

SISTEMA DE SUPERVISION Y CONTROL PARA LOS GASES DE LA MINA DE
CARBON GAIA

Presentado por:

JUAN SEBASTIAN ALVARADO OSTOS

Director:

FERNANDO RIVERA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
ESPECIALIZACION INSTRUMENTACION ELECTRONICA
PROYECTO DIRIGIDO
COLOMBIA

2014

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	9
1.1 Formulación del problema	9
1.2 Justificación.....	10
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo general.....	10
1.3.2 Objetivos específicos	10
2. Marco de referencia	11
2.1 Antecedentes	11
2.2 Sistema de monitoreo actual	12
3. Estado de la tecnología.....	15
4. Desarrollo	16
4.1 Árbol de tareas	16
4.1.1 Idea de negocio	17
4.1.2 Ingeniería conceptual.....	17
4.1.3 Ingeniería básica	17
4.1.4 Ingeniería detalle.....	18
4.1.5 Suministro	18

4.1.6	Logística de montaje	18
4.1.7	Actividades previas montaje	19
4.1.8	Implementación de equipos	19
4.1.9	Implementación de sistema.....	19
4.1.10	Pruebas preliminares	20
4.1.11	Pre-commissioning	20
4.1.12	Commissioning	20
4.1.13	Capacitación.....	20
4.1.14	Documentación	21
4.1.15	Cierre del proyecto.....	21
4.1.16	Garantía y soporte técnico	21
4.2	Duración de tareas	22
4.2.1	Duración etapa conceptualización	22
4.2.2	Duración etapa de diseño	22
4.2.3	Duración etapa de desarrollo	23
4.2.4	Duración etapa de operación.....	24
4.3	Ruta critica	25
4.4	Asignación de recursos.....	26
4.4.1	Recursos etapa conceptualización.....	26

4.4.2	Recursos etapa diseño	26
4.4.3	Recursos etapa de desarrollo.....	27
4.4.4	Recursos operación	28
4.5	Costo del proyecto.....	29
4.5.1	Costos directos	29
4.5.2	Costos indirectos	30
4.5.3	Costos fijos.....	30
4.5.4	Oferta general del costo del proyecto	31
5.	Negociación del proyecto	37
5.1	Precio de venta mínimo.....	37
5.2	Precio de venta publico	37
	Referencias	39

TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Árbol de tareas	16
Figura 2. Actividades específicas idea de negocio	17
Figura 3. Actividades específicas ingeniería conceptual.....	17
Figura 4. Actividades específicas ingeniería básica	17
Figura 5. Actividades específicas ingeniería detalle.....	18
Figura 6. Actividades específicas para suministro de materiales	18
Figura 7. Actividades específicas logística de montaje	18
Figura 8. Actividades previas al montaje	19
Figura 9. Actividades específicas de implementación de equipos	19
Figura 10. Actividades específicas implementación del sistema.....	19
Figura 11. Actividades específicas pruebas preliminares.....	20
Figura 12. Actividades específicas para el pre-commissioning.....	20
Figura 13. Actividades específicas para el commissioning	20
Figura 14. Actividades específicas para las capacitaciones.....	20
Figura 15. Actividades específicas para la documentación	21
Figura 16. Actividades específicas para el cierre del proyecto	21
Figura 17. Actividades específicas para dar garantía y soporte técnico	21
Figura 18. Ruta crítica del proyecto	25
Figura 19. Esquema costos del proyecto	29
Figura 20. Costos directos	29

Figura 21. Costos indirectos	30
Figura 22. Costos fijos	31

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Duración etapa conceptualización	22
Tabla 2. Duración etapa de diseño.....	22
Tabla 3. Duración etapa de desarrollo	23
Tabla 4. Duración etapa de operación	24
Tabla 5. Recursos etapa conceptualización	26
Tabla 6. Recursos etapa de diseño	26
Tabla 7. Recursos etapa de desarrollo	27
Tabla 8. Recursos etapa de operación.....	28
Tabla 9. Costos directos.....	29
Tabla 10. Costos indirectos.....	30
Tabla 11. Costos fijos	31
Tabla 12. Oferta con costos del proyecto	31
Tabla 13. Costos recursos idea de negocios	32
Tabla 14. Costos recursos para ingeniería conceptual.....	32
Tabla 15. Costos de recursos para el diseño	32
Tabla 16. Disponibilidad permanente de vehículos.....	33
Tabla 17. Costo de recursos de suministro	33
Tabla 18. Costos de recursos para la logistica de montajes.....	33
Tabla 19. Costos de recursos para actividades previas de implementacion	33
Tabla 20. Costos de los recursos para la implementación de los equipos	34

Tabla 21. Costos de los recursos para la implementación del sistema	34
Tabla 22. Costos de los recursos para las pruebas preliminares	35
Tabla 23. Costos de los recursos para el pre-commissioning	35
Tabla 24. Costos de los recursos para el commissioning	35
Tabla 25. Costos de los recursos para la capacitación	35
Tabla 26. Costos de los recursos para la documentación	36
Tabla 27. Costos de los recursos del cierre del proyecto	36
Tabla 28. Costos para dos años de soporte técnico y garantía	36

1. Introducción

Recientemente las empresas dedicadas a la minería en Colombia, especialmente a la explotación de carbón subterráneo han iniciado un proceso de actualización de sus sistemas de supervisión y de control.

Con el mismo tipo de problemas como los que se presentan actualmente en la mina GAIA, las empresas han logrado solventar este problema y han modernizado su sistema de supervisión y control permitiéndole disminuir accidentes o emergencias al interior de las minas producto de emisión de gases.

Este proyecto presenta la idea de negocio desde el planteamiento hasta el desarrollo y operación de un sistema de supervisión y control para los gases de la mina GAIA, el proyecto se desarrolla de la siguiente forma: la formulación del problema, la justificación, los objetivos que definen el alcance, los antecedentes de la mina, el sistema de monitoreo actual, un estado de la tecnología en esta área, los costos del desarrollo del proyecto y el valor de negociación del proyecto.

1.1 Formulación del problema

Minas de Colombia S.A. quiere implementar un sistema de supervisión y control para los gases de su mina GAIA. Un sistema que le permita de manera gráfica y centralizada tener conocimiento en tiempo real de los niveles de los gases y que tenga un control automático de funcionamiento de los ventiladores. Así mismo busca reemplazar con la mejor opción, el parque de sensores de gases instalados actualmente.

