

TRABAJO FINAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE ESPECIALISTA EN
INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

IMPLEMENTACIÓN, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE ANTENA
SEMIAUTOMÁTICA SATELITAL PARA VEHÍCULOS DE BRIGADAS DE SALUD DEL
GOBIERNO NACIONAL

Director: Ing. Fernando Rivera Insignares

JONNATHAN RUIZ QUECAN

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO

FACULTAD DE INGENIERÍA

BOGOTÁ, COLOMBIA

2016

CONTENIDO

I.	Resumen	5
II.	Abstract.....	7
III.	Palabras clave.....	8
	Key words.....	8
1.	Introducción	9
2.	Objetivos.....	10
IV.	Objetivo general.....	10
V.	Objetivos específicos	10
3.	Desarrollo de producto.....	12
VI.	Antecedentes	12
VII.	Problema, necesidad a solucionar	14
VIII.	Descripción de la solución.....	15
IX.	Justificación.....	16
	Ingeniería conceptual.....	18
X.	Alcance	18
XI.	Descripción del proceso	18
XII.	Estado del arte	25
XIII.	Especificaciones de funcionamiento.....	27
XIV.	Especificaciones de montaje físico.....	28
XV.	Especificaciones de ambiente y operación	29
XVI.	Especificaciones de gestión	30
XVII.	Normatividad técnica a cumplir.....	31
XVIII.	Normas.....	31
XIX.	Requerimientos y normas legales.....	32
	Riesgos del proyecto	32
XX.	Identificación de riesgos	32
XXI.	Gestión de riesgos.....	33
XXII.	Responsables del proyecto	35
	Ingeniería básica	36
XXIII.	Diagrama de bloques de la solución	36
XXIV.	Descripción de la solución.....	36
	Ingeniería de detalle	39

XXV.	Escogencia de componentes.....	39
XXVI.	Diagrama y planos de la solución.....	40
XXVII.	Listado de elementos.....	42
	Factibilidad técnica del proyecto.....	42
4.	Planificación e implementación de la solución.....	44
	Procura suministro.....	44
XXVIII.	Proveedores y oferta.....	44
XXIX.	Precommissioning.....	45
	Planificación de tareas.....	47
XXX.	WBS Árbol de tareas.....	47
XXXI.	Diccionario de WBS.....	48
XXXII.	Diagrama de Gantt.....	50
XXXIII.	Montaje.....	51
	Recursos para implementar el proyecto.....	52
XXXIV.	Organigrama del proyecto.....	52
XXXV.	Tablas asignación de recursos.....	53
XXXVI.	Equipos a entregar al cliente.....	53
XXXVII.	Hoja de recursos.....	54
XXXVIII.	Asignación de costos del proyecto.....	55
XXXIX.	Gastos administrativos.....	56
	Utilidad e imprevistos del proyecto.....	56
	Precio de venta del proyecto.....	56
XL.	Discusión final.....	57
5.	Bibliografía.....	58

TABLA DE ILUSTRACIONES

FIGURA 1 ÁNGULOS DE APUNTAMIENTO. (FUENTE: AUTOR).....	20
FIGURA 2 HERRAMIENTA SATLEX. (FUENTE: (WWW.SATLEX)).....	22
FIGURA 3 CÁLCULO DE ÁNGULOS. (FUENTE: (WWW.SATLEX))	22
FIGURA 4 DIAGRAMAS DE BLOQUES. (FUENTE: AUTOR)	36
FIGURA 5 FLUJOGRAMA PROCESO DE CONTROL. (FUENTE: AUTOR)	38
FIGURA 6 DIMENSIONES DE LA ANTENA. (FUENTE: AUTOR-IMAGEN (WWW.SATLEX))	40
FIGURA 7 VISTA DE LA ANTENA DESPLEGADA. (FUENTE: AUTOR)	41
FIGURA 8. VISIÓN 3D ANTENA PLEGADA. (FUENTE AUTOR. IMÁGENES TOMADAS ANTENA INETVU- CAMIONETA SPRINTER)	41
FIGURA 9 ÁRBOL DE TAREAS DEL PROYECTO. (FUENTE: AUTOR).....	47
FIGURA 10 SECUENCIA DE INSTALACIÓN DE LA ANTENA	51
FIGURA 11 ORGANIGRAMA DE PROYECTO	52

I. RESUMEN

En este proyecto dirigido se realizó una propuesta que podría brindar apoyo a futuro a una problemática social que siempre ha repercutido en Colombia, la problemática de la crisis de la salud que afronta actualmente el país. En términos generales el sistema de salud ha venido decayendo de forma acelerada, esta crisis viene acompañada de inconformidades no solo por usuarios del sistema de salud del sector público o privado sino que también por todo el personal médico que hace parte de este sistema. Existen diferentes factores que han hecho que esta problemática vaya en aumento, vale la pena aclarar no necesariamente son citadas ni tienen que ver con el presente trabajo pero sí que conciernen a cambios que se han hecho a nivel político, de leyes y cambios sobre los diferentes complementos que hacen parte del sistema de salud como los entes gubernamentales y empresas públicas o privadas. Si esta situación de vulnerabilidad en la salud afecta en gran magnitud las ciudades principales de Colombia como la capital es muy difícil imaginarse como es la situación en las zonas más remotas de cada departamento o municipio.

En el presente trabajo se plantea una necesidad que tiene el misterio de salud, que es llevar unidades médicas móviles, brigadas de salud a las zonas alejadas de Colombia. Zonas rurales donde el sistema de salud no solo es de mala calidad sino que en ocasiones no existe. Consecuente con llevar brigadas médicas el ministerio de salud también necesita crear una red de conectividad hospitalaria donde pretenden tener la base de datos de los pacientes y donde al mismo tiempo puedan estar en comunicación con los diferentes especialistas para realizar consultas, tratamientos, toma de decisiones y hasta cirugías especializadas con orientación remota.

Para poder establecer este centro de conectividad estas unidades necesitaran como mínimo un servicio de internet pero debido a que estarán en zonas rurales donde actualmente en Colombia la conectividad es nula se necesita plantear una solución y es allí donde repercute el presente proyecto el cual busca dotar esas unidades móviles de antenas satelitales inteligentes que puedan establecer un servicio de internet sin limitaciones geográficas para que el personal médico tenga comunicaciones constantes en cualquier punto geográfico con calidad y eficiencia.

Con la solución planteada ya se han realizado desarrollos previos en unidades médicas que han sido exitosas, pues día a día la salud va más de la mano con las telecomunicaciones y facilitando las labores médicas.

II. ABSTRACT

This Project aimed shows a proposal in order to give support in the future to a big trouble that society in Colombia have.

Right now in Colombia there is a problem in private and public health. The health has been decreased and a lot people around Colombia are not happy with the attention of this system. There are many factors that have generated disagreement and have done that this trouble trend to increase. However is important to mention that this kind of factors are not presents in this project and just looks give a solution that the government will be able to offer in a future.

The ministry of Health in Colombia has the necessity to carry health brigades to different departments and places away from urban areas. But when it comes to carry basic health teams to the rural communities the situation can be quite difficult because Colombia geography does not allow that this work may be usual and easy to do. Additional to carry health brigades, the ministry needs to create a specific center of networks and communications where his doctors can work together with specialist in different areas to do medical consultations, conferences, treatments and of course to keep in touch with their families .

For this project the ministry of health has decided equip vehicles as a doctor's office and these vehicles will move for all departments and rural communities to help people of all ages. The ministry decided to use satellite antennas in order to create a specific net of communications. These antennas can be installed in all vehicles to get communication and keep in touch with the centers of health and his different specializations.

This project shows and provide the possible solution to equip these vehicles with smart satellite antennas where may be lay down services of internet anywhere in Colombia safely high quality and economical way.

III.PALABRAS CLAVE

- Satélite,
- Antena satelital, A
- Ángulos de apuntamiento,
- Control,
- Ángulo Brewster.

KEY WORDS

- Brewster angle,
- Eutelsat,
- Azimuth,
- Satellite,
- Networking

1. INTRODUCCIÓN

El ser humano siempre ha tenido interés por su propio desarrollo personal y social, para ello a lo largo de la historia ha buscado diferentes maneras de hacerlo evolucionado así de forma permanente y ayudando a evolucionar una sociedad con diferentes aportes. Una de las mejores prácticas que ha encontrado para este desarrollo es capacitarse, adquiriendo conocimientos en todas las ciencias que existen y utilizando este conocimiento para inventar, innovar y/o desarrollar herramientas que faciliten labores a la humanidad.

El presente trabajo de grado tiene por objetivo precisamente ser partícipe de ese desarrollo social y personal. Inicialmente adquiriendo conocimientos que han sido transferidos de generación en generación, basado en investigaciones, experiencias propias, teorías u otros medios que son compartidos y discutidos en un aula de clase. En segunda estancia en el desarrollo del presente trabajo se pretende mostrar y plasmar parte de ese conocimiento adquirido en pro de un beneficio no solo personal sino que también un beneficio social que es la base de las ciencias como la ingeniería que utiliza los conocimientos para transformar ideas en acción con el fin de brindar una solución a una problemática.

Otro de los objetivos del presente proyecto es cumplir a cabalidad la normatividad establecida por la universidad Santo Tomas de Aquino para optar por el título de especialista en instrumentación electrónica mediante un caso de propuesta hipotética a una necesidad real en Colombia que aun no ha sido contemplada en su totalidad pero que a futuro podría ser una muy buena solución. El desarrollo y planteamiento a la necesidad fue realizado gracias a las

disciplinas temáticas vistas y utilizadas durante la especialización, temáticas como: Matemáticas, Control, Automatización, Redes Programación, Electrónica, Mecánica, Gestión de proyectos.

2. OBJETIVOS

IV. OBJETIVO GENERAL

- Brindar una solución de conectividad satelital mediante la implementación e instalación de antenas satelitales en unidades móviles de brigadas de salud diseñadas y adecuadas por el ministerio de salud.

V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Análisis de la necesidad del cliente.

- Identificar la necesidad del ministerio de salud de llevar brigadas médicas a las zonas más alejadas de Colombia contando siempre con un servicio de telecomunicaciones eficiente, de calidad y a un costo considerable.

Desarrolló de la idea.

- Desarrollar el modelo de la solución brindada al ministerio de salud para cumplir y cubrir en su totalidad la necesidad planteada de una forma eficaz y superando siempre los objetivos y expectativas.

Procesos de desarrollo de la solución

- Construcción del modelo de la solución abarcando las diferentes procesos mediante el desarrollo del producto, procesos como (requerimientos, alcance, especificaciones de operación, ingeniería básica, ingeniería de detalle, montajes, implementación y puesta en marcha de la solución planteada)

Ingeniería básica

- Diseño y elaboración de la solución, modo y método de operación que tendrá el sistemas de la antena satelital. Estudios de puntos de instalación en los vehículos, elaboración de planos y diagramas, dimensionamiento y lista de equipos para cubrir la necesidad.

Ingeniería de detalle e implementación.

- Montaje, instalación e implementación de las antenas satelitales sobre los vehículos dotados por el ministerio.
- Realizar la integración de todos los sistemas mecánicos, de telecomunicaciones y de control. Dejando de esta forma la antena satelital lista para ser operada.
- Realizar pruebas off line hacia diferentes satélites de órbita geoestacionaria para evaluar el desempeño del producto.

Puesta en marcha y operación

- Pruebas finales con los vehículos completamente dotados del sistema de telecomunicaciones y operando en campo.
- Evaluación, desempeño, seguimiento, monitoreo y entrega de final del proyecto al cliente.

3. DESARROLLO DE PRODUCTO

VI. ANTECEDENTES

El desarrollo de una sociedad está basado en el trabajo realizado por el hombre y es por ello que a lo largo de todos los tiempos ha ido creando múltiples herramientas que puedan contribuir a esta evolución dando solución a sus principales necesidades y haciendo que día tras día la sociedad de forma favorable vea una transformación global y desarrollo ya sea en la industria, infraestructura, telecomunicaciones o desarrollo social como el campo de la salud.

