



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN DE
EMBARCACIONES PESQUERAS ARTESANALES EN
LA PARROQUIA ANCONCITO-PROVINCIA DE SANTA
ELENA UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA AIS”

INFORME DE MATERIA INTEGRADORA

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

ASHLEY KATERINE AVILÉS BASTIDAS
GERMÁN LEONIDAS SÁNCHEZ JORDÁN

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme dado la fuerza y haber iluminado mi camino hasta este punto, pero sobre todo le agradezco los padres que me dio, Yalilen y Daniel, porque ellos han sido el pilar fundamental de mi vida. A ellos los amo con todo mi corazón y les agradezco infinitamente el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, porque han creído y confiado en mí como nadie más lo ha hecho, gracias.

A mi hermano Derek, porque también ha creído y confiado en mí y porque gracias a él he aprendido muchas cosas, cosas que solo se puede aprender con un hermano, gracias ñaño.

A mis amigos Jimmy, Jairo y Álvaro, porque que habría sido de mi vida universitaria sin ellos que me apoyaron y aconsejaron en los momentos decisivos, gracias chicos.

A Andrés Villavicencio, por su apoyo, su incondicionalidad, su paciencia, por esos empujones en los momentos difíciles porque sabías que lo lograría, desde el fondo de mi corazón gracias.

A los profesores que con su conocimiento han aportado en mi formación profesional, en especial al Dr. Freddy Villao por guiarnos de la manera más acertada en el desarrollo de este trabajo, gracias.

Ashley Avilés

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a la Espol como institución por haberme dado las enseñanzas necesarias para mi futuro como profesional. Agradezco a mi madre, a mi padre, a la memoria de mi abuela y a mi hermano por el apoyo moral y económico que siempre me han brindado y al Dr. Freddy Villao por su gran apoyo en la elaboración de este trabajo.

Germán Sánchez

DEDICATORIA

A mis padres les debo, literalmente, todo lo que soy, es por eso que este proyecto se los dedico a ellos; porque sé que sin ellos jamás habría llegado tan lejos, porque ellos han sido, son y serán siempre lo más importante en mi vida. Esto es por y para ustedes, gracias por no perder la fe en mí.

Ashley Avilés

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico :

Mi madre

Mi padre

Mi hermano

La memoria de mi abuela

Germán Sánchez

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

Dr. Freddy Villao Quezada PhD.

PROFESOR EVALUADOR

Ing. Edison del Rosario

PROFESOR EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOI realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....
Ashley Avilés Bastidas

.....
Germán Sánchez Jordán

RESUMEN

La delincuencia en altamar ha aumentado notablemente en los últimos años, afectando a las comunidades pesqueras y a la economía de los pueblos en el perfil costero ecuatoriano. La pesca artesanal es la que más se ve afectada, ya que no cuenta con un sistema de control y seguridad apropiado.

Para brindar una adecuada protección a los pescadores las autoridades cuentan con sistemas de radares y un sistema de posicionamiento satelital; sin embargo, estos resultan ineficaces para las embarcaciones menores a 20 TRB ya que, o bien no tienen el suficiente alcance o bien los dispositivos utilizados son inapropiados para el tipo de embarcación.

El presente estudio propone un sistema de monitoreo para dichas embarcaciones utilizando tecnología AIS; siendo que esta tecnología es utilizada actualmente, por normativa de la OMI, por las embarcaciones mayores a 200 TRB se puede observar su eficacia en cuanto al control marítimo.

En este informe se presenta la solución mediante el diseño de una red, compuesta de un transmisor, un repetidor y un receptor ubicados estratégicamente para brindar cobertura a la zona pesquera de Anconcito. La implementación de este sistema permitirá tener un control permanente sobre las embarcaciones de pesca artesanal y de esta manera poder asegurar la vida de los pescadores y mejorar la calidad de vida de los mismos ayudando a surgir la economía del sector.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
DEDICATORIA.....	v
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN.....	vi
DECLARACIÓN EXPRESA.....	vii
RESUMEN.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
CAPÍTULO 1.....	1
1. LA SITUACIÓN DEL ROBO DE EMBARCACIONES PESQUERAS EN LA PARROQUIA DE ANCONCITO Y SU AFECTACIÓN AL SECTOR DE PESCA ARTESANAL, Y EL ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA AIS COMO POSIBLE SOLUCIÓN.....	1
1.1 Robo de embarcaciones pesqueras en la Parroquia de Anconcito.....	1
1.1.1 Delimitación de la zona de estudio.....	2
1.1.2 Respuesta por parte de las autoridades.....	4
1.2 Problemática.....	5
1.3 Objetivos.....	10
1.3.1 Objetivo General.....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10
1.4 Metodología.....	11
1.5 Tecnología AIS.....	11

1.5.1	Origen del AIS.....	12
1.5.2	Descripción del sistema	13
1.5.3	Características de la tecnología	16
1.5.4	Clases de dispositivos.....	18
1.5.5	Estándares de AIS	20
1.5.6	Radars	22
1.5.7	Tecnología de posicionamiento satelital.....	23
1.5.8	Ventajas de AIS sobre los radares y la tecnología de posicionamiento satelital	23
1.6	Justificación	24
CAPÍTULO 2.....		26
2. SISTEMA DE DETECCIÓN DE EMBARCACIONES DE PESCA ARTESANAL UTILIZANDO TECNOLOGÍA AIS.....		26
2.1	Definición del área del sistema.....	26
2.2	Diseño del sistema.....	28
2.2.1	Cobertura del sistema	28
2.2.2	Diseño de la red.....	34
2.2.3	Dispositivos.....	36
2.3	Procedimiento de operación.....	41
2.4	Presupuesto.....	43
2.5	Cronograma	44
CAPÍTULO 3.....		47
3. RESULTADOS ESPERADOS A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE EMBARCACIONES.		47
3.1	Reducción de los índices delictivos y sus mortales consecuencias	47

3.2	Aceptación del sistema por la comunidad pesquera de Anconcito	47
3.3	Beneficios en la economía de la población	48
3.4	Mejoras en la cobertura del sistema.....	48
3.4.1	Instalación de repetidores en las unidades guardacostas	49
3.4.2	Buques que cuentan con dispositivos AIS como repetidores.....	49
3.4.3	Instalación de repetidores en boyas	50
3.4.4	Tecnología AIS satelital.....	51
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
	BIBLIOGRAFÍA.....	54
	ANEXOS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Ubicación de Anconcito en la península de Santa Elena.....	2
Figura 1.2: Puerto Pesquero de Anconcito, Provincia de Santa Elena	3
Figura 1.3: Mapa de georreferenciación de robos de motores en el 2014-2015.....	6
Figura 1.4: Tiempo en años que llevan los entrevistados como pescadores.....	8
Figura 1.5: Cantidad de personas que han sido asaltadas al menos una vez	9
Figura 1.6: Cantidad de veces que han sido asaltados los entrevistados	9
Figura 1.7: Porcentaje de los entrevistados a los que les han robado el motor al menos una vez.....	10
Figura 1.8: Sistema SOTDMA de compartición del tiempo en la banda VHF	14
Figura 2.1: I.O.A. 106	27
Figura 2.2: a) Faro Anconcito, b) Faro Santa Elena	28
Figura 2.3: Áreas de cobertura de las estaciones costeras.....	29
Figura 2.4: Unidades para la simulación del enlace	30
Figura 2.5: Enlace entre una embarcación y la estación ubicada en el Faro Anconcito	30
Figura 2.6: Enlace entre una embarcación y la estación ubicada en el Faro Santa Elena.....	31
Figura 2.7: Enlace entre la estación del Faro de Anconcito y la central de monitoreo de la Capitanía de Salinas	32
Figura 2.8: Cobertura de la central de monitoreo ubicada en la Capitanía de Salinas	33
Figura 2.9: Enlace entre la estación del Faro Santa Elena y la central de monitoreo de la Capitanía de Salinas.....	33
Figura 2.10: Estructura general de la red	34
Figura 2.11: Diagrama de conexiones utilizando NMEA 0183	35

Figura 2.12: Cobertura de recepción de los dispositivos en el Faro Anconcito y el Faro Santa Elena sin traslape	36
Figura 2.13: AMEC WideLink B600	37
Figura 2.14: Automatic Power Atonis Pro AIS Transponder	38
Figura 2.15: Antena VHF-FM CELmar 0-1 de Automatic Power	39
Figura 2.16: SLR-200 AIS Receiver	40
Figura 2.17: Diagrama referente a la obtención de la ubicación con GPS	41
Figura 2.18: Diagrama de conexión de las embarcaciones con la estación costera	42
Figura 2.19: Diagrama de conexión de la estación costera con la central de monitoreo	43
Figura 3.1: Ejemplo de extensión de cobertura con un repetidor en la unidad guardacostas.....	49
Figura 3.2: Ejemplo de extensión de cobertura con dos boyas repetidoras.....	50
Figura 3.3: Boyas con repetidores Atonis integrados	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de motores reportados como robados en los espacios acuáticos del Ecuador	2
Tabla 2: Motores registrados con matrícula de embarcaciones robados.....	4
Tabla 3: Estándares de los dispositivos de Clase A.....	20
Tabla 4: Estándares de los dispositivos de Clase B.....	21
Tabla 5: Estándares de los dispositivos de Receptor	21
Tabla 6: Estándares de los dispositivos de AtoN	22
Tabla 7: Estándares de los dispositivos de SART.....	22
Tabla 8: Estándares de los dispositivos de Splitter	22
Tabla 9: Características técnicas de WideLink B600	37
Tabla 10: Características técnicas de Atonis Pro AIS Transponder	38
Tabla 11: Características técnicas de la antena VHF-FM Automatic Power CELmar0-1	39
Tabla 12: Características técnicas de SLR-200	40
Tabla 13: Costos de inversión.....	44

CAPÍTULO 1

1. LA SITUACIÓN DEL ROBO DE EMBARCACIONES PESQUERAS EN LA PARROQUIA DE ANCONCITO Y SU AFECTACIÓN AL SECTOR DE PESCA ARTESANAL, Y EL ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA AIS COMO POSIBLE SOLUCIÓN.

El sector de pesca artesanal en la actualidad se ve afectado por el problema de asaltos a las embarcaciones pesqueras en altamar. Los hampones se acercan a los barcos, amedrentan a los tripulantes y se llevan el motor y herramientas de trabajo.

1.1 Robo de embarcaciones pesqueras en la Parroquia de Anconcito.

El robo a embarcaciones pesqueras es un problema que afecta a un gran número de ciudadanos en nuestro país. Afecta a los pescadores, a sus familias y a la comunidad pesquera en general que vive de la pesca artesanal, ya que al estar las embarcaciones fuera de operación conlleva a menor actividad económica en el sector de la pesca.

El mayor problema es la pérdida de vidas humanas, ya que los antisociales atacan varias millas alejadas de la costa dejando a los pescadores sin sus motores y a la deriva. En el mejor de los casos se tardan varias horas en rescatarlos, pero otras veces quedan como desaparecidos.

El número de robos a embarcaciones pesqueras artesanales ha ido en aumento desde el año 2011 a pesar de que en los últimos años se ha logrado disminuir un poco los asaltos, pero el miedo sigue invadiendo a los pescadores y a sus familias. En la Tabla 1 se muestra la cantidad de motores que han sido reportados como robados dentro de los espacios acuáticos ecuatorianos.

Año	Número de motores reportados como robados
2011	291
2012	292
2013	399
2014	224
2015	281

Tabla 1: Número de motores reportados como robados en los espacios acuáticos del Ecuador

1.1.1 Delimitación de la zona de estudio

Anconcito es una parroquia del cantón Salinas ubicado en la provincia de Santa Elena, el lugar se caracteriza por su actividad pesquera. En la Figura 1.1 se muestra la ubicación de Anconcito en el mapa de la provincia de Santa Elena; se observa que se encuentra al sur de la provincia.



Figura 1.1: Ubicación de Anconcito en la península de Santa Elena

En el país existen 28.311 embarcaciones de pesca artesanal; sin embargo, las embarcaciones que cuentan con matrícula vigente son 16.504 y de estas embarcaciones, alrededor de 2.628 pertenecen a la provincia de Santa Elena.

En el 2014 el gobierno inauguró un puerto artesanal en Anconcito con un costo de \$22 millones de dólares para servir al conjunto de la población dedicada a la pesca en esta parroquia. Sin embargo, esta ayuda debe ser complementada con una solución al problema de los robos en altamar.

El problema es tan serio que el 12 de octubre del 2016 se produjo un asalto muy fuerte a 9 embarcaciones pesqueras, los pescadores relataron que los piratas utilizan embarcaciones rápidas y les disparan para que se detengan; sustrayendo motores, combustible y sus implementos de trabajo. [8]

En este robo se calcula que las pérdidas económicas podrían llegar hasta los \$20.000 por embarcación y que además de dejar a los pescadores sin su sustento diario, se quedan endeudados ya que el costo de un motor está entre los \$6.000 y \$12.000. Los antisociales los revenden hasta por \$2000. En la Figura 1.2 se muestra una foto del puerto pesquero de Anconcito tomada durante una jornada laboral normal.



Figura 1.2: Puerto Pesquero de Anconcito, Provincia de Santa Elena

En la Tabla 2 se muestra la cantidad de motores robados por provincia en los últimos 5 años, los motores están registrados con la matrícula de las

embarcaciones; cabe recalcar que no todas las embarcaciones con motor están matriculadas.

	2011	2012	2013	2014	2015
GALÁPAGOS	2	0	0	0	0
ORIENTE	6	0	10	6	4
MANABÍ	15	11	14	9	20
GUAYAS	25	20	25	16	3
EL ORO	56	27	24	12	2
SANTA ELENA	107	108	117	111	60
ESMERALDAS	80	122	202	86	192
TOTAL	291	292	399	240	281

Tabla 2: Motores registrados con matrícula de embarcaciones robados

Se puede observar entonces que alrededor del 38% de las embarcaciones reportadas como asaltadas han zarpado desde la provincia de Santa Elena, lo cual convierte a Anconcito en uno de los lugares más vulnerables del país para los asaltos en altamar, teniendo en cuenta que la mayoría de los pescadores de esta provincia sale a realizar sus labores hacia el sur cerca del límite con Perú donde son más vulnerables a los robos [1]. Hay que tomar en cuenta también que no sólo piratas nacionales sino extranjeros atacan en mar ecuatoriano.

