, y todo lo derivado a la orientación de las antenas                                              |
| WP3            | 1.3.2         | RFID                                              | Instalar lector RFID y elementos de control, Instalar mástil, sistema de descarga atmosférica, puesta a tierra, elementos de red, conexión eléctrica, y todo lo derivado a la orientación de las antenas |
| WP4            | 1.4           | Configuración del sistema                         | Parametrizar la unidades con el sistema y colocar en línea el sistema y alimentar las Bases de Datos.                                                                                                    |
| WP5            | 1.5           | Pruebas del sistema                               | Realizar pruebas a equipos y sistema                                                                                                                                                                     |
| WP6            | 1.6           | Seguimiento y control                             | Realizar seguimiento a las tareas del proyecto, el cual incluye la aceptación del cliente.                                                                                                               |
| WP7            | 1.7           | Cierre del proyecto                               | Realizar el cierre administrativo del proyecto, el cual incluye la aceptación del cliente                                                                                                                |

### **Validar el alcance.**

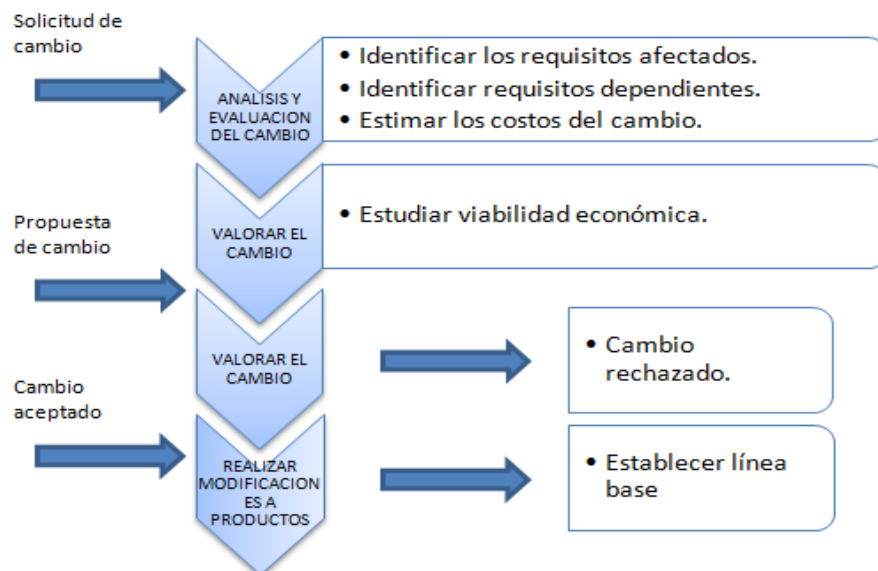
A fin de formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se han completado se establecerá contacto con el equipo de proyecto como mínimo una vez la semana. Posteriormente, en las etapas críticas se deberá incrementar esa frecuencia a dos con el fin de definir las acciones a seguir y tomar las decisiones que contribuyan a cumplir con los objetivos planteados.

La verificación del alcance se enfoca en la línea base del alcance. Cabe destacar, que la verificación corresponde a un proceso preventivo y no correctivo que

incluye actividades para medir, examinar y verificar si el trabajo y los entregables cumplen con los requisitos y los criterios de aceptación del producto, así mismo, se debe documentar todas las lecciones aprendidas y factores críticos de éxito que contribuyan al cumplimiento de los objetivos planteados en el acta constitutiva del proyecto.

### Controlar el alcance.

Para realizar cambios al alcance establecido, se solicitará al contratista la información pertinente del proyecto, el cual debe incluir las justificaciones técnicas del cambio, las cuales deben ser avaladas por el líder del proyecto para luego ser presentado al cliente, por tal razón debe apegarse al esquema presentado en la figura 30.



**Figura 30.** Control de cambios en el proyecto

Como herramienta de control del avance y cumplimiento de las actividades definidas para el proyecto se ha construido la plantilla de control del alcance del proyecto, la cual es analizada en cada reunión de contacto con el fin de llevarle el

pulso a cada una de las actividades del proyecto, estas reuniones se recomienda tengan una periodicidad semanal, la misma puede observarse en el anexo C.

### **Plan de Gestión del tiempo**

Concentrar esfuerzos para producir los entregables principales del proyecto aseguran que la terminación del mismo se logre en el tiempo definido. En ese sentido, la gestión del tiempo requiere: definir actividades, secuenciar las actividades, estimar los recursos de las actividades, estimar la duración de las actividades, elaborar el cronograma y controlar el cronograma.

#### **Plan de gestión del cronograma.**

El modelo de programación del proyecto se parte del juicio de experto. Por tanto, se consideraron los siguientes aspectos:

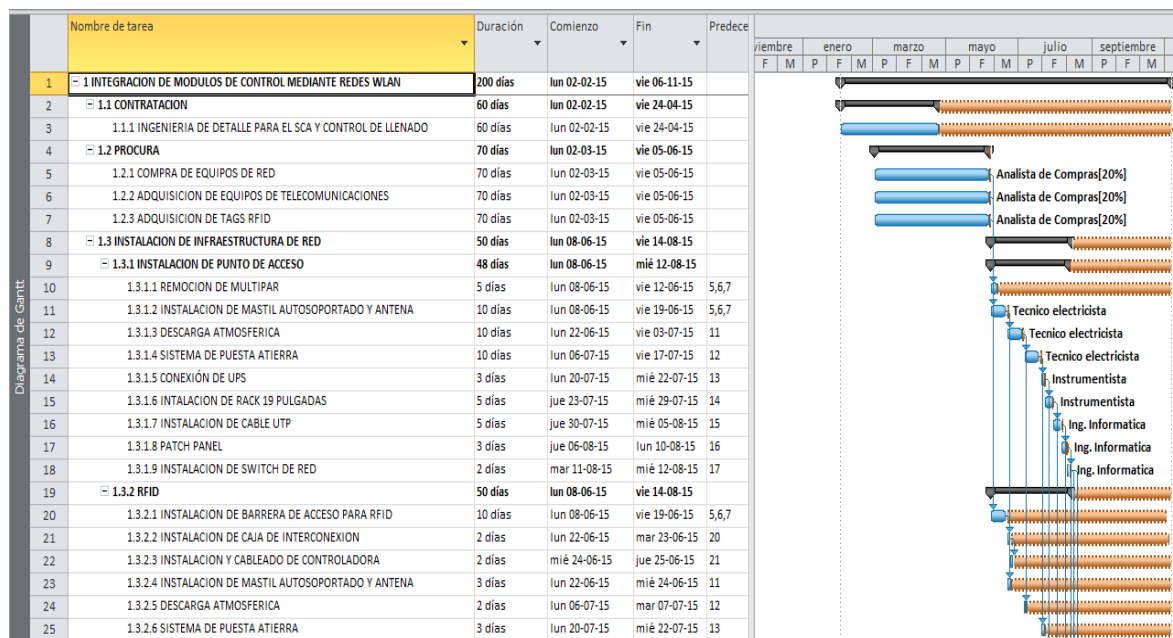
- Desglosar las actividades correspondientes a cada entregable.
- Identificar cada actividad predecesora y su dependencia con otras actividades.
- Validar el diagrama de red obtenido.
- Asignar duraciones a cada actividad, indicando fecha de inicio y fin. A esto se le incluye, recursos, rendimiento esperado.
- Considerar los imprevistos.
- Revisar a detalle la lógica definida para cada actividad, fase.

El equipo conformado por el personal de telecomunicaciones, automatización, la línea de mantenimiento y su planificador, permitió definir las actividades, la duración de cada una de ellas, los recursos disponibles y la secuencia en base a la existencia de una base documental en proyectos similares, así como en la experiencia

obtenida. Adicionalmente, se definió un calendario laboral de lunes a viernes con una jornada laboral de 8 horas.

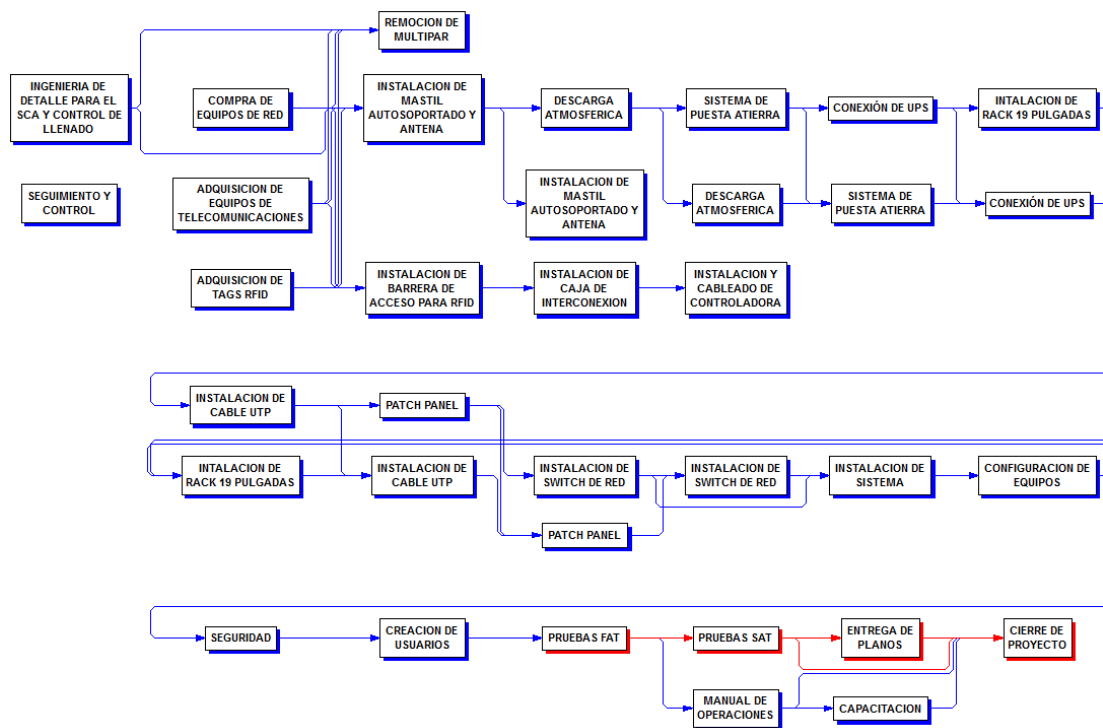
En relación a los recursos humanos, se hace mención a los identificados en el enunciado del alcance, la matriz de requisitos, así como quienes conforman el equipo de proyecto según su estructura organizacional. Esto da una idea de cómo será la partición en las diferentes actividades a lo largo del proyecto. Los recursos materiales parten de estimar el tipo y cantidad necesaria de equipos y maquinarias de acuerdo a los requerimientos.

Para el desarrollo del cronograma se estableció una línea entre tareas de forma secuencial a través de relaciones de precedencia y restricciones. Sin embargo, se analizó efectuar tareas de forma simultánea, lo que daría un mejor rendimiento y uso de los recursos. Este cronograma se puede apreciar en la Figura 31.



**Figura 31.** Cronograma del proyecto

Al establecer las relaciones entre todas las tareas, automáticamente se obtuvo la red de precedencias de tareas (PERT) identificándose claramente la ruta crítica. Al realizar un análisis de la red, se observa claramente que la ruta crítica está identificada por actividades subyacentes a la fase de ejecución del proyecto. Ahora bien, la existencia de la ruta crítica nos indica que actividades requieren un mejor control y seguimiento. El uso de las técnicas de nivelación de recursos o aceleración de proyectos pueden ser consideradas para resolver sobre los tiempos, pero debe tenerse en cuenta el impacto sobre los costos.



**Figura 32.** Ruta critica

Hecha la observación anterior, se procedió a realizar un análisis Pert sobre cuál podría ser la duración esperada del proyecto. El análisis manejo los escenarios de tiempo optimista, probable y pesimista del cronograma arrojando tiempos de 192 días, 227 días y 279 días, respectivamente. Tal como se muestra en la tabla 9

Luego de ello se procedió a calcular la varianza para cada una de las actividades que conforman el cronograma.

**Tabla 9. Escenarios del análisis Pert**

| Nombre de tarea                                               | Duración | Duración Optimista | Duración Esperada | Duración Pesimista | Varianza |
|---------------------------------------------------------------|----------|--------------------|-------------------|--------------------|----------|
| INTEGRACION DE MODULOS DE CONTROL MEDIANTE REDES INALAMBRICAS | 200      | 192                | 227               | 279                |          |
| INGENIERIA DE DETALLE PARA EL SCA Y CONTROL DE LLENADO        | 60       | 55                 | 62                | 70                 | 6,250    |
| COMPRA DE EQUIPOS DE RED                                      | 70       | 60                 | 75                | 90                 | 25,000   |
| ADQUISICION DE EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES                  | 70       | 60                 | 75                | 90                 | 25,000   |
| ADQUISICION DE TAGS RFID                                      | 70       | 60                 | 75                | 90                 | 25,000   |
| REMOCION DE MULTIPAR                                          | 5        | 3                  | 6                 | 7                  | 0,444    |
| INSTALACION DE MASTIL AUTOSOPORTADO Y ANTENA                  | 10       | 7                  | 12                | 15                 | 1,778    |
| DESCARGA ATMOSFERICA                                          | 10       | 5                  | 11                | 15                 | 2,778    |
| SISTEMA DE PUESTA ATIERRA                                     | 10       | 7                  | 11                | 15                 | 1,778    |
| CONEXIÓN DE UPS                                               | 3        | 2                  | 4                 | 5                  | 0,250    |
| INTALACION DE RACK 19 PULGADAS                                | 5        | 4                  | 6                 | 7                  | 0,250    |
| INSTALACION DE CABLE UTP                                      | 5        | 3                  | 6                 | 7                  | 0,444    |
| PATCH PANEL                                                   | 3        | 2                  | 4                 | 5                  | 0,250    |
| INSTALACION DE SWITCH DE RED                                  | 2        | 2                  | 3                 | 4                  | 0,111    |
| INSTALACION DE BARRERA DE ACCESO PARA RFID                    | 10       | 8                  | 12                | 15                 | 1,361    |
| INSTALACION DE CAJA DE INTERCONEXION                          | 2        | 1                  | 3                 | 4                  | 0,250    |
| INSTALACION Y CABLEADO DE CONTROLADORA                        | 2        | 1                  | 3                 | 5                  | 0,444    |
| INSTALACION DE MASTIL AUTOSOPORTADO Y ANTENA                  | 3        | 2                  | 4                 | 5                  | 0,250    |
| DESCARGA ATMOSFERICA                                          | 2        | 1                  | 3                 | 4                  | 0,250    |
| SISTEMA DE PUESTA ATIERRA                                     | 3        | 2                  | 4                 | 5                  | 0,250    |
| CONEXIÓN DE UPS                                               | 2        | 1                  | 3                 | 4                  | 0,250    |
| INTALACION DE RACK 19 PULGADAS                                | 2        | 1                  | 3                 | 4                  | 0,250    |
| INSTALACION DE CABLE UTP                                      | 2        | 1                  | 3                 | 4                  | 0,250    |
| PATCH PANEL                                                   | 2        | 1                  | 3                 | 4                  | 0,250    |
| INSTALACION DE SWITCH DE RED                                  | 2        | 1                  | 3                 | 4                  | 0,250    |
| INSTALACION DE SISTEMA                                        | 5        | 3                  | 6                 | 8                  | 0,694    |
| CONFIGURACION DE EQUIPOS                                      | 7        | 5                  | 8                 | 10                 | 0,694    |
| SEGURIDAD                                                     | 3        | 2                  | 4                 | 5                  | 0,250    |
| CREACION DE USUARIOS                                          | 3        | 2                  | 4                 | 5                  | 0,250    |
| PRUEBAS FAT                                                   | 5        | 4                  | 6                 | 10                 | 1,000    |
| PRUEBAS SAT                                                   | 10       | 8                  | 12                | 15                 | 1,361    |
| ENTREGA DE PLANOS                                             | 5        | 3                  | 6                 | 8                  | 0,694    |
| MANUAL DE OPERACIONES                                         | 5        | 2                  | 6                 | 8                  | 1,000    |
| CAPACITACION                                                  | 2        | 2                  | 3                 | 5                  | 0,250    |
| CIERRE DE PROYECTO                                            | 20       | 17                 | 25                | 30                 | 4,694    |

El hecho de disponer de tres tiempos posibles por actividad permite calcular el promedio y la desviación estándar de las tareas. Aplicando la teoría de la distribución normal se puede tener en cuenta que:

1. El 68% de los casos se encuentran entre el promedio más / menos una desviación estándar.

2. El 95% de los casos se encuentran entre el promedio más / menos dos desviaciones estándar.

3. El 99,7% de los casos se encuentran entre el promedio más / menos tres desviaciones estándar.

Realizando los cálculos necesarios, tenemos:

$$\text{Varianza: } \delta^2 = \left( \frac{Tp - To}{6} \right)^2; \text{ Sumatoria de varianzas} = 29,278$$

Desviación estándar: 5,4108

Desviación estándar: 10,8217

Desviación estándar: 16,2326

la Media: 232,666 días

Como resultado de los cálculos realizados, se puede concluir que existe un 99% de probabilidad de que el proyecto termine entre 216,434 y 248,898 días.

A manera de resumen final, el uso de estimaciones mediante análisis Pert, proporciona cierto margen de seguridad ante cualquier imprevisto que surja en el proyecto, de manera que todo trabajo que se realice tiene cierto límite de tolerancia, pero está en manos del Líder del proyecto realizar los correctivos en el momento adecuado.

## **Costos del proyecto**

Para el cálculo del costo, se tomó en cuenta los parámetros más usuales en proyectos de tecnología:

Los costos de recursos humanos (servicios profesionales de los ingenieros).