Las comunicaciones especialmente han sido un factor importante, un protagonista en nuestro desarrollo ya que gracias a ellas es posible mantenernos en contacto y entendernos independiente de las diferencias culturales étnicas o sociales que existen alrededor de mundo, además de que son importantes en procura de mantener buenas relaciones en todos los ámbitos de nuestra vida. Ámbitos sociales, familiares o laborales. Un área de gran importancia en el que se han visto envueltas las telecomunicaciones es en el área de la salud y para un país como Colombia sin duda alguna la salud mas haya de ser hoy día una problemática social es un motor de crecimiento de transformación de una sociedad en búsqueda del cambio hacia la paz. Es por ello que el ministerio de salud de Colombia tiene como proyecto llevar salud pública a las poblaciones más vulnerables de todos los rincones del país por medio de brigadas de salud para brindar un servicio digno y necesario, pero llegar a estas zonas alejadas con brigadas de salud no es una tarea fácil. Para ello pretende dotar unidades móviles con sistemas de comunicaciones e internet especializados que permitan estar fácilmente comunicados con sus diferentes centros de atención a nivel nacional y especialistas médicos.

Una gran problemática es que debido a la insuficiencia tecnológica, a la falta de comunicaciones terrestres y la geografía de Colombia dotar estas unidades móviles de un servicio de internet que acompañen a las campañas de salud a la población más alejada de los municipios de Colombia es un reto.

Una solución para dotar estos vehículos de servicio de internet y poder llevarlos a todos los rincones de Colombia son los sistemas de telecomunicaciones vía satélite, los cuales son un gran aliado para este tipo de proyectos de brindar y mejorar el sistema de salud con calidad a una población de una zona rural muy apartada y necesitada como las que hay en Colombia que muchas veces son desconocidas. Este tipo de comunicación satelital necesita antenas terrenas para establecer un enlace, estas antenas generalmente se dividen en dos grupos los cuales son, manuales o automáticos. Las antenas automáticas son la mejor solución para el proyecto planteado por el ministerio de salud, sin embargo los costos de instalación, mantenimiento y operación de este tipo de antenas suelen ser demasiado elevados y dentro del presupuesto nacional para ejecutar este proyecto no se contempla la adquisición de antenas inteligentes tan robustas y costosas. Es por ello que el ministerio de salud busca una antena término medio, una antena que sea manual y semi-automática pero que cumpla con las características deseadas de operación a un precio razonable y con una alta calidad, pues estas antenas satelitales serán instaladas en vehículos que se movilizaran de forma constante por los diferentes departamentos del país llevando así sus campañas de salud a las diferentes poblaciones de una forma confiable y conectados en todo momento con sus centrales de atención y sus especialistas médicos de todas

las ramas de la salud sin importar las limitaciones geográficas para de esta forma brindar una mejor y digna atención a lo que ellos llamaran Salud on line.

VII. PROBLEMA, NECESIDAD A SOLUCIONAR

El ministerio de salud aparte de llevar sus brigadas de salud pública a las zonas más alejadas de Colombia necesita crear una red nacional de atención en donde el personal médico pueda estar en constante comunicación con los centros nacionales de salud y sus diferentes especialistas en todas las aéreas para de esta formar brindar una mejor y oportuna atención.

Para poder estar en constante comunicación necesitaran un servicio de internet pero debido a que estarán en zonas muy alejadas y la geografía de Colombia así como su infraestructura aun no permite llevar internet terrestre a todos los rincones del país ellos han decidió utilizar comunicaciones satelitales gracias a su disponibilidad nacional. Los satélites que utilizaran se encuentran en la órbita geoestacionaria y trabajaran con banda ku, para establecer un servicio de internet satelital se necesitan antenas remotas que reciban la señal. En el caso del proyecto del ministerio de salud estas antenas serán instaladas en vehículos móviles adaptados especialmente por el ministerio, vehículos que en su interior serán prácticamente consultorios y algunos salas de cirugía móviles. Estos vehículos estarán en constante movimiento y transitaran por todos los departamentos de Colombia llevando sus brigadas de salud. Las antenas que necesita instalar el ministerio de salud en sus vehículos son antenas remotas automáticas que se apunten solas a los diferentes tipos de satélites con lo que ellos pretenden trabajar y los que su operador de telecomunicaciones les ofrezca. Las antenas actuales que pretende adquirir el ministerio de salud son demasiado costosas y el presupuesto con el que cuentan no alcanza para cubrir la gran

demanda que es dotar 500 unidades móviles de antenas satelitales. Por esta razón se ofreció un desarrollo más económico de una antena semi-automática de rápida acción que se adapta totalmente a la solución a un costo más razonable y con la misma calidad y eficiencia que las que el ministerio pretendía comprar. La antena satelital de rápida acción es uno de los componentes más importantes de este sistema de comunicación pues es la columna vertebral del sistema que planea desarrollar el ministerio y por esto está dispuesto a pagar por un desarrollo que sea capaz de cumplir con las características del proyecto impuesto por el gobierno nacional de Colombia.

VIII. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Existen diferentes tipos de antenas satelitales, por supuesto existen diferentes soluciones y cada solución se adapta a la necesidad de cada cliente.

Básicamente estos diferentes tipos de antenas pueden ser organizados en dos grandes grupos que son. Antenas normales y antenas inteligentes. Las antenas normales son aquellas que necesitan ser manipuladas por el hombre, es decir necesitan ser apuntadas a los diferentes satélites de forma manual lo cual se convierte en una tarea tediosa y que además debe ser realizada por personal capacitado y con experiencia para realizar este tipo de labor y lograr establecer un enlace satelital. Por otro lado las antenas inteligentes son aquellas que son autosuficientes y tiene la capacidad de operar de forma automática para establecer un enlace de comunicación satelital, es decir este tipo de antenas ubican solas el satélite.

Lo que se plantea como solución para el ministerio de salud es abastecer su necesidad de conectividad para las unidades móviles de salud con un desarrollo que fue creado a partir de un híbrido entre estos dos tipos de antenas.

Se desarrollo e implemento una antena Semi-autoapuntable que puede ser operada de forma manual con facilidad y al mismo tiempo puede ser operada de forma automática sin confundir al usuario en cuanto a su modo de operación a un precio razonable y que cumple con con las expectativas del proyecto dando solución inmediata a la necesidad de llevar brigadas de salud a todo el territorio Colombiano. Estas antenas podrán ser instadas en los vehículos que utilizara el ministerio de salud para sus brigadas y serán lo suficientemente automáticas para establecer un enlace de conectividad satelital, de esta forma el personal médico tripulante de este tipo de vehículos no se verá en la necesidad de estar apuntando antenas de forma manual ni preocupándose por temas de ingeniería para los cuales no fueron contratados cumpliendo a cabalidad sus tareas de atender a las personas más necesitadas de las zonas más alejadas en Colombia.

IX. JUSTIFICACIÓN

1. La solución planteada con la antena semi-autoapuntable es una gran oportunidad para el ministerio de salud, puesto que su modo de operación, su puesta en marcha y su eficiencia a un menor costo se adapta a sus necesidades. Con este tipo de antena es totalmente viable dotar 500 unidades móviles, haciendo énfasis en que su puesta en marcha es muy sencilla y el personal de tripulación medica que brindara las brigadas de salud no tendrá la necesidad de capacitarse ni preocupares por temas de conectividad ni tampoco manipular equipos satelitales o aprender de teoría de apuntamiento de antenas satelitales, puesto que estas lo harán por sí mismas. De la misma forma el ministerio de salud no tendrá la necesidad de contratar un ingeniero o un técnico especializado en apuntamiento de antenas satelitales cada vez que la unidad se movilice desde un municipio a otro.

2. Generalmente las antenas totalmente automáticas suelen ser de operación complicada y costosa, aunque son muy utilizadas en las compañías que exploran los suelos, en compañías de infraestructura o agricultura cuando hay una falla esto se convierte en un real y complejo dolor de cabeza para el operador. Con la antena de la solución planteada no solo el usuario podrá ver una similitud a una antena totalmente automática si no que debido a su modo de operación manual, si hay una falla del sistema automático o un falla mecánica, la antena podrá ser operada de forma manual en cualquier instante. Con este tipo de solución el ministerio de las telecomunicaciones ahorraría en gran cantidad costos para su operación.

3. Alrededor del mundo hay muchas compañías de servicios satelitales que están en busca de soluciones como las que se plantean en este proyecto y por los cuales realizan grandes inversiones en investigación para facilitar y cumplir a satisfacción las necesidades de un cliente o usuario con el ánimo de mejorar la calidad de sus servicios de forma eficaz eficiente pero trabajando en reducir los costos debido a que los sistema satelitales son del tipo de telecomunicaciones más costosas alrededor del mundo.

4. Al desarrollar un proyecto de gran ambición como el planteado no solo se crece profesionalmente en conocimiento y de forma personal. Lo más importante a la hora de participar en este tipo de proyectos es que se desarrolla un país como Colombia, se desarrolla una nación y se aporta un grano de arena a la salud y a la igualdad que tanto necesitamos en nuestra sociedad.

INGENIERÍA CONCEPTUAL

X. ALCANCE

En el presente proyecto se pretende implementar y poner en operación 500 antenas satelital semi-autoapuntables que serán instaladas en vehículos especiales que adaptara el ministerio de salud con el fin de llevar brigadas médicas a los lugares más alejados y vulnerables de Colombia. El fin de las antenas satelitales es poder dar conectividad al grupo médico y que ellos de esta manera puedan estar en constante comunicación con las centrales de salud y los especialistas médicos de todas las aéreas para brindar un servicio más cálido, rápido y mejor. De la misma forma estas antenas que brindaran conectividad le permitirá al personal médico estar en contacto con sus seres queridos.

XI. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Los sistemas de comunicaciones son un factor importante en el desarrollo de una sociedad ya que gracias a ellas es posible mantenernos en constante contacto con nuestros familiares, amigos y allegados. De la misma forma los sistemas de comunicaciones son esenciales en la educación o en la salud, en la educación por ejemplo son una herramienta vital en la actualidad para adquirir conocimiento de forma más acelerada, y en la salud los sistemas de comunicaciones son un inmenso aliado puesto que los desarrollos médicos, métodos diagnósticos, juntas medicas y tratamientos se han visto favorecidos con el desarrollo de la comunicaciones. Es por ello que el ministerio de salud decidió utilizar unidades móviles, estas unidades deben estar dotadas de un sistema de comunicación para poder tener conectividad en todo momento con las centrales de salud, pero debido a la insuficiencia tecnológica, a la falta de comunicaciones terrestres y la

geografía de Colombia llevar conectividad acompañando las brigadas de salud a toda la población Colombiana aun no es tarea fácil.

Lo que se plantea para el ministerio de salud es poner en operación una antena semi-autoapuntable que también pueden ser operada de forma manual, de cualquiera de las dos formas estará en la capacidad de establecer un enlace satelital y por ende dar conectividad al equipo médico de las brigadas de salud sin confundirlo con tecnología avanzada, también como ventaja para el ministerio son soluciones a un precio razonable y por supuesto que cumple las expectativas del proyecto del ministerio salud para estas unidades móviles.

El modo de operación de estas antenas semiautomáticas es muy sencillo y se basa en la teoría de apuntamiento de antenas hacia satélites. A continuación se detalla cómo deben ser operadas las antenas que se implementara para el proyecto del ministerio de salud. Es necesario aclarar que esto se realizara una vez la antena ya se encuentre instalada sobre los vehículos.

