

Banco Mundial

**GPSS Global Program for Safer
Schools – Dominican Republic**

Technical Report (Spanish)

Issue 2 | October 24, 2017

El presente informe está basado en las instrucciones y necesidades específicas de nuestro cliente. No está destinado ni permitido su uso por terceras personas, ante las cuales quedamos exentos de toda responsabilidad u obligación.

Job number

Ove Arup & Partners International Ltd
13 Fitzroy Street
London
W1T 4BQ
United Kingdom
www.arup.com

ARUP

Document Verification

ARUP

Job title		GPSS Global Program for Safer Schools – Dominican Republic		Job number	
Document title		Technical Report (Spanish)		File reference	
Document ref					
Revision	Date	Filename	GPSS DR - Technical Report_Issue.docx		
Issue 1	24 May 2017	Description	Issue 1 – incorporating WB comments		
			Prepared by	Checked by	Approved by
		Name			
		Signature			
Issue 2	24 Oct 2017	Filename	GPSS DR - Technical Report_Issue 2.docx		
		Description	Issue 2 – incorporating further WB comments		
			Prepared by	Checked by	Approved by
		Name			
		Signature			
		Filename			
		Description			
			Prepared by	Checked by	Approved by
		Name			
		Signature			
		Filename			
		Description			
			Prepared by	Checked by	Approved by
		Name			
		Signature			
Issue Document Verification with Document ☒					

Contenido

	Page
Acrónimos	3
Resumen Ejecutivo	4
1. Introducción	13
2. Contexto	15
3. Metodología	17
4. Información Base de la Infraestructura Escolar Existente	19
4.1. Amenazas Naturales	19
4.2. Infraestructura Escolar Existente	27
5. Entorno Constructivo	41
5.1. Marco Regulatorio	41
5.2. Proceso de Implementación	41
5.3. Prácticas Típicas de Diseño y Construcción	42
6. Entorno Financiero	44
6.1. Estrategia Nacional de Desarrollo del 4%	44
6.2. Aseguramiento Catastrófico	45
7. Conclusiones y Recomendaciones	46

Apéndices

Appendix A

Stakeholders

Appendix B

Tipología Escolar en República Dominicana

Appendix C

Visitas de Campo

Appendix D

Entorno Financiero

Appendix E

Documentos Revisados

Appendix F

Memorandos Amenazas Naturales

Acrónimos

RD	República Dominicana
GFDRR	Fondo Mundial para la Reducción y Recuperación de Desastres
GPSS	Programa Mundial para Escuelas más Seguras
AT	Asistencia Técnica
PNEE	Programa Nacional de Edificaciones Escolares
MINERD	Ministerio de Educación
WB	Banco Mundial
JICA	Agencia Internacional de Cooperación de Japón
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
ONE	Oficina Nacional de Estadística
OCI	Oficina de Cooperación Internacional del MINERD

Resumen Ejecutivo

Introducción

Las observaciones hechas en este informe son el resultado de seis días de misión de campo a la República Dominicana (RD) del 27 de Febrero al 5 de Marzo, y una revisión de la documentación entregada, llevada a cabo por dos consultores de Arup, Jan-Peter Koppitz y Francisco Pavía. Estos fueron acompañados por Rafael Van Der Borght, jefe del equipo de trabajo, Juan Carlos Atoche, Esp. GRD del WB y Elena Rocio, Oficial de Operaciones de la Práctica de Educación del WB.

También se ha redactado un resumen en Inglés que acompaña este informe.

Objetivos

El objetivo de la misión de diagnóstico fue recopilar información para hacer recomendaciones al Banco Mundial antes de su apoyo al gobierno Dominicano para formar un plan de inversión para las escuelas. Esto incluyó consultas con los *stakeholders* clave, revisiones de documentos, así como visitas de campo a escuelas seleccionadas.

Dentro de los *stakeholders* se incluyen diversos departamentos gubernamentales y consultores privados involucrados en la infraestructura escolar. Durante la misión, se utilizó la Hoja de Ruta para Escuelas Más Seguras, *Roadmap for Safer Schools*¹, para realizar un diagnóstico del sector de la infraestructura escolar en RD. Esta Hoja de Ruta asegura un enfoque exhaustivo asesorando los siguientes pasos y sus resultados:

- Información base acerca de la infraestructura escolar;
- Entorno constructivo;
- Entorno financiero, en el cual la infraestructura escolar es planeada, diseñada, construida y operada;
- Conclusiones y recomendaciones para el programa de Asistencia Técnica (AT) que apoya el mejoramiento de la totalidad de la infraestructura.

Antecedentes

RD es un país que se encuentra ubicado en Centro Caribe, y comparte la Isla Hispaniola con Haití. Tiene una población de 10.4 millones de habitantes, con una superficie de aproximadamente 49,000km². Se estima que aproximadamente 2.8 millones de estudiantes están matriculados actualmente en las 6,500 escuelas públicas en todo el país. El 70% de los estudiantes estudian en el 30% de las escuelas, lo que significa - con un tamaño de escuelas parecido - que existe una necesidad para más escuelas.

La mayor parte del país se encuentra en una zona de alta sismicidad. Además, cerca de un 60% del país es vulnerable a amenazas naturales como inundaciones y deslizamientos

¹ Disponible en: <https://www.gfdr.org/roadmap-for-safer-schools>

causados por tormentas tropicales. En los últimos años estas se han intensificado por fenómenos asociados al cambio climático.

Por estas razones el gobierno quiere mejorar la infraestructura educativa con la ayuda del Banco Mundial. Las escuelas en riesgo pueden verse dañadas o colapsar debido a las amenazas naturales que pueden dar lugar a pérdidas inaceptables - tanto en términos de pérdida de vidas de maestros y alumnos, pérdidas económicas y el impacto financiero por la interrupción de la educación y de las comunidades en general. Dentro de este contexto el gobierno ha definido sus metas principales para la mejora de la infraestructura escolar: Seguridad + Accesibilidad + Sostenibilidad. El actual gobierno ha establecido un programa nacional - el Programa Nacional de Edificaciones Escolares (PNEE) - que prevé un diseño de plantilla para la construcción de todas las futuras escuelas. El PNEE integra nuevas recomendaciones del código sísmico e información actualizada sobre riesgos sísmicos, entre otras mejoras en el diseño de su infraestructura escolar.

Para cubrir la demanda prevista el gobierno ha destinado un presupuesto equivalente al 4% del PIB del país para servicios educativos e infraestructura y ha creado la nueva Dirección General de Rehabilitación de Edificaciones (DIGRE). El presupuesto para esta nueva Dirección DIGRE cubrirá la construcción de infraestructura nueva, la rehabilitación de escuelas existentes, el mantenimiento de toda la infraestructura y también los mismos costes administrativos y de personal de la Dirección.

Según la base de datos del Ministerio de Educación (MINERD), de las aproximadamente 6,500 escuelas públicas, la mayoría actualmente tiene dos y tres jornadas escolares al día o la jornada extendida y no satisfacen la demanda. Esto obliga al gobierno a impulsar la construcción de nuevas escuelas, que además permitan ofrecer una jornada completa a los estudiantes. Este es un escenario favorable para la implementación de programas de mantenimiento y aumentar el nivel de seguridad de la infraestructura educativa. Actualmente, la cobertura educativa por instituciones escolares privadas informales está disminuyendo y entonces se aumenta la demanda para instituciones públicas.

Resultados Principales

El gobierno ha reconocido que los edificios existentes son vulnerables y la dirección DIGRE en el MINERD tiene el papel de rehabilitar las escuelas. Un estudio inicial en San Cristobal, una región representativa del país, identificó que aproximadamente el 50% de las escuelas necesitan ser mejoradas y el 16% se encuentra en un estado de vulnerabilidad alto. La nueva Dirección DIGRE también tiene previsto definir una nueva forma de contratación para mantenimiento al nivel regional.

Los hallazgos en este informe muestran que la gran mayoría de la infraestructura escolar es vulnerable debido a su diseño, los tipos de construcción identificados y el estado por un mal mantenimiento. Típicamente, las escuelas existentes se pueden considerar como pórticos estructurales en hormigón armado rellenos con muros en bloque de hormigón (RC-MF1 según la categorización GBSI). El diseño de las cubiertas, los materiales elegidos y las conexiones para unir la estructura a las paredes suelen ser inadecuados para resistir vientos fuertes. La elección del solar, drenaje y las obras civiles a veces son insuficientes para disminuir los riesgos de inundaciones. Los eventos sísmicos, aunque son menos frecuentes,

presentan el mayor potencial de pérdidas de infraestructura, así como de pérdidas de vidas e interrupciones en la educación.

Las mejores prácticas de diseño sísmico, tales como la regularidad vertical y la acomodación de juntas de movimiento entre elementos adyacentes se están incluyendo dentro del PNEE; pero otros principios como la eliminación de columna corta, la reducción del peso no estructural y la regularidad en planta todavía no se han incluido en el programa.

El programa actual todavía tiene que establecer requisitos de monitoreo de construcción más específicos para asegurar una calidad de construcción adecuada y una implementación completa de los aspectos de diseño sísmico. Además, sin la participación del sector privado, no se está aplicando en la actualidad una revisión de terceros ni un posible benchmarking internacional de mejores prácticas. Existe una gran cantidad de *stakeholders* involucrados en el sector de la infraestructura educativa, ver Figura 1. La nueva Dirección DIGRE intenta dar claridad a este conjunto de relaciones y responsabilidades, porque podría conducir a una falta de claridad y coordinación entre las mismas.