Los costos del hardware y software.

Los costos derivados de servicios.

Los costos de viajes y capacitación.

### **Estimar los costos.**

La estimación de costos para el proyecto, en una primera instancia, son producto de costo labor asociado a horas de profesionales dedicados a la planificación, desarrollo de la solución, así como, expertos que elaborarán, dirigirán, supervisarán el proyecto.

Una vez que se identificó el recurso humano necesario para el proyecto, se procedió a realizar el estimado de costo. Para ello, se usó el tabulador de salarios del Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV) del 2014, el cual clasifica a los profesionales de acuerdo a sus años de experiencia; el CIV presenta un tabulador para ingenieros y otro para los técnicos, los mismos se muestran en el anexo D.

La tabla 10 lista la distribución del personal a contratar y la clasificación de los profesionales de acuerdo al nombramiento bajo el cual trabajarían. La cantidad de horas necesarias fue generada por el plan de gestión de tiempo realizado.

**Tabla 10.** Horas hombres planificadas de Profesionales CIV

| Nombre del recurso         | Cant.     | Trabajo (horas) | Clasificación CIV |
|----------------------------|-----------|-----------------|-------------------|
| Analista de Automatización | 1         | 264             | P3                |
| Analista de Compras        | 1         | 336             | P2                |
| Analista de Contratación   | 1         | 120             | P2                |
| Estimador de costos        | 1         | 96              | P3                |
| Ing. Informática           | 1         | 352             | P3                |
| Ing. QA/QC                 | 1         | 588,8           | P4                |
| Ing. Telecom.              | 1         | 100             | P5                |
| Instrumentista             | 1         | 232             | P2                |
| Líder de Proyecto          | 1         | 769,6           | P7                |
| Planificador               | 1         | 288             | P3                |
| Técnico electricista       | 1         | 320             | P3                |
| <b>Total</b>               | <b>11</b> | <b>3466,4</b>   |                   |

**Estimado de costos de las horas/hombre requeridas.**

En este punto se muestra el estimado de costo en horas-hombres para el proyecto: “Integración de módulos de control del sistema automatizado de despacho de combustible mediante redes inalámbricas en planta Sisor Puerto Ordaz”.

**Tabla 11.** Estimado de costos de h-h del proyecto

| ESTIMADO DE COSTO DE HORAS HOMBRE |       |           |          |         |                   |
|-----------------------------------|-------|-----------|----------|---------|-------------------|
| Clasificación                     | H/H   | Sueldo    | Bs/día   | Bs/hora | Total Bs.         |
| P7                                | 769,6 | 29.360,00 | 1.334,55 | 166,82  | 128.383,27        |
| P5                                | 100   | 24.320,00 | 1.105,45 | 138,18  | 13.818,18         |
| P4                                | 588,8 | 21.800,00 | 990,91   | 123,86  | 72.930,91         |
| P3                                | 1320  | 19.380,00 | 880,91   | 110,11  | 145.350,00        |
| P2                                | 688   | 15.600,00 | 709,09   | 88,64   | 60.981,82         |
| <b>Total</b>                      |       |           |          |         | <b>421.460,96</b> |

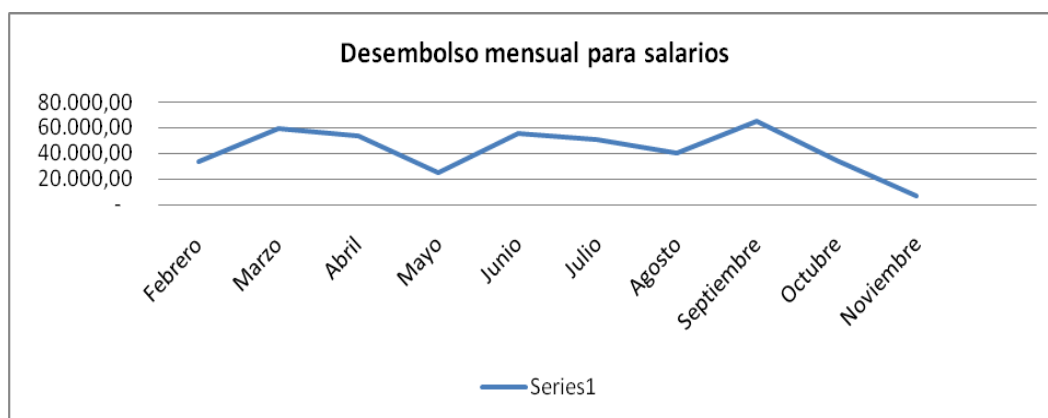
De acuerdo a la tabla anterior, el costo total por concepto de recursos humanos directos dedicados al proyecto es de Bs.F. 421.460,96 por un período de aproximadamente 10 meses. Evidentemente, este número de profesionales estará

ejecutando sus labores de forma escalonada, por lo que en la tabla 12 muestra la distribución mensual.

**Tabla 12.** Programa de desembolso de H-H

| Mes          | Costo (Bsf.)           |
|--------------|------------------------|
| Febrero      | 33.240,00              |
| Marzo        | 59.004,00              |
| Abril        | 53.060,70              |
| Mayo         | 25.119,70              |
| Junio        | 55.249,50              |
| Julio        | 50.255,70              |
| Agosto       | 39.820,10              |
| Septiembre   | 64.921,39              |
| Octubre      | 34.117,07              |
| Noviembre    | 6.672,80               |
| <b>Total</b> | <b>Bs.f 421.460,96</b> |

En figura 33 se aprecia la correspondencia de los costos del proyecto a medida que transcurre el tiempo, evidenciándose en los meses de enero a marzo fuertes erogaciones por mano de obra.



**Figura 33.** Desembolso de H-H

### **Determinar el presupuesto.**

Si realizamos el resumen de todos los recursos humanos y materiales necesarios para llevar a cabo el proyecto, obtenemos un estimado de costos más realista, cuyo monto es de **Bs. 2.367.128,96** tal como se aprecia en la tabla 13.

Si se analiza el costo en materiales para la solución inalámbrica, tiene un valor significativo, sin embargo es relativamente bajo en comparación con una solución cableada cuyos tiempos de instalación serían más largos, requiriendo más personal.

Se estima que la duración del proceso procura sea de 70 días hábiles aproximadamente, y se tiene claro que es crítico porque de ello depende la construcción del sistema y el cumplimiento de lo establecido en el plan de gestión del proyecto.

Los equipos y materiales plasmados, fueron obtenidos productos de diversas cotizaciones emitidas por empresas distribuidoras en sus diferentes sectores.

**Tabla 13. Presupuesto del proyecto**

| ESTIMADO DE COSTOS<br>"TOTALIZACIÓN DE CÓMPUTOS"                                                                                                                                                                        |        |          |           |                     |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-----------|---------------------|--------------------------|
| INTEGRACION DE MODULOS DE CONTROL MEDIANTE REDES INALAMBRICAS                                                                                                                                                           |        |          |           |                     |                          |
| Renglón                                                                                                                                                                                                                 | Unidad | Cantidad | P.U. Bs.  | Costo Bs.           | sub.-Total Renglón (Bs.) |
| <b>1. LABOR PROPIA</b>                                                                                                                                                                                                  |        |          |           | <b>421.460,96</b>   | <b>421.460,96</b>        |
| <b>2. SERVICIOS CONTRATADOS</b>                                                                                                                                                                                         |        |          |           | <b>234.930</b>      | <b>234.930</b>           |
| 2.1 SERVICIOS DE INGENIERÍA                                                                                                                                                                                             |        |          |           | 234.930,0           | 234.930                  |
| 2.1.1 COORDINACIÓN DE PROYECTOS                                                                                                                                                                                         |        |          |           | 184.090,00          | 184.090,00               |
| 2.1.2.1 Viáticos, Alojamiento, Pasajes y Alquiler de Vehículos                                                                                                                                                          |        |          |           | 50.840,00           | 50.840                   |
| <b>3. PROCURA DE MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARE NACIONALES/IMPORTACIÓN</b>                                                                                                                                              |        |          |           | <b>1.397.548</b>    | <b>1.397.548</b>         |
| 3.1 AUTOMATIZACION                                                                                                                                                                                                      |        |          |           | 661.548             | 661.548                  |
| 3.2 INFORMATICA                                                                                                                                                                                                         |        |          |           | 376.000             | 376.000                  |
| 3.3 COMUNICACIONES                                                                                                                                                                                                      |        |          |           | 176.000             | 176.000                  |
| 3.4 ELECTRICIDAD - CONTROL DE ACCESO                                                                                                                                                                                    |        |          |           | 164.000             | 164.000                  |
| 3.6 CIVIL - CONSTRUCCION - CONTROL DE ACCESO                                                                                                                                                                            |        |          |           | 20.000              | 20.000                   |
| <b>4. CONSTRUCCIÓN DE OBRAS E INSTALACIÓN</b>                                                                                                                                                                           |        |          |           | <b>313.190</b>      | <b>313.190</b>           |
| 4.1 COMUNICACIONES                                                                                                                                                                                                      |        |          |           | 35.700              | 35.700                   |
| Pruebas y Certificación de la Red                                                                                                                                                                                       | UND    | 12       | 1.100,00  | 13.200              | 13.200                   |
| Tendido de cable UTP                                                                                                                                                                                                    | ML     | 100      | 225,00    | 22.500              | 22.500                   |
| 4.2 CIVIL                                                                                                                                                                                                               |        |          |           | 13.500              | 13.500                   |
| 4.3 MECANICA                                                                                                                                                                                                            |        |          |           | 6.000               | 6.000                    |
| Instalación de Mastil autosoportados                                                                                                                                                                                    | UND    | 4,00     | 1.500,00  | 6.000               | 6.000                    |
| 4.4 INSTRUMENTACIÓN                                                                                                                                                                                                     |        |          |           | 6.000               | 6.000                    |
| Remoción de multipar                                                                                                                                                                                                    | ML     | 150,00   | 40,00     | 6.000               | 6.000                    |
| 4.5 ELECTRICIDAD                                                                                                                                                                                                        |        |          |           | 209.990             | 209.990                  |
| Conexión a Sistema de Puesta a Tierra                                                                                                                                                                                   | SG     | 1        | 8.000,00  | 8.000               | 8.000                    |
| Suministro e instalación de conductor de cobre desnudo trenzado, Calibre # 4/0 AWG                                                                                                                                      | ML     | 20       | 620,00    | 12.400              | 12.400                   |
| Suministro e instalación de conductor de cobre desnudo trenzado, Calibre # 2/0 AWG                                                                                                                                      | ML     | 40       | 465,00    | 18.600              | 18.600                   |
| Suministro y Realización de Conexión Exotérmica Tipo T, Conductores Calibres # 2/0 AWG a # 4/0 AWG.                                                                                                                     | UND    | 12       | 650,00    | 7.800               | 7.800                    |
| Suministro y realización de Conexión Exotérmica de Barra "COPPERWELD" 5/8" a Conductor Calibres # 4/0 AWG                                                                                                               | UND    | 4        | 1.520,00  | 6.080               | 6.080                    |
| Suministro y realización de Conexión Exotérmica de Barra "COPPERWELD" 5/8" a Conductor Calibres # 2/0 AWG                                                                                                               | UND    | 8        | 1.320,00  | 10.560              | 10.560                   |
| Suministro e instalación de Barra "COPPERWELD" de 5/8" diámetro y 8' de longitud                                                                                                                                        | UND    | 8        | 800,00    | 6.400               | 6.400                    |
| Suministro e instalación de electrodo químico tipo Chem-rod de 2 5/8" diámetro y 10' de longitud vertical con codo de conexión pig-tail con soldadura exotérmica para cable desnudo # 4/0 AWG con boca de visita y tapa | UND    | 8        | 2.500,00  | 20.000              | 20.000                   |
| Suministro e Instalación de terminal aéreo tipo Punta Franklin, longitud 36" modelo LPC247B y la base universal LPC30258                                                                                                | UND    | 12       | 4.700,00  | 56.400              | 56.400                   |
| Suministro e Instalación de Protecciones contra Transientes (DC y AC)                                                                                                                                                   | UND    | 12       | 5.000,00  | 60.000              | 60.000                   |
| Conexión de UPS                                                                                                                                                                                                         | SG     | 1        | 3.750,00  | 3.750               | 3.750                    |
| 4.6 OBRAS AUTOMATIZACIÓN                                                                                                                                                                                                |        |          |           | 30.000              | 30.000                   |
| PRUEBAS, ARRANQUES Y PUESTAS EN MARCHA SIST.                                                                                                                                                                            | SG     | 1,00     | 30.000,00 | 30.000              | 30.000                   |
| 4.7 OBRAS GENERALES                                                                                                                                                                                                     |        |          |           | 12.000              | 12.000                   |
| DOCUMENTACIÓN GENERAL DEL SISTEMA INTEGRAL                                                                                                                                                                              | SG     | 1,00     | 12.000,00 | 12.000              | 12.000                   |
| <b>TOTALES</b>                                                                                                                                                                                                          |        |          |           | <b>2.367.128,96</b> | <b>2.367.128,96</b>      |

### Controlar los costos.

El proyecto será monitoreado por medio de la técnica valor ganado, para ello el líder de proyecto establecerá las fechas de corte y se medirá el rendimiento, así mismo se definirán las acciones correctivas en caso de encontrar desviaciones.

## **Plan de gestión de riesgos**

Establecer un proceso de toma de decisiones relativo a un riesgo identificado no siempre es sencillo, puesto que depende de múltiples factores, se hace necesario priorizar en función de la maximización de algunos parámetros, específicamente, los factores que pueden tener impacto en los objetivos de alcance, tiempo, costo y calidad del proyecto. Por ello, se requiere disminuir la probabilidad y el impacto de eventos adversos, por otra parte, aumentar los eventos positivos para el proyecto. En este sentido y de acuerdo con Chamoun(2002), la esencia de la gestión de riesgos está en prever continuamente posibles problemas para llevar a cabo acciones a tiempo en vez de improvisar y buscar soluciones tardías.

### **Planificar la gestión de riesgos.**

La planificación de la gestión de riesgos se sustentó en los lineamientos establecidos por el PMI (2013) en la guía PMBOK a través de los procesos de identificación, análisis cualitativo, planificación de respuesta a riesgos y control.

Se conformó un equipo de análisis de riesgo, integrado por interesados en el proyecto, líder del proyecto, miembros de las líneas de servicio, personal experto en materia de riesgos, clientes y usuarios finales. Se convocó a reunión indicando a detalle cómo se desarrollaría la estrategia para la identificación de los riesgos, definiciones de probabilidad e impacto, umbrales de tolerancia, consideraciones de las posibles respuestas a tomar y la probabilidad de éxito, así como la planificación de los responsables de la ejecución de las acciones en referencia, por último, la elaboración de un plan preliminar de control a manera de garantizar que las disertaciones sean acorde con los riesgos y establecer una base sólida para la evaluación.

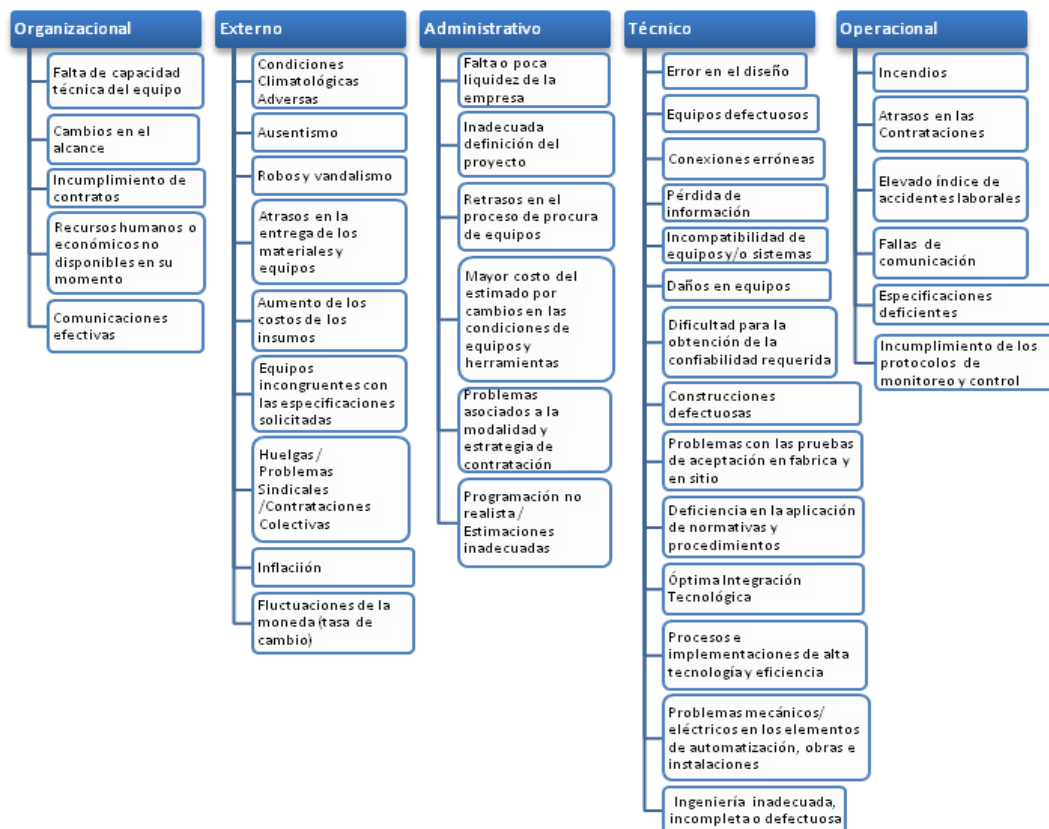
Para la identificación de los riesgos asociados al proyecto, se baso en lluvias de ideas y juicios de expertos en la materia. Para el registro se utilizó una tabla en la que se desglosaron y consideraron los riesgos que pudrieran surgir en el proyecto, tomando como base el diseño de la infraestructura tecnológica para la integración de los módulos de control del SCLI con el paquete de documentos del proyecto (planos, EDT, estudios, estimados de alcance, tiempo, costos y asignación de recursos. Se tomó como referencia la categorización de riesgos del PMI (2013), de tipo administrativo, técnico externo y organizacional. La tabla 14 presenta los riesgos identificados.

