



Agencia de Cooperación
Internacional del Japón



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL
REPÚBLICA DOMINICANA

PROYECTO

Reducción de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones escolares en la Provincia de San Cristóbal

2014





Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Este informe es el principal producto del proyecto de colaboración realizado entre la **Agencia de Cooperación del Japón (JICA)** la **Oficina Nacional de Evaluación Sísmica de Infraestructura y Edificaciones (ONESVIE)** con la participación de otras instituciones como el **Servicio Geológico Nacional (SGN)**, las oficinas **del Programa Gestión Riesgo** y la **Regional de Educación** del Ministerio de Educación (MINERD), a continuación les mostramos una relación de los especialistas que participaron de una forma u otra en la ejecución y elaboración del informe de este proyecto:

ONESVIE

Ing. Freddy Marcial Santana Martínez
Lic. Juan Sena
Ing. Johanny Hernández Morales
Ing. Pedro I. Márquez Mercerón
Ing. Eufracio Ferreras Medina
Ing. Rubén Mañan Jiménez
Ing. Flor Lima Rodríguez
Ing. Mariel Teresa Rincón Bock
Arq. Zoraida Disla Morales
Arq. Pablo Yermenos González
Arq. Cexnia Bueno Ortega
Arq. Ismenia Vargas Peña
Arq. Renzo Santana Martínez
Tec. Salvador Daniel Félix
Tec. Cristian Morales Marmolejos
Tec. Raúl Sosa Cruz
Chof. Pedro Richard Mercedes
Chof. Gutier Cabral Pérez
Chof. José de León
Chof. Ramón Mendoza

SGN

Ing. Santiago Muñoz
Lic. Jottin Leonel Collado
Arq. María B. Roque
Arq. Yesica H. Pérez
Ing. María Calzadilla
Ing. Julio P. Bautista
Ing. Vladimir Guzmán
Ing. Juana A. Suardi
Ing. Australia Ramírez
Ing. Yenny Rodríguez
Francisco Ulloa (Especialista GIS)
Gloria Luna (Digitadora)

MINERD

Dra. Milagros Yost
Lic. Darío Campusano Hiche
Lic. Ramonita Domínguez
Lic. Castia Almonte

INDICE GENERAL

I. RESUMEN EJECUTIVO	3
II. INTRODUCCIÓN.....	4
III. PARTICIPACIÓN DE DIFERENTES ENTIDADES QUE INTEGRAN EL PROYECTO	5
IV. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO PROVINCIA SAN CRISTÓBAL.....	6
V. HERRAMIENTAS Y PRODUCTOS.....	14
VI. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN VISUAL RÁPIDA.....	17
VII. DIAGNÓSTICO DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO SOBRE EL RIESGO SÍSMICO A QUE ESTÁN SOMETIDOS LOS PLANTELES. CAPACITACIÓN DE 315 MAESTROS COMO MULTIPLICADORES DEL CONOCIMIENTO	22
VIII. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE SITIO (AMENAZAS).....	27
IX. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN	55
X. ANALISIS DEL RIESGO	58
XI. ACTIVIDADES Y REUNIONES REALIZADAS.	59
XII. CONCLUSIONES	62
XIII. RECOMENDACIONES.....	65
XIV. BIBLIOGRAFIA.....	66
XV. ANEXOS	68



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

I. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica Escolar en la Provincia de San Cristóbal, República Dominicana, es el resultado del apoyo que ofrece Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) a sus ex – becarios, que dentro de su programa de seguimiento aporta los fondos, para que se pongan en práctica los conocimientos y experiencias adquiridos a través de los programas de capacitación que auspicia. El proyecto se ejecuta a través de la Oficina Nacional de Evaluación Sísmica y Vulnerabilidad de Infraestructuras y edificaciones (ONESVIE), con la colaboración del Servicio Geológico Nacional (SGN), La Gobernación provincial, y en coordinación con el Programa de Gestión de Riesgo del Ministerio de Educación de la República Dominicana (MINERD).

Con este proyecto se pretende proveer de herramientas que contribuyan a la reducción del nivel de vulnerabilidad sísmica de las comunidades, a través del manejo de la información para el fortalecimiento de las capacidades de las agencias de gestión de riesgos en la toma de decisiones, promover iniciativas para la prevención, mitigación y respuesta a desastres, promover el desarrollo de conocimientos y evaluación del riesgo sísmico, así como también el aumento de la conciencia de los programas de educación, capacitación y elevación de la cultura en el manejo de los desastres naturales en las comunidades.

Objetivos Específicos del Proyecto:

- Determinar los elementos vulnerables en las edificaciones escolares públicas de la provincia de San Cristóbal.
- Proveer un mapa que refleje el grado de vulnerabilidad de las edificaciones evaluadas.
- Evaluar el nivel de conocimiento sobre el riesgo sísmico a que están sometidos los planteles, así como que hacer antes, durante y después de un sismo.
- Contribuir a desarrollar una cultura de prevención y mitigación en la comunidad escolar.
- Divulgar material educativo prevención, mitigación y respuesta ante eventos sísmicos.

Los resultados de este proyecto serán presentados ante los tomadores de decisiones relacionados con la problemática, incluyendo los más altos estamentos del estado, a los fines de que esta herramienta de trabajo sienta un precedente en cuanto a la reducción de la vulnerabilidad sísmica escolar de la provincia de estudio, focalizando recursos y priorizando las edificaciones con un mayor grado de vulnerabilidad.



II. INTRODUCCIÓN

La definición de la naturaleza y alcance de un estudio de vulnerabilidad sísmica debe estar condicionado por el tipo de daño que se pretende evaluar y el nivel de amenaza existente. Esta investigación tiene como objetivo principal la evaluación de la vulnerabilidad físico - estructural de las escuelas emplazadas en la provincia San Cristóbal, en un contexto donde la vulnerabilidad sísmica requiere de un análisis y ponderación.

La vulnerabilidad sísmica es una propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su propio comportamiento ante la acción de un sismo descrito a través de una ley causa-efecto, donde la causa es el sismo y el efecto es el daño (Sandi,1986).

La provincia de San Cristóbal está ubicada en un pequeño valle al pie de las montañas pertenecientes a la Cordillera Central, entre los ríos Nigua, Nizao y Haina. Al noreste le queda la provincia Monte Plata, al noroeste la provincia Monseñor Nouel. Al Oeste la provincia San José de Ocoa, al suroeste la provincia Peravia y al este la provincia Santo Domingo. Al Sur el Mar Caribe. Se encuentra a unos 28 Km de la ciudad de Santo Domingo, tiene una superficie de 1,240.6 km², con una población de 569,930 habitantes (Oficina Nacional de Estadística, República Dominicana, 2014) y una densidad de 460 hab/km² del conjunto de provincias que conforman la Región Valdesia, San Cristóbal es la que tiene el mayor número de edificaciones escolares.

La provincia está espacialmente dividida en 8 municipios (Fig. 1), los cuales a su vez se sub dividen en parajes. La Tabla 1 muestra los Municipios y su código asignado de acuerdo a la categorización de la Oficina Nacional de Estadística:

Tabla 1 Municipios de la provincia de San Cristóbal	
Código	Municipio
052101	San Cristóbal
052102	Sabana Grande de palenque
052103	Bajos de Haina
052104	CambitaGarabitos
052105	Villa Altagracia
052106	Yaguateros
052107	San Gregorio de Nigua
052108	Los Cacaos

La provincia cuenta con 6 Distritos Escolares; Cambita Garabito, San Cristóbal Norte, San Cristóbal Sur, Villa Altagracia, Yaguateros y Haina, para un total de 315 escuelas distribuidas entre los niveles básico - secundaria - liceo.

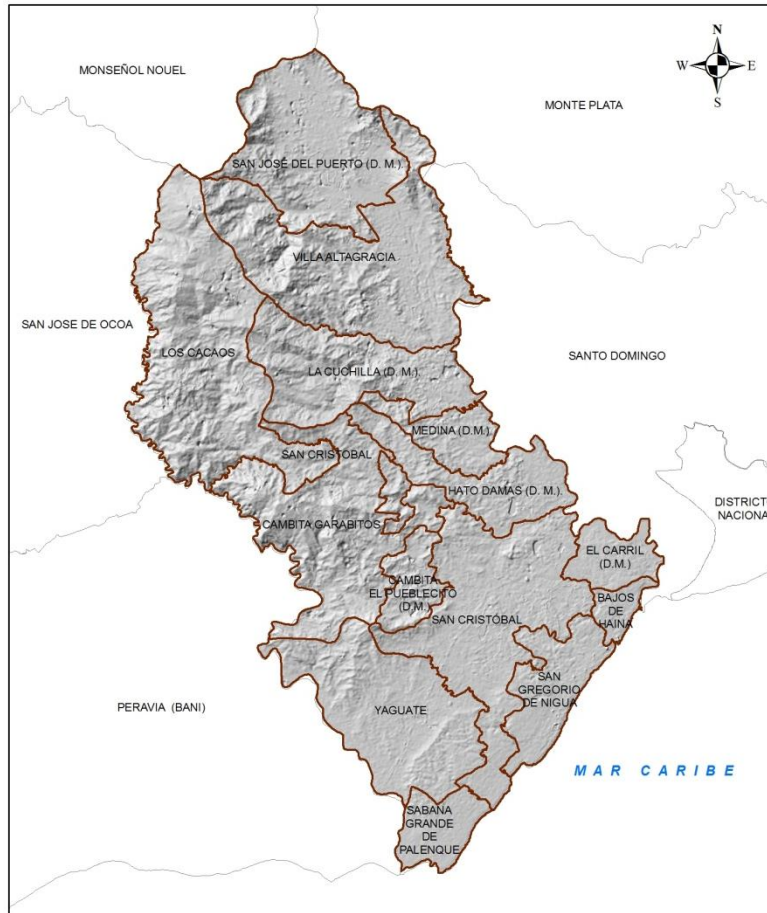


Figura 1 Mapa Político - Administrativo de la provincia San Cristóbal

III. PARTICIPACIÓN DE DIFERENTES ENTIDADES QUE INTEGRAN EL PROYECTO

Entidades participantes: Ayuntamiento y Gobernación Provincial, Ministerio de Estado de Educación (MINERD), y el Servicio Geológico Nacional (SGN).

- **Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA):** Proveyó el apoyo y los fondos necesarios para la ejecución de las actividades que integran el proyecto, así como asesoría y seguimiento para el buen desarrollo de las mismas.
- **Ayuntamiento y Gobernación Provincial de San Cristóbal:** Las diferentes instituciones que pertenecen a este organismo brindaron toda la información necesaria, así como apoyaron en la organización de las diferentes tareas a ejecutar en el proyecto.
- **Ministerio de Educación de República Dominicana (MINERD):** Brindó la información necesaria sobre el sector y participó con sus especialistas en el proceso de investigación y en la apreciación de la situación. Colaboró en la preparación de ejercicios de preparación, seminarios y talleres, a través de su Programa de Gestión de Riesgo.



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

- **Servicio Geológico Nacional (SGN):** Participó activamente en la evaluación de los diferentes procesos y fenómenos físicos Geológicos que pudieran ocurrir en los sitios donde se encuentran ubicadas las escuelas así como en la elaboración de los mapas de vulnerabilidad de sitio y de vulnerabilidad sísmica, conjuntamente con la ONESVIE.

IV. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO PROVINCIA SAN CRISTÓBAL

A. Geología

La provincia de San Cristóbal está caracterizada desde el punto de vista geológico por la presencia de vastos depósitos carbonáticos arrécales, limitados hacia arriba por los relieves de naturaleza predominantemente magmática de la Cordillera Central. Depósitos cuaternarios de origen terrígeno están presentes en forma de cojines aluviales de los principales ríos del sector occidental. El mapa geológico (Anexo 1) muestra la gran diversidad de formaciones presentes.

Las escuelas de la provincia descansan sobre una gran diversidad de formaciones geológicas, que cronológicamente se distribuyen de la siguiente forma:

1. Cretácico Inferior (K1)

Fm Arroyo Jigüey Rocas volcánicas masivas, intermedias - ácidas con metamorfismo de contacto. Además presencia de límites y capas de chert y calizas. Predominancia de basaltos y rocas ultramáficas.

2. Cretácico Superior (K2)

Fm Tireo Rocas piroclásticas y tufitas de carácter básico - intermedia con metamorfismo de contacto y Gabros.

3. Cretácico Inferior - Paleógeno (K1 - P22)

Granitoides

Tonalitas foliadas (19). Cretácico Inferior

Dioritas, cuarzodioritas y cuarzomonzonitas (20). Post-Eoceno medio

4. Eoceno Inferior - Medio (P21 - 2)

Fm Loma Rodríguez caliza estratificadas en parte margosa de colores crema y rosada de plataforma

5. Eoceno Superior (P22)

Fm Valdesia Conglomerados poligénicos con clastos de rocas volcánicas y plutónicas y de calizas con una matriz solidificada en alternancia con areniscas y limolitas.

6. Eoceno Superior - Mioceno Inferior (P22 - N1)

El Grupo Río Ocoa se deposita discordante sobre los materiales del Grupo Peralta. Está constituido por las Fms Ocoa, Limonal y Majagua, desarrolladas en una cuenca detrás del arco-isla cretácico muerto, o ya inactivo, representado por el Grupo Tireo.



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Las Fms Limonal y Majagua se forman en ambientes sedimentarios muy similares, si bien es más evidente en sus facies la influencia de un sistema deltaico cercano. La aparición de slumps y pequeños evidencian la existencia de cierta inestabilidad tectónica en la cuenca.

Los conglomerados y olistolitos de la Fm Ocoa registra ambientes de depósito en una cuenca turbidítica, en un contexto de talud, que recibía grandes olistolitos desde el borde activo de la cuenca (Falla de San José-Restauración).

7. Mioceno Inferior (N12)

Fm Fort Resolue Alternancia de conglomerados, areniscas gravosas y areniscas.

Fm San Cristóbal Marga arenosa con capas de arenisca calcárea.

Formación Río Nizao Conglomerados, arenas y Lutitas calcáreas.

8. Mioceno Inferior – Pleistoceno (N12 - Q1)

El Grupo Ingenio Caei se deposita sobre una discordancia angular y erosiva sobre los materiales del Grupo Río Ocoa. Este grupo registra discordancias progresivas que registra la sedimentación sincrónica al levantamiento de la Cordillera Central desde el Mioceno superior hasta la actualidad. En conjunto, las Fms Río Nizao e Ingenio Caei representan un sistema marino-costero de sedimentación siliciclástica y carbonatada en el que predominan las facies deltaicas y que experimenta repetidas oscilaciones relativas del nivel del mar.

Formación Ingenio CAEI. Calcarenitas y calizas. Miembro Boca de Los Arroyos Conglomerados, arenas, limos y calizas. Miembro Loma de Duveaux. Conglomerado polimíctico. Miembro Sabana Grande. Calizas, calcarenitas y arenas finas.

9. Cuaternario (Q1- 4)

9.1 Pleistoceno. Q1-3

Depósitos pleistocenos marinos y costeros

Fm La Isabela. Calizas arrécales, calcirruditas y calcarenitas y margas y calcarenitas con corales.

Cordón litoral antiguo Arenas finas con fragmentos de moluscos

Piedemonte antiguo (19). Lutitas y arenas con gravas y cantos.

9.2 Pleistoceno-Holoceno Q 3-4

Terrazas altas. Conglomerados y arenas.

9.3 Pleistoceno-Holoceno

Glacis (21). Arenas y arenas limosas con niveles de cantos y gravas

Terrazas medias-altas (22) y bajas (23). Cantos, gravas y arenas

Holoceno

Terrazas bajas Conglomerados y gravas.

Abanicos aluviales. Arenas y lutitas

Piedemonte. Arcillas, limos y arenas con cantos

Aluvial-columial. Arenas y lutitas con cantos

Zona con derrames y avulsión de canal y llanura de inundación. Lutitas y arenas con cantos y gravas.



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Coluviones .Limos y arcillas con cantos.
Fondos de valle. Conglomerados, gravas y arenas.
Áreas endorreicas .Lutitas negras con restos vegetales.
Playas y cordón litoral. Arenas y gravas bioclásticas.
Deslizamientos de ladera. Bloques, cantos y arenas
Conos de deyección. Gravas arcillas y arenas
Coluviones. Arenas limosas con cantos y bloques
Llanura de inundación. Limos con niveles de cantos y arenas
Fondos de valle con funcionamiento estacional y fondos de valle (depósitos localmente discontinuos). Cantos, arenas y gravas.

Villa Altigracia se sitúa sobre el “Cinturón Metamórfico Intermedio”, dominio definido por Bowin para denominar un conjunto de unidades metamórficas que configuran el flanco septentrional de la Cordillera Central. La presencia de este conjunto de unidades metamórficas en el centro de la isla se ha relacionado con los estadios primitivos (pre-Cretácico superior) de su evolución. Dentro de ella se destaca, el Complejo Duarte, del Jurásico superior, que representa el conjunto litológico más antiguo de la isla.

La estructura más importante en la región es la terminación suroriental de la Zona de Falla de San José-Restauración que separa dos bloques con claras diferencias estructurales y estratigráficas. Su funcionamiento más reciente es como falla inversa de componente sinistral y vergencia hacia el suroeste en que la transpresión ha originado una estructura en flor positiva.

B. Geomorfología

La provincia de San Cristóbal se localiza desde el punto de vista geomorfológico en los relieves correspondiente a la Llanura Costera del Caribe que se extiende desde el límite del río Nizao hasta la porción oriental (este) del país. Su relieve se modifica hacia el NNW donde pasa a los relieves del extremo meridional de la Cordillera Central, junto con la orla de depósitos fluviales que descienden hasta la línea de costa.

Las unidades geomórficas involucradas con la provincia son (Figura 2):

- Llanura Costera del Caribe (X)
- Cordillera Central (XIII)

La Llanura Costera del Caribe consiste en una serie de terrazas que suben gradualmente desde la costa hacia el pie de las cordilleras que la limitan en todo su flanco septentrional.

La Cordillera Central presenta en este entorno pliegues apretados con una dirección promedio NO-SSE. En la configuración de la estructura también ha intervenido una familia de fallas direccionales, con dirección NE-SO a ENE-OSO componente de movimiento vertical importante

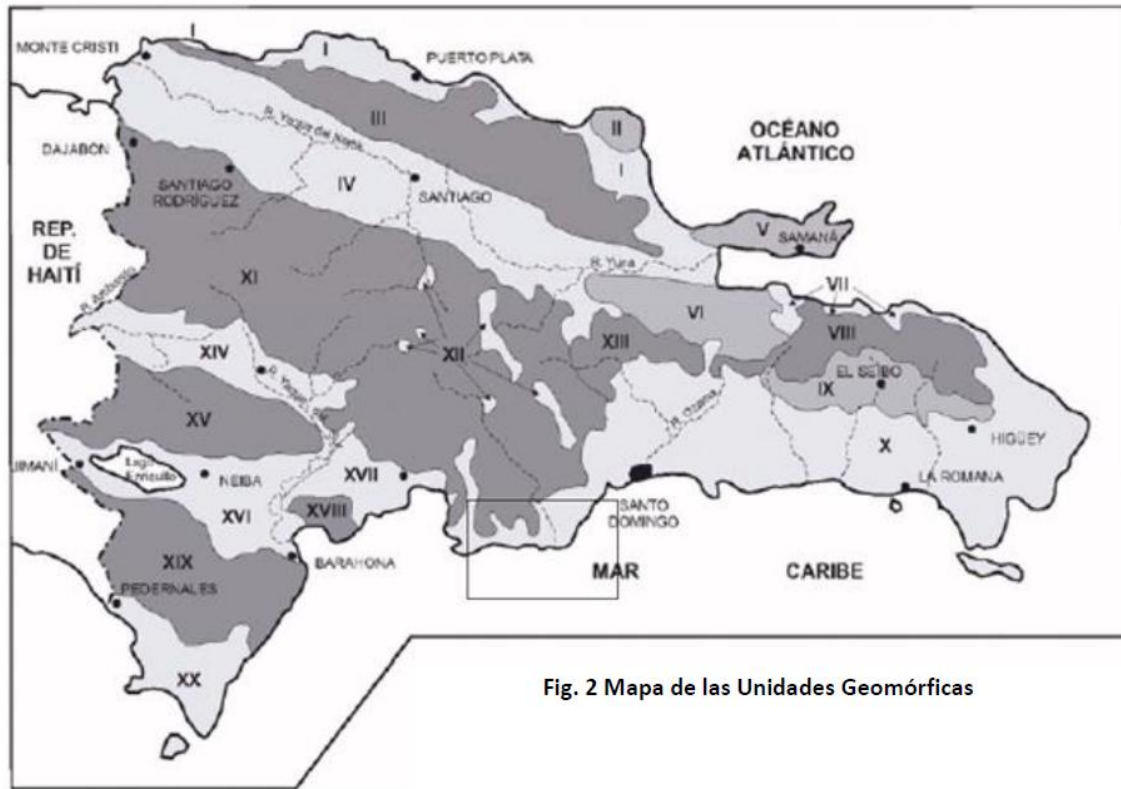


Fig. 2 Mapa de las Unidades Geomórficas

La mayor parte de la fisiografía de la hoja viene marcada por la dirección estructural de las estribaciones meridionales de la Cordillera Central, que condiciona tanto la orientación (NNO-SSE) de sus relieves - que alcanzan su cota máxima (522 m).

Entre las elevaciones que se ubican en el área podemos citar Loma Majagua 1969 m, Loma El Grito 1800 m, Loma Pio 1400 m, Loma Vieja 1400 m, Loma La Humeadora 1315 m, etc. Dicha pendiente general aparece surcada por varios cursos fluviales, entre los cuales, los más importantes son los ríos Nigua, Nizao y Haina.

Los deslizamientos se distribuyen de forma dispersa si bien son más frecuentes y mayores en las laderas de los valles de los ríos Nigua y Nizao. Se desarrollan en pendientes pronunciadas a medias sobre todo tipo de litologías si bien tienden a concentrarse en los intervalos lutíticos. La litología depende directamente de la naturaleza del sustrato y corresponde esencialmente a arcillas con cantos y bloques.

Los municipios de Los Cacaos, Cambita Garabito y parte de San Cristóbal son los más afectados por el efecto de los derrumbes y deslizamientos, además algunas áreas se involucran con abanicos aluviales, cuyos materiales se movilizan con facilidad y generan movimientos desestabilizando las áreas.

C. Tectónica

La isla de La Española forma parte del archipiélago de las Antillas Mayores. Desde el punto de vista geodinámico, esta región está ubicada en el límite norte de una pequeña placa, la Placa Caribe que desempeña el papel de una zona de tapón entre la Placa de América del Norte, la Placa de América del Sur y las pequeñas placas del Pacífico Este; Placa Cocos y Placa Nazca (Figura 3).