1. Cuando se apunta una antena satelital se tienen en cuenta 3 ángulos específico los cuales son: Azimut, Elevación y Polarización. En la imagen No 1 se observan los ángulos polarización, elevación y azimut que deben ser utilizados para apuntar antenas satelitales. Estos ángulos deben ser calculados dependiendo de la posición orbital del satélite y la ubicación geográfica de la antena. (Arkhaios, 2010)

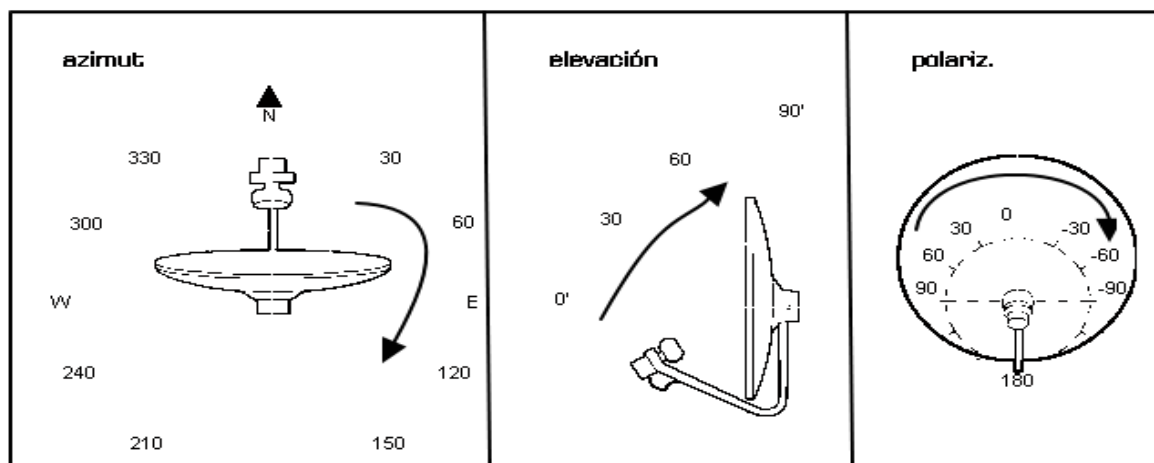


Figura 1 Ángulos de Apuntamiento. (Fuente: Autor)

El Angulo de Polarización o ángulo Brewster (Arieli) corresponde básicamente al ángulo de incidencia de una la luz sobre una superficie, para el caso de sistemas de antenas satelitales el ángulo de polarización es la forma en cómo el receptor va a recibir la señal del satélite ya sea vertical u horizontal este ángulo es muy fácil de ubicar ya que es 90° o 180° y esto lo podrá hacer el usuario enviando comandos por consola desde su computador al controlador de la antena, lo único que tendrá que decidir es en que ángulo desea trabajar si en ángulo de 90° o ángulo de 180° . Es importante mencionar que el ángulo de operación dependerá del proveedor del servicio satelital que decida elegir el ministerio de salud. El desarrollo del proyecto es la instalación de la antenas y puesta en operación, pero no se toma decisión sobre ningún proveedor sin embargo es importante resaltar que es una antena estándar y puede operar en banda ku de acuerdo a las necesidades del ministerio, no es posible en banda C ya se necesitaran estaciones más grandes.

2. Una vez elegido el ángulo de polarización en que opera la antena, se continuara con el apuntamiento según la teoría de comunicaciones por satélite, para ello es necesario ubicar dos ángulos esenciales Azimut y Elevación, el ángulo de azimut hace referencia al ángulo de orientación sobre la superficie de la tierra y el ángulo de la elevación se refiere al ángulo de inclinación sobre un plano horizontal. Una herramienta muy utilizada para realizar el cálculo de estos ángulos es SATLEX, la cual realiza el cálculo de manera automática ingresando los datos de posición orbital del satelital y la ubicación geográfica de la antena, es decir las coordenadas del punto exacto donde se encuentre la antena remota o la ciudad. ([www.satlex](http://www.satlex.it))

A continuación se detallan los pasos para realizar el cálculo de los ángulos de azimut y elevación en los que debe quedar apuntada la Antena semi-automática.

- Se debe ingresar a la URL <http://www.satlex.it/>
- Una vez dentro de la URL se debe ubicar el satélite por posición geográfica, y la ciudad donde está ubicada la antena o en su defecto las coordenadas del punto donde estará ubicada la antena remota. En la siguiente imagen se puede ver un ejemplo del cálculo de los ángulos que realiza esta herramienta, en el ejemplo se detalla la ciudad de Bogotá como punto de referencia de donde está la antena remota y el satélite Eutelsat 117 west A (Eutelsat) que está en posición geográfica 118.0 west . En rojo se pueden identificar los datos que se deben ingresar para el cálculo de los ángulos.

Introducir el satélite y el lugar de emplazamiento de la antena

La posición orbital y el satélite:

Posición orbital cualquiera:
 °

Lugar de emplazamiento de la antena (ciudad/país):

Lugar de emplazamiento cualquiera (latitud/longitud)*:
 ° N / ° E

* Para encontrar la latitud y la longitud exactas, por favor utilizar:

Figura 2 Herramienta Satlex. (Fuente: (www.satlex))

- Una vez ingresados los datos a la herramienta satlex ella realizara un cálculo de ángulos y los mostrara, estos ángulos deberán ser los que debe ingresar el usuario para el apuntamiento de la antena, en la siguiente imagen se observa como muestra los ángulos esta herramienta, ángulo de azimuth y ángulo de elevación.

Resultados para el lugar de emplazamiento de la antena:

Ángulo azimuth:
 265.04° (True North)

Ángulo de elevación:
 40.49°

Inclinación LNB:
 83.24°

Figura 3 Cálculo de ángulos. (Fuente: (www.satlex))

Finalizado el cálculo de ángulos se procede a realizar el envío de datos al controlador como se detalla desde el paso No 3 en adelante.

- De la misma forma en que se envían comandos para ubicar el ángulo de polarización, se deben enviar comandos por consola a la unidad de control para ubicar el ángulo de azimuth en que se desea se ubique la antena, una vez la unidad de control reciba el parámetro de azimuth la antena comenzara a moverse hasta ubicarse en el ángulo deseado, esta será la posición final de Azimut. Si el ángulo de azimuth es adecuado, se procederá con el ángulo de elevación donde se realizara la misma acción. Se enviaran comandos por consola a la unidad de control con el valor del ángulo

de elevación en que se desea se ubique la antena, la unidad de control recibirá el parámetro y la antena se moverá y se posicionara en el ángulo de elevación deseado ubicando la posición final

4. Después de alcanzar los ángulos de posición deseados en Azimut, Elevación y Polarización la antena estará apuntada y abra encontrado el satélite deseado, después de ello el usuario contara con servicio de internet y podrá tener la facilidad de comunicarse con el centro de operaciones de su proveedor satelital el cual le podrá indicar si el nivel de potencia es el adecuado o si necesita realizar más movimiento, en caso de que el telepuerto le indique que necesita hacer mas movimientos en cualquiera de los tres ángulos el usuario podrá realizarlos de la misma forma enviando los comandos por consola a la unidad de control de la antena.

5. El envío de comandos se realizara de la siguiente forma, el usuario deberá conectar el computador por medio de cable serial al controlador de la antena y deberá abrir una sesión terminal de comunicaciones como hyperterminal o cualquier otra sesión como putty, generalmente por defecto estas sesiones tienen la configuración del puerto con 9600 bits por segundo, 8 bits de datos, ningún bit de paridad y 1 bit de parada. Esta configuración es adecuada y con solo abrir la sesión y conectar el computador el usuario ya podrá elegir y enviar comandos a la antena para seleccionar el ángulo en que quiere que se ubique esta. Para saber qué movimiento hacer el usuario deberá enviar los siguientes comandos. 1010 para dar inicio a la selección entre polarización, azimut y elevación. Una vez inicia el usuario deberá enviar el comando 1111 para seleccionar que desea la antena se mueva en polarización y posterior enviar el dato del ángulo en que quiere que se ubique por ejemplo enviar 90° para que la polarización

sea 90° , luego deberá enviar el comando 1112 para seleccionar el movimiento en azimut seguido del valor del ángulo en azimut que quiere que se ubique la antena y para seleccionar el tercer movimiento que es elevación en usuario deberá enviar el comando 1113 seguido del ángulo de elevación, una vez la antena se ubique en los 3 ángulos mencionados el usuario finalizara la sesión simplemente saliendo.

6. Si se necesita realizar apuntamiento fino el usuario podrá bajo el mismo procedimiento enviar más o menos ángulos en diferentes movimientos, siempre dependiendo de lo que le indique el operador de telepuerto de su operador de telecomunicaciones con el fin de ganar más potencia.

7. Para volver a dejar la antena en la posición original el usuario únicamente deberá posicionar los ángulos de polarización, azimut y elevación en 0° realizada esta acción la antena quedara guardada y el vehículo podrá movilizarse de forma segura.

XII. ESTADO DEL ARTE

En la actualidad existen diferentes tipos de antenas satelitales remotas que dan solución a una conexión para cualquier tipo de uso, ya sea Internet, transmisión de video, datos, radio, televisión voz y muchas más aplicaciones.

Principalmente el desarrollo de estas antenas se dio por que se necesitaba dar solución a clientes que de forma constante permanecía en movimiento y a que a su vez necesitaban tener una conexión a internet de forma segura rápida y eficiente. Es por eso que el desarrollo de este producto se enfoco inicialmente en clientes del sector Oil and Gas, con el tiempo fue muy utilizado por el área de infraestructura, investigación, emergencias, fuerzas armadas. Entre otras, pero con el cambio social y tecnológico en el que se ha visto envuelto el desarrollo de las telecomunicaciones ha hecho que se incluyan diferentes sectores que aunque con una menor participación son muy evidentes como es el caso de los bancos o como en Colombia el caso de la educación y en la salud.

La mayoría de las antenas satelitales son manuales y fijas, estas abundan el mercado y son de gran utilidad. Pero el verdadero valor agregado para este tipo de comunicaciones son las antenas automáticas que también son conocidas como antenas autoapuntables y que están en la capacidad por sí mismas de ubicar un satélite en cualquier posición geográfica y geoestacionaria para establecer un enlace de comunicaciones. Este tipo de antenas darían solución al problema del ministerio de las telecomunicaciones de ubicar antenas automáticas en las unidades móviles. Existen en el mercado varias empresas que han realizado estos desarrollos como lo es la empresa C-COM de Canadá que cuenta con una gama de antenas autoapuntables destacándose ente ella la

antena de marca Inetvu que es una antena móvil de despliegue automático que puede operar en diferentes bandas y plataformas satelitales (www.c-comsat.com, 2016). Por otro lado está la antena autoapuntable AVL que tiene diferentes modelos y tamaños y fue desarrollada por la compañía Avltech en cuyas ventajas ofrecen estabilidad, diseño, capacidad de operación ante ambientes de altas o bajas temperaturas y disponibilidad mundial para operar en diferentes banda y plataformas satelitales (avltech.com, 2016). Otra de las grandes compañías que ha desarrollado este tipo de soluciones de antenas inteligentes es la empresa de comunicación satelital Intellian ubicada en Estados unidos, la particularidad de esta empresa es el desarrollo de sistemas de antenas satelitales marítimas pues este tipo de antenas son especiales para ser ubicadas en barcos y de esta forma brindar una solución de conectividad en cualquier parte del mundo, en cualquier continente, país o punto del océano donde este un barco ubicado y necesite conectividad. Pues si bien esta empresa es el líder en el mercado marítimo es por su desarrollo en las soluciones de antenas marítimas inteligentes. (intelliantech.com, 2016). Probecom es una compañía china y tiene un producto de antena autoapuntable conocida como Auto-Tracking Flyaway Antena (www.probecom.cn, 2016). Es un sistema especial diseñado para la transmisión y recepción cuyo chasis está hecho con fibra de carbón lo que garantiza que su movimiento y traslado pueda ser rápido y seguro, esta antena cuenta con un sistema inteligente y un GPS integrado que permite una vez entra en operación la antena detectar su posición geográfica y realizar el cálculo de los ángulos de elevación, azimut y polarización con solo oprimir un botón, es una antena portable de rápido despliegue y confiable sin embargo aunque este tipo de solución sería adecuado para el proyecto del ministerio de salud su costo de adquisición y operación supera el presupuesto y hace el uso de este tipo de antena no viable.

Estas 4 compañías son de las más conocidas a nivel mundial y en la industria telecomunicaciones satelitales, gracias a sus inversiones, investigaciones y desarrollo de productos que han dado solución a los diferentes problemas de los clientes y que de alguna manera podrían ofrecer una solución al ministerio de salud. Es necesario destacar que este tipo de alternativas aunque darían solución de conectividad al cuerpo médico que realizara las brigadas de salud son demasiado costosas y el presupuesto con el que cuenta el ministerio de salud no alcanzaría para cubrir ni el 50% de la población objetivo. Por otro lado este tipo de soluciones debido al tipo de tecnología que usa hace que su modo de operación, instalación, mantenimiento o solución de problemas sea costo y se necesite un departamento exclusivo y capacitado para dar solución a una falla.