**Tabla 14. Listado de riesgos identificados**

| <b>Código</b> | <b>Descripción</b>                                                                        | <b>Tipo de Riesgo</b> |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| R01           | Falta de capacidad técnica del equipo                                                     | Organizacional        |
| R02           | Falta o poca liquidez de la empresa                                                       | Administrativo        |
| R03           | Cambios en el alcance                                                                     | Organizacional        |
| R04           | Condiciones Climatológicas Adversas                                                       | Externo               |
| R05           | Ausentismo                                                                                | Externo               |
| R06           | Robos y vandalismo                                                                        | Externo               |
| R07           | Atrasos en la entrega de los materiales y equipos                                         | Externo               |
| R08           | Aumento de los costos de los insumos                                                      | Externo               |
| R09           | Equipos incongruentes con las especificaciones solicitadas                                | Externo               |
| R10           | Incendios                                                                                 | Operacional           |
| R11           | Huelgas / Problemas Sindicales /Contrataciones Colectivas                                 | Externo               |
| R12           | Inflación                                                                                 | Externo               |
| R13           | Fluctuaciones de la moneda (tasa de cambio)                                               | Externo               |
| R14           | Atrasos en las Contrataciones                                                             | Operacional           |
| R15           | Elevado índice de accidentes laborales                                                    | Operacional           |
| R16           | Fallas de comunicación                                                                    | Operacional           |
| R17           | Especificaciones deficientes                                                              | Operacional           |
| R18           | Incumplimiento de los protocolos de monitoreo y control                                   | Operacional           |
| R19           | Error en el diseño                                                                        | Técnico               |
| R20           | Inadecuada definición del proyecto                                                        | Administrativo        |
| R21           | Retrasos en el proceso de procura de equipos                                              | Administrativo        |
| R22           | Equipos defectuosos                                                                       | Técnico               |
| R23           | Conexiones erróneas                                                                       | Técnico               |
| R24           | Ingeniería inadecuada, incompleta o defectuosa                                            | Técnico               |
| R25           | Perdida de información                                                                    | Técnico               |
| R26           | Incumplimiento de contratos                                                               | Organizacional        |
| R27           | Incompatibilidad de equipos y/o sistemas                                                  | Técnico               |
| R28           | Recursos humanos o económicos no disponibles en su momento                                | Organizacional        |
| R29           | Daños en equipos                                                                          | Técnico               |
| R30           | Mayor costo del estimado por cambios en las condiciones de equipos y herramientas         | Administrativo        |
| R31           | Problemas mecánicos /eléctricos en los elementos de automatización, obras e instalaciones | Técnico               |
| R32           | Dificultad para la obtención de la confiabilidad requerida                                | Técnico               |

|     |                                                                 |                |
|-----|-----------------------------------------------------------------|----------------|
| R33 | Problemas asociados a la modalidad y estrategia de contratación | Administrativo |
| R34 | Construcciones defectuosas                                      | Técnico        |
| R35 | Programación no realista / Estimaciones inadecuadas             | Administrativo |
| R36 | Problemas con las pruebas de aceptación en fabrica y en sitio   | Técnico        |
| R37 | Deficiencia en la aplicación de normativas y procedimientos     | Técnico        |
| R38 | Comunicaciones efectivas                                        | Organizacional |
| R39 | Óptima Integración Tecnológica                                  | Técnico        |
| R40 | Procesos e implementaciones de alta tecnología y eficiencia     | Técnico        |

La figura 34 presenta la estructura de desglose de los riesgos identificados.



**Figura 34.** Estructura de desglose de riesgos

## Análisis Cualitativo

Una vez identificados los riesgos se realizó un análisis cualitativo para la priorización del riesgo estimando la probabilidad de ocurrencia y el impacto. Para

este proceso se definieron las escalas de probabilidad, impacto, riesgo y umbrales tomando como base en las escalas propuestas por el PMI (2013) que categoriza numéricamente las probabilidades e impactos de los riesgos (ver figura 35). La tabla 15 presenta las definiciones de probabilidad, impacto, riesgo y umbrales.

**Tabla 15.** Definiciones de probabilidad, impacto, riesgo y umbrales

| PROBABILIDAD DE RIESGO                   |                        |           |
|------------------------------------------|------------------------|-----------|
| Probabilidad                             | Valor Numérico         |           |
| Muy Bajo                                 | 0.1                    |           |
| Bajo                                     | 0.3                    |           |
| Moderado                                 | 0.5                    |           |
| Alto                                     | 0.7                    |           |
| Muy Alto                                 | 0.9                    |           |
| IMPACTO DE RIESGO                        |                        |           |
| Impacto                                  | Valor Numérico         |           |
| Muy Bajo                                 | 0.05                   |           |
| Bajo                                     | 0.10                   |           |
| Moderado                                 | 0.20                   |           |
| Alto                                     | 0.40                   |           |
| Muy Alto                                 | 0.80                   |           |
| RIESGO (Riesgo = Probabilidad x Impacto) |                        |           |
| Tipo de Riesgo                           | Probabilidad x Impacto |           |
| Muy Bajo                                 | Menor a 0.05           |           |
| Bajo                                     | Menor a 0.10           |           |
| Moderado                                 | Menor a 0.30           |           |
| Alto                                     | Menor a 0.50           |           |
| Muy Alto                                 | Mayor a 0.50           |           |
| TOLERANCIA (UMBRALES DE RIESGOS)         |                        |           |
| Color                                    | Rango                  | Categoría |
| Verde                                    | 0.01 - 0.05            | Bajo      |
| Amarillo                                 | 0.06 – 0.14            | Moderado  |
| Rojo                                     | 0.18 – 0.72            | Alto      |

**MATRIZ DE PROBABILIDAD Vs IMPACTO**

| Probabilidad    | Amenazas                                                          |      |      |      |      | Oportunidades |      |      |      |      |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|---------------|------|------|------|------|
| 0.90            | 0.05                                                              | 0.09 | 0.18 | 0.36 | 0.72 | 0.72          | 0.36 | 0.18 | 0.09 | 0.05 |
| 0.70            | 0.04                                                              | 0.07 | 0.14 | 0.28 | 0.56 | 0.56          | 0.28 | 0.14 | 0.07 | 0.04 |
| 0.50            | 0.03                                                              | 0.05 | 0.10 | 0.20 | 0.40 | 0.40          | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.03 |
| 0.30            | 0.02                                                              | 0.03 | 0.06 | 0.12 | 0.24 | 0.24          | 0.12 | 0.06 | 0.03 | 0.02 |
| 0.10            | 0.01                                                              | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.08 | 0.08          | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| Escala relativa | 0.05                                                              | 0.10 | 0.20 | 0.40 | 0.80 | 0.80          | 0.40 | 0.20 | 0.10 | 0.05 |
|                 | Impacto en, al menos, un objetivo del proyecto (C, T y/o Alcance) |      |      |      |      |               |      |      |      |      |

**Figura 35.** Matriz de probabilidad e impacto

A cada riesgo se le asignó una probabilidad de ocurrencia y un impacto en caso de ocurrir, y con estas dos variables se le asignó la categoría de riesgo (muy bajo, bajo, moderado, alto, muy alto) para finalmente calificar los cada riesgo según el umbral de tolerancia definido. La valoración se ha realizado en términos de cumplimiento de tiempo, costo, alcance y calidad de la solución.

El listado de riesgos se priorizó en base a la calificación utilizada. La matriz de probabilidad vs impacto permitió tipificar los riesgos como bajo, moderado o alto.

La tabla 16 muestra los resultados del análisis del riesgo.

**Tabla 16. Análisis del Riesgo**

| Código | Descripción                                                | Causa Raíz                                                                     | Trigger                                                               | Afecta al Proyecto en              | Estimación de Probabilidad | Estimación de Impacto | Probabilidad x Impacto |
|--------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|
| R01    | Falta de capacidad técnica del equipo                      | Deficiente definición del equipo de proyecto                                   | Entregables con calidad deficiente ó entregados inoportunamente       | Tiempo                             | 0,1                        | 0,4                   | 0,04                   |
| R02    | Falta o poca liquidez de la empresa                        | Fallas de la gerencia administrativa del proyecto. Entorno económico inestable | Incumplimientos de pagos / indisponibilidad financiera para contratar | Costo                              | 0,3                        | 0,4                   | 0,12                   |
| R03    | Cambios en el alcance                                      | Fallas en la Planificación                                                     | Incumplimiento del cronograma / incremento de costos                  | Alcance<br>Tiempo<br>Costo         | 0,5                        | 0,4                   | 0,2                    |
| R04    | Condiciones climatológicas adversas                        | Falta de información especializada / Comportamiento impredecible del clima     | Incumplimiento del cronograma                                         | Tiempo                             | 0,5                        | 0,2                   | 0,1                    |
| R05    | Ausentismo                                                 | Inadecuada gestión de los recursos Humanos                                     | Incumplimiento del cronograma                                         | Tiempo                             | 0,1                        | 0,2                   | 0,02                   |
| R06    | Robos y vandalismo                                         | Ineficiente gestión de los planes y políticas de Seguridad Industrial          | Incumplimiento del cronograma / Incremento de costos                  | Tiempo Costo                       | 0,1                        | 0,2                   | 0,02                   |
| R07    | Atrasos en la entrega de materiales y equipos              | Falla en los planes de adquisiciones y logística                               | Incumplimiento del cronograma                                         | Tiempo                             | 0,5                        | 0,4                   | 0,2                    |
| R08    | Aumento de los costos de los insumos                       | Inflación. Fallas en la elaboración del presupuesto                            | Desviación de la línea base del presupuesto                           | Costo                              | 0,7                        | 0,4                   | 0,28                   |
| R09    | Equipos incongruentes con las especificaciones solicitadas | Bajo nivel de detalle en las especificaciones                                  | no conformidades                                                      | Alcance<br>Tiempo Costo<br>Calidad | 0,1                        | 0,8                   | 0,08                   |
| R10    | Incendios                                                  | Desperfectos, averías, fallas en actividades operacionales                     | Incumplimiento del cronograma / Incremento de los costos              | Tiempo<br>Costo                    | 0,1                        | 0,4                   | 0,04                   |
| R11    | Huelgas / Problemas Sindicales /Contrataciones Colectivas  | Deficiente gestión de recursos Humanos. Entorno político inestable             | Incumplimiento del cronograma / Incremento de los costos              | Tiempo Costo                       | 0,3                        | 0,4                   | 0,12                   |
| R12    | Inflación                                                  | Entorno económico inestable                                                    | Desviación de la línea base del presupuesto                           | Costo                              | 0,9                        | 0,2                   | 0,18                   |
| R13    | Fluctuaciones de la moneda (tasa de cambio)                | Entorno económico inestable                                                    | Desviación de la línea base del presupuesto                           | Costo                              | 0,1                        | 0,8                   | 0,08                   |
| R14    | Atrasos en las Contrataciones                              | Falla en los planes de adquisiciones y Logística                               | Incumplimiento del cronograma / Incremento de los costos              | Tiempo                             | 0,5                        | 0,2                   | 0,1                    |
| R15    | Elevado índice de accidentes laborales                     | Incumplimiento de los planes y procedimientos de seguridad establecidos        | Incumplimiento del cronograma / Incremento de los costos              | Tiempo                             | 0,1                        | 0,2                   | 0,02                   |
| R16    | Fallas de comunicación                                     | Fallas en la Planificación, ineficiencia del canal de                          | Incumplimiento del cronograma / Incremento de                         | Tiempo                             | 0,3                        | 0,2                   | 0,06                   |

| comunicación establecido |                                                            |                                                                                                                                                                               | los costos                                                        |                                 |       |     |     |      |
|--------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------|-----|-----|------|
| R17                      | Especificaciones deficientes                               | Control y seguimiento deficientes                                                                                                                                             | Entregables con calidad deficiente ó entregados inoportunamente   | Tiempo                          | Costo | 0,1 | 0,8 | 0,08 |
| R18                      | Incumplimiento de los protocolos de monitoreo y control    | Incumplimiento de los planes y procedimientos de seguimiento y control establecidos                                                                                           | Entregables con calidad deficiente ó entregados inoportunamente   | Tiempo                          | Costo | 0,1 | 0,4 | 0,04 |
| R19                      | Error en el Diseño                                         | Control y seguimiento deficientes por los responsables de Ingeniería del proyecto                                                                                             | Entregables con calidad deficiente ó entregados inoportunamente   | Tiempo                          | Costo | 0,1 | 0,8 | 0,08 |
| R20                      | Inadecuada definición del proyecto                         | Fallas en la Planificación                                                                                                                                                    | Inadecuada definición de alcance, deficiente estimación de costos | Alcance, Tiempo, Costo, Calidad |       | 0,1 | 0,8 | 0,08 |
| R21                      | Retrasos en el proceso de procura de equipos               | Deficiente gestión de procura                                                                                                                                                 | Entregables con calidad deficiente ó entregados inoportunamente   | Tiempo                          |       | 0,5 | 0,4 | 0,2  |
| R22                      | Equipos defectuosos                                        | Incumplimiento de los planes y procedimientos de seguimiento y control establecidos / deficiente gestión de procura                                                           | Fallas operativas                                                 | Tiempo Costo Calidad            |       | 0,1 | 0,8 | 0,08 |
| R23                      | Conexiones erróneas                                        | Desconocimiento / inexperiencia en el montaje y conexonado utilizado en la planificación/ Incumplimiento de los planes y procedimientos de seguimiento y control establecidos | Fallas operativas, resultados pruebas de integración              | Alcance Tiempo Costo Calidad    |       | 0,3 | 0,8 | 0,24 |
| R24                      | Ingeniería inadecuada, incompleta o defectuosa             | Incumplimiento de los planes y procedimientos de seguimiento y control establecidos / deficiente planificación/ falta de capacidad técnica del contratista                    | resultados pruebas unitarias                                      | Costo Tiempo                    |       | 0,1 | 0,4 | 0,04 |
| R25                      | Perdida de información                                     | Deficiencias en los procedimientos de copias de seguridad respaldo y recuperación de información                                                                              | Falta de coordinación durante la ejecución de las pruebas         | Tiempo Costo Calidad            |       | 0,1 | 0,8 | 0,08 |
| R26                      | Incumplimiento de contratos                                | Deficiente gestión de procura                                                                                                                                                 | Incumplimiento del cronograma / Incremento de los costos          | Tiempo Costo                    |       | 0,3 | 0,4 | 0,12 |
| R27                      | Incompatibilidad de equipos y/o sistemas                   | Fallas en el Diseño                                                                                                                                                           | Fallas operativas, resultados pruebas de integración              | Alcance Tiempo Costo Calidad    |       | 0,1 | 0,8 | 0,08 |
| R28                      | Recursos humanos o económicos no disponibles en su momento | Fallas planificación                                                                                                                                                          | Retrasos en la ejecución del proyecto / conflictos de recursos    | Costo Tiempo                    |       | 0,3 | 0,4 | 0,12 |
| R29                      | Daños en equipos                                           | Personal no calificado, fallas en actividades operacionales                                                                                                                   | Entregables con calidad deficiente ó entregados inoportunamente   | Costo Tiempo                    |       | 0,1 | 0,8 | 0,08 |

|     |                                                                                           |                                                                                                                   |                                                                          |                              |     |     |      |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----|-----|------|
| R30 | Mayor costo del estimado por cambios en las condiciones de equipos y herramientas         | Control y seguimiento deficientes                                                                                 | Desviación de la línea base del presupuesto                              | Costo                        | 0,1 | 0,4 | 0,04 |
| R31 | Problemas mecánicos /eléctricos en los elementos de automatización, obras e instalaciones | Ingeniería inadecuada, incompleta o defectuosa                                                                    | Retrasos en la ejecución del proyecto, daños a equipos                   | Costo Tiempo Calidad         | 0,3 | 0,4 | 0,12 |
| R32 | Dificultad para la obtención de la confiabilidad requerida                                | Ingeniería inadecuada, incompleta o defectuosa                                                                    | Resultados de pruebas funcionales                                        | Alcance                      | 0,3 | 0,8 | 0,24 |
| R33 | Problemas asociados a la modalidad y estrategia de contratación                           | Deficiente gestión de procura                                                                                     | Entregables con calidad deficiente ó entregados inoportunamente          | Costo Tiempo                 | 0,1 | 0,4 | 0,04 |
| R34 | Construcciones defectuosas                                                                | Bajo nivel de detalle en las especificaciones                                                                     | Entregables con calidad deficiente                                       | Costo Tiempo Calidad         | 0,1 | 0,2 | 0,02 |
| R35 | Programación no realista / Estimaciones inadecuadas                                       | Fallas en la Planificación                                                                                        | Desviación de la línea base del presupuesto y costo                      | Alcance Tiempo Costo Calidad | 0,1 | 0,7 | 0,07 |
| R36 | Problemas con las pruebas de aceptación en fábrica y en sitio                             | Deficiencias en los planes y procedimientos de pruebas / Documentación y/o descripción de equipamiento incompleta | Desviaciones de procedimientos de QA                                     | Alcance Tiempo Costo Calidad | 0,3 | 0,4 | 0,12 |
| R37 | Deficiencia en la aplicación de normativas y procedimientos                               | Atraso en la entrega de manuales de operación y mantenimiento                                                     | Entregables con calidad deficiente                                       | Alcance Tiempo Costo Calidad | 0,1 | 0,1 | 0,01 |
| R38 | Comunicaciones efectivas                                                                  | Disponibilidad de personal con habilidades de comunicación y liderazgo                                            | Interesados debidamente informados                                       | Alcance Tiempo Costo Calidad | 0,5 | 0,5 | 0,25 |
| R39 | Óptima Integración Tecnológica                                                            | Disponibilidad de personal con experiencia y conocimientos del SCL                                                | Entregables con valor agregado, resultados de pruebas de integración     | Alcance Tiempo Costo Calidad | 0,5 | 0,7 | 0,35 |
| R40 | Procesos e implementaciones de alta tecnología y eficiencia                               | Disponibilidad de personal experto en comunicaciones inalámbricas                                                 | Adelantos en el cronograma, entregables y procesos de altas prestaciones | Alcance Tiempo Calidad       | 0,5 | 0,5 | 0,25 |

### **Planificación de la respuesta a riesgos.**

Con respecto a la planificación de la respuesta a los riesgos, se definieron las estrategias a emplear para el tratamiento de los riesgos tanto positivos como negativos. La tabla 17 presenta la estrategia para el tratamiento de Riesgos.