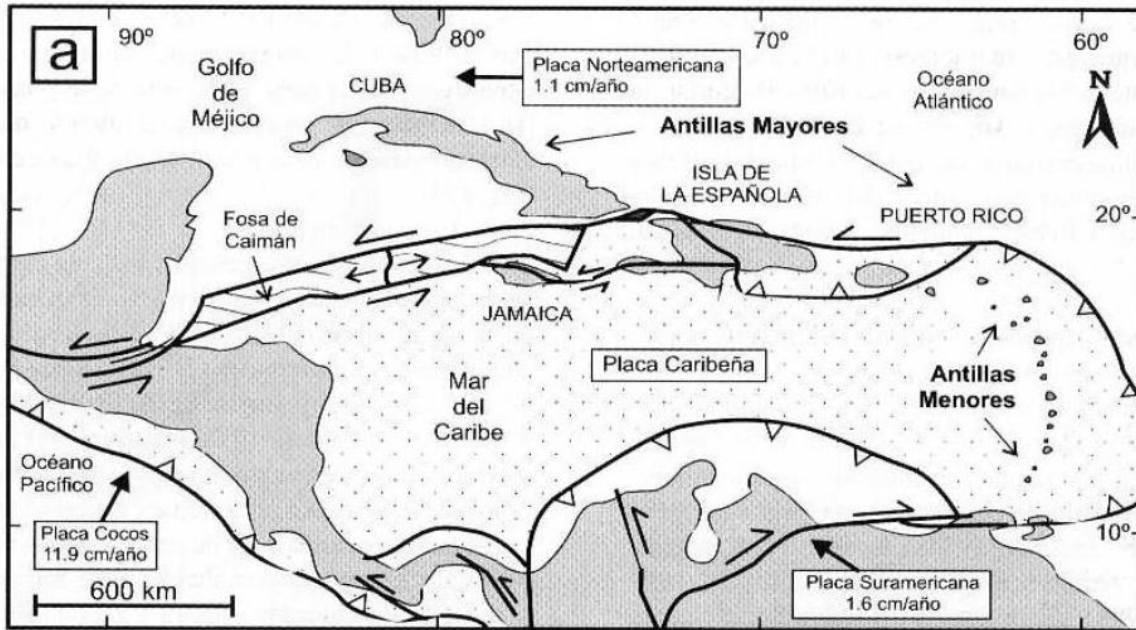


Fig. 3 Posición de la Placa del Caribe. La Isla de La Española está situada sobre la zona activa de desgarro sinistral que separa las placas norteamericana y caribeña. **Fuente:** Lewis J.F. *et al.*, 2002

Las Antillas Mayores: Cuba, Jamaica, La Española y Puerto Rico pertenecen a la cadena norte-Caribe cuya estructuración mayor corresponde a la colisión del margen sur de la Placa de América del Norte, con el arco volcánico de la «Proto-Placa» Caribe al final del Cretácico. En su configuración actual (Fig. 4), las Antillas Mayores están cortadas en tiras, separadas las unas de las otras por grandes desgarros sinistros con dirección general este - oeste.

Estas estructuras se insertan en un sistema de fallas transformantes complejas, el sistema Polochic/Caimán, activo desde el Terciario y cuya evolución, hasta los tiempos actuales, arrastra una estructuración nueva de la cadena.

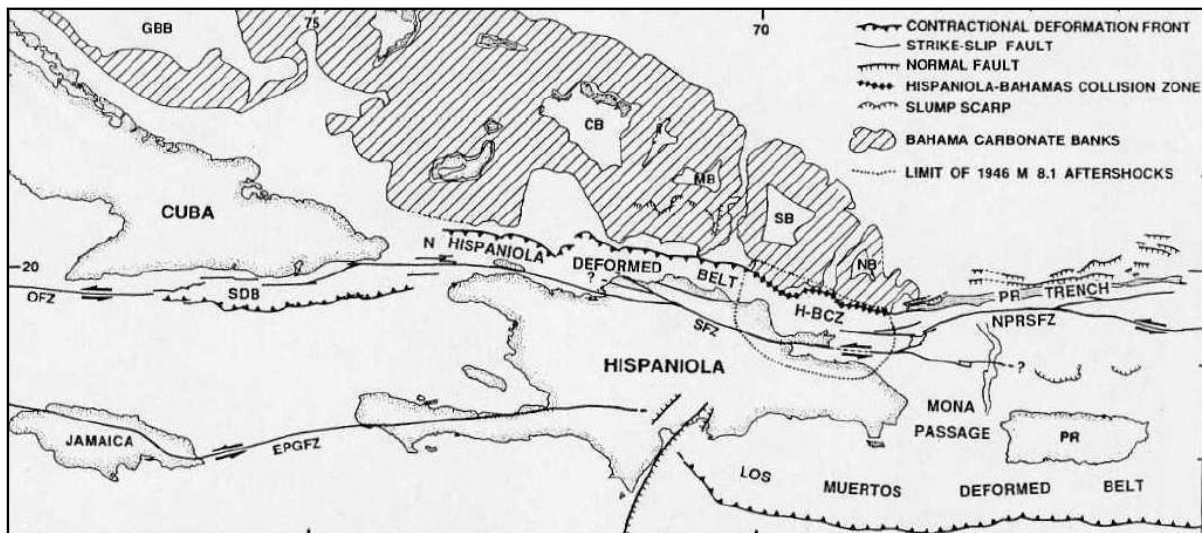


Fig. 4 Posición de La Isla de La Española y relación de los principales cizallamientos sinestros con la falla transformante Polochic/Caimán. Fuente: (Dolan J.F. et al, 1998).

Existe un gran número de trabajos de investigación con relación a la Sismicidad de la Hispaniola que plantean desde el desarrollo geológico y tectónico de la isla hasta estudios de detalle en áreas específicas. El conocimiento en detalle de las fallas con potencial sismogénico en la República Dominicana es muy limitado, restringiéndose básicamente a la Falla Septentrional, sobre la cual se han hecho varios trabajos de investigación tales como los del Dr. P. Mann & otros, B de Lepinay y la tesis del Dr. Eric Calais, entre otros.

Las consideraciones para la selección de las fallas sismogénicas que se presentan a continuación han sido tomadas con base en la información geológica disponible, en la estructura morfotectónica de la isla y en la concentración de eventos sísmicos en los alrededores de aquéllas.

Para la provincia de San Cristóbal se analizó el entorno desde el punto de vista estructural tomando en consideración las fallas sismogénicas levantadas la (Figura 5) muestra la visión que se tiene de las mismas:

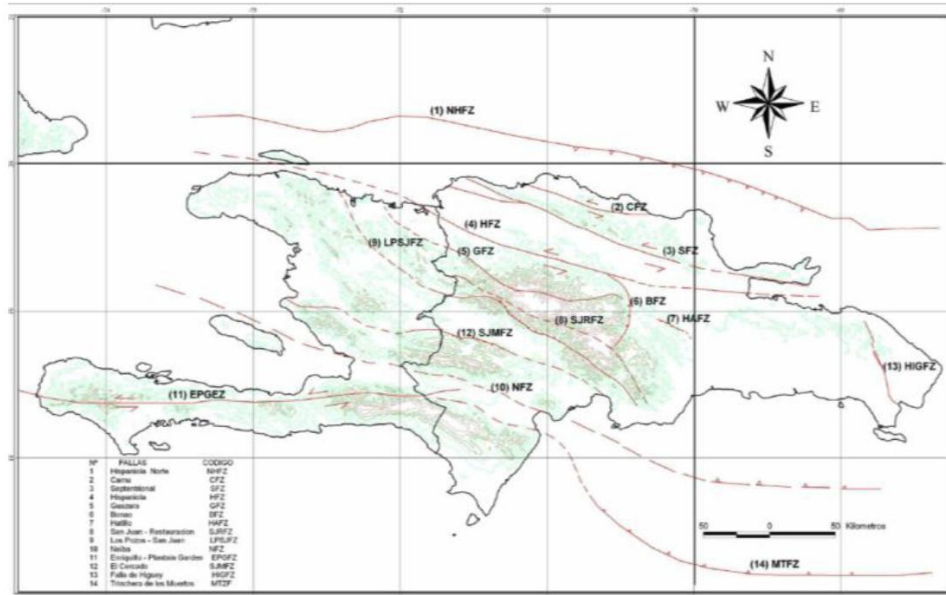


Fig. 5 Mapa de las Fallas Principales de la Hispaniola

Las zonas de fallas que influyen en la región de San Cristóbal son las Falla San José - Restauración, Falla Bonao y Falla Hatillo, a continuación se realiza una breve descripción:

- **Falla San José - Restauración**

Corre en sentido WNW-ESE por la parte central y flanco sur de la cordillera central. Se considera una falla transcurrentesinestral y con buzamiento hacia el norte. Su traza no es continua a todo lo largo pero puede ser inferida a partir de la geomorfología. La sección correspondiente a las cercanías de San José de Ocoa se considera como falla inversa y posiblemente activa.

- **Falla Bonao**

Es una falla de trazo curvo cóncavo hacia el este, que va desde la cordillera central hasta el valle del Cibao, en las inmediaciones de Bonao. Se considera una falla inversa por la disposición de las unidades geológicas a ambos lados de la misma (Complejo Duarte y Formación Tireo). Informes de estudios para complejos hidroeléctricos la señalan como falla inactiva. Sin embargo, la actividad sísmica de la zona es considerable.

- **Falla Hatillo**

Es una falla de cabalgamiento con trazo ligeramente curvo cóncavo hacia el NE y buzamiento hacia el SW.

- **Lineamientos**



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Los lineamientos que se han utilizado para el análisis de la tectónica han sido levantados de los resultados de la fotointerpretación de las imágenes satelitales realizadas por el proyecto de Prevención de Riesgos Sísmicos. Estos fueron clasificados en dos grupos en función de la longitud de los trazas detectadas en la imagen un grupo de 4 km y otro de 2 km.

Según la clasificación de los terrenos tectónicos la provincia San Cristóbal se localiza entre:

- Terreno Loma Caribe
- Terreno Duarte

Considerando estas características se muestra en el (Tabla 2) un resumen de la distribución de los lineamientos en dichos terrenos¹:

Tabla 2 Distribución de los Lineamientos			
Terreno	Longitud	No de Datos	Rumbo principal
Loma Caribe – Tavera	2 km	214	N80° - 90° N120° - 130°
		43	N60° - 70°
Duarte	4 km	499	N80° - 90° N120° - 130°
		102	N70° - 80°

- Para el Terreno Loma Caribe - Tavera

Existe el rumbo principal E-W, aunque hay uno menor N130°-140°. Además hay una tercera familia más pequeña con rumbo N160°-170°.

Los lineamientos mayores de 4 km presentan una gran dispersión de datos, a pesar de que el rumbo principal es NE-SW (N50°-60°).

- Para el Terreno Duarte

Se evidencian tres familias de datos: WSW-ENE (N80°), NW-SE (N120°-130°) e NNW-SSE (N170°). Los lineamientos mayores de 4 km hay las mismas familias, pero la más importante es la de rumbo WSW-ENE.

Muchos de los lineamientos parecen asociados a elementos estructurales pre-neogénicos (foliaciones y fallas asociados a las fases deformativas más antiguas).

¹ Tomado del Proyecto de Prevención de Riesgos Geológicos (Riesgos Sísmicos)



D. Hidrología San Cristóbal

El clima en San Cristóbal está influenciado por las zonas húmedas de la Cordillera Central, en particular las cuencas de los ríos Haina, Nigua e Isabela (períodos húmedos hasta 5-7 meses).

San Cristóbal está enmarcado en la zona hidrogeológica de la Planicie Costera Oriental, con un promedio de lluvia anual de 1370.9 mm, a nivel de estación valores anuales medios de 2,688 mm (Presa de Isa, río Haina). La variación mensual de la precipitación presenta un régimen de tipo bimodal con época lluviosa en la primavera (en términos generales en el mes de mayo) y en verano-otoño (desde agosto hasta noviembre) y con sequía en el invierno y en junio-julio. La temperatura media del aire presenta valores anuales que fluctúan entre menos de 25 °C y más de 26 °C.

Los principales ríos de la provincia son el río Haina, el Nizao, y el Nigua. Otros ríos son Mana, Yubazo (o Blanco), La Toma y los arroyos Itabo, Sainaguá y Najayo.

Las áreas húmedas se encuentran en las zonas intramontanas y de sierra, ocurriendo los períodos húmedos más largos, hasta 5-7 meses, en las cuencas de los ríos Isabela, Haina, Nigua y Nizao.

E. Sismicidad

La provincia San Cristóbal, de acuerdo a la distribución sismotectónica propuesta en el marco de desarrollo del proyecto SYSMIN (1999), se encuentra ubicada en la zona Beata Ridge (zona 5) la cual presenta la influencia sísmica de las formaciones Bonao, San José Restauración y Hatillo. Los registros históricos muestran una sismicidad discreta a lo largo de su territorio, la cual será evaluada mediante la relocalización de los sismos dentro de la zona de influencia para estudiar la amenaza sísmica de la zona.

V. HERRAMIENTAS Y PRODUCTOS

A. Herramientas

Con toda la información recopilada, se procedió a preparar las herramientas que se utilizaron para el trabajo de campo, dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

1. Base de Datos

Correspondiente a la lista de los planteles escolares y sus coordenadas a evaluar, resume las informaciones principales que caracterizan a las Edificaciones por ejemplo Nombre, Municipio, Distrito Regional de Educación, Tipo de Edificación y Cantidad de Estudiantes (Anexo 8).

2. Hoja de Inspección Visual Rápida

El RVI (RVI, siglas en Inglés) tanto en su versión física, como digital, permitió en un breve tiempo determinar si las edificaciones inspeccionada requerían una evaluación detallada o no, además, nos permitió recopilar la información necesaria para la evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

estructural, esta hoja de inspección fue adecuada a las condiciones y características de la República Dominicana, tomando en cuenta el código sísmico y los tipos de construcciones existentes en el país (Anexo 9).

La Metodología de inspección visual y rápida contiene un formulario al que hemos llamado de Datos y Evaluación. Este procedimiento está diseñado para realizarse sin necesidad de llevar a cabo cálculos de análisis estructural, está basado en los siguientes manuales, y pretende ser una adaptación de los mismos:

- RVS (Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook), originado en 1998 con subpublicación de FEMA 154 (Federal Emergency Management Agency). Reforzado por la experiencia adquirida después de la evaluación de 70,000 edificaciones. Comprende la edición revisada RVS manteniendo el mismo procedimiento original pero ya compatible con el Reporte FEMA 310, de Marzo de 2002.
- NISTIR 6867 (Manual for Seismic and Windstorm Evaluation of Existing Concrete Buildings for Dominican Republic Abril 2002.
- Normas Estructurales de Diseño Recomendadas para República de Guatemala. AGIES: NR-6 2001. Disminución de Riesgos y Rehabilitación.

3. Hoja de evaluación del Índice de Vulnerabilidad

La hoja de evaluación del índice de vulnerabilidad (tanto en su versión física, como digital (Anexo 10). Basada en el Método del Índice de Vulnerabilidad (BENNEDETTI y PETRINI, 1984). Este método de evaluación considera los aspectos de tipo estructural, configuración estructural, ubicación de la edificación, tipo de cimientos y elementos no estructurales. Los coeficientes de los parámetros evaluados fueron adaptados a los tipos de edificaciones de República Dominicana, considerando nuestra experiencia y la de países con métodos constructivos similares, Este método se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes que la mantienen en pie ante un sismo severo. Este método permitió clasificar las edificaciones en de vulnerabilidad Alta, Media y Baja.

4. Base de Datos de la Oficina Nacional de Estadística (ONE).

Para la elaboración de las Matrices de amenazas, exposición y vulnerabilidad se seleccionaron los parajes que tienen edificaciones escolares, además se seleccionaron los parajes con las siguientes condiciones:

B. Productos

1. Folleto referente al proyecto (Anexo 11).

El folleto se diseñó teniendo en cuenta los objetivos y propósitos del proyecto en la etapa de sensibilización ya que el mismo persigue dotar a los miembros del sector de una herramienta en la



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

preparación ante sismos, indicando cuales son las principales medidas de que hacer antes, durante y después de un terremoto.

En el diseño gráfico se tomó en cuenta el tipo de amenaza (sísmica), la población (estudiantes y profesores) y el sector en el que se trabajó (educación).

2. Matriz para la evaluación de Vulnerabilidad de Sitio (Amenaza) (Anexo 16).

3. Matriz para la evaluación de la Vulnerabilidad Físico - Estructural

4. Matriz para la evaluación de la Exposición (Anexo 17).

Matriz para la evaluación del Riesgo (Anexo 18).

Principales Resultados

Los resultados principales logrados son los siguientes:

1. Inspección visual rápida de 315 edificaciones escolares desarrolladas mediante levantamiento de campo aplicando el RVI.
2. Determinación del Índice de Vulnerabilidad de las 315 edificaciones escolares evaluadas obteniendo producto del análisis aplicado a las informaciones levantadas en campo.
3. Fichas finales de 315 edificaciones escolares evaluadas.
4. Entrega del Brochure promocional del proyecto a las 315 escuelas evaluadas durante el levantamiento de campo, mediante inducción al personal directivo de las escuelas y equipo de trabajo correspondiente a la Unidad de Gestión de Riesgo.
5. Elaboración de catálogo de epicentros ocurridos en la provincia de San Cristóbal y en un área de influencia de 25 km con respecto al límite provincial.
6. Procesamiento de información para preparación de data para correr el modelo MJHD.
7. Elaboración de mapa de epicentros de la provincia de San Cristóbal.
8. Determinación de escuelas ubicadas en áreas inundables mediante análisis de SIG cruzando la información de los mapas de procesos geológicos activos y la base de datos de las escuelas.
9. Determinación de escuelas ubicadas en áreas con presencia de fallas y fracturas mediante análisis de SIG cruzando la información de los mapas de procesos geológicos activos y la base de datos de las escuelas.
10. Determinación de escuelas ubicadas en áreas escarpadas mediante análisis de SIG cruzando la información de los mapas de procesos geológicos activos y la base de datos de las escuelas.
11. Evaluación de la vulnerabilidad física estructural de escuelas aplicando la ficha técnica SGN.
12. Mapa de Vulnerabilidad de Sitio (Amenazas)
13. Mapa de Vulnerabilidad Físico – Estructural.
14. Mapa de Exposición (Anexo 14).
15. Mapa de Riesgos (Anexo 15).
16. Capacitación de 315 maestros como multiplicadores del conocimiento.



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

17. Nivel de conocimiento sobre el riesgo sísmico a que están sometidos los planteles, así como que hacer antes, durante y después de un sismo de 315 participantes de las jornadas de sensibilización, evaluado.

VI. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN VISUAL RÁPIDA

Como resultado de la aplicación de la metodología de inspección visual rápida, se obtuvo que 30 edificaciones no requieran una evaluación detallada, y que 290 requieran una evaluación detallada. Esto significa que el 90.7% de las edificaciones escolares poseen características técnico constructivas que influyen o que determinan un comportamiento estructural no favorable. Los principales aspectos que se pudieron observar en este resultado fueron la irregularidad, la fecha de construcción y características del terreno. (Ver Figura 6). Estos resultados son confirmados con la evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica. Las edificaciones que tienen vulnerabilidad media y alta, son las que corresponden a las que requieren evaluación detallada en orden de prioridades. Las fichas de evaluación correspondiente a la inspección visual rápida se pueden observar en el

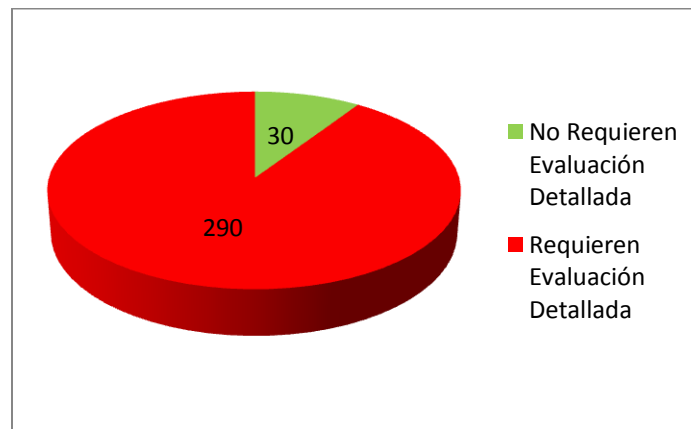


Figura 6. Resultados de Inspección Visual Rápida

Resultados en %, por municipio, de la evaluación del índice de vulnerabilidad física estructural de edificaciones escolares por municipio de la provincia de San Cristóbal.

Los resultados de la evaluación del índice de vulnerabilidad físico – estructural, están presentados en los gráficos siguientes y resumidos en la Tabla 21.



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

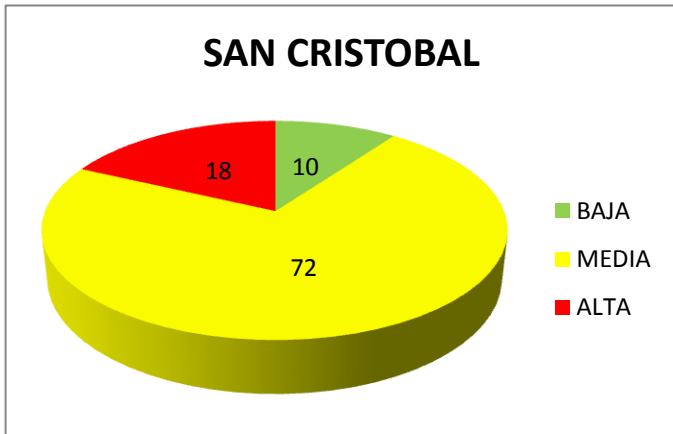


Fig. 7 Índice de Vulnerabilidad Física Estructural San Cristóbal

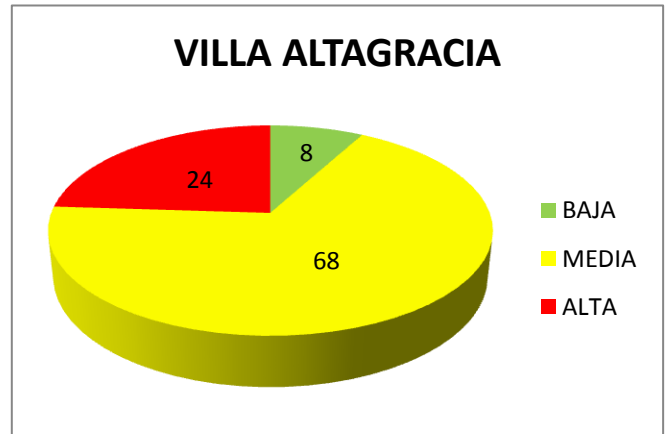


Fig. 8 Índice de Vulnerabilidad Física Estructural en Villa Altagracia

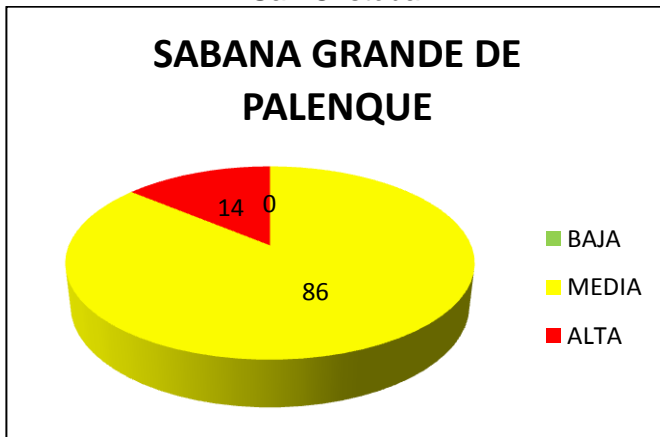


Fig. 9 Índice de Vulnerabilidad Física Estructural Palenque

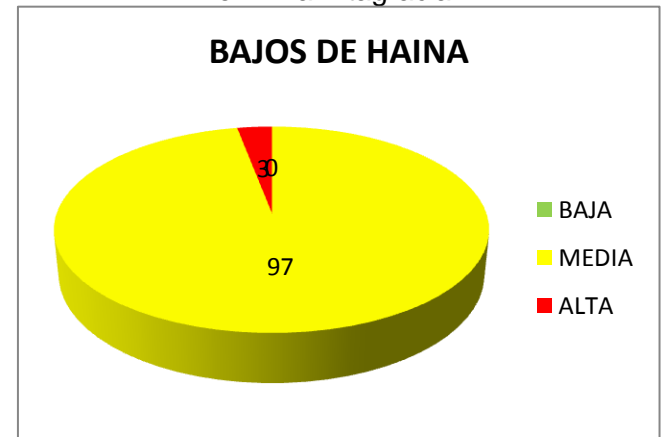


Fig. 10 Índice de Vulnerabilidad Física Estructural Bajos de Haina

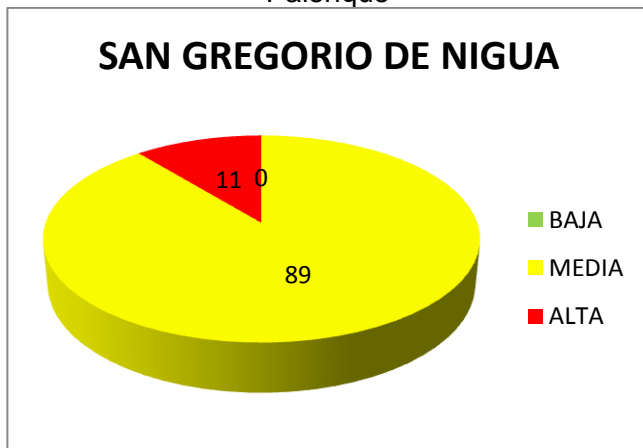


Fig. 11 Índice de Vulnerabilidad Física Estructural



Fig. 12 Índice de Vulnerabilidad Física Estructural



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

San Gregorio de Nigua

Los Cacaos

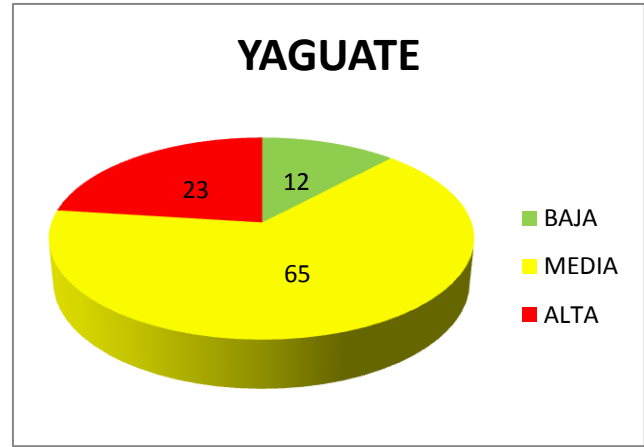
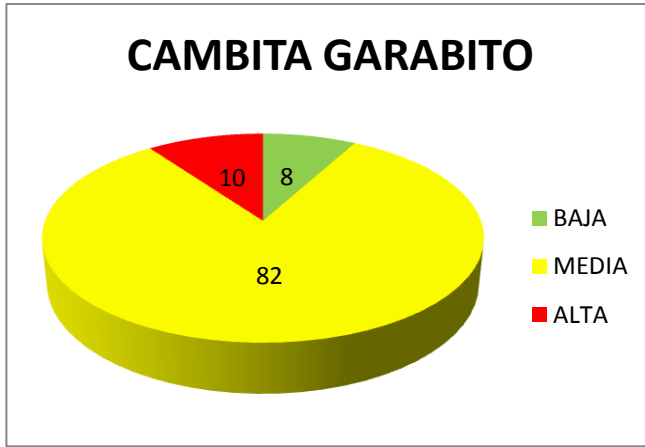