1.2 Justificación.

- El sistema permitirá generar alarmas tempranas según el incremento de los gases, lo cual permitirá al operador o al sistema tomar acciones y dará tiempo para ejecutar planes de acción o de evacuación y así evitar accidentes laborales o emergencias y evacuaciones inesperadas.
- El nuevo sistema permite mejorar las condiciones de seguridad lo que mitigara los incidentes y accidentes de trabajo
- Todo el sistema de monitoreo permitirá dar conformidad con las normas establecidas de minería en Colombia.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Presentar la idea de negocio para la implementación de un sistema de supervisión y control para los gases de la mina de carbón GAIA y dar un valor de negociación final para el proyecto.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el árbol de tareas con las etapas y las actividades específicas para el desarrollo de la idea de negocio.
- Establecer el tiempo de duración de cada una de las actividades del desarrollo del proyecto.
- Asignar los recursos humanos, materiales y equipos necesarios para cada una de las etapas.
- Fijar los costos directos indirectos y fijos que tendrán cada una de las actividades.
- Establecer un valor de negociación para el proyecto.

2. Marco de referencia

2.1 Antecedentes

En la mina GAIA actualmente existe un sistema de monitoreo para los gases tóxicos de las galerías subterráneas, estos gases son generados naturalmente por la explotación del carbón y por el humo producido por la maquinaria pesada y plantas eléctricas que se operan dentro de esta.

El sistema de monitoreo, es un sistema de sensores que activan alarmas y que le permiten identificar a los operadores de la mina cuando los gases han sobrepasado el límite permitido. Los operadores al percibir la alarma ponen en funcionamiento ventiladores que permiten el ingreso de aire descontaminado y lo inyectan al interior de la mina así como también de ventiladores extractores que permiten la circulación del aire. Esto con el fin de garantizar que los trabajos de excavación y de extracción de carbón continúen con normalidad.

Los sensores están distribuidos en los diferentes frentes de excavación dentro de las galerías y a lo largo de los caminos que recorren la mina. El personal de mantenimiento de la mina regularmente hace las calibraciones respectivas a los sensores instalados para verificar que estos estén en perfecto funcionamiento y ante una eventual contaminación o liberación de gases tóxicos estos actúen las alarmas. Sin embargo, se han presentado casos en los que los sensores se han dañado o se desajustan y las alarmas no se accionan en el límite de contaminación permitido. Lo que ha ocasionado emergencias y accidentes laborales.

Otra causa de emergencias en la mina se ha generado por demoras en el accionamiento de los ventiladores extractores e inyectores de aire por parte de los operadores por no encontrarse cerca de los tableros de control de estos. Cuando no se encienden los ventiladores en el momento

que la alarma se activa y pasa demasiado tiempo el nivel de toxicidad del aire aumenta y ocasiona que se generen evacuaciones generales por precaución de una emergencia mayor.

Como medida para mitigar estas causas de emergencia se han puesto los ventiladores en constante funcionamiento, lo que ha ocasionado consumos excesivos e innecesarios de energía al igual que se ha incrementado los mantenimientos en los ventiladores por el tiempo de uso.

2.2 Sistema de monitoreo actual

El método de exploración y de extracción de carbón en la mina GAIA, es un método tradicional que utiliza maquinaria pesada en galerías dentro de la mina. Las galerías se comunican por medio de pasadizos amplios los cuales permiten el paso de las personas y de la maquinaria así como alojan las tuberías que transportan el aire que se induce a la mina desde el exterior.

El sistema actual que se tiene implementado para la detección de los gases, es un sistema de sensores que se han instalado en puntos estratégicos y que tienen conectado en serie una alarma que alerta de los niveles excesivos de los gases tóxicos.

Los sensores se pueden graduar para cambiar los límites permitidos de gases. El sistema de alarma, es una sirena que al activarse solo el operador puede apagarla reiniciando su enclavamiento. En caso de que se resetee el enclavamiento y los niveles de gases no disminuyan esta se activara nuevamente.

La alimentación eléctrica de los sensores y del sistema de alarmas es a 110 VAC. La alimentación para cada alarma se toma de una red de servicios que está distribuida por toda la mina y que también alimenta las lámparas y los tomas de los pasadizos y de las galerías.

En caso de que la alimentación eléctrica de 110 VAC de los sensores fallara cada uno de ellos tiene una batería de 24 VDC que le dan un tiempo de respaldo y que le permiten hacer una lectura de dos horas. Así mismo si se llegara a exceder algún límite programado se encendería parpadeantemente una luz de color roja ubicada en la carcasa del sensor.

Los sensores que están actualmente instalados detectan los tres tipos de gases que se pueden presentar en la mina: *Metano CH₄*, *Monóxido de Carbono CO* y *Humo general (Cualquier clase de humo que se encuentre entre 100 ppm y 10000 ppm)*.

Al activarse la alarma por exceso en los límites de los gases, los operadores encienden ventiladores que inyectan el aire descontaminado y que permiten el rápido ingreso de aire a las galerías para que circule el aire contaminado. Estos ventiladores son ventiladores auxiliares los cuales se encuentran ubicados en cada nivel de la mina.

Los ventiladores auxiliares están ubicados en la parte alta de los pasadizos, estos se localizan en lugares donde la corriente de aire principal de la mina es débil. También están ubicados en los frentes de trabajo donde se están haciendo extracciones.

Los operadores también pueden encender ventiladores auxiliares de extracción los cuales redirigen o hayan a conducir el aire contaminado hacia el sistema de extracción general. Los motores de los ventiladores son motores que funcionan a 220 VAC, y que tienen arrancadores

directos. El sistema de control de los ventiladores auxiliares es completamente manual, el cual es controlado por un operador que se asigna para cada área de trabajo.

Este operador desde los tableros de control acondicionados para los motores enciende cada uno según su parecer y según el entrenamiento recibido para operaciones de control de emergencias por gases.

En la mina no existe ningún tipo de supervisión centralizada, cada área de trabajo es controlada por los operadores asignados.

3. Estado de la tecnología

Las soluciones para estas empresas y para esta área están a la vanguardia de la tecnología, esto se ha logrado con sistemas SCADA que les permiten a los usuarios un sinnúmero de aplicaciones y de mejoras para sus procesos. Se han implementado redes de sensores que comunican los estados de la mina con el centro de control en tiempo real. Entre estas variables están el control de los ventiladores, el control de los niveles de los gases el estado de la iluminación. Todas estas señales están enlazadas a un sistema de monitoreo centralizado desde donde se ha logrado coordinar la operación de toda una mina.