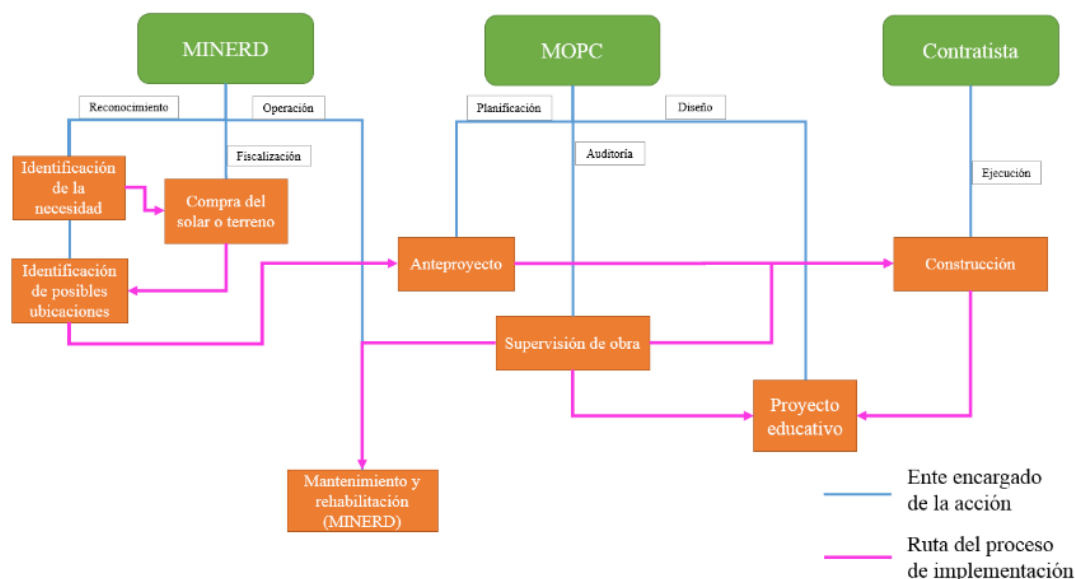


Figura 1. Roles y responsabilidades en la implementación de la infraestructura escolar

Los códigos de construcción actuales se basan en códigos de EE.UU. y son generalmente robustos, y se están actualizando regularmente. Sin embargo, el uso correcto de estos códigos aún no está garantizado durante el diseño o la construcción. Hubo pruebas de construcción de escuelas que no seguían a los códigos, probablemente debido a un insuficiente control de calidad en obra como se mencionó anteriormente y la falta de la revisión por terceros.

El MINERD reconoce la importancia del aseguramiento de la infraestructura a mediano plazo, y como no existe un sistema actual para edificios escolares, las soluciones que involucren a proveedores del sector privado o soluciones públicas como fondos especiales o bonos podrían ofrecer soluciones alternativas viables.

Recomendaciones y Pasos Siguientes



Foto 1. Escuela Básica Profesoras Hermanas Bucarelly, inaugurada en 2015, es una de las nuevas escuelas construidas últimamente basado en el diseño tipo

Actualmente la educación en RD representa uno de los desafíos más grandes para el desarrollo económico y social del país, en términos de equidad, cobertura y calidad del servicio. Como mencionado, el plan actual (PNEE) prevé un presupuesto para educación pre-universitaria de un 4% del PIB. En el año 2012 no hubo inversión en construcción, ampliación y rehabilitación de planteles escolares, pero a partir del año 2013, la tendencia cambia y la inversión aumenta. Una de las nuevas escuelas se muestra en la Foto 1.

Las siguientes recomendaciones principales de este estudio se ilustran en la Figura 2 y apuntan a ayudar a alcanzar los objetivos del gobierno. Éstas se muestran en orden de prioridad y se refieren a los pasos de la Hoja de Ruta para Escuelas Más Seguras de GPSS, donde se proporcionan más guías y ejemplos de otros países

GPSS Paso	Ítem	Prioridad
Step 1	Revisión del Programa Nacional de Edificaciones Escolares (PNEE)	Medio plazo
Step 1	Revisión de la Base de Datos Existente de la Infraestructura Escolar	Corto plazo
Step 1.2	Compilar Datos Detallados de la Infraestructura	Corto plazo
Step 1.2	Consolidar las Bases de Datos	Corto plazo
Step 3.3	Aseguramiento Financiero de la Infraestructura	Corto / Medio plazo
Step 4	Llevar a cabo un Análisis de Riesgos & Priorización de Intervenciones	Medio plazo
Step 5.1	Crear Directrices de Rehabilitación	Medio / Largo plazo
Step 5.1	Reconstruir Edificios de Alto Riesgo	Medio plazo
Step 5.2	Plan de Infraestructura Escolar a Largo Plazo	Medio plazo
Step 5.2	Revisión General del PNEE	Medio plazo
Step 5.2	Preparar una Guía de Selección de Terrenos	Medio plazo
Step 5.2	Revisión del Diseño Modelo de las Escuelas	Medio plazo
Step 5.2	Mejora de los Procesos de Calidad	Medio plazo
Step 5.2	Enfoque en el Mantenimiento	Largo plazo

Figura 2. Recomendaciones principales

GPSS Step 1 – Revisar el Programa Nacional de Edificaciones Escolares (PNEE)

Revisar e incluir principios del diseño sísmico como la eliminación de columna corta, la reducción del peso no estructural y la regularidad en planta, que todavía no se han incluido en el programa. Revisar también el proceso de implementación, definiendo responsabilidades claras y asegurando un proceso transparente de diseño, entrega de permisos y seguimiento en obra.

Este diagnóstico y revisión será la base para la recomendación GPSS Step 5.2 Revision General del PNEE, más adelante.

GPSS Step 1 - Revisar la Base de Datos existente de la Infraestructura Escolar

La base de datos actual y oficial del MOPC no es la más completa y no es la utilizada por otras entidades gubernamentales. Antes de seguir con cualquier consolidación y otro uso, se debe revisar la existente de la base de datos y la información y su formato actual (ver recomendaciones GPSS Step 1.2 a continuación).

Los roles y responsabilidades de la gestión de esta base de datos deben ser definidas y acordadas por todos los ministros implicados para que se puedan llevar a cabo los planes y directrices descritos a continuación.

GPSS Step 1.2 - Compilación de datos de la Infraestructura Existente

La compilación de esta base de datos requiere la recolección de datos a través de encuestas escolares para capturar información específica del edificio. Información que se debe incluir también cubre elementos no-estructurales (tabiques, fachadas), arquitectónicos (marquesinas) e instalaciones. Estas encuestas informarán el plan de gestión de riesgos y ayudarán a priorizar las escuelas y las intervenciones para la inversión; siendo una herramienta de toma de decisiones de planeación y análisis de riesgo, e incorporando las amenazas naturales en función de la localización y tipología estructural.

GPSS Step 1.2 - Consolidar un inventario de escuelas y otras edificaciones escolares

Existen diferentes bases de datos relacionadas con distintos aspectos de la gestión de infraestructura educativa: la del MOPC, del Departamento de Planificación del MINERD y de la Oficina Nacional de Evaluación Sísmica y Vulnerabilidad de Infraestructura (ONESVIE). En general, se conoce que los campos de estas bases de datos incluyen diversas características de la infraestructura educativa como localización, número de alumnos, número de aulas entre muchos otros. Sin embargo, actualmente carecen de información técnica relacionada con los aspectos relevantes para la evaluación de la vulnerabilidad, tales como la tipología estructural o la condición de amenazas naturales en el entorno del lugar.

GPSS Step 3.3 - Aseguramiento financiero de la infraestructura educativa

Actualmente no se cuenta con ningún esquema de aseguramiento de las escuelas existentes ni las que se están construyendo. Se recomienda explorar alternativas para que esto suceda, involucrando al sector asegurador privado; o si esto es muy costoso o difícil de implementar, estableciendo fondos contingentes en el presupuesto del MINERD que puedan activarse con facilidad ante un evento de desastre natural. En países como el Reino Unido, además de ser ley que las escuelas estén aseguradas, ambos mecanismos se utilizan. Se recomienda llevar a cabo una evaluación del estado del arte en los países de la región del Caribe y Latino América para informar a las autoridades sobre la mejor manera de implementarlo en RD.

GPSS Step 4 - Llevar a cabo un análisis de riesgo y priorización

Aprovechando la base de datos existentes y al contar con la base de datos consolidada se debe llevar a cabo un Análisis de Riesgos. Las labores de este análisis de riesgo se facilitan de manera considerable, permitiendo identificar de la mejor manera en dónde se encuentran los mayores riesgos asociados a la seguridad de la infraestructura escolar, y por ende, se facilitan

las labores de priorización de los recursos disponibles. Se pueden identificar las escuelas con el mayor nivel de riesgo, evaluando cuáles presentarían el mayor número de víctimas frente a un desastre natural. Todo con el fin de identificar cuáles deben ser las primeras escuelas que deben ser intervenidas o asignar un presupuesto limitado. Como parte de este análisis, se recomienda hacer un análisis costo beneficio de diferentes opciones de rehabilitación o readecuación en comparación con la decisión de demoler y reconstruir. Esto provee un programa basado en evidencia que reduce los mayores riesgos para las inversiones programadas.

GPSS Step 5.1 - Crear unas directrices de readecuación y rehabilitación

Las tipologías existentes no varían mucho en el país, y por lo tanto se podrían desarrollar manuales de rehabilitación y readecuación. Se recomienda que una colaboración de los sectores privado internacional y local y el Ministerio de Educación se encarga de esta tarea para combinar la experiencia en el diseño de readaptación de escuelas y la comprensión contextual de los adecuados. Este enfoque garantizará un nivel de calidad a nivel nacional y en consonancia con las mejores prácticas internacionales. Estas directrices preparadas deben ser aplicadas por los especialistas de ingeniería locales, y también puede facilitar un despliegue más rápido del programa de rehabilitación.

El documento con las directrices también se puede compartir con el sector privado para las escuelas no-públicas.

GPSS Step 5.1 - Reconstrucción de Escuelas de Alto Riesgo

La reconstrucción y/o relocalización de escuelas existentes del más alto riesgo deben ser planificadas inmediatamente y realizadas lo más pronto posible (por ejemplo dentro de un año) una vez que se haya detectado cualquier amenaza natural relacionada con su ubicación. Por ejemplo, la Escuela Básica Las Mercedes, se relocalizó en cuanto se presentaron grietas en la estructura.