XIII. ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO

Implementación y puesta en marcha de un sistema de antena semi- Autoapuntable que estará en la capacidad de ubicar un satélite sin importar la posición orbital. Este desarrollo de la antena ya esta echo y se realizo con diferentes temática como sistemas mecánicos, actuadores, sistemas de motores, unidades de control. El Objetivo principal es utilizar estas antenas y adaptarlas a las unidades móviles, vehículos que tendrá el ministerio de salud y que estarán en constante movimiento llevando brigadas de salud. Con la ayuda de estas antenas el cuerpo médico de las brigadas tendrá conectividad en cualquier momento. La tecnología que se utilizara en este proyecto será de última generación y cada una de las partes mecánicas, hidráulicas y de control que lo componen estar avalada por las diferentes compañías y proveedores de estos productos, ya que cumplen con los requisitos de norma de ley Colombiana.

XIV. ESPECIFICACIONES DE MONTAJE FÍSICO

El ministerio de salud ubicara estas antenas satelitales en unos vehículos que ellos adecuaran a nivel externo y a nivel interno. La ubicación de esta antena se realizara sobre el techo de estos y el espacio requerido es de un (1) metro de largo por un (1) metro de ancho. Durante la fase de desarrollo se debe realizar levantamiento de información sobre los vehículos que utilizara el ministerio de salud, se debe realizar site survey sobre los vehículos con el fin de garantizar que el espacio sea adecuado para una exitosa instalación. Los vehículos en su mayoría que utilizara el ministerio serán tipo Mercede Sprinter y de acuerdo a la información brindada por el fabricante sobre este tipo de vehículos, se cumple satisfactoriamente con el espacio de diseño donde se instalara la antena. El peso a soportar será de 75 kg, a nivel interno contara con adecuación de un rack para ubicación de equipos y cableado de conexión, este dependerá del diseño interno del vehículo del cual el cliente es responsable, también pueden utilizar un soporte metálico destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones.

Si bien los equipos que se instalaran sobre el techo del vehículo no necesariamente tendrán que ser protegidos de la lluvia ni del sol, las conexiones de cableado si deberán estarlo es por ello que el vehículo donde se instalaran las antenas debe contar con orificios especiales donde se pueda ingresar el cableado desde la antena hacia el rack.

XV. ESPECIFICACIONES DE AMBIENTE Y OPERACIÓN

La antena satelital que se instalara no tendrá que ser protegida de la lluvia ni del sol, la operación es posible frente a ambos ambientes, por supuesto al ser un medio de comunicación satelital en condiciones soleadas la operación será mucho mejor que en condiciones de lluvia. La temperatura máxima donde debe operar la unidad de control es 50° y la temperatura mínima es -30°, esto debido a las condiciones de operación de la tarjeta de control. Los motores y los componentes de la antena semi-automática pueden operar entre -40° y 60°, para las conexiones de cableado deberán estar protegidas de temperaturas altas, el tipo de cable a utilizar es cobre con cubierta aislante de plástico, de acuerdo a la AWG (America Wire Gauge) el calibre del cable será 8, calibre alto que soporta hasta 40 Amperios a temperatura de 60°. Las medidas de la antena satelital son: Base de 90 cm ancho del plato 0.96 cm, alto de la antena cuanto está desplegada 1 m, peso total de la antena 75 kg.

El vehículo deberá proveer unos sistemas de alimentación básicos que se mencionan a continuación:

- Sistema de banco de baterías que permita a los equipo por lo menos capacidad de media hora de alimentación por medio de ups una vez no se cuente con alimentación de la fuente generadora principal.
- Sistema de alimentación ac 110-220 voltios, con capacidad de cumplir 5 Amperios de corriente.
- Sistema de protección y aterrizaje de equipo como polo a tierra o puesta a tierra.
- Se recomienda al ministerio implementar un sistema de ventilación o aire acondicionado en el punto donde podrán los equipos (Rack).

XVI. ESPECIFICACIONES DE GESTIÓN

El modo de operación del sistema de antena semi-autoapuntable es muy sencillo. Para entrar a manipular los equipos solo se necesitara un computador que cuente con una interfaz de comunicaciones de datos digitales periféricos, un puerto serie por donde la información será transmitida bit a bit desde el computador hacia la unidad de control y un cable de red serial.

Debido a que el proyecto solo contempla el diseño, elaboración e implementación de una antena semi-automática. La decisión de equipos adicionales de telecomunicaciones será por parte del cliente, el uso de Rack, es recomendable y el uso del modem, switch, router y demás equipos de la red LAN serán decisión, gestión y manipulación del usuario y de la empresa satelital que decida prestarle sus servicios.

En la siguiente tabla se puede observar el resumen de las características y especificaciones técnicas del producto que se instalara.

Especificaciones Técnica del producto	
Espacio físico para la instalación	1 Metro x 1 Metro
Sitio de instalación	Techo Vehículos adaptados por el ministerio de salud
Condiciones ambientales	La antena satelital podrá operar bajo la lluvia y el sol. Temperatura máxima 50° Temperatura mínima -30°
Alimentación del sistema	110- 120 Voltios A.C, sistema de protección a tierra
Temperatura de operación de motores	Temperatura máxima 60° Temperatura mínima -40°
Voltaje de operación de motores	12-24 Voltios DC
Calibre Cableado	AWG 8 temperatura max 60° 40 Amperios
Medida plato de la antena	0,96 metros
Medidas base de la antena	0,90 metros
Alto de la antena	1.10 metros
Peso de la Antena	75 kg

Tabla 1. Especificaciones de producto

XVII. NORMATIVIDAD TÉCNICA A CUMPLIR

Debido a que el desarrollo del proyecto contempla un producto serán aplicadas las normas técnicas en las que haya relación seguridad de instalación en unidades móviles, normatividad de instalaciones eléctricas para la alimentación de los equipos, normatividad de contaminación visual, auditiva o de medio ambiente que pueda ocasionar la antena de despliegue rápido. Como el desarrollo es un producto la normatividad de radiodifusión no dependerá de nuestra compañía, esta normatividad de enlace satelital, el uso del espectro, falla de operadores, falla de redes, internet dependerá del proveedor que le brinde la conectividad al ministerio de telecomunicaciones. Las normas técnicas colombianas NTC o las normas IEC comisión electrotécnica internacional serán aplicadas a lo que de lugar.

XVIII. NORMAS

Se aplica la reglamentación eléctrica vigente para Colombia.

- TC 2050 Código Eléctrico Colombiano
- NTC 4552 - 1 - 2 - 3 Protección de estructuras contra el RAYO
- EIA-RS-310C “Racks, Panels and Associated Equipment”
- NFPA 70 “National Electrical Code”
- ISO, IEC y UIT, IEEE

XIX. REQUERIMIENTOS Y NORMAS LEGALES

Se cumplirá con la normatividad del ministerio de comunicaciones sobre la prestación de servicios directos a entidades del estado durante el desarrollo y tiempo de duración del proyecto, obligaciones de cumplimiento de contratos, proveedores, servicios públicos, derechos de los usuarios, Infracciones y sanciones. Cumplimiento de condiciones de licencia del proyecto como: Obligaciones especiales, términos de incumplimiento, finalización de proyecto o multas y para ello se deberán tener presente la siguiente reglamentación colombiana

- Código sustantivo del Trabajo (Ver la Ley 100 de 1993)
- Código de Comercio (Decreto 410 DE 1971)
- Código Civil (Ley 57 de 1887)
- Protección de recursos naturales y de medio ambiente (Decreto 2811 DE 1974)

RIESGOS DEL PROYECTO

XX. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Los riesgos existen en todos los proyectos y los que puede conllevar este proyecto particularmente son el siguiente:

Inexactitud en los tiempos de flujo de actividades de cronograma, cambios repentinos de la economía en relación con el dólar debido a que se realizará un presupuesto y la materia prima será comprada en el extranjero, si hay variación de la moneda los costos del proyector podrían variar.

Daño de componentes o planta física donde se realizara el diseño elaboración, implementación y pruebas de proyecto.

Entorno de desarrollo de proyecto, incumplimiento de normatividad, aspecto humanos como enfermedades, calamidades o problema personales de los trabajadores o personal clave para la ejecución del mismo.

Desconocimiento o inexperiencia de la tecnología a utilizar, mala toma de decisiones por parte del grupo de líderes cuando sea necesario solventar problemas de forma rápida y eficiente.

Incumplimiento por parte de los proveedores, realizar trabajos no programados, reestructuraciones, cambios durante el desarrollo del proyecto como supuestos no programados.

XXI. GESTIÓN DE RIESGOS

Las acciones necesarias a tomar para mitigar cualquier tipo de factor de riesgo serán inicialmente la buena planificación, dado que si se realiza una buena planificación se podrán evitar retardos en los flujos de actividades del cronograma. Por otro lado es necesario presupuestar muy bien el proyecto para no caer en desventaja si hay variaciones en la moneda extranjera que pueda encarecer la materia prima, de esta misma forma se podrán hacer convenios con proveedores con el fin de mitigar las alzas en los productos.

Es necesario mantener a todo el personal capacitado desde los gerentes, líderes y operarios del proyecto con el fin de que puedan desarrollarse en diferentes campos y cumplir diferentes funciones si llegaran a presentarse enfermedades, accidentes, renuncias o baja de personal clave para el desarrollo. Se deberá tener personal de backup que pueda cumplir las funciones de cualquier trabajador brindándole capacitación, conocimiento y las herramientas necesarias.

El personal líder y gerentes deben tener el entrenamiento para tomar decisiones de forma eficaz cuando sea necesario y se vea en riesgo la operación durante el desarrollo del proyecto, deben estar capacitados para obrar de forma proactiva y ética ante cualquier situación que ponga en riesgo el desarrollo del proyecto.

XXII. RESPONSABLES DEL PROYECTO

En la tabla No 2 se detalla el personal encargado del desarrollo del proyecto durante todas las fases de desarrollo.

Responsables del Proyecto	
Nombre del recurso	Cantidad
INGENIERO MECÁNICO	1
CONTRATISTA MONTAJES	1
INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES	1
INGENIERO INSTRUCTOR	1
INGENIERO DISEÑO	1
INGENIERO DE APROVISIONAMIENTO	1
INGENIERO DE PRUEBAS	1
INGENIERO DE PUESTA EN MARCHA	1
INGENIERO ELÉCTRICO	1
JEFE DE BODEGA	1
OPERADOR DE BODEGA	1
GERENTE DE PROYECTO	1
TÉCNICO INSTALADOR	1
ALQUILER GURA	1
AUXILIAR DE COMERCIO EXTERIOR	1
COMERCIAL	1
INGENIERO PREVENTA	1
FINANCIERO	1
AUXILIAR DE COMPRAS	1
EMPRESA CONTRATISTA	1

Tabla 2. Responsables del proyecto

INGENIERÍA BÁSICA

XXIII. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA SOLUCIÓN

A continuación se detalla el diagrama de bloques de la solución, en el cual se puede apreciar su simpleza debido a que solo necesita una interface maquina- hombre, la unidad de control y finalmente la antena satelital.

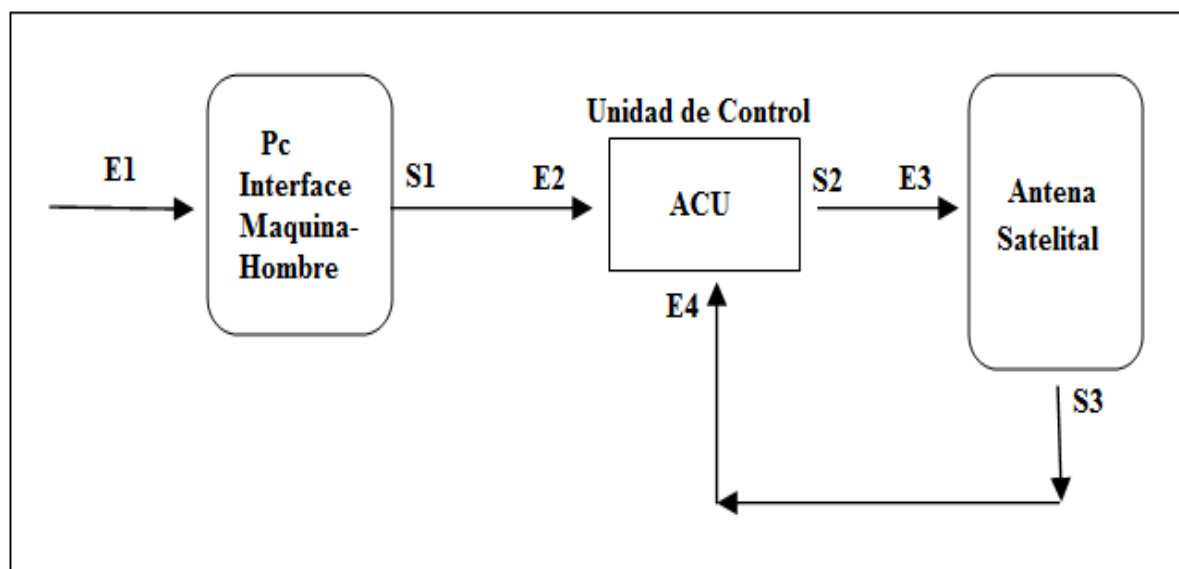


Figura 4 Diagramas de bloques. (Fuente: Autor)

XXIV. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Para realizar el apuntamiento de la antena según la teoría de comunicaciones por satélite es necesario ubicar dos ángulos esenciales Azimut y Elevación, el ángulo de azimut hace referencia al ángulo de orientación sobre la superficie de la tierra y el ángulo de la elevación se refiere al ángulo de inclinación sobre un plano horizontal.

