



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

DEPARTAMENTO DE GEOCIENCIAS
FACULTAD DE CIENCIAS



AGENCIA NACIONAL DE **HIDROCARBUROS**

**Proyecto: CARTOGRAFIA GEOLOGICA Y MODELAMIENTO ESTRUCTURAL
DE LAS CUENCAS DE URABÁ Y SINÚ-SAN JACINTO A PARTIR DE LA
INTERPRETACION DE IMÁGENES DE SENSORES REMOTOS Y MONITOREO
SISMICO**

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO
No. 070 de 2008

IMPLEMENTACION DE LA RED DE MONITOREO SISMICO

Presentada por

Orlando Hernández Pardo, PhD
Director de proyecto

Bogotá, Septiembre 3 de 2009

PARTICIPANTES

DIRECTOR

ORLANDO HERNANDEZ PARDO, Ph.D.

ELABORACION Y EDICION DE INFORME

ORLANDO HERNANDEZ PARDO, Ph.D.

TRABAJO DE CAMPO

JHON J. FRANCO HEREDIA
ORLANDO HERNANDEZ PARDO
JUAN CARLOS MOLANO M.
ANDREAS KAMMER
ARIEL RUIZ CARDENAS.
MARTIN PACHECO
CAROLINA BUITRAGO

Ingeniero Electrónico
Geólogo, MSc, PhD
Geólogo, MSc
Geólogo, PhD
Est. Lic. Física
Est. MSc Geofísica
Est. MSc Geofísica

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	4
3.	ESTACIONES SISMOLÓGICAS SELECCIONADAS	5
	3.1 Estaciones sismológicas en Antioquia (19).....	5
	3.2 Estaciones sismológicas en el departamento de Córdoba (6):.....	9
	3.3 Estaciones sismológicas en el Departamento del Choco (5):.....	11
4.	DISEÑO DE LAS CASETAS	12
5.	PERIODO DE MONITOREO	15
6.	CONCLUSIONES	16
7.	RECOMENDACIONES	16
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
	WWW.INGEOMINAS.GOV.CO/RSNCANEXO I. COORDENADAS PLANAS DE LAS ESTACIONES SISMOLÓGICAS	17
	ANEXO I. COORDENADAS PLANAS DE LAS ESTACIONES SISMOLÓGICAS	18
	ANEXO 2. PERSONAL DE CONTACTO EN PREDIOS DE LAS ESTACIONES SISMOLOGICAS	19
	ANEXO 3. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS CASETAS	20

1. Introducción

En este informe se describen las especificaciones técnicas de diseño, construcción, instalación y mantenimiento de las estaciones sismológicas con los cuales se está desarrollando el monitoreo sísmico del proyecto CARTOGRAFIA GEOLOGICA Y MODELAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS CUENCAS DE URABÁ Y SINÚ-SAN JACINTO A PARTIR DE LA INTERPRETACION DE IMÁGENES DE SENSORES REMOTOS Y MONITOREO SISMICO. La información incluye la descripción de coordenadas geográficas, vías de acceso, contacto con propietarios de los predios en donde han sido construidas las casetas, periodos de monitoreo y registro fotográfico.

2. Ubicación Geográfica.

La red sismológica de monitoreo se ubica en las cuencas de Urabá y Sinú-San Jacinto en los departamentos de Chocó, Antioquia y Córdoba (**figura 1**).

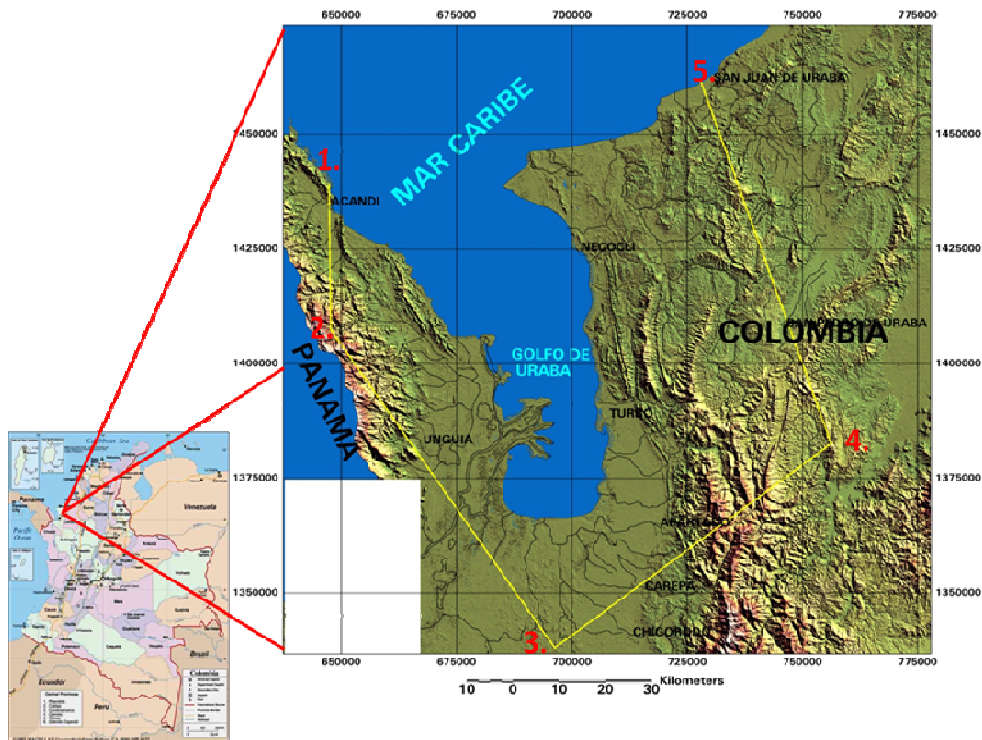


Figura 1. Ubicación geográfica del área en donde se está realizando el monitoreo sísmico, en las cuencas de Urabá y Sinú-San Jacinto. La línea poligonal en color amarillo delimita el área de estudio.

