

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

PERFIL DEL TRABAJO PREVIO LA OBTENCION DEL TÍTULO DE:

MASTER EN REDES DE COMUNICACIÓN

TEMA:

**“ESTUDIO DE SISTEMAS DE ALARMA COMUNITARIA. CASO DE ESTUDIO CONJUNTO
RESIDENCIAL RUISEÑOR 2”**

BORIS EMERSON GÓMEZ CUMBAJÍN

Quito – 2018

Agradecimiento

Agradezco a todos quienes apoyaron el desarrollo de este proyecto de investigación, en primer lugar a Dios quién ha hecho posible mi existencia guiándome en momentos de penumbra hasta llegar al lugar donde me encuentro ahora, acompañado de una maravillosa familia quién me ha brindado amor y comprensión. A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por brindarme sus enseñanzas y haberme albergado todo el tiempo de la Maestría, a Damián Nicolalde por su colaboración y disposición constante durante el desarrollo de esta Tesis. Hago una mención especial a mi madre por darme la vida y a pesar de no tenerla conmigo, sé que siempre me ha estado apoyando, sin duda, muy especialmente a mi amada esposa Daniela Barrera, por su incansable afán de animarme y apoyarme en todo momento, a mi hijo José Ignacio e hija Isadora Catalina que ahora son parte importante de mi vida quienes me han dado fuerzas para culminar este proyecto.

Dedicatoria

Este trabajo de investigación está dedicado a mi familia, quienes son lo más importante y que gracias a ellos mi vida ha cambiado, permitiéndome mejorar como persona y ahora están junto a mí en la fase final de este proyecto. Daniela esposa mía, eres mi luz, mi compañera y mi mejor amiga la que me da fuerza para ver más allá y me alienta siempre a cumplir mis objetivos. José Ignacio mi pequeño retoño que veo en ti una gran promesa y quiero siempre darte lo mejor. Isadora Catalina mi hija, a pesar que aún no naces nos llenas de alegría y me has dado fuerzas para seguir adelante con este y otros proyectos que tengo, recuerda que te espero con todo el amor del mundo. Los amo y dedico este proyecto a ustedes que son lo más importante y valioso en mi vida.

Contenido

Agradecimiento.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras.....	x
Índice de Anexos.....	xiii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
Introducción.....	1
Justificación.....	2
Antecedentes.....	4
Objetivos.....	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos.....	6
Capítulo I.....	7
I) MARCO TEÓRICO.....	7
1.1) Antecedentes (análisis comparativo).....	7
1.2) Seguridad Ciudadana.....	8
1.2.1) La inseguridad en el Ecuador.....	8

1.2.2)	Participación comunitaria en la seguridad ciudadana.....	9
1.2.3)	La participación comunitaria en el DMQ.....	10
1.3)	Proyectos de Alarmas Comunitarias.....	12
1.3.1)	Proyecto Alarmas Comunitarias Ilustre Municipalidad de Valdivia.....	12
1.3.1.1)	Proyecto Alarmas Comunitarias 2009 Código: 14101-09-01	14
1.3.1.2)	Proyecto Alarmas Comunitarias Código: 14101-10-01	15
1.3.1.3)	Proyecto Alarmas Comunitarias Código: FNSP10-AC-29.....	16
1.3.1.4)	Proyecto Alarmas Comunitarias Código: FNSP11-AC-2.....	17
1.3.1.5)	Proyecto Alarmas Comunitarias Código: FNSP12-AC-5.....	18
1.3.1.6)	Proyecto Alarmas Comunitarias Código: FNSP13-AC-1.....	19
1.3.1.7)	Proyecto Alarmas Comunitarias Código: FNSP14-AC-3.....	20
1.3.2)	Ampliación del sistema de alarmas comunitarias en puntos estratégicos del distrito de La Molina (Perú)	21
1.3.3)	Empresa Pública Metropolitana de Logística para la Seguridad EP EMSeguridad – OTECEL S.A.....	24
1.3.3.1)	Sistema de alarma Vecinal ALCOM.....	25
1.3.3.2)	Descripción y características.....	25
1.3.4)	Empresa Technology Equinoccial Teccial S.A	27
1.3.4.1)	Sistema de Control de Pánico para Transporte	28
1.3.4.2)	Sistema de Control de Pánico para Domicilios o Negocios.....	29

1.3.5)	Fortalecimiento de los sistemas de alarmas comunitarias instalados en la I Fase	31
1.3.5.1)	Análisis de pre factibilidad.....	32
1.3.5.2)	Presupuesto referencial.....	33
1.3.5.3)	Análisis de impacto ambiental	34
1.3.5.4)	Funcionalidad	35
Capítulo II	36
2.1)	Análisis de alternativas de proyectos de Alarmas Comunitarias	36
2.2)	Componentes de Alarmas Comunitarias.....	38
2.2.1)	Sensores	38
2.2.2)	Transductores.....	39
2.2.3)	Microcontroladores MCU.....	41
2.2.3.1)	Diferencias entre microcontroladores y microprocesadores	42
2.2.3.2)	Microcontroladores Arduino	44
2.2.3.3)	¿Por qué elegir Arduino?.....	47
2.2.4)	GPRS SIMCOM SIM900 Quad band GSM shield	49
2.3)	Comunicaciones de datos.....	52
2.3.1)	Interfaces de comunicaciones	53
2.3.1.1)	RS-232.....	54
2.3.1.2)	USB (Bus de serie universal)	56

2.3.2)	Redes de transmisión de datos.....	58
2.3.3)	Redes Celulares	59
2.3.3.1)	GSM (Global System for Mobile communications)	61
2.3.3.2)	Comandos AT.....	64
2.3.3.3)	Servicio SMS.....	66
2.3.3.4)	GPRS ((General Packet Radio Service)).....	69
Capítulo III.....		71
3.1)	Diseño del Sistema de Alarma Comunitaria.....	71
3.1.1)	Diseño Funcional del sistema de Alarma Comunitaria	71
3.1.1.1)	Funcionalidad del sistema de Alarma Comunitaria	72
3.1.2)	Diseño físico del sistema de Alarma Comunitaria	74
3.1.3)	Diseño de la red de comunicación y envío de SMS.	77
3.1.3.1)	Configuración modem red celular GSM/GPRS	77
3.1.3.2)	Configuración sensores RF433.	79
3.2)	Pruebas de campo	80
3.2.1)	Alcance máximo de comunicaciones RF en línea de vista.....	80
3.2.2)	Alcance máximo de comunicaciones RF con Obstáculos.	83
3.2.2.1)	Recepción de datos en Celular	85
Capítulo IV.....		86
4.1)	Conclusiones y Recomendaciones.....	86

4.1.1)	Conclusiones.....	86
4.1.2)	Recomendaciones	88
	Bibliografía	90
	Anexos	98

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Formación de organizaciones</i>	11
Tabla 2. <i>Alarmas Comunitarias Periodo 2010-2015</i>	13
Tabla 3. <i>Presupuesto invertido en el Proyecto Código 14101-10-01</i>	15
Tabla 4. <i>Presupuesto invertido en el Proyecto Código: FNSP10-AC-29</i>	17
Tabla 5. <i>Presupuesto invertido en el Proyecto Código: FNSP11-AC-2</i>	18
Tabla 6. <i>Presupuesto invertido en el Proyecto Código: FNSP12-AC-5</i>	19
Tabla 7. <i>Presupuesto invertido en el Proyecto Código: FNSP13-AC-1</i>	20
Tabla 8. <i>Presupuesto invertido en el Proyecto Código: FNSP14-AC-3</i>	21
Tabla 9. <i>Clasificación del trabajo de la población de la ciudad de Loja de acuerdo a: dentro o fuera del hogar</i>	32
Tabla 10. <i>Presupuesto referencial</i>	33
Tabla 11. <i>Tabla comparativa proyectos Alarmas Comunitarias</i>	36
Tabla 12. <i>Formas de energía que tiene una señal y su correspondiente asociada a ella</i>	40
Tabla 13. <i>Especificaciones del módulo de comunicaciones GSM SIMCOM SIM900</i>	50
Tabla 14. <i>Señales eléctricas que se observan en el protocolo de la RS-232</i>	55
Tabla 15. <i>Conectores de los tipos A y B</i>	57
Tabla 16. <i>Conectores de los tipos «mini» y «micro»</i>	57
Tabla 17. <i>Velocidades de transmisión alcanzadas en las diferentes versiones</i>	58
Tabla 18. <i>Comandos AT más usados en los módulos GSM/GPRS y GPS SIM900 y SIM808</i>	64

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Usted o algún miembro de su familia ha sido víctima de algún delito. (Cedatos ©, 2017)	8
<i>Figura 2.</i> Que tan seguro se siente. (Cedatos ©, 2017)	9
<i>Figura 3.</i> Principales problemas de seguridad en su ciudad. (Cedatos ©, 2017)	9
<i>Figura 4.</i> Hogares en barrios organizados según zona administrativa. (Rueda, 2009)	11
<i>Figura 5.</i> Alarma Comunitaria la Molina ALCOM. (Municipalidad de La Molina, 2013)	23
<i>Figura 6.</i> Alarmas Comunitarias Alcom EM Seguridad. (Empresa Metropolitana de Seguridad, 2012)	24
<i>Figura 7.</i> Alarma Comunitaria Alcom. (Hagroy Electronic, 2012)	27
<i>Figura 8.</i> Esquema del Sistema de Control de Pánico para Transporte (El Financiero Digital, 2011, pág. 2)	29
<i>Figura 9.</i> Esquema del Sistema de Control de Pánico para Domicilios o Negocios. (El Financiero Digital, 2011, pág. 3)	31
<i>Figura 10.</i> Porcentaje de delitos según su tipo en el cantón Loja, 2014. (Municipio de Loja, 2015, pág. 5)	32
<i>Figura 11.</i> Sistema de alarmas comunitarias. (Municipio de Loja, 2015, pág. 17)	33
<i>Figura 12.</i> Especificaciones técnicas modem. (Municipio de Loja, 2015, pág. 20)	35
<i>Figura 13.</i> Clasificación atendiendo a su funcionamiento (Noguera, 2010, pág. 4)	38
<i>Figura 14.</i> Sensor Infrarrojo Universal Asynchronous Receiver-Transmitter UART	39
<i>Figura 15.</i> Proceso de un transductor y las principales formas de energía (USHER, 1985, pág. 4)	40

<i>Figura 16.</i> Transductor infrarrojo.....	40
<i>Figura 17.</i> Fotografía de la tarjeta electrónica usada para el control del teclado de un computador. El único circuito integrado es un microcontrolador de INTEL que está encargado de detectar la tecla pulsada y transferir su código ASCII. (MARTÍNEZ, 2003, pág. 16).....	42
<i>Figura 18.</i> Estructura de un sistema abierto basado en un microprocesador. (MARTÍNEZ, 2003, pág. 3)	43
<i>Figura 19.</i> El microcontrolador en un sistema cerrado. (MARTÍNEZ, 2003, pág. 4)	43
<i>Figura 20.</i> Placa Arduino con sus componentes. (Doutel, 2015).....	45
<i>Figura 21.</i> Hardware Arduino Uno (solo USA) y Genuino Uno (Fuera de USA) (Arduino, 2016)	47
<i>Figura 22.</i> Tabla comparativa técnica Arduino vs Raspberry (Crespo, 2016).....	49
<i>Figura 23.</i> Lista de terminales homologados por ARCOTEL Certificado 1695. (Agencia de Regulacion y Control de las Telecomunicaciones, 2015).....	50
<i>Figura 24.</i> Hardware SIM900 integrada con placa Arduino UNO. (Lara, 2015)	51
<i>Figura 25.</i> Modelo simplificado para las comunicaciones. (STALLINGS, 2004, pág. 11).....	53
<i>Figura 26.</i> Conector serial tipo D9 para comunicaciones RS-232. (Saboya, 2012, pág. 4).....	54
<i>Figura 27.</i> Interfaz RS-232 de 8 puertos para transmisión desde 2 bps hasta 1 Mbps [8].	56
<i>Figura 28.</i> Tipo de conectores USB (Wikipedia, 2017).....	57
<i>Figura 29.</i> Sistema celular (Forouzan, 2001, pág. 237)	60
<i>Figura 30.</i> Arquitectura de la red GSM (Martos, 2005, pág. 71)	62
<i>Figura 31.</i> Diagrama de entramado GSM (Martos, 2005, pág. 72).....	64
<i>Figura 32.</i> Servicios básicos SM MO y SM MT	67
<i>Figura 33.</i> Arquitectura SMS	68

<i>Figura 34.</i> Esquema funcional alarma comunitaria Conjunto Residencial Ruiseñor 2.....	71
<i>Figura 35.</i> Botón pulsador con 4 botones de emergencia.	73
<i>Figura 36.</i> microcontrolador con shield SIMCOM. (Arduino Forum, 2016).....	75
<i>Figura 37.</i> Diagrama de conexión receptor RF con microcontrolador.....	75
<i>Figura 38.</i> Batería de respaldo 12V / 7A para la central de Alarma Comunitaria.	76
<i>Figura 39.</i> Gabinete ALCOM.....	76
<i>Figura 40.</i> Conexión receptor XY-MK-5V	79
<i>Figura 41.</i> Disposición con Doble sirena en un punto de dos cuadras (Cobertura de 100 metros de lado y lado).....	81
<i>Figura 42.</i> Acceso Conjunto Residencial Ruiseñor 2.....	81
<i>Figura 43.</i> Alarma Comunitaria con pulsadores y distancia 100mts línea de vista.	82
<i>Figura 44.</i> Casa y Parque Conjunto Residencial Ruiseñor 2.....	83
<i>Figura 45.</i> Conjunto Residencial Ruiseñor 2 vista desde el parque.....	84
<i>Figura 46.</i> Conjunto Residencial Ruiseñor 2 visto desde acceso casa #2.....	84

Índice de Anexos

Anexo A Datasheet ALCOM.....	98
Anexo B. ALCOM – Hagroy Perú	100
Anexo C. Módulo SIMCOM SIM900 Homologación.	101
Anexo D. Código de programación microcontrolador y shield.....	103
Anexo E. Fotos Pruebas Arduino y SIM900	106
Anexo F. Código de programación Arduino y RF 433.....	108
Anexo G. 433Mhz RF Transmitter With Receiver Kit For Arduino ARM MCU Wireless.....	110
Anexo H. Cotización del Sistema ALCOM MAX	111
Anexo I. Casos de Éxito ALCOM	113

Resumen

El presente trabajo de investigación muestra el análisis de alternativas, diseño, desarrollo y puesta en marcha de un proyecto de sistema de alarma comunitaria para el Conjunto Residencial Ruiseñor 2. Los proyectos regionales me permitieron modelar un sistema de Alarma Comunitaria que se compondrá de pulsadores inalámbricos de radiofrecuencia que cubrirán zonas de 100 mts línea de vista, microcontroladores que manejan comandos AT (Arduino, 2016) donde cada botón del pulsador podrá ser configurado por un software de entorno de desarrollo que cuenta el microcontrolador para poder identificar al dueño, módulos shield GSM/GPRS que conformarán una red GSM que permitirá comunicarse través de SMS con dispositivos móviles previamente integrados al sistema (abonados) para alertarlos, y sensores para emitir alertas visuales y sonoras. Utilizando el shield GSM además podrá ofrecer una segunda opción de activación de la alarma.

Palabras Clave: Arduino, pulsadores, GSM, monitoreo, celular, Alarma Comunitaria.

Abstract

This research work shows the analysis of alternatives, design, development and implementation of a community alarm system project for the Residential Complex Ruiseñor 2. The regional projects allowed us to model a Community Alarm system that will be composed of push buttons of radiofrequency that will cover areas of 100 m line of view, microcontrollers that handle AT (Arduino, 2016) commands where each button of the button can be configured by a development environment software that counts the microcontroller to be able to identify the owner, GSM/GPRS shield modules that will form a GSM network that will allow communication via SMS with mobile devices previously integrated into the system (subscribers) to alert them, and sensors to issue visual and sound alerts. Using the GSM shield, you can also offer a second option to activate the alarm.

Keywords: Arduino, push buttons, GSM, monitoring, cellular, Community Alarm, subscribers.

Introducción

El primer capítulo de esta tesis de maestría en redes de comunicación describe la teoría, así como, los proyectos realizados en Ecuador y otros países de Latinoamérica que permitirán entender las tecnologías usadas, los costos y la situación actual en el ámbito de la seguridad ciudadana que es la base fundamental para poder comenzar hablar sobre este tipo de dispositivos.

En el segundo capítulo, se detalla los diferentes dispositivos que fueron revisados, detallando sus características técnicas, costos e integración. Ya que de acuerdo a estas, me permitirán seleccionar el tipo de dispositivo que más se ajusta al objetivo de proporcionar al Conjunto Residencial Ruiseñor 2 una alarma comunitaria accesible, de fácil uso y de características que permitan cubrir varias necesidades de los usuarios.

En el tercer capítulo, se plantea los pasos de la construcción, programación y puesta en marcha del sistema de alarma comunitaria.

En el cuarto capítulo se presentan las conclusiones y las recomendaciones para trabajos futuros.

Justificación

Los estudios reflejan que hoy en día se presentan delitos de todo tipo, este no es un caso solo de Ecuador (FTI Consulting, 2014), sino que se presenta a nivel mundial, por lo que muchas empresas invierten millones en el desarrollo e innovación tecnológica que se lo podría usar para mitigar estos delitos “En el 2011, el gasto total en actividades de ciencia, tecnología e innovación fue de 1210,53 millones de dólares” (Secretaria de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, 2011), desarrollando controles de acceso, lectores de huellas, cámaras de seguridad entre otras. Sin embargo, el alto costo e incluso la implementación de estos sistemas han hecho que no sean una herramienta que permita salvaguardar la integridad, sino un lujo.

“La seguridad es un derecho fundamental de los ecuatorianos y el Estado es responsable de su pleno ejercicio. La seguridad no es un fin en sí mismo, sino un medio para conseguir un fin: el Sumak Kawsay.”. (Ministerio Coordinador de Seguridad, 2011).

En la actualidad los habitantes del territorio Ecuatoriano se encuentran viviendo en la era de la tecnología y del internet, tanto así que “El 32,8% de los hogares a nivel nacional tienen acceso a internet, 10,3 puntos más que hace cuatro años. En el área urbana el crecimiento es de 9,6 puntos, mientras que en la rural de 8,9 puntos” (INEC, 2015), “en el 2015, el 55,4% de la población (de 5 años y más) tiene por lo menos un celular activado, 5 puntos más que lo registrado en el 2012. En el área rural el incremento es de 8,3 puntos en los últimos cuatro años” (INEC, 2015).

Motivado por los indicadores de delincuencia en el país, presentados por las distintas entidades gubernamentales. Surge la idea de desarrollar un dispositivo que en conjunto con la ciudadanía ayude no sólo a mitigar la delincuencia sino el unirnos más como ciudadanos para

enfrentar este nuevo reto. Este trabajo busca utilizar la tecnología de comunicaciones disponible para crear zonas monitoreadas con centrales, que transmitan información de alertas a los miembros de la comunidad, conjuntos residenciales, barrios y a su vez a las autoridades pertinentes para poder actuar a tiempo ante un delito.

La importancia de este proyecto radica en la integración de la tecnología de telecomunicaciones con equipos eléctricos y electrónicos orientados a evitar pérdidas y daños humanos y/o materiales, teniendo en cuenta que se está respondiendo a la necesidad de autoprotección frente a la creciente tasa de delincuencia.

Antecedentes

El incremento de entidades gubernamentales en el “Sector Seguridad, conformado por las siguientes instituciones en línea; Ministerio de Justicia, Derechos Humanos y Cultos, Ministerio de Defensa Nacional, Ministerio de Interior, Ministerio de Relaciones Exteriores, Movilidad Humana y Cultos, Secretaría Gestión de Riesgos, Secretaría de Inteligencia” (Ministerio Coordinador de Seguridad, 2013), demuestran que en los últimos años se hacen esfuerzos para detener los factores que son considerados como responsables del incremento de la delincuencia en el país, sin embargo, aún se está experimentando un alto índice de delincuencia en el país, así lo muestran las estadísticas de robo a domicilios (19.823), robo de vehículos (7.478), robo de locales comerciales (4.879). (Ministerio Coordinador de Seguridad, 2013).

Existen trabajos anteriores de alarmas comunitarias a nivel internacional de lo que se ha podido consultar, los más cercanos son Perú (Municipalidad de La Molina, 2012) y Chile (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2016), estas tienen como objetivo el “garantizar la seguridad en el espacio público, promoviendo la revalorización de la ciudad como escenario y soporte físico para el desarrollo y cohesión social de las comunidades.” (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2016, pág. 5), estos proyectos desarrollaron un sistema de comunicación inteligente que “consiste en la instalación de una serie de equipos electrónicos interconectados desde cada casa, mediante un transmisor inalámbrico (control remoto) o pulsador fijo o mediante la activación a través de llamadas telefónicas, a un equipo central ubicado estratégicamente en el área a cubrir, quién será el que emite el o los sonidos de alerta en caso de ser activados. Es posible encontrar dos variantes al sistema: Pulsador inalámbrico, Pulsador fijo.” (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2016, págs. 39-40).

Estos sistemas se ajustan a lo que hoy en día impulsa Telefónica Global con smart cities e Internet de las cosas donde “en el ámbito de la seguridad las nuevas tecnologías digitales contribuyen a crear entornos urbanos cómodos y protegidos” (IE Business School, 2015), la adquisición de estos sistemas es una limitante, ya que son proyectos a gran escala que apoyan a municipios, administraciones zonales (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2015) (Ministerio del Interior, 2014).

En la actualidad existen plataformas de hardware que incorporan microcontroladores donde se programan las mediciones de los diferentes sensores y que interactúan con tecnologías como Zigbee, Bluetooth, Infrarrojos, WiFi, GSM/GPRS las cuales se pueden usar para poder crear un prototipo de alarma comunitaria.

“Los elementos que conforman un sistema machine to machine son: Dispositivos, Gateway, M2M network, Redes de comunicaciones” (KSII TRANSACTIONS ON INTERNET AND INFORMATION SYSTEMS, 2012).

Objetivos

Objetivo General

Estudiar las tecnologías que puedan aplicarse para el desarrollo de sistemas de alarmas comunitarias, utilizando tecnología de comunicaciones móviles para prevenir y mitigar los robos domiciliarios en el Conjunto Residencial Ruiseñor 2.

Objetivos Específicos

1. Realizar el estado del arte comparando las tecnologías que se pueden aplicar y seleccionar la que mejor se adapte a la realidad del Conjunto Residencial Ruiseñor 2.
2. Diseñar un prototipo de alarma comunitaria.
3. Mostrar un prototipo de alarma comunitaria utilizando microcontroladores de comunicaciones móviles que sean accesibles económicamente y que soporte infrarrojos, GPRS/GSM.
4. Realizar un set de pruebas de un prototipo de alarma comunitaria enviando información de una alerta activada a los usuarios registrados en el sistema.

ESTUDIO DE SISTEMAS DE ALARMA COMUNITARIA. CASO DE ESTUDIO CONJUNTO RESIDENCIAL RUISEÑOR 2.

Boris Gómez Cumbajín, Quito - Ecuador, nanes73@gmail.com, +593 9 95331423

Capítulo I

I) MARCO TEÓRICO

1.1) Antecedentes (análisis comparativo)

Teniendo en cuenta que en América Latina la inseguridad pública continúa siendo, junto con el crimen organizado, el lavado de dinero, la corrupción y el narcotráfico, temas principales en las agendas de los gobiernos regionales. (FTI Consulting, 2014, pág. 1). En Ecuador se ha venido trabajando en cambios para reducir los índices de delincuencia, es así, que el primer plan nacional de seguridad integral aparece en el 2011 “(PNSI) 2011-2013 hasta llegar al nuevo PNSI 2014-2017” (Ministerio Coordinador de Seguridad, 2014, pág. 16) el mismo que ha venido recopilando información de varios países de la región.

Por otro lado, se menciona que hoy en día el 11,5% de las personas a nivel nacional se considera digitalmente analfabetas (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2016, pág. 36), que el 90.1% los hogares que tienen teléfono fijo y celular a nivel nacional (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2016, pág. 6) y que la Frecuencia de uso de Internet a nivel nacional corresponde al 70.5% (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2016, pág. 21), se puede decir que la tecnología ya forma parte del diario vivir.

Con estos estudios se puede pensar en usar la tecnología para reducir el índice de inseguridad en la población, es así, que se ha investigado como se ha venido comportando la población de varios países en Latinoamérica, con proyectos de alarmas que tienen como pilar fundamental la participación ciudadana.