Fig. 13 Índice de Vulnerabilidad Física Estructural Cambita Garabito

Fig. 14 Índice de Vulnerabilidad Física Estructural Yaguate

Tabla 3. Resultados Índice Vulnerabilidad Sísmica San Cristóbal

VULNERABILIDAD	CANTIDAD DE ESCUELA	PORCIENTO (%)
BAJA	10	10.00
MEDIA	72	72.00
ALTA	18	18.00
TOTAL	100	100.00

Tabla 4. Resultados Índice Vulnerabilidad Sísmica Villa Altagracia

VULNERABILIDAD	CANTIDAD DE ESCUELA	PORCIENTO (%)
BAJA	5	7.58
MEDIA	45	68.18
ALTA	16	24.24
TOTAL	66	100.00

Tabla 5. Resultados Índice Vulnerabilidad Sísmica Yaguate

VULNERABILIDAD	CANTIDAD DE ESCUELA	PORCIENTO (%)
BAJA	5	11.63
MEDIA	28	65.12
ALTA	10	23.26
TOTAL	43	100.00



Tabla 6. Resultados Índice Vulnerabilidad Sísmica Sabana Grande de Palenque

VULNERABILIDAD	CANTIDAD DE ESCUELA	PORCIENTO (%)
BAJA	0	0.00
MEDIA	6	85.71
ALTA	1	14.29
TOTAL	7	100.00

Tabla 7. Resultados Índice Vulnerabilidad Sísmica Bajos de Haina

VULNERABILIDAD	CANTIDAD DE ESCUELA	PORCIENTO (%)
BAJA	0	0.00
MEDIA	28	96.55
ALTA	1	3.45
TOTAL	29	100.00

Tabla 8. Resultados Índice Vulnerabilidad Sísmica San Gregorio de Nigua

VULNERABILIDAD	CANTIDAD DE ESCUELA	PORCIENTO (%)
BAJA	0	0.00
MEDIA	16	88.89
ALTA	2	11.11
TOTAL	18	100.00

Tabla 9. Resultados Índice Vulnerabilidad Sísmica Los Cacaos

VULNERABILIDAD	CANTIDAD DE ESCUELA	PORCIENTO (%)
BAJA	1	5.56
MEDIA	16	88.88
ALTA	1	5.56
TOTAL	18	100.00

Tabla 1. Resultados Índice Vulnerabilidad Sísmica Cambita Garabito

VULNERABILIDAD	CANTIDAD DE ESCUELA	PORCIENTO (%)
BAJA	3	7.69
MEDIA	32	82.05
ALTA	4	10.26
TOTAL	39	100.00



Tabla 2. Resultados Índice Vulnerabilidad Sísmica Provincia San Cristóbal

VULNERABILIDAD	CANTIDAD DE ESCUELA	PORCIENTO (%)
BAJA	24	7.50
MEDIA	243	75.94
ALTA	53	16.56
TOTAL	320	100.00

El municipio con el mayor porcentaje de escuelas con vulnerabilidad física estructural alta es el municipio de Villa Altigracia, debido a los tipos y procesos constructivos e irregularidades encontradas. La mayor parte de edificaciones con vulnerabilidad alta son edificaciones con losas de hormigón armado o diafragma rígido.

En el municipio de los Cacaos las edificaciones en su mayoría son de diafragma flexible (cubierta ligera), que las hace menos vulnerable desde el punto de vista de lo físico estructural (masa por aceleración), sin embargo es sumamente importante tomar en cuenta la vulnerabilidad de sitio, factor que contribuye a que el riesgo sea alto para este municipio.

Se encontró que dentro de los diferentes modelos estructurales, hay dos modelos que se repiten en casi todos los municipios con las siguientes características y que es de los que presentan mayor grado de vulnerabilidad:

- Modelo estructural de edificaciones con un sistema compuesto por pórticos ordinarios y mampostería reforzada y muros de mampostería ordinaria
- Edificaciones con sólo dos líneas de resistencia en una de sus direcciones ,
- Juntas de expansión selladas o con separación insuficiente
- Bloques calados y ventanas que interactúan con los elementos verticales sin ninguna separación formando columnas cortas.
- Edificaciones en laderas, terrenos irregulares ó cerca del borde superior o inferior de taludes pronunciados.
- Centros con edificaciones de un nivel unidas por pasarelas que presentan irregularidad en planta, debido a que las pasarelas restringen el libre movimiento de la edificación ante la ocurrencia de un sismo considerable.

Otras vulnerabilidades encontradas corresponden a edificaciones dentro o muy cercanas a zonas de inundación, ubicadas en zonas en las que se pueden producir derrumbes y edificaciones que presentan grietas debido a asentamientos diferenciales.

Edificaciones en las que las filtraciones en el techo han contribuido de manera considerable en el deterioro del acero de las cubiertas de hormigón armado.



VII. DIAGNÓSTICO DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO SOBRE EL RIESGO SÍSMICO A QUE ESTÁN SOMETIDOS LOS PLANTELES. CAPACITACIÓN DE 315 MAESTROS COMO MULTIPLICADORES DEL CONOCIMIENTO.

Teniendo en cuenta que el riesgo sísmico está estrechamente ligado al grado de conocimiento del ser humano, debido a que es un factor determinante para la capacidad de respuesta, se ha llevado a cabo la jornada de capacitación contemplada en el proyecto reducción de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones escolares en la provincia de San Cristóbal; en cuyo proceso fueron encuestados los participantes de dicha jornada con la finalidad de conocer cuál es el grado de conocimiento del sector encuestado, en materia de preparación ante la ocurrencia de un desastre natural en este caso un sismo o terremoto.

Para poder ejecutar la actividad antes mencionada conjuntamente con la necesidad de incrementar la preparación de un personal escogido que se a su vez puedan ser multiplicadores de los conocimientos adquiridos, nos propusimos como uno de los objetivos evaluar el grado de conocimiento actual de las personas que participarían en las jornadas de sensibilización, para poder identificar las vulnerabilidades cognitivas y así de esta forma establecer las medidas correctoras pertinentes; partiendo de la hipótesis principal de que ya en dicha comunidad existe un legado cultural sismológico reflejado en el grado de conocimiento y preparación ante la posible ocurrencia de sismos de moderada a fuerte intensidad, en los diferentes actores de la comunidad así como por los resultados obtenidos a partir del trabajo realizado por la Unidad de Gestión de Riesgo del Ministerio de Educación.

Una vez determinadas las dimensiones, herramientas e indicadores se procedió a la ejecución de los mismos mediante la determinación de métodos y técnicas que permitieran una medición lo más ajustada posible a la realidad.

1 Métodos y técnicas utilizados para la ejecución de la actividad

La selección de los métodos y técnicas para poder materializar la actividad propuesta en el proyecto se realiza en correspondencia con:

- El diseño teórico, del tema que permitiera brindar una explicación acerca del fenómeno investigado (legado cultural sismológico del proyecto antecedentes).
- El diseño teórico, de la preparación que ofrezca una guía en de las diferentes etapas en el ciclo de manejo de desastres sísmicos.
- El conocimiento empírico de los especialistas y participantes en el proyecto.

Por ello los métodos fundamentales lo constituyen:

Teóricos:

Análisis y síntesis para caracterizar las posiciones teóricas asumidas en la investigación.



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Histórico-lógico para comprender y tomar posiciones sobre los diferentes niveles de conocimientos existentes para la medición del grado de preparación en la educación sísmica así como las tendencias más actuales en cuanto al manejo de desastres.

Empíricos:

Observación científica, orientada a un objetivo o fin determinado, se realiza según principios, tareas y plazos específicos y como resultado de la misma se obtendrá la información primaria acerca de las variables investigadas, hacia las que se orientará cada uno de los productos propuestos en la fase de medidas correctoras.

La escogida por nosotros basándonos en el esquema de Hort-Berger, fue la observación ajena directa, abierta y participante que se caracteriza porque es el investigador el que realiza la observación de manera directa, y abierta porque el mismo se identifica como tal ante la persona o grupo a investigar.

En el desarrollo de la observación se tendrán en cuenta algunos principios, criterios básicos, para poder considerar el resultado a incluir como conocimiento científico:

- Principio de constancia: Presencia de un fenómeno o actividad social, corroborado por diferentes observadores en diferentes momentos, hecho que se garantiza con la participación y permanencia de la Unidad de Gestión de Riesgo del Ministerio de Educación de trabajo en el área y la colaboración de la entidad que promueve el proyecto (ONESVIE).
- Principio de orientación: Guiado por los planteamientos teóricos básicos de la cultura sismológica y los indicadores determinados para medir el legado de esta cultura.
- Principio de control: Instrumentos adecuados a las diferentes unidades de análisis.

Técnicas de recopilación de la información utilizadas:

- Revisión documental
- Cuestionario

La Revisión documental, abarca todos los documentos, informes y bibliografía utilizada, para la preparación de las presentaciones, charlas y conferencias que fueron impartidos en esta etapa del proyecto, los mismos cumplen con los requisitos de vigencia, actualidad y con un enfoque regional, para que las personas capacitadas, puedan identificarse con los mismos.

Considerando que el Cuestionario, como técnica de recolección de datos, es aplicable a nuestro trabajo ya que es muy útil en las investigaciones sociales, sobre todo a escala masiva. Partiendo de los objetivos que nos trazamos, el cuestionario nos permitió obtener respuestas a preguntas previamente elaboradas que son significativas para la investigación. Fue confeccionado para ello un formulario en correspondencia de la muestra a investigar (ver anexos 2).



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Partiendo de las Dimensiones y los Indicadores previamente elaborados para medir el impacto social de la educación sísmológica de San Cristóbal, y las opiniones que se desean conocer, fuimos confeccionando las diferentes preguntas del Cuestionario.

2 Tipos de preguntas diseñadas en el Cuestionario:

Según el grado de libertad de las respuestas:

- Abiertas, donde el interrogado tuvo completa libertad para responderlas.
- Cerradas, donde se limitaba la posibilidad de respuesta ya que se circunscriben estrictamente. Dentro de estas están las dicotómicas que solo admiten dos respuestas, y las politónicas que admiten más de dos respuestas.
- Mixtas, es una combinación de las abiertas y cerradas.

3 Procedimientos

Las diferentes tablas que se muestran a continuación reflejan el Procedimiento de elaboración del cuestionario en la Unidad de Observación identificada como Gestores de Riesgo, y los objetivos trazados, ellos fueron confeccionados con preguntas de la siguiente forma:

Tabla 32. Relación de indicadores y cuestionarios con sus respectivas preguntas para evaluar las dimensiones en la Unidad de Observación.

Unidad de Observación Gestores de Riesgo	
Dimensión de organización	
Indicadores evaluados	Preguntas e incisos que los evaluó
◆ Se planifican dentro de las actividades escolares acciones encaminadas a la prevención sísmica.	Cuestionario:4a,
◆ Existe un plan de emergencia sísmica en la escuela, se actualiza, se conoce y ejercita.	Cuestionario :4d,
◆ Se proyecta el trabajo de prevención sísmica escuela - comunidad.	Cuestionario: 4e,
Dimensión de calidad de las actividades	
Indicadores evaluados	Preguntas e incisos que los evaluó
◆ Las actividades que se realizan permiten identificar el peligro sísmico como una amenaza.	Cuestionario: 4b,
◆ Las actividades permiten saber cómo actuar ante sismos de moderada a fuerte intensidad.	Cuestionario:1a,b,c,d,e
Dimensión de conocimiento	
Indicadores evaluados	Preguntas e incisos que los evaluó
◆ Se muestra en la escuela un avance en	Cuestionario: 2a,b,c,d, 3a,b,c,d,e, 4a,



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

cuanto a la prevención ante sismos	
◆ Se percibe de forma consciente que los sismos son un peligro o amenaza para su comunidad.	Cuestionario: 4b,
◆ Cada persona sabe qué hacer si lo sorprende un sismo.	Cuestionario: 1a,b,c,d,e, 2a,b,c,d, 3a,b,c,d,e,
◆ Existe reconocimiento de la existencia de la posición de seguridad ante sismos y se practica.	Cuestionario: 1a,
◆ Se conocen los lugares más seguros del área de la escuela.	Cuestionario: 2a,
Dimensión sobre el nivel de participación y divulgación	
Indicadores evaluados	Preguntas e incisos que los evaluó
◆ Se ha abordado la temática en las escuelas de padres.	Cuestionario: 4e
Dimensión de sensibilización y cambio de actitudes	
Indicadores evaluados	Preguntas e incisos que los evaluó
◆ Se logran cambios de conducta relacionados con el autocontrol ante los sismos.	Cuestionario: 1b,c,e,
◆ Se logra que alumnos y trabajadores sepan actuar si lo sorprende un sismo dentro y fuera de la escuela.	Cuestionario: 1a,b,c,d,e, 2a,b,c,d, 3a,b,c,d,e,
◆ Se tratan los aspectos emotivos, afectivos y de solidaridad ante eventos o desastres sísmicos.	Cuestionario: 3 a,d,e,

4 Muestra y Población

Para el **Muestreo** de la comunidad se utilizó el tipo **no aleatorio** donde el personal escogido tiene la característica de pertenecer a una unidad (escuelas).

Para la determinación del tamaño de la muestra el colectivo de investigación tuvo en cuenta:

- Criterios y Experiencia de los directivos del Programa de Gestión Del Riesgo del Ministerio de Educación y la regional de educación de San Cristóbal.
- Experiencias anteriores de los investigadores en la aplicación de los instrumentos del proyecto.
- Tiempo real y recursos disponibles para la investigación (criterios ergonómicos).
- Tiempo de permanencia y conocimiento del área objeto de estudio por parte de los investigadores.
- Criterios estadísticos manejados por ONESVIE.



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Teniendo en cuenta las características del personal que asistió a la capacitación y a los medios disponibles se decidió realizar la encuesta al 100% de los participantes y así de esta forma obtener un resultado mucho más preciso.

Para concluir este informe se muestran los lugares donde se aplicaron las fichas de diagnóstico y la cantidad de participantes encuestados, ver **Tabla 43**:

Tabla 43. Lugares y Cantidad de participantes en jornadas.

Centros educacionales	Fecha	participantes	Muestra medida
Instituto Politécnico Loyola	29/11/2013	60	100%
Biblioteca de San Cristóbal	4/12/2013	22	100%
Escuela Marino de los Cacaos	5/12/2013	36	100%
Escuela Pedro Domínguez Garabito	5/12/2013	37	100%
Escuela de Hato Damas	6/12/2013	20	100%
Escuela Juan Pablo Pina	6/12/2013	24	100%
Escuela Pablo Barines	10/12/2013	41	100%
Salón Parroquial de Yaguatae	10/12/2013	30	100%
Liceo de Medina	11/12/2013	19	100%
Escuela Javier Angulo Guridi	11/12/2013	26	100%
total		315	

El personal convocado recibieron las invitaciones con un programa previamente estructurado, donde se exponían las diferentes actividades a realizar durante esta importante etapa (Anexos 3 y 5).

El diagnóstico fue realizado antes de desarrollar las charlas de capacitación la cual constaba de dos fases; la primera fase: Riesgo Sísmico en la República Dominicana donde se desarrollaron los temas de riesgo sísmico, amenaza sísmica vulnerabilidad no estructural y funcional y manejo de desastres, seguida de una segunda fase titulada Gánale al Terremoto donde se detalló un programa de preparación acerca de que hacer antes durante y después de un sismo. Cada participante tuvo la oportunidad y el tiempo necesario para completar el cuestionario de manera individual.

La población a la cual fue orientada la encuesta de conocimiento de riesgo sísmico cuentan con un nivel de escolaridad profesional entre los que se encontraban maestros; psicólogos, directores de centros, directores de distritos municipales, los cuales en su mayoría pertenecen al equipo de gestión de riesgo de la provincia de San Cristóbal y cuyas edades iban desde 22 hasta 60 años. La lista de los participantes, con el nombre de la institución, su nombre y número de teléfono se puede apreciar en el anexo 22.

De acuerdo con la entrevista los resultados son los siguientes:

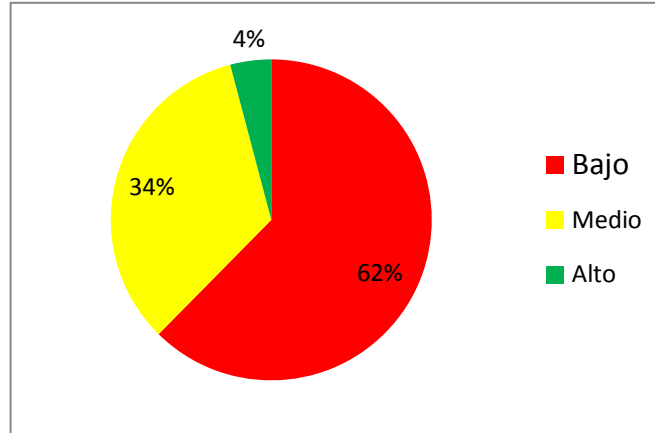


Figura 15. Resultados de diagnóstico.

Los participantes son integrantes del programa de gestión de riesgo del MINERD responsables de la multiplicación de acciones a tomar multiriesgo, por lo que con su capacitación quedan empoderados en cuanto a la responsabilidad de multiplicar los conocimientos adquiridos garantizando la continuidad de estas de actividades. Durante las jornadas se entregó a los participantes materiales de apoyo, discos compactos conteniendo dos conferencias que permitirían ampliar el conocimiento, brochures, y carpetas conteniendo libretas y bolígrafos para anotaciones. Estas conferencias fueron desarrolladas de forma tal que abarcaran todos conocimientos necesarios acerca de la temática, para lo cual se dividió en dos partes: La primera parte se refirió al riesgo sísmico en la República Dominicana, conceptos fundamentales y situación actual, con esta conferencia se perseguía brindar una panorámica acerca de las características sísmicas del país, la segunda parte trató el tema del manejo de desastres, haciendo énfasis en que hacer antes, durante y después de un terremoto, permitiendo a los participantes perfeccionar los planes de emergencia ante eventos sísmicos Anexo 4).

VIII. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE SITIO (AMENAZAS)

La amenaza está relacionada con el peligro que significa la posible ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre que puede manifestarse en un sitio y durante un tiempo de exposición prefijado. Técnicamente, se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con un nivel de severidad, en un sitio específico y durante un período de tiempo.

Debido a la complejidad de los sistemas físicos existe un gran número de variables que puede condicionar el proceso, por esta razón, la evaluación de la amenaza, en la mayoría de los casos, se realiza combinando el análisis probabilístico con el análisis del comportamiento físico de la fuente



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

generadora, utilizando información de eventos que han ocurrido en el pasado y modelando con algún grado de aproximación los sistemas físicos involucrados.

Para poder evaluar la probabilidad de que se presente un evento de una u otra intensidad durante un período de exposición, es necesario contar con información, la más completa posible, acerca del número de eventos que han ocurrido en el pasado y acerca de la intensidad que tuvieron los mismos. El valor de la amenaza obtenido de esta manera permite tomar decisiones en términos, por ejemplo, de las especificaciones sismo-resistentes que deben cumplir las edificaciones en los diferentes sectores de la ciudad, las cuales deben construirse de acuerdo con las aceleraciones potenciales que probablemente tendrán que soportar durante su vida útil.

En este caso se asumió denominar la **Amenaza** como **Vulnerabilidad de Sitio** en correspondencia a la predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento a ser afectado o a sufrir una pérdida considerando la severidad de los efectos de un evento sísmico

Para la evaluación de la **Vulnerabilidad de Sitio (Amenazas)** se evaluaron los siguientes indicadores:

Sismicidad donde se tomó en consideración los epicentros de los eventos sísmicos ocurridos, las fallas consideradas sismogénicas y los lineamientos

Fallas donde se evaluaron los siguientes aspectos: Sin Falla, Próximo a la falla, Fracturas, Sobre la Falla.

Inundaciones donde se evaluaron de acuerdo al posicionamiento las escuelas que podrían verse vinculadas a procesos de inundación.

Procesos Gravitacionales donde se evaluaron los siguientes aspectos: Deslizamientos o derrumbes, Hundimientos y Caída de Bloques

Clasificación de Sitio donde se evaluaron los siguientes aspectos: Condiciones del Suelo, Características del Suelo y Permeabilidad:

- Condiciones del Suelo Roca Dura, Roca Blanda, Suelo Duro, Suelo Blando, Suelo Orgánico
- Características del Suelo, Flojos/Blandos, Medio Densos/ Consistencia Media y Densos/ Duros
- Permeabilidad, Alta, Media y Baja

Desastres que afectaron a las Escuelas donde se evaluaron los siguientes eventos: tornados, tormentas, huracanes lluvias torrenciales, Inundaciones, Derrumbes o Deslizamientos, Hundimientos, Cercana a Mina y Sismos.

A continuación se exponen los principales resultados de la investigación desarrollada:

1. Análisis Sismotectónico de la provincia

Para el análisis de la sismicidad de la provincia San Cristóbal se ha elaborado un mapa sismotectónico a escala 1:250,000 en el que se presentan las fallas, fallas supuestas y lineamientos además de la influencia sísmica de los eventos históricos importantes en la zona. Tal mapa incluye los epicentros relocalizados por el método MJHD (ModifiedJointHypocenterDetermination).



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

El método (MJHD) fue desarrollado por Hurukawa e Imoto (1990, 1992) para la relocalización de hipocentros y planos de fallas.