Esta red sísmológica es complementada con información de tres estaciones regionales de la red sísmológica Nacional del Ingeominas. La zona comprende las poblaciones de Capurganá, Acandí, Triganá, Santa María y Unguía en el departamento del Chocó, Chigorodó, Carepa, Apartado, Turbo, Changas, San Pedro, Necoclí, Mulatos, Zapata y Arboletes en el departamento de Antioquia y Valencia, Tierra Alta y Canalete en el departamento de Córdoba.

3. Estaciones sísmológicas

El diseño de la red sísmológica consiste de 30 estaciones, en las cuales se han construido mini casetas o mini bunkers (Universidad Nacional de Colombia - ANH, 2009). En la implementación de la red sísmológica, se han instalado 22 estaciones sísmológicas triaxiales, de banda ancha, con equipos CME, Quanterra y K2. En la **figura 2** se muestra la imagen de radar que contiene el bloque de Urabá Sinú-San Jacinto, y donde se resaltan las estructuras y relieves más importantes y los sitios seleccionados para implementar la red de estaciones de sísmología. En cada estación se determinaron las coordenadas geográficas (X, Y, Z) referidas a origen Bogotá. Para cada sitio se proporcionan los contactos con propietarios de los predios en donde se instalaron las estaciones sísmológicas (anexos 1 y 2) .

3.1 Estaciones sísmológicas en Antioquia (19)

Estación Necoclí-Antena Movistar

Estación ubicada en el municipio de Necoclí, por la vía que cruza junto al Hospital hacia el camino de acceso hacia la antena repetidora de Movistar. En funcionamiento desde Febrero hasta Agosto de 2009.

Estación Necoclí-Cerro del Águila

Ubicada hacia el norte del municipio de Necoclí vía hacia la vereda Marimonda, en la finca cerro del águila se toma el camino hacia el faro, donde aparece una secuencia de rocas sedimentarias, areniscas. Instalada en Julio de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Turbo-Puente de Piedra

Vía Necoclí-Turbo, cinco kilómetros antes de Turbo Se encuentra la cantera piedrecitas, La estación está más o menos a 200 metros de la cantera por un camino que parte la vía principal. Estación Instalada en Julio de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Changas –Antena Comcel

Ubicada en la población de Changas, a cincuenta metros desde la antena de Comcel. Se accede desde la casa de la Señora Elis Romero propietaria del predio. La estación fue instalada en Mayo de 2009, actualmente en funcionamiento.