1.2) Seguridad Ciudadana

Basado en los índices de delincuencia y la falta de reacción ante un hecho delictivo se ha pensado en desarrollar este proyecto de alarma comunitaria, se debe tener en cuenta que a pesar de implementar muchas soluciones tecnológicas, siempre se va a requerir la participación ciudadana para poder brindar una mejora en la seguridad, hoy en día en múltiples barrios de la ciudad se encuentran establecidas brigadas de seguridad, lo que me ayudará a socializar el uso de esta tecnología en el Conjunto Residencial Ruiseñor 2.

Andreina Torres define a la seguridad ciudadana, como la preocupación por la calidad de vida y la dignidad humana en términos de libertad, acceso al mercado y oportunidades sociales. Por otro lado, la pobreza, la falta de oportunidades, el desempleo, el hambre, el deterioro ambiental, la represión política, la violencia, la criminalidad y la drogadicción pueden constituir amenazas a la seguridad ciudadana. (Torres, 2015, pág. 10)

1.2.1) La inseguridad en el Ecuador

De acuerdo al último estudio de opinión realizado por la empresa CEDATOS, el 65% ha sido víctima o tiene algún familiar que ha sido víctima de un hecho delictivo, lo que ha alarmado a la población. (Figura 1).

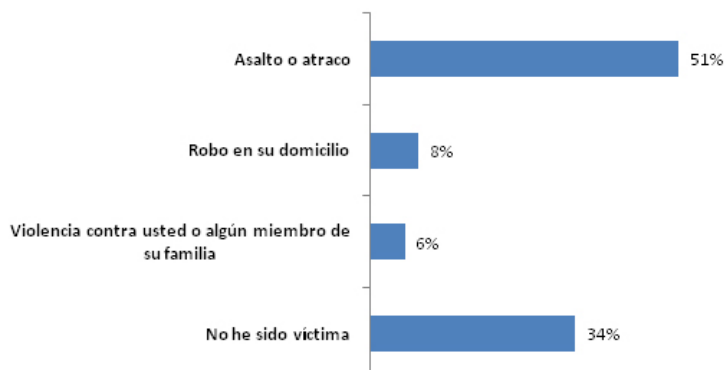


Figura 1. Usted o algún miembro de su familia ha sido víctima de algún delito. (Cedatos ©, 2017)

Según la opinión pública, el 55% de los entrevistados mencionaron sentirse ALGO SEGURO en su ciudad, el 36% se siente NADA SEGURO y solo el 9% mencionaron sentirse MUY SEGURO. (Figura 2).

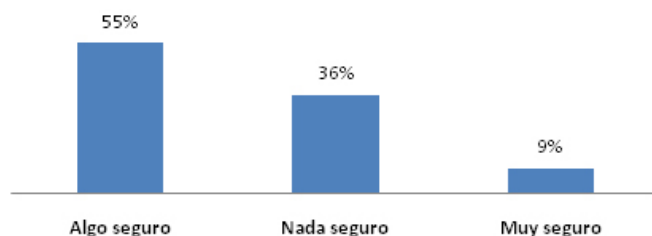


Figura 2. Que tan seguro se siente. (Cedatos ©, 2017)

Según las encuestas el 60% de la ciudadanía considera que la principal causa de inseguridad que aqueja a su ciudad es el robo o asaltos, posteriormente con un 16% la venta de drogas, el 12% los robos a domicilios y un 8% la violencia hacia personas. (Figura 3)

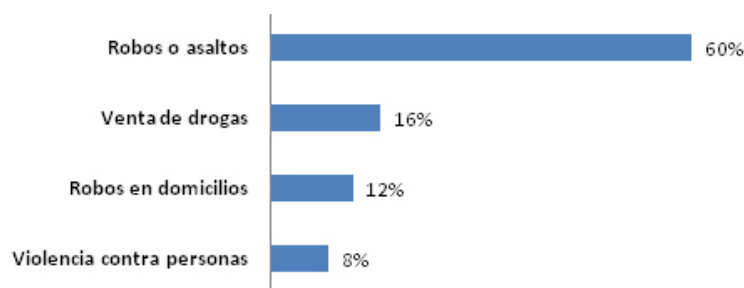


Figura 3. Principales problemas de seguridad en su ciudad. (Cedatos ©, 2017)

1.2.2) Participación comunitaria en la seguridad ciudadana

Desde hace muchos años, el aumento del delito y las violencias preocupa a los y las habitantes de casi todas las ciudades del mundo. No existe día en que las personas no hablen sobre su temor a ser victimizadas en las urbes, lo cual es una situación que demuestra la alta percepción de inseguridad que existe en muchas sociedades. Este clima de miedo muestra la visión de un futuro desalentador que lleva a la ciudadanía a demandar posibles soluciones para

que la situación mejore, una de ellas es exigir a los gobiernos centrales y a las policías nacionales mayores niveles de seguridad a través de políticas de “mano dura”; sin embargo, por extraño que parezca, acciones de este tipo en lugar de disminuir los niveles objetivos y subjetivos de inseguridad, los aumentan. (Rueda, 2009)

Según Pavarinni (1994), las tácticas comunitarias van encaminadas a la participación social de aquellos que comparten un espacio o unos valores, siendo el canal básico de la intervención, que busca reconstruir el control social del territorio por parte de quien lo habita (1994: 435-462); sin embargo, los ciudadanos comunes desconocen qué es participación, y qué es seguridad ciudadana, lo que refleja una débil cultura que pueda respaldar una labor eficaz. (Rueda, 2009)

1.2.3) La participación comunitaria en el DMQ

La historia de la participación comunitaria en Quito se remonta hace aproximadamente 60 años, con el apareamiento de las primeras organizaciones barriales como organismos de gestión de las necesidades más básicas (luz, agua potable, teléfono, alcantarillado, etc.), debido al grado de desarrollo territorial que la ciudad empezaba a tener. Para el año 1995 aparecen las Brigadas Barriales de Seguridad Ciudadana de Quito, dentro del seno de la Policía Nacional, dando origen por primera vez al tema de la participación comunitaria en comunión al concepto de seguridad. Más adelante, en el año 2001, el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito –MDMQ crea la Ordenanza No. 046, la cual instauro el Sistema de Gestión Participativa, con una nueva estructuración geopolítica, administrativa y participativa de la ciudad. (Rueda, 2009)

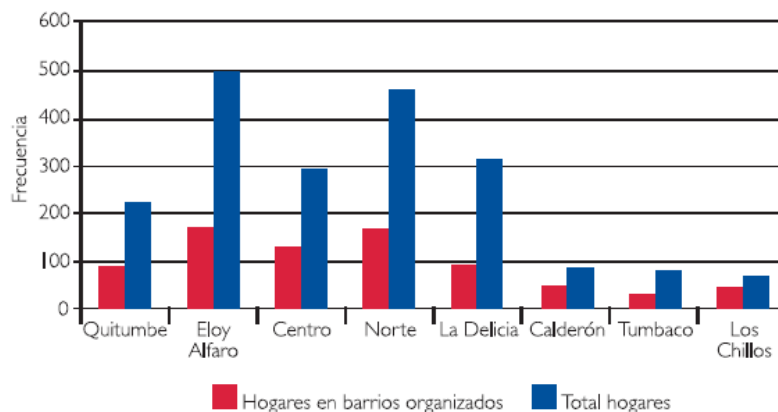


Figura 4. Hogares en barrios organizados según zona administrativa. (Rueda, 2009)

De esta manera, la Encuesta de Victimización del Distrito Metropolitano de Quito –DMQ (CYMACIT, 2008) ha dado a conocer el porcentaje actual de hogares organizados en las diferentes zonas de la ciudad, evidenciando que los sectores Norte, Eloy Alfaro y Centro presentan mayor participación en este aspecto, aunque se podría decir que en términos generales la ciudad tiene aún bajos de organización barrial (Figura 31). Ahora bien, según esta misma encuesta, del total de hogares organizados en la ciudad, un 18,3% son brigadas barriales, un 14,3% comités de seguridad y un 5,1% posee los dos tipos de organizaciones (ver cuadro no.1). (Rueda, 2009)

Tabla 1. *Formación de organizaciones*

Organización	Frecuencia	Porcentaje	Válido
Comités de seguridad	292	14,3%	37
Brigadas barriales	374	18,3%	47,3
Comités de seguridad y brigadas barriales	105	5,1%	13,3
Otros	19	0,9%	2,4

Total	790	38,7%	100
Valores perdidos	1.250	61,3%	
Total	2.040	100%	

Nota: Tomada de (Rueda, 2009)

1.3) Proyectos de Alarmas Comunitarias

Al buscar referencias de alarmas comunitarias se pudo encontrar un sin número de opciones en el mercado, ¿cuál es la mejor? o ¿cuál es la que se ajusta a la realidad actual?, por esto se ha decidido analizar proyectos exitosos de alarmas comunitarias en Ecuador y otros países en Latinoamérica, con las que se podría revisar costos, tecnología y cantidad de usuarios que puede llegar a cubrir.

1.3.1) Proyecto Alarmas Comunitarias Ilustre Municipalidad de Valdivia

Desde el 2009 hasta 2015 se ha podido establecer que se ha implementado sistemas de alarmas comunitarias en esta municipalidad de Chile. La iniciativa tiene como finalidad disminuir el robo con fuerza en sectores con alta denuncia, a partir de los datos proporcionados por ¹Carabineros de Chile. Asimismo, busca reducir la sensación de temor en sectores intervenidos, promoviendo la organización vecinal. Las alarmas consisten en un sistema alámbrico individual, con baliza², sirena, botón de pánico, autoadhesivos y folletos instructivos. (Valdivia, 2012)

¹ Carabineros de Chile fue fundado el 27 de abril de 1927 por el entonces Vicepresidente de la República, Coronel de Ejército Don Carlos Ibáñez del Campo, en virtud del D.F.L. N° 2.484, que fusionó la Policía Fiscal con el Cuerpo de Carabineros, instituciones policiales existentes a la fecha y cuya historia, naturaleza y carácter explican los sólidos fundamentos de Carabineros de Chile. (Carabineros de Chile, 2018)

² Señal fija o móvil que se pone de marca para indicar lugares peligrosos o para orientación del tráfico marítimo, aéreo y terrestre. (© Real Academia Española, 2018)

Tabla 2. *Alarmas Comunitarias Periodo 2010-2015*

Año de Postulación / Ejecución	Número de Alarmas	Abonados	Pesos Chilenos CLP / Dólares USD³	Sectores cubiertos
2009 / 2010	558	2.232		Villa Austral, Portal Valdivia, Bosques de Entre Ríos, Villa Jardines de Don Cristóbal, Villa Portal del Sol.
2009 / 2010	700	2.800	\$45'340.000 / \$74.750,55	Sector Santa María -8 de Octubre, Villa San Luis Sur, Barrio Santa Elena, Población Teniente Merino, Villa San Luis, Población Perú, Villa Los Ediles.
2010 / 2011	887	3.548	\$56'666.836 / \$93.424,73	Junta de Vecinos: N° 96 Brisas de la Rivera, N° 95 Población, Teodoro Segovia, N° 27 Población Carlos Acharán Arce, N° 33 Villa San Luis, N° 45 Villa Don Max, Nueva Villa del Rey, N° 54 Villa Angachilla, N° 3 Población José Miguel Carrera, N° 14 Población Valparaíso, Población Bernardo O'Higgins.
2011 / 2011-2012	300	1.200	\$28'300.000 / \$ 46.657,27	Junta de Vecinos: N° 2 R. Schneider (Beneficencia), N° 38 Villa Los Leones, N° 13 Inés de Suarez, N° 97 Altos de Mahuiza.

³ Valor de conversión utilizado \$1 USD = \$606,55CLP a la fecha 22-01-2018

2012 / 2012-2013	585	2.726	\$50'900.000 / \$83.917,14	Junta de Vecinos: N° 76 Villa Los Alcaldes, N° 88 Altos de Guacamayo, N° 19 Villa Pilmaiquén, N° 10 Huachocopihue, Sector Los Fundadores, N° 96 Brisas de la Rivera 3° y 4° etapa, Comité de Seguridad Reina Sofía 22.
2013 / 2014	280	1.200	\$29'800.000 / \$49.130,27	Junta de Vecinos: N° 56 Seguro Social, N° 91 Villa La Estancia, N° 37 Villa Nagasaki Cau Cau, Comité ecológico y seguridad Portal del sol 1.
2014 / 2015	725	2.900	\$50'700.000 / \$83.587,41	Junta de Vecinos: N°4 Barrios Bajos, N° 62 Barrio Centro, N°46 San Pedro, N°65 Edgardo Neira, N°81 Villa Hermosa.

Nota: Tomada de (Ilustre Municipalidad de Valdivia, 2015)

1.3.1.1) Proyecto Alarmas Comunitarias 2009 Código: 14101-09-01

Las alarmas comunitarias instaladas en este proyecto cuentan con:

- 1 gabinete metálico (panel central alarma comunitaria)
- 1 luz estroboscópica⁴
- 1 sirena conectada
- 1 botón de pánico alámbrico

⁴ Este dispositivo posee una luz que tiene un efecto óptico producido al iluminar mediante destellos de luz un objeto que se mueve rápida y constantemente, esto es similar a la sirena de policía. (Zamora, 2015)

En el caso de las casas contiguas, el gabinete cuenta con dos luces estroboscópicas de colores distintos para diferenciar las casas.

La licitación de este proyecto de alarmas comunitarias alámbricas (ID 2282-109-LE09) se efectuó el 11 de agosto, y la apertura de sobres y adjudicación el 02 de septiembre del 2009. Luego de ser adjudicada la propuesta, y al realizarse los trámites administrativos correspondientes, se inició con las instalaciones el 4 de febrero del 2010. Este proyecto permitirá cubrir a 2.232 abonados con un total de 558 Alarmas. (Ilustre Municipalidad de Valdivia, 2015)

1.3.1.2) Proyecto Alarmas Comunitarias Código: 14101-10-01

En este proyecto se implementaron 700 alarmas Comunitarias en 7 sectores de la comuna, este proyecto tiene el objetivo de reducir el índice de la delincuencia y la percepción del temor e inseguridad en los residentes del sector beneficiado, el proyecto de 700 alarmas beneficio a 2.800 abonados.

Luego de ser adjudicada la propuesta, y al realizarse los trámites administrativos correspondientes, se inició con las instalaciones el 16 de agosto de 2010 y finalizó el 31 de diciembre del mismo año.

Se logró cumplir con las metas establecidas en el proyecto y desarrollar por completo el cronograma de actividades, prueba de esto fueron los resultados obtenidos en la aplicación de las encuestas que miden el índice de reducción de la delincuencia y la percepción de inseguridad en los ciudadanos. Estas encuestas fueron realizadas en dos oportunidades, antes de iniciar las instalaciones y después de instaladas el sistema de alarmas comunitarias. (Ilustre Municipalidad de Valdivia, 2015)

Tabla 3. *Presupuesto invertido en el Proyecto Código 14101-10-01*

Pesos Chilenos	Ministerio del Interior	Municipalidad de Valdivia	Total
			CLP / USD
Presupuesto Asignado	\$39'400.000	\$5'940.000	\$45'340.000 / \$74.750,64
Presupuesto Utilizados	\$38'334.370	\$5'940.000	\$44'270.370 / \$72.987,17

Nota: Tomada de (Ilustre Municipalidad de Valdivia, 2015)

1.3.1.3) Proyecto Alarmas Comunitarias Código: FNSP10-AC-29

El Proyecto Alarmas Comunitarias “JUNTOS CONSTRUIMOS SEGURIDAD” consistió en implementar 1.000 centrales de alarmas comunitarias en 10 sectores de la comuna. La adjudicación de los Fondos para la ejecución el Proyecto se dio el 06 de diciembre de 2010.

Luego de ser adjudicada la propuesta, y al realizarse los trámites administrativos correspondientes con un presupuesto asignado fue de \$50'500.000 pesos chilenos que fueron depositados el 29 de diciembre de 2010, se inició con las instalaciones del proyecto el 03 de enero de 2011 y finalizó el 30 de junio del mismo año.

Algunos puntos importantes de este proyecto fueron; reuniones con la comunidad, reuniones con la policía, reuniones con los dirigentes vecinales, simulacros con las alarmas comunitarias ya instaladas, entre otros.

Los objetivos específicos del proyecto fueron:

- Reducir el índice de robos en los sectores de alta denuncia.
- Organizar a vecinos con estrategias de prevención social del delito.
- Reducir la sensación de inseguridad en los residentes de los sectores intervenidos.

- Instalar 1000 alarmas comunitarias alámbricas en 10 sectores de la ciudad.

Tabla 4. *Presupuesto invertido en el Proyecto Código: FNSP10-AC-29*

Pesos Chilenos	Ministerio del Interior	Municipalidad de Valdivia	Total
			CLP / USD
Presupuesto			\$56'666.836 /
Asignados	\$50'500.000	\$6'166.836	\$93.424,84

Nota: Tomada de (Ilustre Municipalidad de Valdivia, 2015)

1.3.1.4) Proyecto Alarmas Comunitarias Código: FNSP11-AC-2

El Proyecto Alarmas Comunitarias “AC-ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE VALDIVIA-1” consistió en implementar 300 centrales de alarmas comunitarias en 4 sectores de la comuna. La adjudicación de los Fondos para la ejecución el Proyecto se dio el 06 de diciembre de 2010.

El presupuesto asignado corresponde a \$20'000.000 pesos chilenos que fueron depositados el 06 de diciembre de 2011, cuyo proceso de implementación del proyecto arrancó el mismo día y finalizó el 06 de junio del 2012.

Algunos puntos importantes de este proyecto fueron; reuniones con la comunidad, reuniones con la policía, reuniones con los dirigentes vecinales, simulacros con las alarmas comunitarias ya instaladas, entre otros.

Los objetivos específicos del proyecto fueron:

- Generar un diagnóstico de los beneficiarios del proyecto para poder garantizar su situación social y la seguridad de los pobladores.
- Capacitar a los beneficiarios del proyecto en el uso adecuado del sistema de alarmas para maximizar sus beneficios.

- Instalar 300 alarmas comunitarias en 4 sectores de la comuna.
- Formar un equipo de trabajo con otras redes sociales ligadas al área de seguridad pública.

Tabla 5. *Presupuesto invertido en el Proyecto Código: FNSP11-AC-2*

Pesos Chilenos	Ministerio del Interior	Municipalidad de Valdivia	Total
			CLP / USD
Presupuesto			\$28'300.000 /
	\$20'000.000	\$8'300.000	
Asignados			\$46.657,32

Nota: Tomada de (Ilustre Municipalidad de Valdivia, 2015)

1.3.1.5) Proyecto Alarmas Comunitarias Código: FNSP12-AC-5

El Proyecto Alarmas Comunitarias con nombre “AC-ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE VALDIVIA-5”, consistió en implementar 585 centrales de alarmas comunitarias en 7 sectores de la comuna, beneficiando a 2.726 abonados. La adjudicación del presupuesto para la ejecución el Proyecto se dio el 12 de diciembre de 2012.

El presupuesto asignado corresponde a \$50'900.000 pesos chilenos que fueron depositados el 06 de diciembre de 2011, cuyo proceso de implementación del proyecto arrancó el 14 de agosto del 2012 y finalizó el 07 de mayo del 2013.

Algunos objetivos específicos de este proyecto fueron:

- Capacitar a los abonados/beneficiarios del proyecto en el uso adecuado del sistema de Alarmas Comunitarias Inalámbricas para de esta manera se maximice sus beneficios.

- Instalar 585 Alarmas Comunitarias Inalámbricas en 7 sectores de la Comuna cubriendo aproximadamente 2.726 abonados.
- Formar un equipo de trabajo con redes sociales ligadas al área de seguridad pública.

Tabla 6. *Presupuesto invertido en el Proyecto Código: FNSP12-AC-5*

Pesos Chilenos	Ministerio del Interior	Municipalidad de Valdivia	Total
			CLP / USD
Presupuesto			\$50'900.000 /
	\$40'000.000	\$10'900.000	
Asignados			\$83.917,24

Nota: Tomada de (Ilustre Municipalidad de Valdivia, 2015)

1.3.1.6) Proyecto Alarmas Comunitarias Código: FNSP13-AC-1

El Proyecto Alarmas Comunitarias “AC-ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE VALDIVIA-1” consistió en implementar 280 centrales de alarmas comunitarias en 4 sectores de la comuna beneficiando 1.200 abonados. La adjudicación de los Fondos para la ejecución el Proyecto se dio en el 2013.

El presupuesto asignado corresponde a \$29'800.000 pesos chilenos, cuyo proceso de implementación del proyecto arrancó el 17 de marzo 2014 y el cierre financiero del proyecto se realizó en Noviembre 2014.

Algunos objetivos específicos de este proyecto fueron:

- Modificar el contexto socio espacial de la comunidad, disminuir la delincuencia y la percepción de temor fortaleciendo la organización vecinal
- Instalar 280 alarmas comunitarias en 4 sectores de la comuna brindando cobertura a un aproximado de 1.200 abonados.

- Capacitar a los beneficiarios del proyecto en el uso adecuado del sistema de alarma maximizando sus beneficios

Tabla 7. *Presupuesto invertido en el Proyecto Código: FNSP13-AC-1*

Pesos Chilenos	Ministerio del Interior	Municipalidad de Valdivia	Total CLP / USD
Presupuesto			\$29'800.000 /
Asignados	\$20'000.000	\$9'800.000	\$49.130,33

Nota: Tomada de (Ilustre Municipalidad de Valdivia, 2015)

1.3.1.7) Proyecto Alarmas Comunitarias Código: FNSP14-AC-3

El Proyecto Alarmas Comunitarias “Juntos Cuidamos Nuestro Barrio 2014” consistió en implementar 725 centrales de alarmas comunitarias con botón de pánico inalámbrico en 5 sectores de la comuna de Valdivia beneficiando a aproximadamente 2.900 abonados. La adjudicación de los Fondos para la ejecución el Proyecto se dio en el 2014.

El presupuesto asignado corresponde a \$50'700.000 pesos chilenos que fueron depositados en el 2014, cuyo proceso de implementación del proyecto arrancó en el 2014 y finalizó en el 2015.

Algunos objetivos específicos importantes de este proyecto fueron:

- Capacitar a los beneficiarios del proyecto en el uso adecuado del sistema de alarmas comunitarias maximizando sus beneficios para diversos tipos de emergencias.
- Instalar 725 Alarmas Comunitarias Inalámbricas, Individuales en 5 sectores de la comuna de Valdivia, organizados en Juntas de Vecinos.

- Modificar el contexto socio espacial mediante la instalación de alarmas comunitarias inalámbricas, individuales para disminuir la delincuencia en la comunidad, la percepción de temor y fortalecer la organización vecinal.
- Forjar lazos estrechos y permanentes entre la Unidad de Seguridad Pública, Atención a Víctimas perteneciente a la Ilustre Municipalidad de Valdivia y la comunidad en torno a la prevención del delito y seguridad.

Tabla 8. *Presupuesto invertido en el Proyecto Código: FNSP14-AC-3*

Pesos Chilenos	Ministerio del Interior	Municipalidad de Valdivia	Total
			CLP / USD
Presupuesto			\$50'700.000 /
Asignados	\$45'500.000	\$5'200.000	\$83.587,5

Nota: Tomada de (Ilustre Municipalidad de Valdivia, 2015)

1.3.2) Ampliación del sistema de alarmas comunitarias en puntos estratégicos del distrito de La Molina (Perú)

Este proyecto que se instaló en La Molina la municipalidad distrital se trata de equipos de alarmas comunitarias que operan con una fuente alterna de energía (paneles solares) y pueden ser activadas mediante llamadas telefónicas o mensajes de texto.

Los 30 equipos implementados en urbanizaciones como Camacho, Santa Patricia y sectores populares como Viña Alta, Cerro Alta, Las Hormigas y otras, poseen autonomía energética (paneles solares) que lo hacen amigables al ambiente, también pueden ser encendidos con

pulsadores inalámbricos y están interconectados las 24 horas con la Central de Video vigilancia del Serenazgo⁵.

Cada alarma beneficia aproximadamente a 26 familias y las ubicaron en postes de nueve metros de altura para evitar que puedan ser objeto de un atentado y a su vez que le permita tener una línea de vista con el menor número de obstáculos. Las ondas sonoras emitidas por las sirenas pueden ser escuchadas fácilmente a una cuadra de distancia y también puede ser usado como megáfono (perifoneo).

Los puntos sobresalientes de este proyecto es la facilidad y opciones adicionales de activación, donde los vecinos además de contar con un botón pulsado podrán activarla marcando el número de la SIM correspondiente (de cualquier operadora) o a su vez enviar un mensaje de texto con la letra P, para referirse a “pánico”; M, para emergencias “médicas” y F, en caso de “fuego”, estos parámetros consigue ampliar y mejorar el uso de este tipo de dispositivos incluyendo información del tipo de evento que los miembros del vecindario puedan requerir.