GPSS Step 5.2 - Plan de la infraestructura escolar a largo plazo

Definir un plan suficientemente robusto y consolidado para que trascienda los periodos administrativos del estado y basado en las tres metas de Seguridad + Accesibilidad + Sostenibilidad, para todo el sector pre-universitario, incluyendo los Centro de Atención Integral a la Primera Infancia (CAIPI). Podría contemplar la participación del sector privado en mayor medida, explorando la posibilidad de asociaciones público privadas para el diseño, construcción, operación, mantenimiento y financiación. Para su realización, se debe asegurar un alto nivel de conocimiento de esta forma de contratación, así un sistema estable para su control dentro del MINERD y un proceso transparente de la toma de decisiones. Así se mantendrá las responsabilidades a cargo del privado, reduciendo la carga administrativa del MINERD, el cual se puede enfocar en la calidad educativa y los mecanismos mediante los cuales la educación privada puede aportar al bienestar del país.

Entretanto, el MOPC se puede concentrar en los aspectos constructivos y técnicos que mejoren las especificaciones de seguridad de las escuelas que aún no han sido construidas. Esto requiere una ampliación de la capacidad técnica del MOPC en construcción de

edificaciones (dada su vocación en infraestructura), por lo que se requiere de programas de capacitación y entrenamiento para fortalecer este aspecto.

GPSS Step 5.2 - Revisión general del PNEE

El actual modelo de proceso de diseño escolar debe ser revisado a fondo, para asegurar que las normas actuales y las mejores prácticas internacionales se incorporen en cada paso del diseño y construcción. Esto incluye no sólo incorporar las nuevas disposiciones sobre el código sísmico, sino también definir un plan de implementación y control de calidad para asegurar que la realización final de las escuelas coincida con la intención del diseño.

También es importante que esta actualización del PNEE esté acompañada de una fuerte estrategia de implementación de una nueva normativa en la industria local para que sea utilizada en una mayor medida.

Esta revisión general, definiendo normativas y procedimientos generales, dará un marco operativo a las recomendaciones más detalladas a continuación.

GPSS Step 5.2 - Revisar los diseños tipo de las escuelas

Después de una revisión más detallada, puede fortalecer aún más el proceso, asegurando que se elaboren y cumplan especificaciones de diseño de infraestructura educativa basadas en la existencia de amenazas naturales. El MOPC tiene la capacidad de desarrollar estudios y diseños conceptuales y de factibilidad para las escuelas. Encima podría llevar estos diseños a un nivel suficientemente detallado con la participación del sector privado. Se trata de un gran número de escuelas y es improbable que todos los colegios sean exactamente iguales. En todos los casos, sería bien procurar que los parámetros técnicos sean respetados incorporando una supervisión técnica activa en todas las etapas del proyecto.

Se recomienda especialmente que la seguridad de la infraestructura educativa sea incrementada en la etapa de diseño y construcción, incluyendo a las escuelas dentro del grupo de edificaciones esenciales para la sociedad según el código vigente y que, además de garantizar la vida de sus ocupantes, no deban sufrir daños estructurales o de otro tipo que las hagan inoperables con la ocurrencia de un evento extremo.

Se recomienda también incorporar dentro del PNEE la flexibilidad para diseños arquitectónicos diferentes para las zonas rurales o de baja densidad, optando preferiblemente por instituciones de un solo piso, en las cuales se utilicen materiales ligeros en muros y cubiertas.

También debe ponerse especial atención en el detalle y diseño de los elementos no estructurales (fachadas y tabiques), los cuales son construidos con materiales frágiles y pesados como lo son los bloques de ladrillo u hormigón, para minimizar el riesgo para los ocupantes de las escuelas. Se debe definir un control de calidad especial para estos elementos, ya que son de igual importancia.

También la interacción entre muros no estructurales y los elementos sismo-resistentes es clave para el compartamiento de la estructura. Se debe definir mejor la manera de asegurar las juntas de dilatación entre estos muros y los pórticos de hormigón.

GPSS Step 5.2 - Desarrollar una guía de selección de solares o terrenos

Conjuntamente con el nuevo énfasis en la compra de solares, se puede evitar que las nuevas escuelas sean construidas en lugares con amenaza de desastres naturales como deslizamientos, inundaciones o avenidas torrenciales, entre otros. Para esto, los procesos adelantados por la unidad de planeación del MINERD para seleccionar los solares o terrenos pueden evaluar la adquisición de terrenos que representen un nivel de vulnerabilidad más bajo, basado en los estudios específicos previos de amenaza y riesgo o la base de datos que incluyera esta información.

GPSS Step 5.2 - Mejorar los procedimientos de aseguramiento de la calidad

Clarificar que la responsabilidad compartida, que no está claramente definida en la práctica, entre el MINERD y el MOPC, sea parte del papel de la nueva Dirección DIGRE. Es recomendable que la supervisión de la concepción, los diseños y los trabajos en obra se haga por parte de consultores independientes, sin conflictos de interés, asegurando que la conceptualización y el criterio no sean autoría exclusiva del MOPC. Esto permite que se incorpore el conocimiento del sector privado, la innovación y las mejores prácticas internacionales. Se recomienda separar las responsabilidades de implementación y los procesos de aprobación, transfiriendo estos últimos a una nueva unidad independiente del gobierno enfocada en la infraestructura educativa.

GPSS Step 5.2 - Mantenimiento y Rehabilitación

La principal mejora que podría incorporar el PNEE a 2020 es incorporar un plan de mantenimiento de las escuelas nuevas y existentes y rehabilitación de las existentes, el cual en la actualidad está enfocado en mejoras menores. Los planes y la base de datos resultante podrían ser parte de la nueva Dirección. Estos planes de mantenimiento pueden ayudar a aliviar muchos riesgos de elementos no estructurales para los edificios existentes. Entendemos que los costes de mantenimiento están incluidos en el presupuesto previsto del 4% del BIP como parte del PNEE.

1. Introducción

Cada año, la infraestructura escolar es destruida o severamente afectada por desastres naturales, lo cual resulta en la pérdida de vidas humanas, lesiones y afectación de la educación. Los esfuerzos globales para hacer las escuelas más resilientes se centran principalmente en concienciar y preparar a profesores y estudiantes para que estén en mejor posición para tomar acciones apropiadas ante un evento de desastre. El Fondo Mundial para la Reducción y Recuperación de Desastres (GFDRR, por sus siglas en Inglés) lanzó en el 2014 su Programa Mundial para Escuelas más Seguras (GPSS, por sus siglas en Inglés) para enfocarse en el desempeño físico de las edificaciones, reduciendo la vulnerabilidad de la infraestructura escolar.

A través de este programa, el GFDRR da apoyo a los programas de instalaciones escolares más seguras, en países donde el gobierno local ha firmado un compromiso para reformar o invertir en programas relacionados con el sector de la educación. Arup ha asistido al GFDRR durante los últimos cuatro años desarrollando y aplicando una metodología de evaluación de oportunidades de inversión en varios países a nivel global. En esta ocasión, el equipo del Banco Mundial (WB) ha solicitado el apoyo de Arup para dar Asistencia Técnica (AT) a las autoridades de RD, quienes se encuentran desarrollando el denominado Programa Nacional de Edificaciones Escolares (PNEE) desde el año 2012, principalmente el MINERD.

La AT consiste en realizar un diagnóstico preliminar de la infraestructura educativa en RD ante amenazas naturales y cambio climático. Se aplica el conocimiento en ingeniería, evaluaciones sobre la capacidad de los contratistas y constructores, gestión contractual y procura de proyectos, el entorno del aseguramiento de calidad y otros aspectos de infraestructura escolar.

El propósito de este diagnóstico es entender la vulnerabilidad de las escuelas e identificar los factores de riesgo que contribuyen para informar a las autoridades con injerencia en el PNEE, específicamente:

- Entender los factores de riesgo y el rango de amenazas naturales y el impacto del cambio climático que puedan comprometer la (re)construcción, reparación y readecuación, así como la operación de la infraestructura escolar existente.
- Entender el número y las tipologías estructurales de las escuelas existentes en RD.
- Entender las condiciones de riesgo de los ocupantes y la funcionalidad básica en la infraestructura escolar existente (ocupación, agua y saneamiento, electricidad, accesibilidad, etc.). La Foto 2 muestra una escuela fuera de servicio por danos sísmicos.
- Entender el entorno institucional y el marco regulatorio dentro del cual las escuelas son planeadas, diseñadas, construidas y operadas; mantenidas, reparadas y readecuadas en RD, haciendo recomendaciones sobre las acciones políticas e institucionales necesarias para una implementación efectiva de planeación de escuelas más seguras, mejorando la calidad y puesta en práctica de los códigos constructivos de igual forma que construyendo capacidad institucional para la mitigación de riesgos.

- Entender las inversiones previas, actuales y planeadas en infraestructura escolar y hasta qué punto estas se relacionan con cambios en la demanda de aulas escolares.
- Entender el estado y la naturaleza de la cobertura de seguros de la infraestructura educativa y hasta qué punto es un componente relevante en la estrategia de reducción de riesgos.



Foto 2. Escuela Básica Las Mercedes, fuera de servicio por agrietamientos, lo que enseña un estado que se quiere minimizar

2. Contexto

La República Dominicana, es un país situado en Centro América, en la parte oriental de la Isla Hispaniola, compartida con Haití (ver Figura 3). Cuenta con una población de 10.4 millones de habitantes, principalmente asentados en las zonas urbanas y costeras. Cuando se suma la población de Haití, cercana a los 10.6 millones, La Hispaniola es la isla más poblada del Caribe con cerca de 21 millones de habitantes.

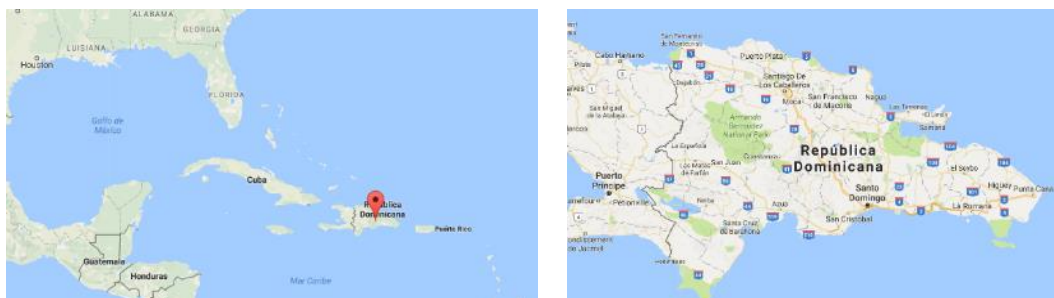


Figura 3. República Dominicana. Fuente: Google Maps

La provincia de Santo Domingo, incluyendo el Distrito Nacional representa la zona urbana más poblada del país con 3.65 millones de habitantes². Santiago de los Caballeros, en el norte de país, está en segundo lugar con un poco más de 1 millón de habitantes. Solo en estas dos ciudades se concentra casi la mitad de la población dominicana y por lo tanto los estudiantes y las escuelas del país.