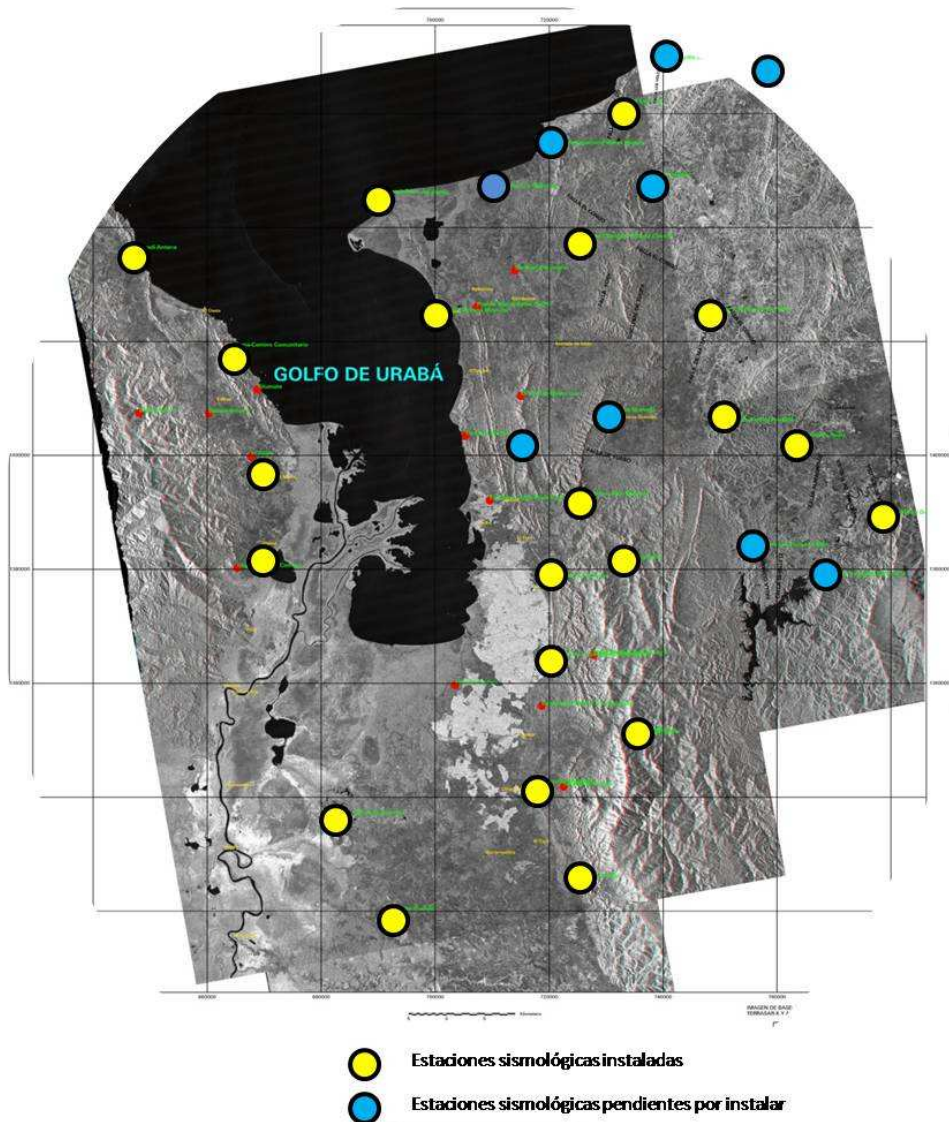


Figura 2. Mapa de Radar con la cartografía geológica junto con los sitios en donde se han ubicado las estaciones sísmológicas en la zona de estudio del bloque Urabá y Sinú-San Jacinto, con 22 estaciones instaladas (círculos amarillos) y 8 estaciones pendientes por instalar (círculos azules). Complementan el monitoreo sísmico las estaciones de Capurganá, Bahía Solano y Santa Bárbara (ubicadas externamente al área),

Estación San Juan-Antena Comcel

Entre la vía San Juan-Arboletes se encuentra un conjunto de antenas repetidoras y de señal celular, en el municipio de San-Juan, se accede por el camino en la vía principal, por caminos entre las bananeras hacia las antenas, donde se toma hacia la izquierda, hacia la finca de la señora Areli Mejía, cien metros adelante al lado de la antena de Comcel, la cual se encuentra sobre el afloramiento de roca arenisca. La estación funciono entre los meses de enero a agosto de 2009 .

Estación Alto Mulatos

Por la vía que conduce del corregimiento del tres hacia San Pedro, se llega al corregimiento Alto de Mulatos. Se toma el camino que conduce hacia la antena repetidora. Se cruza la finca viento libre y enseguida se encuentra una quebrada, donde afloran rocas calcáreas. La estación fue instalada en Febrero de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación San Pedro-Vereda Pueblito

Ubicada en la vereda Pueblito del municipio de San Pedro. Esta estación está ubicada en el extremo opuesto a la estación la Rusia ubicada en el extremo oriental del sinclinal de Jaraguai. Para llegar a la estación se toma la carretera San Pedro Valencia cuando se asciende por la vía hasta donde se ubica la casa de la señora Alba Contreras. Unos metros antes de dicha casa se observa un pequeño afloramiento de arenisca no consolidada. La estación fue instalada en Febrero de 2009 y se encuentra actualmente en funcionamiento.

Estación Nueva Granada

Por la vía el Tres-San Pedro después de pasar Pueblo Bello, se encuentra el aparte hacia Nueva Granada, del pueblo se toma la vía que conduce hacia el puente y cruzando este se toma el camino comunitario que conduce hacia las fincas de los señores Amado y Fidel. Ubicadas en el borde oriental del Sinclinal de Tulipa. La estación fue instalada en julio de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Santa Catalina-Loma Linda

Desde San Pedro se toma la vía hacia Santa Catalina, después de cruzar el corregimiento se acerca hacia una pequeña zona montañosa, vía a Arboletes se llega hasta la entrada de la finca Loma linda. Se toma esta vía que se dirige hacia la finca loma linda y desde la casa principal se parte hacia el borde de la cadena

montañosa, por el camino que parte de la casa. La estación fue instalada en Mayo de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Currulao La Arenera

Saliendo de Currulao, se toma la carretera hacia la Arenera, hasta la entrada a la Finca los Morritos, donde hay un camino que se dirige hacia las colinas del área. La estación fue instalada en julio de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Nueva Antioquia

Saliendo de Currulao, se toma la carretera hacia la Arenera, y se sigue hasta llegar a Nueva Antioquia, se toma el camino que cruza el río y se sube a la colina asegurada por la Policía, que se encuentra en frente de Nueva Antioquia. La estación fue instalada en julio de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Apartado-La Primavera

Vía a San José de Urabá desde Apartado, se encuentra la finca la Primavera de la señora Ofelia Ríos en esta propiedad se presentan las primeras elevaciones sobre la cuenca del Urabá desde Apartado, la casa de esta finca se encuentra sobre la carretera, y por la parte de atrás sale un camino hacia las colinas que se presentan en el área. La estación fue instalada en Mayo de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Tumará-Cerros El Cuarenta

Desde Chigorodó se toma la vía a Medellín, en el sitio conocido como el Tigre se toma el aparte a Barranquillita, por la vía panamericana, se cruza el río León hasta llegar a los cerros aislados o el Cuarenta, donde se encuentran las únicas elevaciones presentes en el área. En la finca el Cerrito, un kilómetro antes del afloramiento, se toma el camino hacia la estación. La estación fue instalada en Enero de de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Jurado Alto