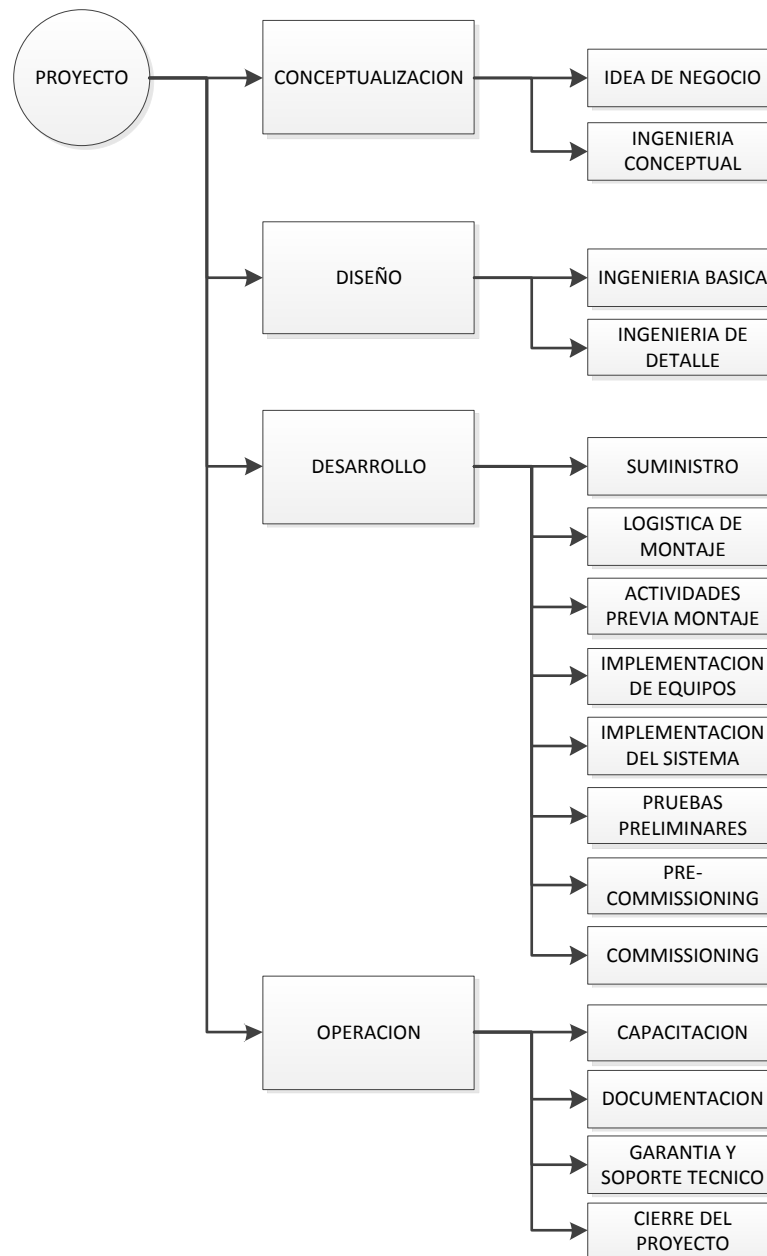
Existen otras soluciones como los sistemas Interfaz Hombre Maquina (IHM), los cuales utilizando el sistema SCADA permiten de manera gráfica identificar el estado de la mina. Con una interfaz amigable con los operadores las IHM les permiten tener una noción más real de las situaciones.

4. Desarrollo

4.1 Árbol de tareas

Para el desarrollo del proyecto se ha establecido un árbol de tareas que determina las 4 etapas y las actividades de forma estructurada y consecuente, *ver Figura 1.*

Figura 1. Árbol de tareas

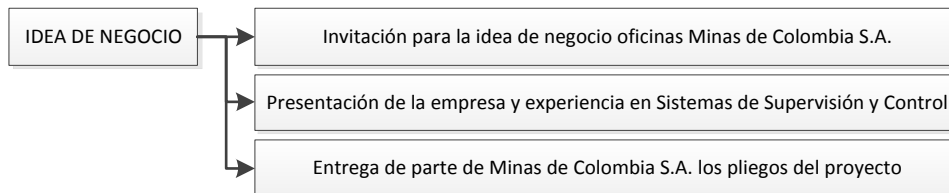


Cada etapa tiene unas actividades específicas, estas actividades se presentan a continuación:

4.1.1 Idea de negocio

Actividades específicas para la idea de negocio, *ver Figura 2.*

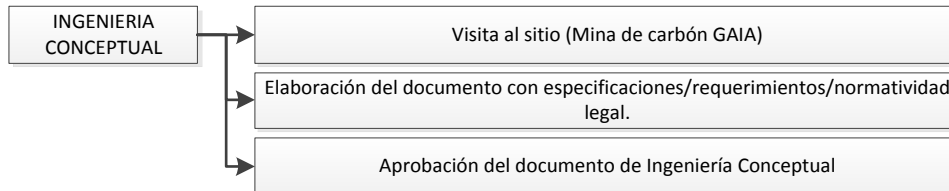
Figura 2. Actividades específicas idea de negocio



4.1.2 Ingeniería conceptual

Actividades específicas para la ingeniería conceptual, *ver Figura 3.*

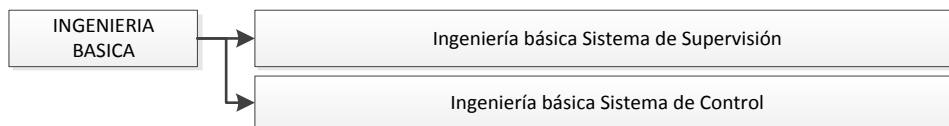
Figura 3. Actividades específicas ingeniería conceptual



4.1.3 Ingeniería básica

Actividades específicas para la ingeniería básica, *ver Figura 4.*

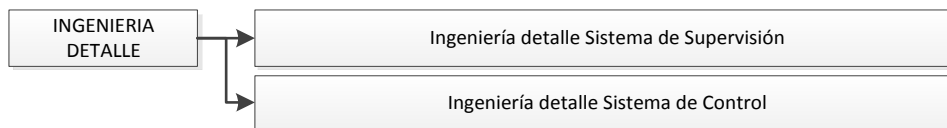
Figura 4. Actividades específicas ingeniería básica



4.1.4 Ingeniería detalle

Actividades específicas para la ingeniería de detalle, *ver Figura 5*.

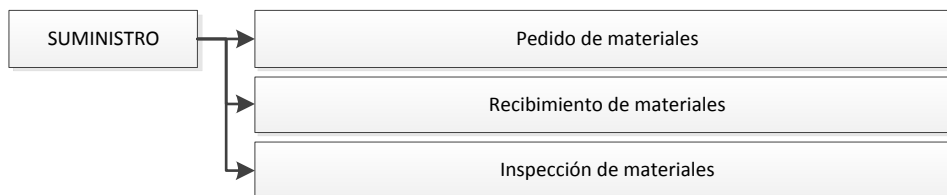
Figura 5. Actividades específicas ingeniería detalle



4.1.5 Suministro

Actividades específicas para suministro de materiales, *ver Figura 6*.