Una vez activados, los equipos emiten una señal que es captada en la Central de video vigilancia del serenazgo, alertándolos para intervenir enviando las patrullas más próximas al lugar. En forma simultánea, el sistema envía un mensaje de texto a los celulares interconectados, informando la identificación del usuario y el tipo de alerta que generó.

⁵ Serenazgo.- Es un organismo de las municipales de lima que se encargan de brindar servicios de seguridad la población. (Municipalidad de Lima, 2018)

La inversión realizada por el municipio fue de aproximadamente 300 mil soles⁶ peruanos (\$93.398,07), correspondiente al Presupuesto Participativo, es decir por decisión mayoritaria de los vecinos.

En total La Molina cuenta con un centenar de alarmas en el distrito, pero con menor tecnología que las recientemente instaladas.



Figura 5. Alarma Comunitaria la Molina ALCOM. (Municipalidad de La Molina, 2013)

⁶ Valor de conversión utilizado \$1 USD = \$3,21 PEN a la fecha 05-02-2018

1.3.3) Empresa Pública Metropolitana de Logística para la Seguridad EP

EMSeguridad – OTECEL S.A

Contrato suscrito con Otecel S.A para la provisión e instalación 1.201 sistemas de alarmas comunitarias con un total de 28.824 Abonados. Presupuesto: \$1´559.953,45 de dólares y un plazo de ejecución de 18 meses contados a partir del 5 de septiembre del 2012.



Figura 6. Alarmas Comunitarias Alcom EM Seguridad. (Empresa Metropolitana de Seguridad, 2012)

El Ilustre Municipio de Quito por medio de la Empresa Metropolitana de Seguridad dispone de 1201 centrales de alarma comunitaria diseñadas, dimensionadas para su monitoreo y administración por medio de una plataforma tecnológica,

El punto neurálgico de este proyecto es la funcionalidad del sistema de alarma comunitaria, las centrales de alarma comunitaria pueden activarse mediante pulsadores (transmisores de radio frecuencia), repique de llamada (teléfonos celulares y teléfonos fijos), una vez que la central de alarma verifica el origen de la alerta, activa la sirena exterior y de manera simultánea se comunica mediante GPRS con la plataforma de monitoreo y administración, la cual incluye un módulo de georeferenciación que permite obtener la ubicación del domicilio del beneficiario que activó la alarma. Además, al activarse esta envía un mensaje de texto corto (SMS) desde la central de alarma a los números de teléfono registrados y al teléfono celular asignado a la Unidad

de Policía Comunitaria UPC mencionando quien activo la alarma y que tipo de era se activó. (EP EMSeguridad, 2018)

1.3.3.1) Sistema de alarma Vecinal ALCOM

El proyecto fue entregado por OTECEL S. A con un producto de origen peruano conocido como Sistema de Alarma Vecinal ALCOM el cual permite accionar una sirena de alta potencia a través de un pulsador inalámbrico, mensaje de texto o un timbrado, al mismo tiempo el sistema envía mensajes de texto (SMS) a los números previamente programados. Tiene capacidad de envío de datos (GPRS) a centrales de monitoreo.

1.3.3.2) Descripción y características

El sistema fue creado a medida para cubrir los requerimientos del cliente, el cual cumplía las siguientes características:

- Sistema de red de seguridad para comunidades, con sistema de reporte multifuncional.
- Capacidad de almacenar hasta 250 usuarios personalizados con nombre completo y número telefónico.
- Receptor de radio frecuencia para los transmisores inalámbricos.
- Capacidad de almacenar hasta 48 pulsadores inalámbricos.
- Tarjeta controladora con AVR CPU Core con sistema de alta velocidad DMA y Crypto Engine para seguridad de transferencia de datos.
- Configuración por SMS, cable serial o vía GPRS.
- Puerto serial para conexión con PC y actualización (upgrade) de nuevas versiones.

- Receptor de radiofrecuencia en la banda de 433MHz, velocidad de datos 4.6 Kbps y sensibilidad -118 dBm, antena RF de 12 cm y distancia a línea de vista de 100 m.
- Transmisores con 4 botones con cobertor y anti-falsa alarma. Potencia de salida -10 dBm, modulación ASK.
- Identificación de entrada de datos por canal de radiofrecuencia en la parte frontal.
- Señalización de estado del sistema (alarma, armado y desarmado).
- Señalizadores frontales de alimentación y señal de datos.
- Módulo GSM/GPRS (marca SIMCOM, modelo SIM900) tetra-banda 850/900/1800/1900 MHz para voz, SMS, data y fax.
- GPRS class B, Multi-Slot class 8/10.
- Velocidad de red GPRS: 85.6 Kbps.
- Capacidad de reporte hasta 2 centrales de monitoreo.
- Supervisión de estado de conexión de equipos "pulso de vida".
- Doble entrada de SIM CARD para redundancia de operador y seguridad de saboteo.
- LED indicador de estado de SIM CARD.
- Doble salida para activación de sirena y reflectores localmente.
- Una salida de audio para activación de perifoneo vía llamada.
- Una salida de utilidad programable.
- Tres entradas de zona para pulsador y sensores.
- Fuente de Alimentación: 110VAC o 220VAC.
- Batería de respaldo de 12V/7A.
- Consumo de corriente 100mA en estado sin alarma y hasta 1.8A en estado de alarma.

- Gabinete plástico de ABS cumple certificación IP65 de uso y colocación en intemperie.
- Salidas de alarma independiente.
- Memoria flash externa para generar audio pre-grabado.
- Agrupación configurable por tipo de cliente: supervisor – usuario.



Figura 7. Alarma Comunitaria Alcom. (Hagroy Electronic, 2012)

1.3.4) Empresa Technology Equinoccial Teccial S.A

En el 2011 la empresa Technology Equinoccial, Teccial S.A. comienza a desarrollar proyectos denominados botón de pánico con el objetivo de proteger medios de transporte, domicilios o negocios. El Gerente Comercial de Teccial Sr. César Arturo Araújo dice que sus productos y servicios se especializan en el campo de las telecomunicaciones, transmisión móvil vía SMS/GPRS, sistemas de cobro GPRS, sistemas de aprovisionamiento y mediación de redes móviles celulares, desarrollo de integración de soluciones SAE y SIR para el Transporte Urbano,

así como SCADA (en soluciones industriales). No se queda atrás la Telemetría y la implementación de servidores de Geo portales (Plataformas Georeferenciales vía Web), que son soluciones aplicadas en las áreas de Telecomunicaciones, Control y Automatización industrial, Transporte y Logística, Gobierno y Defensa. En cuanto al precio de sus Productos y Servicios, asegura que son muy asequibles al mercado ecuatoriano; muestra de ello es que el precio promedio de los equipos es de US\$350 dólares americanos, mientras que el servicio diario asciende a US\$0.50. (El Financiero Digital, 2011, pág. 4)

Considerando que Ecuador es el segundo país, de un total de 25, con el mayor porcentaje de personas que han sido víctimas de la delincuencia, según el Barómetro de las Américas 2010, los equipos como Alarmas Comunitarias, con botón de pánico, surgen como una de las soluciones para disminuir el alto índice delincencial. Arturo Araujo Gerente Comercial de Teccial. (El Financiero Digital, 2011, pág. 2)

1.3.4.1) Sistema de Control de Pánico para Transporte

A comienzos del 2008, Teccial instaló primero Botones de Pánico en las cooperativas de transporte público, esto, debido a que dicho gremio se unió para lograrlo; accionar que se dio bajo la gestión del Coronel Edison Ramos, en ese entonces comandante general del Comando Guayas No. 2, y con el aporte de expertos de seguridad de la Policía Nacional; de ahí, que la Empresa es pionera y líder en proveer tecnología de punta a las unidades del mercado del Transporte Público Urbano, a nivel nacional.

En cuanto a la disminución de los índices de accidentes en las carreteras, añade que la solución que brinda Teccial, llamada 2TPI (Teccial Transporte Público Inteligente) controla la velocidad, monitorea y gestiona la flota de las empresas de transporte público urbano, lo cual

genera mayor regulación de movilidad y reduce accidentes en la vía; sumado a que su módulo de alerta inmediata, con un botón de pánico, envía la señal directa a la CRP (Central de Radio Patrulla).

Referente a cuánto ascienden los márgenes de error de los equipos de seguridad que Teccial ofrece, su Gerente Comercial indica que según sus estadísticas, a nivel nacional, su efectividad se margina en un 99.7%. (El Financiero Digital, 2011, pág. 4)

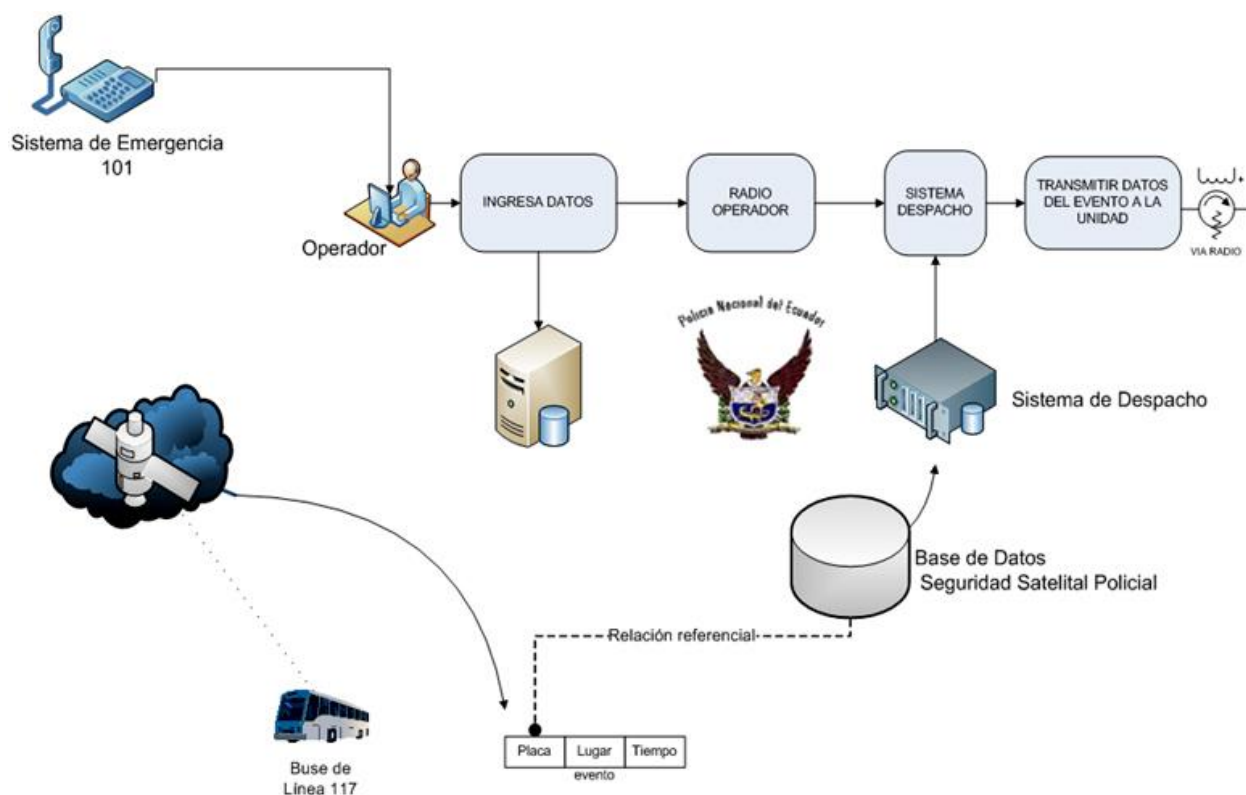


Figura 8. Esquema del Sistema de Control de Pánico para Transporte (El Financiero Digital, 2011, pág. 2)

1.3.4.2) Sistema de Control de Pánico para Domicilios o Negocios

A comienzos del 2008, Teccial instaló primero Botones de Pánico en las cooperativas de transporte público, esto, debido a que dicho gremio se unió para lograrlo; accionar que se dio bajo la gestión del Coronel Edison Ramos, en ese entonces comandante general del Comando

Guayas No. 2, y con el aporte de expertos de seguridad de la Policía Nacional; de ahí, que la Empresa es pionera y líder en proveer tecnología de punta a las unidades del mercado del Transporte Público Urbano, a nivel nacional.

En cuanto a la disminución de los índices de accidentes en las carreteras, añade que la solución que brinda Teccial, llamada 2TPI (Teccial Transporte Público Inteligente) controla la velocidad, monitorea y gestiona la flota de las empresas de transporte público urbano, lo cual genera mayor regulación de movilidad y reduce accidentes en la vía; sumado a que su módulo de alerta inmediata, con un botón de pánico, envía la señal directa a la CRP (Central de Radio Patrulla).

Referente a cuánto ascienden los márgenes de error de los equipos de seguridad que Teccial ofrece, su Gerente Comercial indica que según sus estadísticas, a nivel nacional, su efectividad se margina en un 99.7%.

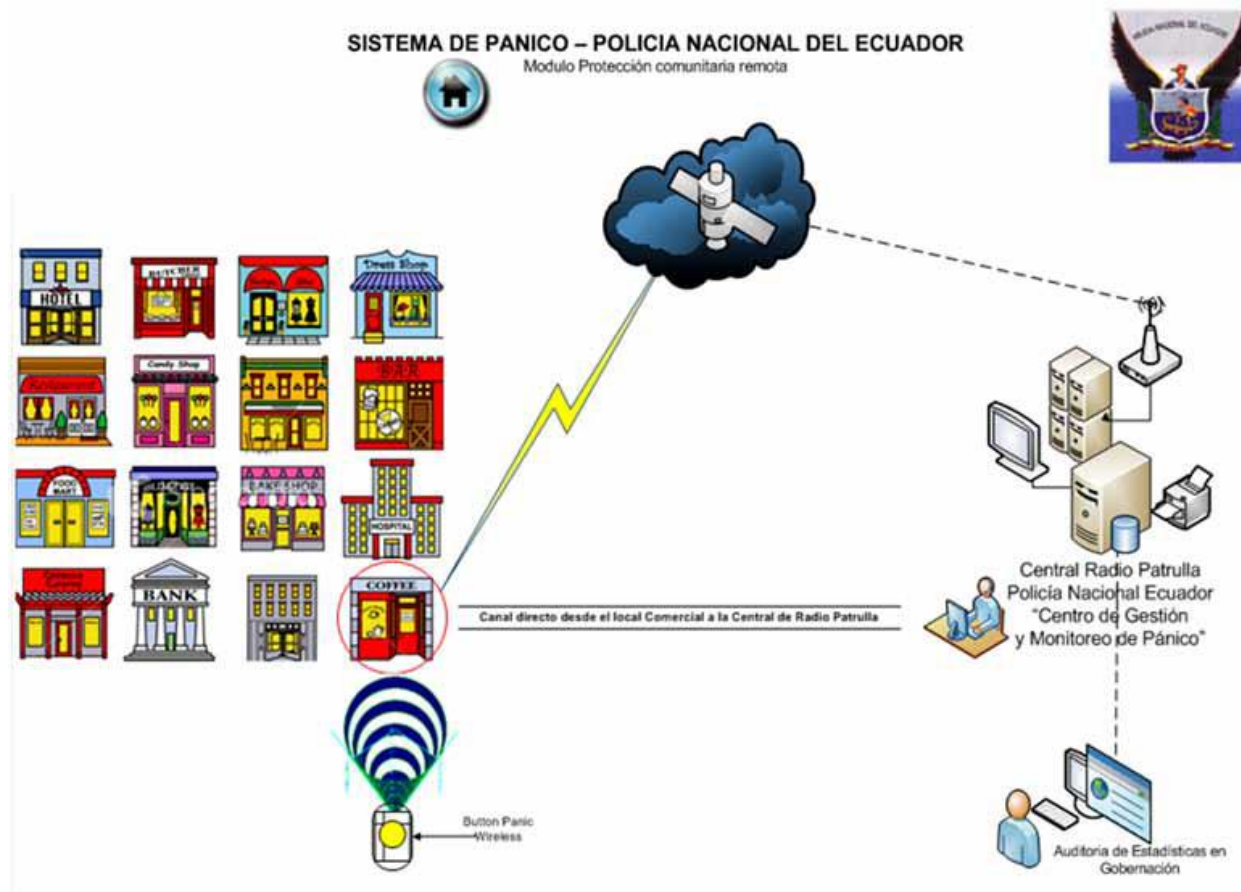


Figura 9. Esquema del Sistema de Control de Pánico para Domicilios o Negocios. (El Financiero Digital, 2011, pág. 3)

1.3.5) Fortalecimiento de los sistemas de alarmas comunitarias instalados en la I Fase

El Concejo Cantonal de Seguridad Ciudadana de Loja (CCSCL) participo en un proyecto de 4 meses en el 2015 con un monto de \$ 35.476,00 dólares americanos el cuál incluía un sistema de 20 alarmas comunitarias donde “La alarma comunitaria cuenta con tecnología GSM/GPRS y RF, permitiendo optimizar el uso del sistema y brindar a la ciudadanía distintas formas en las cuales puedan activar las alarmas y de esta manera tener una respuesta oportuna de la Policía Nacional y sus vecinos.” (Municipio de Loja, 2015, págs. 16-17)

1.3.5.1) Análisis de pre factibilidad

Según los análisis realizados de pre factibilidad se menciona que el mayor porcentaje de la población de la ciudad de Loja labora fuera de su hogar (89%) teniendo como premisa que éstos dejan sus viviendas abandonadas específicamente en el horario que corresponde al de oficina, más el tiempo que consumen en transporte para dirigirse sus respectivos lugares de trabajo.

Tabla 9. Clasificación del trabajo de la población de la ciudad de Loja de acuerdo a: dentro o fuera del hogar

Ítem	Casos	Porcentaje
Dentro del hogar	6339	8%
Fuera del hogar	66987	89%
Se ignora	2020	3%
Total	75346	100%

Nota: Tabla tomada de (Municipio de Loja, 2015, pág. 4)

Por otro lado, de acuerdo a las estadísticas delictivas proporcionadas por la Policía Nacional Sub Zona 11 Loja durante el periodo enero-diciembre 2014 se presentaron un total de 1165 delitos en donde los de mayor incidencia fueron robo a domicilios (49,18%) y robo a personas (33,39%).

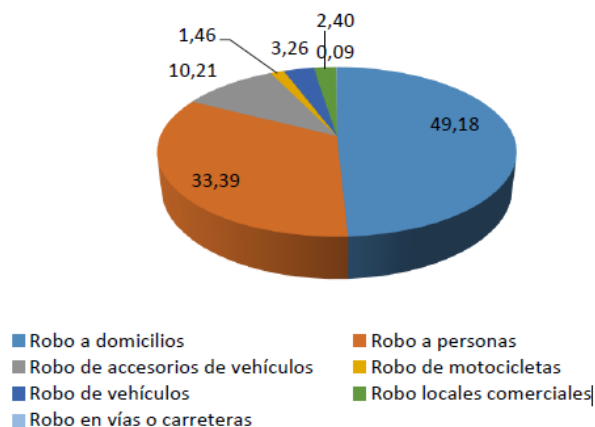


Figura 10. Porcentaje de delitos según su tipo en el cantón Loja, 2014. (Municipio de Loja, 2015, pág. 5)

Estos aspectos hicieron que el uso de un sistema de alarma comunitaria con sirenas sea analizado. Este sistema está conformado por un kits de una alarma con dos o tres sirenas, dependiendo del área del sector intervenido. Cuando una persona tiene un problema y activa alarma a través del celular llamando a un número designado, las sirenas suenan alertando a todos los residentes del barrio, quienes harán notar su presencia como medio disuasivo y simultáneamente el auxilio se mostrará en la computadora de la policía del circuito para acudir inmediatamente al auxilio requerido.



Figura 11. Sistema de alarmas comunitarias. (Municipio de Loja, 2015, pág. 17)

1.3.5.2) Presupuesto referencial

El presupuesto referencial para el desarrollo de este proyecto de fortalecimiento de alarmas comunitarias instalado en la primera fue de \$35.476,00. Se tiene previsto que pueda llegar a cubrir hasta un máximo de 100 abonados por módulo, sin embargo, no se plantea e número inicial de abonados, por lo que los valores son referenciales para un total de 20 módulos y se encuentra dividido de la siguiente manera:

Tabla 10. Presupuesto referencial

Cantidad	Artículo	V. Unidad	V. Total
Reinstalación e Instalación de nuevas sirenas en los Sistema de alarmas Comunitarias barriales, del año 2014 incluye:			
38	Sirenas de 110v con cajas de protección.	\$ 65,52	\$ 2.489,76

54	Kit de fuentes con baterías y transformadores auxiliares en cajas de protección exterior.	\$ 89,60	\$ 4.838,40
18	Materiales de instalación, mano de obra.	\$ 190,40	\$ 3.427,20
18	Stickers en todas las cajas y 5 rótulos de cable.	\$ 4,48	\$ 80,64
20	Configuración y Capacitación de barrios instalados en proceso anterior.	\$ 112,00	\$ 2.240,00

Sistema de Monitoreo de Alarmas Comunitarias incluye:

1	Modem 8 en 1	\$ 2.240,00	\$ 2.240,00
1	Computador completo incluye mesa y silla	\$ 2.800,00	\$ 2.800,00
1	Software	\$ 11.760,00	\$ 11.760,00
1	bulk de 30000 mensajes	\$ 5.600,00	\$ 5.600,00
		Total	\$ 35.476,00

Nota: Tabla tomada de (Municipio de Loja, 2015, pág. 29)

1.3.5.3) Análisis de impacto ambiental

Para la ejecución del presente proyecto requiere de equipos y materiales que se encuentran en libre de venta en el mercado nacional, bajo la regulación de las normas vigentes. Las empresas proveedoras deberán cumplir con las normas de calidad INEN y licencia ambiental en caso de alguno de sus productos lo requiera.

Es necesario indicar que las alarmas comunitarias no generan contaminación ambiental ni auditiva, puesto que únicamente se activan en caso de eventos delictivos o emergentes, por lo tanto el presente proyecto no requiere de licencia ambiental.

1.3.5.4) *Funcionalidad*

La alarma comunitaria está configurada con números móviles y datos de los propietarios de las viviendas, en el cual activar desde su celular con llamada sin costo, tanto la Policía Nacional como los vecinos podrán ubicar con facilidad el punto exacto del problema.

Este tipo de alarmas cuenta con tecnología GSM/GPRS y RF, permitiendo optimizar el uso del sistema y brindar a la ciudadanía distintas formas en las cuales puedan activar las alarmas y de esta manera tener una respuesta oportuna de la Policía Nacional y sus vecinos.

Cada barrio podrá tener más de un módulo GSM/GPRS dependiendo el número de familias en el mismo, las mismas que recibirán las alertas mediante un mensaje de texto, las cuales deberán registradas en los UPC o a su vez el personal del CCSCL reuniera dicha información, sin elección a que activen centrales de zonas vecinas. (Municipio de Loja, 2015, pág. 18)

Especificaciones técnicas
· tarjeta SIM integrada
· 3V SIM Interfaz
· Estado de la actividad Indicación LED
· Potencia de salida: Clase 4 (2W @ 900/GSM EGSM 850) Clase 1 (1W @ GSM 1800/1900)
· La temperatura normal de funcionamiento: -30 a 60 ° C
· Tensión de funcionamiento: 5 a 25 VDC
· corriente típica de alimentación en modo inactivo: 5 mA
· Velocidad de transmisión: 300-115200 bits / s
· Cumple con ETSI GSM fase 2 +
· a través del control de comandos AT (GSM07.07 y 07.05)
· GPRS sistema de codificación: CS1, CS2, CS3, CS4 diseño
· interfaz USB
· la cubierta del metal

Figura 12. Especificaciones técnicas modem. (Municipio de Loja, 2015, pág. 20)

Capítulo II

2.1) Análisis de alternativas de proyectos de Alarmas Comunitarias

A partir de la información, anterior se ha evidenciado que las instituciones como municipios y ministerios encargados de velar por la seguridad ciudadana se han enfocado en la implementación de sistemas como botones de pánico en varios países de Latinoamérica como Chile, Perú y Ecuador, mismos que están relacionadas al uso de un dispositivo inalámbrico para activar una alerta sonora y transmitirla a un sistema que lo administra la policía para dar una respuesta rápida, pero qué se puede hacer entorno a urbanizaciones en las que se requiere una respuesta inmediata y no se cuenta con presupuestos tan altos como los que se menciona en los proyectos anteriores (\$ 35.476,00) (Municipio de Loja, 2015, pág. 2) (\$1´559.953,45) (Empresa Metropolitana de Seguridad, 2012).