Se toma la vía a Medellín desde Chigorodó, y pasando el puente Jurado se encuentra el aparte hacia Jurado alto, se toma esta vía que llega hasta el río Jurado, en carro se puede transitar por el río hasta la Finca las Tecas, de ahí se toma el camino por detrás de la casa de la Finca las Tecas se cruza la quebrada y se sube hasta el punto donde se encuentra el afloramiento, areniscas consolidadas. La estación fue instalada en Enero de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación el Escuela el Congo

Desde Chigorodó en dirección a Carepa después de cruzar el río se toma la apartada hacia el Congo, se llega al caserío indígena del Coco, en este lugar se ubica la finca Villa Nela, por la corraleja parte el camino hacia la escuela del Congo. De ahí se sube a una colina donde se encuentra la estación. La estación fue instalada en julio de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Mulatos-Los Galopes

Ubicada a dos kilómetros antes de llegar a Mulatos, por la Necoclí-Mulatos. La estación se ubica a la entrada a la finca los galopes donde se encuentran unas colinas, las únicas presentes en el área y primeras elevaciones de norte a sur desde el mar. Caseta construida sin instalación de sismómetro.

Estación Zapata-Gigantón-Piedras Negras

Vía Zapata-San Juan de Urabá parte un carreteable hacia la vía hacia la cantera piedras negras, a 200 metros del final de la carretera y del comienzo de la cantera. Caseta construida sin instalación de sismómetro.

Estación Arboletes-La Ponderosa

En la de salida Arboletes hacia Montería se toma la vía hacia la hacienda la Ponderosa y se llega hasta la casa principal, de ahí se accede a pie cruzando la quebrada hasta la zona montañosa, más o menos a 800 metros de la Hacienda. Caseta construida sin instalación de sismómetro.

Estación Cadillo-Holanda

Desde Canalete, Córdoba, se toma la vía hacia cadillo, se cruza el corregimiento de Cadillo y se llega hasta el caserío Garrapata, desde ahí se toma la vía al Tambito y hacia las haciendas Holandita y Candelaria. Caseta construida sin instalación de sismómetro.

3.2 Estaciones sismológicas en el departamento de Córdoba (6):

Estación Valencia-La Rusia

Por la vía desde Valencia a San Pedro, cuando en la parte alta de la cordillera, que conforma borde del sinclinal de Jaraguai, al llegar a la estación de medio ambiente se toma la vía hacia la escuela el Divino Niño, más adelante se

encuentra la finca la Rusia y el Faro. Se toma el camino hacia la casa del señor Regino, se cruza el lago, la casa y luego se dirige hacia una colina aislada que se encuentra más adelante. La estación fue instalada en julio de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Tierra Alta-La Guajira

Por la vía hacia Puerto Frasquillo se toma la apartada hacia el caserío de San Rafael a 5 km de Tierra Alta, de ahí se toma el camino hacia la finca la Guajira, donde afloran lodolitas calcáreas en donde se ubico la estación, la cual fue instalada en Mayo de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Alto Carepa

Desde Carepa se toma la vía hacia el corregimiento de Piedras Blancas se continua por esta hasta llegar al alto Carepa, de donde se toma el camino que sale hacia el norte del corregimiento. La estación fue instalada en Julio de 2009, actualmente en funcionamiento

Estación Puerto Frasquillo-Santa Ana

Desde tierra alta se toma el camino hacia puerto Frasquillo y la represa de Urra, sobre la carretera, cinco kilómetros antes de puerto frasquillo se encuentra el caserío de Santa Ana de ahí se toma el camino hacia la montaña y se dirige a un punto donde se encuentra un afloramiento de lodolitas calcáreas. Caseta construida sin instalación de sismómetro.

Estación Canalete-Repetidora

En Canalete se toma la vía que se dirige hacia la antena repetidora y se llega hasta la finca Mira valle muy cerca de la repetidora de Canalete. Caseta construida sin instalación de sismómetro.

Estación Batata-La Miel

Desde el municipio de Tierra alta, se toma la vía a puerto frasquillo hacia Batata por el río Sinú, se cruza el río Sinú en planchón y se continua el recorrido hacia Pueblo Nuevo, y se sigue en dirección de las montañas. A unos cinco kilómetros antes de Batatas, se encuentra un afloramiento de rocas en un borde de la carretera, en frente de la finca del Asomadero, de donde parte un camino hacia la estación. Caseta construida sin instalación de sismómetro.