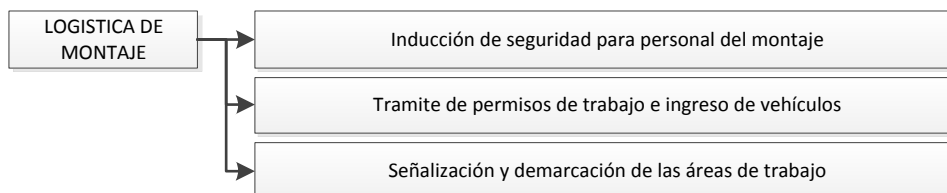
Figura 6. Actividades específicas para suministro de materiales



4.1.6 Logística de montaje

Actividades específicas para logística de montaje, *ver Figura 7*.

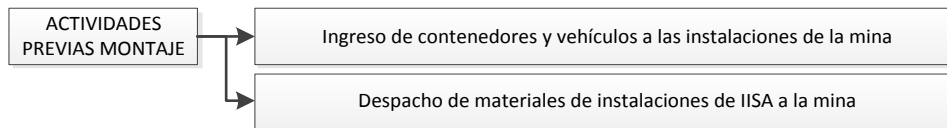
Figura 7. Actividades específicas logística de montaje



4.1.7 Actividades previas montaje

Actividades específicas previas al montaje, *ver Figura 8.*

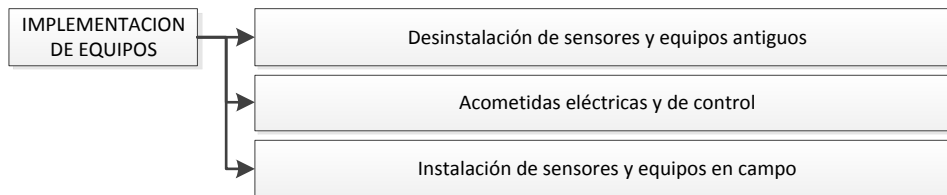
Figura 8. Actividades previas al montaje



4.1.8 Implementación de equipos

Actividades específicas para la implementación de los equipos, *ver Figura 9.*

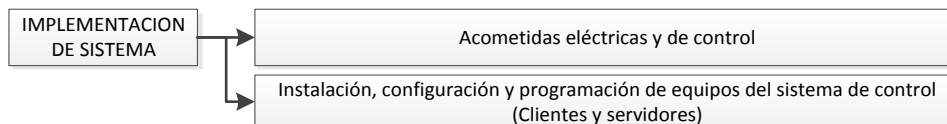
Figura 9. Actividades específicas de implementación de equipos



4.1.9 Implementación de sistema

Actividades específicas para la implementación del sistema, *ver Figura 10.*

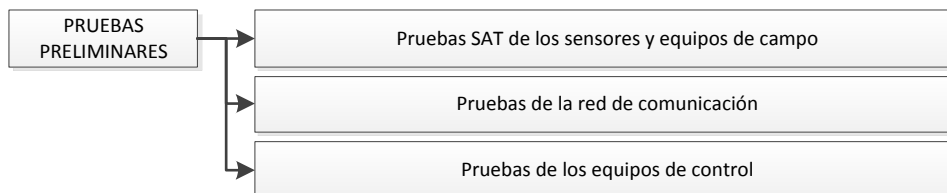
Figura 10. Actividades específicas implementación del sistema



4.1.10 Pruebas preliminares

Actividades específicas para las pruebas preliminares, *ver Figura 11.*

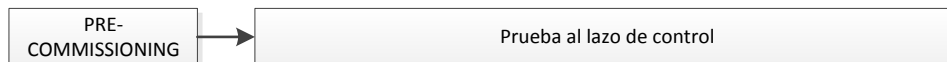
Figura 11. Actividades específicas pruebas preliminares



4.1.11 Pre-commissioning

Actividades específicas para el pre-commissioning, *ver Figura 12*

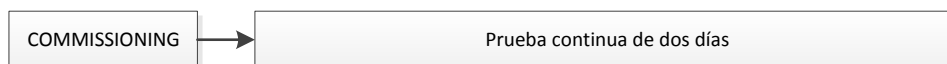
Figura 12. Actividades específicas para el pre-commissioning



4.1.12 Commissioning

Actividades específicas para commissioning, *ver Figura 13.*

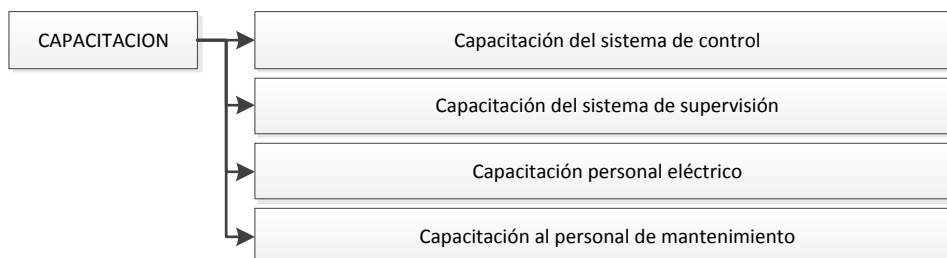
Figura 13. Actividades específicas para el commissioning



4.1.13 Capacitación

Actividades específicas para las capacitaciones, *ver Figura 14.*

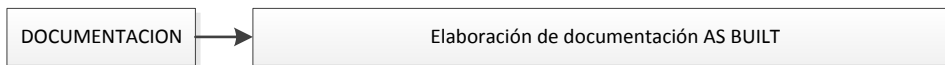
Figura 14. Actividades específicas para las capacitaciones



4.1.14 Documentación

Actividades específicas para la documentación, *ver Figura 15.*

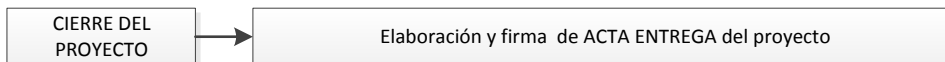
Figura 15. Actividades específicas para la documentación



4.1.15 Cierre del proyecto

Actividades específicas para el cierre del proyecto, *ver Figura 16.*

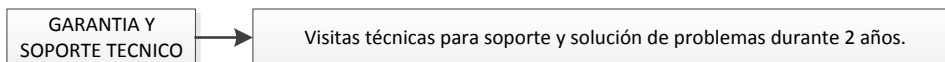
Figura 16. Actividades específicas para el cierre del proyecto



4.1.16 Garantía y soporte técnico

Actividades específicas para dar garantía y soporte técnico, *ver Figura 17.*

Figura 17. Actividades específicas para dar garantía y soporte técnico



4.2 Duración de tareas

Todas las actividades requieren un tiempo de duración, este tiempo se estimara para cada actividad y se totalizara para cada etapa, a continuación las tablas de duración:

4.2.1 Duración etapa conceptualización

Duración de la etapa y de las actividades de conceptualización, *ver Tabla 1.*

Tabla 1. Duración etapa conceptualización

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
IDEA DE NEGOCIO	3 días	lun 29/09/14	mié 01/10/14
Invitación para la idea de negocio oficinas Minas de Colombia S.A.	1 día	lun 29/09/14	lun 29/09/14
Presentación de la empresa	1 día	mar 30/09/14	mar 30/09/14
Entrega de parte de Minas de Colombia S.A. los pliegos del proyecto	1 día	mié 01/10/14	mié 01/10/14
INGENIERIA CONCEPTUAL	8 días	jue 02/10/14	lun 13/10/14
Visita al sitio (Mina de carbón GAIA)	2 días	jue 02/10/14	vie 03/10/14
Elaboración del documento con especificaciones/requerimientos/normatividad legal	4 días	lun 06/10/14	jue 09/10/14
Aprobación del documento de Ingeniería Conceptual	2 días	vie 10/10/14	lun 13/10/14

4.2.2 Duración etapa de diseño

Duración de la etapa y de las actividades de diseño, *ver Tabla 2.*

Tabla 2. Duración etapa de diseño

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
INGENIERIA BASICA	5 días	mar 14/10/14	lun 20/10/14
Ingeniería básica Sistema de Supervisión	5 días	mar 14/10/14	lun 20/10/14
ingeniería básica Sistema de Control	5 días	mar 14/10/14	lun 20/10/14
INGENIERIA DE DETALLE	7 días	mar 21/10/14	mié 29/10/14
INGENIERIA SISTEMA DE SUPERVISION	7 días	mar 21/10/14	mié 29/10/14
Diseñar espacio de trabajo de interfaz HMI	3 días	mar 21/10/14	jue 23/10/14
Crear entorno de trabajo para la interfaz HMI	4 días	vie 24/10/14	mié 29/10/14
INGENIERIA SISTEMA DE CONTROL	4 días	vie 24/10/14	mié 29/10/14
Diseñar sistema de control	4 días	vie 24/10/14	mié 29/10/14

4.2.3 Duración etapa de desarrollo

Duración de la etapa y de las actividades de desarrollo del proyecto, *ver Tabla 3.*

Tabla 3. Duración etapa de desarrollo

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
SUMINISTROS	12 días	jue 30/10/14	vie 14/11/14
Pedido de materiales	2 días	jue 30/10/14	vie 31/10/14
Recibimiento de materiales	8 días	lun 03/11/14	mié 12/11/14
Inspección de materiales	2 días	jue 13/11/14	vie 14/11/14
LOGISTICA DE MONTAJE	5 días	lun 17/11/14	vie 21/11/14
Inducción de seguridad para personal de montaje IISA	1 día	lun 17/11/14	lun 17/11/14
Tramite de permisos de trabajo e ingreso de vehículos	1 día	mar 18/11/14	mar 18/11/14
Señalización y demarcación de las áreas de trabajo	3 días	mié 19/11/14	vie 21/11/14
ACTIVIDADES PREVIAS DE IMPLEMENTACION	4 días	mié 19/11/14	lun 24/11/14
Ingreso de contenedores y vehículos a las instalaciones de la mina	2 días	mié 19/11/14	jue 20/11/14
Despacho de materiales de instalaciones de IISA a la mina	2 días	vie 21/11/14	lun 24/11/14
IMPLEMENTACION DE EQUIPOS	11 días	mar 25/11/14	mar 09/12/14
Desinstalación de sensores y equipos antiguos	3 días	mar 25/11/14	jue 27/11/14
Acometidas eléctricas y de control	5 días	vie 28/11/14	jue 04/12/14
Instalación de sensores y equipos en campo	3 días	vie 05/12/14	mar 09/12/14
IMPLEMENTACION DE SISTEMA	8 días	vie 05/12/14	mar 16/12/14
Acometidas eléctricas y de control	4 días	vie 05/12/14	mié 10/12/14
Instalación, configuración y programación de equipos del sistema de control (Clientes y servidores)	4 días	jue 11/12/14	mar 16/12/14
PRUEBAS PRELIMINARES	3 días	mié 17/12/14	vie 19/12/14
Pruebas SAT de los sensores y equipos de campo	1 día	mié 17/12/14	mié 17/12/14
Pruebas de la red de comunicación	1 día	jue 18/12/14	jue 18/12/14
Pruebas de equipos de control	1 día	vie 19/12/14	vie 19/12/14
PRE-COMMISSIONING	1 día	lun 22/12/14	lun 22/12/14
Pruebas del Lazo de Control	1 día	lun 22/12/14	lun 22/12/14
COMMISSIONING	2 días	mar 23/12/14	mié 24/12/14
Prueba continua de dos días	2 días	mar 23/12/14	mié 24/12/14