Inicialmente es necesario enviar vía comandos por consola a la unidad de control el ángulo de azimut en que se desea se ubique la antena, una vez la unidad de control reciba el parámetro de azimut enviara la información al actuador de movimiento de azimut que será un motor y la antena comenzara a moverse en azimut, una vez se obtenga en ángulo deseado la antena parara y la unidad de control sensara la posición final. Si la posición final no es la adecuada la unidad de control continuara realizando su acción de controlabilidad hasta alcanzar la posición deseada. Si el ángulo de azimut es adecuado, se procederá con el ángulo de elevación donde se realizara la misma acción. Se enviaran vía comandos por consola a la unidad de control el ángulo de elevación en que se desea se ubique la antena, una vez la unidad de control reciba el parámetro enviara la información al actuador de movimiento de elevación que será un actuador hidráulico y la antena comenzara a moverse en elevación. Una vez se obtenga en ángulo deseado la antena parara y la unidad de control sensara la posición final. Si la posición final no es la adecuada la unidad de control continuara realizando su acción de controlabilidad hasta alcanzar la posición deseada.

Una vez se alcancen los ángulos de posición deseados en Azimut y Elevación la antena estará apuntada y abra encontrado el satélite deseado.

En la siguiente imagen se detalla el flujograma de los pasos de la interacción humano maquina y el funcionamiento del sistema de control

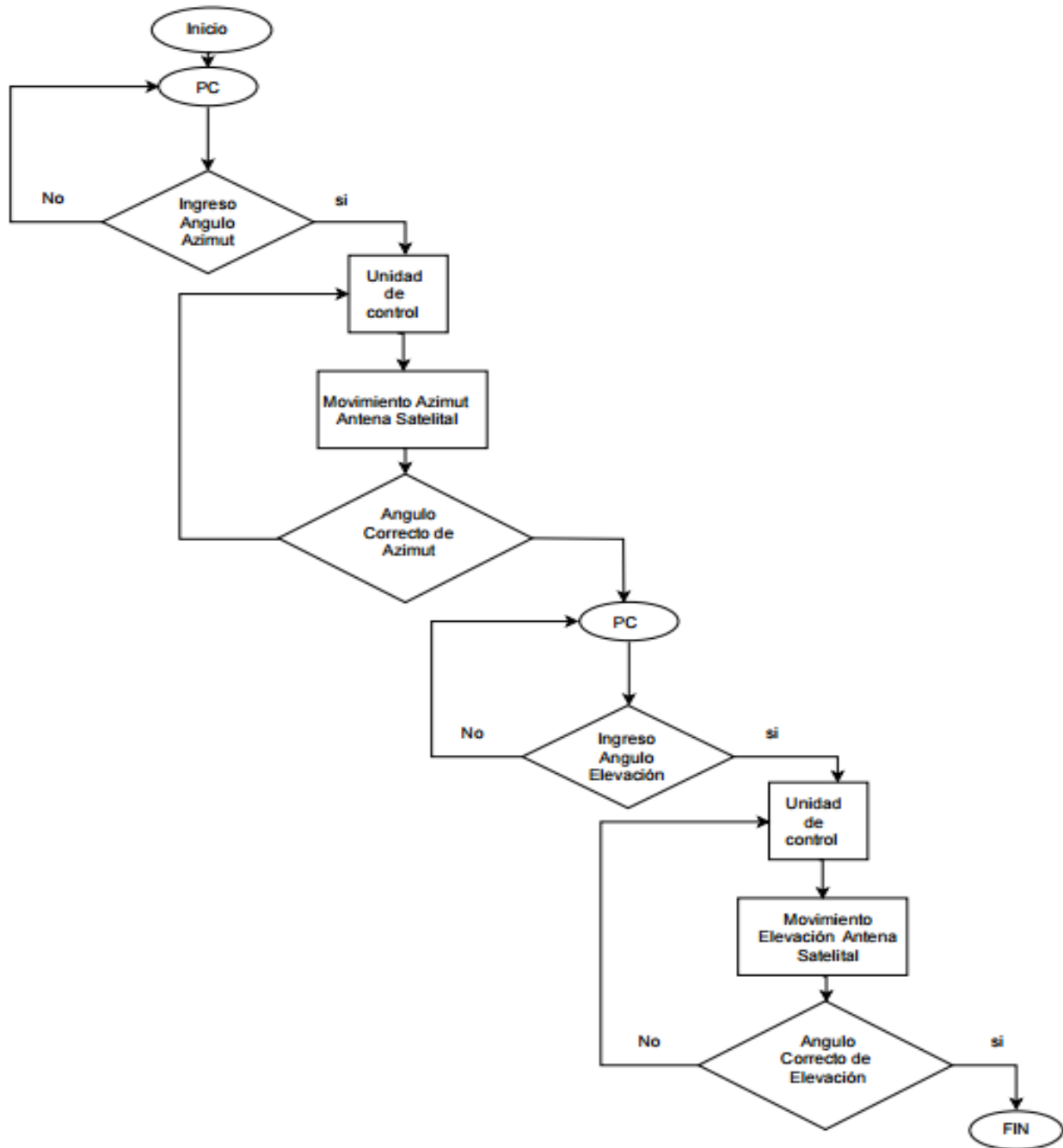


Figura 5 Flujograma proceso de control. (Fuente: Autor)

INGENIERÍA DE DETALLE

XXV. ESCOGENCIA DE COMPONENTES

El producto final a instalar es una antena satelital semi--automática que está en la capacidad de encontrar el satelital recibiendo comandos por consola los cuales harán referencia a los ángulos de polarización, elevación y azimut en los que se deberá ubicar dependiendo de la ubicación geográfica de la antena remota. Debido a su tamaño e infraestructura la instalación es muy sencilla y el coste del mismo es reducido.

Los componentes que comprenden esta solución son los siguientes:

Plato de diámetro de 0.96 m.

- Antena-
- Receptor o LNB (Low Noise Block).
- Transmisor o BUC (block upconverter).
- Actuador.
- Base de actuador
- Unidad de Control.
- Sistema de GPS
- Sistema de Brújula.
- Software libre de cálculo de ángulos de apuntamiento.

Los componentes mencionados hacen parte de la solución total que será entregada a cada unidad móvil dispuesta por el ministerio de salud, las consideraciones de ingeniería sobre el transmisor y el receptor dependerán del operador satelital que preste los servicios de enlace satelital y con quien contrate el ministerio de salud debido que del operador contratado dependerá la banda de frecuencia en la que operara la antena. Inicialmente los componentes de LNB y BUC que se entregaran con cada una de la antenas satelitales, son para ser utilizados en banda KU que fue la banda que determino el ministerio inicialmente, si por razones ajenas al proveedor ellos deciden cambiar la banda de operación y necesitan otros componentes debe adquirirlos por su cuenta.

XXVI. DIAGRAMA Y PLANOS DE LA SOLUCIÓN

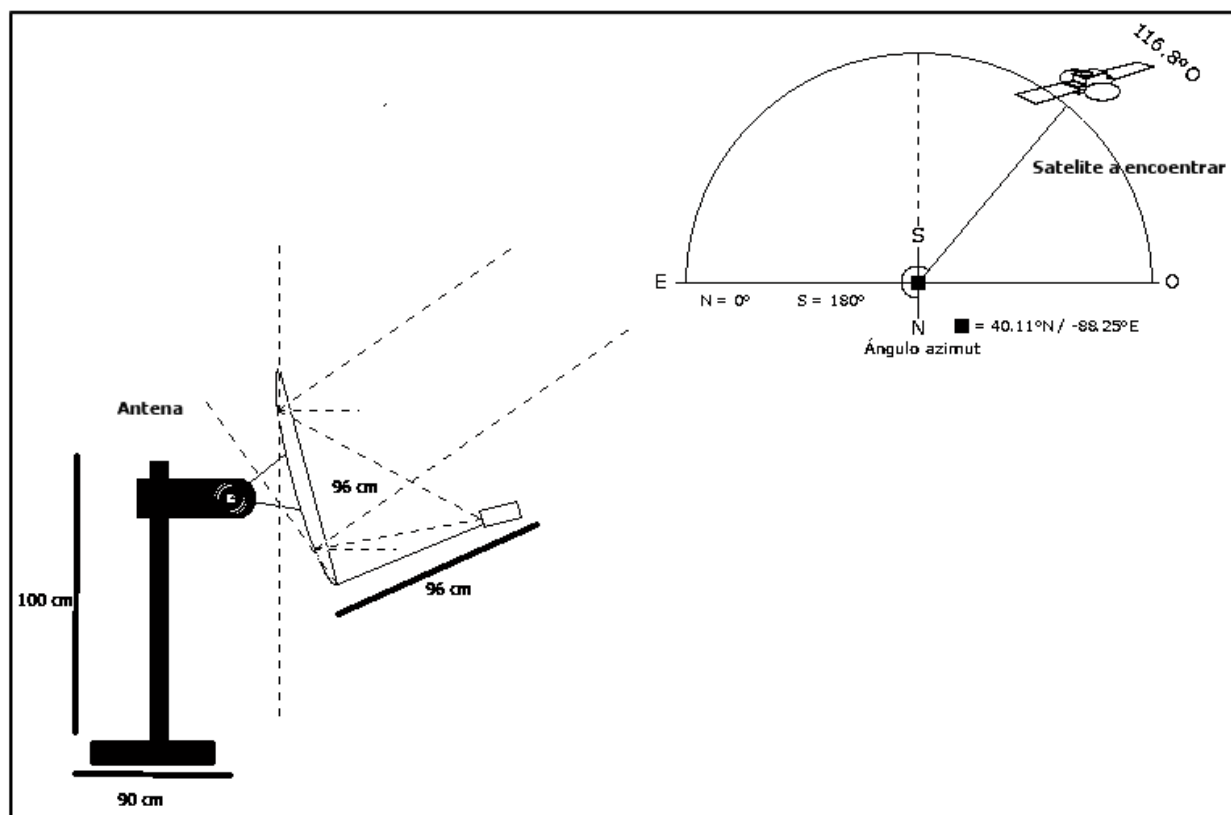


Figura 6 Dimensiones de la antena. (Fuente: Autor-imagen (www.satlex))