3.3 Estaciones sismológicas en el Departamento del Choco (5):

Estación Acandí-Antena

A Acandí se llega por lancha desde Turbo. La estación se ubica al Norte del puerto, en los cerros ubicados entre el brazo norte del río Acandí y el mar. El acceso es por lancha hasta llegar a un portón desde donde sale un camino hacia la estación. La estación fue instalada en julio de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Triganá

Desde Turbo o Acandí se puede llegar en lancha a Triganá. La estación está ubicada en la parte sur de las playas de Triganá, en predios del señor Jorge Fandino, ingeniero forestal egresado de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. La estación fue instalada en julio de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Unguía-Antena Comcel

Desde Turbo se llega en lancha a Unguía, y desde ahí se puede llegar a pie o a caballo a lo largo del camino paralelo al río Unguía, hacia la finca del señor Ismael. La estación fue instalada en julio de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Santa María -El Gilgal

Desde Unguía se llega al Gilgal tomando la carretera que se dirige hacia Balboa, en la salida del pueblo, de nuevo por la carretera que conduce a Balboa, se pueden acceder hacia la zona montañosa. Al final del camino y más o menos a media hora a pie se llega hasta el sitio donde fue ubicada la estación. También es posible acceder a la estación por lancha desde Turbo hasta Santa María. La estación fue instalada en julio de 2009, actualmente en funcionamiento.

Estación Cerros del Cuchillo

Desde Chigorodó se toma la vía el Tigre y Barranquillita, se cruza el río León y se toma el aparte para Blanquicero y de ahí se sigue hasta los cerros del Cuchillo, se bordean estos hasta llegar a la finca la Siete que marca la entrada a donde se encuentran una secuencia de afloramientos a unos doscientos metros desde la carretera. La estación fue instalada en mayo de 2009, actualmente en funcionamiento.

4. Diseño de las casetas

Para la instalación de las estaciones sismológicas se seleccionaron sitios de afloramiento, o sitios libres de ruido ambiental. A continuación se describen cada uno de los pasos realizados para la adecuación de la estación sismológica en campo. En primer lugar se realizó una excavación de 100cm x 100cm y 60cm de profundidad, y dentro de esta excavación se construyó un cimiento cuadrado de 73cm X 73 cm. En un extremo del recuadro se realizó una pequeña excavación de 25cmx25cm y 30 cm de profundidad, en donde se introdujeron dos varillas de hierro de un metro de longitud para llegar a la roca fresca (**figura 3**). Una vez la excavación de 30 cm es rellenada con concreto, se construye una base plana en donde se coloca el sensor del instrumento (**figura 4**). La caseta es construida con bloques de ladrillo resistentes a la humedad. Posteriormente se hace un recubrimiento en Icopor para aislar la parte interior de la caseta del entorno. La construcción incluye un tubo para el desagüe (**figura 5**), y una tapa en concreto sella la caseta, la cual se deja a 20cm sobre el suelo para que sea visible (**figura 6**). Este diseño ha sido implementado por el grupo de trabajo del proyecto, proporcionando una caseta pequeña, económica y debido a sus dimensiones no requiere de licencia ambiental para su construcción.

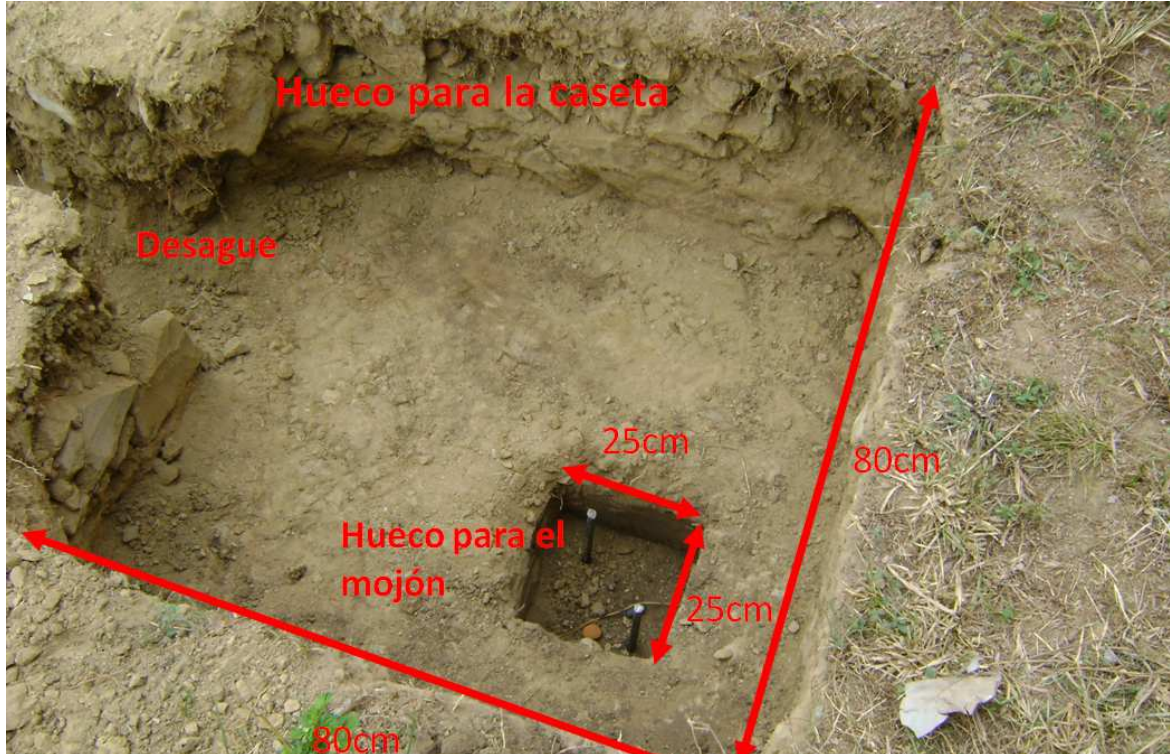


Figura 3. Excavaciones para la construcción de la caseta y mojón.