Este método se fundamenta en calcular los tiempos de llegada de las ondas teóricamente y luego compararlas con los tiempos observados hasta lograr que esa diferencia de tiempo sea mínima. Esto se resume en la ecuación que se muestra a continuación:

$$(O - C)_{ij} = (t_{ij} - T_{o_j}) - T_{ij} = \frac{\partial t_{ij}}{\partial \lambda_j} d\lambda_j + \frac{\partial t_{ij}}{\partial \phi_j} d\phi_j + \frac{\partial t_{ij}}{\partial z_j} dz_j + dT_{o_j} + dS_i \dots\dots\dots (1)$$

Donde t_{ij} es el tiempo de llegada del evento j_{th} en la i_{th} estación, T_{ij} es el tiempo de desplazamiento calculado del evento j_{th} en la i_{th} estación, dS_i es la corrección en la i_{th} estación, T_{o_j} es el momento de origen, O es el tiempo de viaje observado, C es el tiempo de viaje calculado, $(O - C)_{ij}$ es el tiempo de desplazamiento residual del evento j_{th} en la i_{th} estación, $d\lambda_j$, $d\phi_j$, dz_j y dT_{o_j} son la corrección de la prueba hipocentro del evento j_{th} .

Debido a la estructura heterogénea de la tierra, cuando la cobertura de la estación no es buena, las respuestas del modelo JHD se vuelven inestables y poco fiables debido a la compensación entre las correcciones de la estación y profundidades focales de terremotos. por esta razón, Hurukawa e Imoto (1990, 1992) desarrollaron las siguientes condiciones:

$$\sum_{i=1}^n S_i D_i = 0 \quad \sum_{i=1}^n S_i \cos \theta_i = 0 \quad \sum_{i=1}^n S_i \sin \theta_i = 0 \quad \sum_{i=1}^n S_i = 0 \dots\dots\dots (2)$$

Donde S_i es la corrección en la i_{th} estación, D_i es la distancia entre la i_{th} estación y el centro de la región, θ_i es el acimut de la i_{th} estación desde el centro de la región y n es el número de estaciones.

- Aunque estas condiciones limiten el número de hipocentros, estas vuelven el método JHD estable.
- Para la realización de un estudio de vulnerabilidad sísmica, se requiere conocer la amenaza sísmica existente. En el caso del presente proyecto se tocará como área de estudio la provincia San Cristóbal, incluyendo un área de influencia que excederá 25km del límite de la provincia, contemplando así las posibles fallas que se encuentren fuera de la delimitación pero que pudieran afectarla.

Para la primera etapa de la elaboración del mapa de amenaza sísmica, se generó un Catálogo de Epicentros mediante la información levantada de los epicentros en los registros de las redes



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

sísmicas: Instituto Sismológico Universitario (ISU), International Seismological Centre (ISC) y el United States Geological Survey (USGS), que comprende los periodos de 1904-2011 (Fig. 15).

1	FECHA	HORA	LATITUD	LONGITUD	MAG	LOCALIDAD
2						
3	*1911/10/06	10:16:12	19.00N	70.50W	35	Dominican Republic
4						region
5	*1917/07/13	05:13:56	19.00N	70.00W		Dominican Republic
6						region
7	*1919/05/20	04:31:05	19.00N	70.00W		Dominican Republic
8						region
9	*1919/08/22	08:50:15	19.00N	70.00W		Dominican Republic
10						region
11	*1920/01/15	16:25:27	19.00N	70.00W		Dominican Republic
12						region
13	*1920/01/28	23:01:40	19.00N	70.00W		Dominican Republic
14						region
15	*1920/10/27	11:44:21	19.00N	70.00W		Dominican Republic
16						region
17	*1920/11/04	02:11:30	19.00N	70.00W		Dominican Republic
18						region
19	*1920/11/06	10:44:30	19.00N	70.00W		Dominican Republic
20						region
21	*1924/09/17	07:04:10	19.00N	70.00W		Dominican Republic

Fig. 16 Catálogo de Epicentros

- Esta información se procesó para la localización de los epicentros cuyas coordenadas se ubicaron dentro del área de estudio, y en conjunto con la revisión de la literatura poder crear los escenarios.
- La segunda etapa consistió en la aplicación del método Modified Joint Hypocenter Determination (MJHD), en el cual se relocalizaron los hipocentros de los sismos mediante la corrección en las estaciones. De esta manera se eliminaron los efectos de la heterogeneidad lateral y se refleja la diferencia de tiempo de viaje entre la velocidad asumida de la estructura y la real. Este método puede restringir las ubicaciones precisas de un grupo de terremotos simultáneamente y nos permitió obtener una alta precisión para analizar los planos de falla de los terremotos, la estructura tectónica y el proceso de migración de la actividad sísmica.
- Al finalizar esta etapa se analizaron todos los resultados obtenidos y se procedió en conjunto con los sistemas SIG donde se encuentran localizadas las infraestructuras escolares, a generar un mapa con los distintos niveles de exposición a la amenaza sísmica.

El informe preliminar sobre la Zonificación Sismotectónica que divide al país en 10 áreas y que fue desarrollado por el Programa de Desarrollo Geológico Minero (SYSMIN, 1999), sitúa a la provincia de San Cristóbal principalmente en el área 5 (Fig. 17), donde se presenta una sismicidad moderada debido a las fallas Bonao, San José Restauración y Hatillo.

El potencial sísmico de un lugar se puede definir como la probabilidad de que, en un intervalo de tiempo determinado, pueda ocurrir en él un terremoto de magnitud significativa. Su determinación se

Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

realiza mediante el análisis de los datos resultantes de estudios sísmicos, geológicos e históricos, que permitan identificar un lugar como sismogénicos, aunque los datos disponibles no sean suficientes como para poder determinar tiempos probables sobre el periodo de retorno de la ocurrencia de futuros sismos.

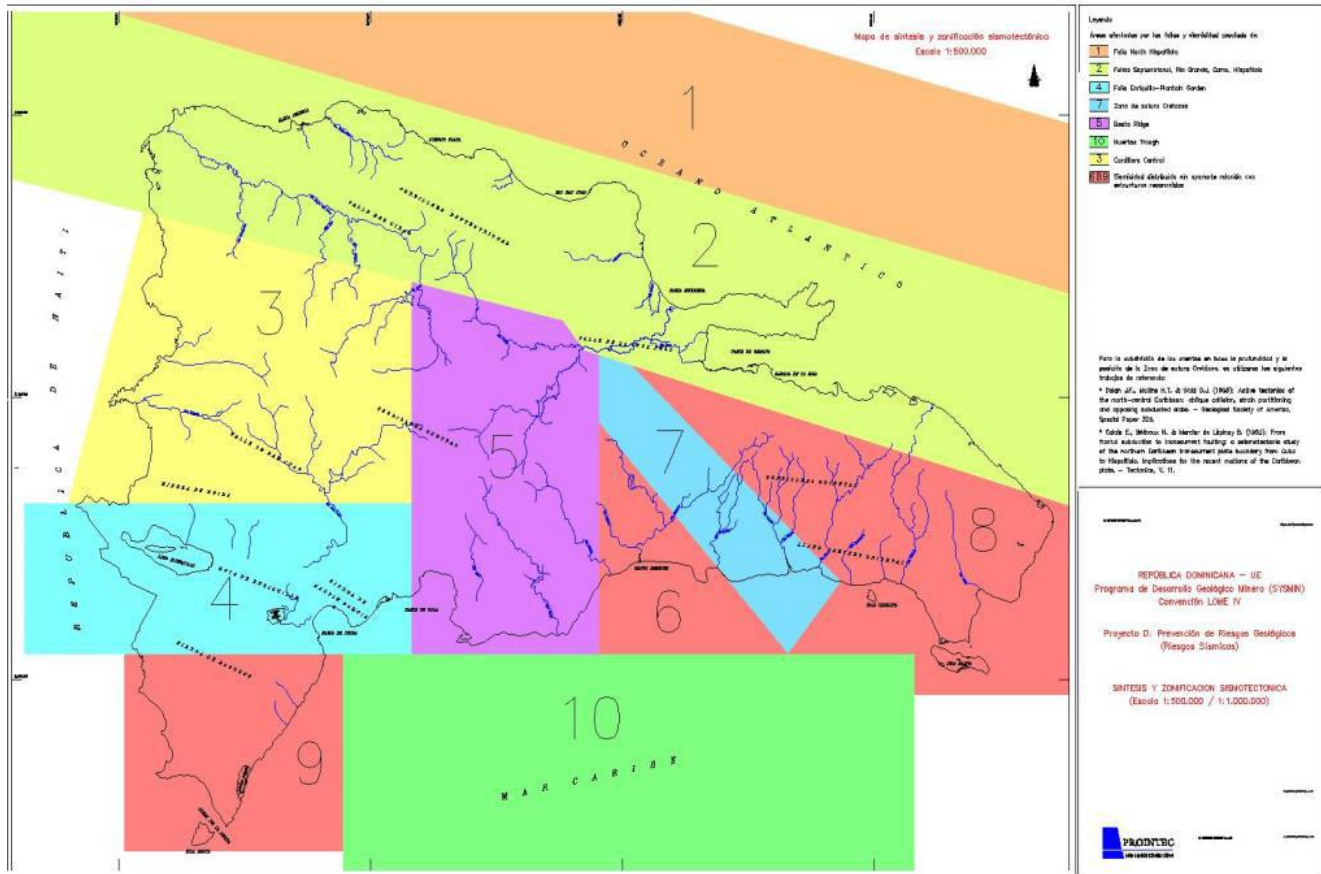


Fig. 17 Mapa de la Zonificación Sismotectónica de la RD

El informe presentó la siguiente tabla sobre los posibles periodos de retorno para cada una de las áreas, enmarcando para el área 5 los siguientes valores (Tabla 13)².

Tabla 13: periodos de retorno para el area 5		
AREA	INTERVALO DE MAGNITUD	PERIODO DE RETORNO
AREA 5	2<M<3	3 MESES
	3<M<4	9 MESES
	4<M<5	2 AÑOS
	5<M<6	5 AÑOS
	6<M<7	14 AÑOS
	7<M<8	37 AÑOS

²Los datos presentados se refieren a la magnitud hipocentral y no al efecto que se puede advertir en superficie.



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Tomando como referencia este análisis, y aplicando la relocalización de los epicentros dentro de la provincia San Cristóbal, se puede observar que la sismicidad no es muy frecuente, aunque, tenemos varios eventos históricos que influenciaron la provincia. Al principio se contaba con más de 200 terremotos disponibles, cuando se relocalizaron esta cantidad se vio seriamente reducida ya que la calidad de la información para los eventos no era de mucha calidad, pero de todos modos se relocalizaron más de 70 eventos.

Dado que la sismicidad no es muy numerosa no se puede inferir mucho sobre el comportamiento de la provincia frente a un evento de importancia. Esta falta de sismicidad no significa que no sucedan, sino que la sismicidad local es baja y dado a la falta de equipos estos eventos no se registran, los cuales son muy importantes para estimar la intensidad máxima esperada.

La zona más activa de la provincia se distribuye entre los Municipios Villa Altagracia, Los Cacaos, San Cristóbal (norte) y Cambita Garabito, dicha actividad está influenciada principalmente por la fallas del Cinturón Peralta, el cual presenta continuación por medio de lineamientos y fallas supuestas. Además se destaca la presencia de eventos históricos de alta sismicidad emplazados en la formación Duarte. El Anexo 13 presenta el mapa generado como resultado de esta investigación en San Cristóbal.

2. Análisis de Fallas

Del total de las 315 escuelas evaluadas se pudo determinar que 44 se encuentran sobre fallas. En la Fig. 17 se puede observar el caso de Los Cacaos donde queda evidente las escuelas afectadas la Tabla 14 muestra un resumen de dicha evaluación.

Tabla 14 Afectación por Fallas		
ESCUELAS	%	CATEGORIA
150	47.62	1
102	32.38	2
19	6.03	3
44	13.97	4
Total 315	100.00	

- Listado de Escuelas críticas ubicadas sobre Fallas
- **Municipio San Cristóbal**
 1. Escuela Básica Los Corozos
 2. Escuela Básica Francisco Henríquez y Carvajal
 3. Escuela Básica Naranja Dulce
 4. Escuela Básica Villegas
 5. Escuela Rancho al Medio
 6. Escuela Fuerte Resolí
 7. Escuela Básica Las Antenas de Resolí



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

8. Escuela Básica Loma Verde de Cambita
9. Escuela Los Mameyes
10. Escuela Básica Calle Bonita
11. Escuela Básica Santa María

- **Municipio Cambita Garabito**

1. Escuela Básica Boruga Arriba
2. Liceo Politécnico Cambita
3. Escuela Básica Boca de la Toma
4. Escuela Primaria Eugenio Lorenzo Rosa (Cumia Arriba)
5. Escuela Primaria El Cedro
6. Escuela Primaria El Majagual
7. Escuela Mano Matuey Abajo
8. Escuela Básica Los Hozaderos
9. Escuela Los Manantiales
10. Escuela Básica La Estancia
11. Escuela Básica Rafaela Cormorán Yoli (El Tablazo)
12. Escuela Básica Nigua del Tablazo
13. Escuela Básica Cumia Abajo
14. Escuela Básica Pueblo Nuevo

- **Municipio Villa Altagracia**

1. Escuela Básica Gregoria Doné de Abad
2. Liceo Cesar Evers

- **Municipio Yaguajay**

1. Escuela Básica Monte Bonito
2. Escuela Básica El Corte

- **Municipio Los Cacaos**

1. Escuela Básica Marino Garabito I
2. Escuela Básica Marino Garabito II
3. Escuela Básica Nuestra Señora de Fátima
4. Escuela Básica La Siembra
5. Escuela Básica Francisco Mateo
6. Escuela Básica Francisco Mateo (Los Candonguitos)
7. Escuela Básica Los Arroyitos
8. Escuela Básica Los Jibaros (EMI)
9. Escuela Básica El Guineo Afuera
10. Escuela Básica La Gina Marcada
11. Escuela Básica Víctor M Linares (El Guineo Adentro)
12. Centro Educativo Las Tres Veredas

Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

- 13. Escuela Básica Zumbí
- 14. Escuela Monteadá Nueva
- 15. Escuela Básica Los Naranjos
- 16. El municipio más crítico en cuanto a la afectación por falla es Los Cacaos

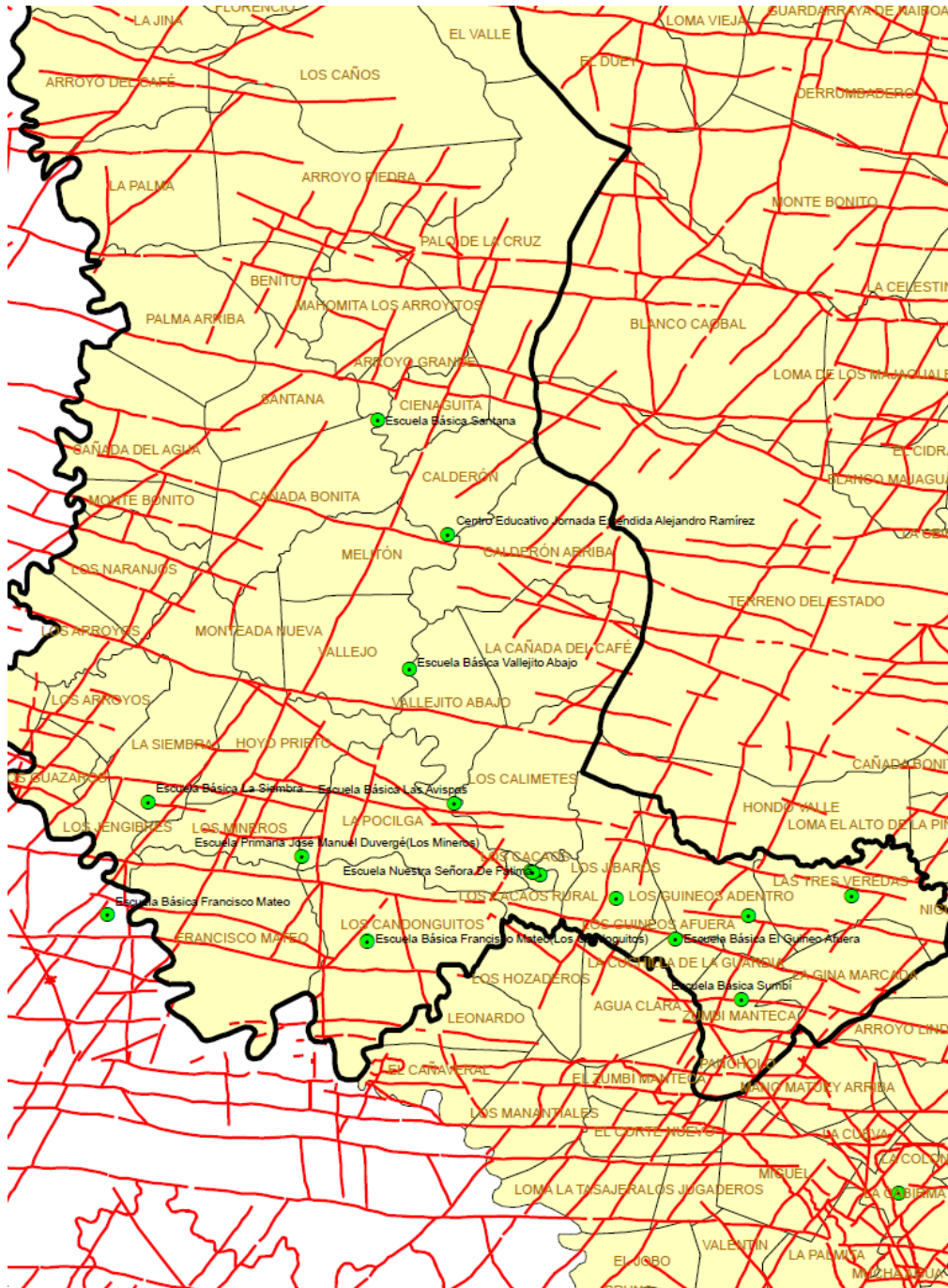


Fig. 18 ESCUELAS DEL MUNICIPIO LOS CACAOS UBICADAS SOBRE FALLAS



3. Análisis De la Amenaza por Inundaciones

El análisis ante inundaciones que ha sido considerado puede verse como un factor de amenaza en el que se busca reconocer el grado de afectación ante inundaciones como consecuencia de la manifestación de diferentes eventos hidrometeorológicos (lluvias torrenciales, tormentas, ciclones y huracanes), así como, la ocurrencia de un evento sísmico que afecte a las áreas donde se encuentran ubicadas las escuelas.

Desde el punto de vista de respuesta sísmica, la saturación de ciertos suelos, tales como los suelos granulares de depósitos fluviales, puede inducir a licuefacción del mismo, generando posible corrimiento de suelo y daños en estructuras, tales como hundimiento, vuelco, etc.

La metodología para el análisis de amenaza ante inundaciones de los centros educativos de la provincia San Cristóbal, forma parte de la evaluación sumado al diagnóstico físico del centro en estudio. Para dicho análisis se diseñó una metodología cualitativa, en la cual se destaca la identificación de los municipios, donde están ubicadas las diferentes escuelas con indicadores críticos de las variables seleccionadas para la evaluación, comparándolas con las zonas de amenaza a inundaciones, obteniendo los distintos niveles de vulnerabilidad de sitio.

La valoración de este indicador se establece de 1, 2 y 4 asignando el valor mayor a las zonas inundables, y el menor, a las zonas no inundables. La distribución de las distintas zonas se extrae de la información disponible en los Mapas de Procesos Geológicos Activos del Servicio Geológico Nacional y del levantamiento de campo, a continuación se muestra la Tabla 15 resumen.

Tabla 15 Valoración de los Procesos Activos de Inundación				
Clasificación	Descripción	Valoración	Nivel de Vulnerabilidad	
Área no inundable	Zonas topográficamente altas respecto a cuencas	1		Baja
Área inundable de alta	Zonas topográficamente altas circundante al cauce mayor de los ríos o costa	2		Moderada
Área inundable terraza baja o Llanura de inundación	Zonas topográficamente bajas en o muy cercanas al cauce mayor de los ríos o costa.	4		Alta

Procesos Activos de Inundación. Se denomina procesos activos a aquellos fenómenos de origen endógeno o exógeno, potencialmente funcionales sobre la superficie terrestre y cuyo principal interés es que bajo determinadas circunstancias son susceptibles de constituir riesgo geológico



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

La actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación es la que se produce por una mayor variedad de procesos, además de ser la que tiene una mayor incidencia sobre la población. Su origen está relacionado con la actividad fluvial, el desarrollo lacustre, la dinámica litoral y, en general, con cualquier tipo de proceso generador de flujos acuosos o aportes sedimentarios susceptibles de acumularse en áreas deprimidas.

Para conocer los procesos activos de inundación en el área de estudio se resumen las características climáticas e hidrogeológicas a continuación:

El clima en San Cristóbal está influenciado por las zonas húmedas de la Cordillera Central, en particular las cuencas de los ríos Haina, Nigua e Isabela (períodos húmedos hasta 5-7 meses).

San Cristóbal está enmarcado en la zona hidrogeológica de la Planicie Costera Oriental, con un promedio de lluvia anual de 1370.9 mm, a nivel de estación valores anuales medios de 2,688 mm (Presa de Isa, río Haina). La variación mensual de la precipitación presenta un régimen de tipo bimodal con época lluviosa en la primavera (en términos generales en el mes de mayo) y en verano-otoño (desde agosto hasta noviembre) y con sequía en el invierno y en junio-julio. La temperatura media del aire presenta valores anuales que fluctúan entre menos de 25 °C y más de 26 °C. Los principales ríos de la provincia son el río Haina, que constituye el límite oriental de la provincia; el Nizao, que forma el límite con la provincia Peravia, y el Nigua. Otros ríos son Mana, Yubazo (o Blanco), La Toma y los arroyos Itabo, Sainaguá y Najayo.

Las áreas húmedas se encuentran en las zonas intramontanas y de sierra, ocurriendo los períodos húmedos más largos, hasta 5-7 meses, en las cuencas de los ríos Isabela, Haina, Nigua y Nizao.

Río Haina; inmediatamente al O de la ciudad de Santo Domingo; la parte mediana de su curso corre encauzado en los relieves volcánicos hasta la Loma La Lechosa, para desarrollar luego una extensa llanura pantanosa que caracteriza a todo el trecho terminal.

Río Nigua; presenta un trecho muy breve, pero no obstante esto desarrolla un valle bastante amplio, que alcanza las dimensiones mayores en correspondencia de San Cristóbal.

Río Nizao; depósitos cuaternarios fluviales, a lo largo del curso del río Nizao se encuentran los embalses de Jigüey, Aguacate, Valdesia y Los Barías, que condicionan su régimen hidrológico.

a) La caracterización hidrogeológica de las diferentes formaciones geológicas en el área de estudio se pueden clasificar como:

- Porosas, sede de acuíferos de permeabilidad alta y muy productivos, depósitos aluviales gruesos asociados a los ríos Nigua y Nizao.
- Porosas, sede de acuíferos de permeabilidad variable y productividad media, se refiere a la generalidad de los depósitos aluviales, tanto recientes como actuales, de granulometría media, presente en los depósitos arenáceos débilmente litificados de la Formación río Nizao.



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

- Porosas, sede de acuíferos locales y discontinuos, de permeabilidad moderada o baja, poco productivos, depósitos cuaternarios de los ríos Haina e Isabela.
- Formaciones de baja permeabilidad y sin acuíferos significativos, está constituido por un amplio espectro de litotipos que van desde los sedimentos margosos presentes en el sector de Nizao en el lado occidental del área.

b) Levantamiento de información

La distribución político administrativa fue la plataforma para este trabajo. También se utilizó la base de datos disponible de la Oficina Nacional de estadística ONE, para levantar los datos históricos de los desastres climáticos, tales como tornados, tormentas, lluvias torrenciales, huracanes e inundaciones, que han afectado los parajes donde se encuentran ubicadas las diferentes escuelas de la provincia. Además se analizó la información contenida en los mapas geológicos y de procesos geológicos activos de la provincia San Cristóbal, donde se ubicaron las escuelas localizadas en zonas vulnerables a inundación.