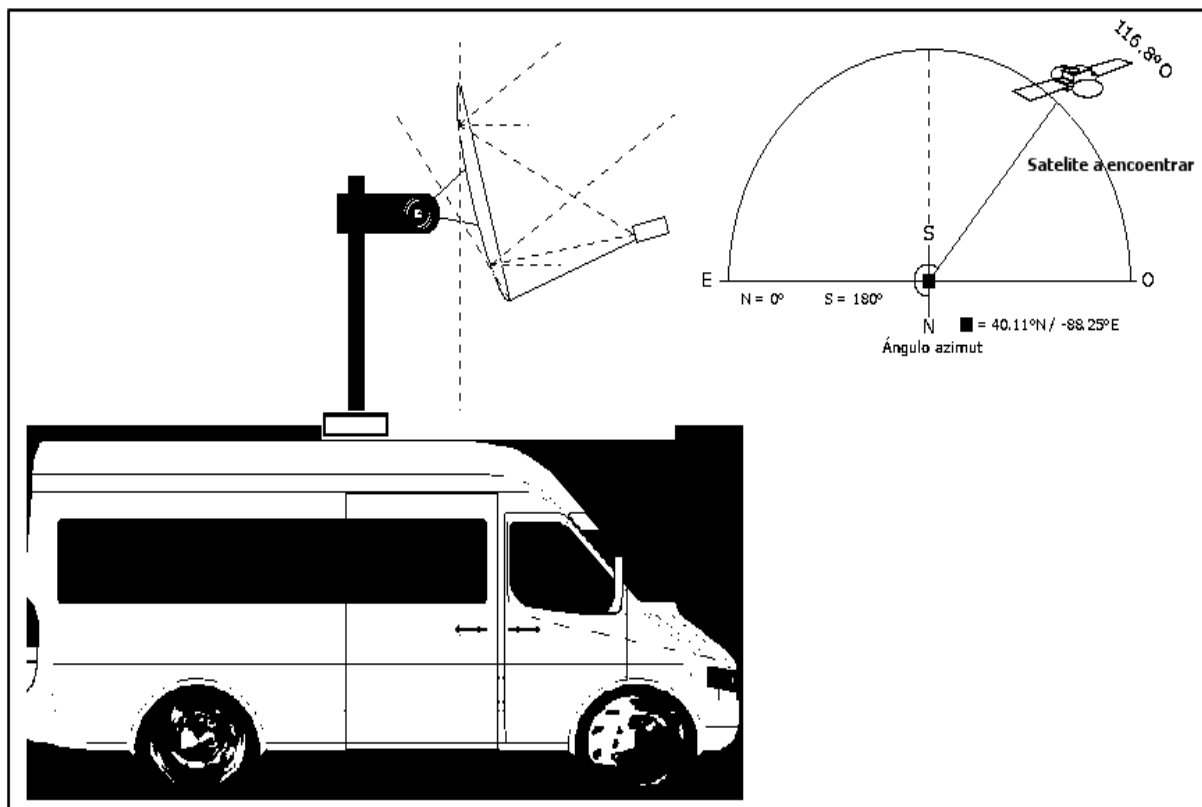


Figura 7 Vista de la Antena desplegada. (Fuente: Autor)



Figura 8. Visión 3D antena plegada. (Fuente Autor. Imágenes tomadas Antena Inetvu- Camioneta Sprinter)

XXVII. LISTADO DE ELEMENTOS

En la siguiente tabla se detalla la descripción del elemento que será entregado al cliente por cada solución implementada, es decir por cada antena instalada y las cantidades.

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Plato de la Antena	1
2	Antena	1
3	Feed	1
4	LNB	1
5	BUC	1
6	Unidad de control	1
7	Plataforma o base de la Antena	1
8	Software de cálculo de ángulos	1
8	Actuador	1
10	GPS	1
11	Brújula	1

Tabla 3 Listado de Elementos.

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO

Los sistemas VSAT en las telecomunicaciones satelitales son de gran importancia, pese a que son estaciones pequeñas porque su tamaño generalmente es inferior a 3m y su infraestructura hace que su instalación no sea tan difícil al mismo tiempo cuando se trata de sistemas de VSAT inteligentes como el que se plantea en este proyecto su complejidad aumenta y esto no es debido su infraestructura ni a su tamaño porque relativamente es el mismo que una antena tradicional.

Lo que realmente hace más complejo este sistema es que lleva consigo una unidad de control que realiza tres acciones basados en la teoría de apuntamiento de antenas para los diferente satélites que es básicamente la posición de tres ángulos, el primero es el ángulo de elevación, el segundo

es el ángulo de Azimut y el tercero es el ángulo de polarización. El sistema desarrollado cumplirá con determinar y posicionarse en los tres ángulos de manera fácil, sin confundir al operador que esté realizando la manipulación en cuanto su funcionamiento pues el sistema de antena a instalar cuenta con todas las herramientas para facilitar esta tarea de apuntar una antena satelital.

Debido al sistema de control utilizado de la antena se puede destacar que el error de posicionamiento de los motores es mínimo, y esto hace que la fiabilidad de apuntamiento sea muy alta y esto garantiza seguridad al proyecto puesto que están antenas se ubicaran en zonas aisladas rural y tecnológicamente por consiguiente deberán operar de forma eficiente en todo momento.

La instalación de la antena debe realizarse de forma precisa sobre cada vehículo con medidas milimétricas debido a que serán unidades móviles y cualquier falla o error de cálculo puede generar daños aerodinámicos para el vehículo o daños temporales o permanentes a la antena satelital. Por otro lado el cumplimiento del cronograma de instalación de las antenas y la logística para este proyecto debe ser muy precisa para superar las expectativas del cliente en cuanto a la instalación de estas unidades, de la misma forma realizar a punto las pruebas y corregir los errores necesarios sobre cada estación será tarea importante con el fin de evitar problemas cuando estas salgan a operación a zonas geográficamente aislada de cualquier medio de comunicación.

La operación y manipulación del controlador es muy importante debido a que esta será la columna vertebral del proyecto y alojara la inteligencia del control por lo tanto el manejo por parte del usuario aunque no es muy difícil si debe ser muy especial y de cuidado para ello el personal deberá estar muy bien capacitado.

Por último para la finalidad y entrega de proyecto al cliente se deben superar las expectativas y sobre pasar los objetivos planteados, es por ello que cumplir a cabalidad todos los acuerdos del proyecto es sumamente importante y será un gran reto.

4. PLANIFICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

PROCURA SUMINISTRO

XXVIII. PROVEEDORES Y OFERTA

Para la implementación del producto se tienen diferentes proveedores quienes suministras los recursos básicos para el armado y montaje de la antena sobre cada uno de los vehículos del ministerio de educación, el sistema de control implementado fue desarrollo propio avalado internacionalmente y registrado internacionalmente.

XXIX. PRECOMMISSIONING

Todas las antenas satelitales que se instalara deberán ser probadas y aprovisionadas antes de la instalación en cada vehículo se debe garantizar el correcto funcionamiento antes de la puesta de implementación para descartar fallas eléctricas, electrónicas mecánicas o de control. De encontrarse alguna falla la parte no debe ser modificada, debe ser remplazada en su totalidad. Las pruebas de precomisioning a realizar se ejecutaran en un campo abierto sky clear donde se podrán ubicar diferentes satélites geoestacionarios monitoreando que los siguientes sistemas o componentes operen de forma adecuada y verificando cada una de las partes.

- Verificación estructura de la antena (Antena, base, actuados, plato, motores).
- Verificación de cableado.
- Verificación de componentes de recepción y transmisión (LNB, BUC,FEED)
- Verificación de Sistema de georeferencia (GPS, Brújula).
- Inspección de sistemas eléctricos
- Conexiones eléctricas de la antena
- Continuidad de sistemas de cableado
- Inspección de fuente de alimentación
- Verificación de sistema de control
- Verificación de interfaces de comunicación

Las pruebas serán previamente realizadas por los ingenieros de pruebas quienes darán el aval para instalar cada antena en una unidad móvil si se cumplen los requisitos de operación, los ingenieros de pruebas autorizaran y documentaran las unidades disponibles para la

implementación e instalación del producto. Los siguientes datos deben aparecer en la plantilla de pruebas de cada unidad revisada que cumpla a cabalidad con los requisitos, con las observaciones que corresponda y el ingeniero que aprueba la instalación.

Antena aprobada		
Item	Descripción	Factibilidad
1	Plato de la antena	ok
2	Actuador	ok
3	Motor de Azimut y sensor	ok
4	Motor de Elevación y sensor	ok
5	Motor de polarización y sensor	ok
6	Feed	ok
7	LNB	ok
8	BUC	ok
9	Unidad de control	ok
10	Base de la antena o plataforma	ok
11	Software de cálculo de ángulos	ok
12	Actuador	ok
13	GPS	ok
14	Brújula	ok
15	Cableado	ok
1	unidad de control	ok
Serial de la antena		
Serial de la unidad de control		
Observaciones		
Ingeniero que aprueba		

Tabla 4 Chek-list de antena aprobada para instalar

PLANIFICACIÓN DE TAREAS

XXX. WBS ÁRBOL DE TAREAS

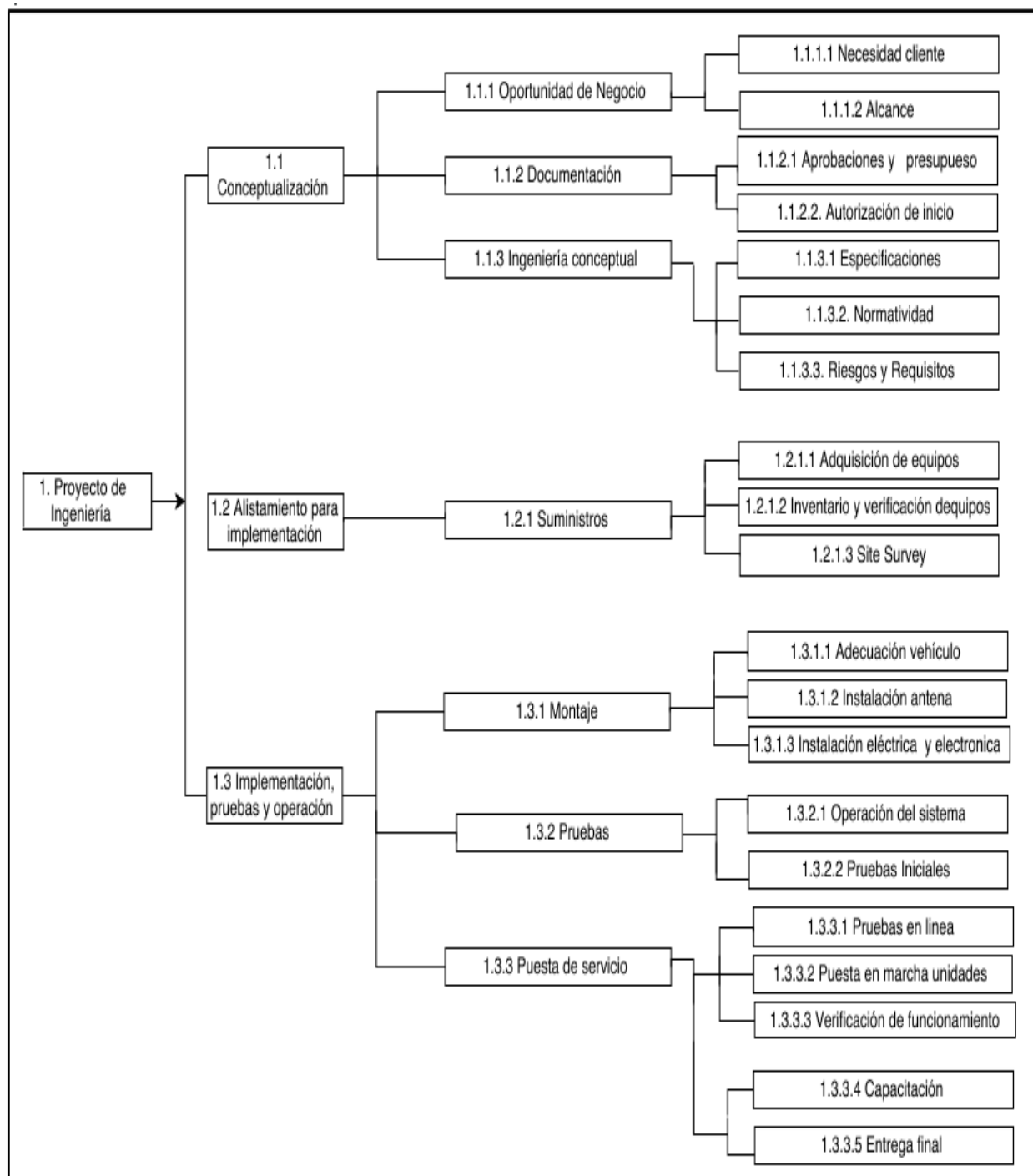


Figura 9 Árbol de tareas del proyecto. (Fuente: Autor).