**Tabla 17. Estrategias para el tratamiento de Riesgos**

|                   |            |                                                                                                                                                 |
|-------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Riesgos Negativos | Evitar     | Cambiar el plan, objetivos, incluir actividades, modificar el cronograma, aclarar requisitos. etc.                                              |
|                   | Transferir | Trasladar el riesgo y la responsabilidad de respuesta a un tercero, pólizas de seguro, fianzas, garantías de cumplimiento, contrataciones, etc. |
|                   | Mitigar    | Reducir la probabilidad o impacto del riesgo, pruebas más confiables, selección de mejores proveedores y contratistas                           |
| Riesgos Positivos | Explotar   | Aprovechar la oportunidad, asignar recursos con la mayor capacidad y experiencia.                                                               |
|                   | Compartir  | Adjudicar la propiedad del riesgo a alguien más capacitado para sacarle provecho.                                                               |
|                   | Aumentar   | Identificar y potenciar las probabilidades o impacto del riesgo.                                                                                |
| Ambos             | Aceptar    | No hacer ningún cambio, establecer reservas para contingencias.                                                                                 |

Concluyentemente se establecieron las estrategias a tomar en caso de dispararse un riesgo, las acciones a seguir, se evaluaron los costos asociados a estrategias y se asignaron responsables de ejecutar dichas acciones.

En los diversos contratos concernientes al proyecto se incluirán los acuerdos y determinaciones derivadas de la planificación de la respuesta a riesgos.

### **Controlar los Riesgos.**

Las respuestas a riesgos se implementarán en la medida que se materialicen los riesgos identificados, en tanto que, durante toda la ejecución del proyecto se realizará el monitoreo de riesgos, continuamente se evaluarán en las reuniones de seguimiento y se ajustarán en función de los cambios que se pudiesen ir generando.

Por consiguiente las reuniones de seguimiento pautadas una vez al mes y al inicio de cada fase y/o cuando alguno de los disparadores se active, incluirán la revisión y actualización del plan de respuesta a riesgos incorporando nuevos riesgos, eliminando aquellos que ya no se consideren posibles y evaluando reiteradamente todos aquellos que se consideren vigentes. Así mismo, se evaluarán los riesgos residuales y se revisará la efectividad de las respuestas. De modo consecuente se deberá:

1. Identificar, analizar y planificar nuevos riesgos;
2. Realizar el seguimiento de los riesgos identificados y los que se encuentran en la lista de supervisión.
3. Volver a analizar los riesgos existentes.
4. Realizar el seguimiento de las condiciones que disparan los planes para contingencias.
5. Realizar el seguimiento de los riesgos residuales.
6. Revisar la ejecución de las respuestas a los riesgos mientras se evalúa su efectividad.
7. Las reservas se gestionaran solo para los riesgos no para los cambios.
8. Mantener un plan de solución alternativa como respuestas no planificadas inicialmente pero que son necesarias para tratar los riesgos emergentes no identificados previamente o aceptados de forma pasiva.

Se requerirá analizar el registro de riesgos, la documentación de los cambios aprobados, informes de desempeño y de las acciones correctivas implementadas, además del informe de las desviaciones de las líneas base para la estimación de los efectos de los posibles eventos a fin de advertir si realmente todas las estimaciones y planificaciones han sido correctas o si por el contrario necesitan ser modificadas o mejoradas. Se documentaran lecciones, recomendaciones de acciones preventivas y correctivas para mantener el proyecto dentro de los umbrales de tolerancia definidos.

## **Capítulo VI**

### **La Propuesta**

El propósito de este capítulo es presentar un plan de gestión de proyecto para integrar módulos de control del sistema automatizado de despacho de combustible mediante redes inalámbricas, como una herramienta práctica y dinámica que permita suministrar los mecanismos de evaluación y gestión basados en la metodología del PMI para proyectos. Este plan sirve como medio de consulta para las áreas de conocimiento alcance, tiempo, costo y riesgo.

#### **Título**

Plan de gestión para proyecto de integración de módulos de control mediante redes inalámbricas.

#### **Justificación**

El Plan de proyecto para integrar módulos de control del sistema automatizado de despacho de combustible mediante redes inalámbricas, servirá como directriz a los responsables de la ejecución del proyecto para adecuar la Planta Sisor - Puerto Ordaz al uso redes wlan, constituyendo una guía a ser utilizada por el equipo de trabajo para dar cumplimiento a los requisitos identificados proporcionando la estrategia para ejecutar y controlar el proyecto.

#### **Objetivo**

Proporcionar la documentación necesaria para apoyar la gestión de las actividades, recursos y entregables que conforman las fases del proyecto, en base a los objetivos logrados en el capítulo V.

## **Alcance**

Documentar y describir los planes de acción que llevará a cabo el planificador y el equipo ejecutor al logro de los objetivos del proyecto, tomando como referencia los procesos que comprende las áreas de conocimiento del definidas por el PMI 2013 para la gestión del alcance, tiempo, costos y riesgos.

Tabla 18. Plan de Gestión del Proyecto integración de módulos de control del sistema automatizado de despacho de combustible mediante redes inalámbricas en planta Sisor Puerto Ordaz

**Plan de Gestión del Proyecto integración de módulos de control del sistema automatizado de despacho de combustible mediante redes inalámbricas en planta Sisor Puerto Ordaz**

**Historial de revisiones**

| <b>Fecha</b> | <b>Versión</b> | <b>Descripción</b>                   | <b>Autor</b> |
|--------------|----------------|--------------------------------------|--------------|
| 03/09/2014   | 1.0            | Documento Plan de Gestión de Alcance | Ángel Belo   |

**Plan de Gestión de Alcance**

**1. Introducción**

La gestión del alcance es clave para asegurarse que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y solo el trabajo requerido para completar el proyecto satisfactoriamente. Gestionar el alcance implica la definición de los entregables y del trabajo que demanda la solución tecnológica a partir del análisis de expectativas y requisitos que precisan estimaciones de recursos, tiempo, costos trazas y esquemas de aprobación.

**2. Propósito**

El presente documento presenta el registro de requisitos y expectativas del proyecto a partir de las cuales se construye la estructura desagregada de trabajo y se definen mecanismos de control de alcance. A su vez, se establecen los criterios de aceptación del producto.

**3. Alcance**

La definición de los entregables y del trabajo requerido abarca todo el proyecto. Será necesario establecer la forma en que se verificarán y aprobarán los entregables completados y sistematizar como se procesarán las solicitudes de cambio de alcance en caso que las hubiere.

---

## 4. Gestión del Alcance

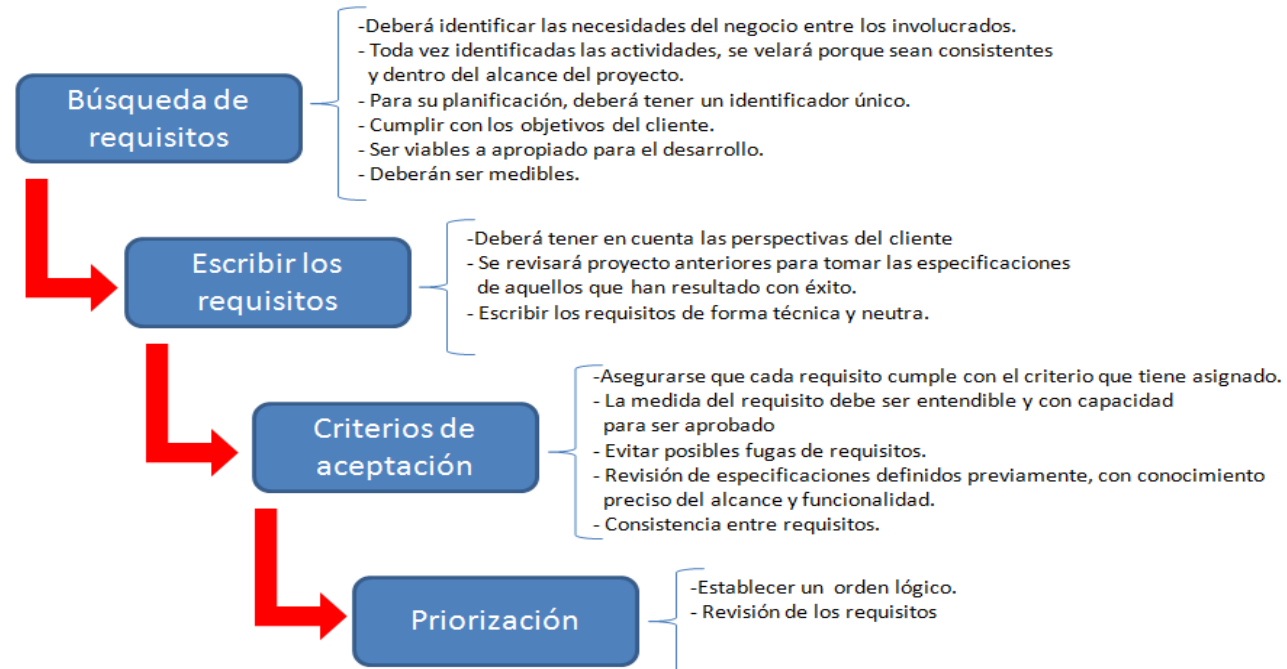
### 4.1. Plan de gestión de alcance

| Plan de gestión del Alcance |                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Enunciado del Alcance       | Se deberá conformar un equipo de trabajo que involucre al menos un interesado de cada unidad involucrada en el proyecto.                                                                              |
|                             | Mediante el uso de Acta de Constitución del Proyecto, se describirá el alcance del producto y del proyecto.                                                                                           |
|                             | Una vez validada la información anterior, se procede a detallar cada producto entregable                                                                                                              |
|                             | Se revisa y se valida la información, en caso de detectar observaciones, se devuelve al proceso anterior. El documento final de este proceso deberá contener información definitiva, precisa y firme. |
|                             | Se evalúa y revisa la información con las premisas del proyecto, ratificando condiciones de inicio o validando los cambios solicitados.                                                               |
| EDT                         | Deberá contar con la documentación para preparar la planificación detallada, en la que se garantice la codificación del proyecto y sus documentos.                                                    |
|                             | Establecer reunión con el líder del proyecto para profundizar en el objetivo general del proyecto, los objetivos específicos y del alcance.                                                           |
|                             | Analizar las subdivisiones del proyecto y concretar la estructura de la EDT.                                                                                                                          |
|                             | Someter al líder de planificación la EDT propuesta.                                                                                                                                                   |
| Producto Entregables        | Aprobar la estructura final de la EDT.                                                                                                                                                                |
|                             | Se desglosará cada entregable por actividades o tareas según el criterio de aceptación definido y entendido por las partes.                                                                           |
| Procesos de Cambio          | Mediante cifras o valores cuantificables se fijarán las bases de control para clarificar las expectativas por cumplir.                                                                                |
|                             | El equipo de proyecto, deberá establecer fechas de los cortes de control e informes de progreso, que permitan medir y evaluar los avances.                                                            |
|                             | Se presentarán dichos informes al líder del proyecto para su revisión. Se deberá recomendar acciones orientadas a mejorar el grado de definición del alcance.                                         |
|                             | Se implementará cambio una vez revisado y aprobado por el cliente.                                                                                                                                    |

---

## 4.2.Requisitos

Se parte de las reuniones iniciales para conocer las condiciones o capacidad que debe poseer o satisfacer el producto para cumplir con las especificaciones impuestas.



### 4.3. Matriz de trazabilidad de Requisitos

Para realizar seguimiento a los requisitos y conocer la afectación a los entregables en caso de cambios.

| MATRIZ DE TRAZABILIDAD |             |                          |             |         |           |         |                                    | CONTROL DE VERSIONES  |                                |                                |                        |                        |                                          |                     |                         |                             |
|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|---------|-----------|---------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------|
| PROYECTO:              |             |                          |             |         |           |         |                                    | Versión               | Hecha por                      | Revisada por                   |                        | Aprobada por           | Fecha                                    | Motivo              |                         |                             |
| DESCRIPCION:           |             |                          |             |         |           |         |                                    |                       |                                |                                |                        |                        |                                          |                     |                         |                             |
| GERENCIA:              |             |                          |             | UNIDAD: |           |         |                                    |                       |                                |                                |                        |                        |                                          |                     |                         |                             |
| ATRIBUTOS DE REQUISITO |             |                          |             |         |           |         |                                    |                       |                                |                                |                        | TRAZABILIDAD ASOCIADA  |                                          |                     |                         |                             |
| CÓDIGO                 | DESCRIPCIÓN | SUSTENTO DE SU INCLUSIÓN | PROPIETARIO | FUENTE  | PRIORIDAD | VERSIÓN | ESTADO ACTUAL (AC, CA, DI, AD, AP) | FECHA DE CUMPLIMIENTO | NIVEL DE ESTABILIDAD (A, M, B) | GRADO DE COMPLEJIDAD (A, M, B) | CRITERIO DE ACEPTACION | OBJETIVOS DEL PROYECTO | ALCANCE DEL PROYECTO /ENTREGABLE DEL WBS | DISEÑO DEL PRODUCTO | DESARROLLO DEL PRODUCTO | REQUERIMIENTO DE ALTO NIVEL |
| R01                    |             |                          |             |         |           |         |                                    |                       |                                |                                |                        |                        |                                          |                     |                         |                             |
| R02                    |             |                          |             |         |           |         |                                    |                       |                                |                                |                        |                        |                                          |                     |                         |                             |
| R03                    |             |                          |             |         |           |         |                                    |                       |                                |                                |                        |                        |                                          |                     |                         |                             |
| R04                    |             |                          |             |         |           |         |                                    |                       |                                |                                |                        |                        |                                          |                     |                         |                             |
| R05                    |             |                          |             |         |           |         |                                    |                       |                                |                                |                        |                        |                                          |                     |                         |                             |
| R06                    |             |                          |             |         |           |         |                                    |                       |                                |                                |                        |                        |                                          |                     |                         |                             |
| R07                    |             |                          |             |         |           |         |                                    |                       |                                |                                |                        |                        |                                          |                     |                         |                             |
| R08                    |             |                          |             |         |           |         |                                    |                       |                                |                                |                        |                        |                                          |                     |                         |                             |
| R09                    |             |                          |             |         |           |         |                                    |                       |                                |                                |                        |                        |                                          |                     |                         |                             |
| R10                    |             |                          |             |         |           |         |                                    |                       |                                |                                |                        |                        |                                          |                     |                         |                             |