La tasa de crecimiento de la población en RD es de 1.17% anual, superando la tasa de la región de Latino América y el Caribe (1.07%).

En las edificaciones del país, sin importar la tipología estructural, predomina el uso de hormigón armado como material de entrepisos, cubiertas y pórticos. Adicionalmente, los tabiques y parapetos son típicamente construidas con bloques de hormigón con lo que se tienen estructuras pesadas, que descartan el viento como un factor de amenaza.

En el contexto dominicano, la infraestructura educativa tiene una connotación adicional dentro de las comunidades, pues representan la presencia del estado. También en casos extraordinarios, como puede ser la atención de una emergencia causada por un desastre natural, serán las aulas de las escuelas las que se convertirán en refugios de las familias que pierden sus hogares. Esto implica que la seguridad de las escuelas y sus ocupantes requiere de un nivel de resiliencia aún mayor para que la comunidad siga percibiendo que se trata de un lugar seguro.

² Estimado para 2015 por la ONE Oficina Nacional de Estadística de RD.



Foto 3. Centro Educativo Ciudad Juan Bosch 2, en construcción, que muestra la construcción en hormigón armado

En las dos últimas décadas, RD ha tenido un crecimiento económico rápido, debido a que los sectores de la construcción, la manufactura y el turismo han venido creciendo de forma acelerada. La Foto 3 muestra una de las escuelas nuevas en construcción. Según el informe *Doing Business* del año 2016, producto del WB, RD forma parte de las 15 economías principales en América Latina de acuerdo al índice de facilidad para hacer negocios.

El presidente actual, Danilo Medina está bien establecido en el poder desde el 2012 y fue reelegido en el 2016 por otro periodo de cuatro años. El tiene como prioridad mejorar la inversión para impulsar la creación de nuevos empleos. En este contexto, las inversiones en educación buscan que esos empleos sean de mejor calidad para los dominicanos de bajos recursos.

Como parte de su Programa de Gobierno, se ha priorizado la calidad y el acceso a la educación pública. Por esta razón, se le viene asignando el 4% del PIB en inversión al sector de la educación con una mayor parte dedicada a la construcción de nuevas aulas escolares a lo largo del país, aumentando significativamente la oferta escolar. Además de incluir la inversión en infraestructura nueva, el 4% del PIB cubre servicios educativos, los gastos de mantenimiento, rehabilitación, administración y operación de todo el sector.

Lo anterior sucede en un país con una tasa de analfabetismo del 12.83% en su población, donde el 26% de la población vive en zonas rurales.

Es en este contexto que se desarrolla el PNEE. La amenaza de desastres naturales en el país es un hecho, principalmente debido a los huracanes y la actividad sísmica de la región. Sin duda las inversiones que se están haciendo en la actualidad son significativas y deben incorporar mecanismos de mitigación del riesgo, permitiendo que las escuelas sean más seguras.

3. Metodología

Las observaciones, recomendaciones y discusiones hechas en este informe, son el resultado de cinco semanas de estudio e investigación adelantado por parte del equipo de Arup con el apoyo del WB. Se incluyó una visita al país en la primera semana de Marzo del 2017, lo cual le dio la oportunidad a los consultores de reunirse con las autoridades locales y conocer de primera mano la situación del sector educativo en el país. El itinerario de esta misión esta incluido más detalladamente en el Apéndice A.

Como parte de la misión, se visitaron diez escuelas de distintas características en entornos urbanos y rurales, incluyendo algunas en construcción o fuera de servicio por daños materiales.

Como guía para el desarrollo de la AT, se puso en práctica la metodología de la Hoja de Ruta para Escuelas más seguras, *Roadmap for Safer Schools*³, con el fin de realizar un diagnóstico de la infraestructura escolar de las escuelas en República Dominicana (ver Figura 4). El presente informe recoge información y da recomendaciones sobre los siguientes temas:

- Información base de la infraestructura escolar existente (Sección 4): identificando las amenazas naturales críticas y el grado de conciencia y conocimiento que se tiene de las mismas y cómo impactan en la infraestructura educativa existente y planeada.
- Entorno Constructivo (Sección 5): revisando el marco regulatorio, la normatividad técnica y su aplicación.
- Entorno Financiero (Sección 6): revisando de qué forma se vienen financiando y por parte de quiénes, los programas de infraestructura educativa nueva y existente, incluyendo un diagnóstico sobre el nivel de aseguramiento en RD.

³ Disponible en: <https://www.gfdrr.org/roadmap-for-safer-schools>



Figura 4. Pasos 1, 2 y 3 del *Roadmap for Safer Schools*

4. Información Base de la Infraestructura Escolar Existente

4.1. Amenazas Naturales

A continuación se presenta un resumen de las amenazas naturales, con una investigación mas profunda en Inglés incluida en el Apéndice F.

Por su ubicación geográfica, las escuelas de RD están sujetas a una variedad de amenazas naturales, principalmente sísmicas y meteorológicas, poniendo en riesgo a la población. De manera recurrente, todos los años entre los meses de Junio y Noviembre ocurren tormentas tropicales y huracanes (ver Foto 4).

Con respecto a terremotos y tsunamis en los últimos años, salvo en el 2003, no se han presentado eventos destructivos de consideración en el país. Sin embargo, la experiencia de Haití en el 2010, llamó la atención sobre la necesidad de implementar en RD medidas inmediatas que redujeran la vulnerabilidad de las edificaciones.



Foto 4. Paso del huracán Matthew en 2016 por República Dominicana. Fuente: NOAA

Al parecer, existe información y monitoreo permanente para este tipo de amenazas naturales, la cual es administrada por diferentes entidades del país. Quizás el manejo descentralizado de la información sea una de las razones por las cuales no se han desarrollado mapas de riesgo de la infraestructura educativa.

Fenómenos naturales de inundación o deslizamiento se han presentado en algunas escuelas que fueron ubicadas y construidas en lugares donde no se tuvieron en cuenta factores de seguridad en el proceso de toma de decisión.

En el caso de la amenaza sísmica, el país ha incorporado en el diseño y la construcción los criterios de sismo-resistencia y microzonificación, entre otros, con el fin de reducir la vulnerabilidad en la infraestructura. Pese a esto, en la práctica se siguen cometiendo errores en el diseño, la construcción, la supervisión y el mantenimiento que aumentan la vulnerabilidad

de la infraestructura escolar. No fueron identificados planes tangibles de rehabilitación y readecuación de la infraestructura escolar existente.

Las amenazas naturales en el país son predominantemente meteorológicas en cuanto a su ocurrencia. Con datos registrados desde 1961 de manera oficial, el 91% de los desastres que se presentan en RD está relacionado con tormentas e inundaciones. Los incendios (5%), sequías (2%) y la actividad sísmica (2%), completan el total.

Estos mismos datos revelan además que la ocurrencia de los eventos se ha incrementado en los últimos 20 años, principalmente por cambio climático. Mientras que en la década de los noventa se registraron 8 eventos, en la primera década de este siglo ocurrieron 26. En los años más recientes persiste esta tendencia.

A continuación se muestra una tabla, la cual resume los desastres naturales que han ocurrido y tenido un gran impacto en el país desde 1970.

Evento	Año	Descripción	Daños y pérdidas Millones USD	Fuentes disponibles
Huracán David y Federico	1979	A finales de Agosto del año 1979, con vientos máximos de 240km/h y vientos sostenidos de 120km/h. Los vientos derribaron árboles y edificaciones, adicionalmente afectaron considerablemente viviendas, escuelas, entre otras. Cinco días después del paso de David, el huracán Federico arribó a la isla con vientos de 75km/h. El país sufrió de inmensas inundaciones en todas sus provincias, las cuales originaron la pérdida o socavación de puentes y alcantarillas, deslizamientos y otros daños en las carreteras.	2,655	CEPAL
Huracán Georges	1998	Para Septiembre del año 1998, cuatro huracanes (Georges, Iván, Jeanne y Karl) estaban activos simultáneamente. A mediados del mes, el Huracán Georges llegó con vientos de 150 mph y dejó centenares de miles de damnificados, cuantiosos daños a la agricultura, suspensión de servicios, en particular de energía eléctrica, erosionó severamente suelos, derrumbó árboles y bosques. Como consecuencia de las lluvias intensas y prolongadas, se generaron inundaciones ocasionando la rotura de puentes, interrupción en las carreteras y pérdidas en áreas vulnerables del país.	3,116	CEPAL Klose & Webersik
Inundaciones	2003	En Noviembre de 2003 se registró un evento de precipitación considerable cuya magnitud fue significativa. Se generaron escurrimientos superficiales extraordinarios en la cuenca del Río Yaque del Norte y en la parte baja de la cuenca Río Yuna. Las inundaciones se extendieron por las poblaciones de la Línea Noroeste, causando pérdidas humanas y en el ganado, la agricultura, infraestructura productiva y vivienda.	49.3	CEPAL

Evento	Año	Descripción	Daños y pérdidas Millones USD	Fuentes disponibles
Sismo	2003	En Septiembre de 2003 en la zona norte de RD se presentó un terremoto de magnitud de 6.5. Los principales daños fueron: el colapso de varias estructuras, agrietamiento y asentamiento de estructuras, rotura de líneas de servicios y deslizamiento en taludes.	n/a	CODIA
Huracán Jeanne	2004	El huracán Jeanne ocasionó daños significativos en la costa sur del RD. Las tormentas causaron inundaciones severas en varias provincias, las cuales ya habían sido afectadas por los eventos de precipitación ocurridos en Mayo del mismo año. Varias edificaciones se vieron afectadas por la elevación de las aguas y los vientos, varios postes de luz se cayeron y hubo daños en canales de riego y drenaje.	331.5	CEPAL
Tormenta Noel	2007	En el mes de Octubre pasó la tormenta tropical Noel en las regiones sur y suroeste, con vientos de 85km/h. La gravedad de las inundaciones se incrementó debido a las lluvias de los nuevos frentes tropicales. Se generaron daños en suelos agrícolas, contaminación de cuerpos de agua, acumulación de sedimentos y escombros en ríos y embales, daños en la infraestructura, daños en estaciones hidrométricas, climáticas y pluviométricas, afectación de viveros forestales para reforestación, daños en infraestructura de riego y drenaje, daños a obras de manejo y conservación de suelos, daños en canteras.	439	CEPAL Izzo, Aucelli, Javier, Perez & Roskopf

a) Terremotos y Tsunamis

La Isla de la Hispaniola se encuentra ubicada justo en el medio de un borde de placas tectónicas con un ancho de 250km, resultando en una amenaza sísmica alta en el territorio y superficies marinas territoriales dominicanos. Los eventos sísmicos más recordados son el terremoto de magnitud 7.0M ocurrido en Haití en 2010 y el de Samaná, RD en 1946 reportado con magnitud 8.1M y una fuerte réplica de 7.6M cuatro días después.