Para el levantamiento en campo se utilizó la ficha de aguas superficiales y subterráneas (ver anexo). Cabe mencionar que no se presentarán las fichas en el informe debido al volumen que ocupan, además de que se debe dar prioridad al propósito del estudio que ha sido la evaluación física estructural de las escuelas.

c) Análisis de la vulnerabilidad ante inundaciones:

Los datos levantados en gabinete y campo fueron utilizados para la valoración y ponderación de las variables consideradas en la matriz de Amenaza y/o Vulnerabilidad de Sitio, clasificando las escuelas con alta, moderada y baja vulnerabilidad ante inundaciones. La Tabla 17 muestra un resumen de dicha clasificación.

Tabla 17 Metodología cualitativa: matriz de variables ante inundaciones						
Municipio / Parajes	Escuelas	Vulnerabilidad ante Inundaciones				Nivel de Vulnerabilidad
		Materiales de construcción	Estado de conservación	Área inundable	Materiales de construcción	
		Mampostería y madera	Malo	Terraza baja o Llanura de inundación		Alta
		Mampostería	Regular	Terraza alta		Moderada
		Concreto reforzado	Bueno		Terraza alta	Baja

La matriz de variables ante inundaciones toma en cuenta la ubicación geográfica de los centros escolares, los materiales de construcción, el estado de conservación de la edificación y el



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

emplazamiento en zonas susceptibles de inundaciones, conforme a las Recomendaciones para la Solución Estructural desde el Diseño Arquitectónico de la Guía Técnica para la Construcción de Escuelas Seguras y Modelos Prototipos de la DGOGT 2013.

Tabla 18 Resumen de los niveles de vulnerabilidad ante inundaciones de las escuelas de San Cristóbal, por municipios, total y en porcentajes.

Municipios	Escuelas Evaluadas		Vulnerabilidad Baja		Vulnerabilidad Moderada		Vulnerabilidad Alta	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
San Cristóbal	97	30.79	52	16.51	26	8.25	19	6.03
Sabana Grande de Palenque	8	2.54	7	2.22	0	0	1	0.32
Bajos de Haina	34	10.79	28	8.89	5	1.59	1	0.32
Cambita Garabito	35	11.11	16	5.08	12	3.81	7	2.22
Villa Altagracia	62	19.68	18	5.71	19	6.03	25	7.94
Yaguatae	42	13.33	17	5.4	18	5.71	7	2.22
San Gregorio de Nigua	17	5.4	6	1.9	7	2.22	4	1.27
Los Cacaos	20	6.35	13	4.13	0	0	7	2.22
Total General	315	100	157	49.84	87	27.62	71	22.54

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que las escuelas con vulnerabilidad moderada serán afectadas cuando ocurra un evento extremo, a continuación solo se listan las escuelas con vulnerabilidad alta.

Municipio San Cristóbal

1. Escuela Básica Pablo Barinas
2. Centro Educativo Francisco J. Peynado (Politécnico)
3. Escuela Básica Ofelia María Rivas (Milagros Rivas)
4. Escuela Básica Fernando Cabral Ortega
5. Escuela Básica Promoción Jeringa
6. Escuela Marcos Castañer (Fe y Alegría)
7. Liceo Enedina Puello Renville
8. Escuela Básica Madre Vieja Sur
9. Centro Educativo Villa Mercedes
10. Educación Especial Livia M. Nivar.
11. Centro Educativo Hogar Doña Chucha
12. Escuela María Trinidad Sánchez
13. Escuela Básica Matías Ramón Mella
14. Centro Modelo de Educación Inicial Villa Fundación
15. Escuela Básica Juan Pablo Duarte (Los Molina)
16. Escuela Básica Los Cacaítos



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

17. Escuela Básica Montaña
18. Centro Educativo Sabana Toro
19. Escuela Básica Mano Matuey

Sabana Grande de Palenque

1. Escuela Puerto Palenque

Bajos de Haina

Liceo Técnico CAASD Osvaldo Bienvenido Báez

Cambita Garabito

1. Liceo Prof. Antonio Garabito
2. Escuela Básica Genoveva Guridy
3. Escuela Básica Los Calimetes
4. Centro Educativo Pedro Domínguez Garabito
5. Liceo Politécnico Cambita
6. Escuela Básica Pueblo Nuevo
7. Centro Educativo La Guama

Villa Altagracia

1. Escuela Básica Las Diez Casitas
2. Escuela Primaria Juan Pablo Duarte
3. Escuela Básica Padre Usera
4. Escuela Básica Señora del Socorro
5. Centro Educativo Francisco Florentino Duvergé
6. Escuela La Lomita
7. Escuela Básica El Hormigo
8. Escuela Primaria Elías Polanco Multigrado
9. Centro Educativo Tulio Manuel Cestero
10. Escuela Básica Felicia Cuesta Díaz
11. Centro Educativo Genaro Doné
12. Escuela Básica Nueva Estrella
13. Escuela Básica Profesor Guarionex Ferreiras (Sabana Piedra)
14. Escuela Básica Doña Sien de León*
15. Centro Educativo Sonia Altagracia Peña
16. Escuela Básica San José
17. Escuela Básica Aura Estela Núñez
18. Centro Educativo Antonio Guzmán Fernández
19. Centro Educativo Pedro Henríquez Ureña



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

20. Centro Educativo Felipe Soto
21. Centro Educativo Salome Ureña
22. Escuela Básica Gregoria Doné de Abad
23. Liceo Cesar Evers
24. Escuela Los Conucos
25. Escuela Básica El Cidra

Yaguatae

1. Centro Educativo del Nivel Medio Ana Lilliams Miranda
2. Politécnico Ana Lilliams Miranda
3. Centro Educativo Fray Bartolomé de las Casas
4. Escuela Básica Semana Santa
5. Escuela Básica El CAEI (Ingenio CAEI)
6. Escuela Básica Los Francos
7. Escuela Básica Boca de Mana

San Gregorio de Nigua

1. Escuela Básica Yogo Yogo
2. Escuela Básica San Antonio
3. Centro Educativo Samangola
4. Escuela Julián Jiménez

Los Cacaos

1. Escuela Básica Marino Garabito I
2. Escuela Básica Marino Garabito II
3. Escuela Básica Nuestra Señora de Fátima
4. Escuela Básica Las Avispas
5. Escuela Básica Santana
6. Centro Educativo Jornada Extendida Alejandrina Ramírez Guzmán
7. Escuela Básica Vallejito Abajo

5. Análisis de la Amenaza Procesos Gravitacionales

Se levantaron los sitios que de manera espacial involucran deslizamientos o derrumbes que pudieran afectar a las escuelas, además se destacaron las escuelas que se estiman puedan ser susceptibles a deslizamientos todas suman un total de 57 escuelas que representan el 18.09%. A continuación la Tabla 18 Afectadas por Procesos Gravitacionales muestra un resumen de las escuelas, las cuales se listan a continuación:



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Tabla 18 Afectadas por Procesos Gravitacionales		
ESCUELAS	%	CATEGORIA
204	64.76	1
40	12.71	2
14	4.44	3
57	18.09	4
Total 315	100.00	

Escuelas involucradas en áreas afectadas por procesos gravitacionales (Derrumbes o deslizamientos, hundimientos y caída de bloques)

Municipio San Cristóbal

1. Centro Educativo Francisco J. Peynado (Politécnico)
2. Escuela América Lugo
3. Instituto Politécnico Loyola
4. Centro Educativo Luis Oscar Uribe Albert
5. Escuela Alejandro Angulo Javier Guridy
6. Escuela Básica Fernando Cabral Ortega
7. Escuela Básica Promoción Jeringa
8. Escuela Marcos Castañer (Fe y Alegría)
9. Escuela Básica Ángela Núñez Fernández/Hogar de Niñas Huérfanas
10. Escuela Primaria José M. Alejandro Pichardo/Juan Pablo Pina
11. Centro Educativo Manuel María Valencia
12. Oficializado San Rafael
13. Educación Especial Livia M. Nivar S.
14. Centro Educativo San Rafael
15. Escuela Básica Canastica
16. Escuela Nueva Esperanza (La Escuelita)
17. Escuela Básica Juan Pablo Duarte (Los Molina)
18. Escuela Básica Emmanuel
19. Escuela Básica Villegas19
20. Escuela Básica 27 de Febrero
21. Centro Educativo Canasta II
22. Escuela Básica Prof. Ana Luisa Francia Brito Guzmán/Canasta VI
23. Escuela Básica Mata Naranjo/Juan Bosch
24. Escuela Básica Las Palmas
25. Escuela Básica La Rosa25

Municipio Bajos de Haina



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

1. Centro Educativo Hermanas Mirabal
2. Centro Educativo Cabon
3. Escuela Básica Paraíso de Dios
4. Escuela Básica Villa María
5. Escuela Básica Mi Esperanza
6. Escuela Básica Quita Sueño

Municipio Cambita Garabito

1. Escuela Básica La Palmita
2. Escuela Básica Mano Matuey al Medio
3. Escuela Francisco García (La Cueva)
4. Escuela Mano Matuey Abajo
5. Escuela Básica Los Hozaderos
6. Escuela Los Manantiales
7. Escuela Básica Cumia Abajo
8. Centro Educativo La Guama8

Municipio Villa Altagracia

1. Centro Educativo Lorenzo Pérez Poch
2. Centro Educativo Nuestra Señora de Fátima
3. Escuela Básica Juana Toledo (El Palmar)
4. Centro Educativo Kilómetro 404

Municipio Yaguatae

1. Escuela Básica Boca de Mana

Municipio San Gregorio de Nigua

1. Centro Educativo Padre Zegri

Municipio Los Cacaos

1. Escuela Básica Marino Garabito I
2. Escuela Básica Marino Garabito II
3. Escuela Básica Nuestra Señora de Fátima
4. Escuela Básica Francisco Mateo
5. Escuela Básica Francisco Mateo (Los Candonguitos)
6. Escuela Primaria José Manuel Duvergé (Los Mineros)
7. Escuela Básica Los Jibaros (EMI)
8. Escuela Básica Víctor M Linares (El Guineo Adentro)
9. Centro Educativo Las Tres Veredas
10. Escuela Básica Zumbí



11. Escuela Básica Los Naranjos
12. Centro Educativo Jornada Extendida Alejandrina Ramírez Guzmán

Escuelas Susceptibles a procesos gravitacionales

Municipio San Cristóbal

1. Escuela Básica Pablo Barinas
2. Escuela Laboral (Economía Doméstica)
3. Escuela Rural Padre Borbón (El Pomier)

Municipio Cambita Garabito

1. Escuela Básica Boca de la Toma
2. Escuela Básica El Corbanito
3. Centro Educativo Salomé Ureña/José Altagracia Tejeda
4. Escuela Básica Fuerte los Toros
5. Centro Educativo Los Toros

Municipio de Villa Altagracia

1. Centro Educativo Manuel Antonio Patín Mateo
2. Escuela Primaria Juan Pablo Duarte
3. Centro Educativo Las Colinas IV
4. Centro Educativo Villa Nueva
5. Centro Educativo del Nivel Medio Medina
6. Escuela Básica República Las Bahamas

6. Análisis por Clasificación de Sitio

La Clasificación de Sitio nos permitió establecer la naturaleza del sustrato donde se encuentran construidas las escuelas.

Del análisis se obtuvo que 130 escuelas se encuentran en sitios donde las condiciones del suelo presentan materiales areno - limosos lo que dificulta la capacidad portante de los mismos y la permeabilidad de los mismos, sin embargo hay 159 escuelas donde los materiales muestran magníficas condiciones. Este análisis se toma en consideración en la evaluación físico estructural. La Tabla 19 muestra un resumen del análisis:



Tabla 19 Clasificación de Sitio		
ESCUELAS	%	CATEGORIA
26	26	26
8.25	8.25	8.25
1	1	1
133	133	133
Total 315	Total 315	

7. Análisis por Desastres que afectaron a las Escuelas

Se tomó como base para el levantamiento de la información el Censo de Población y Viviendas, 2010, el cual ofrece una panorámica espacial de la ocurrencia de estos eventos vistos a escala de paraje o barrio, asumiendo que las escuelas se encuentran dentro del mismo entorno. La Tabla 20 ofrece un resumen en porcentaje según el número de escuelas afectadas.

Tabla 20 Desastres que Afectaron		
Tipo de Evento	Escuelas Afectadas	%
Tornado	31	9.84
Tormenta	189	60
Huracanes	159	50.48
Lluvias Torrenciales	158	50.16
Inundaciones	91	28.8
Deslizamientos Derrumbes	41	13.02
Hundimientos	31	9.84
Cercana a Minas	56	17.7
Sismos	36	11.43

De los Desastres que más han afectado a las escuelas se encuentran en primer lugar las Tormentas, en segundo lugar los Huracanes y en tercer lugar las Lluvias Torrenciales.

Del análisis realizado se puede resumir que la Vulnerabilidad de Sitio se comporta de la siguiente forma:

De las 315 escuelas evaluadas 90 presentan una vulnerabilidad **Muy Alta** debido al comportamiento de los indicadores anteriormente evaluados los cuales se combinan y llegan a crear condiciones propicias para que se deteriore la infraestructura como tal. 131 escuelas se ubican en la categoría **Alta**. (Tabla 21):



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

ESCUELAS	%	CATEGORIA
33	10.52	1
60	19.31	2
131	41.61	3
90	28.56	4
Total 315	100.00	

8. Análisis de la Vulnerabilidad Física-Estructural

El análisis de la vulnerabilidad Física-Estructural de las 315 escuelas distribuida en los 8 municipios y seis distritos municipales de la provincia San Cristóbal, se realizó mediante fichas técnicas para levantamiento o visitas de campo y una matriz de Vulnerabilidad, la cual consta de dos variables distinta como son: Vulnerabilidad humana y la Vulnerabilidad física-estructural, de las cuales se desprenden varios indicadores.

a) La Vulnerabilidad Humana (VH): Es la carencia de recursos y capacidades que tiene una comunidad para hacer frente a las amenazas o peligros de desastres, la cual está expuesta a fenómenos naturales y vive en riesgo permanente.

Para el cálculo de la misma se utilizaron los siguientes indicadores:

- **Número de alumnos:** Este valor resulta de las visitas de campo realizadas en cada una de las escuelas.
- **Densidad Poblacional:** Resulta de la formula Población/Superficie, se utilizan los datos de la población en edad escolar, de 5 a 19 años, estos datos son tomados del IX Censo Nacional de Población y Vivienda 2010.
- **Nivel de Instrucción:** Se consideran los datos de población que asiste a la escuela desde inicial hasta la media, estos datos de población son tomados del IX Censo Nacional de Población y Vivienda 2010.
- **Tasa de Alfabetización:** Consiste en determinar el nivel de alfabetización de la población existente en la provincia de San Cristóbal, según el IX Censo de Población y Vivienda 2010.

b) Vulnerabilidad Física-Estructural (VF): Se refiere al nivel de daño potencial o grado de pérdida que puede sufrir un elemento en términos de su exposición y resistencia contra la magnitud de la amenaza. (Universidad Nacional de Colombia, 2011). También se define como la capacidad de una edificación de resistir los movimientos telúricos o sísmicos.

En esta se observa las condiciones de acceso, materiales de construcción utilizado en las estructuras, techos y la cantidad de niveles. Para el cálculo de la misma se utilizaron los siguientes indicadores:



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Acceso: consiste en indicar el material y las condiciones en que se encuentran las vías de comunicación de las escuelas.

Tipo de Materiales: Indica el material de construcción de paredes, techos y pisos que tiene cada escuela.

Niveles: indica la cantidad de niveles de la escuela.

Determinadas estas variables se obtienen las siguientes vulnerabilidades:

- Accesos
- Material de Construcción
- Altura
- Irregularidades
- Fundaciones
- Tipos de Estructuras
- Elementos Estructurales y No Estructurales
- Estado de la Edificación

Vulnerabilidad de Acceso: determina la condición en que se encuentran los accesos a las escuelas, indicando si la llegada a la misma es por carretera o calle asfaltada, carretera o calle no asfaltada por caminos vecinales. Asignándole un valor a cada uno de los indicadores, los cuales se detallan en la Tabla 22 a continuación:

Tabla 22 Valoración de los Accesos	
Acceso	Valoración
Calle - carretera asfaltada	1
Calle - carretera no asfaltada	2
Callejón -camino	3
Escalinata	4

Como resultado se determinó que 172 escuelas tienen accesos por carretera o calle asfaltada, 93 por carretera o calle no asfaltada y 52 por caminos vecinales, lo que equivale a un 56.6%, 29.5 y 16.5% respectivamente (Fig. 18).

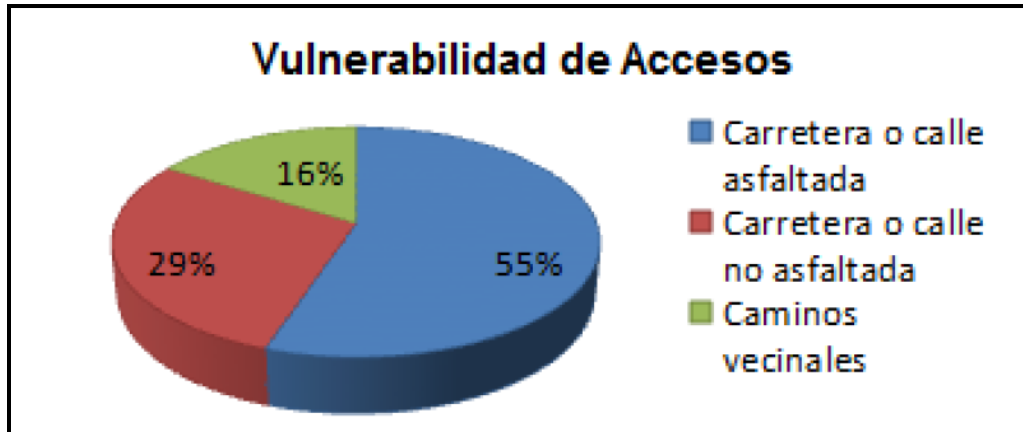


Fig. 18 Vulnerabilidad de Accesos

- **Vulnerabilidad Estructural:** Para determinar se tomaron las variables de materiales de construcción, paredes y techos, la cual ofrece una idea del grado de resistencia que tienen las escuelas ante un movimiento telúrico o sismo.

Para el cálculo se utilizaron los indicadores de concreto reforzado, mampostería, mampostería y madera, madera y material de construcción en techo, la información se levantó durante las visitas de campo realizadas. La valoración se muestra en la Tabla 23.

Material de Construcción	Valor
Concreto Reforzado	4
Mampostería	3
Mampostería y Madera	2
Madera	1

Se determinó que 190 escuelas son de concreto reforzado, 78 de mampostería, 37 mixtas, 5 de mampostería y madera, 5 de madera, teniendo como resultado porcentual un 60.3 %, 24.7%, 11.7% 1.7% y 1.6% respectivamente (Fig. 19).

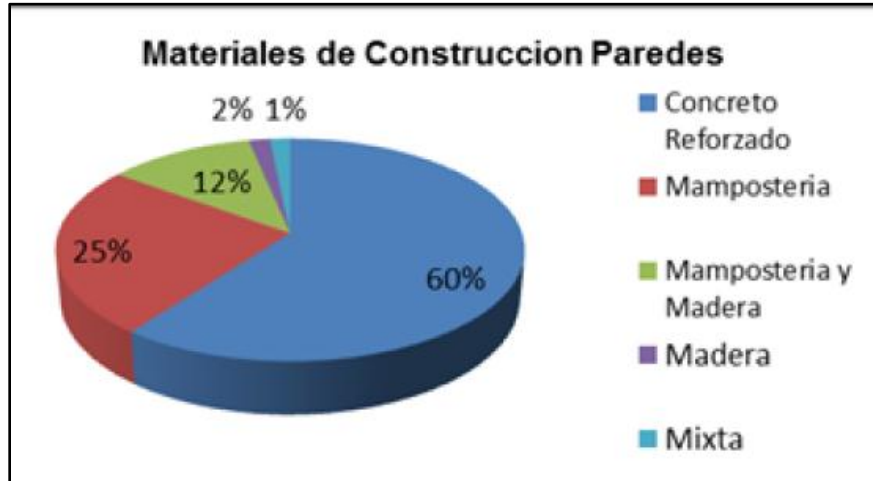


Fig. 19 Materiales de Construcción Paredes

Para el cálculo se utilizaron los indicadores de concreto reforzado, mampostería, mampostería y madera, madera y material de construcción en techo, la información se levantó durante las visitas de campo realizadas. La valoración se muestra en la Tabla 24.

Material de Construcción Techos	Valor
Concreto	4
Zinc/Aluzinc	2
Madera	1

Se determina 192 escuelas con techo de concreto para un 61% y 125 con techo de zinc-Aluzinc, para un 39%. (Fig. 20).

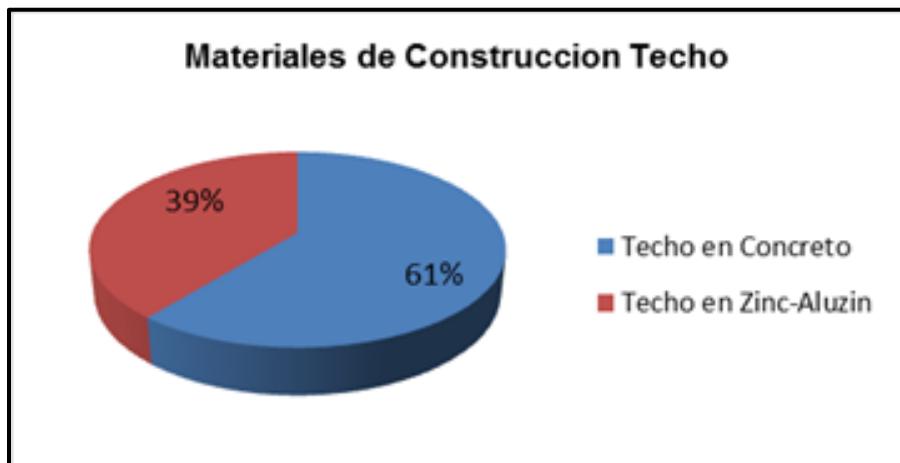


Fig. 20 Materiales de Construcción Techo



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Vulnerabilidad en Altura: Se utilizan los indicadores de un (1) nivel, dos (2) niveles y tres (3) Asignándole un valor a cada uno, como se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25 Valoración de Vulnerabilidad en Altura	
Material de Construcción	Valor
1 nivel	1
2 niveles	2
3 niveles	3

Vulnerabilidad por Irregularidad: Se utilizan los indicadores de irregularidad en planta y de irregularidad vertical. Asignándole un valor a cada uno, como se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26 Valoración Vulnerabilidad por Irregularidad	
Tipo de Irregularidad	Valor
Irregularidad en Planta	3
Irregularidad Vertical	4

Vulnerabilidad en Fundaciones: Se utilizan los indicadores de fundación a nivel, fundación multinivel y fundación en columnas. Asignándole un valor a cada uno, como se muestra en la Tabla 27.

Tabla 27 Valoración por Vulnerabilidad de Fundación	
Material de Construcción	Valor
Fundación a Nivel	1
Fundación Multinivel	2
Fundación en Columnas	3

Tipos de Estructuras: Se utilizan los indicadores de pórtico de acero, hormigón armado y mampostería como métodos constructivos. Asignándole un valor a cada uno, como se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28 Valoración por Tipos de Estructuras	
Tipos de Estructuras	Valor
Pórtico de Acero	1
Hormigón Armado	2
Mampostería Reforzada	3

Elementos Estructurales & No Estructurales: Se utilizan los indicadores de grietas, pandeo, torsión y desprendimiento para describir el comportamiento estructural. Asignándole un valor a cada uno, como se muestra en la Tabla 29.