### 4.4. Definición del Alcance

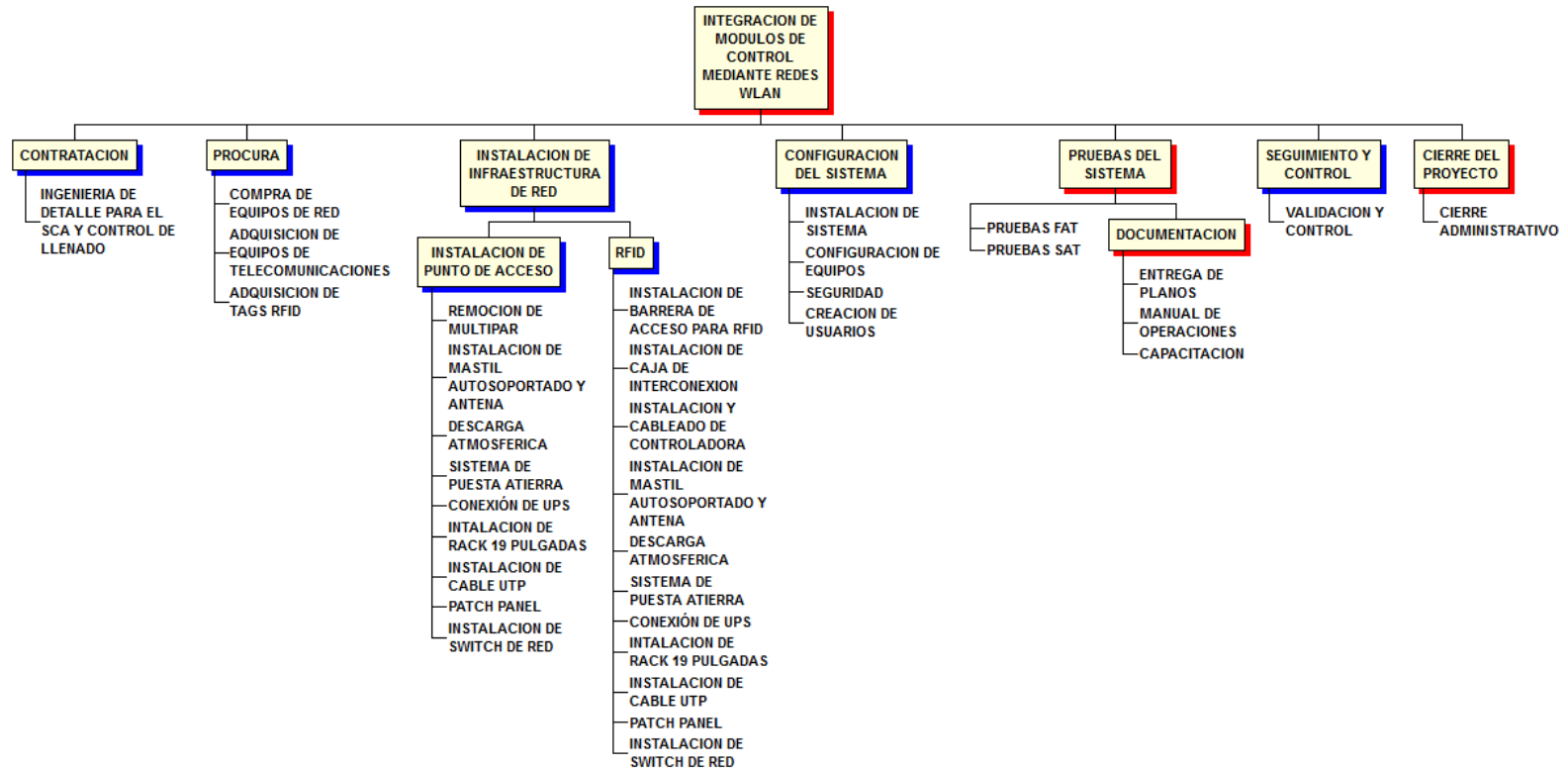
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descripción del alcance del producto | Se requiere interconexión de los módulos de control del sistema automatizado de despacho de combustible mediante redes inalámbricas en zonas que cubre un perímetro 2 hectáreas, se identifican tres puntos de interés, sala de control, la caseta de halado N° 6, y la caseta de vigilancia. Con ello se busca aumentar la tasa de transferencia de datos de estos sitios remotos, así como, manejar otros procesos vitales que provean información en tiempo real. |
| Criterios de Aceptación              | Los equipos a ser adquiridos serán de tecnología inalámbrica de avanzada y arquitectura abierta, los cuales deberán proveer conectividad bajo un esquema de 7x24 los 365 días del                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | <p>año, además de facilitar la integración con los equipos existentes y nuevos bajo las condiciones ambientales del entorno y satisfacer la clasificación del área donde serán instalados. Se acceso seguro y privado para los usuarios registrados, pudiendo ser accedidos desde cualquier instalación que este en la WAN de la empresa.</p> <p>Pruebas de certificación de red.</p> <p>Pruebas FAT y SAT.</p>                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Entregables   | <p>Elaborar informe de Diagnóstico de la red y componentes de infraestructura del sistema automatizado de despacho de combustible en planta SISO Puerto Ordaz, el cual permita conocer con mayor detalle sus componentes, disposición y funcionalidad.</p> <p>Diseño de la infraestructura tecnológica inalámbrica que permita a los módulos de control SCA Registro de Transporte y Control de llenado del SCLI cumplir con los servicios requeridos para una habilitación total.</p> <p>Planes de gestión de alcance, tiempo, costo y riesgo que definan las actividades necesarias para el cumplimiento de los productos entregables y objetivos del proyecto.</p> |
| Exclusiones   | Modificaciones al código fuente de la aplicación del SCLI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Restricciones | <p>En ningún momento se deberán detener los procesos propios de la planta.</p> <p>Las velocidades de conexión deberán ser consistentes en el módulo Control de Llenado.</p> <p>Componente del sistema propuesto en dólares.</p> <p>Se debe preparar la documentación referida al manejo del cambio y el control de cambio antes de implementar la solución.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Supuestos     | <p>La carga de los nuevos equipos será soportada por el UPS de la Planta.</p> <p>Todo el sistema de descargas atmosférica será conectado a la puesta a tierra de la planta</p> <p>Se usará la base instalada de la barrera de control de acceso</p> <p>Se dispondrá de una programación para la intervención de los computadores de flujo en cada isla de llenado</p> <p>Se proveerá la Base de Datos de Unidades Cisternas por parte del personal de la Empresa Nacional de Transporte de la planta.</p>                                                                                                                                                             |

---

#### 4.5. Estructura Desagregada de Trabajo

La EDT del proyecto se construye identificándose primeramente los principales entregables. Se procede con la descomposición del entregable en paquetes de trabajo. Se usa herramienta WBS Chart Pro, pues permite una fácil diagramación.



---

#### 4.6. Validación del Alcance

Concluido la elaboración de cada entregable, se presenta para aprobar o presentar las observaciones del caso.

| Nombre del Proyecto                           |            |                    |      |
|-----------------------------------------------|------------|--------------------|------|
| Generalidades de la actividad                 |            | ID:                | EDT: |
| N° de Reunión:                                | Disciplina |                    |      |
| Nombre la Actividad:                          |            | Fecha de revisión: |      |
|                                               |            |                    |      |
| Actividades revisadas:                        |            |                    |      |
|                                               |            |                    |      |
|                                               |            |                    |      |
|                                               |            |                    |      |
| Actividades que deben modificarse:            |            | Respon.            |      |
|                                               |            | Respon.            |      |
|                                               |            | Respon.            |      |
|                                               |            | Respon.            |      |
| Observaciones                                 |            |                    |      |
| Lecciones Aprendidas                          |            |                    |      |
| Personas responsables de efectuar la revisión |            |                    |      |
| Firma autorizada:                             |            |                    |      |

---

#### 4.7.Control del Alcance

Se verifica que el entregable cumpla con lo acordado en la línea base del alcance. Se valoran los cambios solicitados. Si el entregable es aprobado para modificación, es enviado al Cliente, pero si el entregable no es aprobado, el entregable es devuelto a su responsable junto con una hoja de correcciones, donde se señala cuales son las correcciones o mejoras que se deben hacer. De lograrse la aceptación del Cliente y de tratarse de un entregable muy importante , se requerirá la firma de un acta de aceptación del entregable.

|                                                |                                                                         |                |                           |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|
| Proyecto:                                      |                                                                         |                |                           |
| Fase:                                          |                                                                         | N° de proyecto |                           |
| <b>SOLICITUD DE CAMBIO</b>                     |                                                                         |                |                           |
| <b>1 INTRODUCCION</b>                          |                                                                         |                |                           |
|                                                |                                                                         |                |                           |
| <b>2 DETALLE DEL CAMBIO</b>                    |                                                                         |                |                           |
| N° de solicitud                                |                                                                         |                |                           |
| Fecha:                                         |                                                                         |                |                           |
| Descripción de cambio                          |                                                                         |                |                           |
| Justificación                                  |                                                                         |                |                           |
| <b>3 IMPACTOS DEL CAMBIO</b>                   |                                                                         |                |                           |
| A. Tiempo                                      |                                                                         |                |                           |
| B. Costo                                       |                                                                         |                |                           |
| C. Recursos                                    |                                                                         |                |                           |
| <b>4 RIESGOS DEL CAMBIO</b>                    |                                                                         |                |                           |
| Posibles riesgos de no llevar a cabo el cambio |                                                                         |                |                           |
| Posibles riesgos generados por el cambio       |                                                                         |                |                           |
| Entregables impactados                         |                                                                         |                |                           |
| Impacto en otros proyectos                     |                                                                         |                |                           |
| Impacto en otros proyectos                     |                                                                         |                |                           |
| <b>5 APROBACION</b>                            |                                                                         |                |                           |
|                                                | Aprobacion                                                              | Fecha          | Nombre y firma autorizada |
| Solicitud:                                     | <input type="checkbox"/> Aprobado<br><input type="checkbox"/> Rechazado |                |                           |
| Comentarios:                                   |                                                                         |                |                           |

**1. Introducción**

La gestión del tiempo es vital para lograr el cumplimiento del proyecto en el plazo establecido. Gestionar el tiempo implica determinar las actividades, relación, duración, recursos, fijando hitos y puntos de control

**2. Propósito**

El presente documento presenta la programación de todas las actividades de la solución tecnológica plasmadas en el cronograma de trabajo del proyecto. Para cada actividad se declara su secuenciación, estimación de recursos, duración y estrategias de control.

**3. Alcance**

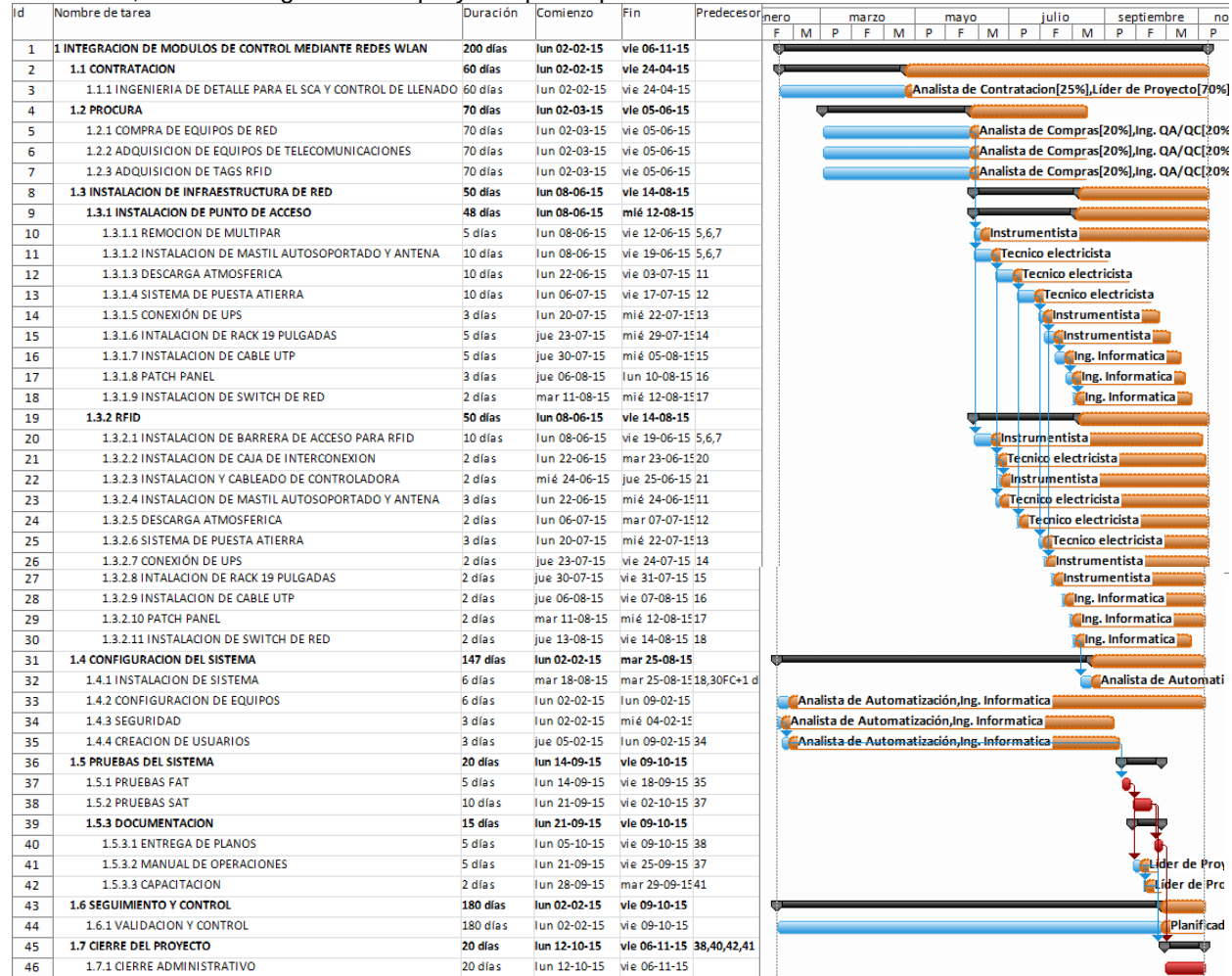
La determinación de las actividades abarca todas las fases del proyecto. Será necesario durante el desarrollo del proyecto monitorear la situación del mismo, registrar tiempos reales y monitorear el desempeño para detectar variaciones.

**4. Gestión del Tiempo****4.1. Cronograma del Proyecto**

Partiendo de la identificación y la secuencia de actividades, la red del proyecto, la estimación de recursos y duraciones, se obtiene toda la información necesaria para elaborar el cronograma del proyecto. Usando Ms Project se debe:

- Cargar los entregables del proyecto.
  - Ingresar las actividades y propiedades de los entregables del proyecto.
  - Ingresar las actividades repetitivas del proyecto, y los hitos.
  - Definir el calendario del proyecto.
  - Asignar los recursos de las actividades.
  - Secuenciar las actividades y los entregables del proyecto.
-

Al concluir, se envía al gerente del proyecto para aprobación



## 4.2. Control del Cronograma

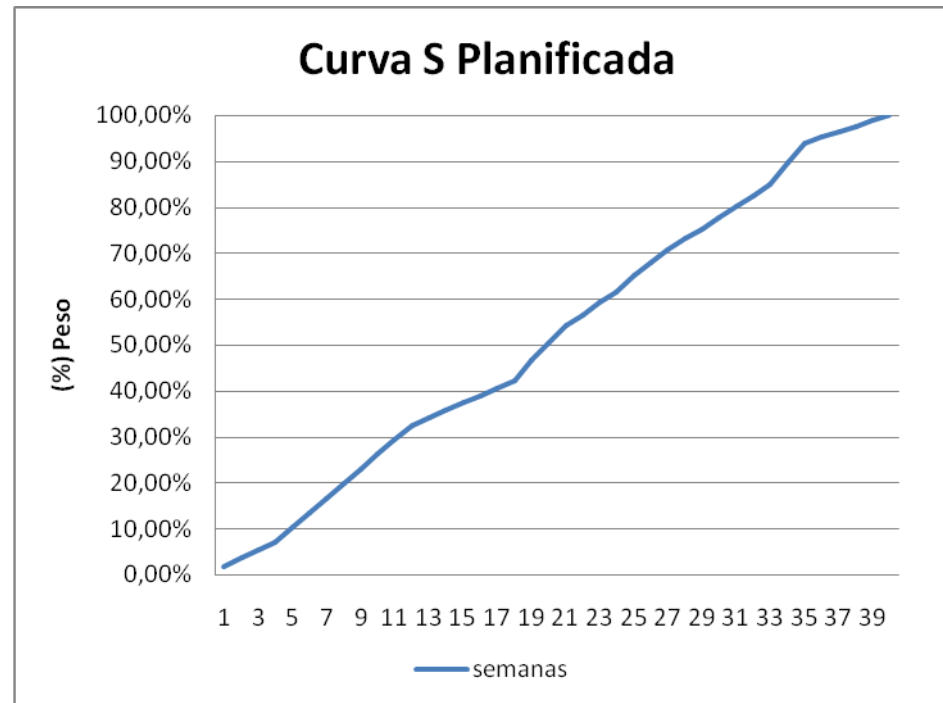
Para conocer el rendimiento del trabajo realizado y de la gestión del proyecto, se ha de presentar informes para controlar el schedule del proyecto. Ante la aprobación de una solicitud de cambio presentada, se hacen las modificaciones aprobadas o si fuera el caso se hace la replanificación del proyecto.

| Análisis de progreso físico |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
|-----------------------------|------|--------------|------|-----|--------|------|-----|-----------------|-------|--------|-----------------|-------|--------|
| Actividad                   |      | Progreso (%) |      |     | Aporte |      |     | Aporte Atrasado |       |        | Aporte Adelanto |       |        |
| Descripción                 | Peso | Prog.        | Real | Var | Prog.  | Real | Var | Neto            | %Área | %Total | Neto            | %Área | %Total |
| Fase I                      |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Civil                       |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Mecánica                    |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Instrumentación             |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Electricidad                |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Telecomunicaciones          |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Fase II                     |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Civil                       |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Mecánica                    |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Instrumentación             |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Electricidad                |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Telecomunicaciones          |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Fase III                    |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Civil                       |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Mecánica                    |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Instrumentación             |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Electricidad                |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| Telecomunicaciones          |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |
| TOTAL                       |      |              |      |     |        |      |     |                 |       |        |                 |       |        |

---

#### 4.3. Curva S Planificada de Tiempo

Se usa la curva S para establecer la línea base del desempeño esperado del proyecto. Permite comparar el avance real vs el avance planificado, con el propósito de establecer las desviaciones del proyecto y tomar acciones correctivas.



**1. Introducción**

La gestión de costos proyecta los costos de la solución tecnológica a fin de asegurar que el proyecto se complete dentro del presupuesto aprobado y se disponga de la información pertinente. Gestionar el costo implica desarrollar la estimación de recursos económicos asociados a cada actividad del proyecto de acuerdo a categorías, sumar los costos asociados estimados de las actividades, que luego se utilizará para la revisión del rendimiento del proyecto.

**2. Propósito**

El presente documento presenta el análisis de costos del proyecto, por cada recurso requiriéndose determina el costo asociado y se definen estrategias de control.

**3. Alcance**

El análisis de costos cubre todas las fases del proyecto. Será necesario durante el desarrollo del proyecto monitorear la situación del proyecto, registrar costos reales incurridos y monitorear el desempeño de los costos para detectar variaciones.

**4. Gestión de Costos****4.1. Estimación de Costos**

La estimación de costos del proyecto requirió estimación por orden de magnitud de -15% al 25%, siendo requerido para el definitivo -5% al 10%. Se realiza bajo la modalidad horas hombres el uso del recurso humano, cuyo sistema de presentación es semanal. Los recursos materiales de tener un componente en dólares, deben ser presentados ante la unidad correspondiente y formalizado en el presupuesto anual.