Se sabe también que el terremoto de Puerto Plata de 2004 causó daños a la infraestructura educativa de esa provincia

Sobre el terremoto de Samaná se sabe también que originó un **tsunami** que afectó la población de Matanza, donde se registraron olas de hasta 5m de altura que causaron daños varios kilómetros dentro de la isla. Se estima que entre 1,600 y 1,800 de las 2,550 que fallecieron por el terremoto de Samaná fueron consecuencia del tsunami.



Foto 5. Efectos del tsunami causado por terremoto de Haití del 2010 (Fritz, 2010), mostrando daños a la edificación

Aunque se trata de una amenaza natural que ocurre muy poco, RD también registró un tsunami en el año 1953. Las olas resultantes de un tsunami pueden causar daño directo en la infraestructura escolar, pero el daño también puede ser ocasionado por los flujos de agua que transportan escombros. La presión hidrodinámica y el impacto de los escombros pueden causar daño considerable en las edificaciones o su destrucción total. La Foto 5 muestra efectos típicos de un tsunami en Haití.

En algunos casos, las condiciones geotécnicas debajo de una escuela o en sus alrededores pueden ocasionar el fenómeno de **licuefacción** cuando ocurren las cargas cíclicas de un sismo de gran magnitud en suelos saturados. Al ocurrir, el suelo adquiere el comportamiento de un líquido por un periodo de tiempo, perdiendo su capacidad de soporte y haciendo colapsar la estructura encima de él en el peor de los casos. Esta situación se presentó en varias oportunidades como resultado del terremoto de Haití en 2010, causando daños graves a las edificaciones y la infraestructura de ese país.

Los suelos licuefactibles también pueden generar un deslizamiento de tierra que ponga en riesgo una escuela cercana.

En el año 2003 un sismo tuvo lugar en la zona norte de RD cuya magnitud fue de 6.5 en la escala de Richter. Los principales daños que se presentaron fue el colapso de varias estructuras, agrietamiento y asentamiento de estructuras, rotura de líneas de servicios y deslizamiento de taludes de cañadas y vías. Según la evaluación post-sismo, ningún plantel educativo colapsó, pero 14 instituciones sufrieron daño estructural y en otras 30 escuelas hubo daños no estructurales.

b) Huracanes

El clima de RD puede ser caracterizado generalmente como tropical. Sin embargo, debido a la influencia del relieve y los vientos, partes de la RD son consideradas húmedas y otras partes áridas. A grandes rasgos, la precipitación es influenciada también por cuatro cordilleras que

causan que el promedio anual de precipitación varíe entre 500mm y 2500mm. A mayor altura sobre el nivel del mar, mayor precipitación.

Tormentas catastróficas como **tormentas tropicales**, huracanes y el Fenómeno de La Niña y/o El Niño han causado daños devastadores de manera frecuente. En promedio, la RD tiene ocho tormentas tropicales al año.

Los huracanes se originan durante el verano cuando la temperatura del agua en el mar se encuentra más caliente. Esto produce tormentas cuyos vientos superan los 122km/h y han llegado a registrar velocidades máximas de 244km/h. Generalmente causan daños en toda la isla pero la mayor destrucción típicamente ocurre en la costa sur, por donde ingresan casi siempre con olas de hasta 5m.

Estas tormentas también arrecian sobre el país con grandes cantidades de **lluvia torrencial**, que pueden exceder los 750mm en un periodo de 24 horas. Estos grandes volúmenes de agua causan **inundaciones** generalizadas, **erosión**, **deslizamientos** y **avenidas torrenciales**. En promedio, un huracán golpea RD dos veces al año.

El 22 de Septiembre de 1998, el Huracán Georges (ver Foto 6) trajo lluvias torrenciales a cerca del 70% del total anual. Los daños registrados en el campo, las carreteras y las edificaciones superaron los US\$1,200 millones. En solo cinco días se acumularon 500mm de lluvia. Otros huracanes importantes como David y Federico (1979) son recordados por las autoridades, los dominicanos y haitianos. El huracán Matthew es el más reciente. Causó cuatro fatalidades en RD y alrededor de 200 casas destruidas. En Haití el saldo de víctimas fue mayor a 1,000.

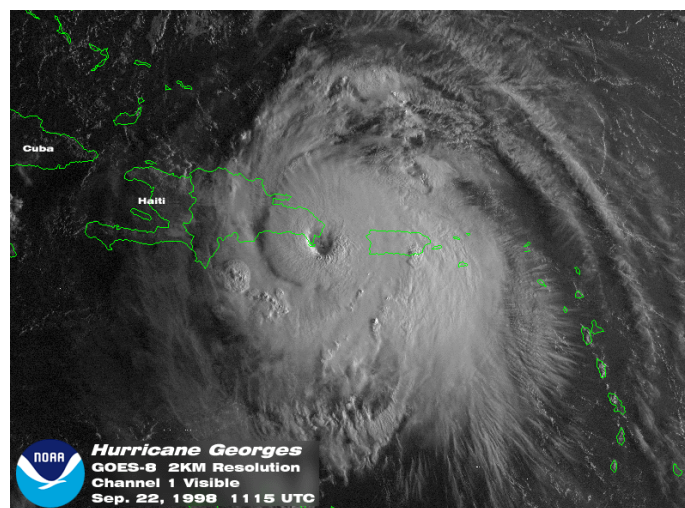


Foto 6. Huracán Georges, 1998 Fuente: NOAA

Aunque está en discusión si el número de tormentas tropicales ha crecido (Webster et al., 2005a,b), la intensidad y por lo tanto la severidad de los huracanes categoría 4 y 5 se ha venido incrementando en el Golfo de México desde el siglo XIX (ver Figura 5), debido al cambio climático que se ha venido presentando en los últimos años (Landsea et al, 2006; Giorgi et al, 2001).

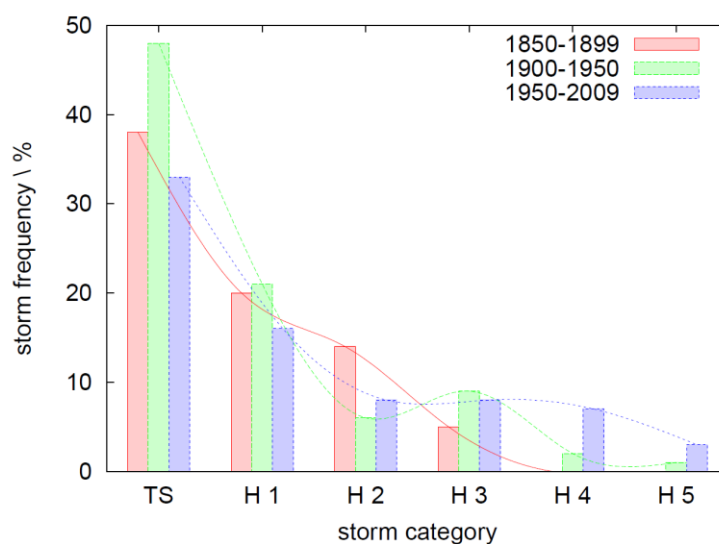


Figura 5. Frecuencia según categoría de tormenta 1850 - 2009 [%]

Entre 1850 y 2009, 72 tormentas lograron penetrar tierra firme del territorio dominicano.

A continuación se muestran los daños causados por los huracanes David y Federico en el año 1979, el huracán Georges en 1998, el huracán Jeanne en 2004 y la tormenta Noel en el año 2007, al sector de la educación en RD. Estos datos fueron tomados de los reportes realizados por la CEPAL (Comisión Económica Para América Latina y el Caribe):

David y Federico (1979)	
Escuelas destruidas	7%
Escuelas afectadas parcialmente	35%

Huracán Georges (1998)	
Escuelas destruidas	203
Escuelas afectadas parcialmente	688
Escuelas usadas como albergues	443

Huracán Jeanne (2004)	
Escuelas destruidas	90
Escuelas afectadas parcialmente	210
Escuelas usadas como albergues	82

Tormenta Noel (2007)	
Estudiantes afectados	49,993
Escuelas destruidas	12
Escuelas afectadas parcialmente	174
Escuelas usadas como albergues	91

c) Inundaciones

Dada la frecuencia de las tormentas, huracanes, ciclones y demás fenómenos climáticos, RD constantemente tiene zonas inundadas, víctimas y edificaciones destruidas. Varias escuelas se encuentran ubicadas en zonas donde las inundaciones son frecuentes, lo cual hace que no haya una buena calidad en el estudio y también resulta varias veces en el cierre de la escuela.



Foto 7. Inundaciones en República Dominicana. Fuente: Diario Avance y Arup, mostrando a la izquierda el colapso de un edificio y a la derecha el nivel (línea gris) de la inundación

Durante la misión, se observó que frecuentemente las escuelas se construyen con muros perimetrales substancialmente sólidos, (e.g. en bloques de hormigón) para proteger a los niños y las instalaciones educativas de crimen y hurto. En algunos casos, esto puede resultar en inundaciones imprevistas dentro del mismo edificio cuando las acometidas de drenaje se tapan o la escorrentía se acumula, ya que los muros contienen al agua en vez de dejarla drenar. En la derecha de la Foto 7 se ve el nivel superior de una inundación dentro de los muros perimetrales de la escuela Barrio Duarte.