En Chile y Perú se ha podido observar un incremento en el uso de estos dispositivos desde el 2009 que han sido dirigidos por las municipalidades de estos países respectivamente, que tienen como objetivo específico el reducir la sensación de seguridad y empoderar a las comunidades para trabajar en equipo mejorando la seguridad de cada localidad.

Tabla 11. *Tabla comparativa proyectos Alarmas Comunitarias.*

Empresa / Proyecto	Costos del Proyecto	Costos por abonado	Tecnologías	Abonados	Tipo de uso (activación)
---------------------------	----------------------------	---------------------------	--------------------	-----------------	---------------------------------

Otecel / EMSEGURIDAD	\$1'559.953,45	\$54,12	GSM	28.824	SMS (emisión recepción)
			GPRS		Botón de pánico.
			RF		Llamada
			GPS		Central de monitoreo georefenciado
Teccial / Transporte y Domicilios		\$350	GSM		SMS
			GPRS		Botón de pánico
			Telemetría- ZigBee		
Municipio de Loja	\$35.476,00	\$1773,80	GSM	20	Botón de pánico
			GPRS		Central de monitoreo georefenciado
			RF		
Electroalarm / Ilustre Municipalidad de Valdivia	\$261'706.836 pesos chilenos / \$431.830,20 dólares americanos	\$30,04	Pulsadores Alámbricos	14374	Botón de pánico alámbrico.
Hagroy / Municipalidad de la Molina	\$300.000 soles peruanos / \$93.339,80 dólares americanos.	\$119,67	GSM	780	SMS (emisión recepción)
			GPRS		Botón de pánico.
			RF		Perifoneo
			GPS		Llamada

Paneles	Central de monitoreo
Solares	georefenciado

2.2) Componentes de Alarmas Comunitarias

En el capítulo anterior se pudo observar varios proyectos de alarmas comunitarias, los mismos que usan diferentes tecnologías como son GSM, GPRS, RF, GPS, paneles solares, etc. El objetivo es poder conocer las opciones que permitan contar con una alarma con algunas de estas características a un costo accesible.

2.2.1) Sensores

Los sensores son capaces de imitar la capacidad de percepción que tienen los seres humanos, por esto cada vez es más usual encontrarlos incorporados a cualquier área tecnológica. Debido a esta característica, se puede encontrar sensores relacionados con los diferentes sentidos, los dispositivos que incorporan sensores reaccionarán a la información que reciben de ellos. Por esto se puede decir que los sensores son dispositivos electrónicos que permiten interactuar con el entorno, de forma que proporcionan información de algunas variables para poder procesarlas y generar órdenes o ejecutar acciones que ahora se encuentra en diferentes electrodomésticos: control remoto, sistemas de alarma y seguridad, domótica, etc. (Noguera, 2010, pág. 3)

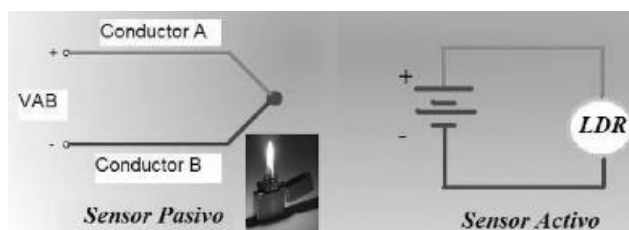


Figura 13. Clasificación atendiendo a su funcionamiento (Noguera, 2010, pág. 4)

Tomando en cuenta que los proyectos anteriormente mencionados usan un sensor activo fotoeléctrico que transforma una señal digital (prendido / apagado) a una señal infrarroja, a una distancia de al menos 30mts a línea de vista es recibida por un transductor que transforma la señal de luz en una digital capaz de ser interpretada por un microcontrolador y activa la alarma comunitaria.

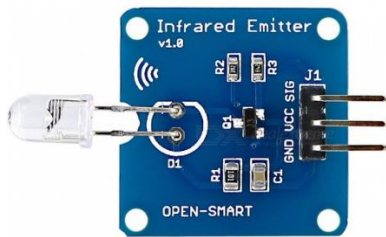


Figura 14. Sensor Infrarrojo Universal Asynchronous Receiver-Transmitter UART

2.2.2) Transductores

El transductor sirve para convertir un tipo de señal en otro, y por lo general suele convertir cualquier señal en eléctrica, para este caso de estudio se necesita convertir la señal infrarroja del botón pulsador en una eléctrica que permita activar la alarma comunitaria. Por el tipo de aplicaciones industriales que generalmente se les da, un transductor ideal es aquel que para producir su señal de salida no disminuye la energía de la señal de entrada, pero en la práctica esto no se da, por lo que para este estudio lo ideal ya que se requiere que el transductor consuma la menor energía de la señal de entrada para que pueda ser alimentado incluso por una pequeña batería.

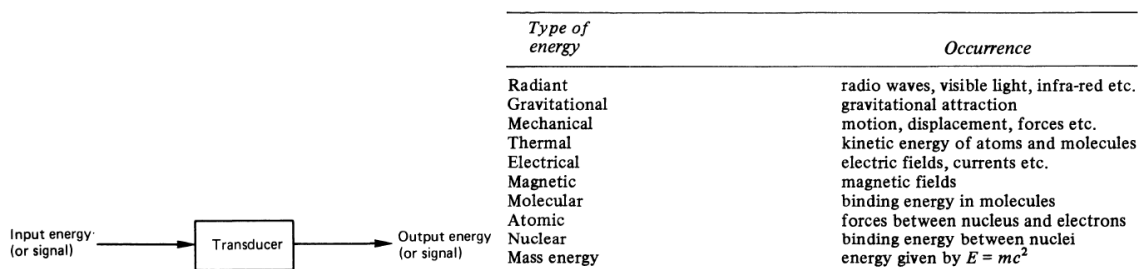


Figura 15. Proceso de un transductor y las principales formas de energía (USHER, 1985, pág. 4)

La energía que va a detectar transductor de la alarma comunitaria es infrarroja, emitida por cada uno de los pulsadores que posee cada uno de los propietarios del conjunto, transmitirá la señal eléctrica que activará la sirena como alerta sonora y la luz estroboscópica por medio de un microcontrolador que a su vez enviará información de quién activo la alarma a los dispositivos celulares previamente registrados.



Figura 16. Transductor infrarrojo

Tabla 12. Formas de energía que tiene una señal y su correspondiente asociada a ella

Tipo de Energía	Ocurrencia
(i) Radiantes:	Especialmente luz visible o infrarroja.
(ii) Mecánico:	desplazamiento, velocidad, aceleración, fuerza, presión, flujo, etc.
(iii) Térmico:	temperatura, flujo de calor, conducción, etc.
(iv) Eléctrico:	voltaje, corriente, resistencia, constante dieléctrica, etc.
(v) Magnético:	flujo magnético, intensidad de campo, etc.
(vi) Químico:	composición química, valor de pH, etc. (esto no aparece en la tabla 1.1, pero es claramente distinto)

Nota: Tomada de (USHER, 1985, pág. 4)

2.2.3) Microcontroladores MCU⁷

La alarma comunitaria permite la integración de sensores y transductores, así como, también posee la inteligencia necesaria para configurarla de tal manera que pueda recibir información y transmitirla hacia un grupo de usuarios previamente registrados (abonados), con un costo accesible y que maneja un lenguaje de programación standard.

Un microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador. Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y, debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo al que gobierna. Esta última característica es la que le confiere la denominación de «controlador incrustado» (embedded controller). (MARTÍNEZ, 2003, pág. 15)

La industria Informática acapara gran parte de los microcontroladores que se fabrican. Casi todos los periféricos del computador, desde el ratón o el teclado hasta la impresora, son regulados por el programa de un microcontrolador (véase Figura 6). Los electrodomésticos de línea blanca (lavadoras, hornos, lavavajillas, etc.) y de línea marrón (televisores, vídeos, aparatos musicales, etc.) incorporan numerosos microcontroladores. De igual manera, los sistemas de seguridad como video vigilancia y alarmas en los edificios utilizan estos chips. También se emplean para optimizar el rendimiento de ascensores, calefacción, aire acondicionado, alarmas de incendio, robo, etc.

⁷ Un microcontrolador (también denominado MCU) es un ordenador en un chip que contiene procesador, memoria y periféricos de entrada/salida. (Pedraza, Abril 2015, pág. 8)

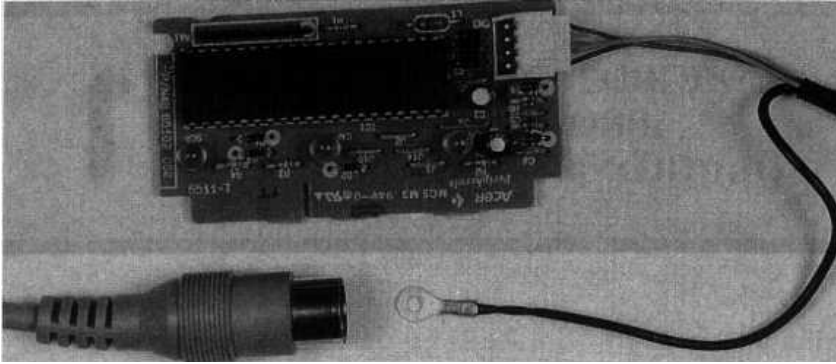


Figura 17. Fotografía de la tarjeta electrónica usada para el control del teclado de un computador. El único circuito integrado es un microcontrolador de INTEL que está encargado de detectar la tecla pulsada y transferir su código ASCII. (MARTÍNEZ, 2003, pág. 16)

2.2.3.1) Diferencias entre microcontroladores y microprocesadores

“Un microprocesador es un **sistema abierto** con el que puede construirse un computador con las características que se desee, acoplándole los módulos necesarios”. (MARTÍNEZ, 2003, pág. 3) En el mercado se puede encontrar dispositivos como el Raspberry Pi que posee características de poder ejecutar un sistema operativo completo.

“Un microcontrolador es un **sistema cerrado** que contiene un computador completo y de prestaciones limitadas que no se pueden modificar”. (MARTÍNEZ, 2003, pág. 3) En el mercado se puede encontrar dispositivos como Arduino que en es descrito como un “microcontrolador” (Arduino, 2018), siendo una pequeña parte de lo que forma un ordenador, por lo que a nivel de funcionalidades una placa Arduino se pueden programar, por ejemplo, pequeñas aplicaciones en C++.

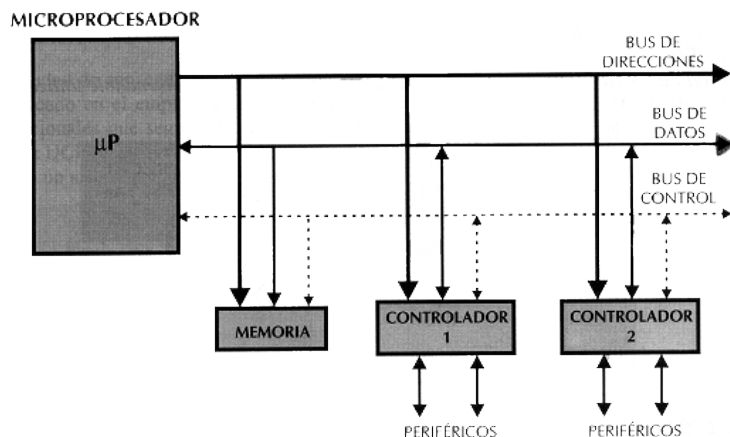


Figura 18. Estructura de un sistema abierto basado en un microprocesador. (MARTÍNEZ, 2003, pág. 3)

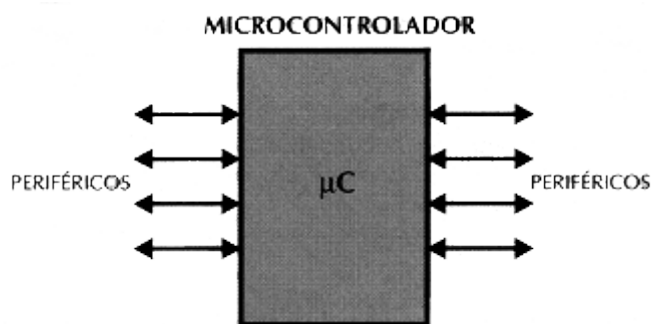


Figura 19. El microcontrolador en un sistema cerrado. (MARTÍNEZ, 2003, pág. 4)

Actualmente en el mercado se puede encontrar 2 dispositivos que cubren varios puntos que ayudarán en el inicio en el campo de la programación, desarrollo y diseño de proyectos.

Para empezar, la principal diferencia entre estos dos “Arduino y Raspberry Pi” es que el primero “es un microcontrolador” (Arduino, 2018), mientras que el segundo “es básicamente un miniordenador completo” (Crespo, 2016).

Un microcontrolador es una pequeña parte de lo que forma un ordenador concreto, por lo que a nivel de funcionalidades una placa Arduino es sólo una pequeña parte de lo que puede

ofrecer una Raspberry Pi. Mientras en una placa Arduino se pueden programar, por ejemplo, pequeñas aplicaciones en C++, en Raspberry Pi se puede ejecutar un sistema operativo completo. Por otro lado, la ventaja de usar un Arduino frente a Raspberry es que la programación es en tiempo real, ya que se la conecta directamente a los componentes y sensores, se la enchufa y comienza a ejecutar la tarea para la que ha sido programado.

2.2.3.2) *Microcontroladores Arduino*

Arduino apareció por la necesidad de contar con un dispositivo pre-ensamblado que permita utilizarlo en las aulas para estudio de electrónica y que tengan un bajo costo, que pudiese funcionar bajo cualquier sistema operativo y que posea información accesible y adaptada al grupo de personas que quisiera empezar de cero un proyecto. Arduino (Arduino, 2016) es en realidad tres cosas: hardware libre, software libre y lenguaje de programación libre.

Una placa de **hardware libre** que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra (los cuales están unidos internamente a los pines de E/S del microcontrolador) que permiten conectar de forma sencilla y cómoda diferentes tipos de sensores y actuadores.

Cuando se habla de “placa hardware” me refiero a una PCB⁸ (del inglés “printed circuit board”, o sea, placa de circuito impreso). Las PCBs se utilizan para conectar eléctricamente, a través de los conductores, diferentes componentes electrónicos soldados a ella. Una PCB es la forma más compacta y estable de construir un circuito electrónico, pero la parte negativa es que una vez fabricada, su diseño es bastante difícil de modificar. Así pues, la placa Arduino no es

⁸ Las PCBs son superficies fabricadas de un material no conductor (normalmente resinas de fibra de vidrio reforzada, cerámica o plástica) sobre las cuales aparecen laminadas (“pegadas”) pistas de material conductor (normalmente cobre). (Artero, 2013, pág. 63)

más que una PCB que implementa un determinado diseño de circuitería interna. (Artero, 2013, págs. 63-64)

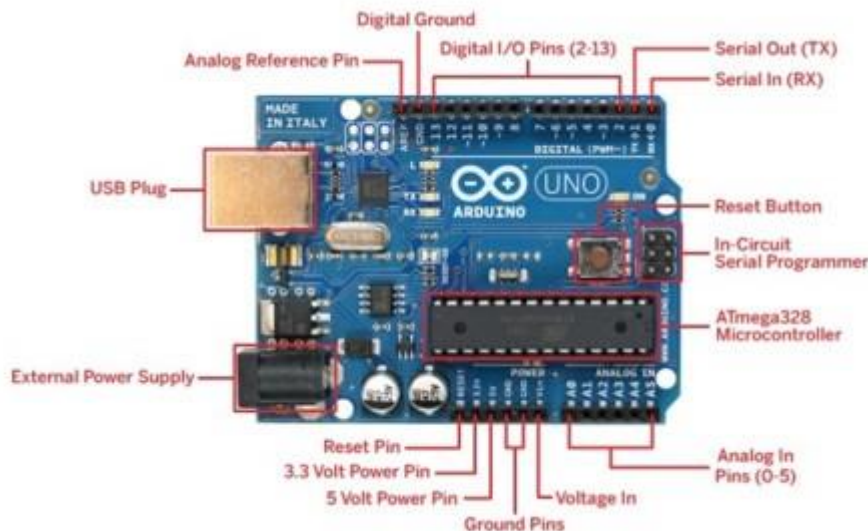


Figura 20. Placa Arduino con sus componentes. (Doutel, 2015)

Un **software** (más en concreto, un “entorno de desarrollo”) gratis, libre y multiplataforma (ya que funciona en Linux, MacOS y Windows) que se debería instalar en el ordenador y que permite escribir, verificar y guardar (“cargar”) en la memoria del microcontrolador de la placa Arduino el conjunto de instrucciones que se desea que este empiece a ejecutar. Es decir: permite programarlo. La manera estándar de conectar el computador con la placa Arduino para poder enviarle y grabarle dichas instrucciones es mediante un simple cable USB, gracias a que la mayoría de placas Arduino incorporan un conector de este tipo. (Artero, 2013, págs. 64-65)

Según la Free Software Foundation (Free Software Foundation, 1985), organización encargada de fomentar el uso y desarrollo del software libre a nivel mundial, un software para ser considerado libre ha de ofrecer a cualquier persona u organización cuatro libertades básicas e imprescindibles:

Libertad 0: la libertad de usar el programa con cualquier propósito y en cualquier sistema informático.

Libertad 1: la libertad de estudiar cómo funciona internamente el programa, y adaptarlo a las necesidades particulares. El acceso al código fuente es un requisito previo para esto.

Libertad 2: la libertad de distribuir copias.

Libertad 3: la libertad de mejorar el programa y hacer públicas las mejoras a los demás, de modo que toda la comunidad se beneficie. El acceso al código fuente es un requisito previo para esto.

El uso del software de Arduino además de ser más sencillo, es más popular por lo que se puede tener acceso a un mayor número de tutoriales en Internet.

Un **lenguaje de programación libre**. Por “lenguaje de programación” se entiende cualquier idioma artificial diseñado para expresar instrucciones (siguiendo unas determinadas reglas sintácticas) que pueden ser llevadas a cabo por máquinas. Concretamente dentro del lenguaje Arduino, se encuentra elementos parecidos a muchos otros lenguajes de programación existente (como los bloques condicionales, los bloques repetitivos, las variables, etc.), así como también diferentes comandos –asimismo llamados “órdenes” o “funciones” – que permiten especificar de una forma coherente y sin errores las instrucciones exactas que se quiere programar en el microcontrolador de la placa. Estos comandos se escriben mediante el entorno de desarrollo Arduino. (Artero, 2013, págs. 63-65)

Tanto el entorno de desarrollo como el lenguaje de programación Arduino están inspirado en otro entorno y lenguaje libre preexistente: Processing (Processing Foundation, 2001), desarrollado inicialmente por Ben Fry y Casey Reas.

2.2.3.3) *¿Por qué elegir Arduino?*

Arduino fue creado con el propósito de ser una plataforma extremadamente fácil de usar en comparación con otras, lo que la hace ideal tanto para los desarrolladores más experimentados como para principiantes ya que ahora sus proyectos se pueden realizar mucho más rápido y son menos laboriosos. (Pedraza, Abril 2015)



Figura 21. Hardware Arduino Uno (solo USA) y Genuino Uno (Fuera de USA) (Arduino, 2016)

Existen muchas otras placas de diferentes fabricantes que, aunque incorporan diferentes modelos de microcontroladores, son comparables y ofrecen una funcionalidad más o menos similar a la de las placas Arduino. Todas ellas también vienen acompañadas de un entorno de desarrollo agradable y cómodo y de un lenguaje de programación sencillo y completo. No obstante, la plataforma Arduino (hardware + software) ofrece una serie de ventajas:

Arduino es libre y extensible: esto quiere decir que cualquiera que desee ampliar y mejorar tanto el diseño hardware de las placas como el entorno de desarrollo software y el propio lenguaje de programación, puede hacerlo sin problemas. Esto permite que exista un rico

“ecosistema” de extensiones, tanto de variantes de placas no oficiales como de librerías software de terceros, que pueden adaptarse mejor a las actuales necesidades.

Arduino tiene una gran comunidad: muchas personas lo utilizan, enriquecen la documentación y comparten continuamente sus ideas.

Su entorno de programación es multiplataforma: se puede instalar y ejecutar en sistemas Windows, Mac OS X y Linux. Esto no ocurre con el software de muchas otras placas.

Su entorno y el lenguaje de programación son simples y claros: son muy fáciles de aprender y de utilizar, a la vez que flexibles y completos para que los usuarios avanzados puedan aprovechar y exprimir todas las posibilidades del hardware. Además, están bien documentados, con ejemplos detallados y gran cantidad de proyectos publicados en diferentes formatos.

Las placas Arduino son baratas: la placa Arduino estándar (llamada Arduino UNO) ya pre ensamblada y lista para funcionar cuesta alrededor de 15 dólares. Incluso, uno mismo se la podría construir (Arduino es hardware libre) adquiriendo los componentes por separado, con lo que el precio total de la placa resultante sería incluso menor.

Las placas Arduino son reutilizables y versátiles: reutilizables porque se puede aprovechar la misma placa para varios proyectos (ya que es muy fácil de desconectarla, reconectarla y reprogramarla), y versátiles porque las placas Arduino proveen varios tipos diferentes de entradas y salidas de datos, los cuales permiten capturar información de sensores y enviar señales a actuadores de múltiples formas. (Artero, 2013, págs. 70-71)

El objetivo de investigar estas tecnologías es el de utilizar un dispositivo que cuente con un procesador capaz de permitir la recolección de datos, supervisión del entorno, envío de alarmas y

accionar sensores con un bajo consumo energético, con un costo bajo y que sea capaz de usarse con código abierto.

Name	Arduino Uno	Raspberry Pi	BeagleBone
Model Tested	R3	Model B	Rev A5
Price	\$29.95	\$35	\$89
Size	2.95"x2.10"	3.37"x2.125"	3.4"x2.1"
Processor	ATMega 328	ARM11	ARM Cortex-A8
Clock Speed	16MHz	700MHz	700MHz
RAM	2KB	256MB	256MB
Flash	32KB	(SD Card)	4GB(microSD)
EEPROM	1KB		
Input Voltage	7-12v	5v	5v
Min Power	42mA (.3W)	700mA (3.5W)	170mA (.85W)
Digital GPIO	14	8	66
Analog Input	6 10-bit	N/A	7 12-bit
PWM	6		8
TWI/I2C	2	1	2
SPI	1	1	1
UART	1	1	5
Dev IDE	Arduino Tool	IDLE, Scratch, Squeak/Linux	Python, Scratch, Squeak, Cloud9/Linux
Ethernet	N/A	10/100	10/100
USB Master	N/A	2 USB 2.0	1 USB 2.0
Video Out	N/A	HDMI, Composite	N/A
Audio Output	N/A	HDMI, Analog	Analog

Figura 22. Tabla comparativa técnica Arduino vs Raspberry (Crespo, 2016)

2.2.4) GPRS SIMCOM SIM900 Quad band GSM shield

Este dispositivo es el medio de enlace entre el abonado y la central de Alarma Comunitaria, cuando se active la alerta por medio del botón pulsador, este dispositivo será el encargado de enviar SMS alertando a los abonados sobre el evento, permitiendo a los vecinos puedan tomar acciones preventivas en caso de detectarse alguna anomalía en el Conjunto Ruiseñor 2.

En la actualidad se puede ver la existencia de varios módulos GSM/GPRS, pero se ha optado por revisar este shield de comunicaciones celulares SIM900 por compatibilidad e integración con el microcontrolador Arduino, que permite trabajar con comandos AT con un

control bastante simple, y que posee la posibilidad de comunicarse con cualquiera de las operadoras del país usando las 4 bandas de comunicación celular 850, 900,1800 y 1900 MHz.

Tabla 13. Especificaciones del módulo de comunicaciones GSM SIMCOM SIM900

Característica	Valor
Bandas de Operación [MHz]	850 / 900 / 1800 / 1900
Compatibilidad	Arduino UNO / Arduino Mega
Puerto de Comunicación	Serial UART
Súper Capacitor	Para alimentación del RTC
Encendido y Reseteo	Botones Manuales y Pines Digitales
Obedece a la Fase 2/2+ de GSM	– Class 4 (2 W @850/ 900 MHz) – Class 1 (1 W @ 1800/1900MHz)
Control mediante comandos AT	GSM 07.07 ,07.05 y comandos AT mejorado por EFCOM.
Consumo Energético	1.5 mA (modo standby)

Nota: Tomada de (Electrónica Elemon, 2010)

A destacar el modem GSM/GPS SIMCOM ya ha sido homologado por ARCOTEL en Ecuador desde el 2012 por lo que su uso no estaría restringido para engancharlo con cualquier operadora.