4.2.4 Duración etapa de operación

Duración de la etapa y de las actividades de operación, *ver Tabla 4.*

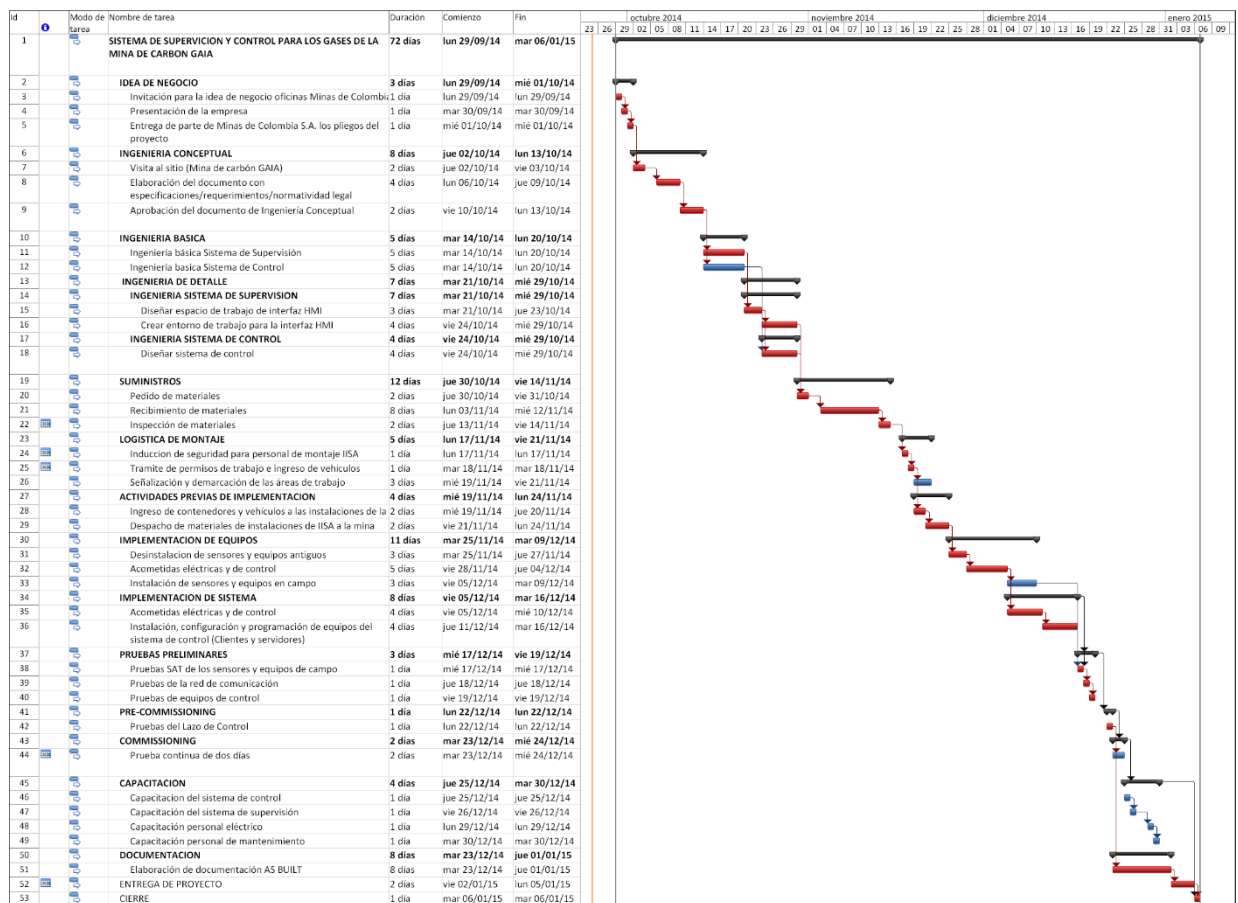
Tabla 4. Duración etapa de operación

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
CAPACITACION	4 días	jue 25/12/14	mar 30/12/14
Capacitación del sistema de control	1 día	jue 25/12/14	jue 25/12/14
Capacitación del sistema de supervisión	1 día	vie 26/12/14	vie 26/12/14
Capacitación personal eléctrico	1 día	lun 29/12/14	lun 29/12/14
Capacitación personal de mantenimiento	1 día	mar 30/12/14	mar 30/12/14
DOCUMENTACION	8 días	mar 23/12/14	jue 01/01/15
Elaboración de documentación AS BUILT	8 días	mar 23/12/14	jue 01/01/15
ENTREGA DE PROYECTO	2 días	vie 02/01/15	lun 05/01/15
CIERRE	1 día	mar 06/01/15	mar 06/01/15

4.3 Ruta crítica

A continuación se presenta la ruta crítica de actividades del proyecto, *ver Figura 18.*

Figura 18. Ruta crítica del proyecto



4.4 Asignación de recursos

Para realizar cada una de las etapas se asignaron recursos que están contemplados en tres grupos: operativos, maquinaria y equipos.

4.4.1 Recursos etapa conceptualización

Los recursos asignados para la etapa de conceptualización son: *ver Tabla 5.*

Tabla 5. Recursos etapa conceptualización

ETAPA	CONCEPTUALIZACION
RESPONSABLE	Ingeniero Comercial
OPERATIVO	Ingeniero de soporte técnico 1
	Ingeniero de soporte técnico 2
MAQUINARIA	Camioneta 1
EQUIPOS	Computador Personal 1
	Computador Personal 2
	Computador Personal 3
	Impresora

4.4.2 Recursos etapa diseño

Los recursos asignados para la etapa de diseño son: *ver Tabla 6.*

Tabla 6. Recursos etapa de diseño

ETAPA	DISEÑO
RESPONSABLE	Ingeniero de Proyectos
OPERATIVO	Diseñador grafico
	Ingeniero de Programación 1
	Ingeniero de Programación 2
	Ingeniero de Control 1
	Ingeniero de Control 2
MAQUINARIA	NINGUNA
EQUIPOS	Computador Personal 4
	Computador Personal 5
	Computador Personal 6

ETAPA	DISEÑO
	Computador Personal 7
	Computador Personal 8
	Impresora

4.4.3 Recursos etapa de desarrollo

Los recursos asignados para la etapa de desarrollo son: *ver Tabla 7.*

Tabla 7. Recursos etapa de desarrollo

ETAPA	DESARROLLO
RESPONSABLE	Ingeniero de Proyectos
OPERATIVO	Auxiliar de Logística 1
	Auxiliar de Logística 2
	Supervisor de Seguridad
	Supervisor de Montajes
	Personal Siso 1
	Personal Siso 2
	Rescatista 1
	Rescatista 2
	Ingeniero Electrónico 1
	Ingeniero Electrónico 2
	Ingeniero Eléctrico 1
	Técnico Electricista 1
	Técnico Electricista 2
	Técnico Electricista 3
	Técnico Electricista 4
	Auxiliar Electricista 1
	Auxiliar Electricista 2
	Pailero 1
	Pailero 2
	Soldador 1
Soldador 2	
Operador de Montacargas	
Operador de Manlife 1	
Operador de Manlife 2	
Operador de Manlife 3	
MAQUINARIA	Camioneta 1
	Camioneta 2

ETAPA	DESARROLLO
	Montacargas 1
	Manlife 1
	Manlife 2
	Manlife 3
EQUIPOS	20 Radios de Comunicación
	8 Computadores personales
	Herramienta
INSUMOS	Materiales y Equipos del Proyecto

4.4.4 Recursos operación

Los recursos asignados para la etapa de operación son: *ver Tabla 8.*

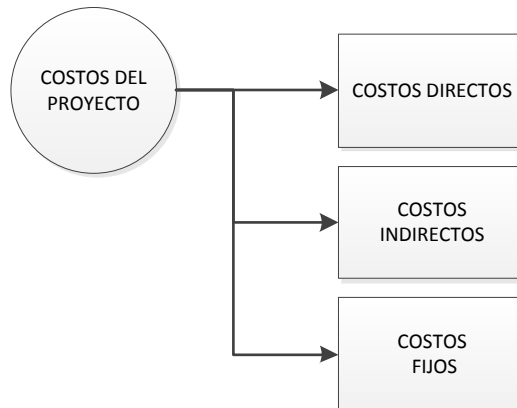
Tabla 8. Recursos etapa de operación

ETAPA	OPERACIÓN
RESPONSABLE	Ingeniero de Proyectos
OPERATIVO	Dibujante 1
	Dibujante 2
	Ingeniero de Programación 1
	Ingeniero de Programación 2
	Ingeniero de Control 1
	Ingeniero de Control 2
MAQUINARIA	NINGUNA
EQUIPOS	Impresora

4.5 Costo del proyecto

Los costos del proyecto¹ están divididos en tres ramas, los costos directos, los costos indirectos y los costos fijos, *ver Figura 19*.

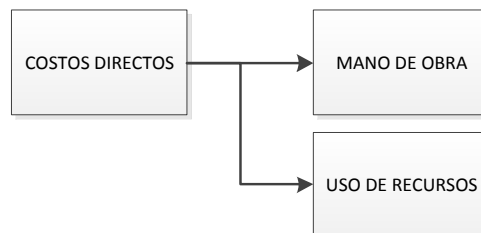
Figura 19. Esquema costos del proyecto



4.5.1 Costos directos

Hacen parte de los costos directos (*ver Figura 20*) del proyecto: la mano de obra y el uso de recursos.