Para el año 2003 la CEPAL realizó un informe en donde analiza las repercusiones socio-económicas de las inundaciones de ese mismo año. En este informe se puede ver que la cantidad de personas afectadas fue de aproximadamente 8.5 millones. En lo referente al sector de la educación, se estimó un daño total en este sector de US\$1 millón. Cabe aclarar que ninguna de las instalaciones escolares fue destruida, pero si se vieron afectadas parcialmente, como por ejemplo a varias de las escuelas se les cayó el techo. Por otro lado, se rehabilitaron

varias escuelas en la región de Cibao y se tenía como proyecto tener capacitaciones para mitigar emergencias.

d) Deslizamientos

Según el Centro de Operaciones de Emergencia, el 68% del territorio de República Dominicana, es propenso a deslizamientos, avenidas torrenciales e inundaciones lo cual es una amenaza natural para más de dos millones de habitantes.



Foto 8. Escuela colapsada Puerto Plata (2003). Fuente: <http://genao-alerta.blogspot.com/> mostrando el colapso total de la estructura de la primera planta

RD está cortada de noroeste a sureste por ocho grandes fallas regionales que la dividen en cuatro importantes fragmentos de placas siendo las principales causantes de los terremotos y los deslizamientos que se presentan en la isla. El 22 de Septiembre del 2003, hubo un deslizamiento próximo a Puerto Plata, el cual hizo colapsar una escuela (ver Foto 8) y provocó daños en numerosas edificaciones.

e) Posibles Pasos Sigüientes

Existen dos estudios sísmicos respecto a la microzonificación, que se debe revisar y asegurar que estén contemplados en el PNEE.

En general, para los siguientes pasos, se debe tomar los siguientes puntos en cuenta:

- A través de un organismo gubernamental, coordinar el aumento en la investigación y el monitoreo del riesgo de desastres naturales a nivel local y nacional;
- Definir el Plan de Gestión de Riesgos (PGR) e incorporar la recopilación de datos, el monitoreo de desastres naturales;
- Identificar el equipo de gestión de riesgos, el cual debe tener una capacitación adecuada;

- Asignar las diferentes responsabilidades, cargos y recursos apropiadamente, teniendo en cuenta las habilidades de cada uno de los miembros del equipo de gestión de riesgo;
- Compilar y organizar los datos existentes en una base de datos central, es decir una plataforma en línea basada en un Sistema de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en Inglés), la cual incluya todos los conjuntos de datos especiales, topográficos, demográficos, geológicos, entre otras;
- Realizar una actualización detallada del análisis probabilístico de amenaza sísmica (PSHA, por sus siglas en Inglés) y la microzonificación a escala nacional y local;
- Mantener la operación de la red de monitoreo instrumental sismológico a través del Centro Nacional de Sismología (CNS);
- Análisis de amenaza y riesgo de deslizamientos para desarrollos nuevos y existentes.

4.2. Infraestructura Escolar Existente

a) Capacidad

Tan solo a finales de la década de los 70 la población de RD era menos de 6 millones de habitantes. En el contexto de infraestructura educativa esto significa una demanda creciente por aulas escolares, teniendo en cuenta que en la actualidad el MINERD se propone ofrecer jornada continua para todos los estudiantes. Esto significa duplicar el número de aulas disponibles en la actualidad, pasando de 35,000 a 70,000 aulas aproximadamente para satisfacer la demanda en 2020.

Para tal fin, actualmente la unidad de fiscalización del MINERD está concentrada en la construcción de 1,090 nuevas escuelas, para las cuales el MOPC elabora los diseños de los sistemas modulares y de las cuales 846 ya han sido entregadas dentro del PNEE. El programa de construcción culmina en 2020 y actualmente no se tienen identificados planes futuros.

Las escuelas más antiguas en las que hoy en día se sigue dando clase, datan de antes de los años 60. Durante la visita de campo se vió escuelas de los años 60 (Foto 9), pero es muy probable que existan también edificios de más antigüedad.



Foto 9. Escuela General Antonio Duvergé, construida en 1962

Según cifras del MINERD, el crecimiento poblacional sumado a la densificación de los centros urbanos ha resultado en que el 70% de los alumnos atiende clases en menos del 30% de las escuelas. En algunos centros educativos ubicados en zonas de alta densidad poblacional se tienen aulas de clase con hasta 150 alumnos, superando varias veces la capacidad, que es de 30-35 estudiantes en nivel básico intermedio y 25-30 en inicial según el MINERD. El resultado es un detrimento de la seguridad y además de la calidad de la educación recibida.

Las aulas rurales, en promedio tienen una ocupación de 15-18 alumnos. Es común que las aulas sean utilizadas en dos o tres jornadas diarias debido al déficit de infraestructura. En las zonas rurales, en algunos casos es utilizado un esquema multigrado, donde la ocupación ideal es de máximo 15 estudiantes.

Históricamente, la falta de cobertura escolar estaba siendo parcialmente atendida informalmente por entidades privadas con unos niveles de calidad baja. Entonces en la actualidad, existe una migración al sistema público con la aparición de más oferta y con una mejor calidad. No se visualizan planes del gobierno para mejorar la calidad de la educación privada como parte de la estrategia nacional.

b) Características Físicas

Actualmente, el número de escuelas públicas en el país es de aproximadamente 6,500. Los programas oficiales de construcción de infraestructura educativa datan de la década de los años treinta, luego de la devastación causada por el Huracán San Zenón (ver Foto 10).



Foto 10. Imagen del paso del Huracán San Zenón, 3 de Septiembre del 1930 – Fuente: OCI

Desde ese momento y hasta los años sesenta, se construyeron escuelas de dos pisos en bloques de hormigón con cubiertas y entrepisos de hormigón armado (ver Foto 11), materiales más seguros que por ejemplo la madera o ladrillo frente a la amenaza natural recurrente de los huracanes. Para la década de los setenta, en las zonas sub-urbanas y rurales, se importa el modelo 'Johnson', con pabellones de un solo nivel, muros de bloque y techos inclinados en hormigón armado (ver Foto 12). Pese a tener problemas de ventilación e iluminación en el entorno tropical, es la tipología proliferante en el interior del país, siendo replicada hasta comienzos de los años noventa, con pequeñas variaciones formales de adaptación ambiental de aleros en techos, aperturas de huecos de ventilación o de tamaño de ventanas para la entrada de iluminación. También se comenzaron a utilizar cubiertas livianas a dos aguas, utilizando sistemas de anclaje resistentes a vientos fuertes.



Foto 11. Escuela Original República de Argentina construida en la década del cuarenta. Fuente: OCI



Foto 12. Escuela Antonio Duvergé, tipo Johnson, fundada en 1962

Es hacia comienzos de la década de los ochenta cuando se comienza a comprender que los sismos también representaban una amenaza para RD. Es entonces cuando los códigos de diseño sismo-resistente de otros países en la región como EE.UU. empezaron a ser implementados y aplicados a manera de recomendación a los diseños y construcciones del país. Aunque se siguieron utilizando los mismos materiales (e.g. muros en bloque de hormigón, losas, cubiertas y columnas en hormigón armado), las técnicas de diseño y construcción mejoraron considerablemente. Sin embargo, sólo a partir del 2011, producto del terremoto en Haití, el código sismo-resistente (R-001) se convirtió en normativa y desde entonces es obligatorio su uso para los proyectos constructivos en el país. En la práctica, esto no ocurre y la construcción informal predomina, incluso en la construcción de infraestructura

educativa nueva. Investigando el proceso de construcción en más detalle dará información sobre las razones de esta práctica.

La generación más reciente de infraestructura educativa corresponde a la desarrollada mediante el PNEE, a partir del año 2010. La tipología estructural que se observa en la Foto 13 y en la Foto 14 se ha diseñado contemplando el efecto de sismo para las condiciones del país, utilizando pórticos robustos en hormigón armado con muros estructurales en mampostería confinada. Los entrepisos y cubiertas son fundidos monolíticamente en hormigón armado. La fundación típicamente dispone de zapatas superficiales del mismo material. La normativa de diseño arquitectónico de edificaciones escolares permite que su altura máxima sea de tres pisos, aunque se conoce que existen escuelas con cuatro en centros altamente poblados de Santo Domingo.



Foto 13. Escuela Básica Profesoras Hermanas Bucarelly



Foto 14. Liceo Secundario Fidel Ferrer de programa PNEE

Aunque este diseño es el que está siendo usado para la construcción de la mayoría de las nuevas escuelas en el país y varias de estas se encuentran en etapa de construcción, en algunos casos, como en las Escuelas Juan Bosch 1 y 2 (ver Foto 15), se observó un diseño arquitectónico y estructural muy diferente.



Foto 15. Escuela Juan Bosch 1 (en construcción) con posible irregularidad en planta

Existen escuelas construidas con acero estructural pero en un porcentaje bastante bajo (~1%, ver Apéndice B). Estas han sido excluidas en las clasificaciones que se presentan a continuación.

Clasificación Local de Tipologías Estructurales

En la Tabla 1, se presenta un resumen de las tipologías estructurales principales que pueden diferenciarse en la República Dominicana, según la época en la cual fueron construidas.