---

#### 4.2. Estimación del Presupuesto

| ESTIMADO DE COSTOS<br>"TOTALIZACIÓN DE CÓMPUTOS"                    |        |          |          |              |                             |  |
|---------------------------------------------------------------------|--------|----------|----------|--------------|-----------------------------|--|
| INTEGRACION DE MODULOS DE CONTROL MEDIANTE REDES INALAMBRICAS       |        |          |          |              |                             |  |
| Renglón                                                             | Unidad | Cantidad | P.U. Bs. | Costo<br>Bs. | Sub.-Total<br>Renglón (Bs.) |  |
| 1. LABOR PROPIA                                                     |        |          |          | 421.460,96   | 421.460,96                  |  |
| 2. SERVICIOS CONTRATADOS                                            |        |          |          | 234.930      | 234.930                     |  |
| 3. PROCURA DE MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARE NACIONALES/IMPORTACIÓN |        |          |          | 1.397.548    | 1.397.548                   |  |
| 4. CONSTRUCCIÓN DE OBRAS E INSTALACIÓN                              |        |          |          | 313.190      | 313.190                     |  |
| TOTALES                                                             |        |          |          | 2.367.128,96 | 2.367.128,96                |  |

#### 4.3. Control de Costos

El equipo de proyecto emite un reporte semanal informando los entregables realizados y el porcentaje de avance. De esta manera se actualiza el estado del proyecto, y se emite el Informe semanal del performance del proyecto. El coste del proyecto puede tener una variación de +/- 5 % del total planeado.



|                         |  |
|-------------------------|--|
| ID PROYECTO:            |  |
| Fecha inicial proyecto: |  |
| Fecha final a reportar: |  |
| Fecha final proyecto:   |  |

[illegible]

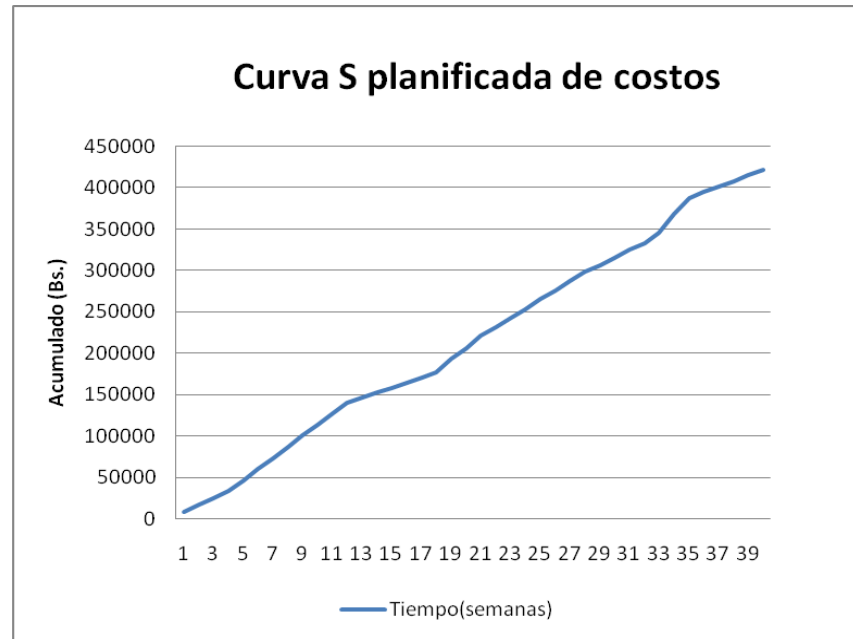
|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Costo total presupuestado BAC |  |
|-------------------------------|--|

| Indíces de desempeño                                                   | Valor | Indíces de desempeño                           | Valor |
|------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------|-------|
| Índice de rendimiento de los costos del proyecto CPI                   |       | Estimación de costo para completar ETC (1)     |       |
| Índice de rendimiento del cronograma del proyecto SPI                  |       | Estimación de costo para completar ETC (2)     |       |
| Índice de desempeño PI                                                 |       | Varianza al completar VAC (1)                  |       |
| Estimación de costo al completar EAC (1)<br>(Sin acciones correctivas) |       | Varianza al completar VAC (2)                  |       |
| Estimación de costo al completar EAC (2)<br>(Con acciones correctivas) |       | Índice de desempeño hasta la conclusión (TCPI) |       |

---

#### 4.4. Curva S Planificada de Costos

Se usa la línea base del costo, como línea base del costo del proyecto, sin incluir las reservas de contingencia.



**1. Introducción**

La gestión de riesgos es un factor crítico para consecución del éxito del proyecto avistado en términos de cumplimiento de tiempo, costo, alcance y calidad. Gestionar el riesgo implica la identificación y el análisis por adelantado de los riesgos potenciales que puedan afectar el desarrollo de la solución tecnológica y con ello concertar las acciones de contingencia adecuadas.

**2. Propósito**

El presente documento presenta el análisis de los riesgos identificados. Para cada riesgo declarado se valoran los efectos y se definen estrategias de control.

**3. Alcance**

El análisis de riesgos cubre todas las fases del proyecto. Será necesario durante el desarrollo del proyecto revisar y actualizar los registros de riesgos en caso de que se detecten nuevos eventos.

**4. Gestión del Riesgo****4.1. Plan de Respuesta a Riesgos**

| Cod | Descripción del Riesgo                | Evaluación del Riesgo | Responsable del Riesgo | Estrategia de Respuesta | Medida Establecida                                                                | Plan de Contingencia                                                          | Responsable de la Respuesta |
|-----|---------------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| R01 | Falta de capacidad técnica del equipo | 0,04                  | Líder del proyecto     | Mitigación              | Supervisión periódica de labores                                                  | Sustitución de integrantes del equipo según plan de relevo predefinido        | Líder del proyecto          |
| R02 | Falta o poca liquidez de la empresa   | 0,12                  | Administración         | Mitigación              | Establecimiento de flujo de desembolso. Iniciar proyecto con presupuesto aprobado | Requerimientos de recursos adicionales previo al agotamiento de las partidas. | Gerencia cliente            |

|     |                                                            |      |                            |                          |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                 |                     |
|-----|------------------------------------------------------------|------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| R03 | Cambios en el alcance                                      | 0,2  | Cliente- Líder de proyecto | Mitigación               | Definición de los entregables al inicio del proyecto                                                                                                     | Aplicación de medidas de definición del alcance previamente discutidas que no comprometan el objetivo del proyecto              | Líder del proyecto  |
| R04 | Condiciones climatológicas adversas                        | 0,1  | Causa externa              | Aceptación               | Establecimiento de un plan de actividades que se puedan realizar dentro de instalaciones seguras                                                         | Ejecución de tareas en lugares no afectados por el clima. Aplicación de cambios en el cronograma                                | Líder del proyecto  |
| R05 | Ausentismo                                                 | 0,02 | Equipo del proyecto        | Mitigación               | Proceder de acuerdo a las políticas de sanciones                                                                                                         | Sustitución de integrantes del equipo según plan de relevo predefinido                                                          | Líder del proyecto  |
| R06 | Robos y vandalismo                                         | 0,02 | Causa externa              | Transferencia Mitigación | Afianzamiento de vigilancia. Contratación de póliza de seguros. Revisión periódica de inventarios                                                        | Aplicar plan extraordinario de reposición de faltantes con proveedores previamente seleccionados según se requiera              | PCP                 |
| R07 | Atrasos en la entrega de materiales y equipos              | 0,2  | Proveedor                  | Mitigación               | Establecer medidas de seguimiento en los contratos de suministros.                                                                                       | Aplicar plan extraordinario de reposición de faltantes con proveedores previamente seleccionados según se requiera              | Analista de Compras |
| R08 | Aumento de los costos de los insumos                       | 0,28 | Proveedor                  | Transferencia            | Considerar contractualmente los aumentos. Incluir partida de reserva para aumentos de costos no previstos                                                | Requerimientos de recursos adicionales previo al agotamiento de las partidas.                                                   | Líder del proyecto  |
| R09 | Equipos incongruentes con las especificaciones solicitadas | 0,08 | Proveedor                  | Mitigación               | Plan de revisión de insumos para su debida aceptación. Incluir cláusulas de reposición de suministros no conformes                                       | Aplicar plan extraordinario de reposición de faltantes o rechazados con proveedores previamente seleccionados según se requiera | Líder del Proyecto  |
| R10 | Incendios                                                  | 0,04 | Equipo del proyecto        | Transferencia            | Aplicar plan de seguridad industrial. Contratación de pólizas de seguro                                                                                  | Aplicar plan extraordinario de reposición de faltantes según se requiera                                                        | Líder del proyecto  |
| R11 | Huelgas / Problemas Sindicales /Contrataciones Colectivas  | 0,12 | Causa externa              | Mitigación               | Comunicación con los dirigentes Sindicales.                                                                                                              | Solicitar intervención persuasiva de las autoridades locales y regionales                                                       | Líder del proyecto  |
| R12 | Inflación                                                  | 0,18 | Causa externa              | Mitigación / Aceptación  | Evaluar informes sobre las proyecciones de la inflación durante el periodo del Proyecto. Incluir partida de reserva por inflación superior a lo previsto | Requerimientos de recursos adicionales previo al agotamiento de las partidas.                                                   | Líder del proyecto  |

|     |                                                         |      |                     |                         |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                |                          |
|-----|---------------------------------------------------------|------|---------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| R13 | Fluctuaciones de la moneda (tasa de cambio)             | 0,08 | Causa externa       | Mitigación / Aceptación | Evaluar informes sobre el entorno económico durante el periodo de ejecución del proyecto. Incluir partida de reserva por fluctuaciones                       | Requerimientos de recursos adicionales previo al agotamiento de las partidas.                                                  | Líder del proyecto       |
| R14 | Atrasos en las Contrataciones                           | 0,1  | Gerente de Proyecto | Evitar                  | Establecimiento de un plan de adquisiciones. Evaluación periódica del proceso de adquisiciones                                                               | Aplicar plan extraordinario de reposición de faltantes con proveedores previamente seleccionados según se requiera             | Analista de Contratación |
| R15 | Elevado índice de accidentes laborales                  | 0,02 | Equipo del Proyecto | Evitar                  | Aplicar las políticas de seguridad ocupacional establecidas.                                                                                                 | Involucrar a un experto de seguridad laboral.                                                                                  | Líder del proyecto       |
| R16 | Fallas de comunicación                                  | 0,06 | Equipo del proyecto | Evitar                  | Establecimiento de un plan de comunicaciones. Evaluación periódica del proceso de comunicación                                                               | Consolidación de los canales de comunicación, establecer estrategias de comunicación                                           | Líder del Proyecto       |
| R17 | Especificaciones deficientes                            | 0,08 | Gerente de Proyecto | Mitigación              | Revisión por responsables de Ingeniería de toda la documentación.                                                                                            | Convocatoria oportuna del equipo de dirección del proyecto con los interesados para concertar respuestas oportunas y efectivas | Gerente del proyecto     |
| R18 | Incumplimiento de los protocolos de monitoreo y control | 0,04 | Equipo del Proyecto | Mitigación              | Establecer un plan de monitoreo y control                                                                                                                    | Sustitución de integrantes del equipo según plan de relevo predefinido                                                         | Líder del Proyecto       |
| R19 | Error en el Diseño                                      | 0,08 | Equipo del Proyecto | Mitigación              | Revisión por responsables de Ingeniería de toda la documentación. Comunicación oportuna para corregir deficiencias. Aplicación eficaz del control de cambios | Convocatoria oportuna del equipo del proyecto con los interesados para concertar respuestas oportunas y efectivas              | Líder del proyecto       |
| R20 | Inadecuada definición del proyecto                      | 0,08 | Líder del Proyecto  | Mitigación              | Revisión por responsables de Ingeniería de toda la documentación. Comunicación oportuna para corregir deficiencias. Aplicación eficaz del control de cambios | Convocatoria oportuna del equipo del proyecto con los interesados para concertar respuestas oportunas y efectivas              | Líder del proyecto       |
| R21 | Retrasos en el proceso de procura de equipos            | 0,2  | Equipo del Proyecto | Mitigación              | Establecer medidas de seguimiento en los contratos de suministros.                                                                                           | Aplicar plan extraordinario de procura de equipos                                                                              | Analista de Compras      |

|     |                                                                                   |     |      |                         |         |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                |                          |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|------|-------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| R22 | Equipos defectuosos                                                               |     | 0,08 | Proveedor               | Evitar  | Plan de revisión de insumos para su debida aceptación. Incluir cláusulas de reposición de suministros no conformes                                       | Aplicar plan extraordinario de reposición de faltantes o rechazados con proveedores previamente seleccionados según se requiera                | Líder del Proyecto       |
| R23 | Conexiones erróneas                                                               |     | 0,24 | Equipo del proyecto     | Evitar  | Verificar el nivel técnico de los ejecutores                                                                                                             | Capacitación técnica al personal ejecutor                                                                                                      | Líder del Proyecto       |
| R24 | Ingeniería inadecuada, incompleta defectuosa                                      | o   | 0,04 | Líder del Proyecto      | Mitigar | Evaluar requerimiento, revisar diseño, evaluar contratos                                                                                                 | Convocatoria oportuna del equipo del proyecto con los interesados para concertar respuestas oportunas y efectivas                              | Líder del proyecto       |
| R25 | Perdida de información                                                            | de  | 0,08 | Equipo del proyecto     | Evitar  | Aplicación de Políticas y estándares de Seguridad Informática, backups de software base, bases de datos en servidores, pruebas periódicas de los backups | Implementación de plan de recuperación de información.                                                                                         | Líder del Proyecto       |
| R26 | Incumplimiento de contratos                                                       | de  | 0,12 | Proveedor / Contratista | Mitigar | Implementación de anticipos y resto al término del contrato                                                                                              | Establecer contratos con cláusulas de penalización / recompensas                                                                               | Analista de Contratación |
| R27 | Incompatibilidad de equipos y/o sistemas                                          | y/o | 0,08 | Equipo del proyecto     | Mitigar | Evaluar especificaciones y requerimientos                                                                                                                | Preparación para la ejecución antes de iniciar la implementación                                                                               | Ing. QA/QC               |
| R28 | Recursos humanos o económicos no disponibles en su momento                        |     | 0,12 | Equipo del proyecto     | Mitigar | Establecimiento de un plan de recursos del proyecto. Seguimiento de la incorporación y desincorporación de recursos                                      | Aplicación de plan extraordinario de reposición de recursos faltantes y Sustitución de integrantes del equipo según plan de relevo predefinido | Líder del Proyecto       |
| R29 | Daños en equipos                                                                  |     | 0,08 | Equipo del proyecto     | Mitigar | consideraciones sobre restricciones operativas, mantenimiento preventivo y correctivo, repuestos, ingeniería                                             | Formación y adiestramiento para la implementación                                                                                              | Líder del Proyecto       |
| R30 | Mayor costo del estimado por cambios en las condiciones de equipos y herramientas |     | 0,04 | Administración          | Mitigar | Realizar análisis de variabilidad de costos                                                                                                              | Aplicar plan extraordinario de procura.                                                                                                        | Estimador de Costo       |
| R31 | Problemas mecánicos /eléctricos en los elementos de                               |     | 0,12 | Equipo del proyecto     | Evitar  | Evaluar tecnologías y fabricantes para sustitución de partes                                                                                             | Incorporación de personal calificado para cada una de las acciones de acuerdo con la experiencia requerida para resolver cada problema en      | Líder del Proyecto       |

|     |                                                                 |      |                     |            |                                                                                        |                                                                                                                            |                          |
|-----|-----------------------------------------------------------------|------|---------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|     | automatización, obras e instalaciones                           |      |                     |            |                                                                                        | particular                                                                                                                 |                          |
| R32 | Dificultad para la obtención de la confiabilidad requerida      | 0,24 | Equipo del proyecto | Mitigar    | Pruebas de confiabilidad                                                               | Aplicación de ingeniería de confiabilidad, ingeniería concurrente , redefiniciones de redundancia                          | Líder del Proyecto       |
| R33 | Problemas asociados a la modalidad y estrategia de contratación | 0,04 | Administración      | Mitigar    | Adecuada evaluación del proceso                                                        | Involucrar expertos                                                                                                        | Analista de Contratación |
| R34 | Construcciones defectuosas                                      | 0,02 | Equipo del proyecto | Transferir | Efectuar contratación de construcciones                                                | Asesoría externa                                                                                                           | Líder del Proyecto       |
| R35 | Programación no realista / Estimaciones inadecuadas             | 0,07 | Líder de Proyecto   | Mitigar    | Evaluar la viabilidad del plan del proyecto                                            | Involucrar expertos                                                                                                        | Planificador             |
| R36 | Problemas con las pruebas de aceptación en fábrica y en sitio   | 0,12 | Equipo del proyecto | Mitigar    | Establecimiento de un Plan de Pruebas, definición de protocolos                        | Planteamiento de todas las deficiencias o errores, evaluación del resultado de las pruebas, involucrar a usuarios expertos | Líder del Proyecto       |
| R37 | Deficiencia en la aplicación de normativas y procedimientos     | 0,01 | Equipo del proyecto | Evitar     | Advertencias y/o llamadas de atención sobre el cumplimiento de normas y procedimientos | Amonestaciones                                                                                                             | Líder de Proyecto        |
| R38 | Comunicaciones efectivas                                        | 0,25 | Equipo del proyecto | Explotar   | Facilitación de métodos de comunicación, sistemas de gestión de información            | Potenciar habilidades interpersonales                                                                                      | Líder de Proyecto        |
| R39 | Óptima Integración Tecnológica                                  | 0,35 | Equipo del proyecto | Explotar   | Precisar acciones, cambios, prioridades, decisiones, objetivos                         | Referencia de lecciones aprendidas, transferencia de tecnología, know how                                                  | AIT                      |
| R40 | Procesos e implementaciones de alta tecnología y eficiencia     | 0,25 | Equipo del proyecto | Aumentar   | Potenciar procesos tecnológicos                                                        | Aplicación de Planes de Formación Profesional                                                                              | AIT                      |

Gerente del proyecto

Gerente del proyecto

Gerente del proyecto

---

## 4.2. Control de Riesgos

El equipo de proyecto presenta un formato que permita alimentar el plan de riesgos generado

| Responsable | Fecha Inicio | Estado | Observaciones |
|-------------|--------------|--------|---------------|
|             |              |        |               |
|             |              |        |               |
|             |              |        |               |
|             |              |        |               |
|             |              |        |               |
|             |              |        |               |

**Responsable:** Persona o personas asignadas a la implantación de las acciones de respuesta a los riesgos materializados

**Fecha Inicio:** Fecha en la cual se materializó el riesgo

**Estado:** Estado Actual del Riesgo y de las Acciones Preventivas y/o Correctoras.

**Observaciones:** Descripción de las observaciones encontradas para este riesgo (opcional).

## 4.3. Formato para la Reevaluación de Riesgos

| Cod | Calificación del riesgo |         | Evaluación del Riesgo | Nueva calificación |         | Nueva Evaluación | Estrategia de Respuesta | Acciones | Responsables |
|-----|-------------------------|---------|-----------------------|--------------------|---------|------------------|-------------------------|----------|--------------|
|     | Probabilidad            | Impacto |                       | Probabilidad       | Impacto |                  |                         |          |              |
|     |                         |         |                       |                    |         |                  |                         |          |              |
|     |                         |         |                       |                    |         |                  |                         |          |              |
|     |                         |         |                       |                    |         |                  |                         |          |              |
|     |                         |         |                       |                    |         |                  |                         |          |              |
|     |                         |         |                       |                    |         |                  |                         |          |              |

---

## **Capítulo VII**

### **Evaluación del Proyecto**

La propuesta desarrollada en esta investigación “plan de proyecto para integrar módulos de control del sistema automatizado de despacho de combustible mediante redes inalámbricas” se conformó en tres objetivos, los cuales han sido cubiertos, generando así los discernimientos necesarios para el establecimiento de dicho plan. Se presenta en esta sección la evaluación y lecciones aprendidas del proyecto.