1.1.2 Respuesta por parte de las autoridades

Debido a este problema de la inseguridad en altamar, a inicios del año 2015 miles de pescadores anunciaron una marcha de protesta por los constantes robos de sus embarcaciones, ellos estaban molestos en gran parte a que se los amenazaba con meterlos a la cárcel si portaban armas de fuego. Uno de los afectados de robo dijo tener un sistema de rastreo satelital a su embarcación y a pesar de esos le han robado 3 veces, se han hecho pruebas y se encontró que el tiempo de reacción desde el momento que se presiona el botón de auxilio hasta que llega la embarcación de rescate es de hasta 30 minutos en algunos casos cuando los piratas ya han escapado. [7]

Como respuesta las autoridades han propuesto la instalación de un chip de posicionamiento satelital y un subsidio a un seguro contra siniestros y

robos que los pescadores tendrán que tomar de forma obligatoria ya que para matricular sus embarcaciones y usar combustible subsidiado deben contar con este seguro. [2]

El problema de este sistema que han implementado es que no es eficaz ni eficiente. En Santa Elena hay alrededor de 4.000 embarcaciones de pesca artesanal y sólo 800 de ellas contarían con un chip de rastreo satelital. [5]

El capitán Jorge Durán, director de operaciones de la DIRNEA comentó que el 80% de los llamados de auxilio que reciben son involuntarios producidos porque los pescadores al estar realizando sus actividades los presionan [3]. Esto sin duda alguna es un problema y hay que buscar otra solución, las autoridades se han basado en este argumento de que los pescadores no saben usar el botón de auxilio y los pescadores a que ellos no los dejan portar armas.

De enero a noviembre del 2015 se han realizado más de 26.000 operativos de seguridad en el país y entre esos operativos están los encargados a dar seguridad a las embarcaciones artesanales. [6].

1.2 Problemática

El problema de la delincuencia en altamar ha ido en aumento en los últimos años y a pesar de que las autoridades han implementado sistemas de prevención y seguros, han demostrado no ser eficaces. El sistema de chips de posicionamiento satelital, a pesar de su gratuidad para los usuarios, fue una inversión en vano ya que los dispositivos colocados en las lanchas y botes pesqueros eran demasiado grandes y notorios por lo que los hampones los identificaban fácilmente, interceptaban la lancha y se deshacían del equipo. Por otro lado, el seguro resultó por mucho en pérdida para la aseguradora por lo que suspendieron el programa luego de los 3 o 4 primeros meses. A los que aseguraron sus equipos y motores se les ha negado la renovación del mismo; mientras que a los que quieren asegurar por primera vez se les impide hacerlo bajo la excusa de que el aumento

de los índices delictivos no estaba considerado. En la Figura 1.3 se observa las áreas donde son más frecuentes los asaltos; basados en los reportes de robos realizados en la Capitanía del Puerto de Salinas se conoce que los pescadores del sector de la provincia de Santa Elena se dirigen hacia el sur para pescar dada la alta cantidad de peces existentes en la zona. Se aprecian tres zonas relevantes: al Noroeste de la provincia de Esmeraldas, frente a Chanduy-Anconcito y en el área del Golfo de Guayaquil, cerca de la zona conocida como “La Fosa”. En base a esto el presente proyecto se enfocará en la segunda zona (Chanduy-Anconcito) que presenta altos índices de atracos.

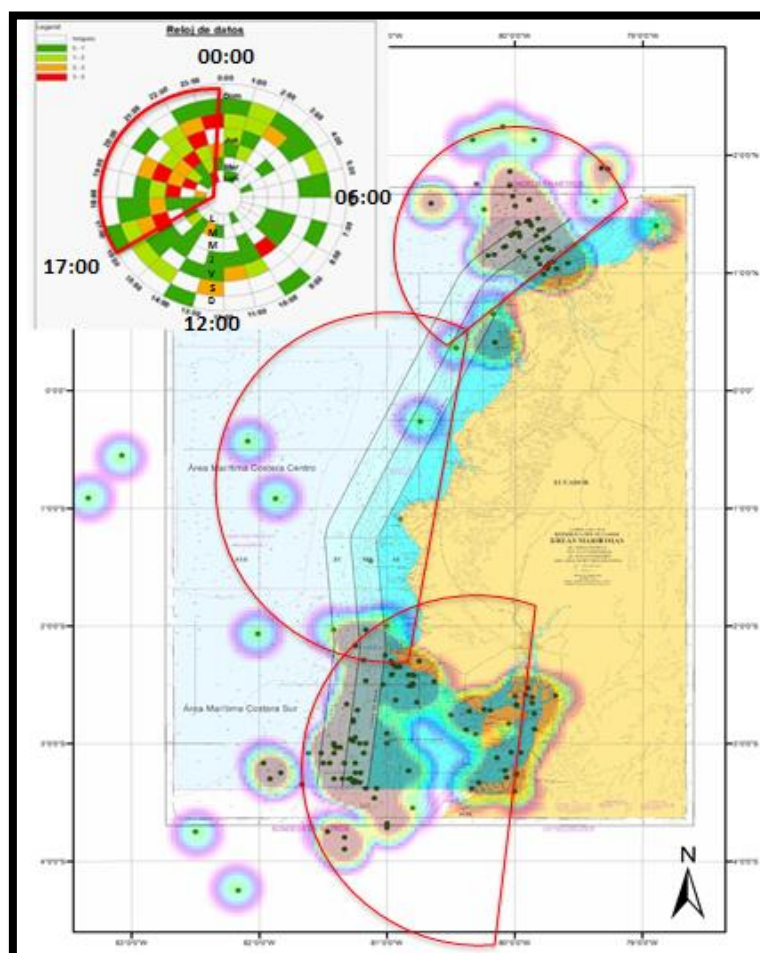


Figura 1.3: Mapa de georreferenciación de robos de motores en el 2014-2015

Como parte de la investigación se tuvo una entrevista con el Capitán Francisco Ayala, Jefe de Planificación de la DIRNEA, el miércoles 26 de octubre del 2016 a

las 14h00 en las instalaciones de la DIRNEA, donde el Capitán proporcionó información sobre las denuncias realizadas de robo de motores en la provincia de Santa Elena durante los años 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015, también sobre la cantidad de lanchas registradas en esta provincia y cuántas de estas están matriculadas. Comentó que la DIRNEA estaba planeando realizar un proyecto similar al presente y que habían realizado una parte del estudio en cuanto a los robos y los sitios en donde son más frecuentes, información que fue proporcionada y con la que se está planteando la problemática para este proyecto; ayudó con una explicación muy básica y superficial sobre la tecnología AIS y con algunos catálogos de dispositivos de algunas marcas conocidas por ellos.

Para conocer la realidad de los pescadores de la Parroquia Anconcito se realizó un viaje al puerto pesquero, se elaboró una encuesta (Ver Apéndice A) para entrevistarlos y se obtuvo la información necesaria. El día sábado 29 de octubre del 2016 nos dirigimos al Puerto Pesquero de Anconcito donde se entrevistó a 10 pescadores, cabe recalcar que hubo que esperarlos pues estaban en sus jornadas de trabajo; estuvimos entre las 10h30 y las 14h30 recorriendo, entrevistando y tomando fotos. En vista de que existía cierta desconfianza de los pescadores a hablar se decidió no pedir sus nombres; el primer pescador con el que se pudo conversar comentó que a él le habían robado una sola vez y que solo fueron sus pertenencias pero que al bote que iba a lado si le robaron el motor. Narraba que se acercan en lanchas rápidas y que desde lejos les apuntan para evitar que intenten huir, los interceptan entre dos y tres y se llevan lo que pueden. Él lleva 10 años como pescador y decía que antes los atracos eran menos frecuentes, uno o dos al mes, y que ocurrían a 50-70 millas o más, pero que ahora inclusive roban a menos de 10 millas de la costa. Él dispone del seguro que se ofreció hace aproximadamente un año, pero cuando quiso renovarlo le dijeron que ya no estaban disponibles esos seguros debido al cambio en la situación de atracos y al aumento de los mismos. El seguro cubría la vida de los pescadores, la lancha, el motor y los implementos de pesca. También contaba con el chip de rastreo satelital, pero en el atraco los hampones notaron el dispositivo, debido a su tamaño, lo arrancaron y lo arrojaron al agua. Otro de los

pescadores que se entrevistó contaba que ha sido asaltado cuatro veces y que en las cuatro ocasiones se le han llevado el motor y otros implementos de trabajo, un motor está valorado en \$8.000 aproximadamente. A partir de las entrevistas realizadas se tabularon los datos obteniendo los gráficos mostrados.

En la Figura 1.4 se observa las estadísticas del tiempo que llevaban los pescadores entrevistados ejerciendo la pesca. Todos ellos llevaban entre 7 y 12 años trabajando. De todas las personas entrevistadas solo uno era ayudante, los demás eran los dueños de las lanchas; un pescador viaja con dos a tres ayudantes en cada faena.

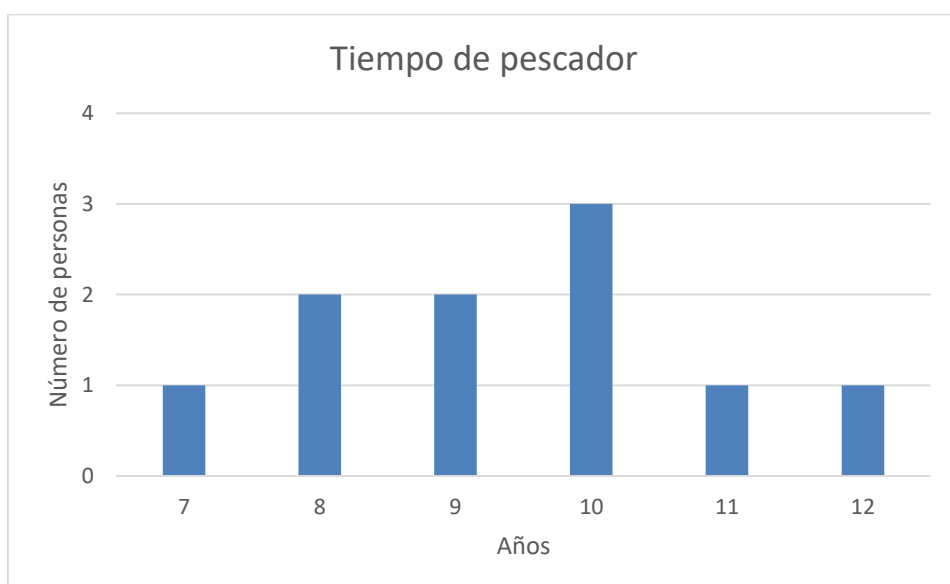


Figura 1.4: Tiempo en años que llevan los entrevistados como pescadores

En la Figura 1.5 se observa la cantidad de personas de las entrevistadas que han sufrido atracos, solo uno de ellos afirmó no haber sido asaltado, pero si haber visto a compañeros serlo; mientras que otros afirmaron haber sido atacados más de una vez.

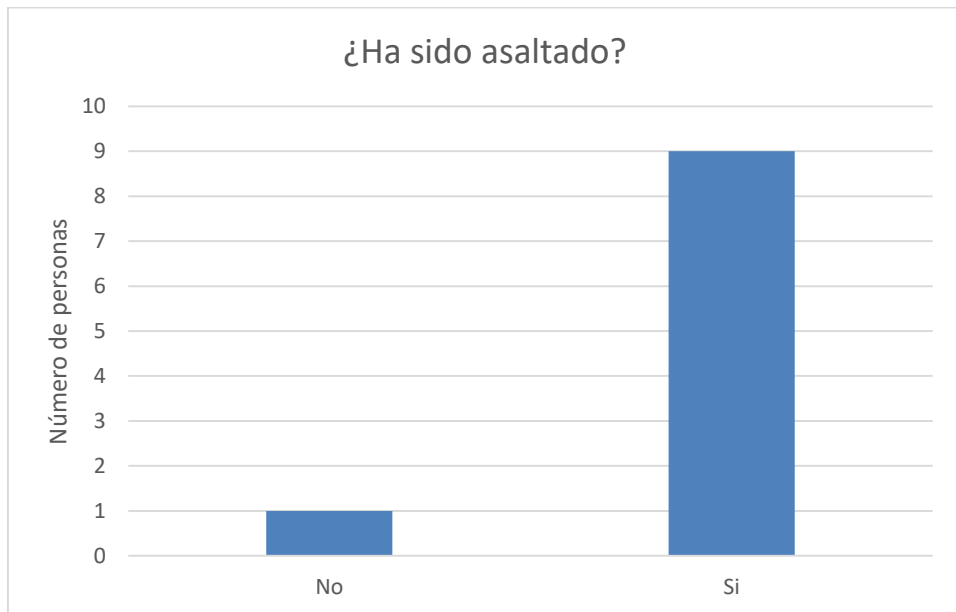


Figura 1.5: Cantidad de personas que han sido asaltadas al menos una vez

En la Figura 1.6 se tabula la cantidad de veces que estas personas han sido asaltadas.

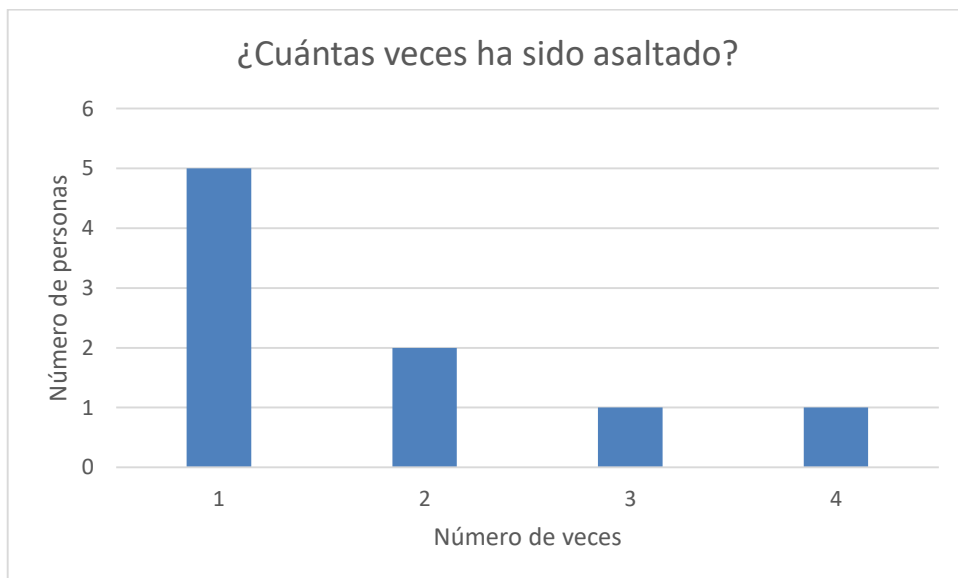


Figura 1.6: Cantidad de veces que han sido asaltados los entrevistados

En la Figura 1.7 se muestra a cuántos de los entrevistados le han robado el motor al menos una vez durante el tiempo que han sido pescadores.