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Elementos Estructurales (Comportamiento)	Valor
Grietas	1
Pandeo	3
Torsión	4
Desprendimiento	4

Estado de la Edificación: Se utilizan los indicadores de bueno, regular, malo y muy malo para categorizar los métodos constructivos de las infraestructuras evaluadas. Asignándole un valor a cada uno, como se muestra en la Tabla 30.

Estado de la Edificación	Valor
Bueno	1
Regular	2
Malo	3

Después de obtener las diferentes vulnerabilidades se realiza la sumatoria de todo lo antes expuestos, obteniendo una Vulnerabilidad Total, luego se pondera asignándoles valores del 1 al 4 y con colores, dándoles el valor mayor a las estructuras más resistente y el menor a la menos resistentes, determinando los diferentes grados de vulnerabilidad que existente en las escuelas, clasificándolas de la siguiente manera.

La vulnerabilidad física-estructural total es el resultado de la sumatoria de las diferentes vulnerabilidades antes detalladas, cuya ponderación correspondiente se resumen en Tabla 31.

Ponderación	1	2	3	4
Muy Alta				
Alta				
Moderada				
Baja				

Como resultado del estudio realizado de la vulnerabilidad física-estructural de las 315 escuelas inspeccionadas de forma visual rápida, existen 22 escuelas que tienen una estructura muy mala, para un 6%. La más crítica resultado ser la Escuela Básica la Estancia, en el paraje La Estancia, Municipio Cambita Garabito. 178 planteles escolares tienen un estado general malo, para un equivalente al 56%, entre las consideradas con estado malo se encuentra El Centro Educativo Duveaux, en Deveaux (Mamey Macho), municipio de Yaguate 107 escuelas con una estructura regular, equivalente al 34%. 11 de los planteles resultados en buen estado, equivalentes al 4%. (Fig. 21).

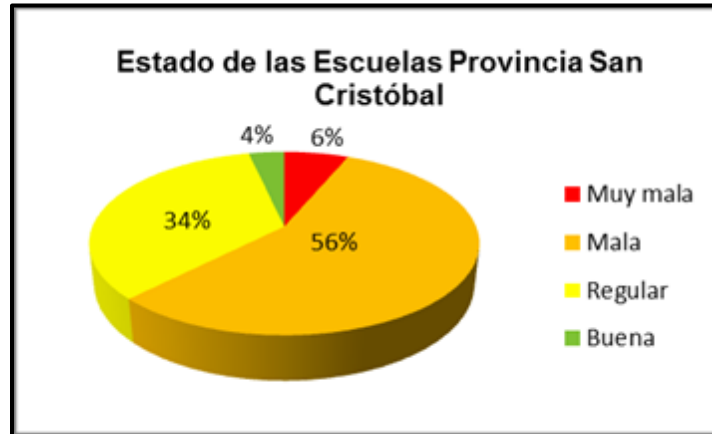


Fig. 21 Estado de las Escuelas Provincia San Cristóbal

El 8% de las escuelas del Centro del pueblo en San Cristóbal están en estado muy malo, y el 58% están en condiciones malas (Fig. 22).

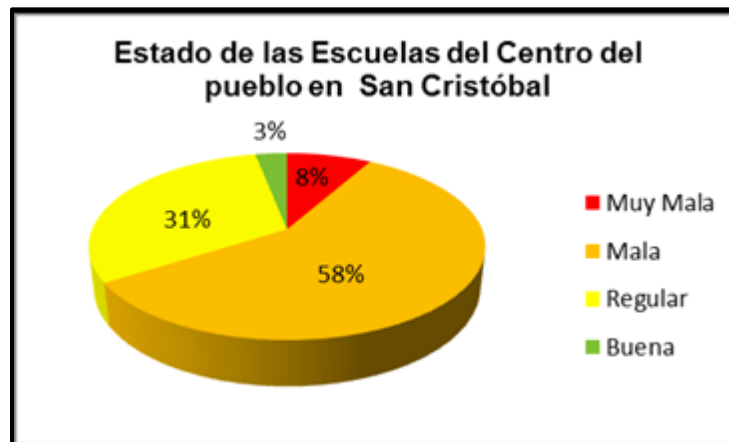


Fig. 22 Estado de las Escuelas del Centro del Pueblo en San Cristóbal

Existen 8 escuelas en municipio de Sabana Grande de Palenque, de las cuales 7 está en estado malo para un 88% y 1 en condiciones estructurales muy malo, con un porcentaje de 13% respectivamente. (Fig. 23).

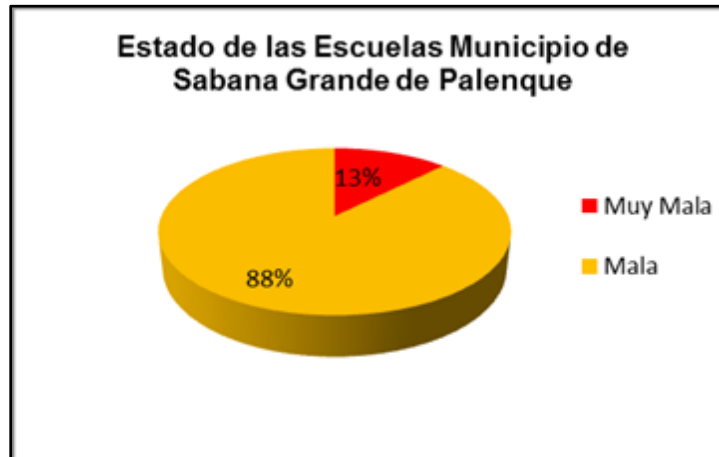


Fig. 23 Estado de las Escuelas Municipio de Sabana Grande de Palenque

El 6% de las escuelas del municipio de Los Bajos de Haina están en estado muy malo, y el 59% están en condiciones malas (Fig. 24).

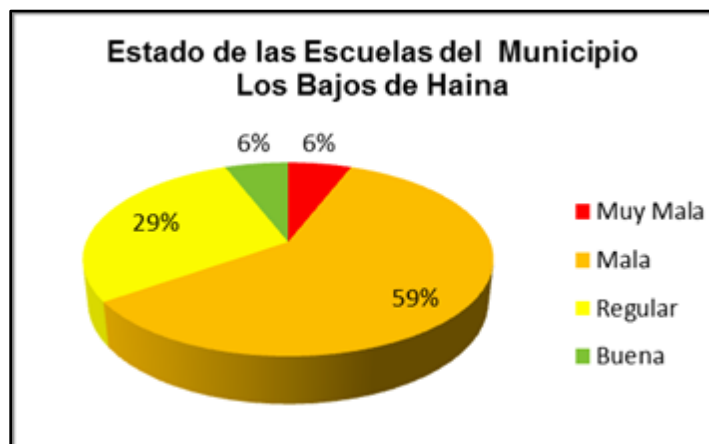


Fig. 24 Estado de las Escuelas del Municipio Los Bajos de Haina

El 20% de las escuelas del municipio Cambita Garabito están en estado muy malo y el 51% están en condiciones malas (Fig. 25).

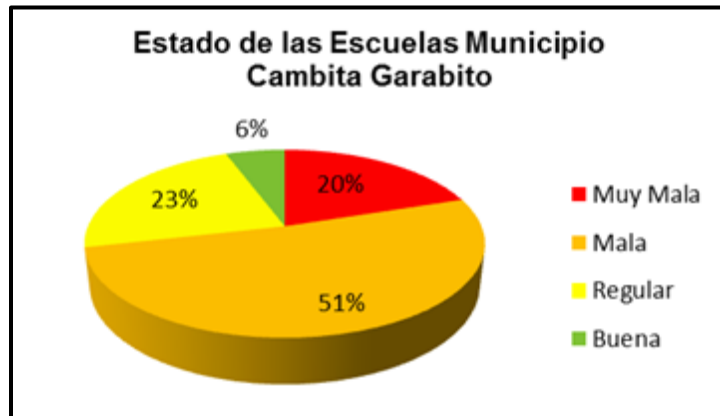


Fig. 25 Estado de las Escuelas Municipio Cambita Garabito

El 3% de las escuelas del municipio Villa Altagracia están en estado muy malo, mientras el 32% están en condiciones malas (Fig. 26).



Fig. 26 Estado de las Escuelas Municipio Villa Altagracia

El 3% de las escuelas del municipio Yaguate están en estado muy malo, mientras el 64% están en condiciones malas (Fig. 27).



Fig. 27 Estado de las Escuelas Municipio Yaguata

De las 17 escuelas existentes en el municipio de San Gregorio de Nigua, 11 está en estado malo con un porcentaje de 65%. No existen escuelas en condiciones estructurales muy malas. (Fig. 28).

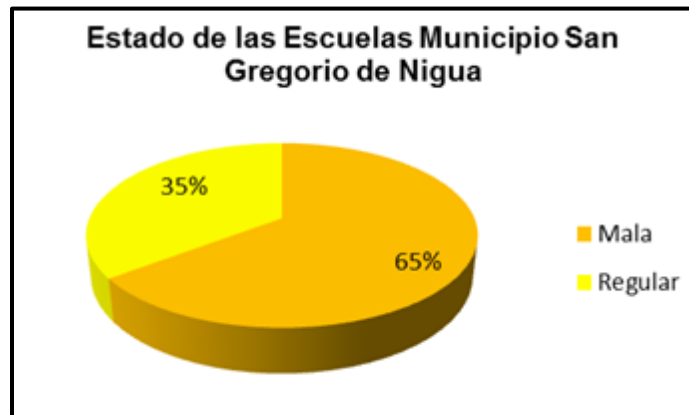


Fig. 28 Estado de las Escuelas Municipio San Gregorio de Nigua

El 5% de las escuelas del municipio Los Cacaos están en estado muy malo. Un porcentaje de 95% presentan condiciones estructurales malas. (Fig. 29).

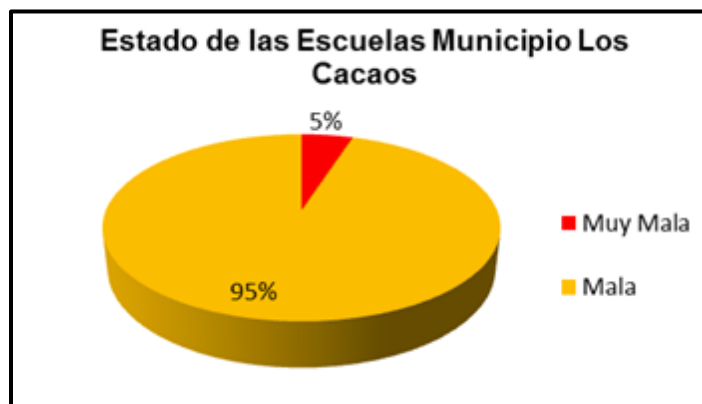


Fig. 29 Estado de las Escuelas Municipios Los Cacaos



IX. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN

- El objetivo de realizar la evaluación de la exposición es el de reflejar desde el punto de vista espacial todos los elementos susceptibles de verse afectados ante la ocurrencia de cualquier tipo de evento natural, que en este caso se trata de eventos sísmicos y sus efectos en el entorno. Para el cálculo de la misma se utilizaron dos variables, escuela del segmento expuesto y ubicación de las escuelas en el segmento, de las cuales se desprenden varios indicadores, que combinados a través de un sistema matricial nos permite identificar los distintos niveles de exposición a las que están sometidas.
- **a) Escuelas del segmento expuesto:** la variable que se tomó en cuenta en este acápite fue las escuelas expuestas ante la presencia de movimientos gravitacionales (Deslizamiento, Caída de Bloques, Hundimiento etc.)

Para el cálculo de los indicadores se levantó la información correspondiente para cada escuela según su ubicación por paraje y se seleccionaron los siguientes:

- Número de alumnos según las escuelas levantadas
- Deslizamiento o derrumbes
- Hundimiento
- Caída de bloques
- **No. de alumno:** Se determina mediante visitas realizadas a cada una de las escuelas de la provincia, donde se contabilizó la matrícula existente de estudiantes por plantel.
- **Deslizamiento o derrumbes:** Se determina mediante la observación en las visitas de campo y el análisis de los mapas geológicos y geomorfológicos para determinar los deslizamientos activos y pasivos.
- **Hundimiento:** Se determina mediante la observación en las visitas de campo y el análisis de los mapas geológicos y geomorfológicos, para determinar el historial de hundimiento en el paraje.
- **Caída de bloques:** Se determina las escuelas ubicadas en zonas afectadas por caída de rocas o derrumbes ocurridos y pasibles de ocurrir.

Para la ponderación de los procesos gravitacionales se utilizaron los siguientes intervalos asociados a categorías de Muy Alta (4), Alta (3), Moderada (2) y Baja (1). La Tabla 32 resume lo siguiente:

Tabla 32 Procesos Gravitacionales			
Ponderación	1	2	3
Deslizamientos o Derrumbes	0-34	34-105	105-294
Hundimientos	0-65	65-97	97-164
Caída de Bloques	0-16	16-105	105-163

- **Ubicación de la escuela en el segmento**



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

En este caso se seleccionó el nivel de exposición de las escuelas ante los fenómenos hidrometeorológicos y la cercanía a minas. Para el cálculo de la misma se utilizaron los siguientes indicadores:

- Área no inundable
- Área inundable terraza alta
- Área inundable terraza baja o llanura de inundación
- Cercana a mina

A continuación se describen cada uno de los indicadores:

Área no inundable: Son las zonas topográficamente alta respecto a cuencas, esto se determina mediante las visitas de campo y observaciones en el mapa de procesos activo de la provincia.

Área inundable terraza alta: Zonas topográficamente altas circundante al cauce mayor de los ríos o costa.

Municipios	Área no inundable	Área inundable terraza alta	Área inundable terraza baja o llanura de inundación	Total de escuelas
San Cristóbal	52	26	19	97
Sabana Grande de Palenque	7	0	1	8
Bajos de Haina	28	5	1	34
Cambita Garabito	16	12	7	35
Villa Altagracia	18	19	25	62
Yaguatae	17	18	7	42
San Gregorio de Nigua	6	7	4	17
Los Cacaos	13	0	7	20
Total General				315

Área inundable terraza baja o llanura de inundación: Zonas topográficamente bajas en o muy cercanas al cauce mayor de los ríos o costa. La Tabla 33 y la Fig. 30 Exposición de las escuelas a inundaciones resumen el total de escuelas evaluadas por municipios.

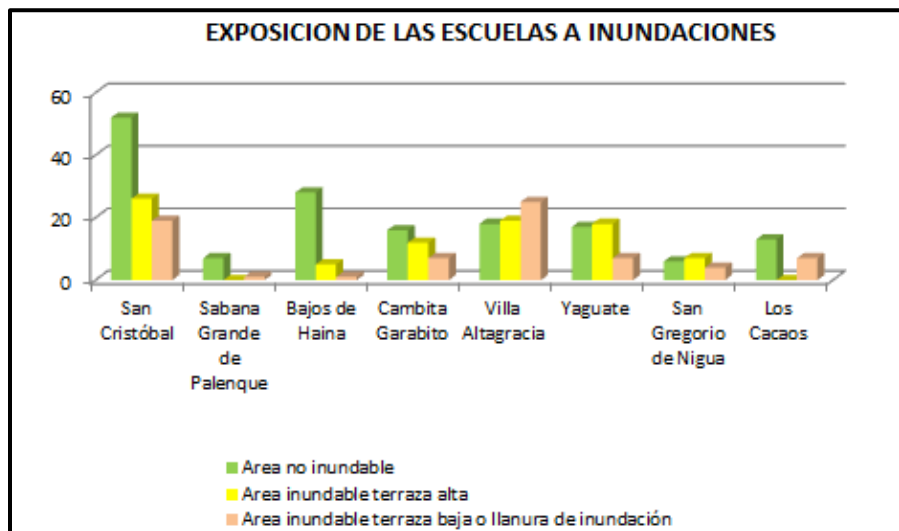


Fig. 30 Exposición De Las Escuelas A Inundaciones



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Cercana a mina: Se observa cuáles son las escuelas que están en el paraje cercanas a minas, para determinar el grado de exposición a las que están sometidas, mediante la observación en el campo, el levantamiento de la Base de Datos de la ONE y el Mapa de las Concesiones Mineras. La Tabla 34 resume lo siguiente:

Tabla 34 Desastres que Afectaron a las Escuelas				
Ponderación	1	2	3	4
Cercana a Mina	0 - 18	18 - 88	88 - 166	166 - 656
Ponderación	1	2	3	4

Para el cálculo final de la Exposición se utilizaron los siguientes intervalos asociados a categorías de Muy Alta (4), Alta (3), Moderada (2) y Baja (1) asignando colores por cada ponderación. La Tabla 35 resume lo siguiente:

Tabla 35 Exposición Municipios				
Ponderación	1	2	3	4
Muy Alta				
Alta				
Moderada				
Baja				

La Tabla 36 muestra la exposición final resultante de la evaluación cualitativa de las escuelas de la provincia.

Tabla 36 Exposición Final por Municipios										
Municipios	Escuelas Evaluadas		Baja		Moderada		Alta		Muy Alta	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
San Cristóbal	97	30.79	56	17.78	9	2.86	13	4.13	19	6.03
Sabana Grande de Palenque	8	2.54	5	1.59	3	0.95	0	0.00	0	0.00
Bajos de Haina	34	10.79	23	7.30	4	1.27	3	0.95	4	1.27
Cambita Garabito	35	11.11	19	6.03	7	2.22	1	0.32	8	2.54
Villa Altagracia	62	19.68	35	11.11	16	5.08	4	1.27	7	2.22
Yaguatae	42	13.33	35	11.11	5	1.59	0	0.00	2	0.63
San Gregorio de Nigua	17	5.40	10	3.17	4	1.27	0	0.00	3	0.95
Los Cacaos	20	6.35	7	2.22	9	2.86	1	0.32	3	0.95
Total General	315	100	190	60.32	57	18.10	22	6.98	46	14.60



1. Escuelas en Construcción

Como parte del estudio se levantaron las escuelas que actualmente están en construcción en la provincia. Fueron identificadas por municipio un total de 17, cabe destacar que en su mayoría se encuentran próximas a fallas. Del total analizadas 7 se encuentran ubicadas en áreas inundables, lo que representa el 41.17% en categoría **Alta** ante inundaciones, o sea no cumplen con las recomendaciones de la Guía Técnica para la construcción de Escuelas Seguras y Modelos prototipos. Resultando lo siguiente:

1. El Liceo Marino Garabito II, ubicado sobre el arroyo Los Calimetes.
2. El Liceo el Pueblecito, ubicado en la terraza baja del río Blanco (Yubazo).
3. Escuela Básica Hato Damas, ubicada a pocos metros del arroyo Daza.
4. Centro educativo Boruga Arriba, ubicado sobre un arroyo sin nombre, afluente del río Blanco Yubazo.
5. Centro educativo Quita Sueño, en la terraza baja del arroyo Guajimía.
6. Escuela Básica Sabaneta Monte Largo, en área no inundable.
7. Liceo Quita Sueño, en la terraza baja del arroyo Guajimía.
8. Liceo Mata Naranja, en área no inundable.
9. Centro educativo Los Chivos, sobre el arroyo Itabo.
10. Escuela Básica El Zumbón, en área no inundable.
11. Liceo Hatillo (politécnico), en área no inundable.
12. Centro educativo Los Algarrobo, en área no inundable.
13. Escuela Básica Canastica, en área no inundable.
14. Escuela Básica Nigua III, en área no inundable.
15. Escuela Básica La Sierra, en área no inundable.
16. Liceo Niza Arriba, en área no inundable
17. Liceo Secundario Hermanas Mirabal, en la terraza baja del río Nizao.

X. ANALISIS DEL RIESGO

La evaluación de riesgos es un proceso que ayuda a determinar la naturaleza y el alcance de ese riesgo, mediante el análisis de amenazas y la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad existentes que podrían resultar en daños a las personas expuestas y a los bienes, servicios, medios de subsistencia y medio ambiente de los que dependen. La evaluación de riesgos es, por lo tanto, parte integral de los procesos de toma de decisiones y adopción de políticas, y requiere de una estrecha colaboración entre las distintas partes de la sociedad. La Tabla 37 muestra el resultado de la evaluación del riesgo en las escuelas de la provincia.



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Tabla 37 Riesgo		
Escuelas	%	Categoría
191	60.63	1
37	11.75	3
87	27.62	4
Total 315	100	

XI. ACTIVIDADES Y REUNIONES REALIZADAS.

Para poder garantizar que todas las tareas del proyecto fluyan correctamente, fue necesario realizar diferentes reuniones y actividades con todas las instituciones participante de forma tal, que el cronograma de actividades no se interrumpieran. A continuación les presentamos una relación de algunas de las actividades y reuniones realizadas hasta la fecha:

Coordinación de las Actividades para la Preparación de Multiplicadores de Conocimientos:

Oficina del Programa Gestión de Riesgo

Participantes	Cargo	Institución
Dra. Milagros Yost	Directora	MINERD
Lic. Castia Almonte	Experta Programa Gestión de Riesgo	MINERD
Lic. Juan Sena	Gerente Administrativo y financiero	ONESVIE
Ing. Pedro Iván Márquez	Especialista	ONESVIE
Ing. Johanny Hernández	Enc. Dpto. Ingeniería sismo resistente	ONESVIE

Regional del MINERD en San Cristóbal

Participantes	Cargo	Institución
Lic. Ramonita Domínguez	Gestión de Riesgo, Regional San Cristóbal	MINERD
Lic. Juan Sena	Gerente Administrativo y financiero	ONESVIE
Ing. Pedro Iván Márquez	Especialista	ONESVIE
Ing. Johanny Hernández	Enc. Dpto. Ingeniería sismo resistente	ONESVIE

- Se realizaron varias Reuniones con el SGN, para trabajo conjunto y seguimiento de las tareas comunes del proyecto los días 23, y 30 de **enero**, 25 de febrero, 5, 10 y 11 de marzo, (Fotos Anexo 7).



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Participantes	Cargo	Institución
Lic. María Calzadilla	Enc. Dpto. Vulnerabilidad y Geología Ambiental	Servicio Geológico Nacional
Lic. Jottin Leonel Collado	Enc. Dpto. Dinámica de estudios Sísmicos	SGN
Arq. Maria Betania Roque	Especialista	SGN
Ing. Juana A. Suardí	Especialista	SGN
Ing. Vladimir Enriquez Guzmán	Especialista	SGN
Ing. Julio Pavlusha Bautista	Especialista	SGN
Lic. Juan Sena	Gerente Administrativo y Financiero	ONESVIE
Ing. Johanny M. Hernández M.	Enc. Dpto. Ingeniería Sismorresistente	ONESVIE
Ing. Pedro Iván Márquez	Especialista	ONESVIE
Ing. Eufracio Ferreras Medina	Especialista	ONESVIE

Presentación de resultados de medio término en oficinas de JICA.

- Se realizó una presentación del informe de medio término en las oficinas de JICA

Participantes	Cargo	Institución
Lic. Jottin Leonel Collado	Enc. Dpto. Dinámica de estudios Sísmicos	SGN
Arq. Maria Betania Roque	Especialista	SGN
Ing. Juana A. Suardí	Especialista	SGN
Ing. Vladimir Enriquez Guzmán	Especialista	SGN
Ing. Julio Pavlusha Bautista	Especialista	SGN
Lic. Juan Sena	Gerente Administrativo y Financiero	ONESVIE
Ing. Johanny M. Hernández M.	Enc. Dpto. Ingeniería Sismorresistente	ONESVIE
Ing. Pedro Iván Márquez	Especialista	ONESVIE
Arq. Pablo Cabral	Enc. Dpto. Arquitectura	ONESVIE
Arq. Zoraida Disla	Especialista	ONESVIE



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Reunión coordinación Actividad de clausura

Participantes	Cargo	Institución
Lic. Ramonita Domínguez	Gestión de Riesgo, Regional San Cristóbal	MINERD
Lic. Juan Sena	Gerente Administrativo y financiero	ONESVIE
Ing. Pedro IvánMarquez	Especialista	ONESVIE
Ing. Johanny Hernández	Enc. Dpto. Ingeniería sismo resistente	ONESVIE

Participantes	Cargo	Institución
Lic. Julio Cesar Díaz	Gobernador Provincia de San Cristóbal	Gobernación Provincia de San Cristóbal
Lic. Juan Sena	Gerente Administrativo y financiero	ONESVIE
Ing. Pedro IvánMarquez	Especialista	ONESVIE
Ing. Johanny Hernández	Enc. Dpto. Ingeniería sismo resistente.	ONESVIE

Se distribuyeron las invitaciones y el programa a las autoridades de la provincia: Senador, Diputados, Síndicos, y demás representantes de instituciones provinciales.