#### **Evaluación**

Los objetivos definidos para la investigación fueron cumplidos a través del enfoque y la aplicación de las técnicas y procedimientos precisados en el marco metodológico. Los resultados obtenidos procedieron ser coherentes con los productos esperados definidos en la operacionalización de las variables. El objetivo general se alcanzó mediante el desarrollo de los objetivos específicos.

A partir del primer objetivo específico “Diagnosticar la infraestructura de red del sistema automatizado de despacho de combustible en planta SISOOR Puerto Ordaz, se pudo conocer la situación actual del caso de estudio, se obtuvieron la características de la plataforma de red, los requerimientos técnicos de la solución, las expectativas de los interesados y el registro de requisitos mediante revisión documental observación y entrevistas al personal. Se presentaron los datos en síntesis y esquemas. Este objetivo constituye insumo para el segundo objetivo específico.

El segundo objetivo específico se logró al definir diseño de la infraestructura tecnológica para la integración de los módulos de control del SCLI a través de la determinación de las características de la plataforma de red, la definición de la

topología de red, el diseño de la solución técnica, la descripción y especificación de un sistema RFID con acceso a redes WLAN y la puntualización de las especificaciones técnicas de los equipos a utilizar, para ello se recurrió a la revisión documental, se estudiaron los procesos, y haciendo uso de la experiencia del autor, se diseñaron soluciones, se evaluaron alternativas y se elaboraron diagramas para representar el diseño. Al elaborar el diseño se logra conceptualizar el proyecto para la integración de los módulos de control del sistema automatizado de despacho de combustible mediante redes wlan.

De la información ganada en el objetivo 1 y 2 y tomando como base el análisis de los procesos del PMBOK, se elaboraron los planes de gestión de alcance, tiempo, costos y riesgos del proyecto. A este respecto, para la elaboración del Plan de gestión de alcance se elaboró Project Charter, se recopilaron requisitos, se definió el alcance, se creó la estructura desagregada de trabajo (EDT) y se determinó como validar y controlar el alcance. Se aplicó la técnica de descomposición, juicio de expertos, reuniones, análisis de documentos, entrevistas, inspecciones y análisis de variaciones.

Para la elaboración del Plan de gestión del Tiempo se tomó como base la EDT generada en el plan de gestión del alcance, se definió la lista de actividades necesarias para lograr la ejecución del proyecto, sus recursos, relaciones y secuenciación, se determinaron las estimaciones de tiempo para cada actividad, con lo que se construyó el cronograma de actividades del proyecto, se referenció la línea base del tiempo que se utilizará para la aplicación de los controles durante la ejecución del proyecto. Se aplicó juicio de expertos, reuniones, determinación de dependencias, estimación análoga, software de gestión de proyectos MS Project y formatos de revisiones de desempeño.

Para la elaboración del plan de gestión de costos, de la definición del equipo del proyecto, recursos y del cronograma del proyecto se determinaron los costos asociados a cada elemento y se calcularon los costos del proyecto, se referenció la línea base de costos que se utilizará para la aplicación de los controles durante la ejecución del proyecto. Se aplicó juicio de expertos, reuniones, estimación análoga, técnicas analíticas, históricos, costos agregados y formatos de revisiones de desempeño.

Para la elaboración del Plan de gestión de riesgos, se identificaron los posibles riesgos para cada actividad, una vez identificados se analizaron cualitativamente para asignar valores de probabilidad-ocurrencia y valores numéricos respectivamente. En base a la experiencia de expertos consultados, se asignaron valores de probabilidad de concurrencia e impacto, se utilizaron definiciones de acciones para evitar, transferir o mitigar riesgos, matrices de probabilidad e impacto. Los elementos se consolidaron en tablas resumen para su apreciación

### **Lecciones Aprendidas**

- El plan de proyecto constituye un elemento clave en el éxito del proyecto siempre que el equipo comprenda y relacione la situación actual del entorno, los planteamientos establecidos, tenga la capacidad técnica de poner en marcha el proyecto y mantenga una buena comunicación entre los diferentes niveles.
- Un plan de proyecto no siempre resulta perfecto e infalible, es posible que durante su ejecución se presenten situaciones que se tendrán que solventar, por lo cual se debe tener en consideración eventos probables de ocurrir. En este sentido el análisis y planificación de riesgos deberá contemplar aquellos eventos que pudieran presentarse con algún impacto en el proyecto, tanto negativo como positivo y que por lo tanto pudiese alterar la secuencia de actividades y/o los recursos previstos.

- Identificar a los interesados del proyecto permitió visualizar y documentar los requerimientos reales del proyecto y asentar expectativas.
- El desarrollo del plan requiere de trabajo con los distintos interesados del proyecto. Involucrar al que sabe para ofrecer soluciones y estimaciones es fundamental en el contexto de vinculación de capacidades y el nivel de madurez en gerencia de proyectos de PDVSA.

## **Conclusiones**

El conocimiento adquirido en la gestión de proyectos resulta motivante porque permite ampliar el desarrollo profesional y comprender la realidad de los proyecto en una organización. El desarrollo de la metodología propuesta para administrar proyectos que dicta el PMI, es una referente que contempla aspectos de conceptos que permiten gestionar gran variedad de proyectos.

En este trabajo especial de grado se ha mostrado el diseño y realización de un plan de gestión para integrar módulos de control mediante de una red inalámbrica basada en el estándar 802.11n modificado para largas distancias. Adicionalmente, se presenta un análisis de la situación actual del sistema proponiendo un diseño de solución que provea enlaces confiables y de alta velocidad.

Se crea un Acta de Constitución del Proyecto, documento que formalmente no estaba definido y que por medio del mismo se pudo conocer los requisitos del proyecto.

Se desarrolló el Plan de Gestión del Alcance donde se vincularon las actividades que integran el proyecto, permitiendo conocer los entregables del mismo. El plan se construyó a partir de una definición de requisitos, especificaciones técnicas y regulaciones a tener en cuenta en los entregables y que son la base para la definición del alcance y la EDT. Se identificó a los interesados del proyecto y sus expectativas.

Se generó el Plan de Gestión del Tiempo, en el cual se identificaron actividades a realizar y se relacionó en forma lógica y secuencial, se obtuvo el cronograma para administrar la ejecución del proyecto.

Se hizo la definición el Plan de Gestión de los Costos, se determinó la forma de planificar, estimar, presupuestar y controlar los costos del proyecto para que este se complete dentro del presupuesto aprobado. Se determinó el costo de cada paquete de trabajo de la EDT para establecer el presupuesto de obra y determinar el control de costos.

Se elaboró el Plan de Gestión de Riesgos, donde se identificó los principales riesgos del proyecto. Se definieron y clasificaron los riesgos, mediante la utilización de matrices y tablas, se estableció la metodología para su análisis, monitoreo y control.

Al no contar con un Plan de Gestión de Proyectos la probabilidad de fallas en la ejecución del proyecto se incrementa, sobretodo sino existe una guía que ofrezca trazabilidad. En definitiva, las herramientas de Administración de Proyectos brindan información relevante sobre el estatus de los proyectos y su aplicación permitirá identificar donde se deben hacer ajustes para garantizar el éxito del proyecto.

## **Recomendaciones**

Sobre la base de experiencias en la gestión de proyecto, se tiene que, para una adecuada implementación de metodología de gestión de proyecto, es recomendable madurar los procesos internos que soporten adecuadamente los objetivos del negocio y fortalecer las unidades que apalancan los cambios. Un primer paso comprende la capacitación al personal clave de los proyectos, específicamente, gerentes de primera y segunda línea, superintendentes, así como todo aquel personal dedicado a generar documentos para adoptar las herramientas de administración de proyectos.

Para que este plan sea un factor de éxito en futuros proyectos, es recomendable divulgar la base del conocimiento y las buenas experiencias obtenidas, principalmente las lecciones aprendidas para garantizar la asimilación de las mismas y facilitar el proceso de madurez de la unidad. A la vez, generar más y mejores herramientas para respaldar el éxito de esta iniciativa e incluir el conocimiento que pueden aportar los diferentes miembros del equipo en base a su experiencia.

Involucrar al cliente desde la fases inicial facilitó mucho la comprensión del cambio y las adecuaciones necesaria de la plataforma, por lo que mantenerlos informados generó cambios positivos de cara al proceso de aceptación y el nivel de interés, así como el impulso de la gerencia cliente.

Aplicar herramientas y plantillas garantizan la trazabilidad del proyecto, principalmente el proceso de control integrado de cambios y en el uso de la técnica de valor ganado ya que su poca implementación crea vacíos en la gestión de los costos y tiempo.

Se recomienda que para la ejecución de obras se contrate a empresas que reúnan una serie de criterios que garanticen la ejecución de los proyectos que se les

asignen, para cumplir con los requisitos establecidos en términos de tiempo, costo y calidad.

La ingeniería requerida debe aplicarse el PDRI para tener un índice de definición del proyecto que blinde los aspectos técnicos de la solución presentada en este documento. Se debe valorar usando dicha metodología a efecto de realizar las adaptaciones necesarias según fuesen presentadas.

## Referencias

- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica*. 5ª Edición. Caracas: Espíteme.
- Balestrini, M. (2002). *Cómo se Elabora el Proyecto de la Investigación*. 6ta Edición. Caracas: Panapo
- Bolles, D. (2002). *Building Project Management Centers of Excellence*. USA. AMACOM
- Chamoun, Y (2002). “*Administración Profesional de Proyectos. La Guía: Una Guía Práctica para Programar el Éxito de sus Proyectos*” México: McGrawHill/Interamericana Editores, S.A de C.V
- CIV (Colegio de Ingenieros de Venezuela), (1984). *Código de Ética Profesional*. Recuperado en Febrero 22, 2014 de, [http://www.civ.net.ve/uploaded\\_pdf/cep.pdf](http://www.civ.net.ve/uploaded_pdf/cep.pdf)
- Cooper, D., Grey, S., Raymond, G., Walker, P., (2005). *Project Risk Management Guidelines*. Inglaterra. Jhon Wiley & Sons Ltd.
- Evans, J. (2008). *Administración y control de la calidad*. México: DF : Cengage Learning.
- Fine, C., Klym, N., Tavshikar, M., Trossen, D., (2006). *The Evolution of RFID Networks*. Paper 224. Recuperado en Julio 22, de 2013, <http://ebusiness.mit.edu>
- Gaceta Oficial N° 40.185. Providencia administrativa contentiva de las condiciones para Calificación de los equipos de uso libre, Caracas, Venezuela, 30 de Junio de 2013. Recuperado en Febrero 9, de 2014, <http://www.conatel.gob.ve/files/homologacion/40185.pdf>
- Gast, M. (2002). 802.11® *Wireless Networks: The Definitive Guide*. Publisher: O'Reilly.

- Gómez, L. (2012). *Propuesta de Plan de Proyecto para el diseño e implementación de una red inalámbrica para el Banco Popular*. Trabajo de Grado (Máster en Administración de Proyectos). Universidad para la Cooperación Internacional (UCI).
- González, M. (2010). *Propuestas de mejora a la gestión del tiempo del departamento de proyectos de la empresa Arturo Arenas & Asociados*. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos. Universidad Católica Andrés Bello (UCAB).
- Heagney, J. (2012). *Fundamentals of Project Management*. Fourth edition. USA. AMACOM
- Hernández, R. (2007). *Identificación de vehículos empleando radio frecuencia (rfid-epc)*. Tesis de Maestría en Ciencias de la Computación. INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL.
- Hill, G. (2010). *The Complete Project Management Methodology And Toolkit*. CRC Press. USA.
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), (2012). *Standard for Information technology-Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks-Specific requirements*. Recuperado en Julio 14, 2013 de <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11-2012.pdf>
- Lehpamer, H. (2008). *RFID Design Principle*. USA: ARTECH HOUSE, Inc.
- López, P. (2008). *Criptografía Ligera en Dispositivos de Identificación por Radiofrecuencia - RFID*. (Tesis Doctoral). Computer Science Department. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID.
- Networkworld, (2005). "Seguridad WLAN 802.11i: Pros y Contras". Recuperado el 22 de agosto de 2013 de <http://www.networkworld.es/archive/seguridad-wlan-80211i>

Norma Internacional ISO 27001:2007, *SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD-DIRECTRICES PARA LA GESTION DE LA CALIDAD EN PROYECTOS*. Recuperado en Febrero 22, 2014 de [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=54534](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=54534)

Norma Venezolana COVENIN 200:1999, *CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL*. Recuperado en Febrero 22, 2014 de [http://www.sereinca.net/DOCUMENTOS/Codigo\\_Electrico\\_Nacional.pdf](http://www.sereinca.net/DOCUMENTOS/Codigo_Electrico_Nacional.pdf)

Norma Venezolana COVENIN-ISO 10006:2003, *SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN*. Recuperado en Febrero 22, 2014 de [http://www.iso.org/iso/home/standards\\_development/list\\_of\\_iso\\_technical\\_committees/iso\\_technical\\_committee.htm?commid=53896](http://www.iso.org/iso/home/standards_development/list_of_iso_technical_committees/iso_technical_committee.htm?commid=53896)

Norma Venezolana COVENIN 603, *Recomendaciones para clasificar las áreas destinadas a instalaciones eléctricas en instalaciones de producción petrolera*. Recuperado en Febrero 24, 2014 de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/603-93.pdf>

Ouellet, E., Padjen, R., Pfund, A., Fuller, R., Blankenship, T., (2002). *Building a Cisco Wireless LAN*. USA: Syngress Publishing, Inc.

Palacios, L. (2009). *Gerencia de proyectos. Un enfoque latino*. Quinta edición. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.

Pellejero, I., Andreu, F., Lesta, A., (2006). *Redes WLAN - Fundamentos y Aplicaciones de Seguridad*. España: Marcombo

Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA). “*Funciones AIT*”. Recuperado en Mayo 10, de 2014 de [http://intranet.pdvsa.com/portal\\_corporacion/funciones/ait](http://intranet.pdvsa.com/portal_corporacion/funciones/ait)

Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA). *Norma técnica N-201. Obras Eléctricas*. Recuperado en Febrero 24, 2014 de <http://www.intevep.pdv.com/santp/mid/vol04-1/n-201.pdf>

Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA). *Norma técnica N-241. Instalaciones de conductores y cables en tuberías y bandejas*. Recuperado en Febrero 24, 2014 de <http://www.intevep.pdv.com/santp/mid/vol04-1/n-201.pdf>

- Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA). *Norma técnica Serie K-300. Engineering Design Manual. Engineering Specification*. Recuperado en Febrero 24, 2014 de <http://www.intevep.pdv.com/santp/mid/vol09-1/k-300.pdf>
- Project Management Institute, Inc. (2013). *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – 5th Edition*. Pennsylvania. USA.
- Project Management Institute, (2010). *Código de Ética y Conducta Profesional*. Recuperado en Agosto 5, 2013 de [http://www.pmi.org/PDF/ap\\_pmicodeofethics\\_SPA-Final.pdf](http://www.pmi.org/PDF/ap_pmicodeofethics_SPA-Final.pdf)
- Richman, L. (2011). *Successful Project Management*. Third Edition. USA. AMACOM.
- Roshan, P. y Leary, J. (2003). *802.11 Wireless LAN Fundamentals*: Indiana. Publisher Cisco Press.
- Ruhanen, A., Hanhikorpi, M., Bertuccelli, F., Colonna, A., Malik, W., Ranasinghe, D., Sánchez, T.,...Tavilampi, M., (2007). *Sensor-enabled RFID tag handbook*. Recuperado en Julio 22, 2013 de <http://www.bridge-project.eu>
- Sabino, C. (1993). *El proceso de investigación*. Buenos Aires: Editorial Humanitas.
- Siemens Enterprise Commucations, (2008). *Practical Considerations for Deploying 802.11n*. Recuperado en Agosto 5, 2013 de <http://whitepaper.techworld.com/networking/5855/practical-considerations-for-deploying-80211n/>
- Tamayo, M y Tamayo, (2003). *El proceso de investigación científica*. México: Limusa.
- Tonnquist, B. (2009). *Project Management. A Complete Guide*. First edition. Dinamarca. Academia
- Wheat, J., Hiser, R., Tucker, J., Neely, A., McCullough, A. (2001). *Designing a Wireless Network. Understand How Wireless Communication Works*. USA: Syngress Publishing, Inc.