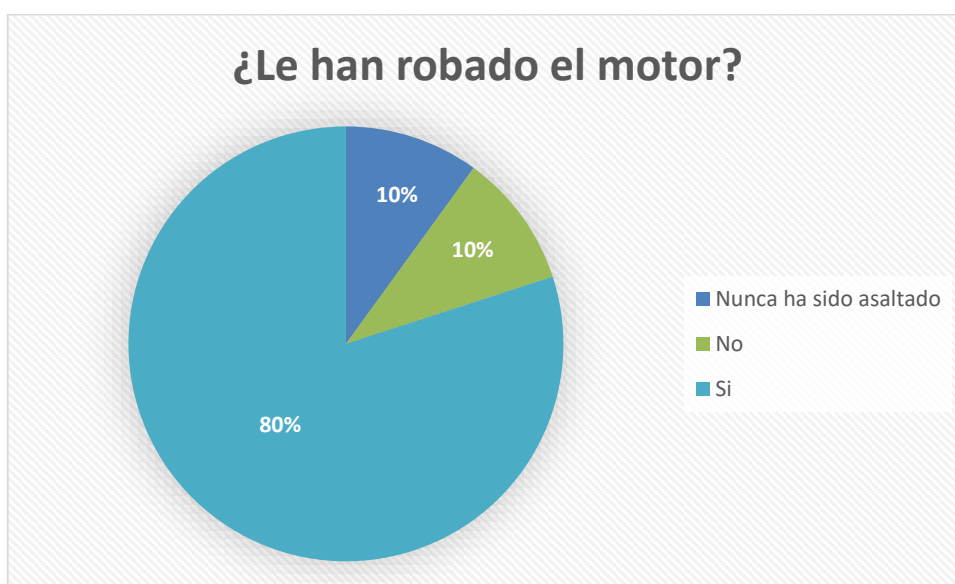


Figura 1.7: Porcentaje de los entrevistados a los que les han robado el motor al menos una vez

Conociendo que un motor está valorado en aproximadamente \$8.000 y si se multiplica este valor por la cantidad de veces que han sido asaltados se puede concluir que en un pequeño porcentaje de la población pesquera que llevan un promedio de 9 años laborando ha habido pérdidas de aproximadamente \$128.000.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de detección de embarcaciones de pesca artesanal utilizando tecnología AIS para mitigar los efectos de la delincuencia lo que afecta a los pescadores de Anconcito.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Investigar el número de pescadores artesanales, tanto los que han sido asaltados como los que no, utilizando la información proporcionada por la Dirección Nacional de Espacios Acuáticos (DIRNEA).
- Analizar la posible afectación económica a la población de Anconcito considerando las pérdidas en los asaltos.

- Realizar el estudio sobre el perfil costero de Anconcito para determinar las ubicaciones adecuadas para los dispositivos AIS.
- Hacer una comparación entre los sistemas de prevención existentes, como radares y chips de posicionamiento satelital, con el sistema propuesto de tecnología AIS.
- Diseñar un sistema apropiado de detección de las embarcaciones pequeñas basados en la tecnología AIS, optimizando los recursos para que su implementación sea económicamente accesible y efectiva para los pescadores artesanales.

1.4 Metodología

Investigar y obtener datos de la Dirección Nacional de Espacios Acuáticos (DIRNEA) acerca de los asaltos a las embarcaciones pesqueras acontecidas recientemente para realizar un análisis estadístico del porcentaje de pescadores que se ven afectados por el hampa.

Realizar entrevistas con instructores especializados de la Escuela de la Marina Mercante Nacional (ESMENA) para conocer sobre los equipos AIS actualmente utilizados en embarcaciones, sus beneficios y la factibilidad de su aplicación en embarcaciones pesqueras artesanales.

Entrevistar pescadores de Anconcito para conocer la realidad del sector y conocer las falencias de los sistemas que han sido implementados.

Revisar documentación e información técnica de los equipos AIS para escoger el más adecuado que cumpla con las especificaciones requeridas.

1.5 Tecnología AIS.

La tecnología AIS es un sistema de ayuda a la navegación desarrollado para monitorear el tráfico de barcos en altamar no solo desde la costa sino también desde las propias embarcaciones con fines de seguridad y para evitar accidentes.

1.5.1 Origen del AIS

El Sistema de Identificación Automática (SIA, o Automatic Identification System – AIS, en inglés) fue desarrollado originalmente como ayuda a los servicios de tráfico de barcos (VTS), con el principal propósito de asistir a los buques para evitar colisiones.

Como resultado de la iniciativa de la Organización Marítima Internacional (OMI) se creó un sistema mundial estandarizado para la localización de los buques y así nació AIS, entre otras cosas exigidas por las normas de seguridad. AIS utiliza la banda de VHF.

AIS utiliza los recursos propios de navegación y comunicación del buque para calcular y transmitir su posición y enviarlas para ser recibidas por los operadores. La caja negra que posee cada buque ayuda a determinar la posición geográfica, a qué entidad u operador enviar la información, entre otras cosas. [10]

El propósito del AIS es:

- Identificar buques.
- Ayudar en el rastreo de blancos u objetivos.
- Simplificar y promocionar el intercambio de información.
- Proporcionar información adicional para ayudar a evitar choques.
- Reducir las órdenes verbales en el barco.

Los grandes buques que están obligados a adoptar este sistema por norma, son los que tienen las siguientes características:

- Buques con arqueado bruto superior a 500 GT.
- Buques en viaje internacional con arqueado bruto superior a 300 GT.
- Todos los buques de pasaje, independientemente de su tamaño.

Hay que tener en cuenta que bajo ciertas condiciones de seguridad los buques pueden desconectar su sistema AIS, además que navíos de guerra y embarcaciones pesqueras pequeñas no poseen este sistema.

1.5.2 Descripción del sistema

El AIS es un sistema abierto, lo que significa que las emisiones no están codificadas y pueden ser recibidas por cualquier equipo que cumpla las especificaciones del sistema.

Utiliza únicamente dos canales de radio específicos de la banda VHF. Estos son el canal AIS1, correspondiente al canal 87B de VHF (frecuencia 161,975 MHz) y el canal AIS2 correspondiente al canal 88B de VHF (frecuencia 162,025 MHz). [10]

Se sugiere que el presente proyecto sea manejado conjuntamente con las Fuerzas Armadas del Ecuador. Al ser ésta una entidad pública, para el uso de las frecuencias AIS1 y AIS2 se requiere de una Autorización según el artículo 37 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones (L.O.T.) de los títulos habilitantes “...Autorizaciones: Para el uso y explotación del espectro radioeléctrico, por las empresas públicas e instituciones del Estado...”.

Puesto que todos los transpondedores utilizan las mismas dos frecuencias, para permitir la comunicación y evitar interferencias, todos ellos se organizan en un esquema de compartición de tiempo denominado SOTDMA (Self Organized Time Division Multiple Access). Como la cobertura de VHF es característicamente de corto alcance, se requiere una tasa de datos sustancial. Este esquema de tiempo establece un ciclo de un minuto de duración dividido en 2.250 ranuras (slots). Cada equipo determina su propio esquema de transmisión basándose en la historia de las emisiones del canal correspondiente, y en el conocimiento de las acciones futuras de los otros dispositivos. De esta forma, todos los equipos se sincronizan entre sí para evitar que las emisiones se solapen y se interfieran. [11]

Las estaciones AIS sincronizan continuamente unas con otras para evitar la superposición de los espacios de transmisión. La selección del protocolo de espacios o slots por las estaciones asegura que los buques siempre

recibirán nuevas estaciones incluyendo aquellas estaciones que de repente entran dentro del radio de alcance de otros buques.

Además, el estándar técnico de la UIT para el AIS proporciona 4.500 espacios de tiempo por minuto. Un mensaje de informe de posición para una estación AIS entra en una de los 2.250 espacios de tiempo establecidos cada 60 segundos (otros mensajes pueden ocupar más espacios o slots). Como están disponibles para el uso dos canales VHF el número de dichos espacios de tiempo o slots disponibles se dobla a 4.500.

En el caso de una sobrecarga del sistema, solamente los blancos u objetivos que estén lejanos están sujetos a una pérdida de emisión para dar preferencia a los objetivos cercanos que son un objetivo preferente para la operación barco a barco del AIS. En la práctica la capacidad de este sistema es casi ilimitada ya que ha sido diseñado para permitir la comunicación en las zonas con el tráfico marítimo más denso existente en el mundo. La Figura 1.4 describe el funcionamiento del sistema SO .

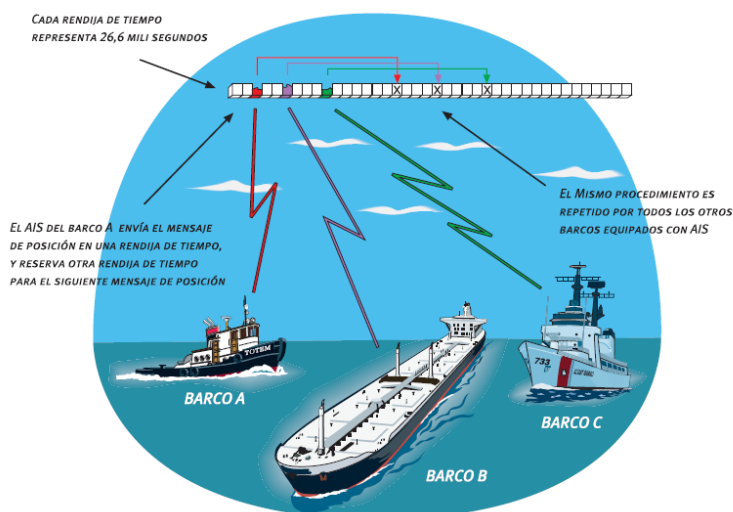


Figura 1.8: Sistema SOTDMA de compartición del tiempo en la banda VHF

El alcance de las emisiones es similar a la de cualquier otro sistema que funcione en la banda VHF. Este depende en gran medida de la altura de las antenas emisora y receptora, así como de las condiciones de propagación. En mar abierto, puede considerarse un alcance típico de entre 20 y 30 millas. Por otro lado, estas emisiones tienen cierta capacidad de sortear obstáculos por lo que dos buques pueden conectarse mutuamente incluso sin tener visibilidad directa. A su vez, existen las estaciones AIS – AaN (o AIS – AtoN) que son equipos AIS especialmente diseñados para desempeñar la función de ayuda a la navegación. Estos equipos se posicionan generalmente en instalaciones de ayuda a la navegación existentes como pueden ser faros, balizas o boyas. Emiten un tipo de mensaje especial destinado a los buques que navegan por la zona que contiene información detallada de la ayuda a la navegación en la que se encuentra como su nombre, situación geográfica, tipo de ayuda, etc.

Los principales contenidos del mensaje de AIS son:

- Tipo de ayuda a la navegación.
- Nombre de ayuda a la navegación.
- Posición.
- Indicador de exactitud de posición.
- Indicador RAIM (Monitorización de la Integridad Autónoma del Receptor).
- Indicador fuera de posición.
- Tipo de dispositivo de determinación de posición.
- Dato horario.
- Dimensión de la ayuda a la navegación y referencia para la posición.
- 8 bits Reservados para uso de la Autoridad regional o local.
- Señal virtual de ayuda a la navegación.

1.5.3 Características de la tecnología

El equipo es en sí, es un Sistema de Identificación Automática (AIS) universal capaz de intercambiar información entre el barco propio y otros barcos o estaciones costeras.

En General, el sistema consta de antenas de VHF/GPS, un transpondedor y varias unidades asociadas. El transpondedor contiene un transmisor de VHF, dos receptores TDMA (Time Division Multiple Access) en dos canales de VHF, un receptor del canal 70 para DSC (Llamada Selectiva Digital), interfaz, procesador de comunicación, pantalla LCD y un receptor GPS de 12 canales con capacidad diferencial; este GPS proporciona referencia UTC para sincronización del sistema, eliminando conflictos entre varios usuarios. En caso de fallo del receptor GPS externo, también se obtiene del interno la posición, el rumbo efectivo (COG) y la velocidad sobre tierra (SOG).

En el panel LCD se presenta la información requerida, datos estáticos, dinámicos, de navegación y mensajes cortos relativos a la seguridad. La información y mensajes se actualizan automáticamente, por ejemplo, la información estática cada 6 minutos y bajo solicitud, la información dinámica cada 10 segundos en un barco con una velocidad más rápida de 3 nudos y 3,3 segundos, cuando se hace un cambio de rumbo a una velocidad entre 0 – 14 nudos, etc.

El AIS es capaz de “ver” alrededor de curvas y detrás de islas si las masas de tierra no son demasiado elevadas. El alcance normal que se espera en el mar es de 20 a 30 millas náuticas dependiendo de la altura de la antena. Con la ayuda de estaciones repetidoras puede ser mejorada la cobertura tanto para transmisiones de barco como estaciones VTS costeras.

La funcionalidad y beneficios que proporciona a los capitanes que navegan el barco incluyen:

- Rastreo, en tiempo real, de todos los barcos que lleven el sistema AIS en la pantalla del equipo.
- La presentación casi instantánea de las posiciones.
- Presentación de la ruta prevista cuando gire o maniobre.
- ETA (Tiempo Estimado de Llegada) para todos los barcos equipados con AIS.
- Grabación de trayectorias.
- Emisión de los datos dinámicos, estáticos y relativos al viaje del propio barco, a otros barcos y al centro VTS.
- Enviar o recibir cortos mensajes de texto a /o desde el centro VTS u otros barcos.

Tipos de información

La información AIS transmitida por un barco incluye cuatro tipos diferentes de información.