XXXI. DICCIONARIO DE WBS

ID del WBS	NOMBRE DE LA TAREA	DESCRIPCIÓN
1	Proyecto de Ingeniería	Implementación y puesta en operación 500 antenas satelitales semi-autoapuntables que serán instaladas en vehículos especiales que adaptara el ministerio de salud con el fin de llevar brigadas médicas a los lugares más alejados y vulnerables de Colombia.
1.1	Conceptualización	
1.1.1	Oportunidad de negocio	
1.1.1.1	Necesidad del cliente	Conocer, entender desarrollar y brindar una solución adecuada al cliente sobre la necesidad principal de dotar vehículos con servicios satelitales de internet.
1.1.1.1	Alcance	Desarrollo y entrega de la propuesta al cliente sobre la solución que más se adecua a su necesidad, cumpliendo todo los objetivos propuestos y superando las expectativas.
1.1.2	Documentación	
1.1.2.1	Aprobación y presupuesto	Una vez entregado el desarrollo planteado al ministerio de salud se confirmara la aprobación y anticiparon para dar inicio al proyecto.
1.1.2.2	Autorización de Inicio	Visto bueno para dar inicio.
1.1.3	Ingeniería conceptual	
1.1.3.1	Especificaciones	Se realizara la relación de requerimientos técnicos que describen la solución en términos tecnológicos y se brindara la orientación a todo el personal que participara del desarrollo del proyecto.
1.1.3.2	Normatividad	Se darán a conocer las normas y especificaciones con las que debe cumplir el proyecto para dar a cabalidad durante su desarrollo y cumplir los objetivos de forma satisfactoria.
1.1.3.3	Riesgos y requisitos	Evolución de riesgos antes y durante la instalación real así como los requisitos necesarios de diseño y materiales para la misma instalación y puesto en operación. Mitigación de riesgos.
1.2	Alistamiento para implementación	
1.2.1	Suministros	
1.2.1.1	Adquisición de equipos	En la etapa de adquisición de equipos se compraran a los proveedores los suministros para las antenas satelitales que se instalaran en los vehículos.
1.2.1.2	Inventario y verificación de funcionamiento	Se revisaran los componentes que hacen parte de la solución y se ejecutaran pruebas antes de la instalación para garantizar que su funcionamiento sea correcto antes de ser instalado.

1.2.1.3	Site survey	Se verificaran en cada vehículo en sitio de instalación que será el techo, en esta etapa se verificara simplemente que este no tenga daños de estructurales y que la antena pueda ser instalada de forma adecuada.
1.3	Implementación pruebas y operación	
1.3.1	Montaje	
1.3.1.1	Adecuación techo vehículo	Se alistara el techo del vehículo y se preparara para la instalación de la antena, se realizaran las perforaciones del punto de instalación y adecuación para el tramo del cableado desde la antena hacia los vehículos en el interior del vehículo.
1.3.1.2	Instalación antena	Se realizara la instalación de la base de la antena, plato, actuador.
1.3.1.3	Instalación eléctrica y electrónica	Es esta etapa se instalara la electrónica que corresponde al transmisor y receptor de la antena, así mismo se realizara la instalación eléctrica que corresponde a la alimentación de la unidad de control, quedando de esta forma instalada la antena en su totalidad.
1.3.2	Pruebas	
1.3.2.1	Operación del sistema	Se realizaran pruebas de despliegue de la antena semiautomática, de forma automática y de forma manual, descartando así fallas durante la instalación, Fallas eléctricas, mecánicas u operación del controlador.
1.3.2.2	Pruebas iniciales	Se realizaran las primeras pruebas de localización de satélites de georeferencia con el fin de establecer el enlace satelital y probar conectividad antes de la entrada en operación.
1.3.3	Puesta de servicio	
1.3.3.1	Pruebas en línea	Se ejecutaran pruebas reales hacia los diferentes satélites que le brinda el proveedor satelital al ministerio de salud.
1.3.3.2	Puesta en marcha unidades móviles	Se realizaran las primeras pruebas de localización de satélites de georeferencia con el fin de establecer el enlace satelital y probar conectividad antes de la entrada en operación.
1.3.3.3	Verificación de funcionamiento	Se pondrán en operación las antenas satelitales en diferentes puntos geográficos de Colombia y se evaluar la aceptación de los usuarios, se ejecutaran pruebas de navegación en conjunto con el proveedor de la red satelital del ministerio de salud.
1.3.3.4	Capacitación	Se brindara capacitación al personal encargado de la operación de la antena satelital, capacitación de operación automática, capacitación de operación manual, troubleshooting puesta en marcha del sistema y protocolo de comunicación en caso de necesitar soporte remoto.
1.3.3.5	Entrega final	Se realizara la entrega final al ministerio de salud con la documentación correspondiente de acuerdo a lo pactado durante el desarrollo del proyecto.

Tabla 5 Directorio del WBS

XXXII. DIAGRAMA DE GANNT

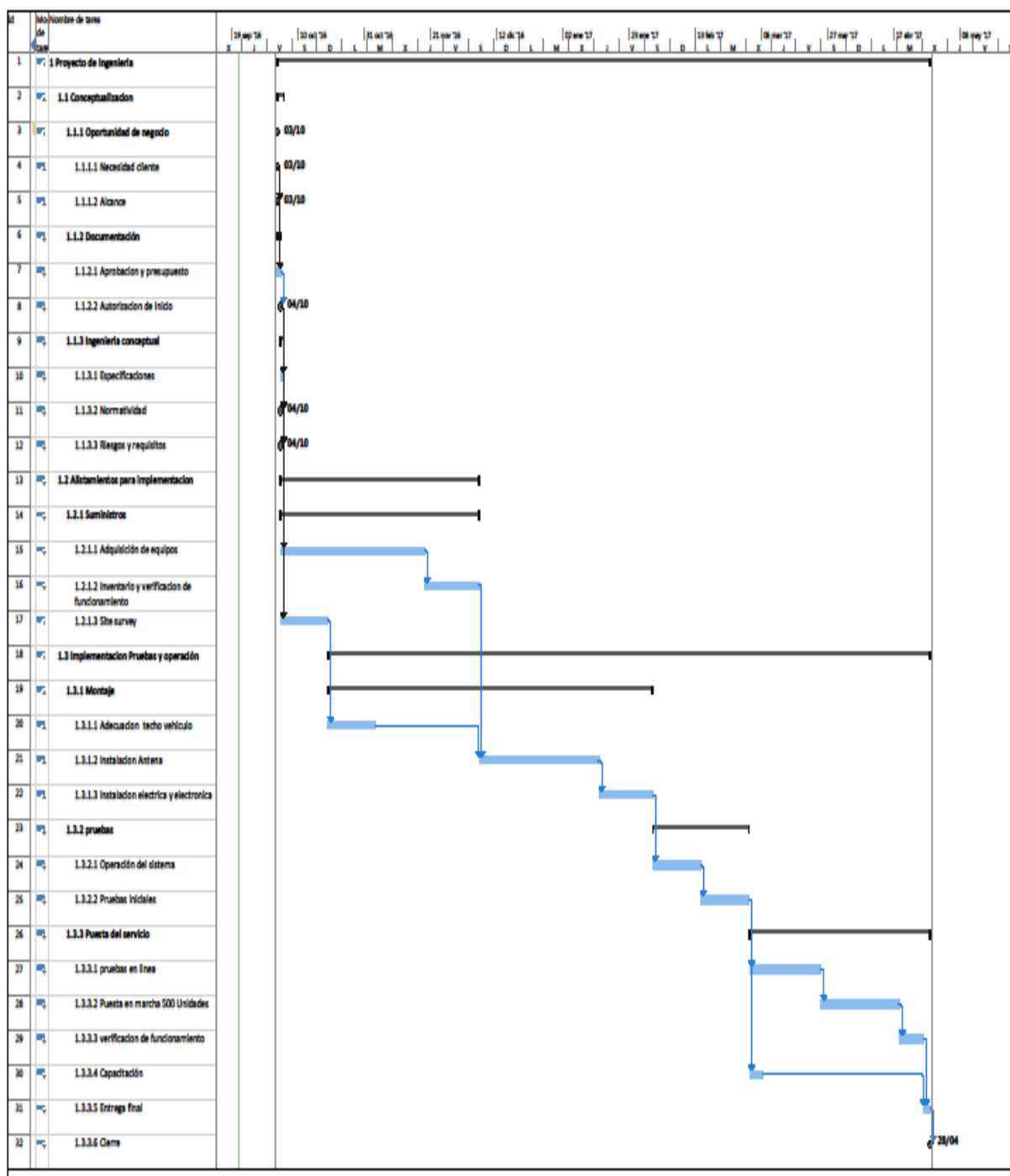


Figura 1

XXXIII. MONTAJE

Debido a que el alcance del proyecto contempla el montaje de la antena satelital es importante aclarar que esta únicamente se realizara sobre los vehículos dotados por el ministerio de salud es por ello que no se cuenta con un flujograma específico de montaje ya que no se necesitara un lugar especializado ni automatizado. La instalación de la antena se realizara en 3 secuencias sencillas y diferentes sobre un mismo espacio abierto. El siguiente diagrama de bloques de los 3 pasos a realizar para la instalación de la antena satelital.

Inicialmente se realizara la adecuación del techo del vehículo, seguido por la instalación de la base de la antena el plato y el actuador y finalmente se instalara la electrónica que corresponde al transmisor y receptor. Estas instalaciones se realizaran en el mismo punto sin necesidad de mover el vehículo, la instalación se ejecutara en una bodega con los suministros necesario para este tipo de instalaciones.



Figura 10 Secuencia de instalación de la antena

RECURSOS PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO

XXXIV. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

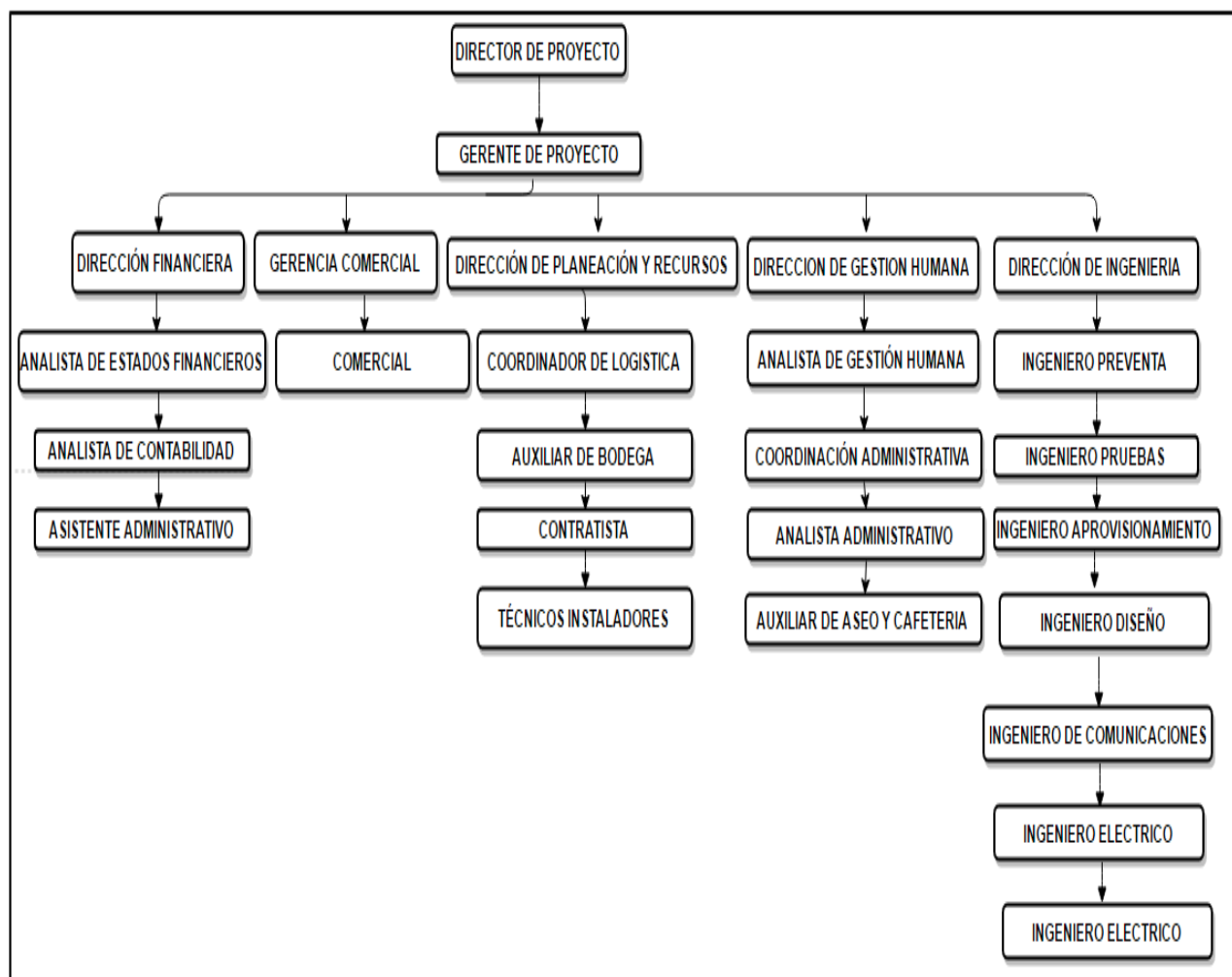


Figura 11 Organigrama de proyecto

XXXV. TABLAS ASIGNACIÓN DE RECURSOS

Tarea de nivel 4	Actividades de Ingeniería conceptual, básica detalle e instalación	
Asignación	Cargo	Cantidad
Responsables del proyecto	Director del proyecto	1
	Gerente del Proyecto	1
Personal	Líder de procesos	1
	Ingeniero de diseño	1
	Ingeniero mecánico	1
	Empresa contratista	1
	Técnico instalador	4
	Ingeniero de aprovisionamiento	1
	Ingeniero de pruebas	1
	Ingeniero eléctrico	1
	Ingeniero puesta en marcha	1
	Jefe Bodega	1
Equipos uso	Kit de herramientas de instalación	4
	plataformas móviles	2
	Computadores	10
	Demás equipos suministrados por el contratista	N/A

Tabla 6 Recursos actividades de ingeniería.