Tabla 1. Tipologías estructurales de las escuelas de República Dominicana

Periodo de construcción	Tipología estructural	Nº de pisos	Código utilizado	Principales vulnerabilidades
1930's – 1960's	Mampostería Armada (RM) Entrepisos y cubierta horizontal monolítica fundida in-situ en hormigón armado.	1-2	No se utilizó código con diseño sísmico y el diseño se enfocaba en la amenaza natural de huracanes	-Elementos no estructurales pesados y frágiles -Inexistencia de diseño sismo-resistente -Irregularidad en planta con forma 'U'

Periodo de construcción	Tipología estructural	N° de pisos	Código utilizado	Principales vulnerabilidades
1970's – 1990/2000's	Pórticos estructurales en hormigón armado en dirección longitudinal y rellenos con muros en bloque de hormigón en dirección transversal sin junta de separación (RC-MF1). En algunos casos se implementaron cubiertas ligeras a dos aguas con elementos metálicos anclados mecánicamente a la estructura. Entrepisos fundidos in-situ en hormigón armado en una dirección.	1	Se utilizaron códigos sismo-resistentes de otros países como EE.UU. pero a manera de recomendación desde los años ochenta.	-Efecto columna corta -Viga fuerte - columna débil -Baja calidad en detalles constructivos sismo-resistentes -Elementos no estructurales pesados y frágiles -Irregularidad en planta con forma 'U' -Construcción de elementos no estructurales sin juntas de separación con el pórtico principal
2010's - Actualmente	Pórticos estructurales en hormigón armado rellenos con muros de en bloque de hormigón sin junta de separación (RC-MF1) Muros estructurales de bloques de hormigón en la dirección transversal (corta).	1-3	Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras R-001 (adaptado del ASCE 7 en 2011 con espectros sísmicos de diseño local)	-Efecto columna corta -Irregularidad en planta con diferentes formas y vacíos arquitectónicos -Elementos no estructurales pesados y frágiles -Construcción de elementos no estructurales sin juntas de separación con el pórtico principal -Mala concepción del diseño y construcción de estructuras metálicas -Baja calidad en detalles constructivos sismo-resistentes

En el Apéndice B se incluye un resumen de la clasificación en la provincia de San Cristobal, basado en un análisis hecho por la ONESVIE.

Clasificación GBSI de Tipologías Estructurales

Según la clasificación de las tipologías estructurales del sistema GBSI utilizado por el WB, los tipos de estructuras encontradas en RD se pueden clasificar dentro de este sistema principalmente como pórticos de hormigón armado rellenos de muros en bloques de hormigón (RC-MF). La Tabla 2 muestra las categorías en donde se pueden clasificar las edificaciones de RD según el ejemplo de las tipologías estructurales de Nepal dado por el WB. Dado que hay varias diferencias entre las distintas épocas que son principalmente arquitectónicas entre la misma tipología, la diferenciación de estas en función de la categorización no es muy diciente, sino da mas una referencia a la clasificación local.

Tabla 2. Clasificación de tipologías estructurales siguiendo las categorías GBSI

Nr.	Building Category (Code)	Load Bearing Wall Type (Sub-Code)	Height Range (No. of Stories)	Structural Irregularity	Diaphragm Action	Diaphragm connect to Lateral	Nr of Lateral Resisting bays	Wall Panel Length	Wall Opening	Foundation Type	Seismic Design Level	Seismic Retrofitting	Structural Health Condition	Reference to Local Type / Remarks
1	Reinforced Masonry (RM)	Rectangular blocks in cement mortar with reinforcement (RM)	LR (1-2)	HI	RR + RF	Yes	2	MP	SO	NA	ND	OS	var.	Pre 1960's; Few buildings remaining
2	Reinforced Concrete Moment Frame (RC-MF)	Engineered reinforced concrete frame with masonry in-fill walls (RC-MF1)	LR (1)	HI	FR	No	var.	MP	LO	NA	ND	OS	var.	1960's - 1980; Varies between steel roof and concrete roof, two pitched; All perimeter infill walls stop short of roof to create short column problem
					RR	Yes	var.	MP	LO	NA	ND	OS	var.	
3	Reinforced Concrete Moment Frame (RC-MF)	Engineered reinforced concrete frame with masonry in-fill walls (RC-MF1)	LR (1-2)	NO	RR	Yes	var.	MP	LO	NA	LD	OS	var.	1980's; Concrete Roof; All perimeter infill walls stop short of roof to create short column problem
4	Reinforced Concrete Moment Frame (RC-MF)	Engineered reinforced concrete frame with masonry in-fill walls (RC-MF1)	LR (1-2)	NO	RR	Yes	var.	MP	LO	NA	MD	OS	var.	Current template design; Foresees 3 rows of lateral systems in each direction and separates infill walls from moment frame
			MR (3)	NO	RR + RF	Yes	var.	MP	LO	NA	MD	OS	var.	
5	Reinforced Concrete Moment Frame (RC-MF)	Engineered reinforced concrete frame with masonry in-fill walls (RC-MF1)	LR (1-2)	HI	RR	Yes	var.	MP	LO	NA	MD	OS	var.	Current design for OCI funded schools; Vary from the template design in being irregular in plan .
Notes:														

Height Range: LR = Low Rise (1 story), MR = Mid Rise (2 - 3 stories), HR (4 + stories) [For Adobe and UCM/URM]

LR = Low Rise (1 - 2 stories), MR = Mid Rise (3 -4 stories), HR (5 + stories) [For CM/RM]

Structural Irregularity: NO = No Irregularities, HI = Horizontal Irregularity, VI = Vertical Irregularity, HV = Horizontal + Vertical Irregularity

Diaphragm Action: FR = Flexible Roof, FF = Flexible Floor, RR = Rigid Roof, RF = Rigid Floor

Wall Panel Length: SP = Short Panel, MP = Medium Panel, LP = Long Panel

Wall Openings: SO = Small Opening, LO = Large Opening

Foundation Type: SF = Stonework Foundation, BF = Brickwork Foundation, CF = Concrete Foundation

Seismic Design Level: ND= No Seismic Design, LD = Low Seismic Design, MD = Medium Seismic Design, HD = High Seismic Design

Seismic Retrofitting: OS = Original Structure, RS = Effectively Retrofitted Structure

Structural Health Condition: PC = Poor Condition, FC = Fair Condition and GC = Good Condition

d) Vulnerabilidades y Modos de Falla (ver también Apéndice C)

Selección del Solar

Frente a los fenómenos hidrometeorológicos, los esquemas de selección de solares o terrenos de las escuelas en RD no incorporan criterios de amenazas naturales, lo que hace que innecesariamente sean más vulnerables ante fenómenos como avenidas torrenciales, deslizamientos, crecientes e inundaciones simplemente por su mala ubicación.

Irregularidad en Planta

Contrario al concepto modular simple que el MOPC presentó durante la misión, en estas mismas escuelas, supervisadas por la Oficina de Cooperación Internacional (OCI) del MINERD, es evidente una irregularidad en planta (ver Foto 16) que podría causar torsión y esfuerzos adicionales a los elementos sismo-resistentes. Con vacíos interiores en el diafragma que separan la edificación en varias estructuras independientes, parece que se está induciendo un comportamiento sísmico complejo y difícil de predecir o diseñar, aumentando innecesariamente la vulnerabilidad de las escuelas.



Foto 16. Escuela en construcción Juan Bosch 1 con irregularidad en planta

Escuelas Existentes

Las autoridades contemplan que la vida útil de las escuelas que se están construyendo es de aproximadamente 30 años. Una gran cantidad de las escuelas existentes, además de haber sido construidas con anterioridad a la implementación del reglamento de diseño sismo-resistente, ya no cuentan con vida útil remanente y hasta el momento no han sido rehabilitadas o repotenciadas y tampoco se tienen planes de hacerlo.

Tabiquería

En cuanto a los elementos de fachada y tabiques, se ha mencionado que predomina el uso de mampostería. Cuando se diseña y construye correctamente, los bloques de mampostería en

hormigón tienen refuerzo distribuido horizontal y verticalmente y se encuentran separados del sistema sismo-resistente. Sin embargo, cuando erróneamente los muros son construidos sin juntas de separación con los pórticos de hormigón, que sí resisten cargas horizontales, se genera una situación de vulnerabilidad en la cual los muros colapsan fácilmente dentro de su plano ya que son más rígidos que el pórtico y atraerán esfuerzos laterales. Como se presentan muros no estructurales en la gran mayoría de las escuelas de RD, se debe investigar su comportamiento en más detalle con investigaciones in situ y/o cálculos estructurales.



Foto 17. Ejemplo Internacional: Escuela en Pedernales, Ecuador - Colapso de muro en mampostería
Fuente: DfID/Arup Respuesta al terremoto de Ecuador 2016

La Foto 17 ilustra un mal comportamiento de los muros divisorios y de fachada – no estructurales – en una escuela de la población de Pedernales, Ecuador, luego del sismo con magnitud 7.8M del 16 de Abril del 2016. Aunque la estructura principal no tuvo daños irreparables, los daños en los elementos no estructurales representaron una amenaza alta a la seguridad de los ocupantes. En general, la tipología estructural de las escuelas y los materiales utilizados en Ecuador, son los mismos que se utilizan en la República Dominicana.

Columna Corta

Se observó que la vulnerabilidad ante el efecto de columna corta es común en las escuelas de RD. Este efecto, ilustrado en la Foto 18 consiste en la restricción del movimiento o estrangulamiento de las columnas por parte de los muros de mampostería, que no tienen la altura total del entrepiso por razones arquitectónicas de iluminación o ventilación, induciendo una falla en la parte superior de las columnas. Las autoridades dominicanas reconocen que las tipologías estructurales de la infraestructura educativa son vulnerables a fallas debidas a este efecto, principalmente para el modelo desarrollado en la década entre los años 70 y 80, que se caracteriza por tener techos a dos aguas. Aunque la característica mencionada sobre el techo

no está relacionada con el fenómeno de columna corta en sí, la Foto 19 ilustra la situación de vulnerabilidad de la Escuela Primaria Fidel Ferrer en Santo Domingo, donde se observa este fenómeno.



Foto 18. Ejemplo Internacional: Escuela del Milenio en Pedernales, Ecuador – Colapso por fenómeno de columna corta Fuente: DfID/Arup Respuesta al terremoto de Ecuador 2016



Foto 19. Escuela Primaria Fidel Ferrer Santo Domingo

Cubiertas en estructura metálica

En los nuevos comedores de las escuelas, se identificó una mala concepción del diseño y construcción de estructuras metálicas, encontrándose la falta de algunos elementos fundamentales y un dimensionamiento que no parece responder a un diseño adecuado. En la Foto 20 se observa que los muros perimetrales de cerramiento se construyen en mampostería sin arrostramiento fuera del plano del muro. La cubierta como diafragma debe transferir los esfuerzos a los muros laterales más bajos, pero la conexión entre estos muros y las vigas de la cubierta no parece suficiente para resistir los esfuerzos laterales.