Información estática. Es la que indica los datos básicos de un buque: nombre, MMSI, distintivo, número OMI, dimensiones y tipo de barco. Se introduce cuando se instala el dispositivo, siendo solo necesaria cambiarla si se modifica el nombre o algunas de las características principales del barco. Esta información se emite cada seis minutos.

Información dinámica. Muestra los datos relativos a la posición del barco que son importantes para la navegación: posición, rumbo efectivo, velocidad efectiva, rumbo verdadero y condición de la navegación. Se actualiza y emite de forma continua.

Información relativa al viaje. Son datos que se introducen manualmente y que son requeridos en los dispositivos de control de tráfico VTS: carga peligrosa si la llevara, destino, ETA y plan de ruta (toda esta información se puede suprimir por motivos de seguridad). La emisión se produce cada 6 minutos.

Textos y mensajes. Mensajes cortos relativos a la seguridad e introducidos manualmente para alertar de peligros o informar sobre aspectos relativos a la navegación. Se pueden enviar a un solo barco, un conjunto de ellos o toda la flota situada en las proximidades. No sustituye a la Llamada selectiva digital del SMSSM, pero es compatible. [10]

1.5.4 Clases de dispositivos

Existen diferentes dispositivos de AIS, cada uno diseñado para satisfacer diferentes requerimientos. Se tienen dispositivos de Clase A, Clase B, Receptores, AtoN, SART y Estaciones Base.

CLASE A: Los dispositivos de clase A son transpondedores diseñados para grandes distancias en mar abierto, principalmente para buques de viajes internacionales. La OMI determinó que este tipo de buques deben tener instaladas unidades de clase A para su identificación y ayuda a su seguridad. Algunas de las características que proveen son:

- Potencia de transmisión de 12.5W
- Opciones de conectividad exhaustivas
- Pantalla para visualización de objetivos
- Opción de un pequeño teclado
- Amigable con el ambiente
- Tiempo de transmisión flexible dependiendo del viaje
- Transmisión mejorada para evitar pérdida de datos

CLASE B: Los dispositivos de clase B son también transpondedores, pero éstos están dirigidos al mercado de las embarcaciones pequeñas como las de pesca, principalmente por el reducido tamaño y la baja potencia de transmisión. Al tener menor potencia de transmisión posee menor alcance, pero esto se compensa con el tiempo de transmisión ya que es notablemente menor también. Las características que ofrece son:

- Potencia de transmisión de 2W
- Múltiples salidas para diferentes pantallas

- Tiene la misma cantidad de transmisores y receptores que los dispositivos de clase A
- Uno de sus transmisores puede ser multiplexado para VHF DSC radio

NOTA: Ya que solo incluye una antena de transmisión es necesario usar un splitter para utilizar el servicio de AIS y de VHF radio.

RECEPTORES: Los dispositivos receptores son la solución perfecta para hacer un monitoreo del tráfico AIS sin ser detectado. El dispositivo se encarga de recibir todas las señales de AIS dentro del rango y graficar los objetivos en una pantalla incorporada, esto sin enviar ningún tipo de información. Posee múltiples salidas para ser conectado a otros displays ya sea vía USB, NMEA 0183, NMEA 2000 o wifi, haciéndolo compatible con computadores, graficadores o cualquier dispositivo con wifi.

AtoN: Este dispositivo es de ayuda a la navegación, generalmente para aumentar el rango de alcance de las estaciones base o de monitoreo. Ofrece dos tipos de transmisión: Random Access Time Division Multiple Access (RATDMA) y Fixed Access Time Division Multiple Access (FATDMA). Generalmente RATDMA se utiliza para hacer monitoreo del tráfico y mejorar el alcance de las estaciones base con alto consumo haciéndolo confiable, mientras que FATDMA es usado para hacer controles ambientales con sensores agregados.

SART: Usado en situaciones de emergencia el dispositivo AIS SART permite localizar las embarcaciones enviando la posición, identificación y velocidad.

ESTACIONES BASE: Las estaciones base proveen un enlace entre los buques dentro del rango y el centro de comando no-costero. Permiten diseñar una red a lo largo de la costa y crear un enlace entre ésta y el centro de comando no-costero, proveyendo información tanto de los AtoNs como de los dispositivos en los buques. Otra de las características que posee es que permite tener un control sobre los slots pudiendo hacer

reservas para AtoNs específicos utilizando FATDMA. Posee diversos conectores para diferentes displays.

1.5.5 Estándares de AIS

Para asegurar que los dispositivos funcionan correctamente con el sistema AIS deben cumplir con algunos estándares del International Electrotechnical Commission (IEC) y de la UIT.

CLASE A

ESTÁNDAR	ASPECTO
IEC 60945: 2002-08	<ul style="list-style-type: none"> • EMC • Medio Ambiente • Fuente de poder • Seguridad • Requerimientos de propósitos especiales • Ergonómico
IEC 61993-2: 2001-12	<ul style="list-style-type: none"> • Medio Ambiente • Fuente de poder • Seguridad • Requerimientos de propósitos especiales • Ergonómico • Presentación de navegación • Uso del espectro de la marina para comunicaciones
IEC 61108-1: 2003-07	<ul style="list-style-type: none"> • GPS
IEC 61162-2: 1998-09	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz digital
IEC 61162-1: 2010-11	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz digital
IEC 62288-2:2008-07	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de navegación

Tabla 3: Estándares de los dispositivos de Clase A

CLASE B

ESTÁNDAR	ASPECTO
EN50384: 2002	<ul style="list-style-type: none"> • Salud: Exposición ocupacional a campos electromagnéticos
EN50385: 2002	<ul style="list-style-type: none"> • Salud: Exposición general a campos electromagnéticos
EN50383: 2002	<ul style="list-style-type: none"> • Salud
EN62311: 2008	<ul style="list-style-type: none"> • Salud: Exposición humana a campos electromagnéticos
EN60950-1: 2006/A:2009	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad
IEC 60945: 2002-08	<ul style="list-style-type: none"> • EMC
IEC 62287-1: 2010-11	<ul style="list-style-type: none"> • Transmisor y receptor AIS • Receptor DSC • Operación en distintos ambientes • Requerimientos operacionales
IEC 61108-1: 2003-07	<ul style="list-style-type: none"> • GPS

Tabla 4: Estándares de los dispositivos de Clase B**RECEPTOR**

ESTÁNDAR
IEC 60945
ITU-R 1371-4

Tabla 5: Estándares de los dispositivos de Receptor

AtoN

ESTÁNDAR	ASPECTO
IEC 62320-2	• Ayuda a la navegación
IEC 60945	• Requerimientos ambientales
ITU-R 1371-4	• Características técnicas universales de AIS
IEC 61162-1/2	• Interfaz digital
IEC 61108-1	• Equipo receptor de GPS

Tabla 6: Estándares de los dispositivos de AtoN**SART**

ESTÁNDAR	ASPECTO
IEC 61097-14	• Transmisor AIS SAR
IEC 60945	• Requerimientos ambientales
ITU-R 1371-4	• Características técnicas universales de AIS
IEC 61108-1	• Equipo receptor de GPS

Tabla 7: Estándares de los dispositivos de SART**Splitter**

ESTÁNDAR	ASPECTO
IEC 60945	• Requerimientos ambientales

Tabla 8: Estándares de los dispositivos de Splitter**1.5.6 Radares**

El radar básicamente consiste en emitir una señal electromagnética la cual rebota en el objeto y regresa al aparato de radar, la procesa y hace un mapeo de la zona. En el caso de radares marítimos la banda HF es usada para estos fines. Los radares pueden cubrir muchos kilómetros a la

redonda todo depende del uso que se le esté dando. El radar es bueno para realizar una aproximación real de los objetos en una determinada área, sin embargo, no aporta con mucha información específica del objeto que permita su identificación.

1.5.7 Tecnología de posicionamiento satelital

Esta tecnología funciona conjuntamente con el GPS (Global Positioning System) o sistema de posicionamiento global. El sistema consiste en aproximadamente 24 satélites colocados alrededor de globo terráqueo que dan una vuelta cada 12 horas y cuyo plano orbital está a 55° del Ecuador; cada satélite envía un paquete de 1500 bytes cada 30 segundos exactamente ya que cuentan con un reloj atómico que les asegura la máxima precisión posible. El dispositivo consta de un receptor que capta la señal enviada por los 4 satélites más cercanos, se mide el tiempo de respuesta desde el dispositivo a esos satélites y mediante algoritmos se determina la latitud y longitud en la que el usuario con el dispositivo está ubicado.

1.5.8 Ventajas de AIS sobre los radares y la tecnología de posicionamiento satelital

Es importante señalar que todas las tecnologías para vigilancia marina son complementarias, es decir que no se puede decir a cabalidad cual es mejor que la otra porque se necesitan mutuamente. A pesar de ello si se puede establecer ciertas características especiales de AIS que lo hacen muy útil a comparación con otras tecnologías.

- 1) AIS tiene la capacidad de transmitir información detallada del navío, mientras que los radares únicamente detectan la posición del objetivo.
- 2) AIS puede ser configurado para actualizar la información cada cierto tiempo de manera que los dispositivos portátiles tengan una larga duración, aunque puede ser configurado también para trabajar a tiempo real.

- 3) Es más barato que las otras tecnologías.
- 4) Es más seguro que el posicionamiento satelital ya que este último está expuesto a ataques como suplantación (Spoofing) o el robo de información.
- 5) Tiene un mayor alcance que los radares utilizando las repetidoras respectivas.

1.6 Justificación

Las actividades agrícola, ganadera y pesquera representaban (según el censo realizado por el INEC en 2010) aproximadamente el 7% del producto interno bruto del Ecuador. El creciente índice delictivo ha obligado a las autoridades a tomar medidas al respecto, tales medidas fueron ineficaces en la lucha contra la delincuencia en altamar. El sistema de monitoreo satelital no funciona como se esperaba, principalmente por el tipo de dispositivo que se colocó en las lanchas, demasiado grande y llamativo, esto sumado a que el tiempo de respuesta es de aproximadamente 30 minutos hacen a esta solución no eficiente. Sin un adecuado sistema de control para las embarcaciones menores seguiría la limitada capacidad de las autoridades para ejercer las responsabilidades de control y vigilancia de las actividades en los espacios acuáticos y se mantiene la ineficiente asistencia a las emergencias en el mar; todo esto incurre en consecuencias lamentables como la pérdida de vidas humanas.

Las estadísticas indican que Santa Elena es uno de los puntos que más afectado se ve por la delincuencia; los pescadores de esta provincia representan el 21,4% del total nacional. Dado el asalto masivo que hubo en la parroquia de Anconcito el 12 de octubre del año en curso, el presente proyecto estará orientado a diseñar un sistema de identificación de embarcaciones de pesca artesanal en la zona pesquera ubicada frente a Chanduy-Anconcito utilizando la tecnología AIS con el propósito de mitigar los efectos adversos de la delincuencia marítima.

Por medio de estaciones base y repetidoras a lo largo de la costa se creará una red de monitoreo que permita ubicar las embarcaciones que se encuentren dentro del rango (aproximadamente 20mn). Actualmente existe el Sistema de Gestión Marítimo y Portuario (SIGMAP) que cuenta con una base de datos que almacena

información de las embarcaciones y del personal a bordo; en el cual están integrados los procesos de la autoridad marítima puesto que, se utiliza para el monitoreo de embarcaciones mayores a 20TRB. Se plantea integrar el presente proyecto al SIGMAP gracias a la compatibilidad de software. En las embarcaciones se instalarán dispositivos transmisores que enviarán la información del barco cada 3 minutos, su ubicación y su identificación; información que servirá para el control de la ruta de la embarcación o, de ser el caso, el procedimiento de búsqueda y rescate SAR (Search And Rescue). Este sistema tiene como fin permitir un control de las embarcaciones menores a 20TRB, así como también que estas puedan emitir una alerta en caso de sufrir un asalto y dar aviso a las autoridades.

CAPÍTULO 2

2. SISTEMA DE DETECCIÓN DE EMBARCACIONES DE PESCA ARTESANAL UTILIZANDO TECNOLOGÍA AIS.

Ante la necesidad de un mejor sistema de seguridad para los pescadores artesanales se diseñó un sistema de monitoreo eficiente que permita asegurar las vidas y las herramientas de la comunidad pesquera con tecnología AIS.

2.1 Definición del área del sistema.

Para poder definir el área que será cubierta por el sistema se utilizaron cartas náuticas con las que se analizó el perfil costero para determinar las posiciones adecuadas de los dispositivos receptores considerando el nivel de cobertura que proporciona y la infraestructura existente, tales como faros o estaciones base de monitoreo de la marina.

Las cartas náuticas son una representación a escala de aguas navegables y regiones terrestres adjuntas. Contiene información acerca de la profundidad o calado en cada zona, de la naturaleza del fondo marino y detalles del perfil costero como puertos, faros, boyas y demás ayudas a la navegación.

Como se observó en la Figura 1.3 existen tres zonas conflictivas en la costa ecuatoriana y una de ellas es frente a Chanduy-Anconcito que fue la zona escogida para este proyecto.

El perfil ecuatoriano está dividido en zonas y cada zona es representada por una carta náutica, para el presente caso de estudio la carta adecuada para el respectivo análisis es la I.O.A. 106 que abarca desde la puntilla de Santa Elena hasta Chanduy como se observa en la Figura 2.1, brindando información respecto de todo el frente Chanduy-Anconcito que es el área que se espera cubrir. Esta información incluye los faros con sus características principales tales como periodo de luz, alcance promedio, tipo y color de luz.