Para el desarrollo de las actividades del proyecto se adquirieron los siguientes equipos y materiales(Ver Anexo 19):

Descripción	Cant.	Ud
Cinta métrica	3	ud
Tablet con sistema operativo compatible con VB y Access 2010, para recolección de datos.	3	ud
Impresora a color	1	ud
Cámara	3	ud
Laptop para introducción de datos al programa que genera el mapa	1	ud
Camisetas	18	ud
Gorras	18	ud
Banner street 5x2 pies	1	ud
Banner de Fondo	1	ud
Trípode con bajante para entrada	1	ud
Afiches 24*24 full color	250	ud



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

- Acto de Clausura del Proyecto de seguimiento para la Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones Escolares en la Provincia de San Cristóbal 20 de Marzo 2014 (Convocatoria, Programa y Fotos Anexo 20).



XII. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el trabajo de investigación se pudieron concluir los siguientes aspectos:

Las vulnerabilidades encontradas en las edificaciones evaluadas son una constante: irregularidad vertical y horizontal, edificaciones ubicadas en laderas, alto grado de deterioro en las losas producto de filtraciones, grietas por asentamientos diferenciales, edificaciones antes de la entrada en vigencia de las primeras recomendaciones para el análisis sísmico de edificaciones.

En los resultados obtenidos en el diagnóstico del conocimiento en cuanto a riesgo sísmico y acciones a tomar antes, durante y después de un sismo, se verifica que un porcentaje considerable de participantes no cuenta con los conocimientos suficientes como para tener el desenvolvimiento adecuado ante la ocurrencia de un desastre natural como un sismo haciendo énfasis en que la entrevista fue llevada a cabo antes de la capacitación. Esto nos lleva a la conclusión de la necesidad que tenemos de ofrecer la capacitación de dichas persona debido a que el conocimiento es un herramienta imprescindible a la hora de enfrentarse a una situación de peligro como lo sería la ocurrencia de un sismo.

En cuanto a la Sismicidad:

- Se carece de información sísmica detallada sobre la provincia San Cristóbal, no obstante se debe resaltar que internamente presenta micro fallas, fallas supuestas y lineamientos las cuales reciben la influencia de las Fallas Bonaó, San José Restauración y Hatillo.
- En base a la sismicidad histórica su alta densidad poblacional puede ser influenciada por un evento de intensidad moderada como los registrados en los años: 1615, 1673, 1684, 1691, 1751 y 1761.
- Aunque la zona 5 posee características sismogénica moderada, en esta investigación se encontró que la provincia San Cristóbal es una zona de sismicidad distribuida sin efecto directo con respecto a las fallas principales enmarcadas en la zona de Beata Ridge (zona 5).
- La escasa cantidad de datos junto a las limitaciones del registro sísmico, no permite realizar un estudio concluyente sobre amenazas sísmicas de la provincia, sin embargo, esta situación no la excluye de la posibilidad de poseer estructuras sismogénicas activas generadoras de terremotos.

Para la Vulnerabilidad de Sitio (Amenazas)

En cuanto a Fallas:

- Desde el punto de vista de la tectónica se localizaron 44 escuelas construidas encima de fallas tectónicas, que representa un 13.97% en categoría **Muy Alta**, además 19 escuelas próximas a fallas tectónicas, que representa un 6.03% en categoría **Alta** lo cual las hacen susceptibles a sufrir daños por efecto de la sismicidad de ocurrir un evento, los municipios identificados como críticos son: Cambita Garabito, Los Cacaos y San Cristóbal (zona norte).



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

En cuanto a Procesos Gravitacionales

- Desde el punto de vista de los Procesos Gravitacionales se localizaron 57 escuelas construidas en áreas afectadas por deslizamientos y derrumbes, que representa un 18.09% en categoría **Muy Alta**, además en escenarios semejantes pero con menor severidad se localizaron 14 escuelas, que representa un 4.44% en categoría **Alta**, lo cual le imprime un grado de susceptibilidad importante de sufrir daños por efecto de la sismicidad, los municipios identificados como críticos son: Cambita Garabito, Los Cacaos y San Cristóbal (zona norte).

En cuanto a Inundaciones:

- El análisis de vulnerabilidad ante inundaciones permite formular conclusiones relativas a las causas que la originan, los niveles de vulnerabilidad, dónde están localizadas y la criticidad de los servicios de emergencia y lugares de concentración pública.
- El análisis de vulnerabilidad es la fuente básica para la gestión de riesgos que en el caso que nos compete incluye toda la infraestructura escolar de la provincia San Cristóbal y es por tanto una de las principales herramientas a emplear en la planificación y crecimiento de los presentes y futuros planteles de la provincia.
- De los 315 planteles evaluados el 22.54% no cumple con la **Guía Técnica para la construcción de Escuelas Seguras y Modelos prototipos** que recomienda *"Garantizar que ningún plantel escolar sea concebido, diseñado, ni construido en zona susceptible a inundaciones, ni cercanas a ríos, arroyos y cañadas"*, resultando los municipios de Villa Altagracia y San Cristóbal los más vulnerables ante las inundaciones.

En cuanto a la Clasificación de Sitio:

- Del análisis se obtuvo que 130 escuelas que representan el 41.27% del total son categorizadas como **Muy Alta**, estas se encuentran en sitios donde las condiciones del suelo se comportan como, materiales predominantemente blandos, flojos y con nivel de porosidad alto, lo que afecta la capacidad portante de los mismos. Cabe señalar que 26 escuelas que ocupan el 8.25% del total son categorizadas como **Alta**.

En cuanto los Desastres que Afectaron a las Escuelas:

- De los Desastres que más han afectado a las escuelas se pueden mencionar en primer lugar las Tormentas con un 60%, en segundo lugar los Huracanes 50.48% y en tercer lugar las Lluvias Torrenciales con un 50.16%.

Análisis Final de la Vulnerabilidad de Sitio:

- De las 315 escuelas evaluadas 90 presentan una vulnerabilidad **Muy Alta** debido al comportamiento de los indicadores anteriormente evaluados los cuales se combinan y llegan a crear las condiciones propicias para que se deteriore la infraestructura como tal. 131 escuelas se ubican en la categoría **Alta**.



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Para la Vulnerabilidad Físico-Estructural:

- Los resultados obtenidos en la evaluación física estructural, ponen en evidencia grandes deficiencias en los procesos constructivos o de diseño.
- Se determinó que un 90.7% requiere una evaluación detallada y que un 9.3% no requiere una evaluación detallada.
- Se determinó que un 16.56% de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal tiene vulnerabilidad Alta, un 75.94 % vulnerabilidad Media y un 7.5 % Baja.

Para la Exposición:

- De las 315 escuelas evaluadas el 14.60% presenta una Exposición **Muy Alta**, el 6.98% Exposición **Alta**, el 18.10% Exposición **Moderada** y el 60.32% Exposición **Baja**.

Para el Riesgo:

- De 315 escuelas evaluadas 87 presentan un Riesgo **Muy Alto**, correspondiendo a que estas escuelas se ubican en sitios críticos (próximo a deslizamientos, áreas inundables y zonas de fallas). 37 escuelas presentan Riesgo **Alto** y las restantes 191 presentan un Riesgo bajo, (los cálculos no destacaron Riesgo Moderado).

Para la jornada de Sensibilización:

- En los resultados obtenidos en el diagnóstico del conocimiento en cuanto a riesgo sísmico y acciones a tomar antes, durante y después de un sismo, se verifica que un 62 %e de los participantes no contaban con los conocimientos suficientes como para tener un desenvolvimiento adecuado ante la ocurrencia de un evento sísmico.
- Se capacitaron 315 maestros, integrantes de los equipos de gestión de riesgo de los planteles escolares, con el objetivo de que sean multiplicadores de los conocimientos adquiridos en el proceso. Entendiendo que el conocimiento es una herramienta imprescindible a la hora de enfrentarse a una situación de peligro como lo sería la ocurrencia de un sismo.
- Las experiencias de este proyecto son el punto de partida en la intervención de las demás provincias del territorio nacional.



XIII. RECOMENDACIONES

1. Realizar evaluaciones sísmicas detalladas a las edificaciones que se determinaron con grado de vulnerabilidad alta, con el fin de hacer las propuestas que contribuyan a la reducción de las vulnerabilidades encontradas.
2. Focalizar recursos hacia las edificaciones más vulnerables, a fin de reducir los factores que las hacen vulnerables y de esta manera evitar pérdidas humanas ante un evento sísmico importante.
3. Intervenir de manera inmediata las edificaciones con grado de vulnerabilidad física estructural alta, que se encuentran en zonas con vulnerabilidad de sitio alta. Implementar las medidas que contribuyan a mejorar su desempeño ante un evento sísmico de importancia.
4. Eliminar las vulnerabilidades no estructurales, como lo es el mobiliario no anclado u otros objetos que pudieran caer sobre los usuarios de las edificaciones u obstruir las rutas de evacuación.
5. Reubicar las edificaciones escolares que se encuentran en zonas inundables.
6. Tomar en cuenta los mapas de vulnerabilidad de sitio al momento de ubicar terrenos para futuras edificaciones escolares.
7. Las experiencias de este proyecto sean el punto de partida para la intervención de las demás provincias del territorio nacional, abarcando las edificaciones tanto públicas como privadas.
8. Integrar a la programación escolar, los trabajos en los planes de gestión de riesgo que contribuyan al aumento de las capacidades de la población escolar y que de manera particular requiere cada plantel, para de esta manera reducir las vulnerabilidades funcionales. Identificar y priorizar proyectos y/o acciones que permitan la reducción de la vulnerabilidad ante inundaciones de las escuelas de la provincia San Cristóbal.
9. Crear un Plan de Usos del Suelo ante inundaciones como dispositivo de apoyo a la MINERD, para la construcción de futuras escuelas
10. Utilizar los resultados de esta evaluación de la vulnerabilidad ante inundaciones como una herramienta para que la MINERD la emplee con el propósito de conseguir la planificación sostenible frente a desastres naturales.



XIV. BIBLIOGRAFIA

La bibliografía localizada fue las siguientes:

- ACI Committee 318 (1989): Building code requirements for reinforced concrete (ACI 318-89) and commentary. American Concrete Institute, Detroit.
- Agencia de Cooperación Internacional De Japón (JICA) (2005): Estudio sobre el plan básico de prevención de desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas en la República Bolivariana de Venezuela. Informe Final Principal.
- ATC-40 (1996): Seismic evaluation and retrofit and concrete buildings. Volumen 1, ATC-40, Report, Applied Technology Council, Redwood City, California.
- BERTERO, V. (1997): Performance-based seismic engineering: a critical review of proposed guidelines. A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield.
- Corominas, R., O'Reilly, H., Verdeja, E., Chalas. J., López, S., (2004). Estudio de Amenaza Sísmica de la República Dominicana. República Dominicana.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA 154): Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook. Second Edition.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA-253) (1996): NEHRP
- Federal Emergency Management Agency (FEMA-273) (1997): Site effects. Washington D.C.
- Federal Emergency Management Agency (1999): HAZUS 99. Earthquake loss Estimation Methodology. Technical Manual.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA) (2000): Prestandard and commentary for the Seismic Rehabilitation of buildings Guidelines for the seismic rehabilitation of buildings. Washington D.C.
- Grünthal, G. (1998). European Macroseismic scale 1998. Cahiers du centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Vol. 15, 100pp.
- Google Earth Software (2013). <http://www.google.es/intl/es/earth/index.html>
- Hernandez, J., (2012): Improvement on Dominican Guideline of Seismic Evaluation Post Earthquake. National Graduate Institute for Policy Studies Tsukuba, Building Research Institute, Japan.
- Márquez, P.; Morejón, G.; Berenguer, Y. Y Vázquez, J. (2004): Estimación de los daños en las construcciones de la ciudad de Santiago de Cuba a partir de la metodología propuesta por HAZUS. CENSAIS. Cuba.
- Ministerio de Educación de República Dominicana (MINERD). (2013). Sitio web. <http://www.minerd.gob.do/Pages/inicio.aspx>.
- MOPC, Marzo 2011: Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras.
- Morejón, G., Berenguer, Y., Candebat, D., Ferrera, H., (2011). Evaluación de la vulnerabilidad y estimación de daños provocados por terremotos del fondo habitacional de las ciudades Guarenas y Guatire para el proyecto de microzonificación sísmica de estas ciudades. FUNVISIS. Venezuela.



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

- NISTIR 6867 (2002): (Manual for Seismic and Windstorm Evaluation of Existing Concrete Buildings for Dominican Republic).
- Normas Estructurales de Diseño Recomendadas para República de Guatemala. AGIES: NR-6 2001. Disminución de Riesgos y Rehabilitación.

Todos estos documentos fueron revisados y utilizados como base científica en la elaboración y preparación de las metodologías técnicas de evaluación que se realizaron en el proyecto, dándole un carácter técnico-científico al mismo.



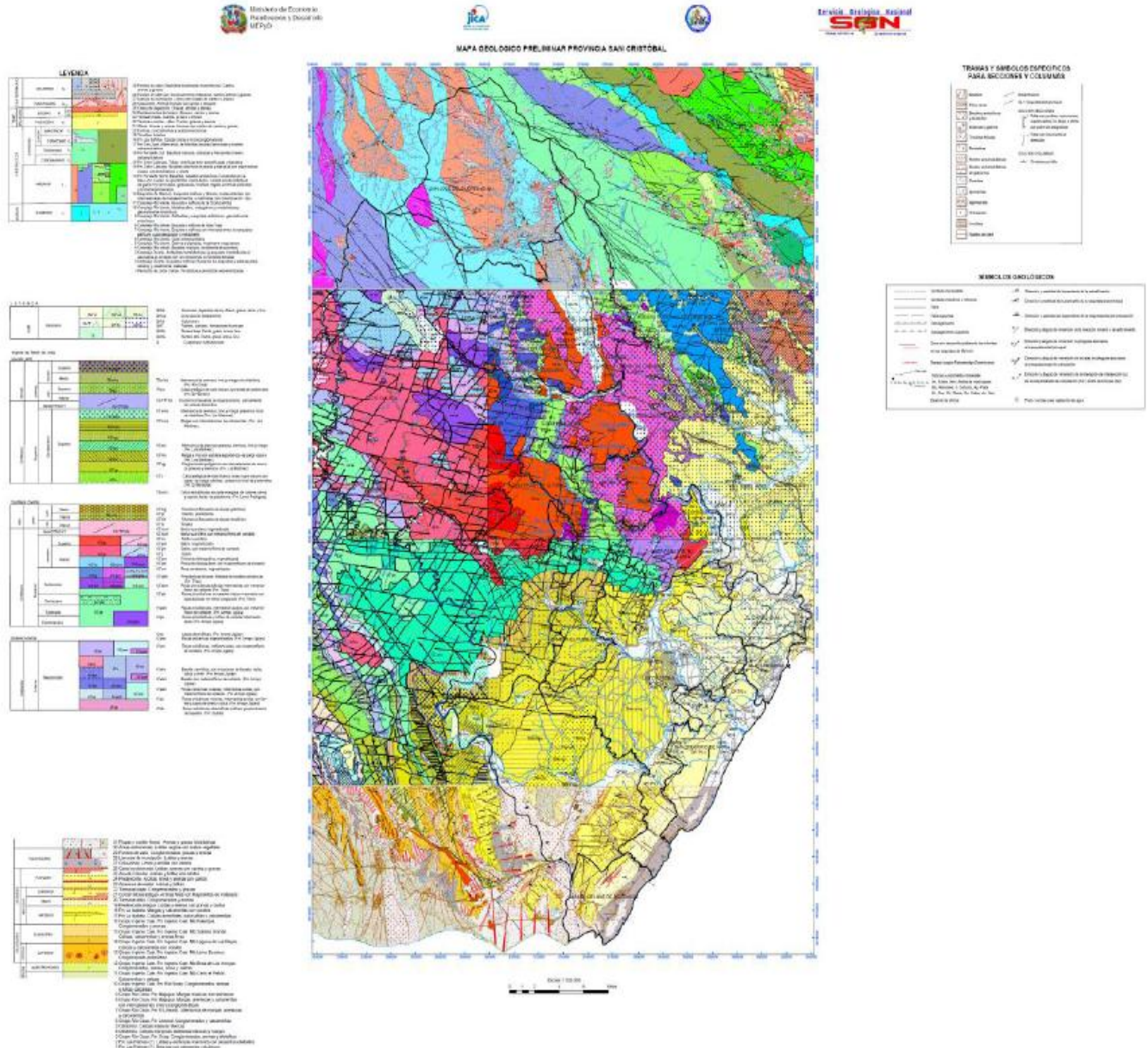
Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

XV. ANEXOS



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Anexo 1



Mapa Geológico de la Provincia de San Cristóbal



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Anexo 2 Cuestionario

Edad	Nivel de escolaridad	Sexo	Ocupación

Lo hemos escogido a usted para que colabore en responder esta encuesta anónima, de la forma más sincera posible, lo que nos permitirá valorar el grado de conocimiento actual en materia de prevención sísmica y tomar las medidas necesarias.

1- ¿Qué haría usted si el terremoto lo sorprende en un lugar de gran concurrencia de personas (escuela, teatro, comercio, estadio, etc.)?. (Marque con una X la (s) que considere correcta).	
<input type="checkbox"/>	Me coloco en la posición de seguridad.
<input type="checkbox"/>	Empujo y salgo.
<input type="checkbox"/>	Grito para que me ayuden.
<input type="checkbox"/>	Cubro mi cabeza con cualquier objeto o mis manos.
<input type="checkbox"/>	Si estoy próximo a una salida salgo con ecuanimidad.
2- Para estar preparados antes de que ocurra un sismo debemos cumplir las siguientes recomendaciones. (Marque con una X la (s) que considere correcta).	
<input type="checkbox"/>	Conocer los lugares más seguros dentro y fuera de sus establecimientos.
<input type="checkbox"/>	Reubicar los objetos colocando los más pesados en las partes altas de estantes o repisas.
<input type="checkbox"/>	Conocer donde se desconecta el gas y la electricidad.
<input type="checkbox"/>	Situar obstáculos cerca de las vías de salida.
3- Una vez terminado el sismo debemos cumplir las siguientes recomendaciones. (Marque con una X la (s) que considere correcta).	
<input type="checkbox"/>	Comenzar por su propia voluntad a remover escombros.
<input type="checkbox"/>	Retornar a su vivienda si ha sido evacuado.
<input type="checkbox"/>	Racionalizar el agua potable almacenada en su vivienda.
<input type="checkbox"/>	Prestar ayuda a personas lesionadas.
<input type="checkbox"/>	Me incorporo a los trabajos de salvamento y reparación urgente de averías.
4- En tu Escuela: (Marque con una X la (s) que considere correcta).	
<input type="checkbox"/>	Se planifican acciones encaminadas a la prevención sísmica de forma sistemática.
<input type="checkbox"/>	Reconoces que San Cristóbal es una zona de peligro sísmico.
<input type="checkbox"/>	Consideras que tu escuela es vulnerable a los terremotos.
<input type="checkbox"/>	Existe un plan de acción sísmica, se conoce y ejercita.
<input type="checkbox"/>	Se proyecta el trabajo de prevención sísmica de la Escuela a la comunidad.
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Anexo 3: Programa de la jornada de sensibilización



**REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA ESCOLAR EN LA
PROVINCIA DE SAN CRISTÓBAL**

PROGRAMA

A.M

9:00 REGISTRO

9:15 REFRIGERIO

9:45 INICIO

9:50 INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO -ING. JOHANNY HERNÁNDEZ

10:00 RIESGO SÍSMICO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA - ING. JOHANNY HERNÁNDEZ

10:45 GÁÑALE AL TERREMOTO-ING. PEDRO IVAN MÁRQUEZ

11:30 PREGUNTAS Y RESPUESTAS-LLENADO DE ENCUESTA

12:00 ALMUERZO

1:00 REUNIÓN DE EVALUACIÓN, COORDINACIÓN Y PROGRAMACIÓN

3:00 CLAUSURA



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Anexo 4: .presentaciones y temas preparados para la jornada de sensibilización





Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Oficina Nacional de Evaluación Sísmica y Vulnerabilidad de Infraestructura y Edificaciones (ONESVIE)



¡GANELE AL TERREMOTO!

Programa de Preparación ante Terremotos en República Dominicana



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Anexo 5. Actividades de las jornadas de capacitación.

Imágenes mientras se completaba la encuesta.





Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Imágenes durante el desarrollo de capacitación.





Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Imágenes de Conferencistas y participantes





Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Anexo 6. Imágenes Presentación Informe medio término JICA





Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Anexo 7. Imágenes de Reuniones





Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Hoja de Inspección Visual Rápida para Edificaciones bajo Peligro Sísmico (FEMA 154)

Guía de Referencia (para utilizar con la planilla de Datos)

1. Modelos típicos de Edificaciones, Aplicación de Criterios del Código y Fechas de Ejecución		Año del Código Sísmico Inicialmente Aplicado y Ejecutado*	Punto de referencia Año cuando el Código mejoró
Tipos Estructurales			
W1	Pórticos de madera ligera, residencial o comercial, $\leq 465 \text{ m}^2$	_____	_____
W2	Edificaciones de pórticos de madera, $> 465 \text{ m}^2$	_____	_____
S1	Pórticos de acero resistente a momentos	_____	_____
S2	Pórticos de acero arriostrados	_____	_____
S3	Pórticos ligeros de metal	_____	_____
S4	Pórticos de acero con muros de cortante de concreto in situ	_____	_____
S5	Pórticos de acero con mampostería de relleno sin reforzar	_____	_____
C1	Pórticos de concreto resistente a momentos	_____	_____
C2	Muros a Cortante de concreto	_____	_____
C3	Pórticos de concreto con mampostería de relleno sin reforzar	_____	_____
PC1	Construcciones prefabricadas	_____	_____
PC2	Pórticos de concreto Prefabricados	_____	_____
RM1	Mampostería reforzada con piso flexible y diafragma de techo	_____	_____
RM2	Mampostería reforzada con diafragma rígido	_____	_____
URM	Edificios de mampostería sin reforzar con muros de carga	_____	_____

*No aplicable en regiones de zona II

2. Anclaje de Revestimientos pesados

Año en el cual los requerimientos del anclaje sísmico fueron adoptados: _____

3. Cargas de Ocupación

Uso	m ² , por persona	Uso	m ² , por personas
Reuniones	Varia, 1 mínimo	Industrial	18-46
Comercial	5-18	Oficina	10-18
Servicio de Emergencia	10	Residencial	10-28
Gubernamental	10-18	Escuela	5-10

4. Definición de la puntuación de los modificadores

Media altura	4 a 7 pisos
Gran Altura	8 o más pisos
Irregularidad Vertical	Escalonamiento en la vista de elevación, paredes inclinadas, edificaciones en terrenos inclinados, pisos suaves (ej. Casas sobre garajes), edificaciones con columnas cortas, muros bajos no arriostrados.
Irregularidad en planta	Edificaciones con formas irregulares (L, T, U, E, + o otra irregularidad en planta); edificaciones con buena resistencia lateral en una dirección; pero no en la otra dirección, rigidez excéntrica en planta (ej.: edificios de esquina, o con forma de cuña, con una o dos paredes sólidas y las restantes con aberturas).
Hasta el 2010*	Edificaciones diseñadas y construidas antes de la puesta en vigencia del Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras R-001 Decreto No. 201-11.
Después 2010	Edificaciones diseñadas y construidas con los requerimientos del Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras R-001 Decreto No. 201-11.
Tipo de Suelo C:	Suelo muy Denso y Roca Blanda; Velocidad de Onda de Corte: $360 < V_s \leq 760 \text{ m/s}$; Resistencia a la Penetración Estándar $\bar{r} > 50$, Resistencia al Corte del Suelo sin Drenar $S_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} S_u \geq 1.0$
Tipo de Suelo D:	Suelo Rígido; Velocidad de Onda de Corte: $180 < V_s \leq 360 \text{ m/s}$; resistencia a la Penetración Estándar $15 \leq \bar{r} \leq 50$, Resistencia al Corte del Suelo sin Drenar $S_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} 0.5 \geq S_u \geq 1.0$
Tipo de Suelo E:	Suelo Blando; Velocidad de Onda de Corte: $V_s < 180$; Resistencia a la Penetración Estándar $\bar{r} < 15$, $S_u < 0.5$, Índice de Plasticidad $IP > 20$, Contenido de humedad, $w \geq 40\%$.