TERMINALES HOMOLOGADOS		Listado de Terminales Homologados por ARCOTEL			
Fuente: ARCOTEL		Fecha de publicación: 20 de Septiembre de 2015		Volver al Inicio	
Fecha de Corte: Agosto de 2015					
Certificado	Fecha certificado	Marca	Modelo	Clase_Equipo	
1695	08/03/2012	SHANGHAI SIMCOM	SIM900 (GSM/GPRS 850MHz/900MHz/1800MHz/1900MHz)(Módulo GSM/GPRS)	Modems	

Figura 23. Lista de terminales homologados por ARCOTEL Certificado 1695. (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, 2015)

Los módems GSM permite el intercambio de datos con otro módem utilizando comandos AT originales. Son como pequeños teléfonos móviles, que incluyen su propia tarjeta SIM para poder funcionar y por tanto permiten gestionar la base de datos de teléfonos, la lista de los mensajes SMS recibidos, enviar mensajes SMS, configurar diversos parámetros, etc. (Martos, 2005, pág. 79).

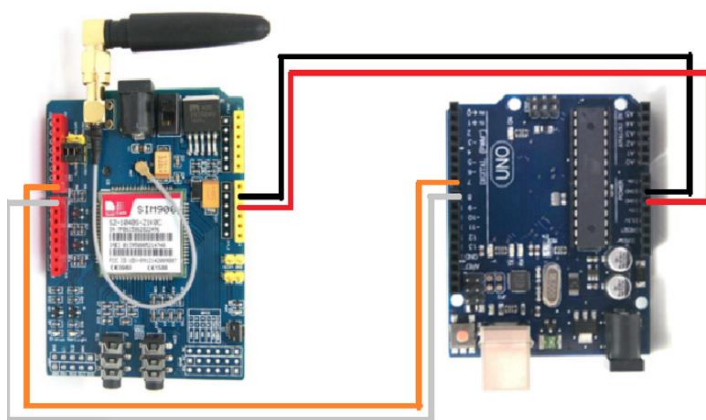


Figura 24. Hardware SIM900 integrada con placa Arduino UNO. (Lara, 2015)

El módulo GPRS está configurado y controlado por UART⁹ usando comandos AT, por lo que solo se requiere conectar la tarjeta al microcontrolador y esta comienza a comunicarse a través de comandos AT. Por esta razón se la considera ideal para sistemas remotos, comunicación recursiva, puntos de control, mandar mensajes de texto a celulares y en este caso conectar un dispositivo de alarma comunitaria por medio de una red celular a una central de monitoreo. (Lara, 2015)

⁹ UART: Universal Asynchronous Receiver-Transmitter / Recepción-Transmisión Asíncrona Universal, es uno de los protocolos serie más utilizados para transmitir y recibir datos entre 2 dispositivos.

2.3) Comunicaciones de datos

Actualmente las comunicaciones se las ve en todos los medios del diario vivir, desde una llamada telefónica, pasando por el envío de correos electrónicos hasta la transferencia de archivos, por lo que al mencionar redes de comunicaciones se viene a la mente un esquema donde existe un mensaje con una estructura que posee una fuente, un medio de transmisión, un receptor y destino, el cual se usará para transmitir información desde un dispositivo móvil hacia la alarma y viceversa, con la finalidad que todos los usuarios registrados puedan ser notificados y alertados al existir un evento.

En el intercambio de datos entre las Alarmas Comunitarias, los procedimientos involucrados pueden llegar a ser bastante complejos. Considérese, la transferencia de SMS entre la central de Alarma Comunitaria y un abonado. En este caso, debe haber un camino entre los dos dispositivos, directo o a través de una red de comunicación, pero además, normalmente se requiere la realización de las siguientes tareas adicionales:

- El sistema fuente de información “Central de Alarma Comunitaria” debe activar un camino directo de datos o bien debe proporcionar a la red de comunicación la identificación del sistema destino deseado.
- El sistema fuente debe asegurarse de que el destino “Abonado” está preparado para recibir datos.
- La aplicación de transferencia de archivos en el origen debe asegurarse de que el programa gestor en el destino está preparado para aceptar y almacenar el archivo para el usuario determinado.
- Si los formatos de los dos archivos son incompatibles en ambos sistemas, uno de los dos deberá realizar una operación de traducción. (Stallings, 2004)

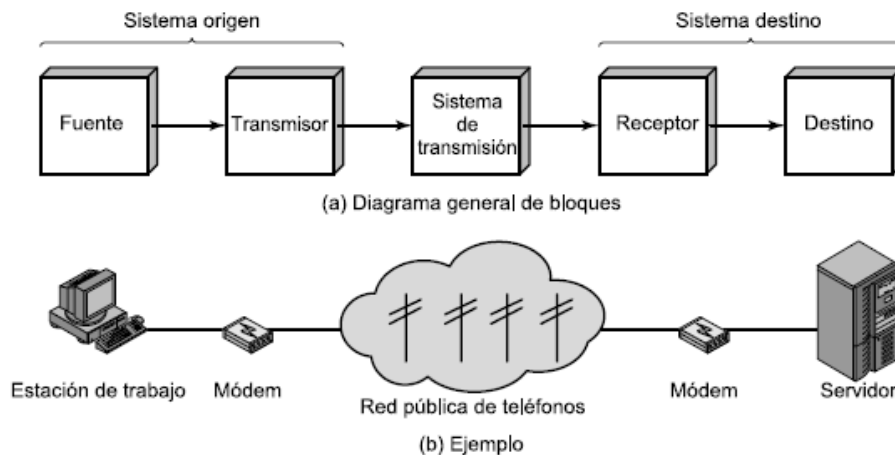


Figura 25. Modelo simplificado para las comunicaciones. (STALLINGS, 2004, pág. 11)

Como se ha visto, es primordial que tanto la fuente “Central de Alarma Comunitaria” como el destino “Abonado” hablen el mismo idioma en este caso manejen el mismo protocolo de comunicación. “Esta misma aproximación es la que se adoptó en el ya famoso modelo de interconexión de sistema abiertos (OSI, Open System Interconnections)” (Stalling, 2000, pág. 30)

Teniendo esto presente, otro pensaría que es natural estructurar las tareas de las comunicaciones en tres capas relativamente independientes: la capa de acceso a la red, la capa de transporte y la capa de aplicación. (STALLINGS, 2004, pág. 25)

2.3.1) Interfaces de comunicaciones

Generalmente al escuchar interfaz de comunicación se viene a la mente un cable que se conecta de un equipo de computación a otro, de manera simple es esta la visión y para este caso se hablará de 2 interfaces de comunicaciones que permitirá comunicarnos de manera fácil y amigable de un computador con sistema operativo al microcontrolador que se mencionó anteriormente para poder configurarlo, y así, continuar con el estudio planteado para esta tesis.

2.3.1.1) RS-232

En la década de los años 60 la EIA desarrolló una interfaz común de comunicación con el objetivo principal del intercambio de datos a través de líneas telefónicas de voz que por ende requerían de un dispositivo traductor de señales (*análogo-digital* y *digital-análogo*), el protocolo de la norma utiliza un modo asíncrono en el cual, el emisor y el receptor manejan su propio reloj, donde ambos deben tener la misma frecuencia. (Saboya, 2012)

Los puertos estándar de un PC, o sea, el puerto paralelo (IEEE 1284 “Standard Signaling Method for a Bi-directional Parallel Peripheral Interface for Personal Computers”) o los dos puertos serie (RS232) son apropiados para la conexión de muchas unidades de hardware distintas. Además, ofrecen al usuario avanzado la posibilidad de programar dispositivos que no sirven como estándar general y poder así hacer realidad ideas y diseños propios de forma relativamente fácil. (Rodríguez, 2007, pág. 1055)

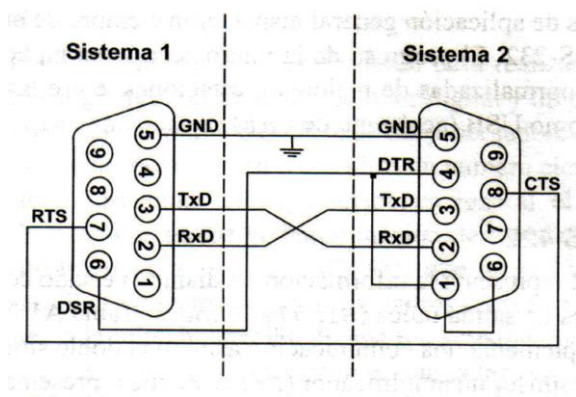


Figura 26. Conector serial tipo D9 para comunicaciones RS-232. (Saboya, 2012, pág. 4)

La Norma RS-232 fue definida para conectar un ordenador a un modem. Además de transmitirse los datos de una forma serial asíncrona, son necesarias una serie de señales

adicionales, que se definen en la norma, utilizados para control. Las tensiones empleadas están comprendidas entre +15/-15 voltios.

Tabla 14. *Señales eléctricas que se observan en el protocolo de la RS-232.*

Tipo de señal	Acrónimo	Función
Request To Send	RTS	Señal que se envía de la computadora (DTE) al módem (DCE) para indicar que se quieren transmitir datos. Si el módem decide que esta OK, asiente por la línea CTS. Una vez la computadora prende la señal RTS, esperará que el módem asiente la línea CTS. Cuando la señal CTS es afirmado por el módem, la computadora empezará a transmitir datos
Clear To Send	CTS	Acuso de recibido por el módem después de recibir la señal de RTS indica que la computadora puede transmitir.
Data Terminal Ready	DTR	Esta línea de señal es afirmada por la computadora, e informa al módem que la computadora está lista para recibir datos
Data Set Ready	DSR	Esta línea de señal es afirmada por el módem en respuesta a una señal de DTR de la computadora. La computadora supervisa el estado de esta línea después de afirmar DTR para descubrir si el módem esta encendido.
Receive Signal Line Detect	RSLD	Esta línea de control es afirmada por el módem e informa a la computadora que se ha establecido una conexión física con otro módem. A veces se conoce como detector de portadora (CD). sería un error que una computadora transmita información a un módem si esta línea no está prendida, es decir si la conexión física no funciona
Transmit Data	TD	Línea por donde el dato se transmite de un bit a la vez
Receive Data	RD	Línea por donde el dato se recibe de un bit a la vez.

Nota: Tabla tomada de (Red de datos, 2017)

Las computadoras estándar de aplicación general estuvieron dotadas de puertos serie para salida a periféricos normalizados como RS-232 pero en la actualidad se emplean los puertos USB (*Universal Serial Bus*) que tienen desempeños superiores y se encuentran, además, dispositivos PCI Express de alto rendimiento compatibles con sistemas operativos Windows como el que se ilustra en la figura. (Saboya, 2012, pág. 4)



Figura 27. Interfaz RS-232 de 8 puertos para transmisión desde 2 bps hasta 1 Mbps [8].

2.3.1.2) *USB (Bus de serie universal)*

Esta interfaz de comunicación de entrada/salida es más rápida que los puertos seriales estándar y se basa en una arquitectura de tipo serial. La arquitectura serial se utilizó para este tipo de puerto por dos razones principales:

- Por velocidad, debido a que este tipo de interfaz no admite frecuencias demasiado altas, la arquitectura serial brinda al usuario una velocidad de reloj mucho más alta que la interfaz en paralelo.
- Por costos, los cables seriales resultan mucho más económicos que los cables paralelos.

Existen dos tipos de conectores USB (Tipo A y Tipo B):

- **Tipo A**, su forma es rectangular y generalmente se utilizan para dispositivos que no requieren demasiado ancho de banda (como el teclado, el ratón, las cámaras Web, etc.);
- **Tipo B**, su forma es cuadrada y principalmente se utilizan para dispositivos de alta velocidad (discos duros externos, etc.). (CCM, 2017)

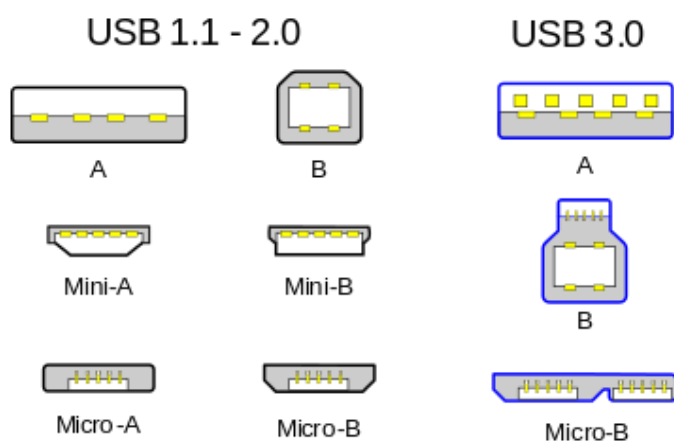


Figura 28. Tipo de conectores USB (Wikipedia, 2017)

Tabla 15. Conectores de los tipos A y B

Pin	Nombre	Color de cable	Descripción
1	VCC	Rojo	+5 V
2	D-	Blanco	Data -
3	D+	Verde	Data +
4	GND	Negro	Tierra

Nota: Tomado de (Wikipedia, 2017)

Tabla 16. Conectores de los tipos «mini» y «micro»

Pin	Nombre	Color de cable	Descripción
1	VCC	Rojo	+5 V

2	D-	Blanco	Data -
3	D+	Verde	Data +
4	ID	Ninguno	Permite la distinción de Micro-A y Micro-B Tipo A: conectado a tierra Tipo B: no conectado
5	GND	Negro	Tierra y retorno o negativo

Nota: Tomado de (Wikipedia, 2017)

Tal como lo menciona el portal web (InformaticaModerna.com, 2017) el uso del puerto USB se extiende a varios dispositivos electrónicos desde memorias USB hasta microcontroladores los cuales facilita el manejo y uso de cada uno de estos aportando grandes velocidades de transferencia de datos, como lo menciona la tabla 7.

Tabla 17. *Velocidades de transmisión alcanzadas en las diferentes versiones.*

Versión de puerto	Velocidad máxima en Megabits por segundo	Velocidad máxima en (MegaBytes/segundo)
USB 1.0 (Low Speed)	1.5 Mbps	187.5 KB/s
USB 1.1 (Full Speed)	12 Mbps	1.5 MB/s
USB 2.0 (Hi-Speed)	480 Mbps	60 MB/s
USB 3.0 (Super Speed)	3200 Mbps / 3.2 Gbps	400 MB/s

Nota: Tomado de (USB ORG, 2017)

2.3.2) Redes de transmisión de datos

El proyecto de alarma comunitaria debe tomar en cuenta varios aspectos concernientes a la comunicación entre cada uno de sus componentes, por lo que se debe contemplar; ¿cómo se va a comunicar con la alarma para que esta se active? y ¿cómo el módulo de la alarma se comunicaría con los propietarios del conjunto para informar sobre un evento (alerta visual, sonora, envío de datos por SMS, etc.)?

La red de transmisión de datos es el conjunto formado por equipos y, medios físicos y lógicos que permiten la comunicación de información entre diferentes usuarios a cualquier distancia que se encuentren. Estas redes pueden ser de ámbito local (LAN) o de ámbito global (WAN). (EUATM, 2004, pág. 1)

En el caso de las alarmas comunitarias se ha encontrado con inconvenientes de cobertura. La solución al problema es conectar cada una de las alarmas comunitarias a una red de comunicación por medio de tecnologías como GSM. Para clasificar las redes tradicionalmente se consideran dos grandes categorías: las redes de área amplia (WAN, Wide Area Networks) y las redes de área local (LAN, Local Area Networks).

2.3.3) Redes Celulares

La alarma comunitaria puede ser activada con un pulsador infrarrojo, teniendo en cuenta que existe una limitante con la distancia y la línea de vista se busca otra alternativa que tenga una amplia cobertura y que sea de uso masivo, la alarma comunitaria contará con la opción adicional de ser activada con un SMS de un dispositivo celular y reenviar un SMS comunicando a los usuarios registrados información sobre la activación de la alarma comunitaria.

La telefonía celular se diseñó para proporcionar conexiones de comunicaciones estables entre dos dispositivos móviles o entre una unidad móvil y una unidad estacionaria (tierra). Un proveedor de servicios debe ser capaz de localizar y seguir al que llama, asignando un canal a la llamada y transfiriendo la señal de un canal a otro a medida que el dispositivo se mueve fuera del rango de un canal y dentro del rango de otro.

Para que este seguimiento sea posible, cada área de servicio celular se divide en regiones pequeñas denominadas células. Cada célula contiene una antena y está controlada por una

pequeña central, denominada central de célula. A su vez, cada central de célula está controlada por una central de conmutación denominada central de conmutación de telefonía móvil (MTSO, Mobile telephone switching office). La MTSO coordina las comunicaciones entre todas las centrales de célula y la central telefónica. Es un centro computarizado que es responsable de conectar las llamadas y de grabar información sobre la llamada y la facturación (véase la Figura 18).

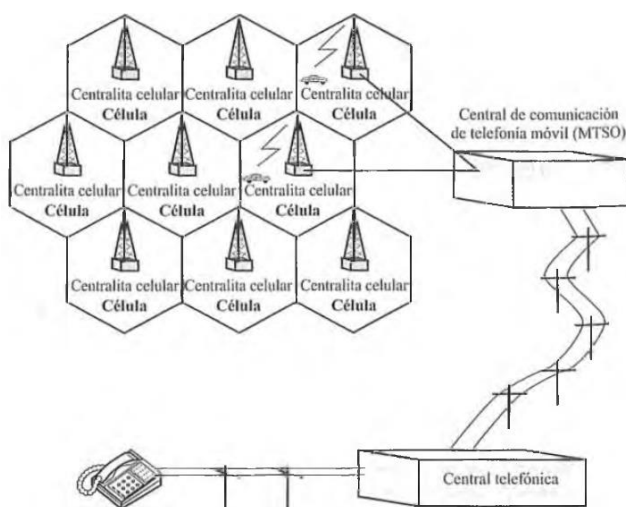


Figura 29. Sistema celular (Forouzan, 2001, pág. 237)

El tamaño de la célula no es fijo y puede ser mayor o menor dependiendo de la población del área. El radio típico de una célula está entre 2 y 20 kilómetros. Las áreas con alta densidad necesitan más células geográficamente más pequeñas para satisfacer las demandas de tráfico que las áreas de baja densidad de población. Una vez calculado, el tamaño de células se puede optimizar para prevenir las interferencias de las señales de las células adyacentes. La potencia de la transmisión de cada célula se mantiene baja para prevenir que su señal interfiera a las de otras células.

2.3.3.1) *GSM (Global System for Mobile communications)*

Es un estándar mundial para teléfonos móviles digitales creado por la CEPT y posteriormente desarrollado por el ETSI como un estándar para los teléfonos móviles europeos, con la intención de desarrollar una normativa que fuera adoptada mundialmente. (Martos, 2005, pág. 70)

GSM tiene cuatro versiones principales basadas en las bandas: GSM-850, GSM-900, GSM-1800 y GSM-1900. GSM-900 (900 MHz) y GSM-1800 (1,8 GHz) son utilizadas en la mayor parte del mundo, salvo en Estados Unidos, Canadá y el resto de América Latina, lugares en los que se utilizan las bandas de GSM-850 y GSM-1900 (1,9 GHz), ya que en EE.UU. las bandas de 900 y 1800 MHz están ya ocupadas para uso militar. Inicialmente, GSM utilizó la frecuencia de 900 MHz, pero tras su rápida expansión, pronto se saturó el espacio radioeléctrico entorno a esa frecuencia por lo que las redes de telecomunicación pública empezaron a utilizar las frecuencias de 1800 y 1900 MHz, con lo cual es habitual que los equipos móviles de hoy en día sean tribanda. (Martos, 2005, pág. 70)

El único servicio ofrecido por GSM y que no se encuentra en los sistemas analógicos más antiguos es el que realmente interesa para este proyecto de Alarmas Comunitarias, el servicio de mensajes cortos o SMS (Short Message Service). SMS es un servicio bidireccional para mensajes alfanuméricos cortos (hasta 160 bytes). (Martos, 2005, pág. 70)

2.3.3.1.1) *Arquitectura de la red GSM*

En la Figura inferior se muestra de manera resumida la arquitectura de la red GSM. Esta arquitectura es más compleja y dispone de más elementos que los presentados en esta figura. El

objetivo de esta introducción es describir el servicio SMS a nivel de aplicación, sin entrar en demasiados detalles de la red subyacente.

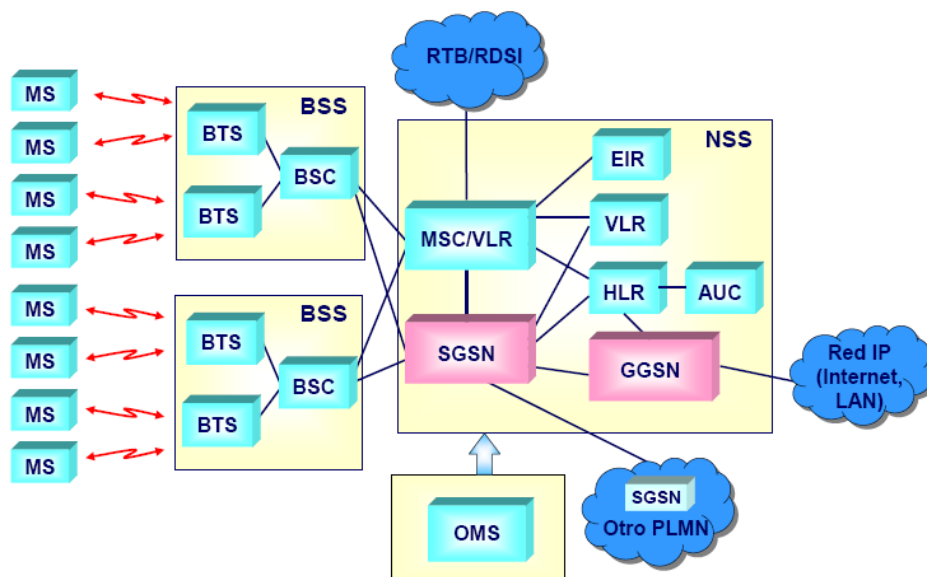


Figura 30. Arquitectura de la red GSM (Martos, 2005, pág. 71)

A continuación un resumen de los bloques más importantes de esta arquitectura.

1. Subsistema Radio (RSS, Radio SubSystem). Cubre la comunicación entre las estaciones móviles (MS) y las estaciones base (BTS). El interfaz radio entre ellas se denomina Um.
2. El subsistema de estaciones base (BSS), incluido dentro de la parte Radio, está constituido por los siguientes elementos:
 - a) BTS (Base Transceiver Station): emisor, receptor y antena. Procesa los canales radio (Interfaz Um).
 - b) BSC (Base Station Controller): Handover, control de las BTS, mapeo de canales radio sobre los canales terrestres. Por un lado se comunica con las BTS a través de

un interfaz con canales de 16kbits/s (Abis) y por otro lado se comunica con los MSC a través del interfaz A, con canales de 64kbits/s.

Este subsistema hace de interfaz entre la parte radio y la parte de red.

3. Subsistema de red y conmutación (NSS, Network and Switching Subsystem).

Conmutación, gestión de la movilidad, interconexión con otras redes y control del sistema.

Esta es la parte más compleja, siendo sus elementos fundamentales los siguientes:

- a) MSC (Mobile Services Switching Center), centro de conmutación entre otras muchas funciones.
- b) GMSC (Gateway Mobile Services Switching Center). Conexión con otras redes.
- c) Bases de datos:
 - i. HLR (Home Location Register).
 - ii. VLR (Visitor Location Register).
 - iii. EIR (Equipment Identity Register). (Martos, 2005, págs. 71-72)

2.3.3.1.2) *La trama GSM*

Para la transmisión de “bits” entre la estación base y una estación móvil se utilizan canales físicos, caracterizados por un número de slot y una portadora. Dentro de cada portadora, capaz de transportar una multitrama se multiplexan en el tiempo 8 ranuras, formando una trama TDMA. En el gráfico de la Figura 20 se ha detallado una de estas tramas de tráfico aunque las hay de otros tipos. Cabe indicar que dentro de los 26 slots de la multitrama, el 12 está reservado para señalización y el 25 no se utiliza, siendo el resto canales de datos.