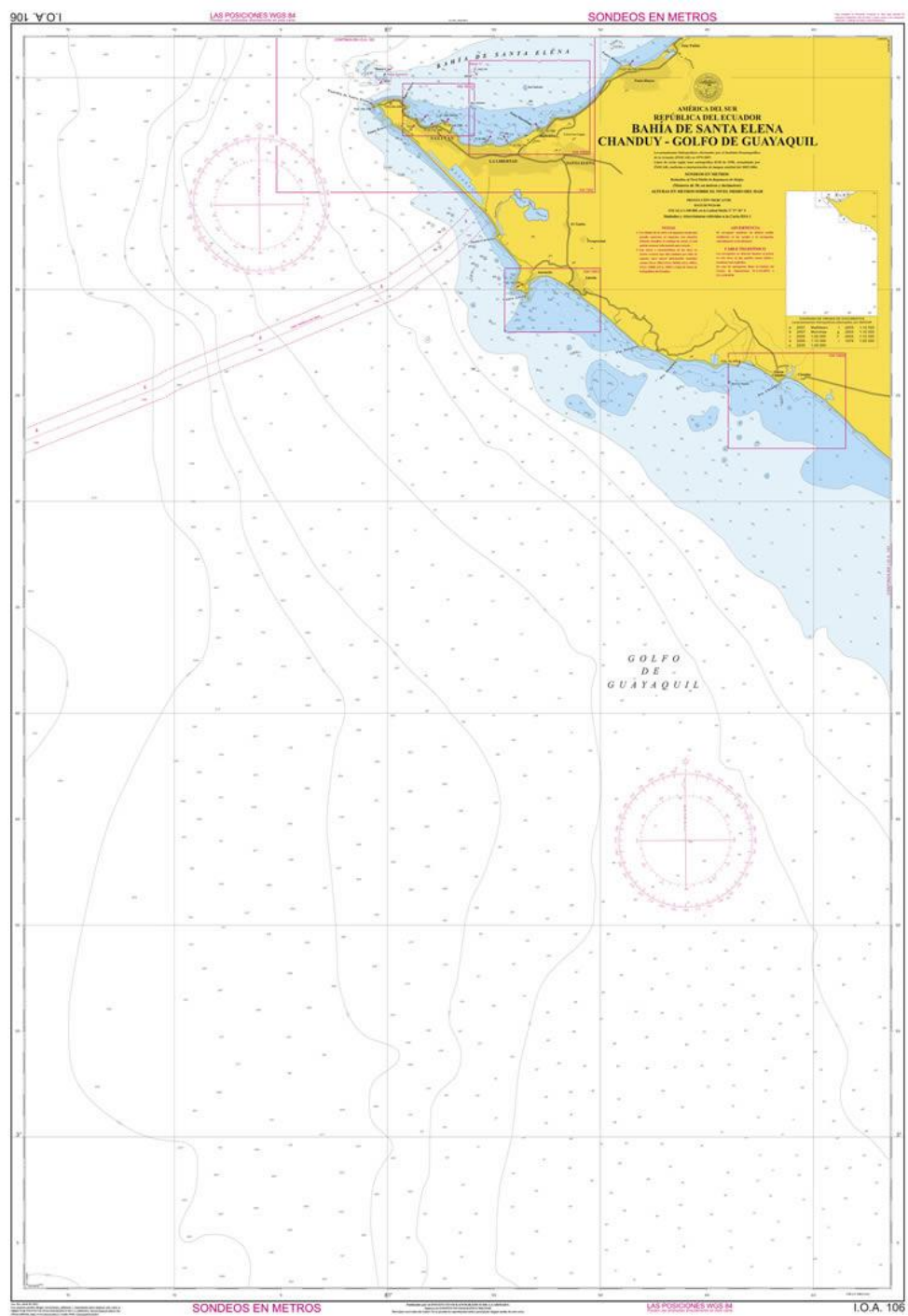


Figura 2.1: I.O.A. 106

2.2 Diseño del sistema

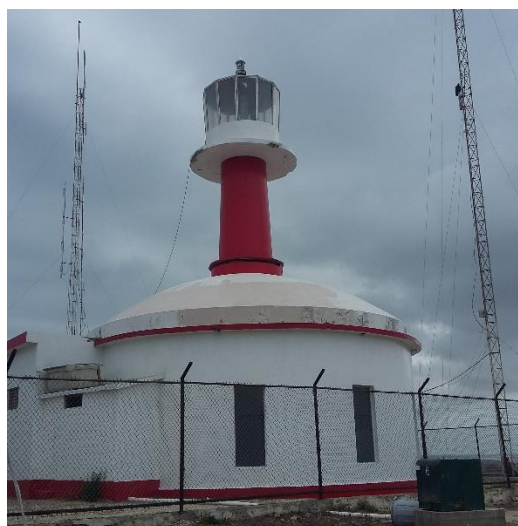
El sistema que se propone tiene tres etapas esenciales: transmisor, repetidor y receptor; se realizaron los cálculos para determinar las ubicaciones de los equipos y la cobertura que tendrá el sistema en base a las características de la tecnología AIS presentadas en el capítulo 1.

2.2.1 Cobertura del sistema

Para determinar las localizaciones de las estaciones costeras se viajó a Anconcito el 1 de enero y a Salinas el 7 de enero del 2017 para analizar la situación de los faros. En el faro de Anconcito, que se observa en la figura 2.2a, se observó que la alimentación de la linterna era por medio de paneles solares; por lo que para esta estación se requiere la instalación de un panel solar para la alimentación del dispositivo. En el faro Santa Elena, figura 2.2b, sí existen instalaciones eléctricas y cuenta con una estructura cercada en la parte inferior que brinda seguridad al mismo, posee además torres altas que podrían ser consideradas otra opción para la instalación del dispositivo.



a)



b)

Figura 2.2: a) Faro Anconcito, b) Faro Santa Elena

Se colocarán entonces, dos estaciones costeras ubicadas en el Faro Anconcito (Ubicación: Lat. $2^{\circ} 19' 36''$ S Long. $80^{\circ} 53' 30''$ W Alt. 51 m sobre el nivel del mar – Altura del faro: 8 [m]) y en el Faro Santa Elena (Ubicación: Lat. $2^{\circ} 11' 12.7''$ S Long. $80^{\circ} 59' 51.2''$ W Alt. 95 m.s.n.m. – Altura del faro: 12 [m]), permitiendo cubrir la zona conflictiva de Chanduy-Anconcito. En la figura 2.3 se observan las ubicaciones de las estaciones costeras con una cobertura de recepción de 20mn, de acuerdo con las especificaciones técnicas respectivas del equipo AIS a ser utilizado.

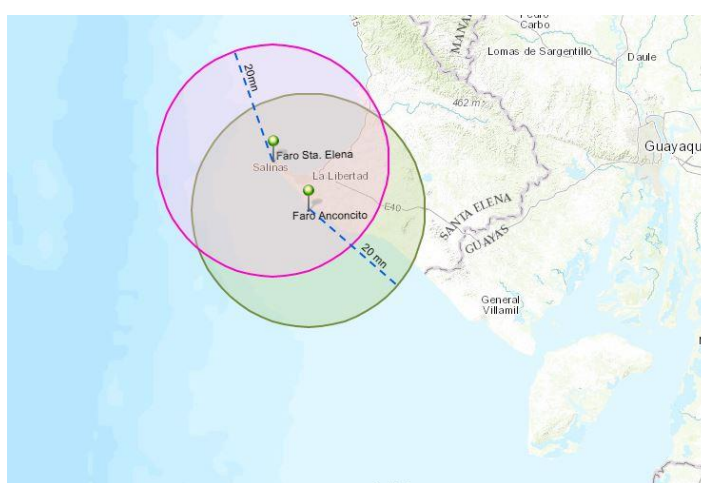


Figura 2.3: Áreas de cobertura de las estaciones costeras

Se realizó el análisis de propagación utilizando el software Radio Mobile para verificar que es posible realizar el enlace en el peor de los casos (a 20mn de las estaciones). En la figura 2.4 se observa las unidades creadas para la simulación del enlace de una embarcación con las estaciones costeras. Para facilidad de simulación el transmisor, que se lo representa como la unidad 3 en la figura 2.4, se colocó en el punto común entre los círculos de cobertura de la figura 2.3 (ubicación: $2^{\circ} 26' 19''$ S $81^{\circ} 12' 45''$ W) con la altura de la antena de 1 m y potencia de 5 W; las estaciones costeras ubicadas en los faros Anconcito y Santa Elena están indicadas como las unidades 1 y 2, respectivamente en la mencionada figura 2.4.

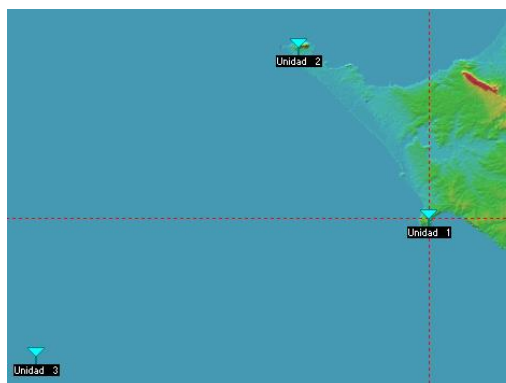


Figura 2.4: Unidades para la simulación del enlace

En la figura 2.5 se observa que el enlace es posible; sin embargo, el nivel de potencia de recepción es -100dBm y dado que la sensibilidad del equipo es -112dBm el margen de desvanecimiento del enlace es 12dB , lo cual asegura un enlace viable pero crítico ya que lo ideal sería tener $15\text{-}20\text{dB}$ de acuerdo a la Recomendación IUT-R P.530-13. Al tener un nivel crítico de recepción el enlace se encuentra expuesto a ser fácilmente afectado por condiciones climáticas poco favorables, esto podría mejorarse colocando una antena más alta o a su vez colocar una torre sobre o junto al faro, esto último supondría una mayor inversión. La frecuencia utilizada para este enlace fue el canal AIS1 – 161.975MHz .

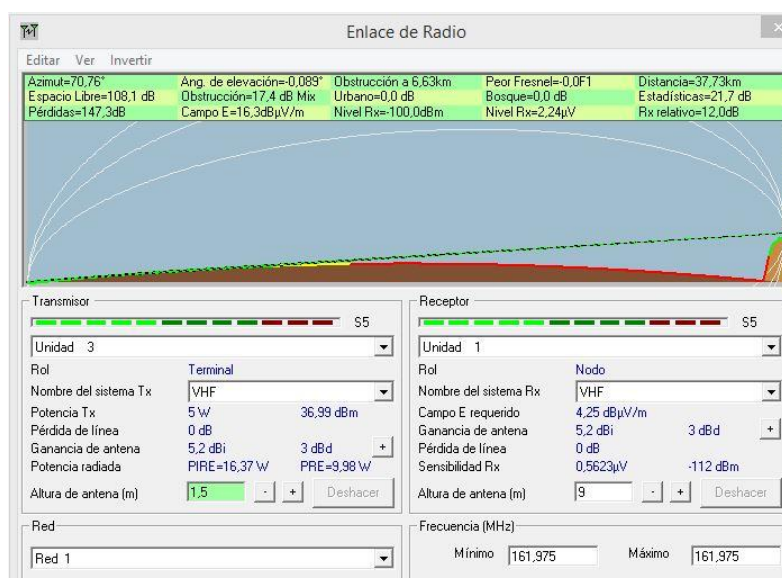


Figura 2.5: Enlace entre una embarcación y la estación ubicada en el Faro Anconcito

En la figura 2.6 se observa el enlace entre una embarcación ubicada aproximadamente a 20mn de la estación costera del Faro Santa Elena. La frecuencia utilizada para este segundo enlace fue el canal AIS1 – 161.975MHz.

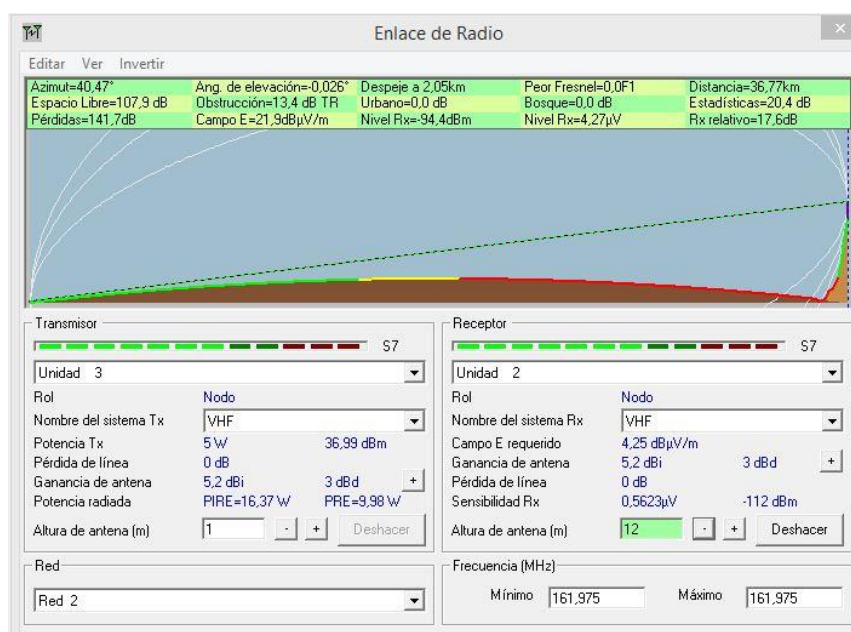


Figura 2.6: Enlace entre una embarcación y la estación ubicada en el Faro Santa Elena

Se observa que el enlace es posible y a diferencia del enlace con Anconcito el nivel de Rx no está en el límite. La potencia de recepción es -94.4dBm y con una sensibilidad del equipo de -112dBm, el margen de enlace es 17.6dB lo cual asegura no solo un enlace viable sino también robusto ante interferencias y condiciones climáticas adversas. Sin embargo, sería ideal tener un margen de desvanecimiento de 20dB o más, y así asegurar que el enlace permanecerá activo a pesar de las circunstancias externas. Para conseguir mejorar el margen de enlace podría considerarse la instalación del dispositivo en la torre ubicada junto al faro que cuenta con una altura de 30m.

En la figura 2.7 se observa el enlace entre la estación costera del faro de Anconcito y la central de monitoreo de la Capitanía del Puerto de Salinas (Ubicación: 2° 12' 21" S 80° 57' 59.7" W).