# **ANEXOS**

## Anexo A

### Matriz de interesados



## Anexo B

### Acta constitución del Proyecto

| ACTA DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| NOMBRE DE PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                   |
| Plan de proyecto para integración de módulos de control del sistema automatizado de despacho de combustible mediante redes inalámbricas en planta SITOR Puerto Ordaz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |
| ÁREAS DE CONOCIMIENTO /PROCESOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ÁREA DE APLICACIÓN                |
| Gestión de Alcance, tiempo, costo y riesgos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Automatización de procesos        |
| FECHA DE INICIO DE PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | FECHA DE FINALIZACION DE PROYECTO |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                   |
| OBJETIVO DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |
| Elaborar un Plan de Gestión para proyecto integración módulos de control del sistema automatizado de despacho de combustible mediante redes inalámbricas. A través de este plan se establecerán, el modelo de planificación, determinar el tiempo, los recursos necesarios y las bases de control, a fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos en cuanto a alcance, tiempo, costo y riesgos previstos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                   |
| JUSTIFICACION O PROPOSITO DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   |
| El sistema automatizado de despacho de combustible en Planta SITOR Puerto Ordaz, requiere una adecuación tecnológica para mejorar la funcionalidad de sus módulos Control de Llenado y SCA Registro de Transporte. Debido a las condiciones operacionales, se ha requerido aumentar la tasa de transferencia de datos así como manejar otros procesos vitales que provean información en tiempo real. Por la dificultad de ampliar la red cableada se espera integridad dichos módulos median redes inalámbricas.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                   |
| DESCRIPCION DEL PRODUCTO O SERVICIO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                   |
| <p>1. Para el caso en particular, se requiere interconexión inalámbrica para cubrir un perímetro de 2 hectáreas, identificando tres puntos de interés, sala de control, donde se realizan las acciones de supervisión y control del proceso medular de la planta; la caseta de halado N° 6, punto de interconexión para las señales de campo de los diferentes dispositivos de campo, y la caseta de vigilancia, punto de entrada a las instalaciones, siendo de carácter administrativo/operativo.</p> <p>2. Incrementar la tasa de transferencia a 115 kbps en cada Computador de flujo</p> <p>2. Proveer una solución basada en tecnología inalámbrica para el Sistema de Control de Acceso.</p> <p>3. Se debe documentar la planificación del proyecto a nivel de alcance, tiempo, costo y riesgo</p> |                                   |
| ENTEGABLES FINALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                   |
| <p>1. Elaborar informe de diagnóstico de la red y componentes de infraestructura del sistema automatizado de despacho de combustible en planta SITOR Puerto Ordaz, el cual permita conocer con mayor detalle sus componentes, disposición y funcionalidad.</p> <p>2. Definir diseño de la infraestructura tecnológica inalámbrica que permita a los módulos de control SCA Registro de Transporte y Control de Llenado del SCLI cumplir con los servicios requeridos para una habilitación total.</p> <p>3. Elaborar planes de gestión de alcance, tiempo, costo y riesgo que definan las actividades necesarias para el cumplimiento de los productos entregables y objetivos del proyecto.</p>                                                                                                          |                                   |
| INFORMACIÓN HISTÓRICA RELEVANTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fases anteriores de la implementación del Sistema de Control de Llenado Integrado (SCLI).                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>SUPUESTOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| La carga de los nuevos equipos será soportada por el UPS de la Planta.<br>Todo el sistema de descargas atmosférica será conectado a la puesta a tierra de la planta<br>Se usará la base instalada de la barrera de control de acceso<br>Se dispondrá de una programación para la intervención de los computadores de flujo en cada isla de llenado           |
| Se proveerá la Base de Datos de Unidades Cisternas por parte del personal de la Empresa Nacional de Transporte de la planta.                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>RESTRICCIONES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| En ningún momento se deberán detener los procesos propios de la planta<br>Las velocidades de conexión deberán ser consistentes en el módulo Control de Llenado<br>Componente del sistema propuesto en dólares.<br>Se debe preparar la documentación referida al manejo del cambio y el control de cambio antes de implementar la solución                    |
| <b>RECURSOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Personal de AIT suscrito a la instalación y el Macroproyecto para Comercio y Suministro<br>Rack de Montajes para equipos de Telecomunicaciones                                                                                                                                                                                                               |
| <b>STAKEHOLDERS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| El líder del Macroproyecto de Comercio y Suministro<br>Personal de AIT de la FPO<br>Gerente del Distrito Guayana de Mercado Nacional<br>Personal de la Gerencia de Prevención y Control de Perdidas<br>Empresa Nacional de Transporte<br>Jefe de Planta Puerto Ordaz<br>Guardia Nacional Bolivariana<br>Ministerio del Poder Popular para Energía y Petróleo |
| <b>Patrocinador y Gerente de Proyecto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## Anexo C

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA DE CORTE: \_\_\_\_\_

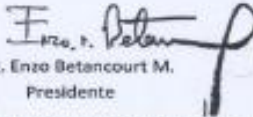
| PRODUCTOS (1)                             | H-H (2) | PESO (3) | PLAN /<br>REAL | F E C H A S (4) |       | HITOS DE MEDICION |            |     |     |      | PROGRESO (5) |      |         |  |
|-------------------------------------------|---------|----------|----------------|-----------------|-------|-------------------|------------|-----|-----|------|--------------|------|---------|--|
|                                           |         |          |                | INICIO          | FINAL | "Busq.Inf."       | "Borrador" | "A" | "B" | "C"  | Prog         | Real | Rev (6) |  |
|                                           |         |          |                |                 |       | 10%               | 45%        | 70% | 90% | 100% |              |      |         |  |
| <b>INGENIERÍA DE DETALLES<br/>GENERAL</b> |         |          |                |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
| <b>TOTAL GENERAL</b>                      |         |          |                |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
| <b>PROCESOS<br/>GENERAL</b>               |         |          |                |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
| <b>SERVICIOS INDUSTRIALES</b>             |         |          |                |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
| <b>SISTEMA CONTRAINCENDIO</b>             |         |          |                |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
| <b>SISTEMA DE ALIVIO Y VENTEO</b>         |         |          |                |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
| <b>SISTEMA DE INYECCIÓN DE QUÍMICOS</b>   |         |          |                |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
| <b>TOTAL PROCESOS</b>                     |         |          |                |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
| <b>MECANICA<br/>GENERAL</b>               |         |          |                |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
| <b>SERVICIOS INDUSTRIALES<br/>GENERAL</b> |         |          |                |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
| <b>SISTEMA CONTRAINCENDIO</b>             |         |          |                |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | PLAN           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |
|                                           |         |          | REAL           |                 |       |                   |            |     |     |      |              |      |         |  |

## Anexo D

### Tabulador de Sueldos y Salarios mínimos para profesionales CIV 2014

|  <b>COLEGIO DE INGENIEROS DE VENEZUELA</b><br><b>TABULADOR DE SUELDOS Y SALARIOS MINIMOS PARA PROFESIONALES CIV AÑO 2.014</b>                                                                                                       |                          |                     |                              |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------|
| Tabulador de Sueldos y Salarios Minimos Profesionales CIV, aprobado por la Junta Directiva Nacional, a ser implementado a partir de Enero de 2.014, el cual determina el Salario Mínimo neto, de acuerdo al Nivel Profesional y donde no se incluyen los beneficios de Ley, ni los beneficios contractuales u otros. |                          |                     |                              |                          |
| Experiencia Profesional<br>(Años)                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Nivel Profesional<br>(*) | Escala APN.<br>(**) | Factor de Experiencia<br>(*) | Salario Mínimo<br>Bs/mes |
| 0 a 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | P1                       | 18                  | 1.35                         | 13.080,00                |
| 1 a 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | P1                       | 18                  | 1.48                         | 14.350,00                |
| 2 a 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | P2                       | 19                  | 1.61                         | 15.600,00                |
| 3 a 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | P2                       | 19                  | 1.74                         | 16.860,00                |
| 4 a 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | P2                       | 19                  | 1.87                         | 18.120,00                |
| 5 a 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | P3                       | 20                  | 2.00                         | 19.380,00                |
| 6 a 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | P3                       | 20                  | 2.12                         | 20.540,00                |
| 7 a 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | P4                       | 22                  | 2.25                         | 21.800,00                |
| 8 a 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | P4                       | 22                  | 2.38                         | 23.060,00                |
| 9 a 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | P5                       | 24                  | 2.51                         | 24.320,00                |
| 10 a 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P5                       | 24                  | 2.64                         | 25.580,00                |
| 11 a 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P6                       | 25                  | 2.77                         | 26.840,00                |
| 12 a 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P6                       | 25                  | 2.90                         | 28.100,00                |
| 13 a 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P7                       | 26                  | 3.03                         | 29.360,00                |
| 14 a 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P7                       | 26                  | 3.16                         | 30.620,00                |
| 15 a 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P8                       | 27                  | 3.29                         | 31.880,00                |
| 16 a 17                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P8                       | 27                  | 3.41                         | 33.050,00                |
| 17 a 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P8                       | 27                  | 3.54                         | 33.310,00                |
| 18 a 19                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P9                       | 27                  | 3.67                         | 34.540,00                |
| 19 a 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P9                       | 28                  | 3.80                         | 35.760,00                |
| 20 a 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P9-A                     | 29                  | 3.93                         | 36.980,00                |
| 21 a 22                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P9-A                     | 29                  | 4.06                         | 38.200,00                |
| 22 a 23                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P9-A                     | 29                  | 4.19                         | 39.450,00                |
| 23 a 24                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P9-A                     | 29                  | 4.32                         | 40.650,00                |
| 24 a 25                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P9-A                     | 29                  | 4.45                         | 41.870,00                |
| 25 a 26                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P10                      | 30 (Asesor)         | 4.58                         | 43.090,00                |
| 26 a 27                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P10                      | 30(Asesor)          | 4.70                         | 44.220,00                |
| 27 a 28                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P10                      | 30(Asesor)          | 4.83                         | 45.440,00                |
| 28 a 29                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P10                      | 30 (Asesor)         | 4.96                         | 46.660,00                |
| 29 a 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P10                      | 30 (Asesor)         | 5.09                         | 47.880,00                |
| más de 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | P10                      | 30 (Asesor)         | 5.22                         | 49.100,00                |

(\*) Escala del Manual de Contratación del Colegio de Ingenieros de Venezuela.  
 (\*\*) Escala aplicada por la Administración Pública Nacional.  
 (\*\*\*) Cálculo Base para Nivel Profesional P1 = 4 Salarios Minimos.  
 Se exhorta a los Miembros Activos CIV, a los Organismos Públicos y Privados, a darle fiel cumplimiento a la presente Resolución.

  
 Ing. Enzo Betancourt M.  
 Presidente



  
 Ing. Giovanni Blanco  
 Secretario

Av. Principal de Quebrada Honda, Los Caobos, Caracas, Dtto. Federal. Zona Postal 1050  
 Tlfs: (0212) 572.98.75 / Telefax: 574.04.46 - E-mail: [infor@civ.org.ve](mailto:infor@civ.org.ve) - <http://www.civ.net.ve>

## Anexo E

### Enunciado del alcance del Proyecto

| ENUNCIADO DEL ALCANCE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| NOMBRE DE PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                   |
| Integración de módulos de control del sistema automatizado de despacho de combustible mediante redes inalámbricas en planta SISO Puerto Ordaz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                   |
| ÁREAS DE CONOCIMIENTO /PROCESOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ÁREA DE APLICACIÓN                |
| Gestión de alcance, tiempo, costo y riesgos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | AUTOMATIZACION DE PROCESOS        |
| FECHA DE INICIO DE PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | FECHA DE FINALIZACION DE PROYECTO |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |
| OBJETIVO DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                   |
| Elaborar un Plan de Gestión para proyecto integración módulos de control del sistema automatizado de despacho de combustible mediante redes inalámbricas en planta . “Establecer el modelo de planificación, determinar el tiempo y los recursos necesarios, fijar las bases de control, a fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos del alcance, tiempo, costo y calidad previstos para la ejecución de la Ingeniería Básica del Proyecto”.SISO Puerto Ordaz. Esto involucra la gestión de alcance, tiempo, costo y riesgo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                   |
| DESCRIPCION DEL PRODUCTO O SERVICIO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                   |
| <p>1.Para el caso en particular, se requiere interconexión mediante redes inalámbricas, zonas que cubre un perímetro 2 hectáreas, identificando tres puntos de interés, sala de control, donde se realizan las acciones de supervisión y control del proceso modular de la planta; la caseta de halado N° 6, punto de interconexión para las señales de campo de los diferentes dispositivos de campo, también, se resguardan unidades terminales remotas (RTU) de otros sistemas existentes; y la caseta de vigilancia, punto de entrada a las instalaciones, siendo de</p> <p>2.Proveer una solución basada en tecnología inalámbrica para el Sistema de Control de Acceso así como los documento de ingeniería necesarios para tal fin</p> <p>3. Se debe documentar la planificación del proyecto a nivel de alcance, tiempo, costo y riesgo</p> |                                   |
| CRITERIOS DE ACEPTACION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   |
| <p>Los equipos a ser adquiridos serán de tecnología inalámbrica de avanzada y arquitectura abierta, los cuales deberán proveer conectividad bajo un esquema de 7x24 los 365 días del año, además de facilitar la integración con los equipos existentes y nuevos bajo las condiciones ambientales del entorno y satisfacer la clasificación del área donde serán instalados. Se acceso seguro y privado para los usuarios registrados, pudiendo ser accedidos desde cualquier instalación que este en la WAN de la empresa.</p> <p>Pruebas de certificación de red.</p> <p>Pruebas FAT y SAT.</p>                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |
| ENTEGABLES FINALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                   |
| <p>1. Elaborar informe de Diagnóstico de la red y componentes de infraestructura del sistema automatizado de despacho de combustible en planta SISO Puerto Ordaz, el cual permita conocer con mayor detalle sus componentes, disposición y funcionalidad.</p> <p>2. Definir diseño de la infraestructura tecnológica inalámbrica que permita a los módulos de control SCA Registro de Transporte y Control de Llenado del SCLl cumplir con los servicios requeridos para una habilitación total.</p> <p>3. Elaborar planes de gestión de alcance, tiempo, costo y riesgo que definan las actividades necesarias para el cumplimiento de los productos entregables y objetivos del proyecto.</p>                                                                                                                                                     |                                   |
| SUPUESTOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                   |
| <p>La carga de los nuevos equipos será soportada por el UPS de la Planta.</p> <p>Todo el sistema de descargas atmosferica será conectado a la puesta a tierra de la planta</p> <p>Se usará la base instalada de la barrera de control de acceso</p> <p>Se dispondrá de una programación para la intervención de los computadores de flujo en cada isla de Llenado</p> <p>Se proveerá la Base de Datos de Unidades Cisternas por parte del personal de la Empresa Nacional de</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   |

#### RESTRICCIONES

En ningún momento se deberán detener los procesos propios de la planta

Las velocidades de conexión deberán ser consistentes en el módulo Control de Llenado

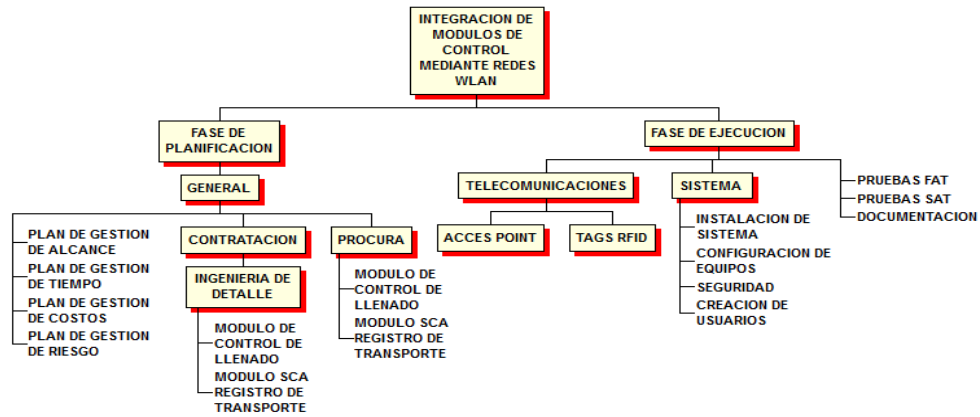
Componente del sistema propuesto en dolares.

Se debe preparar la documentación referida al manejo del cambio y el control de cambio antes de implementar

#### LIMITACIONES

Ubicación de la instalación

#### EDT INICIAL



#### RIESGOS INICIALES

Falta de apoyo por la organización cliente

Disponibilidad financiera para el ejercicio anual

Tiempos de procura demasiado largos

Diseño inadecuado con filosofía de control errada

#### COSTO INICIAL

Bs.F 2.000.000,00

## Anexo G

### Cronograma del trabajo especial de grado