Los instrumentos instalados dentro de las casetas son sismógrafos de banda ancha, dispositivos que envían una señal a un sistema digital ubicado dentro de la misma caseta sin interferir ningún tipo de comunicación, sin afectar de ninguna forma la salud de personas y animales que se puedan encontrar cerca al instrumento. La alimentación del sensor, sistema digital y sistema de GPS se realiza por medio de tres baterías secas de 55A, 12V, que no presentan ningún tipo de emisión de gases, químicos u otro tipo de sustancia que pueda afectar la salud de personal, animales, ni tampoco de vegetación o cultivos cercanos a ella. A cada caseta se le realizó un registro fotográfico (Anexo 3).



Figura 4. Caseta en adobe, tiene 80x80 cm de lado y 60cm de los cuales 40cm están en el subsuelo y sobresale 20cm.



Figura 5. Ubicación de sensor, sistema digital de adquisición, GPS y baterías.



Figura 6. Mini caseta para estación sismológica, con tapa delgada en concreto que protege la estación y permite la recepción de GPS.

5. Periodo de monitoreo

El periodo de monitoreo propuesto fue de 180 días continuos, utilizando 8 estaciones sismológicas en donde garantizaría un funcionamiento mínimo de 5 de ellas. Posteriormente se acordó utilizar un mínimo de 15 estaciones garantizando el funcionamiento continuo de 8 de ellas. Una vez analizada la complejidad estructural, se implemento el diseño de 30 estaciones. Solo en 22 de ellas se logró instalar equipos de sismología debido a la no disponibilidad de equipos en alquiler o venta dentro de la ejecución del proyecto. Sin embargo, el monitoreo sísmico ha sido complementado con tres estaciones sismológicas de la Red Gravimétrica Nacional en vecindades del área de estudio (Capurganá, Bahía Solano y Santa Bárbara), elevando el número de estaciones a 25. Por lo tanto ha sido posible cumplir con el monitoreo mínimo propuesto, en donde se mantuvieron 9 estaciones operando por más de 210 días, 15 estaciones operando por más de 120 días y 25 estaciones operando por más de 60 días En la tabla 1 se hace un reporte estadístico del numero de días de monitoreo con proyección a Septiembre 21 de 2009, fecha estimada para desmontar la red sismológica en esta primer fase de monitoreo.

Estación	Inicio	Finalización proyectada	No de días de monitoreo
Jurado	Enero 24 2009	Septiembre 21 de 2009	240
Alto de Mulatos	Febrero 5 de 2009	Septiembre 21 de 2009	228
Necoclí	Febrero 4 de 2009	Septiembre 21 de 2009	229
San Juan de Urabá	Febrero 10 de 2009	Septiembre 21 de 2009	223
San Pedro de Urabá	Febrero 8 de 2009	Septiembre 21 de 2009	225
Cerro El Cuarenta	Febrero 7 de 2009	Septiembre 21 de 2009	226
Cerro el Cuchillo	Mayo 10 de 2009	Septiembre 21 de 2009	134
Loma Linda	Mayo 11 de 2009	Septiembre 21 de 2009	133
Tierra Alta	Mayo 11 2009	Septiembre 21 de 2009	133
Apartado-La Primavera	Mayo 10 2009	Septiembre 21 de 2009	134
Changas	Mayo 12 de 2009	Septiembre 21 de 2009	132
Acandí	Julio 14 de 2009	Septiembre 21 de 2009	69
Triganá	Julio 15 de 2009	Septiembre 21 de 2009	68
El Gingal	Julio 16 de 2009	Septiembre 21 de 2009	67
Unguía	Julio 16 de 2009	Septiembre 21 de 2009	67
Alto de Carepa	Julio 10 de 2009	Septiembre 21 de 2009	73
Nueva Antioquia	Julio 12 de 2009	Septiembre 21 de 2009	71
Cerro el Águila	Julio 11 de 2009	Septiembre 21 de 2009	72
Punta de Piedra	Julio 17 de 2009	Septiembre 21 de 2009	66
Currulao- La Arenera	Julio 13 de 2009	Septiembre 21 de 2009	70
Valencia – la Rusia	Julio 11 de 2009	Septiembre 21 de 2009	72
Estaciones de la Red Sismológica Nacional de INGEOMINAS*			
Capurganá	Enero 24 de 2009	Septiembre 21 de 2009	240
Bahía Solano	Enero 24 de 2009	Septiembre 21 de 2009	240
Santa Bárbara	Enero 24 de 2009	Septiembre 21 de 2009	240