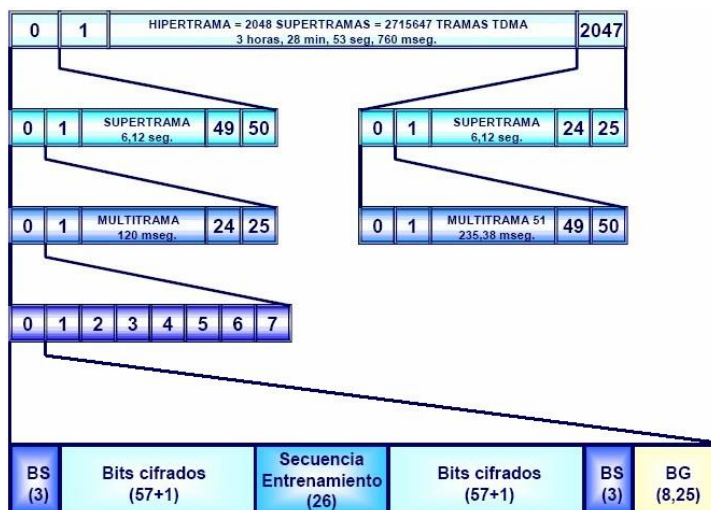


Figura 31. Diagrama de entramado GSM (Martos, 2005, pág. 72)

2.3.3.2) Comandos AT

Los comandos AT (se denominan así por la abreviatura de attention) son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal módem. En un principio, el juego de comandos AT fue desarrollado en 1977 por Dennis Hayes como un interfaz de comunicación con un módem para así poder configurarlo y proporcionarle instrucciones, tales como marcar un número de teléfono. (Martos, 2005, pág. 78)

Los teléfonos móviles GSM poseen un grupo de comandos AT que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales. Este grupo de instrucciones puede encontrarse en la documentación técnica de los terminales GSM que admite ejecutar acciones como la de realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración del terminal permite configurar a los abonados de las alarmas comunitarias. (Martos, 2005, pág. 78)

Tabla 18. Comandos AT más usados en los módulos GSM/GPRS y GPS SIM900 y SIM808

Comando	Función
---------	---------

AT	Comprueba estado del módulo SIM900.
AT+CPIN="XXX"	Introduce el PIN de la SIM. Cambiar XXX por el PIN.
AT+CREG?	Comprueba la conexión a la red.
ATD09XXX;	Realiza una llamada. Sustituir 09XXX por el número al que quiere llamar.
ATA	Inicia una llamada.
ATH	Finaliza una llamada.
AT+CMGF=1	Configura el modo texto para enviar o recibir mensajes. Devuelve ">" como inductor.
AT+CMGS="09XXX"	Número al que se va a enviar el mensaje.
AT+CLIP=1	Activa la identificación de llamada.
AT+CNMI=2,2,0,0,0	Configura el módulo para que muestre los SMS por el puerto serial.
AT+CGATT=1	Conecta a la red GPRS.
AT+CSTT="APN","usuario","contraseña"	Define APN. usuario y contraseña
AT+CIICR	Activa el perfil de datos inalámbrico
AT+CIFSR	Obtiene la IP
AT+CIPSTART="TCP","direccionIP","puerto"	Indica el tipo de conexión, dirección IP y puerto al que realiza la conexión

AT+CIPSEND

Prepara el envío de datos. Devuelve “>” como inductor.

Nota: Tomada de (PROMETEC, 2017)

2.3.3.3) Servicio SMS

Permite transferir un mensaje de texto entre una estación móvil (MS) y otra entidad (SME) a través de un centro de servicio (SC). El servicio final ofrecido es una comunicación extremo-extremo entre la estación móvil (MS) y la entidad (SME). La entidad puede ser otra estación móvil o puede estar situado en una red fija. En el caso de envío de un mensaje entre dos móviles, ambas partes son estaciones móviles. Cuando se envía un mensaje para solicitar algún tipo de servicio de valor añadido, un lado es una estación móvil y el otro es un servidor que atiende las peticiones.

GSM sólo especifica la parte de comunicaciones entre las estaciones móviles (MS) y el Centro de servicio. La comunicación entre el Centro de Servicio y las entidades fijas, queda fuera del ámbito de esta norma.

El servicio SMS se divide en dos servicios Básicos detallados en la Figura 21:

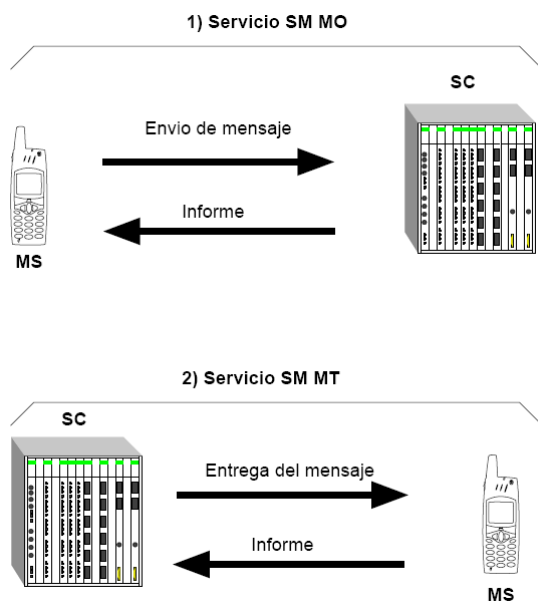


Figura 32. Servicios básicos SM MO y SM MT

1. SM MT (Short Message Mobile Terminated Point-to-Point). Servicio de entrega de un mensaje desde el SC hasta una MS, obteniéndose un informe sobre lo ocurrido.
2. SM MO (Short Message Mobile Originated Point-to-Point). Servicio de envío de un mensaje desde una MS hasta un SC, obteniéndose un informe sobre lo ocurrido.

2.3.3.3.1) Arquitectura

La estructura básica de la red para el servicio SMS consta de las siguientes entidades:

1. MS: Estación móvil.
2. MSC: Centro de conmutación.
3. SMS-GMSC: MSC pasarela para el servicio de mensajes cortos (Servicio SM MT).
4. SMS-IWMSC: MSC de interconexión entre PLMN y el SC (Servicio SM MO).
5. SC: Centro de Servicio.
6. HLR, VLR.

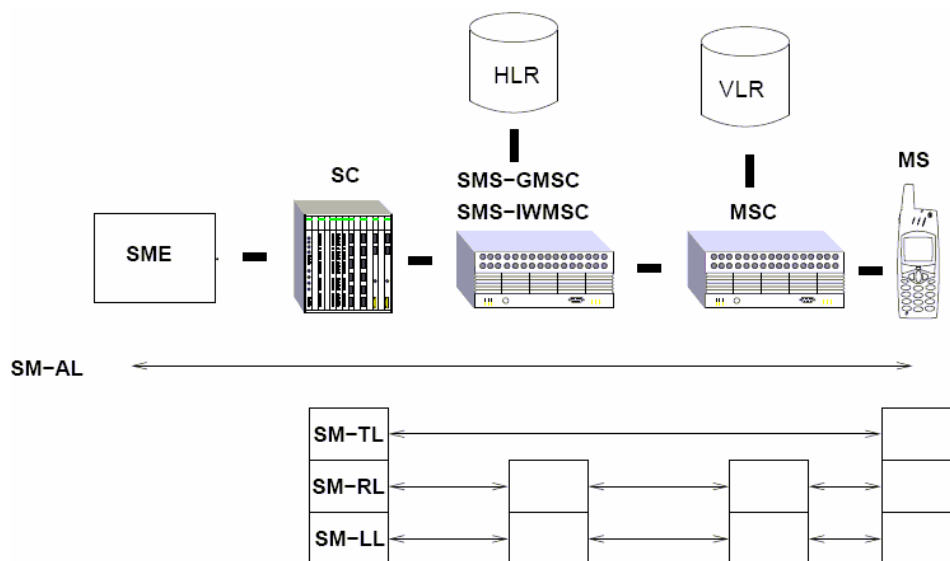


Figura 33. Arquitectura SMS

Para la descripción detallada de la arquitectura, se utiliza un modelo de capas (Figura 32), en el que cada capa o nivel proporciona un servicio a la capa superior, y este servicio se implementa mediante el protocolo correspondiente. La arquitectura se divide en 4 capas:

1. **SM-AL** (Short Message Application Layer): Nivel de aplicación.
2. **SM-TL** (Short Message Transfer Layer): Nivel de transferencia. Servicio de transferencia de un mensaje corto entre una MS y un SC (en ambos sentidos) y obtención de los correspondientes informes sobre el resultado de la transmisión. Este servicio hace abstracción de los detalles internos de la red, permitiendo que el nivel de aplicación pueda intercambiar mensajes.
3. **SM-RL** (Short Message Relay Layer): Nivel de repetición. Proporciona un servicio al nivel de transferencia que le permite enviar TPDU (Transfer Protocol Data Units) a su entidad gemela.
4. **SM-LL** (Short Message Lower Layers): Niveles inferiores.

Cada capa proporciona los servicios a la capa superior utilizando un protocolo. Se definen los protocolos SM-TP y SM-RP, que se corresponden con las capas SM-RL y SM-TL. El nivel de interés es el SM-TL, que es el que se usará para enviar y recibir SMS.

El servicio proporcionado por la capa SM-TL permite al nivel de aplicación enviar mensajes a su entidad gemela, recibir mensajes de ella así como obtener informes sobre el estado de transmisiones anteriores. Para hacerlo se utilizan las siguientes PDUs:

1. SMS-DELIVER: Transmitir un mensaje desde el SC al MS.
2. SMS-DELIVER-REPORT: Error en la entrega (si lo ha habido).
3. SMS-SUBMIT: Transmitir un mensaje corto desde el MS al SC.
4. SMS-SUBMIT-REPORT: Error en la transmisión (Si lo ha habido).
5. SMS-STATUS-REPORT: Transmitir un informe de estado desde el SC al MS.
6. SMS-COMMAND: Transmitir un comando desde el MS al SC.

2.3.3.4) GPRS ((General Packet Radio Service))

Es una extensión mejorada del GSM que permite mensajería instantánea, los servicios de mensajes cortos (SMS), multimedia (MMS), correo electrónico y que podrá estar "siempre conectados", entre otras cosas. Proporciona una cobertura inalámbrica completa y velocidades de transferencia de entre 56 a 114 kbps (kilobits por segundo). Por ejemplo, permite enviar 30 SMS por minuto, mientras que con GSM se puede mandar entre 6 y 10. (Blasco, 2016)

La red GSM preveía unos servicios de transmisión de datos desde su fase inicial. Sin embargo, se trataba de servicios con modalidad de transferencia por conmutación de circuitos. Este modo de transferencia es adecuado para las señales de voz, ya que mantener los recursos

ocupados durante todo el proceso de intercambio de información facilita el tráfico de señales sensibles a retardos. Sin embargo, no es adecuado para la transmisión de paquetes de datos.

En GPRS, se adopta la técnica del "context reservation", es decir, se tiende a preservar las informaciones necesarias para soportar o bien las peticiones de servicio de forma activa o bien las que se encuentran momentáneamente en espera. Por tanto, los recursos de radio se ocupan sólo cuando hay necesidad de enviar o recibir datos. Los mismos recursos de radio de una celda se dividen entre todas las estaciones móviles (MS), aumentando notablemente la eficacia del sistema. El servicio GPRS, por tanto, está dirigido a aplicaciones con las siguientes características:

1. Transmisión poco frecuente de pequeñas o grandes cantidades de datos (por ejemplo, aplicaciones interactivas).
2. Transmisión intermitente de tráfico de datos bursty o a ráfagas (por ejemplo, aplicaciones en las que el tiempo medio entre dos transacciones consecutivas es de duración superior a la duración media de una única transacción.) Algunos ejemplos de aplicaciones que cumplen esas características son:
 - a) RTI (Road Traffic Informatics)
 - b) Telemetría
 - c) Telealarma
 - d) Control del tráfico ferroviario
 - e) Acceso a internet usando la WWW (World Wide Web)

Capítulo III

3.1) Diseño del Sistema de Alarma Comunitaria

Para el sistema de alarma comunitaria, se tomará en cuenta el diseño del equipo ALCOM que se ha analizado y cuenta con el mayor número de prestaciones con un valor accesible que ayudará a cumplir con los objetivos del proyecto.

3.1.1) Diseño Funcional del sistema de Alarma Comunitaria

En la figura inferior se muestra un diseño funcional de la alarma comunitaria, en ella se puede apreciar, los diferentes modos de activación, los tipos de alertas, el medio de comunicación (red celular), notificación a los abonados y a la policía comunitaria.



Figura 34. Esquema funcional alarma comunitaria Conjunto Residencial Ruisseñor 2.

3.1.1.1) Funcionalidad del sistema de Alarma Comunitaria

La Alarma Comunitaria debe ser un sistema diseñado y fabricado con elementos que permitan la protección de las personas fuera y dentro de sus casas, lo que ayudará a reducir el índice de inseguridad en el sector.

Debe contar con un sistema de comunicación que permita registrar todos los habitantes del Conjunto Residencial Ruiseñor 2 brindándoles la oportunidad de reducir el riesgo de un incidente delictivo con la acción conjunta, entre los vecinos del Conjunto Residencial Ruiseñor 2 y las autoridades del barrio.

Las alarmas comunitarias contarán con dos tecnologías GSM/GPRS y RF, que permitan optimizar el uso del sistema. La tecnología GSM/GPRS permitirá usar la plataforma celular (Movistar, Claro o CNT), para enviar mensajes de texto desde el equipo a los celulares de los abonados, permitiendo conocer de dónde provino la señal entregando datos del usuario quien activó, con nombre, número de teléfono.

Así mismo, mediante los teléfonos celulares el usuario puede activar la alarma sin consumo de su saldo, sólo bastará que timbre una vez y el sistema detectará que el número que llamó se encuentra registrado y con esto iniciará todo el proceso de activación de la Alarma Comunitaria, esto permitirá reducir el número de incidentes o activaciones falsas.

La tecnología RF permitirá activar el sistema de alarma mediante un pulsador inalámbrico con un alcance de 100 metros a línea de vista, este dispositivo contará con 4 botones que activará 3 tipos de alarmas: una alarma de emergencia policial, una de bomberos o defensa civil, una de emergencia médica y el cuarto pulsador permite desactivar la sirena en caso desee silenciarla.

3.1.2.1.1) Activación de la Alarma Comunitaria

Si ya se encuentra como un usuario registrado dentro del sistema de alarma comunitaria, el abonado podrá activar la alarma de la siguiente manera:

- Por botón pulsador inalámbrico

Mediante el pulsador el abonado previamente registrado podrá activar tres tipos de alarmas según sea la emergencia:

- Alarma de Asalto o Pánico
- Alarma Médica
- Alarma de Fuego

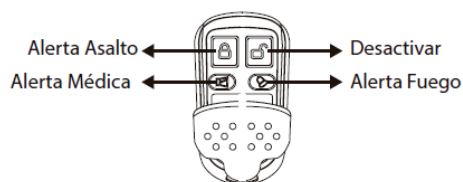


Figura 35. Botón pulsador con 4 botones de emergencia.

- Por mensaje de Texto

Enviando un SMS al número de celular asignado a la central de Alarma Comunitaria incluyendo una letra específica podrá activar la alarma dependiendo la emergencia.

- Activación de Alarma de Pánico por SMS, se debe enviar la letra (p) para activar alarma comunitaria, el equipo enviará un SMS confirmando la acción.
- Activación de Alarma Médica por SMS, se debe enviar un SMS con la letra (m) para activar alarma comunitaria, el equipo enviará un SMS confirmando la acción.

- Activación de Alarma Fuego por SMS, se debe enviar la letra (f) para activar alarma comunitaria, el equipo enviará un SMS confirmando la acción.
- Por Llamada (Repique)

El sistema de alarma comunitaria también podrá ser activado marcando el número del chip asociado a la central de alarma comunitaria, sólo timbrará sin consumir su crédito o saldo.

3.1.2.1.2) Desactivación de la Alarma Comunitaria

Si ya se encuentra como un usuario registrado dentro del sistema de alarma comunitaria, se podrá desactivar la alarma de la siguiente manera:

- Por Pulsador Inalámbrico

Pulsando el botón correspondiente a desactivación de la alarma.

- Por Mensaje de Texto

Enviando un SMS al número de celular de la central de Alarma Comunitaria.

Desactivando la Alarma, se debe enviar un SMS con la palabra (stop) para desactivar la alarma comunitaria. El equipo enviará un SMS confirmando la acción.

3.1.2) Diseño físico del sistema de Alarma Comunitaria

Este dispositivo fue construido con base de un microcontrolador en el que se agregó un adaptador para un shield para módulo GSM/GPRS (marca SIMCOM, modelo SIM900) tetra-banda 850/900/1800/1900 MHz para voz, SMS, data, etc.

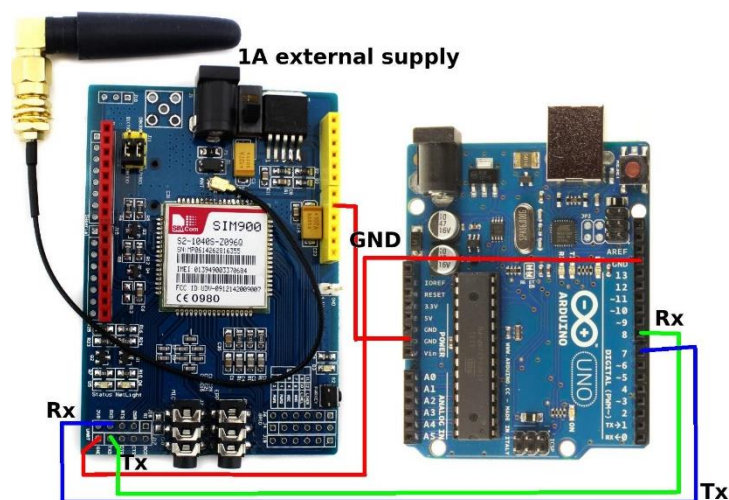


Figura 36. microcontrolador con shield SIMCOM. (Arduino Forum, 2016)

Cuenta con un receptor de radiofrecuencia en la banda de 433MHz, velocidad de datos 4.6 Kbps y sensibilidad -118 dBm, antena RF de 12 cm y distancia a línea de vista de 100 m. (Hagroy Electronic, 2012, pág. 2), el cual permitirá a los abonados previamente registrados activar la Alarma Comunitaria con un botón pulsador.

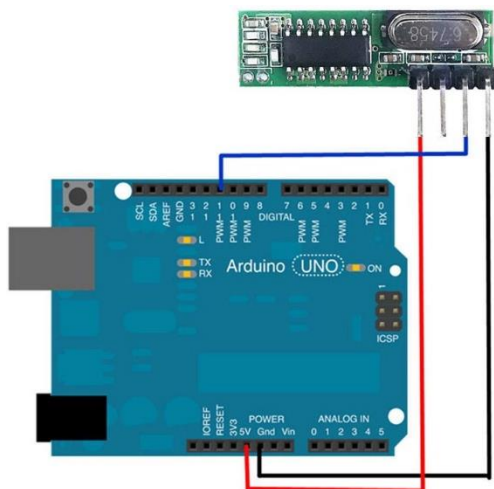


Figura 37. Diagrama de conexión receptor RF con microcontrolador.

El sistema cuenta con opciones de alimentación de 110VAC o 220VAC, con una batería de respaldo de 12V/7A. Lo que permitirá manejar un consumo de corriente 100mA en estado pasivo y hasta 1.8A activada la alerta.

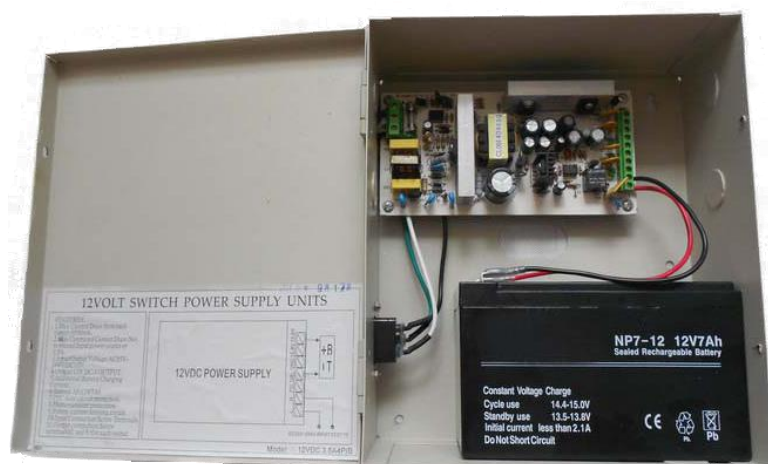


Figura 38. Batería de respaldo 12V / 7A para la central de Alarma Comunitaria.

Todos los componentes se encuentran cerrados e impermeabilizados en una caja que evita que cada uno de los componentes se vea expuesto a los diferentes factores del ambiente.

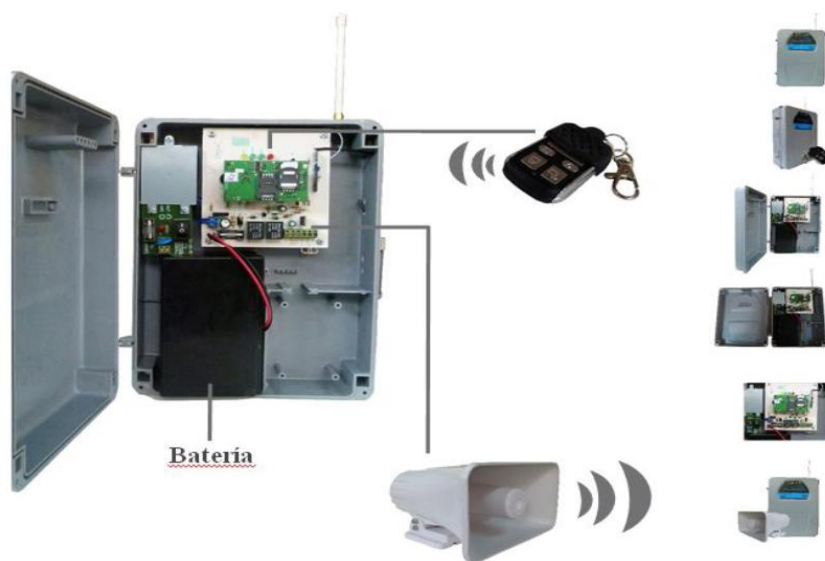


Figura 39. Gabinete ALCOM

3.1.3) Diseño de la red de comunicación y envío de SMS.

Al ser un equipo de venta no se pudo tener acceso al código fuente, sin embargo, en Internet se pudo encontrar varios tutoriales que se usaron para revisar la configuración de los módulos Arduino, sensores y shield sim900. (Anexo E)

La central de monitoreo de alarma comunitaria consta de una tarjeta de comunicaciones GSM/GPRS la cual está homologada y puede trabajar con las operadoras locales. La tarjeta SIM900 consta de un slot que permite colocar una SIM CARD por lo que la central de alarma comunitaria va a tener un número el cual funcionara como receptor para activarla por SMS y emisor para enviar SMS a los abonados alertando la activación del mismo.

3.1.3.1) Configuración modem red celular GSM/GPRS

Se ha visto necesario centrarnos en la activación por llamadas y SMS. El concepto del programa es el de guardar en una variable el texto que reciba del puerto serie del GPRS y si es una llamada o SMS, encender o apagar la alarma comunitaria. Pero claro, no es óptimo que alguien que no sea el que este configurando (u otra persona autorizada por el conjunto) se equivoque al llamar de número y active la alerta por error, así que, se ha revisado cuál es la opción para crear un listado con los números que tendrán acceso a activar la Alarma Comunitaria. (Anexo D)

La configuración para la activación de llamadas y SMS va a ser el mismo, pero es necesario inicializar el módulo SIM900. Para esto se debe configurar los campos de velocidad de conexión de puerto serie para que el SIM900 sean igual que los que posee el Arduino.

Por medio de comandos AT se debe configurar el SIM900 para introducir el PIN de la tarjeta, así como, la configuración del tiempo que se requiere para encontrar una red caso

contrario puede estar de manera indefinida consumiendo los recursos de memoria del microcontrolador.

Al tener inicializado el módulo, es necesario activar la identificación de llamada y configurar el modo texto para enviar o recibir SMS, teniendo en cuenta que la Alarma Comunitaria ALCOM posee características de integración con una aplicación WEB es necesario enviar el contenido del SMS por el puerto serie del módulo GPRS para que pueda alimentar la Aplicación de la alarma, esto se lo consigue con un string.

Teniendo en cuenta que es necesario limitar los números de los abonados que podrán activar la Central de Alarma Comunitaria se puede crear una función `identifica_llamada()` para buscar primero el final de una llamada, y después el número de teléfono y si este está autorizado. Una llamada finaliza con "NO CARRIER", así que, lo primero que se hace es buscar el número y si existe buscará los números de teléfono que se ha autorizado dentro del mensaje que se ha almacenado en el string, si está autorizado se va a cambiar el estado de la salida que activará la Central de Alarma Comunitaria, y si no, no se realizará ninguna acción.

Posterior a la verificación se debe borrar el contenido de la variable mensaje para dejarla libre para la siguiente llamada. Cuando se hacen las pruebas se recomienda dejar sonar más de un tono, por si acaso se perdiera algún carácter durante el envío y no se pueda recoger correctamente el número de teléfono. Se debe tener en cuenta que con cada tono se envía una vez el número que está llamando a la central de alarma comunitaria, con este sencillo paso puedo asegurar que el mensaje llegue bien.