Figura 20. Costos directos



Los costos directos para este proyecto tendrían un valor por, *ver Tabla 9*.

Tabla 9. Costos directos

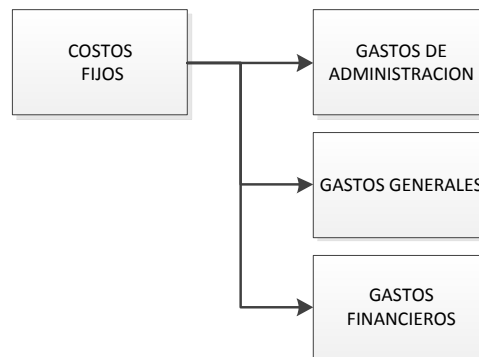
Costos directos	\$ 65.390.400,00
------------------------	-------------------------

¹ Valores dados en pesos colombianos (COP)

4.5.2 Costos indirectos

Hacen parte de los costos indirectos (*ver Figura 21*) del proyecto: gastos de administración, gastos generales y gastos financieros.

Figura 21. Costos indirectos



Los costos directos para este proyecto tendrían un valor por, *ver Tabla 10*.

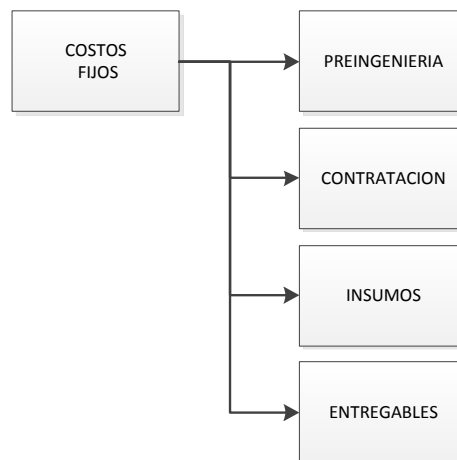
Tabla 10. Costos indirectos

Costos indirectos	\$ 25.000.000,00
--------------------------	-------------------------

4.5.3 Costos fijos

Hacen parte de los costos fijos (*ver Figura 22*) del proyecto: pre-ingeniería, contratación, insumos y entregables.

Figura 22. Costos fijos



Los costos fijos para este proyecto tendrían un valor por, *ver Tabla 11.*

Tabla 11. Costos fijos

Costos Fijos	\$ 115.351.997,44
---------------------	--------------------------

4.5.4 Oferta general del costo del proyecto

Cada una de las etapas tienen costos que son directos y fijos, a continuación se presenta un resumen del valor total que tiene cada una de las etapas del proyecto, *ver Tabla 12.*

Tabla 12. Oferta con costos del proyecto

Nombre de tarea	Costo
IDEA DE NEGOCIO	\$ 2.208.000,00
INGENIERIA CONCEPTUAL	\$ 5.696.000,00
DISEÑO	\$ 15.168.000,00
DESARROLLO	\$ 140.758.405,12
CAPACITACION	\$ 2.560.000,00
DOCUMENTACION	\$ 4.032.000,00
ENTREGA DE PROYECTO	\$ 320.000,00
SOPORTE TECNICO Y GARANTIA	\$ 10.000.000,00
TOTAL	\$ 180.742.410,24

A continuación se presentan los costos específicos que tiene cada una de las etapas y/o actividades del proyecto.

Costos recursos idea de negocios

Tabla 13. Costos recursos idea de negocios

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Ingeniero de soporte tecnico 1		100%	\$ 480.000,00
Ingeniero de soporte tecnico 2		100%	\$ 480.000,00
Ingeniero Comercial		100%	\$ 599.999,96
Camioneta 1		100%	\$ 360.000,00
Computador personal 1		100%	\$ 72.000,00
Computador personal 2		100%	\$ 72.000,00
Computador personal 3		100%	\$ 72.000,00
Impresora		100%	\$ 72.000,00

Costos recursos para la ingeniería conceptual

Tabla 14. Costos recursos para ingeniería conceptual

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Camioneta 1		100%	\$ 960.000,00
Ingeniero Comercial		100%	\$ 1.600.000,00
Ingeniero de soporte tecnico 1		100%	\$ 1.280.000,00
Ingeniero de soporte tecnico 2		100%	\$ 1.280.000,00
Computador personal 1		100%	\$ 192.000,00
Computador personal 2		100%	\$ 192.000,00
Computador personal 3		100%	\$ 192.000,00

Costos recursos para el diseño

Tabla 15. Costos de recursos para el diseño

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Ingeniero de proyectos		100%	\$ 3.840.000,00
Diseñador grafico		100%	\$ 1.920.000,00
Ingeniero de Programacion 1		100%	\$ 1.920.000,00
Ingeniero de Programacion 2		100%	\$ 1.920.000,00
Ingeniero de Control 1		100%	\$ 1.920.000,00
Ingeniero de Control 2		100%	\$ 1.920.000,00
Computador personal 4		100%	\$ 288.000,00
Computador personal 5		100%	\$ 288.000,00
Computador personal 6		100%	\$ 288.000,00
Computador personal 7		100%	\$ 288.000,00
Computador personal 8		100%	\$ 288.000,00
Impresora		100%	\$ 288.000,00

Costos de los recursos para el desarrollo

Disponibilidad permanente de vehículos

Tabla 16. Disponibilidad permanente de vehículos

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Camioneta 1		100%	\$ 4.799.999,68
Camioneta 2		100%	\$ 4.799.999,68

Suministro

Tabla 17. Costo de recursos de suministro

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Suministros		1	\$ 64.999.997,44
Auxiliar de Compras		100%	\$ 768.000,00

Logística de montaje

Tabla 18. Costos de recursos para la logística de montajes

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Supervisor de Montajes		100%	\$ 599.999,96
Supervisor de Seguridad		100%	\$ 599.999,96
Personal SISO 1		100%	\$ 400.000,00
Personal SISO 2		100%	\$ 400.000,00
Rescatista 1		100%	\$ 1.440.000,00
Rescatista 2		100%	\$ 1.440.000,00

Actividades previas de implementación

Tabla 19. Costos de recursos para actividades previas de implementación

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Montacarga 1		100%	\$ 1.040.000,00
Despachador		100%	\$ 128.000,00
Auxiliar de logística 1		100%	\$ 128.000,00
Auxiliar de logística 2		100%	\$ 128.000,00