XXXVI. EQUIPOS A ENTREGAR AL CLIENTE

Equipos a entregar al cliente		
Item	Descripción	cantidad
1	Plato de la antena	1
2	Actuador	1
3	Motor de Azimut y sensor	1
4	Motor de Elevación y sensor	1
5	Motor de polarización y sensor	1
6	Feed	1
7	LNB	1
8	BUC	1
9	Unidad de control	1
10	Base de la antena o plataforma	1
11	Software de cálculo de ángulos	1
12	Actuador	1
13	GPS	1
14	Brújula	1
15	Cableado	1
16	unidad de control	1

Tabla 7. Recursos entregados al cliente

XXXVII. HOJA DE RECURSOS

Nombre del recurso	Tipo	Capacidad máxima	Tasa estándar	Costo/Usó	Acumular
INGENIERO MECÁNICO	Trabajo	100%	\$ 13.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
CONTRATISTA MONTAJES	Trabajo	100%	\$ 0,00/hora	\$ 100.000.000,00	Fin
INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES	Trabajo	100%	\$ 14.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
INGENIERO INSTRUCTOR	Trabajo	100%	\$ 12.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
INGENIERO DISEÑO	Trabajo	50%	\$ 14.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
INGENIERO DE APROVISIONAMIENTO	Trabajo	100%	\$ 13.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
INGENIERO DE PRUEBAS	Trabajo	100%	\$ 13.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
INGENIERO DE PUESTA EN MARCHA	Trabajo	100%	\$ 13.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
INGENIERO ELÉCTRICO	Trabajo	100%	\$ 14.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
JEFE DE BODEGA	Trabajo	100%	\$ 9.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
OPERADOR DE BODEGA	Trabajo	100%	\$ 5.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
GERENTE DE PROYECTO	Trabajo	100%	\$ 35.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
TÉCNICO INSTALADOR	Trabajo	100%	\$ 8.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
ALQUILER GURA	Trabajo	100%	\$ 0,00/hora	\$ 8.000.000,00	Comienzo
AUXILIAR DE COMERCIO EXTERIOR	Trabajo	100%	\$ 5.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
COMERCIAL	Trabajo	100%	\$ 25.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
INGENIERO PREVENTA	Trabajo	100%	\$ 17.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
FINANCIERO	Trabajo	100%	\$ 17.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio
AUXILIAR DE COMPRAS	Trabajo	100%	\$ 5.000,00/hora	\$ 0,00	Prorratio

Tabla 8. Hoja de Recursos.

XXXVIII. ASIGNACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO

Nombre de tarea	Costo fijo	Costo total	Variación	Restante
Proyecto de Ingeniería	\$ 0,00	\$ 7.131.528.520,00	\$ 7.131.528.520,00	\$ 7.131.528.520,00
Conceptualización	\$ 0,00	\$ 596.520,00	\$ 596.520,00	\$ 596.520,00
Oportunidad de negocio	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Necesidad cliente	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Alcance	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Documentación	\$ 0,00	\$ 468.000,00	\$ 468.000,00	\$ 468.000,00
Aprobación y presupuesto	\$ 0,00	\$ 468.000,00	\$ 468.000,00	\$ 468.000,00
Autorización de Inicio	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Ingeniería conceptual	\$ 0,00	\$ 128.520,00	\$ 128.520,00	\$ 128.520,00
Especificaciones	\$ 0,00	\$ 128.520,00	\$ 128.520,00	\$ 128.520,00
Normatividad	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Riesgos y requisitos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Alistamientos para implementación	\$ 0,00	\$ 4.680.000,00	\$ 4.680.000,00	\$ 4.680.000,00
Suministros	\$ 0,00	\$ 4.680.000,00	\$ 4.680.000,00	\$ 4.680.000,00
Adquisición de equipos	\$ 0,00	\$ 2.700.000,00	\$ 2.700.000,00	\$ 2.700.000,00
Inventario y verificación de funcionamiento	\$ 0,00	\$ 1.260.000,00	\$ 1.260.000,00	\$ 1.260.000,00
Site survey	\$ 0,00	\$ 720.000,00	\$ 720.000,00	\$ 720.000,00
Implementación Pruebas y operación	\$ 0,00	\$ 7.126.252.000,00	\$ 7.126.252.000,00	\$ 7.126.252.000,00
Montaje	\$ 0,00	\$ 7.108.810.000,00	\$ 7.108.810.000,00	\$ 7.108.810.000,00
Adecuación techo vehiculó	\$ 0,00	\$ 36.270.000,00	\$ 36.270.000,00	\$ 36.270.000,00
Instalación Antena	\$ 7.000.000.000,00	\$ 7.035.640.000,00	\$ 7.035.640.000,00	\$ 7.035.640.000,00
Instalación eléctrica y electrónica	\$ 0,00	\$ 36.900.000,00	\$ 36.900.000,00	\$ 36.900.000,00
pruebas	\$ 0,00	\$ 5.850.000,00	\$ 5.850.000,00	\$ 5.850.000,00
Operación del sistema	\$ 0,00	\$ 3.510.000,00	\$ 3.510.000,00	\$ 3.510.000,00
Pruebas iniciales	\$ 0,00	\$ 2.340.000,00	\$ 2.340.000,00	\$ 2.340.000,00
Puesta del servicio	\$ 0,00	\$ 11.592.000,00	\$ 11.592.000,00	\$ 11.592.000,00
pruebas en línea	\$ 0,00	\$ 3.645.000,00	\$ 3.645.000,00	\$ 3.645.000,00
Puesta en marcha 500 Unidades	\$ 0,00	\$ 5.886.000,00	\$ 5.886.000,00	\$ 5.886.000,00
verificación de funcionamiento	\$ 0,00	\$ 1.215.000,00	\$ 1.215.000,00	\$ 1.215.000,00
Capacitación	\$ 0,00	\$ 216.000,00	\$ 216.000,00	\$ 216.000,00
Entrega final	\$ 0,00	\$ 630.000,00	\$ 630.000,00	\$ 630.000,00
Cierre	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
COSTO PROYECTO	\$ 7.131.528.520,00			

Tabla 9. Costo proyecto

XXXIX. GASTOS ADMINISTRATIVOS

GASTOS ADMINISTRATIVOS		
ITEM	Concepto	Valor
1	Servicios de instalación y mantención	\$ 7.000.000,00
2	Agua, Gas, Electricidad	\$ 4.500.000,00
3	Teléfonos celulares	\$ 2.500.000,00
4	Suministros	\$ 3.000.000,00
5	Materiales de oficina	\$ 4.000.000,00
6	Fotocopias	\$ 450.000,00
7	Arriendos	\$ 19.000.000,00
8	vigilancia	\$ 8.500.000,00
9	cafetería	\$ 2.600.000,00
10	Servicios generales	\$ 7.200.000,00
11	Capacitación de personal	\$ 3.100.000,00
12	Transportes	\$ 1.200.000,00
Tota l	\$ 63.050.000,00	

Tabla 10. Gastos administrativos.

UTILIDAD E IMPREVISTOS DEL PROYECTO

Con el desarrollo de este proyecto se espera tener una rentabilidad mínima del 30% sobre el costo total. Y unos imprevistos del 5% del costo total del proyecto de ingeniería

Costo proyecto de ingeniería = \$ 7.131.528.520

$$\text{Utilidad} = \frac{30 * 7.131.528.520}{100} = \$ 2.139.458.556$$

$$\text{Imprevistos} = \frac{5 * 7.131.528.520}{100} = \$ 356.576.426$$

PRECIO DE VENTA DEL PROYECTO

Costo total del proyecto	
Costo Proyecto de ingeniería	\$ 7.131.528.520,00
Utilidad	\$ 2.139.458.556,00
Imprevistos	\$ 356.576.426,00
Gastos administrativos	\$ 63.050.000,00
Costo total de venta	\$ 9.690.613.502,00

XL. DISCUSIÓN FINAL

En este proyecto se presento una propuesta para dar solución a la problemática de telecomunicaciones que plantea el ministerio de salud a la hora de llevar sus brigadas médicas a las zonas rurales del país. Si bien es cierto es una propuesta a un caso hipotético es importante resaltar que la necesidad de brindar servicios de atención medica de alta calidad en Colombia es una realidad. Aquí se plantea la solución de dotar estas unidades móviles con antenas satelitales inteligentes por su rendimiento y confiabilidad sin embargo cabe aclarar que un sistema de comunicaciones satelitales no lo hace solo la antena si no que también depende la infraestructura del proveedor satelital que decida prestar sus servicios. Es por ello que como parte del planteamiento de la solución se podría brindar la contratación de capacidad satelital con el fin de administrar todos los recursos que necesita el ministerio para sus comunicaciones. De igual manera se podría abarcar el proyecto con la implementación y desarrollo de una central medica de redes donde todas las unidades móviles de salud se pudieran comunicar con el fin de brindar el respectivo parte médico en cada zona del país. Para realizar un proyecto como el que se plantea en este caso hipotético se necesita una infraestructura robusta, inversión y sobre todo voluntad política para realmente poder ayudar a las personas que hacen parte de nuestra sociedad y que triste realmente muchas veces son olvidadas, en donde habitan hombres, mujeres, niños y niñas como en cualquier ciudad principal de Colombia pero con muchas más necesidades. Es necesario continuar construyendo ideas, plasmarlas y hacer lo posible con el fin de de hacerlas realidad en pro de cambiar la historia y el desarrollo de nuestro país.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Arieli, R. (s.f.). *The Laser Adventure*. Obtenido de <http://www.um.es/>: <http://www.um.es/LEQ/laser/Ch-7/F7s5t1p2.htm>
- Arkhaios. (18 de 05 de 2010). *www.arkhaios.com*. Obtenido de <http://www.arkhaios.com/>.
- avltech.com. (2016). *www.avltech.com*. Obtenido de www.avltech.com: <https://www.avltech.com/?p=21295&b=1>
- Eutelsat. (s.f.). *www.eutelsat.com*. Obtenido de <http://www.eutelsat.com/>.
- intelliantech.com. (2016). *www.intelliantech.com*. Obtenido de [ww.intelliantech.com](http://www.intelliantech.com): <http://www.intelliantech.com/?lang=en>
- www.c-comsat.com. (2016). <http://www.c-comsat.com/>. Obtenido de <http://www.c-comsat.com/>: <http://www.c-comsat.com/antenna/fly-1201/>
- www.probecom.cn. (2016). <http://www.probecom.cn/>. Obtenido de <http://www.probecom.cn/>: http://www.probecom.cn/ESA/FAA/1_2M_Flyaway_Carbon_fiber_Antenna_Auto_Tracking/
- www.satlex. (s.f.). *www.satlex.it*. Obtenido de <http://www.satlex.it/>.