3.1.3.2) Configuración sensores RF433.

Los sensores de radio frecuencia de 433Mhz (banda libre de uso) son muy populares por su bajo costo (\$12-\$14), fácil uso e integración con microcontroladores como en este caso Arduino. Es de esperarse que venga en pares, emisor (FS1000A) y receptor (XY-MK-5V), el tipo de comunicación es simplex con un solo canal y unidireccional, son de baja velocidad de transmisión pero para este proyecto sus características son muy útiles.

“La longitud de la antena óptima depende de la frecuencia del módulo. Antenas habituales para RF 433MHz son un cable de cobre de 16.5cm y la helicoidal 4.5mm de diámetro y 22mm 0 34mm de longitud”. (Llamas, 2016)

Para utilizar este módulo se lo va a alimentar con 5V y conectar el pin de datos en el Receptor (RX). Para la programación no es necesario agregar ningún tipo de librería, ya que es un proceso "transparente", por lo que el programa sería igual a usar una comunicación serial entre 2 MCUs , sin embargo existen algunas librerías que ofrecen ciertas ventajas como: verificación de errores, mejor transmisión, Direcccionamiento, Enrutamiento, mallas, etc.

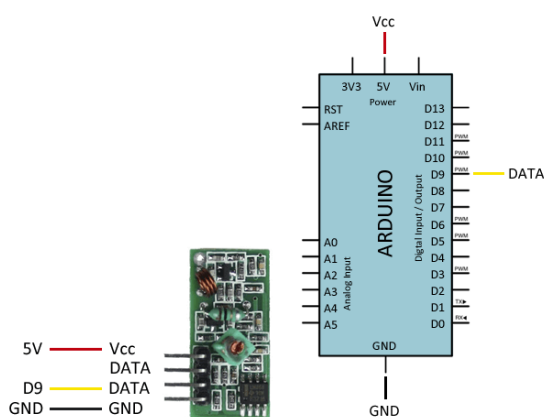


Figura 40. Conexión receptor XY-MK-5V

Con respecto al programa se trabaja como si se tratase de una comunicación serial (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter UART) normal, con el inconveniente que no existe validación o seguridad para saber si los datos son transmitidos correctamente. Para lograr una mejor transferencia se recomienda usar velocidades de 1200 o 2400 baudios o inferiores.

Se activará la sirena / luz estroboscópica de la Central de Alarma Comunitaria conectada al pin 13 del Arduino, para apagar y prender se lo hará de forma remota desde el botón pulsador.

(ANEXO F)

3.2) Pruebas de campo

Las pruebas se realizaron, primero respondiendo al requerimiento de conocer la distancia máxima de alcance de los pulsadores RF. Luego se realizó otra prueba para verificar el funcionamiento de la red con el envío de SMS según el sector en el que se encuentra el Conjunto Residencial Ruiseñor 2 de tal manera que se podrá confirmar de acuerdo al área de cobertura de la red Movistar el tiempo en el que tarda en activarse la alarma comunitaria y el tiempo en el que los abonados reciben en mensaje de alerta.

3.2.1) Alcance máximo de comunicaciones RF en línea de vista.

Es importante verificar la distancia máxima de transmisión del botón pulsador y recepción de la central de Alarma Comunitaria en línea de vista. Se debe mencionar que para el desarrollo de estas pruebas se ha colocado la central de Alarma Comunitaria en el acceso al Conjunto Residencial Ruiseñor 2, se procedió a pulsar el botón de activado de la alarma a una distancia de 100mts y se comenzó a alejarse paulatinamente y a una distancia de 200mts hasta que el dispositivo comenzó a presentar inconvenientes para activar la central de Alarma Comunitaria.

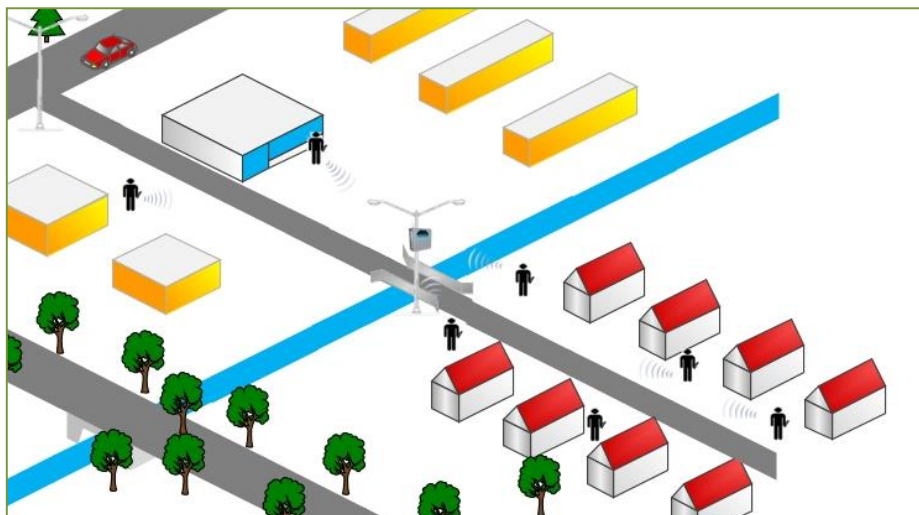


Figura 41. Disposición con Doble sirena en un punto de dos cuadras (Cobertura de 100 metros de lado y lado)

Aquí los puntos que se realizaron para las pruebas:

- Se escogió un lugar apropiado para las pruebas, primero un lugar que no posea obstáculos que atenúen la señal de transmisión (Calle Ricardo Descalzi y Gualberto Arcos) y un lugar libre para colocar la central de Alarma Comunitaria (acceso Conjunto Residencial Ruisseñor 2).

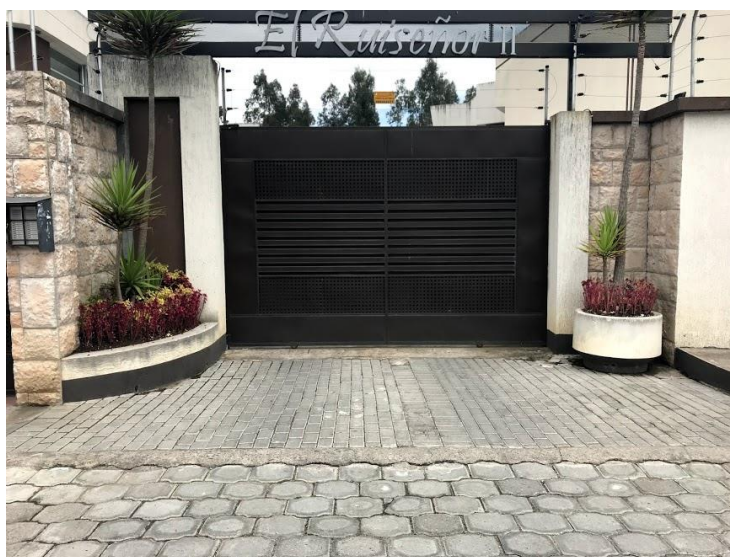


Figura 42. Acceso Conjunto Residencial Ruisseñor 2

- Utilizando el odómetro del auto en metros, se confirmó 100mts desde la entrada del conjunto Residencial Ruiseñor 2.
- Se procedió a presionar el botón y este activó la Alarma Comunitaria sin problemas. Posteriormente se comenzó a alejar paulatinamente de la central de Alarma Comunitaria, a una distancia de 130mts el pulsador comienza a presentar inconvenientes en la activación.



Figura 43. Alarma Comunitaria con pulsadores y distancia 100mts línea de vista.

- Se activó la central de Alarma Comunitaria con el botón pulsador, en la misma posición se verificó la alerta sonora y la recepción de los SMS al teléfono previamente registrado. En las 3 pruebas realizadas el tiempo de llegada del SMS con alerta de activación no excedió los 60segundos

3.2.2) Alcance máximo de comunicaciones RF con Obstáculos.

Generalmente el botón pulsador va a ser usado en circunstancias que no se tiene una vista directa a la central de Alarma Comunitaria por lo que se ha instalado la central de Alarma Comunitaria en alguna locación que pueda tener obstáculos como árboles, vegetación, etc. (Parque del Conjunto Residencial Ruiseñor 2), estos factores podrían presentar una atenuación de la señal de transmisión del pulsador RF, por lo que es necesario tener la información de la distancia máxima de transmisión incluyendo obstáculos. Esta prueba se describe a continuación:

- Se colocó la central de Alarma Comunitaria en el parque del Conjunto Residencial Ruiseñor 2 que está rodeado de árboles y algunos obstáculos.



Figura 44. Casa y Parque Conjunto Residencial Ruiseñor 2.

- Se procedió a activar la alarma desde el interior de la casa #2 situada a 40mts. La alerta se activó.



Figura 45. Conjunto Residencial Ruiseñor 2 vista desde el parque.



Figura 46. Conjunto Residencial Ruiseñor 2 visto desde acceso casa #2.

- Se aprecia que existen puntos dentro de la vivienda en los que se observó dificultad para activar la alarma (baño de visitas y cocina) que no representan un aumento

substantial en la distancia, pero presentan obstáculos de varias paredes de bloque armado de 15cms, porcelanato y revestimiento de piedra en las paredes que atenúan el desempeño del botón RF.

3.2.2.1) *Recepción de datos en Celular*

Para cerrar el presente proyecto de investigación se debe analizar la comunicación entre los abonados y la Red Celular de la Central de Alarma Comunitaria mediante el módulo shield SIMCOM SIM900. A este último se le proporcionó en su programación el número telefónico al cual se quiere transmitir y recibir las alertas como SMS en un teléfono Celular. El envío y recepción de los SMS no supera los 2 minutos.

Capítulo IV

4.1) Conclusiones y Recomendaciones

4.1.1) Conclusiones

Se evidencia el apoyo para reducir el índice delictivo en el país por parte de las entidades de control del Ecuador, ya que se ha estudiado varios proyectos de alarmas comunitarias, sin embargo, estos proyectos solo se han trabajado en ciertos sectores de la ciudad y de acuerdo a los análisis los actos delictivos tienen un alto impacto en sectores de poder adquisitivo medio – alto que no está cubierto.

Luego de haber realizado el estudio de varios proyectos implementados en varios países de la región, se puede sugerir que la alarma comunitaria con más de un método de activación (botón de pánico RF, SMS, repique, etc.) y que cuentan con tecnologías de microcontroladores que permitan integrar módulos GSM/GPRS es la que más se ajusta a la realidad nacional.

Los proyectos más exitosos han sido realizados en otros países de la región, incluso, han sido traídos a Ecuador por su éxito, lo que hace darse cuenta que se necesita impulsar más los desarrollos locales.

Se ha podido revisar que existen varias tecnologías que permiten el desarrollo de un sin número de proyectos de IoT y M2M que usan código abierto y que presentan foros en los que comparten información haciendo mucho más fácil el desarrollo de proyectos.

Existe una gran variedad de sistemas de Alarmas Comunitarias, pero aquí se ha buscado un dispositivo que se ajuste a los parámetros de: un costo accesible, excelentes prestaciones y que se pueda usar fácilmente.

4.1.2) Recomendaciones

Con el desarrollo de este proyecto de investigación y en función de los resultados obtenidos se formulan algunas sugerencias para que en un futuro se puedan desarrollar aplicaciones de IoT que permitan reducir el índice de seguridad ciudadana en el Ecuador.

- Usar microcontroladores de bajo costo que permita integrar varias tecnologías de comunicación como son GSM/GPRS, ZigBee, GPS, bluetooth, entre otros. Abriría las puertas para plantear soluciones de rastreo vehicular, control de flotas, geo-referenciación de personal de ventas, control de alumbrado público, control de medidores de agua y luz. Que permitirán ver de otra manera el uso de tecnología para mejorar los procesos.
- Usar módulos GSM/GPRS previamente homologados facilita el uso de proveedores de servicio celular en el país, de no hacerlo se debe hacer acerca al ARCOTEL a realizarlo y a cada una de las operadoras si se desea comercializarlas, así es el caso de ALCOM que tiene un registro de homologación en Movistar.
- Incluir en el shield de GSM/GPRS un slot adicional de backup para incluir a otra operadora en caso de pérdida de la señal principal, el sistema seguiría funcionando con la segunda SIMCARD.
- Usar varias alternativas de activación de una central de monitoreo de seguridad es recomendada, ya que existen lugares que no se tiene cobertura de red celular, se presenta varios factores que reducen la eficacia de un botón pulsador RF y esto podría llegar a comprometer la seguridad.
- Implementar redes con sistemas de bluetooth o ZigBee son una opción viable para proyectos que requieran cubrir grupos pequeños de objetos y centralizar la

información para enviarlos luego a una central de monitoreo. Se podría incluir un dispositivo ZigBee como nodo coordinador en la alarma y otro como un nodo sensor en cada una de las casas a la que se coloquen sensores de movimiento o electroimanes para que en caso de ausencia pueda incluir la opción de protección del hogar.

Bibliografía

© Real Academia Española. (26 de 01 de 2018). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de Real Academia Española: <http://dle.rae.es/?id=4tqakXX>

Agencia de Regulacion y Control de las Telecomunicaciones. (11 de Octubre de 2015).

Requisitos para homologar. Obtenido de ARCOTEL:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi2366jyeHYAhURHqwKHRVzAVsQFgg8MAM&url=http%3A%2F%2Fwww.arcotel.gob.ec%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F10%2F11.1-HOMOLOGACI%25C3%2593N-ACUMULADO.xlsx&usg=AOvVaw0jyMTN>

Arduino. (22 de 10 de 2016). *Arduino Products*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/>

Arduino. (14 de Enero de 2018). *Arduino*. Obtenido de Arduino:

<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

Arduino Forum. (28 de Mayo de 2016). *Forum: Arduino CC*. Obtenido de Arduino CC:

<https://forum.arduino.cc/index.php?topic=403550.0>

Artero, Ó. T. (2013). *ARDUINO Curso práctico de formación*. México D.F.: AlfaOmega.

Blasco, L. (05 de Septiembre de 2016). *BBC Mundo*. Obtenido de Cuáles son las diferencias

entre E, GPRS, 3G, 4G, 5G y esas otras redes a las que se conecta tu celular (y cómo te afectan tu conexión a internet): <http://www.bbc.com/mundo/noticias-37247130>

Carabineros de Chile. (22 de Enero de 2018). *Portal Institucional*. Recuperado el 22 de Enero de 2018, de Carabineros de Chile: <http://www.carabineros.cl/#>

CCM. (22 de enero de 2017). *CCM*. Obtenido de <http://es.ccm.net/contents/407-usb-bus-de-serie-universal>

Cedatos ©. (28 de Octubre de 2017). *Cedatos*. Obtenido de http://www.cedatos.com.ec/detalles_noticia.php?Id=86

Crespo, E. (28 de Marzo de 2016). *Aprendiendo Arduino*. Obtenido de Aprendiendo a manejar Arduino en profundidad: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/03/28/arduino-vs-raspberry-pi/#comments>

Digi International. (22 de 10 de 1996-2016). *XBEE/RF SOLUTIONS*. Obtenido de <https://www.digi.com/products/xbee-rf-solutions>

Dignani, J. P. (2011). *ANÁLISIS DEL PROTOCOLO ZIGBEE*. La Plata: Facultad de Informática Universidad Nacional de La Plata.

Doutel, F. (24 de Agosto de 2015). *Xataka*. Obtenido de Raspberry Pi frente a Arduino: ¿quién se adapta mejor a mi proyecto maker?: <https://www.xataka.com/makers/raspberry-pi-frente-a-arduino-quien-se-adapta-mejor-a-mi-proyecto-maker>

El Financiero Digital. (13 de Octubre de 2011). *www.elfinanciero.com*. Quito: El Financiero Digital.

Electrónica Elemon. (2010). *Homologación AT&T para el módulo GSM SIM900*. Argentina: Departamento Técnico de Elemon.

Empresa Metropolitana de Seguridad. (28 de Noviembre de 2012). *www.emseguridad-q.gob.ec*.

Obtenido de <http://www.emseguridad-q.gob.ec/index.php/proyectos/item/alarmas-comunitarias-2013>

EP EMSeguridad. (04 de Enero de 2018). *EM Seguridad*. Obtenido de <http://www.emseguridad-q.gob.ec/index.php/proyectos1/proyectos-tecnologicos/alarmas-comunitarias>

EUATM. (26 de Abril de 2004). *Escuela Técnica Superior de Edificación*. Obtenido de

<http://www.edificacion.upm.es/informatica/documentos/redes.pdf>

Forouzan, B. A. (2001). *TRANSMISIÓN DE DATOS Y REDES DE COMUNICACIONES* (Vol.

2). (C. F. Madrid, Ed., & D. C. NETWORKING, Trad.) Madrid, Aravaca, España:

McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U.

Free Software Foundation. (Octubre de 1985). *Free Software Foundation*. Obtenido de

<http://www.fsf.org/>

Frost & Sullivan. (13 de Abril de 2015). *Power Management in Internet of Things (IoT) and*

Connected Devices. Obtenido de Market Insight: <https://www.frost.com/sublib/display-market-insight.do?id=294383010>

FTI Consulting. (2014). *Indice de Seguridad Pública en América Latina*. Baltimore, Maryland,

Estados Unidos: FTI Consulting.

Hagroy Electronic. (13 de Julio de 2012). Brochure new Alcom. *Brochure new Alcom*. Lima,

Peru.

IE Business School. (2015). *SMART CITIES: LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LAS*

CIUDADES. Centro de Innovación del Sector Público de PwC e IE Business School.

Ilustre Municipalidad de Valdivia. (19 de Agosto de 2015). *Información de proyectos de alarmas comunitarias*. Obtenido de Información de proyectos de alarmas comunitarias:

<http://datos.gob.cl/dataset/32673>

INEC. (2015). *Tecnologías de la Información y comunicaciones (TIC'S)*. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

InformaticaModerna.com. (22 de enero de 2017). *InformaticaModerna.com*. Obtenido de

http://www.informaticamoderna.com/El_puerto_USB.htm

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2016). *Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC'S) 2016*. Quito: Ecuador en Cifras.

Jiménez, L. (2 de Septiembre de 2014). *Unidad Educativa Luis Felipe Borja del Alcazar*.

Obtenido de Conceptos básicos de comunicación de datos y redes locales:

<https://sites.google.com/site/unidosomosmaz/asignaturas-estudio/home/modulo-uno/conceptos-basicos-de-comunicacion-de-datos-y-redes-locales>

KSII TRANSACTIONS ON INTERNET AND INFORMATION SYSTEMS. (2012). *Machine-to-Machine Communications: Architectures, Standards and Applications*. China: KSII VOL. 6, NO. 2.

Lara, E. (13 de Octubre de 2015). *SIM900 GSM GPRS SHIELD CON ARDUINO UNO*.

Obtenido de <http://hetpro-store.com/TUTORIALES/sim900-gsm-shieldarduino>

Llamas, L. (06 de Diciembre de 2016). *Ingeniería, informática y diseño*. Obtenido de Luis

Llamas: <https://www.luisllamas.es/comunicacion-inalambrica-en-arduino-con-modulos-rf-433mhz/>

- MARTÍNEZ, J. M.-I. (2003). *MICROCONTROLADORES «PIC». Diseño práctico de aplicaciones. Primera parte.* (C. F. Madrid, Ed.) Madrid, Aravaca, España: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U.
- Martos, N. V. (2005). *SISTEMA EMBEBIDO PARA LA CONEXIÓN DE UN PLC SIEMENS S7-200 A LA RED GSM.* Sevilla: Trabajos y Proyectos fin de estudios de E.T.S.I.
- Ministerio Coordinador de Seguridad. (2011). *Plan Nacional de Seguridad Integral del Ecuador.* Quito: Manthra Editores.
- Ministerio Coordinador de Seguridad. (2013). *RENDICIÓN DE CUENTAS.* Quito.
- Ministerio Coordinador de Seguridad. (2014). *Plan Nacional de Seguridad Integral 2014-2017.* Quito: El telégrafo.
- Ministerio del Interior. (2011). *Ministerio del Interior.* Obtenido de <http://www.ministeriointerior.gob.ec/ministerio-del-interior-implementa-sistema-integral-de-alarmas-comunitarias/>
- Ministerio del Interior. (2014). *La Policía Comunitaria brinda seguridad con 8.125 alarmas comunitarias.* Quito: Ministerio del Interior.
- Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (2015). *Proyecto Tipo Alarmas Comunitaria.* Santiago de Chile: Subsecretaria de prevención del Delito.
- Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (2016). *Tipología Sistema de Alarmas Comunitarias.* Santiago de Chile: Subsecretaría de Prevención del Delito.

Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (2016). *4.1.1. Características técnicas de los sistemas de alarmas*. Santiago de Chile: Subsecretaría de Prevención del Delito.

Moreno, M. G. (23 de enero de 2017). *Wiki de Sistemas de Transmisión IUE*. Obtenido de <https://sx-de-tx.wikispaces.com/ZIGBEE>

Municipalidad de La Molina. (2012). *Ampliación del sistema de alarmas comunitarias en puntos estratégicos del distrito de La Molina*. Lima: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA MOLINA.

Municipalidad de La Molina. (12 de Abril de 2013). *INSTALAMOS ALARMAS PARA MEJORAR SEGURIDAD CIUDADANA*. Obtenido de *INSTALAMOS ALARMAS PARA MEJORAR SEGURIDAD CIUDADANA*:
<http://www.munimolina.gob.pe/index.php/component/k2/item/412-instalamos-alarmas-para-mejorar-seguridad-ciudadana>

Municipalidad de Lima. (22 de Enero de 2018). *Incio*. Obtenido de Municipalidad de Lima:
<http://www.munlima.gob.pe/programas/seguridad/serenazgo-de-lima>

Municipio de Loja. (2015). *Fortalecimiento del sistema de alarmas comunitarias instalados en la I fase*. Loja: Seguridad Ciudadana de Loja.

Municipio de Quito. (2004). *Ordenanza Metropolitana 123*. Quito: Consejo Metropolitano de Quito.

Noguera, A. S.-F.-J. (2010). *Guía Práctica de Sensores*. España: Creaciones Copyright, S.L.

Pedraza, J. G. (Abril 2015). *Fundamentos de Arduino*. Javier Garrido.

- Processing Foundation. (2001). *Processing*. Obtenido de <https://www.processing.org>
- PROMETEC. (28 de Octubre de 2017). *ANEXO COMANDOS AT PARA GSM/GPRS Y GPS*.
Obtenido de Tienda Prometec.net: <https://www.prometec.net/comandos-at-gsm-gprs-gps/#>
- Red de datos*. (21 de 01 de 2017). Obtenido de www.rdedatos.tripod.com/rs232.htm
- Rodríguez, L. D. (2007). *El Gran libro del PC interno: programación de sistemas hardware a fondo*. Barcelona - España: Marcombo Ediciones Tecnicas.
- Rueda, O. V. (2009). *Participación comunitaria en la seguridad ciudadana: la experiencia de Quito*. Quito: Flacso.
- Saboya, N. G. (2012). Normas de Comunicación en Serie: RS-232, RS-422 y RS-485. *Revista Ingenio Libre*, 9. Obtenido de www.unilibre.edu.co/revistaingeniolibre/revista-11/art13.pdf.
- Secretaria de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. (2011). *Principales Indicadores de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Quito: INEC.
- Stalling, W. (2000). *Comunicaciones y Redes de Computadoras 6ta Edición*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN S. A.
- Stallings, W. (2004). ¿POR QUÉ ES NECESARIA UNA ARQUITECTURA DE PROTOCOLOS? En W. Stallings, *Comunicaciones y Redes de Comunicaciones* (pág. 22). Madrid: PEARSON EDUCACIÓN S. A.

STALLINGS, W. (2004). *COMUNICACIONES Y REDES DE COMPUTADORES*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN S. A.

Tema Fantástico, S. (27 de Mayo de 2013). *Electronica Blog*. Obtenido de <http://electronicatublogdelsena.blogspot.com/2013/05/tablas-de-resistividad-de-algunos.html>

Torres, A. (2015). *La seguridad ciudadana en Ecuador un concepto en construcción*. Flacso, Área de Violencia y Sociedad Programa de Estudios de la Ciudad . Quito: Flacso. Recuperado el 28 de 10 de 2017, de <http://www.flacso.org.ec/docs/estadoarte.pdf>

USB, t. (22 de enero de 2017). *USB ORG*. Obtenido de <http://www.usb.org/developers/docs/>

USHER, M. (1985). *Sensors and Transducers*. (Google, Trad.) Londres: MACMILLAN PUBLISHERS LTD.