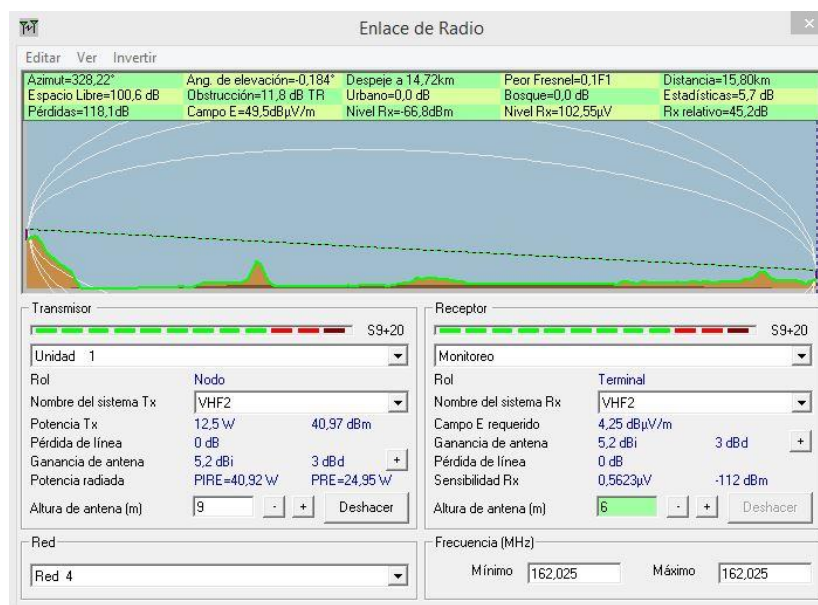


Figura 2.7: Enlace entre la estación del Faro de Anconcito y la central de monitoreo de la Capitanía de Salinas

Se observa en el enlace de la figura 2.7 que el nivel Rx es de -66.68dBm y conociendo que la sensibilidad es -112dBm se obtiene un margen de enlace de 45.2dB, por lo que se puede asegurar un enlace completamente estable y resistente ante adversidades climáticas o de otro tipo que puedan presentarse. Se utilizó en este enlace el canal AIS2 – 162.025MHz para evitar interferencias perjudiciales entre las transmisiones de los barcos y las transmisiones de la estación costera ya que, como se observa en la figura 2.8, la cobertura del receptor ubicado en la Capitanía del Puerto de Salinas se traslapa con las coberturas de ambas estaciones costeras (Faro Anconcito y Faro Santa Elena).

Se observa, además, en la figura 2.8, que la cobertura del dispositivo en la central de monitoreo tiene una cobertura similar a la del dispositivo del faro Santa Elena; sin embargo, al no poder ubicarse una estación de monitoreo en el faro Santa Elena, debido a su falta de instalaciones adecuadas, equipos y personal presente las 24 horas, es necesario el terminal en la Capitanía del Puerto de Salinas ya que cuenta con las adecuaciones y personal necesario.

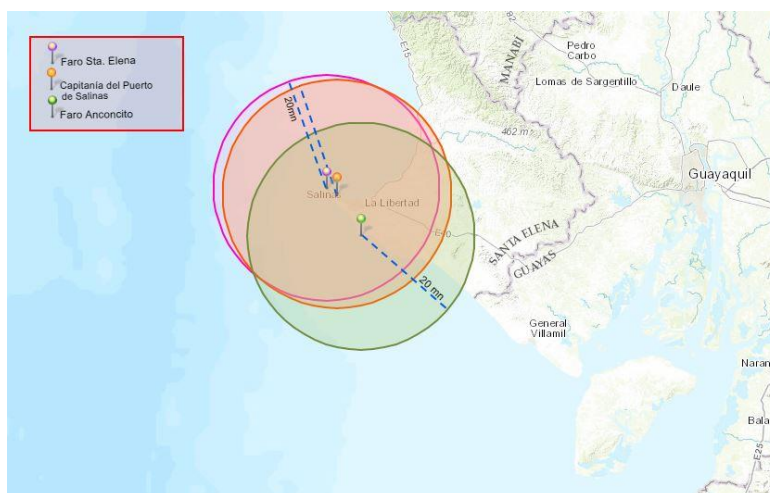


Figura 2.8: Cobertura de la central de monitoreo ubicada en la Capitania de Salinas

En la figura 2.9 se observa el enlace entre la estación costera ubicada en el faro Santa Elena y la central de monitoreo ubicada en la Capitania del Puerto de Salinas.

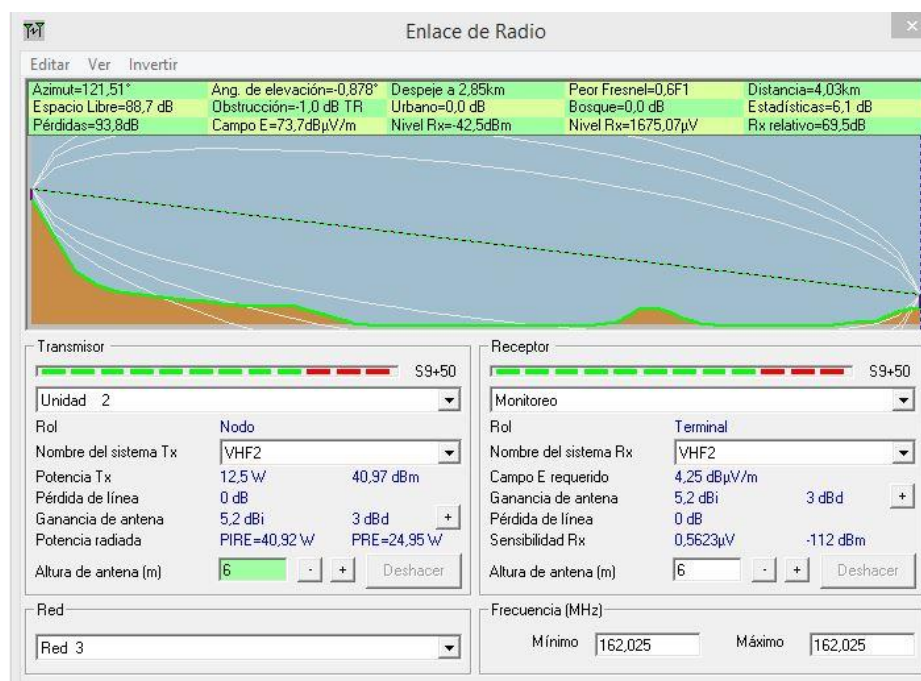


Figura 2.9: Enlace entre la estación del Faro Santa Elena y la central de monitoreo de la Capitania de Salinas

Para este enlace también se utilizó el canal AIS2 – 162.025MHz con el fin de evitar la interferencia con las embarcaciones. Se observa que el enlace es posible y que el nivel de recepción de -42.5dBm es óptimo ya que con la sensibilidad de -112dBm el margen de enlace da 69.5dB. Esto asegura un enlace robusto ante cambios climáticos y otras adversidades que puedan amenazar el enlace.

2.2.2 Diseño de la red

La red diseñada para el sistema propuesto se muestra en la figura 2.10.

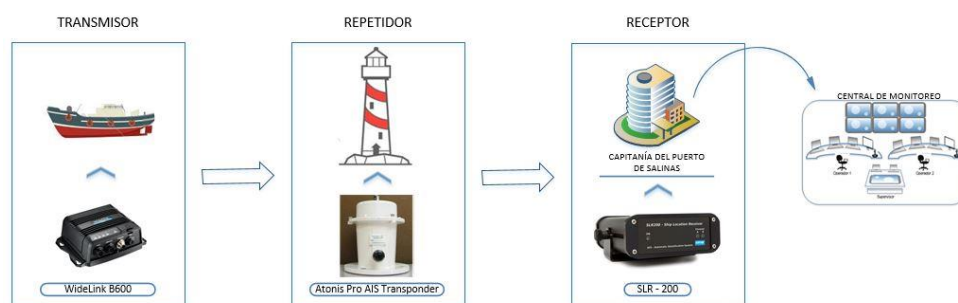
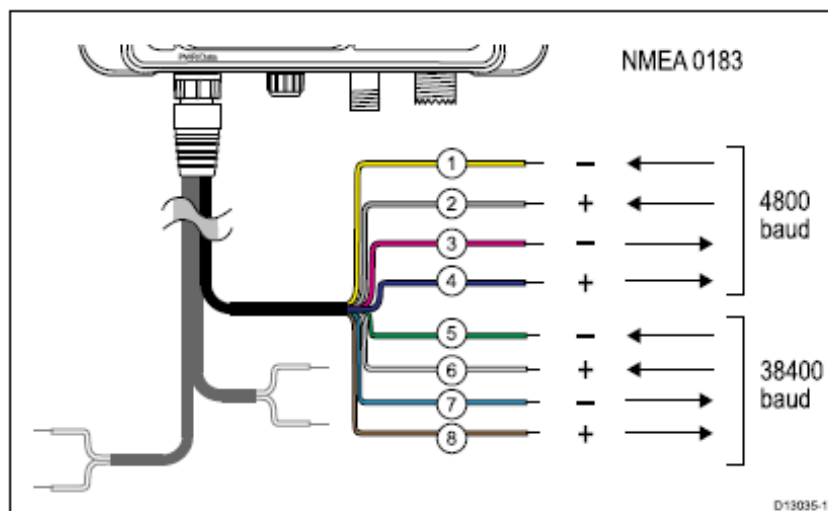


Figura 2.10: Estructura general de la red

En las embarcaciones se colocarán los dispositivos WideLink B600 para transmitir su posición e identificación utilizando la frecuencia del canal AIS1. Dentro de la trama que enviarán estos dispositivos existe un bit designado como bandera de status; cuando todo está bien el bit es 0 pero cuando se presiona el botón de pánico se convertirá en 1. El dispositivo cuenta con una conexión NMEA 0183 que es una especificación combinada de electricidad y datos generalmente usada para aparatos electrónicos marinos [13]; ésta permite alimentar el dispositivo y conectar datos externos, en este caso un botón de pánico. El diagrama de conexiones utilizando NMEA 0183 se muestra en la figura 2.11.



	Wire color (AIS unit)	Signal	NMEA 0183 baud rate
1	Yellow	IN —	4800
2	Grey	IN +	4800
3	Pink	OUT —	4800
4	Purple	OUT +	4800
5	Green	IN —	38400
6	White	IN +	38400
7	Blue	OUT —	38400
8	Brown	OUT +	38400

Figura 2.11: Diagrama de conexiones utilizando NMEA 0183

Se utilizará el color gris para conectar un botón, configurando adecuadamente el dispositivo, cuando este se presione el bit de alerta cambiará a 1.

Dependiendo de la ubicación de la embarcación esta señal será captada por una de las estaciones costeras. Como se vio en la figura 2.3 las coberturas se traslapan; sin embargo, los equipos pueden ser configurados para que solo una de las estaciones repita el mensaje mediante Geographical Filtering. Los paquetes pueden ser filtrados por coordenadas geográficas, por ID origen, por dirección IP si se trabaja con ese protocolo en algún punto de la red, por tipo de mensaje, etc., cuando se filtran por

coordenadas geográficas toma el nombre de Geographical Filtering. Considerando que las estaciones costeras son fijas se debe configurar uno de los dispositivos para filtrar los mensajes cuyas coordenadas geográficas se encuentren en la zona de traslape y así evitar tramas repetidas en la central de monitoreo. Si se configura el transpondedor del faro Santa Elena para filtrar los mensajes cuyas coordenadas geográficas coincidan con la zona de traslape, la cobertura resultante sería la mostrada en la figura 2.12.

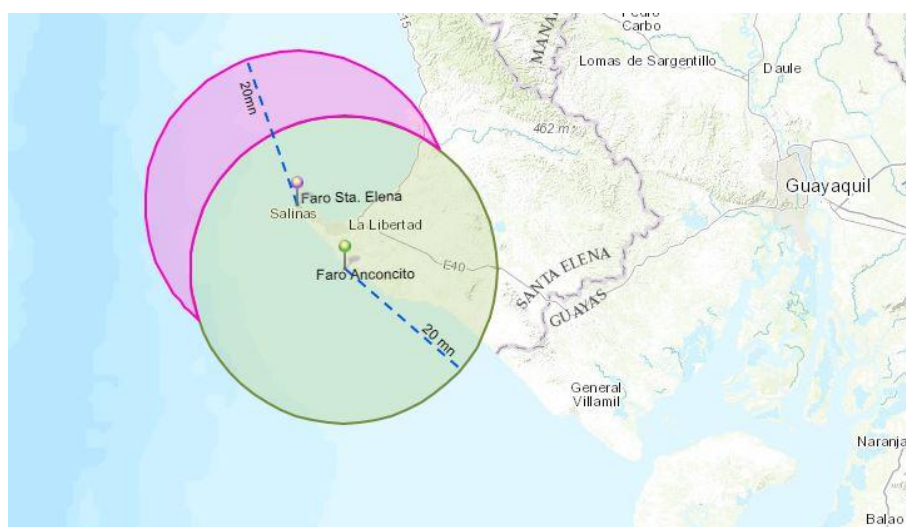


Figura 2.12: Cobertura de recepción de los dispositivos en el Faro Anconcito y el Faro Santa Elena sin traslape

Cuando una estación costera recibe una trama automáticamente la reenvía al centro de monitoreo utilizando el canal AIS2. En el centro de monitoreo se encuentra el dispositivo receptor Automatic Power SLR-200 AIS Receiver que es capaz de leer cualquier señal AIS dentro de su área de cobertura y enviarlo a diferentes periféricos de salida; ya que el receptor está sintonizado en el canal AIS2 únicamente leerá las tramas enviadas por las estaciones costeras.

2.2.3 Dispositivos

Considerando el área de cobertura que tendrá el sistema y el diseño del mismo se realizó el análisis de los dispositivos a usarse para cada parte.

En cuanto a las embarcaciones se determinó que el dispositivo adecuado es el WideLink B600 de AMEC; las características de este equipo se muestran en la Tabla 9.

Dimensiones	
Altura (cm/in)	6.0/3.66
Peso	500 g
Características eléctricas	
Voltaje de alimentación	12V y 24V DC
Consumo de potencia	<3W
MODULO DE TRANSMISIÓN	
Rango de frecuencia	156.025 – 162.025 MHz
Ancho de banda	25 KHz
Potencia de salida	5 W

Tabla 9: Características técnicas de WideLink B600

Un aspecto importante que fue considerado al escoger el equipo fue el tamaño del mismo, se requería un dispositivo pequeño que pudiera ser instalado en las embarcaciones y que no quedara a la vista, que no fuera muy pesado, que no ocupara mucho espacio y que el precio fuera accesible. En la figura 2.13 se muestra el equipo WideLink B600 de AMEC.



Figura 2.13: AMEC WideLink B600

Para las estaciones costeras, ya que el dispositivo estará fijo y las instalaciones de los faros en los que se colocarán son resistentes se resolvió utilizar el dispositivo Automatic Power Atonis Pro AIS

TRANSPONDER que se observa en la figura 2.14. Se resolvió usar este dispositivo por la sensibilidad de su receptor que permite un buen enlace.