* edificaciones ilegales requieren evaluación detallada.



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Anexo 10

Hoja de evaluación de índice de vulnerabilidad usada en Tablet

Introducir datos manuales
 Seleccionar de lista

Datos generales

Nombre de la edificación

Dirección

Provincia

Municipio

Paraje

Año de construcción

Antigüedad

Tipo estructural

Irregularidad

Ausencia de Vigas

Presencia de al menos un entrepiso blando

Presencia de columnas cortas

Masas que crecen significativamente con la elevación o esbeltez excesiva vertical

Fecha de evaluación

Carga ocupacional

No. Pisos

Área planta (M2)

Uso

Tipo de suelo

Profundidad de deposito

Localización de la construcción

Topografía del terreno y los drenajes

Existencia de drenajes

Elemento

Si existe alguna irregularidad seleccionar el tipo



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

<i>Discontinuidad del eje de columnas</i>	<input type="checkbox"/>	Grado de deterioro	<input type="text"/>		
<i>Abertura significativa en losas</i>	<input type="checkbox"/>				
<i>Adosamiento de la edificación adyacente (Losa contra losa)</i>	<input type="checkbox"/>				
<i>Adosamiento de la edificación adyacente(Losa contra columna)</i>	<input type="checkbox"/>				
<i>Planta en forma de I, H, T, U, C o similar, sin presencia de juntas o esbeltez excesiva horizontal</i>	<input type="checkbox"/>			Grado	<input type="text"/>
<i>Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta o esquemas de elevación tipo L ó escalonada</i>	<input type="checkbox"/>				
		Coordenadas	<input type="text"/>	Lat.	
			<input type="text"/>	Long	
Comentarios :	<input type="text"/>				
	Índice de vulnerabilidad	<input type="text" value="0"/>	Grado de Vulnerabilidad	<input type="text" value="BAJA"/>	
Evaluadores :	<input type="text"/>				
	<input type="text"/>				

Anexo 2. BROCHURE DEL PROYECTO

OBJETIVO

- Proveer al Ministerio de Educación de herramientas que contribuya a la reducción de la vulnerabilidad sísmica de las escuelas y el fortalecimiento de la preparación para desastres sísmicos en el sector educación.

RESULTADOS A ALCANZAR

- Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las escuelas en la provincia San Cristóbal.
- Nivel de riesgo sísmico a que esta sometida la población escolar.
- Un nivel de conciencia elevado de las comunidades en el manejo y prevención de los desastres sísmicos.
- Comunidad escolar con una cultura de prevención y mitigación.
- Material educativo para la mitigación y respuesta ante eventos sísmicos disponible para la divulgación del conocimiento

"La educación relativa a los riesgos y la sensibilización a éstos son los cimientos de toda cultura de prevención"

Dirección: Av. Ortega y Gasset, con Pepillo Salcedo, Plaza de la Salud, Edif. Comisión Nac. de Emergencia, 1er Piso
Santo Domingo, Rep. Dominicana
Tlf: 809-567-6183; 809-472-8804
Fax: 809-565-3059
E-mail: onesvie@claro.net.do

OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD DE INFRAESTRUCTURA Y EDIFICACIONES. (ONESVIE)
Y
AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN (JICA)

QUE HACER ?

- 1 ANTES
- 2 DURANTE
- 3 DESPUES

DE UN TERREMOTO

PROYECTO:
Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones Escolares en la Provincia de San Cristóbal

Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

ANTES DE UN TERREMOTO

1- Desarrollar un plan de protección, seguridad y evacuación.



2- Tener a mano:

- ♦ Números de emergencia,
- ♦ Botiquín de primeros auxilios
- ♦ linternas, pilas,
- ♦ radio portátil,
- ♦ extintor

3- Conocimiento básico acerca de primeros auxilios y botiquín de emergencia.

4- Asegurar elementos altos

- ♦ estanterías,
- ♦ Libreras
- ♦ Cuadros

Evitando que puedan caer ante un movimiento.



5- Conocer la ubicación de:

- ♦ llaves de gas
- ♦ Agua
- ♦ Fusibles de electricidad.



6- Eliminar obstáculos de las rutas de evacuación y ubicar y señalizar las zonas de seguridad de las mismas.

7- Realizar simulacros de evacuación en caso de terremotos.

DURANTE UN TERREMOTO

1- Se debe conservar la serenidad evitando el pánico o histeria colectiva.



2- Ubicarse en lugares seguros previamente establecidos, de no lograrlo debe refugiarse bajo mesas, pupitres o escritorios alejados de ventanas u objetos que puedan caer.

3- Adoptar una posición de protección, agachado con las rodillas juntas, protegiéndose el cuello con las manos, detrás de la cabeza.



4- Evacuar el lugar, utilice las escaleras no ascensores.

5- Si esta en el patio permanezca lejos de edificios, cables de tendido eléctrico y ventanas.

6- Si van en autobús, reducir la velocidad y detenerse en un lugar seguro. Así también, las personas deben mantenerse en sus asientos.

DESPUES DE UN TERREMOTO

1- Observar si alguien esta herido y practicar primeros auxilios.



2- Dirigirse a las zonas de protección ya establecidas, sin perder la calma y sin alejarse del grupo.



3- No tocar cables de energía eléctrica que han caído.

4- Cerrar todos los circuitos y llaves de gas, agua y electricidad para evitar cualquier fuga y accidentes por contacto con alambres, usarlo nuevamente hasta que se halla realizado la inspección adecuada.



5- No regresar a las áreas dañadas sin previa autorización.

6- Utilice el teléfono solo en llamadas urgentes.

7- Sintonizar la radio para conocer las medidas de emergencia adoptadas.



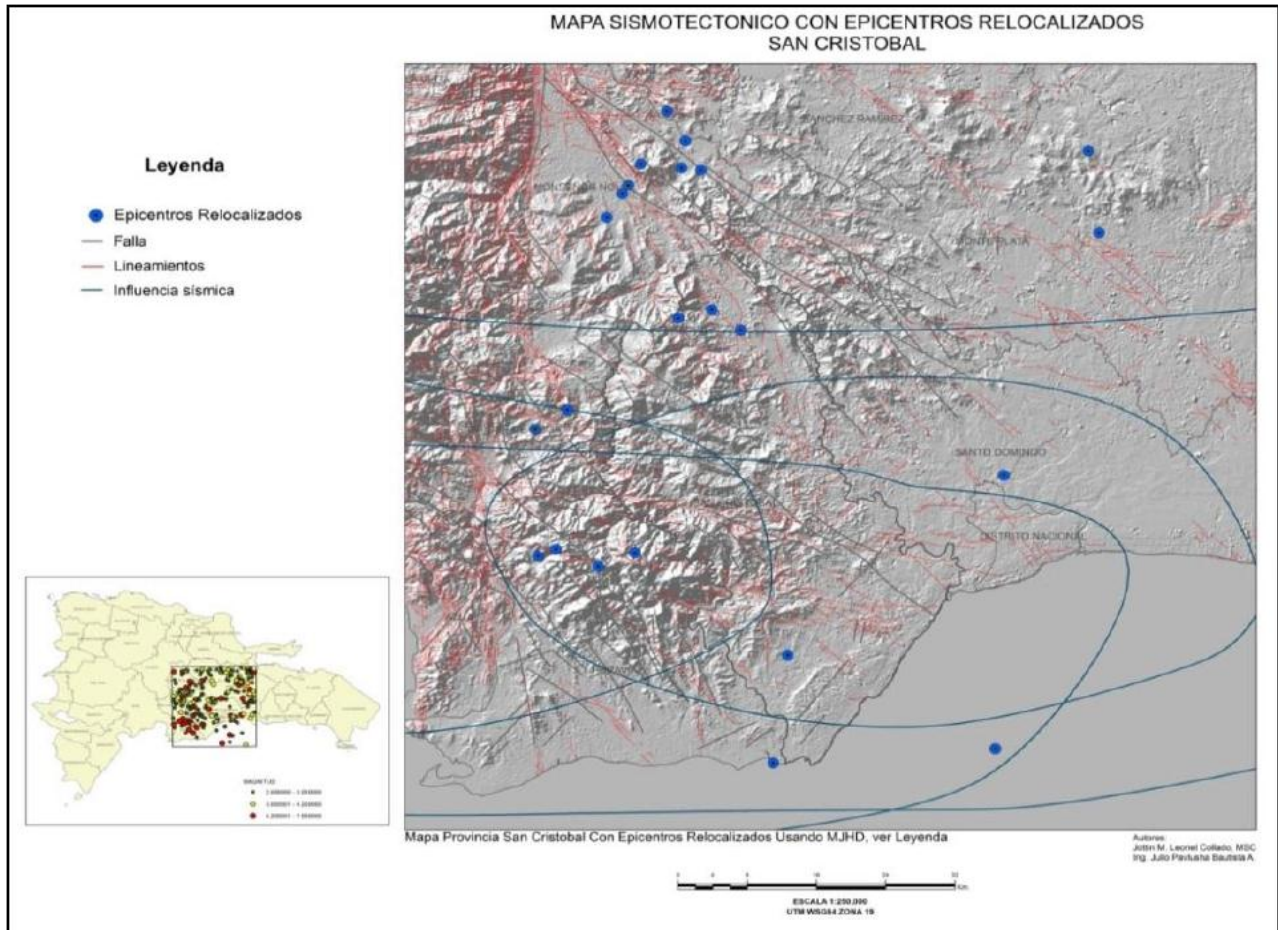
Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Anexo 12

SGN SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL REPUBLICA DOMINICANA		FICHA TECNICA PELIGROSIDAD PROCESOS GRAVITACIONALES									
Datos de Identificación			Fecha :			Nro. Ficha :					
Provincia		Municipio		Sección		Paraje		Coordenadas			
								X		Y	
Cuenca :				Sub cuenca :							
PELIGROSIDAD											
Aspectos Morfológicos											
Pendientes:		<1°	2°-5	5°-10	10°-25	25°-50	>50°				
Aspectos Geológicos y Geomorfológicos											
POSICION FISIOGRAFICA	Ladera Cónca	Ladera Recta	Fondo de Valle	LITOLOGIA	Roca Sedim. Clástica	Roca Ignea Intrusiva					
	Ladera Convexa	Terrazas	Llanura		Roca Sedim. Química	Roca Ignea Efusiva					
	Ladera Escalonada	Pie de Monte	Relleno		Roca Sedim. Bioquímica	Roca Ignea Metamórfica					
Aspectos Geotécnicos											
Tipo de Suelo		Granulometría		Condiciones de Suelo				Permeabilidad			
Roca		Bloques	%	Suelos Granos Gruesos		Suelos Granos Finos					
Detrito		Cantos	%	Muy Flojos		Muy Blandos		Muy baja o nula			
Tierra		Gravas	%	Flojos		Blandos		Baja			
		Arenas	%	Medio Densos		Consistencia Media		Media			
		Arcillas	%	Densos		Duros		Alta			
		Limos	%	Muy Densos		Muy Duros		Muy Alta			
TIPO DE MOVIMIENTO											
Caída		Vuelco		Desplazamiento Rotac.		Desplazamiento Trasl.		Ext. Lateral			
Reptación				Flujo		Deformaciones Gravitacionales					
CAUSA DEL MOVIMIENTO											
Material Plástico Débil		Material Meteor. Física		Material Meteor. Química		Matr. Fisurado					
Matr. Fallado por corte		Matr. Colapsable		Deforestación		Erosión Superficial					
Lluvias		Socavación del Talud		Excavación del Talud		Erosión Subterránea					
Escape de agua de Tubería		Minería		Depósito de estériles		Vibración Artificial					
USO Y COBERTURA DEL SUELO											
TIPO COBERTURA						TIPO USO					
Veg. Herbácea		Bosques		Matorrales		Ganadería		Area. Protec		Vía	
Cuerpo de agua		Cultivo		Escasa Veg.		Agrícola		Recreación		Minería	
Construcciones		Sin Cobertura				Arqueología		Industrial		Vivienda	
INFRAESTRUCTURA AFECTADA											
OBSERVACIONES											



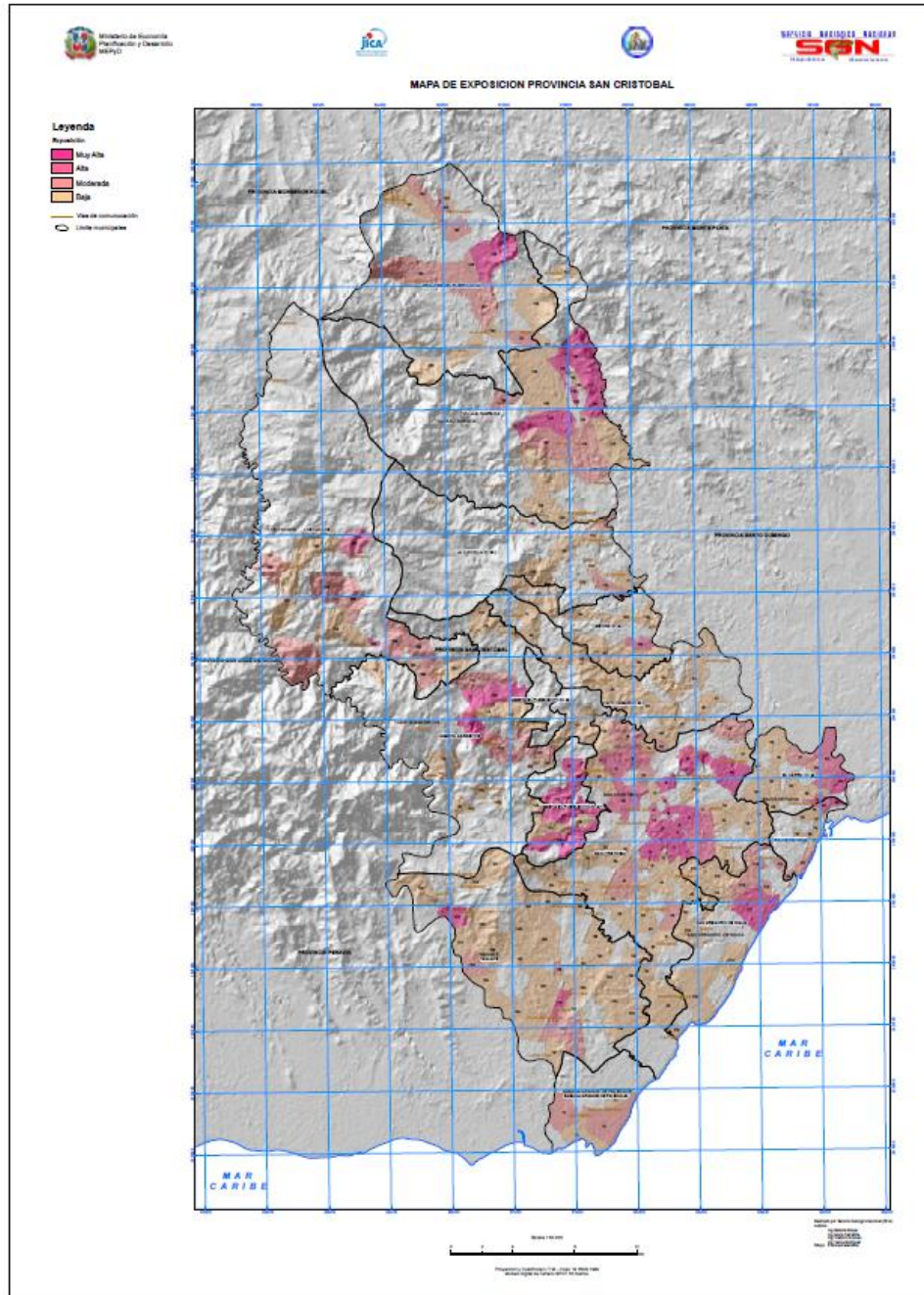
Anexo 13 Mapa Sismotectónico con Epicentros Relocalizados San Cristóbal





Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

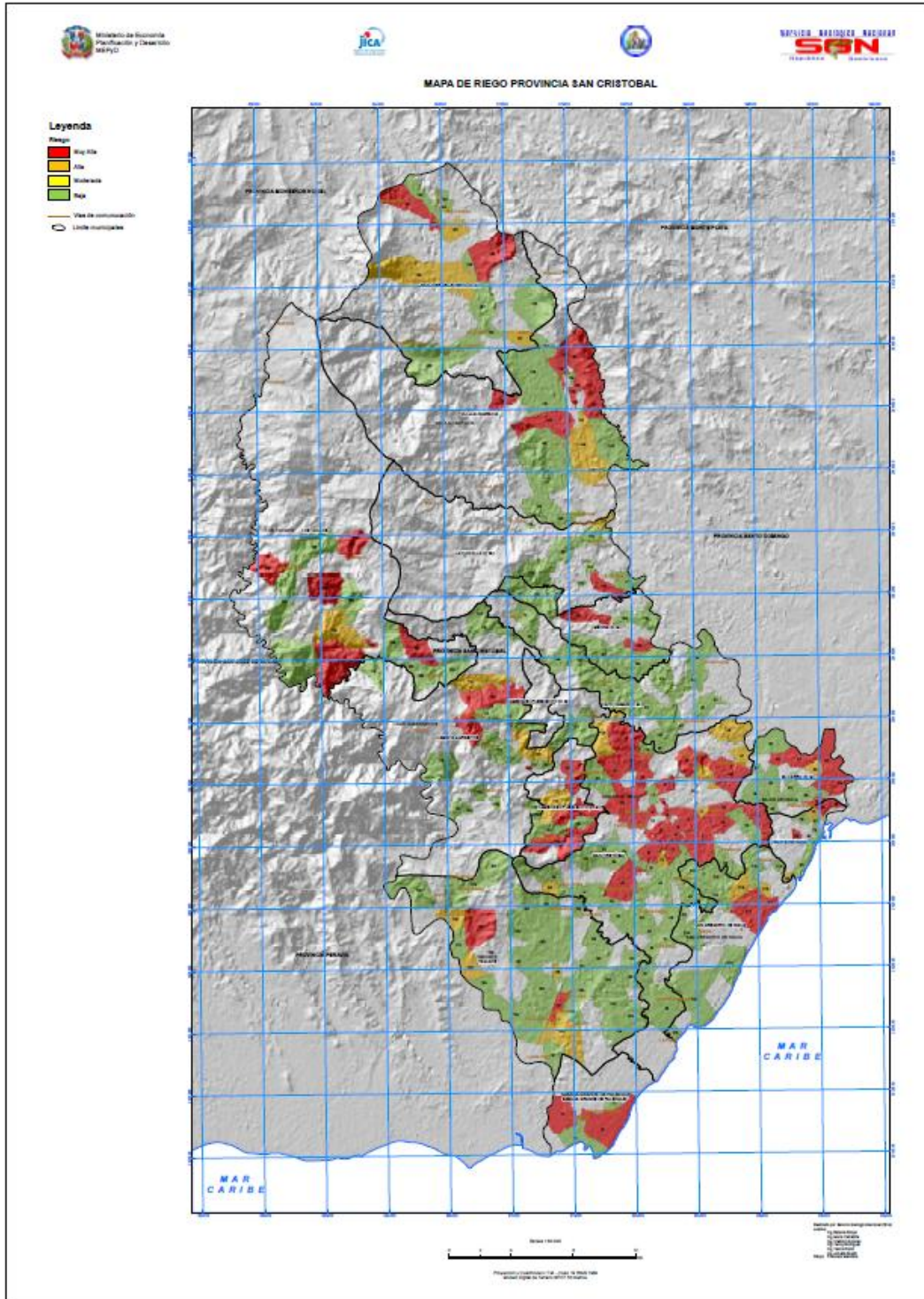
Anexo 14





Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Anexo 15





Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Anexo 17

Exposición Municipio																		
Paraje	Escuela	Escuelas del segmento expuesto					Ubicación Escuelas en el segmento					Exposición Ubicación de Escuelas	Exposición Total					
		No de alumnos	Derrumbes o deslizamientos de tierra	Hundimientos	Desprendimientos	Incendios forestales	Exposición de Escuelas	Orilla del río	Orilla de Cañada o canal	Ladera de montaña	En cerro			Cerca barranca	cerca de mina	Otros riesgos		
		E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀	E ₁₁	E ₁₂	E ₁₃	E ₁₄	E ₁₅	E _{Ueo}	E _{Tota}
San Cristobal																		
San Cristobal (Zona Urbana)																		
Manuel																		
Naranja Dulce																		
Villegas																		
Los Caçaitos																		
El Pomier																		
Hatillo- Las Hojas Anchas																		
Calle Bonita																		
Los Cantines o los Algarrobo																		
Sabana																		
San Miguel																		
San Rafael																		
Doña Ana																		
Hoyo del Barro																		
Don López																		
Niza Arriba																		
Niza Abajo																		
Rancho al Medio																		
Los Hoyos																		
Ingenio Nuevo																		
La Palmita																		
Fuerte Resolí																		
El Pozo Prieto																		
Najayo Arriba																		
Loma Verde - Maricao																		
Santa Lucia de Camba																		
Canasta																		

Derrumbes o Deslizamientos	4		
Hundimientos	3	4	Muy Alta
Desprendimientos	4	3	Alta
Incendios Forestales	3	2	Moderada
		1	Baja

Llanura de inundacion del río	4
Próximo a cañada o canal	3
Ladera de montaña	4
En Cerro	3
Cerca barranca	3
Proximo a mina	2
Otros nesgos	1

Anexo 19

Materiales adquiridos para la realización del proyecto



1 Laptop para introducción de datos al programa que genera el mapa



3 Tablet con sistema operativo compatible con VB y Access 2010, para recolección de datos



3 Cámaras Digitales



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal



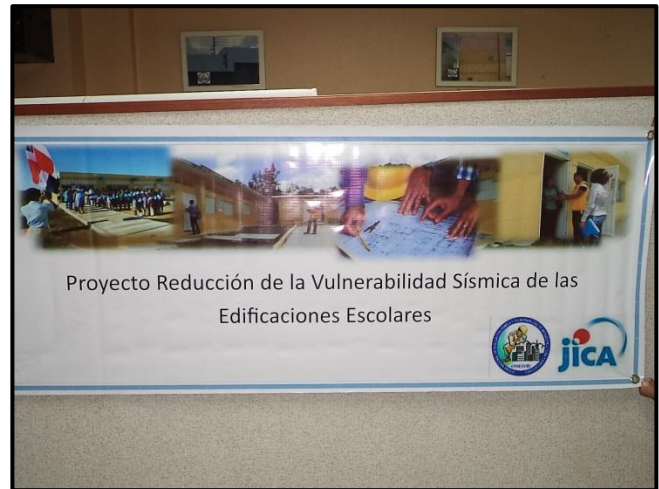
1 Impresora a color



3 Cintas métricas



Camisetas y Gorras



Banner street 5x2 pies



Afiches 24*24 full color



Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal

Anexo 20



Convocatoria clausura del proyecto



Presidencia de la Clausura



Público Asistente a la clausura



Cobertura de la prensa



Presentación del Proyecto