Tabla 1. Periodo de monitoreo y ciclos de instalación de estaciones sismológicas

*Datos de la red sismológica de INGEOMINAS durante el periodo de monitoreo

6. Conclusiones

En el diseño e implementación de la red de monitoreo sísmico se construyeron estratégicamente 30 casetas o mini bunkers en los departamentos de Antioquia (19), Córdoba (6) y Chocó (5). En estas casetas se han ubicado 22 estaciones sismológicas (Antioquia (16), Córdoba (3) y Chocó (5)). La información del monitoreo se inició con seis estaciones sismológicas en enero de 2009. Posteriormente, la red fue ampliada a 12 estaciones en Mayo de 2009 y a 22 estaciones en Julio de 2009. Aunque han existido algunas fallas puntuales por periodos cortos en algunas estaciones sismológicas, ha sido posible mantener la red de monitoreo funcionando desde Enero de 2009 hasta la fecha. La red de monitoreo también ha sido complementada con información de la actividad sísmica registrada en las estaciones sismológicas de Capurganá, Bahía Solano y Santa Bárbara, pertenecientes a la Red sismológica Nacional del INGEOMINAS (www.ingeominas.gov.co/RSNC), las cuales han funcionado permanentemente durante el periodo de monitoreo. Con base en la información adquirida se ha iniciado el procesamiento de datos tendientes a ubicar eventos sísmicos, determinar anisotropías sísmicas, tensores de esfuerzo deformación y atenuaciones y con ello establecer el modelo estructural del área de estudio

7. Recomendaciones

Se recomienda realizar el desmonte gradual de la red de monitoreo durante el periodo entre el 14 al 28 de Septiembre de 2009. Con ello se permitirá realizar el procesamiento e interpretación de la información y elaborar el informe final durante el mes de octubre de 2009.

Una vez se finalice este proyecto, en Octubre de 2009, se propone realizar una segunda fase de monitoreo. Esto permitirá evaluar la calidad de datos adquiridos, actividad sísmica del área, posibilidad de utilizar la información sísmica para modelar el subsuelo, necesidad de reubicar estaciones o aumentar el número de estaciones sismológicas en caso de ser necesario y disponer de un mayor número de estaciones sismológicas. Para esta segunda fase se podrán utilizar nuevamente de las 30 casetas construidas, las cuales garantizan una permanencia de varios años. El periodo de monitoreo propuesto es de un año. Este proyecto podría ser planteado desde el proyecto PIISCO dentro del convenio marco de cooperación 03 de 2009 entre la Universidad nacional de Colombia y la Agencia nacional de Hidrocarburos, ANH. El costo estimado de esta segunda fase de monitoreo es de 1500 millones de pesos.

Referencias bibliográficas

Universidad Nacional de Colombia - Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2009. Informe del reconocimiento geofísico y estructural para la ubicación e instalación de la red de sismógrafos,. Proyecto cartografía geológica y modelamiento estructural de las cuencas de Urabá y Sinú-San Jacinto a partir de la interpretación de imágenes de sensores remotos y monitoreo sísmico, Informe interno de Marzo 3 de 2009

www.ingeminas.gov.co/RSNC, 2009 Red Sismológica Nacional de Colombia, Ingeominas, Bogotá, D.C. Colombia

Anexo I. Coordenadas planas de las estaciones sismológicas

Estación	GPS	Origen Bogotá		Origen Buenaventura	
		Norte	Este	Norte	Este
Necoclí-Antena Movistar	GPS020	1425010,883	701295,0502	1423985,59	1031787,4
Necoclí-Cerro del Águila	GPS023	1445852,617	691069,6532	1444723,76	1021412,16
Mulatos-Los Galpones	GPS025	1446881,78	711159,7389	1445909,46	1041471,61
Zapata-Giganton-Piedras Negras	GPS028	1454442,907	721311,6869	1453543,08	1051553,79
Estación Changas –Antena Comcel	GPS032	1438012,883	725147,947	1437158,65	1055515,41
Antena-San Juan	GPS036	1461699,784	732224,8855	1460880,05	1062399,34
Estación Arboletes-La Ponderosa	GPS037	1469358,548	741712,3498	1468608,42	1071817,58
Canalete-Repetidora	GPS039	1465945,811	761885,5564	1465360,03	1092003,84
Valencia-La Rusia	GPS047	1403057,607	763816,3287	1402525,67	1094421,26
Estación Alto Mulatos	GPS053	1392780,128	726573,7644	1391978,27	1057283,62
San Pedro-Vereda Pueblito	GPS054	1405759,094	750273,1938	1405123,64	1080866,82
Nueva Granada	GPS055	1407526,816	731443,2235	1406748,21	1062038,51
Santa Catalina-Loma Linda	GPS058	1425164,693	749508,3558	1424509,41	1079955,03
El Totumo-Nueva Luz	GPS074	1410416,582	715303,0647	1409513,47	1045891,69
Nueva Antioquia	GPS077	1381726,076	731914,6393	1380973,4	1062701,2
Currulao La Arenera	GPS078	1378409,144	720862,3985	1377578,7	1051683,28
Estación Apartado-La primavera	GPS083	1364658,502	721979,743	1363849,24	1052899,12
Tumará-Cerros El Cuarenta	GPS089	1336822,01	682235,6483	1335762,67	1013395,83
Acandí-Antena	GPS108	1433995,696	647815,4775	1434601,87	978294,153
Trigana-Camino Comunitario	GPS116	1418940,176	664145,5602	1417638,45	994731,568
Cerros del Cuchillo	GPS130	1319930,593	691239,6558	1318954,05	1022505,04
Jurado Alto	GPS136	1325733,006	726991,8949	1324994,95	1058180,08
Escuela el Congo	GPS145	1341885,622	722852,7955	1341104,01	1053932,82
Alto Carepa	GPS154	1351485,75	734870,0349	1350780,17	1065871,82
Batata-Las Flores-La Miel	GPS171	1383874,578	757127,5811	1383305,16	1087879,13
Puerto Frasquillo-Santa Ana	GPS180	1378791,75	769303,1355	1378314,6	1100084,47
Tierra Alta-La Guajira	GPS186	1389541,06	778528,2223	1389126,06	1109225,75
Cadillo-Holanda	GPS191	1448801,472	737473,785	1448034,27	1067746
Unguía-Antena Comcel	GPS207	1380239,553	665572,2289	1379003,25	996445,134
Santa María - El Gilgal	GPS212	1399802,012	668033,7007	1398556,53	998758,646