Figura 2.14: Automatic Power Atonis Pro AIS Transponder

En la costa se instalarán dos estaciones repetidoras, una en el Faro Anconcito y otra en el Faro Santa Elena, cuyas ubicaciones y alcance se observa en la Figura 2.3. Las características técnicas del dispositivo seleccionado se encuentran en la Tabla 10.

Dimensiones	
Altura (cm/inch.)	27.94/11
Peso	4.5 Kg
Características eléctricas	
Voltaje de alimentación	12V y 24V nominal
Consumo de potencia	<5W
MÓDULO DE TRANSMISIÓN	FM-GMSK
Rango de frecuencia	155 - 163 MHz
Ancho de banda	25 KHz
Potencia de salida	12.5 W
Estabilidad de frecuencia	± 2.5 ppm
MÓDULO DE RECEPCIÓN	FM-GMSK
Rango de frecuencia	155 - 163 MHz
Ancho de banda	25 KHz
Sensibilidad	<-112 dBm

Tabla 10: Características técnicas de Atonis Pro AIS Transponder

Para el dispositivo WideLink B600 se requiere de una antena VHF externa de impedancia de 50Ω y se escogió la antena de Automatic Power CELmar 0-1 que se muestra en la figura 2.15 y cuyas características se presentan en la tabla 11.



Figura 2.15: Antena VHF-FM CELmar 0-1 de Automatic Power

Características	
Rango de frecuencia	156 – 162.5 [MHz]
VSWR	<1.5:1
Ganancia – [dBd/Marine dB]	0/3
Polarización	Vertical
Máxima potencia	100 [W]
Impedancia	50 [Ω]
Largo [m/ft]	1.0/3.3
Peso [Kg/lb]	0.36/0.8

Tabla 11: Características técnicas de la antena VHF-FM Automatic Power CELmar0-1

En la estación de monitoreo se colocará un dispositivo receptor para recoger la información de las embarcaciones de pesca artesanal que cuenten con el dispositivo WideLink B600 antes mencionado y se requiere de un software para graficar las ubicaciones de las embarcaciones. El dispositivo elegido para esta parte será el Automatic Power SLR-200 que se observa en la figura 2.16.



Figura 2.16: SLR-200 AIS Receiver

En la estación de monitoreo solo es necesario recibir la información de identificación y posición de los barcos por lo que el dispositivo no posee la capacidad de transmitir. Las características técnicas del SLR-200 se encuentran en la Tabla 12.

Dimensiones	
L x W x H (mm)	136 x 98 x 38
Peso	400g
Características eléctricas	
Voltaje de alimentación	9 – 15 VDC
Consumo de potencia	1.5 W
MÓDULO DE RECEPCIÓN	
Frecuencias	
AIS 1	161.975 MHz
AIS 2	162.025 MHz
Sensibilidad	-112 dBm

Tabla 12: Características técnicas de SLR-200

El software para el monitoreo de las ubicaciones de las embarcaciones escogido es iNAV AtoN Monitoring Software de Automatic Power ya que

posee muchas características únicas frente a otros softwares del mercado. Algunas de estas características son:

- Decodifica todos los mensajes AIS con la particularidad de permitir decodificar cualquier Mensaje de Aplicación Específica (ASM) sin necesidad de actualizar.
- Permite personalizar la apariencia para el mensaje 6 y 8 de cada estación, configurando cada parámetro con un nombre y unidades en particular.
- Permite configurar una alarma para cualquier reporte de parámetro en el mensaje 6 o el mensaje 8, donde cada parámetro posee sus propios límites y umbrales.
- Calcula la estadística de disponibilidad del AtoN.
- El monitor presenta la organización de los slots FATDMA usados por cada AtoN y Estación Base en el sistema.

2.3 Procedimiento de operación

Las embarcaciones detectan su ubicación mediante el GPS integrado que posee el WideLink B600 instalado en las embarcaciones como se muestra en la figura 2.17.

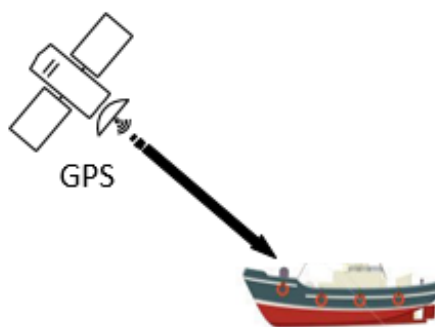


Figura 2.17: Diagrama referente a la obtención de la ubicación con GPS

El dispositivo genera la trama con las coordenadas obtenidas y el ID propio de la embarcación, si el botón de pánico no ha sido presionado el bit de alerta permanece en 0. El equipo se configura para enviar este mensaje cada 3 minutos a las estaciones costeras utilizando el canal AIS1 – 161.975MHz. En la figura 2.18 se muestra un diagrama de la conexión de las embarcaciones con las estaciones costeras.



Figura 2.18: Diagrama de conexión de las embarcaciones con la estación costera

Los dispositivos de las estaciones costeras, Automatic Power Atonis Pro AIS Transponder, están configuradas para recibir en el canal AIS1. Se tienen dos estaciones costeras que han sido configuradas para brindar cobertura a la zona. Si la estación costera ubicada en el Faro Anconcito recibe una trama la reenvía hacia la central de monitoreo, pero si la estación del faro Santa Elena capta una trama debe verificar si las coordenadas recibidas pertenecen al área de traslape de coberturas; de ser así dicha trama es descartada, caso contrario es reenviada hacia la central de monitoreo. Para la retransmisión de las tramas desde las estaciones costeras hacia la central de monitoreo los dispositivos de las estaciones costeras se configuran para transmitir utilizando el canal AIS2 – 162.025MHz. En la figura 2.19 se muestra un diagrama de la conexión de la estación costera con la central de monitoreo.

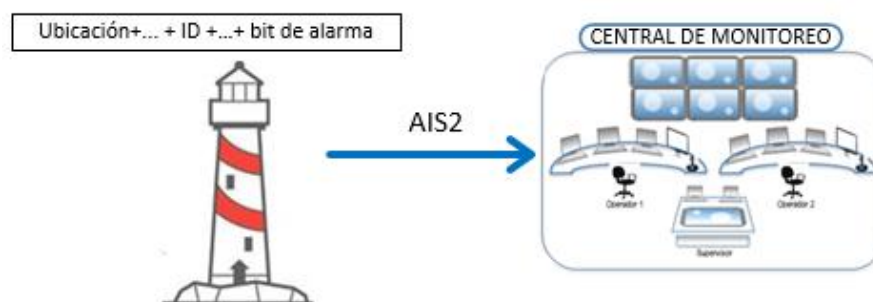


Figura 2.19: Diagrama de conexión de la estación costera con la central de monitoreo

En la central de monitoreo se coloca el receptor Automatic Power SLR-200 configurado para recibir en el canal AIS2 – 162.025MHz. Cuando el dispositivo recibe la trama reenviada por las estaciones costeras grafica en el display conectado las ubicaciones recibidas con el respectivo ID de cada embarcación. Si la trama reenviada por la estación costera hacia la central de monitoreo posee el bit de alerta en 1, el software de monitoreo muestra un mensaje en la pantalla indicando qué embarcación está enviado la señal de emergencia y así poder ubicarla y comunicar a la lancha guardacostas más cercana para evitar el asalto o de ser el caso para el respectivo procedimiento SAR.

2.4 Presupuesto

Se elaboró un presupuesto del proyecto utilizando los precios de los equipos ofertados por proveedores en línea. Debido a que el proyecto se plantea ser manejado en conjunto con la armada, el costo de la Autorización respectiva para el uso de las frecuencias AIS será determinado por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) según se estipula en el artículo 37 de la L.O.T., así mismo habrá que pagar el uso del espectro radioeléctrico según el art. 54 de la L.O.T. y cuyo costo se determinará basado en el Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por Uso de Frecuencias del espectro radioeléctrico. En la Capitanía del Puerto de Salinas donde estará la central de monitoreo existen los equipos de cómputo necesarios para el monitoreo por lo que solo es necesario instalar el software iNAV para graficar las ubicaciones de las embarcaciones; cuentan además con personal capacitado para realizar el control del sistema las 24 horas del día. Existirán además costos adicionales como la

instalación y la difusión del proyecto. En la tabla 13 se muestran los costos de inversión para los equipos que requeridos en el proyecto; cabe mencionar que los precios presentados son FOB y de implementarse será necesario considerar costos de aduana y demás impuestos.

EQUIPOS	Cantidad	Precio (\$) FOB	Costo Total (\$)
AMEC WideLink B600	2628	600,00	1.576.800,00
Automatic Power Atonis Pro AIS Transponder	2	7.000,00	14.000,00
AC-Marine CELmar 0-1 (antena VHF)	2628	58,24	153.054,72
Panel Solar 10W 12V Cristalino ATERSA	1	51,77	51,77
SLR-200 AIS Receiver	1	1.000,00	1.000,00
Botonera	2628	0,50	1.314,00
Software iNav	1	10.000,00	10.000,00
UPS Forza 375W	1	100	100
		Total	1.756.320,49

Tabla 13: Costos de inversión

Los botes de pesca artesanal actualmente matriculados son 2628 en Santa Elena, por lo que fue usado como número de referencia para los WideLink B600 que van en las embarcaciones; cada embarcación lleva un transceiver, una antena VHF y un botón de pánico. En las estaciones costeras se requiere un transponder y una antena VHF; sin embargo, en la estación del faro Anconcito se requiere además un panel solar para alimentar la batería del dispositivo; por otro lado, el Faro Santa Elena cuenta con energía eléctrica permanente en sus instalaciones y solo es necesario hacer la adecuación para alimentar el dispositivo; sin embargo como protección del equipo se instalará un UPS. La central de monitoreo requiere de un receptor y una antena VHF.

2.5 Cronograma

Se propone implementar el presente proyecto en dos fases cuyas actividades se detallan a continuación.

PRIMERA FASE

- Adquisición de los equipos
- Obtener la Autorización para el uso de las frecuencias AIS1 y AIS2.
- Instalar los dispositivos WideLink B600 en 1000 botes de pesca artesanal.
- Instalar en el faro Anconcito el Atonis Pro AIS Transponder de Automatic Power y el panel solar.
- Instalar en el faro Santa Elena el dispositivo Atonis Pro AIS Transponder de Automatic Power.
- Instalar el receptor Automatic Power SLR-200 en la Capitanía de Salinas.
- Instalar el software de monitoreo en los equipos de la central de monitoreo.
- Realizar la difusión del proyecto presentando la propuesta a los pescadores de Anconcito mediante charlas informativas.

SEGUNDA FASE

- Instalar los dispositivos WideLink B600 en los 1628 botes de pesca artesanal faltantes en la primera fase.
- Indicar a las embarcaciones mayores a 20TRB que cuenten con dispositivos AIS que servirán como repetidores para aumentar el alcance del proyecto.
- Instalar repetidores AIS en las 38 unidades guardacostas que posee la Armada del Ecuador.

Considerando lo detallado en cada fase a continuación se presenta el respectivo diagrama de Gant.

DIAGRAMA DE GANT

	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6					
Semana:	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
FASE 1																										
Adquisición de equipos																										
Obtener Autorización para el uso de frecuencias																										
Instalación de dispositivos en 1000 botes de pesca artesanal																										
Instalación de dispositivo en estación costera Anconcito																										
Instalación de dispositivo en estación costera Santa Elena																										
Instalación de dispositivo receptor en la Capitanía de Salinas																										
Instalación de software en los equipos de cómputo de la Capitanía de Salinas																										
Difusión del proyecto a los pescadores de Anconcito																										

	MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12					
Semana:	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
FASE 2																										
Instalación de dispositivos en 1628 botes de pesca artesanal																										
Instalación de repetidores en lanchas guardacostas																										
Difundir el proyecto a las embarcaciones grandes por función de repetidores																										

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS ESPERADOS A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE EMBARCACIONES.

A partir de la implementación del sistema de detección de embarcaciones de pesca artesanal con tecnología AIS diseñado en el presente proyecto se espera reducir los índices de delincuencia en altamar, por lo menos en la zona de cobertura del sistema y con ello beneficiar no solo a la comunidad pesquera sino a toda la población de Anconcito.

3.1 Reducción de los índices delictivos y sus mortales consecuencias

El propósito principal del presente estudio es evitar las pérdidas humanas durante o después de los atracos. Con este sistema de monitoreo se aspira evitar en mayor parte que los hampones se lleven los motores o instrumentos de trabajo, pero en los casos en los que el Comando de Guardacostas no llegue a tiempo, por factores externos al sistema, se pueda iniciar con el procedimiento SAR gracias al monitoreo permanente de la ubicación que brinda el dispositivo y así evitar la muerte de la tripulación de los barcos que quedan a la deriva.

El sistema una vez integrado a la base de datos del SIGMAP permitirá llevar un registro de los asaltos ocurridos con su respectiva ubicación y con estos datos poder generar un patrón, que ayudará a proponer rutas de patrullaje para las unidades de guardacostas de la Armada del Ecuador; de esta manera cuando ocurran los atracos se puedan tomar acciones inmediatas y tener así más probabilidades de llegar a tiempo al lugar del crimen para detener el asalto.

3.2 Aceptación del sistema por la comunidad pesquera de Anconcito

En primera instancia la población puede considerar que es el mismo sistema de posicionamiento satelital anteriormente implementado por las autoridades portuarias, el cual fue rechazado por los pescadores por ser poco efectivo; sin embargo, para evitar esto se dará a conocer el sistema haciendo énfasis en que la tecnología utilizada es diferente y para lograr la aceptación de la comunidad

pesquera se enfocará principalmente en las mejoras que propone la tecnología AIS frente a las soluciones previamente planteadas.

El aspecto por el que los pescadores rechazaban más el sistema de posicionamiento era el tamaño de los dispositivos que instalaron en sus lanchas (aprox. W: 32.2cm H: 20cm L: 25.5cm) ; con el sistema AIS propuesto en este proyecto la mejoría en cuanto al porte es notoria. El dispositivo propuesto, el WideLink B600, es pequeño y se puede colocar en partes de la embarcación donde no sea visible para los asaltantes.