Valdivia, S. (24 de Enero de 2012). *australvaldivia.cl*. Obtenido de [australvaldivia.cl: http://www.australvaldivia.cl/impres/Sociedad/2012/01/24/67263/Instalaran-300-alarmas-comunitarias-en-barrios-de-Valdivia/ciudad/](http://www.australvaldivia.cl/impres/Sociedad/2012/01/24/67263/Instalaran-300-alarmas-comunitarias-en-barrios-de-Valdivia/ciudad/)

Wikipedia. (22 de enero de 2017). *Universal Serial Bus*. Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus 16-01-2017

Zamora, D. (04 de 10 de 2015). *Que es la luz estroboscópica*. Obtenido de Prezi: <https://prezi.com/l8ag6ijddwxd/que-es-la-luz-estroboscópica/>

Anexos

Anexo A Datasheet ALCOM



ALARMA COMUNITARIA

Sistema de Alarma Vecinal ALCOM permite accionar una sirena de alta potencia a través de un pulsador inalámbrico, mensaje de texto o un timbrado, al mismo tiempo el sistema envía mensajes de texto (SMS) a los números previamente programados. Tiene capacidad de envío de datos (GPRS) a centrales de monitoreo.



DESCRIPCIÓN:

- 250 usuarios.
- 48 pulsadores inalámbricos.
- Activación de alarma vía llamada, mensaje de texto y llavero inalámbrico.
- Reporte SMS y GPRS.
- Detección y ubicación del evento.
- Reporte a software de monitoreo o plataforma web.
- Sirena doble tono.
- Perifoneo por llamada.



ALCOM
LA NUEVA RED DE SEGURIDAD CIUDADANA

- Sistema de red de seguridad para comunidades, con sistema de reporte multifuncional.
- Capacidad de almacenar hasta 250 usuarios personalizados con nombre completo y número telefónico.
- Receptor de radio frecuencia para los transmisores inalámbricos.
- Capacidad de almacenar hasta 48 pulsadores inalámbricos.

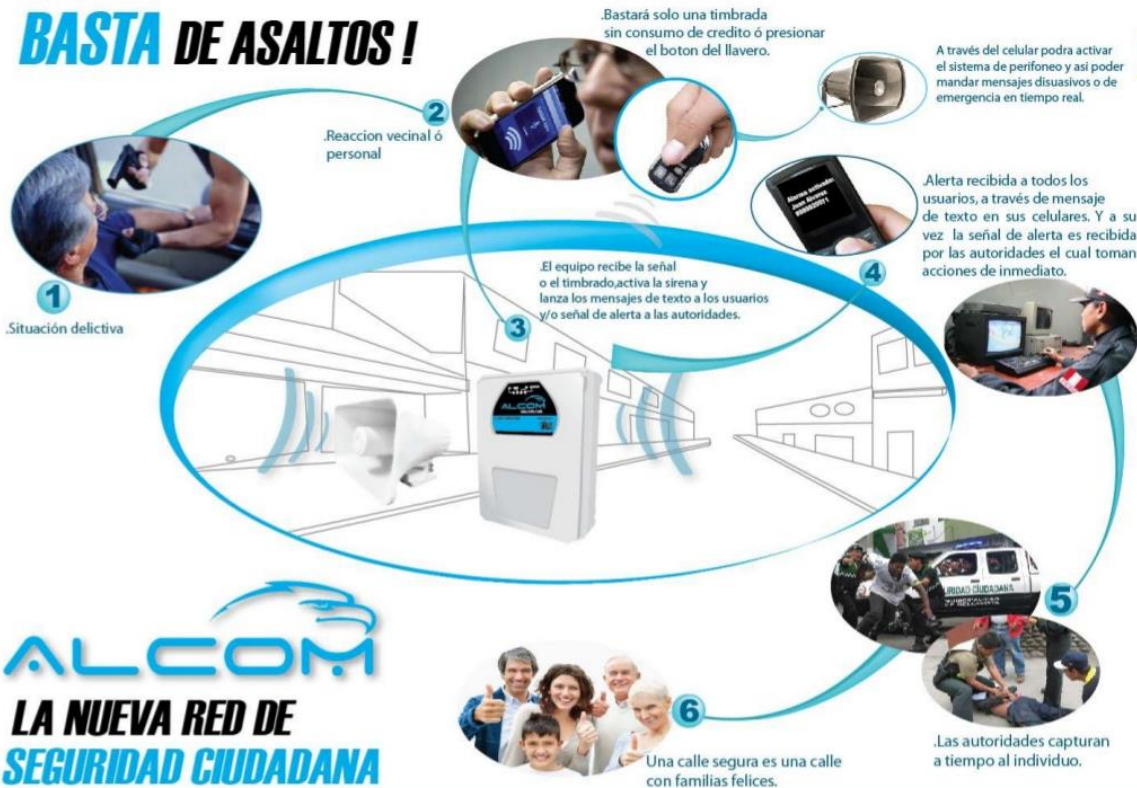
CARACTERÍSTICAS:

- Tarjeta controladora con AVR CPU core con sistema de alta velocidad DMA y Crypto Engine para seguridad de transferencia de datos.
- Configuración por SMS, cable serial o vía GPRS.
- Puerto serial para conexión con PC y actualización (upgrade) de nuevas versiones.
- Receptor de radiofrecuencia en la banda de 433MHz, velocidad de datos 4.6 Kbps y sensibilidad -118 dBm, antena RF de 12 cm y distancia a línea de vista de 100 m.
- Transmisores con 4 botones con cobertor y anti-falsa alarma. Potencia de salida -10 dBm, modulación ASK.
- Identificación de entrada de datos por canal de radiofrecuencia en la parte frontal.
- Señalización de estado del sistema (alarma, armado y desarmado).
- Señalizadores frontales de alimentación y señal de datos.
- Modulo GSM/GPRS (marca SIMCOM, modelo SIM900) tetra-banda 850/900/1800/1900 MHz para voz, SMS, data y fax.
- GPRS class B, Multi-Slot class 8/10.
- Velocidad de red GPRS: 85.6 Kbps.
- Capacidad de reporte hasta 2 centrales de monitoreo.
- Supervisión de estado de conexión de equipos "pulso de vida".
- Doble entrada de SIM CARD para redundancia de operador y seguridad de saboteo.
- LED indicador de estado de SIM CARD.
- Doble salida para activación de sirena y reflectores localmente.
- Una salida de audio para activación de perifoneo vía llamada.
- Una salida de utilidad programable.
- Tres entradas de zona para pulsador y sensores.
- Fuente de Alimentación: 110VAC o 220VAC.
- Batería de respaldo de 12V/7A.
- Consumo de corriente 100mA en estado sin alarma y hasta 1.8A en estado de alarma.
- Gabinete plástico de ABS cumple certificación IP65 de uso y colocación en intemperie.
- Salidas de alarma independiente.
- Memoria flash externa para generar audio pre-grabado.
- Agrupación configurable por tipo de cliente: supervisor – usuario.



Anexo B. ALCOM – Hagroy Perú

BASTA DE ASALTOS!



ALCOM
LA NUEVA RED DE
SEGURIDAD CIUDADANA

Anexo C. Módulo SIMCOM SIM900 Homologación.

ACTUALIDAD EMPRESARIA



Homologación AT&T para el módulo GSM SIM900...

El Departamento de Ingeniería de **Electrónica Elemon** anunció que el pasado 30 de julio, la firma **SIMCOM** ha recibido la aprobación de su módulo **SIM900** por parte de la **división Móviles de AT&T**.

La aprobación de **AT&T** es de un gran valor técnico y es la mas compleja y prestigiosa certificación a nivel mundial para módulos **GSM/GPRS** y que solo unas pocas compañías de primer nivel poseen.

Actualmente **AT&T** opera o posee aproximadamente el **80% del mercado M2M** de los Estados Unidos, por lo que dicha aprobación es un requerimiento para cualquier compañía que quiera comercializar sus productos en territorio norteamericano.

Si bien esta certificación no impacta directamente en nuestro mercado, representa un muy importante respaldo para los usuarios locales y da una clara idea acerca de la reputación y performance del **SIM900** a nivel global.

Además el **SIM900** cuenta con las siguientes certificaciones **CE, FCC, ROHS, PTCRB, GCF, IC, ICASA, TA, REACH, OCD (Brasil)** y en tramite **CNC (Argentina)**.

Estas son algunas de las principales características del **SIM900**:

- Cuadribanda 850/900/1800/1900MHz
- GPRS multislots clase 10/8
- GPRS estación móvil clase B
- Compatible con GSM fase 2/2+ clase 4 (2W@850/900MHz) Clase 1
- Dimensiones 24mm x 24mm x 3mm
- Peso: 3,4gr
- Control vía comandos AT (GSM 07.07, 07.05 y comandos adicionales SIMCOM)
- Tensión de alimentación: de 3,1V a 4,8V
- Bajo Consumo : 1,5mA (modo sleep)
- Temperatura de trabajo: -40°C a +85°C
- Protocolo TCP/UDP embebido

Departamento Técnico de Elemon – www.elemon.com.ar



CRC	
Radicación:	"2017573865"
Fecha:	18/05/2017 - 08:55:49
Proceso:	4000 RELACIONAMIENTO CON AGENTES
Destino:	TYCO SERVICES SA
Asunto:	CONFIRMACION HOMOLOGACIÓN DE EQUIPO MARCA SIMCOM MODELO SIM900



Rad. 2017731059
Cod. 4000
Bogotá D.C.

Señor:
HERNAN DARIO HERRERA TRIANA
TYCO SERVICES SA
Email: hdherrera@tycointl.com
Dirección: Diagonal 92 No 17A-42 Ofc. 201
Teléfono: 57-317-3175743446
BOGOTÁ, DC

REF. Confirmación homologación de equipo marca SIMCOM modelo SIM900

Respetado Señor Herrera,

La Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) recibió su comunicación con radicado 2017731059, mediante la cual solicita la homologación del equipo marca **SIMCOM** modelo **SIM900**, fabricado por la empresa **SIMCOM**, el cual opera con la tecnología GSM en las bandas de frecuencia autorizadas para los servicios de Telefonía Móvil en Colombia.

Teniendo en cuenta que las condiciones generales de homologación de equipos terminales y certificados de conformidad están contenidas en la Sección I del Capítulo I del Título VII de la Resolución CRC 5050 de 2016, la cual compila las modificaciones realizadas por las Resoluciones CRC 4507 de 2014, 5031 de 2016 y 5068 de 2016, se procedió a verificar la documentación presentada en su solicitud de homologación.

Ahora bien, el equipo marca **SIMCOM** modelo **SIM900**, el cual se encuentra ya homologado con el código (**Código TM-17-1419**), por lo cual no se requiere la presentación nuevamente de este trámite.

Cordial Saludo.

Mariana Sarmiento G.

MARIANA SARMIENTO ARGÜELLO
Coordinador de Relaciónamiento con Agentes

Proyectado por: Lina Pinilla

Anexo D. Código de programación microcontrolador y shield

Restricción números acceso Alarma Comunitaria.

```
#include <SoftwareSerial.h>
  SoftwareSerial SIM900(7, 8); // 10 y 11 para el Arduino Mega. Configura el
  puerto serial para el SIM900

  char incoming_char = 0; //Variable que guarda los caracteres que envía el
  SIM900
  String mensaje = "";
  int LED = 13 ;
  bool estado = false ; //Variable para guardar el estado del LED
  String agenda[] = {"XXXXXXXXXX" , "XXXXXXXXXX"}; //Array con los números
  autorizados
  int numtotal = 2; //Cantidad de números de teléfono autorizados
```

Inicializar modem GSM para recibir llamadas y SMS

```
void inicializaSIM900()
{
  //digitalWrite(9, HIGH); // Descomentar para activar la alimentación de
  la tarjeta por Software
  //delay(1000);
  //digitalWrite(9, LOW);
  delay (5000);
  SIM900.begin(19200); //Configura velocidad del puerto serie para el
  SIM900
  Serial.begin(19200); //Configura velocidad del puerto serie del Arduino
  Serial.println("OK");
  delay (1000);
  SIM900.println("AT + CPIN = \"XXXX\""); //Comando AT para introducir el
  PIN de la tarjeta
  delay(25000); //Tiempo para que encuentre una RED
  Serial.println("PIN OK");
  SIM900.print("AT+CLIP=1\r"); // Activa la identificación de llamada
  delay(100);
  SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // Configura el modo texto para enviar o
  recibir SMS
  delay(1000);
  SIM900.print("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r"); // Saca el contenido del SMS por
  el puerto serie del GPRS
  delay(1000);
}
```

Variable mensaje tipo *String*, donde se irá guardando los caracteres que vayan llegando del

GPRS

```
if (SIM900.available() > 0)
{
```

```

    incoming_char = SIM900.read(); //Get the character from the cellular
serial port.
    Serial.print(incoming_char); //Print the incoming character to the
terminal.
    mensaje = mensaje + incoming_char ; // Se añade el último carácter
leído al mensaje
}

```

Verificar si es una llamada y busca el número de teléfono para encender la alarma si está autorizado.

```

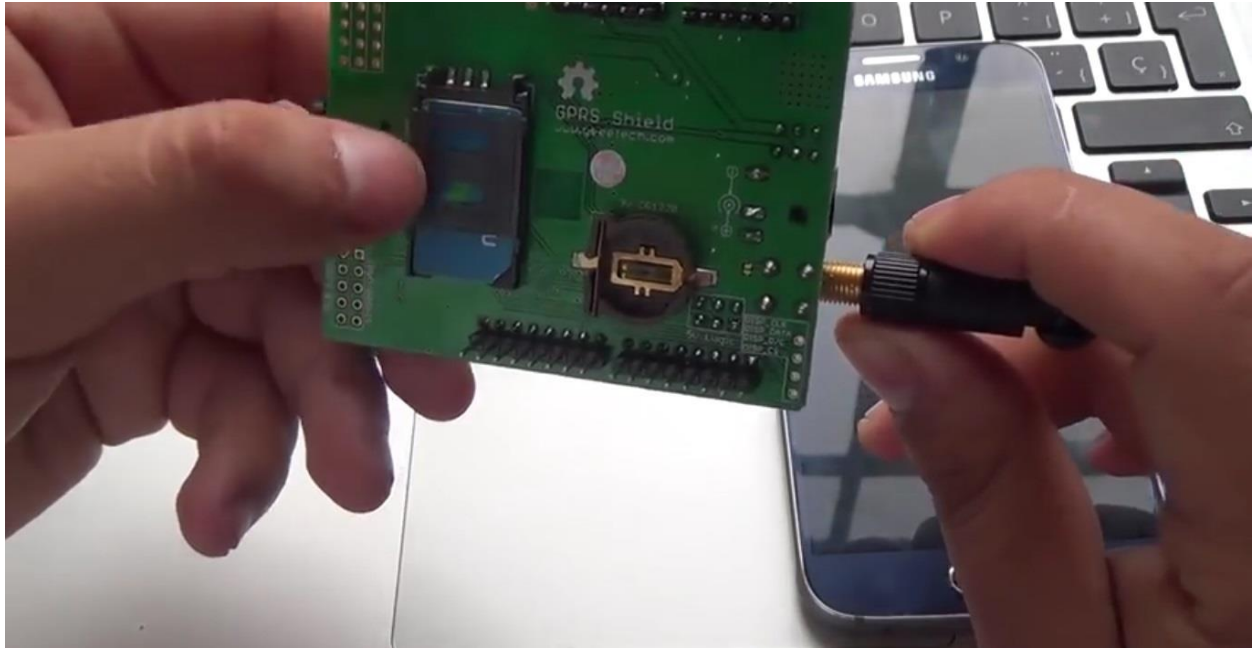
int pos = "texto".indexOf("caracteres a buscar");
if (pos >= 0)
{
    Acciones que quiero realizar;
}
void identifica_llamada()
{
    int finllamada = mensaje.indexOf("NO CARRIER"); //Se busca el final de
llamada
    if (finllamada >= 0)
    {
        for ( int i = 0; i < numtotal; i++) { int pos =
mensaje.indexOf(agenda[i]); //Se busca el número en la agenda if (pos >= 0)
        {
            estado = ! estado ; // cambia el
estado
            digitalWrite(LED, estado) ;
            Serial.println("\nEl numero está autorizado");
        }
    }
    mensaje = "" ; //Bórralo para la próxima vez
}
}
void setup()
{
    pinMode( LED, OUTPUT) ; // LED como salida
    inicializaSIM900();
}
void loop()
{
    if (SIM900.available() > 0)
    {
        incoming_char = SIM900.read(); //Guarda el carácter del GPRS
        Serial.print(incoming_char); //Muestra el carácter en el monitor
serie
        mensaje = mensaje + incoming_char ; // Añade el carácter leído al
mensaje
    }
    identifica_llamada ();
}
void identifica_SMS()
{

```

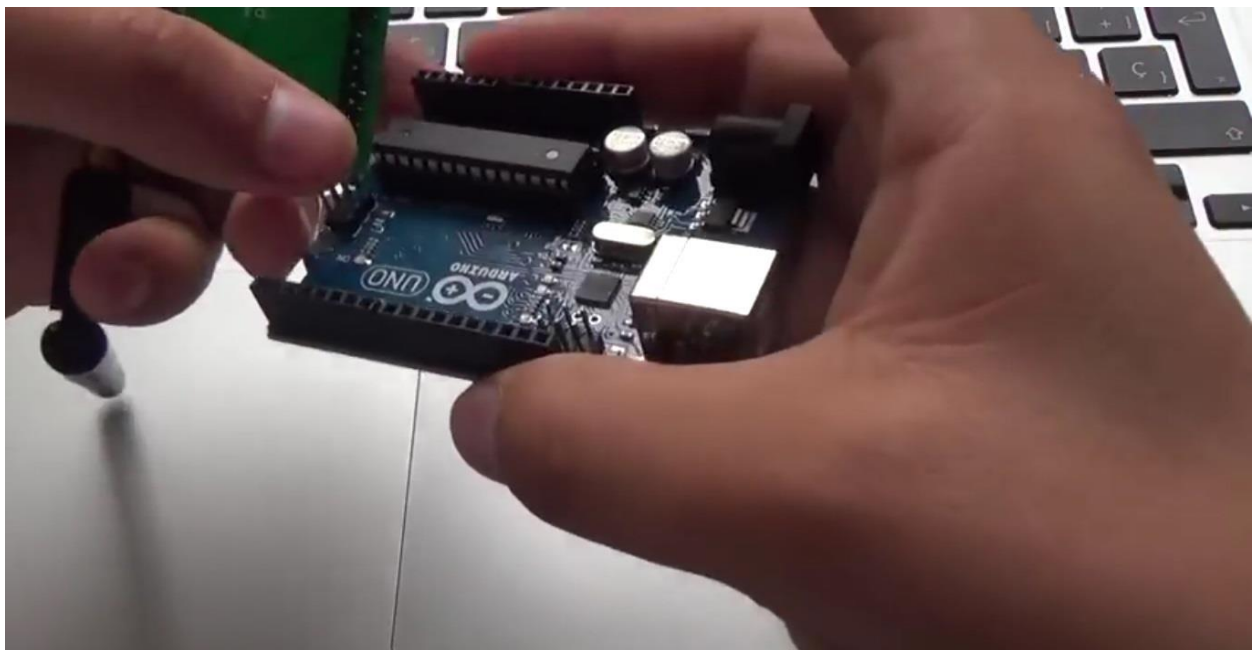
```
int led_on = mensaje.indexOf("Encender LED"); //Busca el texto en el
SMS
int led_off = mensaje.indexOf("Apagar LED"); //Busca el texto en el SMS
if (led_on >= 0)
{
    digitalWrite( LED, HIGH) ;
    Serial.println("\nLED ENCENDIDO");
    mensaje = "" ; //Bórralo para la próxima vez
}
if (led_off >= 0)
{
    digitalWrite( LED, LOW) ;
    Serial.println("\nLED APAGADO");
    mensaje = "" ; //Bórralo para la próxima vez
```

Anexo E. Fotos Pruebas Arduino y SIM900

Shield SIM900 con 1 slot para SIMCARD Movistar



Arduino UNO preparado para instalar el shield.



Arduino UNO y Shield SIM 900 conectado.



Funcionalidad llamada de la tarjeta con Arduino UNO a celular.



Anexo F. Código de programación Arduino y RF 433

```

#include <VirtualWire.h>
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Emisor RF");

  // Se inicializa el RF
  vw_setup(2000); // velocidad: Bits per segundo
  vw_set_tx_pin(2); //Pin 2 como salida para el RF
}

void loop()
{

  while (Serial.available() > 0)
  {
    char dato[1];
    dato[0] = Serial.read();
    //Envía el carácter recibido al RF
    vw_send((uint8_t*)dato, sizeof(dato));
    vw_wait_tx();
  }
  delay(200);
}#include <VirtualWire.h>

void setup()
{
  Serial.begin(9600);          // Debugging only
  Serial.println("setup");

  // Se inicializa el RF
  vw_setup(2000);             // velocidad: Bits per segundo
  vw_set_rx_pin(2);          //Pin 2 como entrada del RF
  vw_rx_start();              // Se inicia como receptor

  pinMode(13, OUTPUT);       //Configura el pin del Led como entrada
  digitalWrite(13, false);
}

void loop()
{
  uint8_t dato;
  uint8_t datoleng=1;
  //verifica si hay un dato valido en el RF
  if (vw_get_message(&dato,&datoleng))
  {
    if((char)dato=='a')
    {
      digitalWrite(13, true); //Enciende el Led
    }
    else if((char)dato=='b')
    {

```

```
        digitalWrite(13, false); //Apaga el Led
    }
}
```

Anexo G. 433Mhz RF Transmitter With Receiver Kit For Arduino ARM MCU

Wireless



433Mhz RF Transmitter With Receiver Kit For Arduino ARM MCU Wireless

Description:

This is 433Mhz RF transmitter with receiver kit for Arduino ARM MCU wireless

Application environment:

Remote control switch, receiver module, motorcycles, automobile anti-theft products, home security products, electric doors, shutter doors, windows, remote control socket, remote control LED, remote audio remote control electric doors, garage door remote control, remote control retractable doors, remote volume gate, pan doors, remote control door opener, door closing device control system, remote control curtains, alarm host, alarm, remote control motorcycle remote control electric cars, remote control MP3.

Specification:

Receiver module:

Product Model: XD-RF-SV
 Operating voltage: DC5V
 Quiescent Current: 4mA
 Receiving frequency: 433.92MHZ
 Receiver sensitivity: -105DB
 Size: 30x14x7mm

Transmitter:

Product Model: XD-FST
 Launch distance :20-200 meters (different voltage, different results)
 Operating voltage :3.5-12V
 Dimensions: 19 * 19mm
 Operating mode: AM
 Transfer rate: 4KB / S
 Transmitting power: 10mW
 Transmitting frequency: 433M
 Pinout from left → right: (DATA; VCC; GND)

See for how to: <http://electronics-diy.com/arduino-rf-link-using-433mhz-transmitter-receiver-modules.php>

Anexo H. Cotización del Sistema ALCOM MAX

La presente tabla es un costo referencial unitario de una unidad del sistema ALCOM MAX. Para la cotización formal será necesario un estudio del alcance del proyecto, número de unidades y condiciones de operación que influirá en el costo.



	DETALLES EQUIPO ALARMA COMUNITARIA	V. TOTAL
1	ALARMA COMUNITARIA ALCOM MAX PARA USUARIOS (INCLUYE 24 TRANSMISORES).	
1	Gabinete metalico fabricado a medida con apertura para sirenas	
2	Sirenas 30 Watts - 100db potencia	
1	Bateria 7Amp-12V	
1	Conectividad (Para el envío de mensajes a los miembros de la red Vecinal)	
	Subtotal	\$1,330.00
	IVA	\$ 159.60
	TOTAL	\$ 1,489.60

	DETALLES CONCEPTOS DE INSTALACIÓN (Mínimo un número de 10 Alarmas)	V.TOTAL
1	Accesorios para la instalación	
1	Mano de obra con personal certificado	
1	Mantenimiento programado durante los primeros 6 meses	
1	Capacitación del Producto	
	Subtotal	\$325.00
	IVA	\$ 39.00
	TOTAL	\$ 364.00

Anexo I. Casos de Éxito ALCOM

Proyecto Alarma Comunitaria Ministerio de Seguridad y Municipio Metropolitano de Quito,
Ecuador. 1201 alarmas ALCOM MAX



Localidad de Manduriacu (Imbabura). 48 Alarmas ALCOM MAX

Perú:

- Ciudad del Callao
 - <https://www.youtube.com/watch?v=1-c8uS3IIOU>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=DqZwmCUJReo>
- Ciudad de Lima
 - <https://www.youtube.com/watch?v=DqZwmCUJReo>
 - https://www.youtube.com/watch?v=HPs9YT2mv_g