Anexo 2. Personal de contacto en predios de las estaciones sismológicas

Estaciones	Nombre del Terreno	Persona de contacto	Función	Teléfono
Necoclí-Antena Movistar	Antena Necoclí	Pedro Luis López	Operario Antena	3162300876
Necoclí-Cerro del Águila	Finca Cerro del Águila	Danilson Negrete	Administrador	8214083
Mulatos-Los Galpones	Finca los Galpones	Olga /Rafael Rodríguez Lozano	Propietaria	313 6161710
Zapata-Gigantón-Piedras Negras	Finca el Gigantón	Wilmar Gómez	Administrador	3148916082
Estación Changas –Comcel	Antena changas	Elis Romero	Propietaria	XX
Antena-San Juan	Antena San Juan	Areli Mejía	Propietaria	3122818939
Estación Arboletes-La Ponderosa	La ponderosa	Sergio Cano	Administrador	3115051857
Canalete-Repetidora	Miravalle	Luis Correa	Propietario	3135122614
Valencia-La Rusia	La Rusia el Faro	Regino Fernández	Propietario	XX
Estación Alto Mulatos	Viento Libre	Ever Ladino	Propietario	3126512461
San Pedro-Vereda Pueblito	El Pueblito	Alba Contreras	Propietario	3147848574
Nueva Granada	XX	XX	XX	XX
Santa Catalina-Loma Linda	Loma Linda	José María Mezea	Propietario	3114260165
El Totumo-Nueva Luz	Nueva Luz	Ébulo González	Propietario	3104414212
Nueva Antioquia	Nueva Antioquia	Policía	XX	XX
Currulao La Arenera	Finca los Morritos	Moña	Administrador	
Estación Apartado-La primavera	Finca la primavera	Ofelia Ríos	Propietaria	3137603712
Tumará-Cerros El Cuarenta	Finca el Cerrito	Guillermo Quiroz	Propietario	2682917
Acandí-Antena	Finca de Don Darío	Don José	Zorrero	3136639415
Triganá	Cabaña	Jorge Múnera	Ing. Forestal	314 6581613
Cerros del Cuchillo	Finca el siete	Esteban Barba	Administrador	3105999853
Jurado Alto	Finca las Tecas	Antonio Palacios	Propietario	3127821171
Escuela el Congo	Villa Nela	Adolfo Calderón	Propietario	3128157236
Alto Carepa	Finca Resua Martínez	Oare de Jesús	Propietaria	313 768 7550
Batata-Las Flores-La Miel	Vereda la Miel	Clemente Martínez	Propietario	
Puerto Frasquillo-Santa Ana	Finca Santa Ana	Deiner Tamayo	Guía	3204102608
Tierra Alta-La Guajira	Finca la Guajira	Victorino Sierra	Propietario	3106685315
Cadillo-Holanda	Finca Holanda	Jaime Benjumea	Propietario	3116058221
Unguía-Antena Comcel	Finca Joaquín Jaramillo	Luis Carlos Patino	Zorrero	312 8793335
Santa María El Gilgal	Santa María	José Hilario Mendoza	Campero Willys	311 6565007

Anexo 3. Registro fotográfico de las casetas



a).



b).

Estación Jurado



a).



b).

Estación Tumará- Cerros del cuarenta.



a).



b).

Estación Alto de Mulatos



a).



b).

Estación San Pedro-El Pueblito



a).



b).

Estación Necoclí-Antena Movistar



a).



b).

Estación San Juan de Urabá



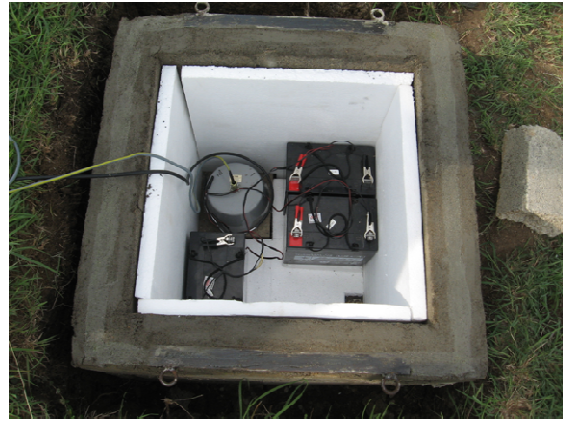
Estación Apartado – La Primavera



Estación Alto de Carepa



Estación Holanda – La Candelaria



Estación Loma Linda



Estación Mulatos Los Galpones



Estación Changas – Antena Comcel



Estación Nueva Antioquia



Estación Nueva Granada



Estación Chigorodo – El congo



Estación Acandi



Estación Trigana



Estación Unguía



Estación Currulao – La Arenera



Estación Batatas



Estación Cerro El Cuchillo