El tiempo de respuesta con el sistema de posicionamiento satelital era de 30 minutos aproximadamente; al proponer rutas más eficientes de patrullaje es posible reducir ese tiempo de respuesta, ya que las lanchas guardacostas estarían más cerca de las zonas críticas.

3.3 Beneficios en la economía de la población

Otro aspecto importante que se espera mejorar es el económico ya que, al contar con un sistema eficiente de monitoreo en altamar disminuiría el número de asaltos y con ello la economía de la población puede prosperar. Se observó en el muestreo realizado como parte del estudio las grandes pérdidas económicas que representan los asaltos a las lanchas.

Al sufrir menos atracos, los pescadores pueden invertir más dinero en nuevos y mejores implementos de trabajo, por ejemplo, redes más grandes y resistentes para pescar más; o invertirlo en dar mantenimiento a sus motores/embarcaciones. Aumentando así sus ingresos, y con ello se activa la economía de la población de Anconcito en general.

3.4 Mejoras en la cobertura del sistema

El presente proyecto está considerado para tener un alcance máximo de 20mn; sin embargo, en un futuro estudio esto podría mejorarse mediante la instalación de repetidores en lanchas guardacostas, en boyas o en buques, o utilizando AIS satelital.

3.4.1 Instalación de repetidores en las unidades guardacostas

instalando en las lanchas guardacostas repetidores AIS. Debido a las rutas de patrullaje extendidas habrá unidades de guardacostas presentes en las zonas de pesca, las cuales pueden funcionar como repetidores para dar un mayor alcance a las estaciones costeras ubicadas en los faros. Un ejemplo de cómo aumentaría el alcance del sistema utilizando a las lanchas guardacostas como repetidores se muestra en la figura 3.1.

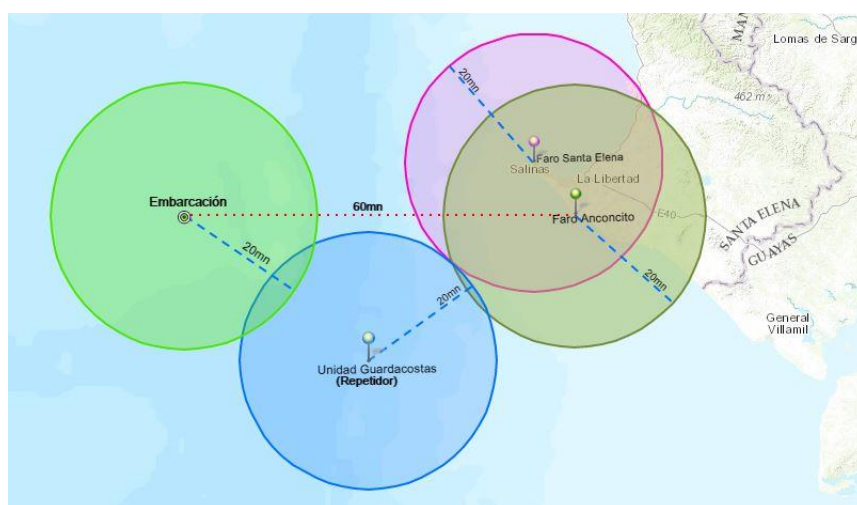


Figura 3.1: Ejemplo de extensión de cobertura con un repetidor en la unidad guardacostas

En la figura 3.1 el círculo azul representa el área que se extiende la cobertura del sistema si una lancha guardacostas se coloca en esa ubicación. Se observa que es posible extender la cobertura hasta 60mn alrededor de las estaciones costeras.

3.4.2 Buques que cuentan con dispositivos AIS como repetidores

De acuerdo a la OMI a partir de 2007 el estándar AIS es obligatorio para los buques adheridos al Convenio SOLAS que tengan alguna de las siguientes características:

- Buques con arqueo bruto superior a 500 TRB
- Buques en viajes internacionales con arqueo bruto superior a 300 TRB

- Todos los buques de pasaje, independientemente de su tamaño
Por lo tanto, es posible usar los dispositivos que poseen estos buques como repetidores. Algunas de las rutas son fijas por lo que es recomendable realizar un estudio sobre éstas para establecer las posibles coberturas y los horarios. De llegar a realizarse, esto podría ayudar a variar las rutas guardacostas también propuestas y ampliar el área de cobertura aún más.

3.4.3 Instalación de repetidores en boyas

En un estudio posterior es posible hacer un análisis de las ubicaciones de boyas oceánicas para mejorar el alcance. Actualmente existen dos boyas oceánicas: en la provincia de Manta (Ubicación: Lat. $1^{\circ} 12' 36''$ S Long. $81^{\circ} 48' 00''$ W) y en la provincia de Esmeraldas (Ubicación: Lat. $0^{\circ} 34' 12''$ N Long. $81^{\circ} 16' 12''$). Para el sistema planteado en el presente proyecto estas boyas se encuentran muy lejos, sería necesario colocar otra boya con un repetidor a 37mn del faro Santa Elena; esto aumentaría el alcance a 100mn aproximadamente como se observa en la figura 3.2.

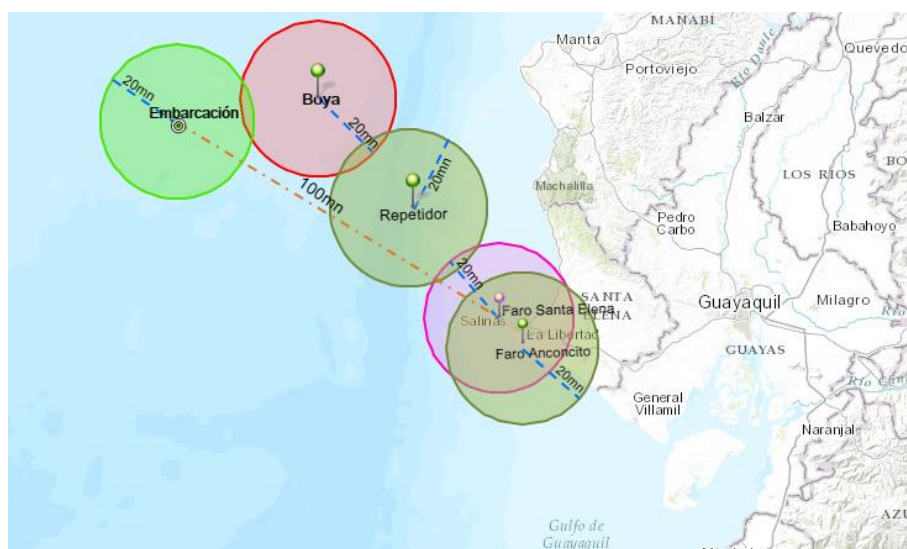


Figura 3.2: Ejemplo de extensión de cobertura con dos boyas repetidoras

Es necesario considerar que esta solución es costosa y representa una fuerte inversión inicial para la instalación de las boyas, pero sería una solución permanente. Además, Automatic Power ofrece boyas previamente integradas con repetidores Atonis como se muestra en la figura 3.3. [13]



Figura 3.3: Boyas con repetidores Atonis integrados

3.4.4 Tecnología AIS satelital

La tecnología AIS permite configurar el modo de transmisión satelital colocando una antena adecuada, como por ejemplo la Inmarsat D+. Al convertir el sistema de comunicación en satelital la cobertura del sistema se podría extender a todo el mar territorial ecuatoriano; sin embargo, el costo es notablemente superior debido a las antenas que se deben comprar para cada embarcación además de la central de monitoreo y el pago por el uso del satélite. Cabe mencionar que en ese caso no serían necesarios los repetidores en los faros sino directamente recibir la información en la central de monitoreo de la Capitanía de Salinas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De implementarse el sistema de monitoreo propuesto en este proyecto mejoraría notablemente la economía del pueblo de Anconcito al disminuir la delincuencia en altamar, reduciendo las pérdidas económicas producto de los asaltos y el tiempo sin actividad económica cuando los barcos se quedan sin motor.

Si se adiciona el sistema de monitoreo con tecnología AIS para lanchas de pesca artesanal la vida de los pescadores estaría asegurada, evitando incidentes graves durante el asalto o después del mismo, ya que en el caso de las lanchas que queden a la deriva se podría acudir a rescatar a los pescadores lo más pronto posible.

La tecnología AIS permitirá tener la información completa y detallada de cada embarcación, lo que ofrece un mayor control sobre las mismas. AIS ofrece además flexibilidad en la incorporación de nuevos componentes en la trama, tales como mensajes, códigos o señales que faciliten el proceso de búsqueda y rescate.

El sistema diseñado posee un botón de pánico dispuesto en un lugar accesible pero no visible para los delincuentes, de modo que pueda ser accionado por los pescadores cuando sea necesario y de esta manera enviar la ayuda pertinente o atrapar a los delincuentes.

Se utilizó recursos ya existentes como los faros ubicados en Anconcito y en Santa Elena para ubicar los equipos repetidores; estas ubicaciones son estratégicas para ofrecer la máxima cobertura posible en la zona de conflicto ya que permiten colocar las antenas a la altura adecuada para establecer un enlace exitoso.

Los equipos seleccionados para el diseño propuesto atienden a las características más relevantes en cada situación. Por ejemplo, los dispositivos para las embarcaciones artesanales fueron escogidos considerando el tamaño y precio de los mismos para así tomar la decisión de qué equipo era más adecuado utilizar.

Mediante simulaciones se determinó que el sistema diseñado es factible ya que existe comunicación entre el equipo transmisor y el receptor. La simulación con el software Radio Mobile en el caso más extremo, esto es, el transmisor en el límite de la cobertura (20mn), mostró que la comunicación es viable.

Sería conveniente que el presente estudio sea acogido por la DIRNEA para que en conjunto con la Armada del Ecuador se lleve a cabo su respectiva prueba e implementación en la zona escogida.

Se podría replicar este proyecto primero, a las demás zonas de conflicto para ayudar a disminuir la delincuencia en éstas áreas críticas y posteriormente, a todo el perfil costero del Ecuador, y así evitar que los espacios acuáticos que aún no han sido atacados se vuelvan zonas conflictivas.

Se sugiere continuar con la investigación para encontrar más métodos de ampliar la cobertura del sistema. Principalmente se recomienda el estudio de la tecnología AIS Satelital que ofrece la solución con mayor cobertura, pero con un alto costo de implementación y operación.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Diario El Universo,» [En línea]. Available: <http://www.eluniverso.com/noticias/2016/02/05/nota/5388241/pescadores-tendran-que-pagar-seguro-naves>. [Último acceso: Octubre 2016].
- [2] «Diario El Telégrafo,» [En línea]. Available: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/justicia/1/la-armada-monitoreara-el-100-de-las-embarcaciones-artesanales-matriculadas>. [Último acceso: Octubre 2016].
- [3] [En línea]. Available: <http://es.surf-forecast.com/breaks/Anconcito>. [Último acceso: Octubre 2016].
- [4] «Diario El Universo,» [En línea]. Available: <http://www.eluniverso.com/noticias/2015/03/21/nota/4680211/autoridades-pescadores-discrepan-robos-mar>. [Último acceso: Octubre 2016].
- [5] «Diario La Hora,» [En línea]. Available: <http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101891246#.WA0iOdLhC1s>. [Último acceso: Octubre 2016].
- [6] «Ecuavisa,» [En línea]. Available: <http://www.ecuavisa.com/articulo/noticias/nacional/98336-autoridades-advierten-sancionar-pescadores-que-porten-armas>. [Último acceso: Octubre 2016].
- [7] «El Noticiero,» [En línea]. Available: <https://www.elnoticiero.com.ec/noticias/cronica/mas-de-nueve-embarcaciones-fueron-asaltadas-en-alta-mar-0014871/>. [Último acceso: Octubre 2016].
- [8] «La Nación,» [En línea]. Available: <http://lanacion.com.ec/pescadores-toman-la-decision-de-7portar-armas/>. [Último acceso: Octubre 2016].

- [9] «Diario Expreso,» [En línea]. Available: http://expreso.ec/actualidad/santa-elena-a-la-cabeza-en-el-robo-de-motore-GTGR_8717952. [Último acceso: 24 Octubre 2016].
- [10] *Technical characteristics for an automatic identification system using time-division multiple access in the VHF maritime mobile band*, Recommendation ITU-R M.1371-4, Abr. 2010
- [11] «All About AIS,» [En línea]. 2012 Available: <http://www.allaboutais.com/index.php/en/technical-info/transmission-types>. [Último acceso: 5 Diciembre 2016]
- [12] ASOCIACION INTERNACIONAL DE AYUDAS A LA NAVEGACION MARITIMA Y AUTORIDADES DE FAROS, Guía de las Ayudas a la Navegación Marítima, Cuarta ed., Ente Público Puertos del Estado, 2001.
- [13] *AIS350/650 Installation Instructions*, Raymarine UK Ltd., 2014
- [14] «Pharos Marine Automatic Power,» [En línea]. Available: <http://www.automaticpower.com/products/BL-620-BUOY-013114B.pdf>. [Último acceso: 10 Enero 2017]

ANEXOS

ENCUESTA

1. ¿Cuánto tiempo lleva ejerciendo la pesca?

2. ¿Ha sufrido alguna vez un asalto?

Sí

No

3. ¿Cuántas veces ha sido asaltado?

4. ¿En algún asalto se le han llevado el motor?

Sí

No

LISTA DE ABREVIATURAS

AIS: Automatic Identification System

VTS: Servicios de tráfico de barcos

OMI: Organización Marítima Internacional

VHF: Very High Frequency

GT: Unidad del TRB

TRB: Toneladas de Registro Bruto

AIS1: Primer canal para AIS

AIS2: Segundo canal para AIS

SOTDMA: Self Organized Time Division Multiple Access

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones

TDMA: Time Division Multiple Access

DSC: Llamada Selectiva Digital

LCD: Liquid Crystal Display

GPS: Sistema de posicionamiento global

COG: Rumbo efectivo

SOG: Velocidad sobre la tierra

SAR: Servicio aéreo de rescate

MRCC: Centros de Coordinación y de Rescate Marítimos

UTC: Coordinated Universal Time

DIRNEA: Dirección Nacional de Espacios Acuáticos

SAR: Search And Rescue

SIGMAP: Sistema de Gestión Marítimo y Portuario

RATDMA: Random Access Time Division Multiple Access

FATDMA: Fixed Access Time Division Multiple Access

IEC: International Electrotechnical Commission

L.O.T.: Ley Orgánica de Telecomunicaciones

MN: Millas náuticas