Implementación de equipos

Tabla 20. Costos de los recursos para la implementación de los equipos

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Personal SISO 1		100%	\$ 880.000,00
Personal SISO 2		100%	\$ 880.000,00
Rescatista 1		100%	\$ 3.168.000,00
Rescatista 2		100%	\$ 3.168.000,00
Supervisor de Montajes		100%	\$ 1.320.000,00
Supervisor de Seguridad		100%	\$ 1.320.000,00
Tecnico Electricista 1		100%	\$ 880.000,00
Tecnico Electricista 2		100%	\$ 880.000,00
Auxiliar electricista 1		100%	\$ 704.000,00
Soldador 1		100%	\$ 1.320.000,00
Soldador 2		100%	\$ 1.320.000,00
Pailero 1		100%	\$ 704.000,00
Pailero 2		100%	\$ 704.000,00
Tecnico Electricista 3		100%	\$ 880.000,00
Auxiliar electricista 3		100%	\$ 704.000,00
Auxiliar electricista 2		100%	\$ 704.000,00
Ingeniero Electronico 1		100%	\$ 1.760.000,00
Ingeniero Electrico 1		100%	\$ 1.760.000,00
Operador de Man life 1		100%	\$ 704.000,00
Operador de Man life 2		100%	\$ 704.000,00
Operador de Man life 3		100%	\$ 704.000,00
Operador de Montacarga		100%	\$ 704.000,00
Man life 1		100%	\$ 3.520.000,00
Man life 2		100%	\$ 3.520.000,00
Man life 3		100%	\$ 3.520.000,00
Montacarga 1		100%	\$ 5.720.000,00
Radios de comunicacion		20	\$ 3.000.000,00
Computadores personales		800%	\$ 2.112.000,00

Implementación del sistema

Tabla 21. Costos de los recursos para la implementación del sistema

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Ingeniero de Control 1		100%	\$ 1.280.000,00
Ingeniero de Control 2		100%	\$ 1.280.000,00
Ingeniero de procesos 1		100%	\$ 1.280.000,00
Ingeniero Electrico 1		100%	\$ 1.280.000,00
Ingeniero Electronico 1		100%	\$ 1.280.000,00
Personal SISO 1		100%	\$ 640.000,00

Pruebas preliminares

Tabla 22. Costos de los recursos para las pruebas preliminares

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Ingeniero Electrico 2		100%	\$ 480.000,00
Ingeniero de Programacion 1		100%	\$ 480.000,00
Tecnico Electricista 1		100%	\$ 240.000,00
Tecnico Electricista 2		100%	\$ 240.000,00
Tecnico Electricista 3		100%	\$ 240.000,00
Tecnico Electricista 4		100%	\$ 0,00
Ingeniero Electronico 1		100%	\$ 480.000,00
Ingeniero Electrico 1		100%	\$ 480.000,00
Ingeniero de Control 1		100%	\$ 480.000,00

Pre-commissioning

Tabla 23. Costos de los recursos para el pre-commissioning

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Ingeniero de Control 2		39%	\$ 62.400,00
Ingeniero de Control 1		100%	\$ 160.000,00
Ingeniero de Programacion 1		100%	\$ 160.000,00

Commissioning

Tabla 24. Costos de los recursos para el commissioning

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Ingeniero de proyectos		100%	\$ 640.000,00
Ingeniero Electronico 1		100%	\$ 320.000,00
Ingeniero Electrico 1		100%	\$ 320.000,00

Costos operación

Capacitación

Tabla 25. Costos de los recursos para la capacitación

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Ingeniero de Control 2		100%	\$ 640.000,00
Ingeniero de Programacion 2		100%	\$ 640.000,00
Ingeniero Electrico 1		100%	\$ 640.000,00
Ingeniero Electronico 2		100%	\$ 640.000,00

Documentación

Tabla 26. Costos de los recursos para la documentación

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Dibujante 1		100%	\$ 640.000,00
Dibujante 2		100%	\$ 640.000,00
Ingeniero de proyectos		100%	\$ 2.560.000,00
Impresora		100%	\$ 192.000,00

Cierre de proyecto

Tabla 27. Costos de los recursos del cierre del proyecto

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
Ingeniero de proyectos		100%	\$ 320.000,00

Soporte técnico y garantía

Tabla 28. Costos para dos años de soporte técnico y garantía

Nombre del recurso	Propietario de asignac.	Unidades	Costo
SOPORTE TECNICO Y GARANTIA		1	\$ 10.000.000,00

5. Negociación del proyecto

5.1 Precio de venta mínimo

El precio de venta mínimo establecido para el proyecto es el siguiente:

$$\text{Precio de venta minimo} = \frac{(\text{Costo del proyecto}^2)}{(1 - \text{Utilidad})}$$

Para el proyecto se ha establecido una utilidad del 30% total del costo.

$$\text{Precio de venta minimo} = \frac{(\$ 180.742.410,24)}{(1 - 0.3)}$$

$$\text{Precio de venta minimo} = \frac{(\$ 180.742.410,24)}{(0.7)}$$

$$\underline{\text{Precio de venta minimo} = \$ 258.203.344,29}$$

Por lo tanto \$ 258.203.344,29 (COP) es el precio de venta mínimo del proyecto.

5.2 Precio de venta publico

El precio de venta público establecido para el proyecto es el siguiente:

$$\text{Precio de venta público} = \frac{(\text{Precio de venta minimo})}{(1 - \text{Descuento})}$$

² Valor en pesos colombianos (COP)

Para el proyecto se ha establecido un hasta un descuento máximo del 30% total del precio de venta público con respecto al precio de venta mínimo.

$$\text{Precio de venta público} = \frac{(\$ 258.203.344,29)}{(1 - 0.3)}$$

$$\text{Precio de venta público} = \frac{(\$ 258.203.344,29)}{(0.7)}$$

$$\underline{\text{Precio de venta público} = \$ 368.862.061,29}$$

Por lo tanto \$ 368.862.061,29 (COP) es el precio de venta público del proyecto.

Conclusiones

Este trabajo permitió diseñar y planificar una idea de negocio de un proyecto orientado a la instrumentación electrónica, específicamente en el área de la minería. Al determinar las etapas del proyecto se logró especificar el árbol de tareas y de actividades requeridas para desarrollarlo y la duración.

Para cada una de estas actividades se asignaron recursos específicos y se establecieron los costos directos, indirectos y fijos, estos costos permitieron calcular el costo real de un proyecto. Para la negociación fue necesario tener en cuenta las fórmulas que se deben de aplicar considerando el porcentaje de ganancia y el máximo descuento que se puede dar al cliente en el momento de ofertarlo.

Referencias

MEJIA, Carlos. Minería en Colombia: Proyectos de automatización. Edición 04/06, 2004.

López, E. R. (2008). El impacto de la minería en Colombia. *Minería en Colombia*, 24(3), 133-141.

Martin, J. A., & Wang, Z. (2011). Sensores de Gas. *Automatización de la Minería*, 12(10), 671-682.