Foto 20. Comedor Instituto Rafael Pérez

c) Proceso de rehabilitación

Para el año 2014, con el apoyo de la Agencia Internacional de Cooperación de Japón (JICA), se realizó una evaluación estructural a 320 escuelas en la provincia de San Cristóbal, donde se siguió la metodología FEMA P-154 Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards, se concluyó que un 16% de las escuelas, tienen una vulnerabilidad alta. Además de los problemas constructivos y estructurales como irregularidad vertical y horizontal y grietas por asentamiento, se identifican problemas de ventilación, iluminación, ubicación acústica y accesibilidad que podrían ser mejoradas en los proyectos que aún no han sido construidos.

Actualmente no se tienen planes de rehabilitación de infraestructura a las escuelas existentes. Es preocupante y llama la atención, pues en varias de las escuelas que se visitaron, se pudo observar la necesidad de readecuación y rehabilitación para reducir la vulnerabilidad. En años

recientes se han hecho estudios de patología estructural y análisis de vulnerabilidad de una pequeña muestra de escuelas existentes, por parte de consultores privados. No obstante, estos análisis no han resultado en ninguna intervención ni tampoco se ha pensado en aplicar las recomendaciones obtenidas en escuelas con tipologías similares ni extender la revisión a las demás escuelas existentes.

5. Entorno Constructivo

5.1. Marco Regulatorio

Desde finales de los años 70, recomendaciones de sismo-resistencia eran aplicadas en la construcción dominicana. A partir del año 2011, luego del terremoto de Haití, se hizo obligatoria la aplicación del Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras R-001. Este debe ser usado durante la concepción, diseño y ejecución de las escuelas y demás edificaciones en RD. El código sismo-resistente del país se basa principalmente en la norma de la Asociación Americana de Ingenieros Civiles ASCE 7.

El nivel de importancia que la R-001 le da a la infraestructura educativa corresponde al Grupo III: edificación de ocupación especial, donde predomina la seguridad y la protección de la vida de todas las personas que hacen uso de dichas edificaciones.

Sin embargo, la resiliencia estructural para esta categoría no contempla la necesidad de que las estructuras puedan ser ocupadas de manera inmediata después de un evento o desastre natural, como es el caso de los hospitales y aeropuertos que hacen parte del Grupo I: Edificaciones e instalaciones esenciales.

5.2. Proceso de Implementación

El proceso de diseño para una escuela en RD involucra varias entidades del gobierno y el sector privado, como se puede ver en la Figura 6:

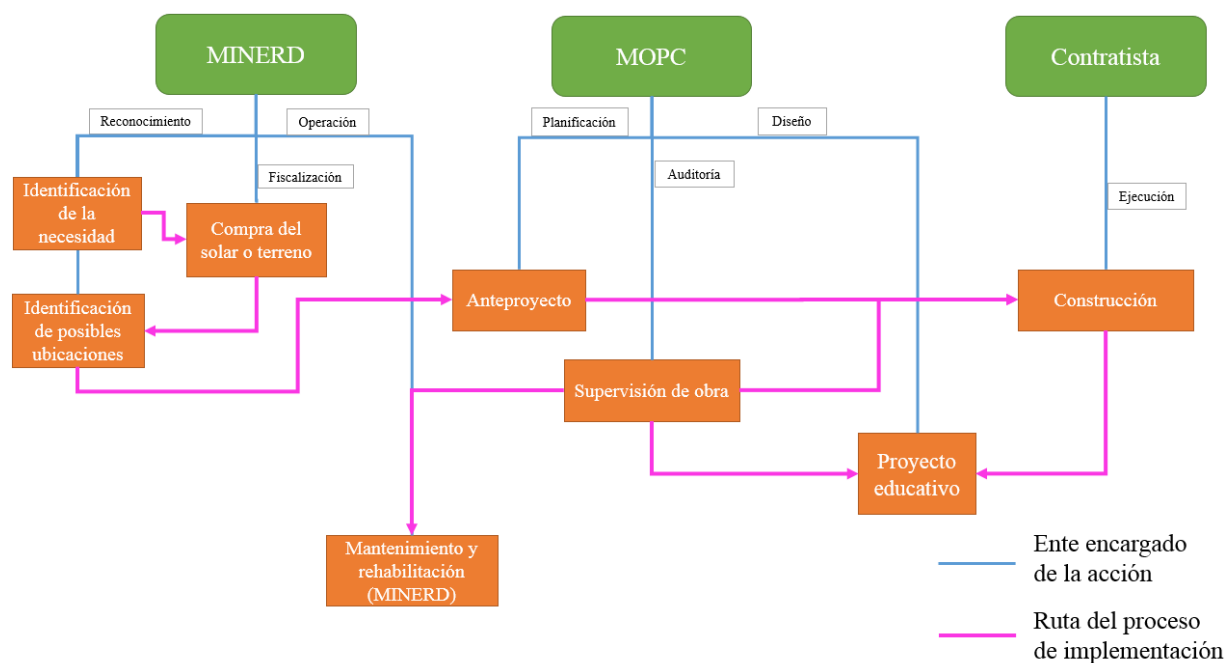


Figura 6. Proceso de implementación de una nueva escuela

Se observa que existe una responsabilidad mutua que no está claramente definida entre el MINERD y el MOPC en la procura de las nuevas escuelas dentro del PNEE. No está claro a quién corresponde la supervisión de los trabajos en obra.

El PNEE, en el cual se involucra el MOPC, parece omitir la licencia de construcción, de acuerdo con lo informado por ingenieros independientes. Además, el esquema de construcción de estas escuelas contempla un proceso de licitación con sorteo a cargo del MINERD en el cual todo ingeniero matriculado en el país tiene la capacidad de ser contratista de obra sin importar su experiencia previa o capacidad de ejecución. Una vez el proyecto es adjudicado, se da un plazo de ocho meses para la construcción de la escuela, el cual es típicamente insuficiente en los proyectos actuales, lo cual requiere de procesos administrativos para adición y prórroga contractual. Esto implica un alto riesgo para escuelas construidas por contratistas sin experiencia suficiente, donde los mecanismos de supervisión son débiles y la responsabilidad no está claramente asignada.

Al parecer, no existe ninguna revisión independiente en ninguna fase del proyecto, lo cual limita la inclusión de soluciones y metodologías del sector privado y académico.

Las autoridades aparentemente no tienen dentro de sus planes educativos la incorporación de esquemas de asociación público privada como mecanismo de procura de infraestructura educativa. Reconocen que la implementación de este tipo de esquema sería interesante pero la institucionalidad actual no permite coordinar estos proyectos entre las diferentes entidades que estarían involucradas.

5.3. Prácticas Típicas de Diseño y Construcción

Desde el punto de vista funcional, prácticamente todos los colegios cuentan con servicios públicos domiciliarios, salvo algunos casos en regiones alejadas de Santo Domingo. Algunos docentes y rectores de las escuelas visitadas manifestaron que los espacios internos de las áreas administrativas de las nuevas escuelas no son adecuados ni suficientes para desempeñar las labores académicas y administrativas con comodidad.

Respecto a las especificaciones de los diseños elaborados por el MOPC, se muestra un nivel de detalle razonable, pero estos detalles no se ejecutan durante la construcción; por ejemplo, se tiene definido un detalle de separación con junta de expansión de 5cm entre el pórtico y los muros, pero no se observó en ninguna escuela. El MOPC también hace los levantamientos topográficos, estudios de suelos y audita los costos y volúmenes ejecutados por los contratistas de obra.

El diseño estructural se realiza a través de modelos analíticos utilizando los programas informáticos de acuerdo con práctica internacional. La Figura 7 muestra un modelo para ejecutar un análisis estructural para una escuela de 3 niveles. Típicamente, un análisis estructural lineal es utilizado para el diseño estructural de escuelas. Si se ejecuta de manera correcta, un análisis lineal debiera ser suficiente para diseñar escuelas que son regulares en planta y elevación. Si la escuela es irregular, un análisis no lineal sería más apropiado.

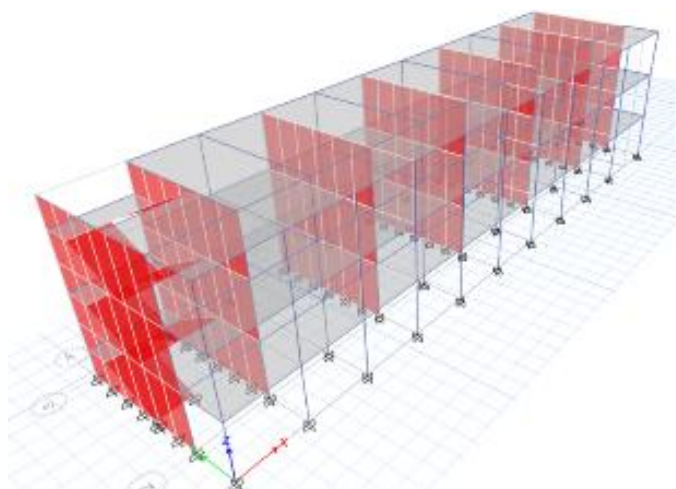


Figura 7. Modelo en ETABS para escuela de 3 niveles del MOPC

6. Entorno Financiero

6.1. Estrategia Nacional de Desarrollo del 4%

El PNEE, es conocido en el sector como la “Estrategia Nacional de Desarrollo del 4%” para la mejora de la infraestructura educativa y ha venido siendo implementado a partir del año 2012. Este plan prevé un presupuesto del MINERD de un 4% del PIB para servicios educativos e infraestructura. Además de incluir la inversión en infraestructura nueva, cubre los gastos de mantenimiento, rehabilitación, administración y operación de todo el sector.

En la Figura 8, publicada por el MINERD en su página web, se muestra cómo a partir del 2012, el presupuesto destinado al sector educativo creció de manera substancial, principalmente destinado a construcción. Para el año 2013 por ejemplo la inversión alcanzó los 30,000 millones de pesos dominicanos, aproximadamente US\$600 millones.

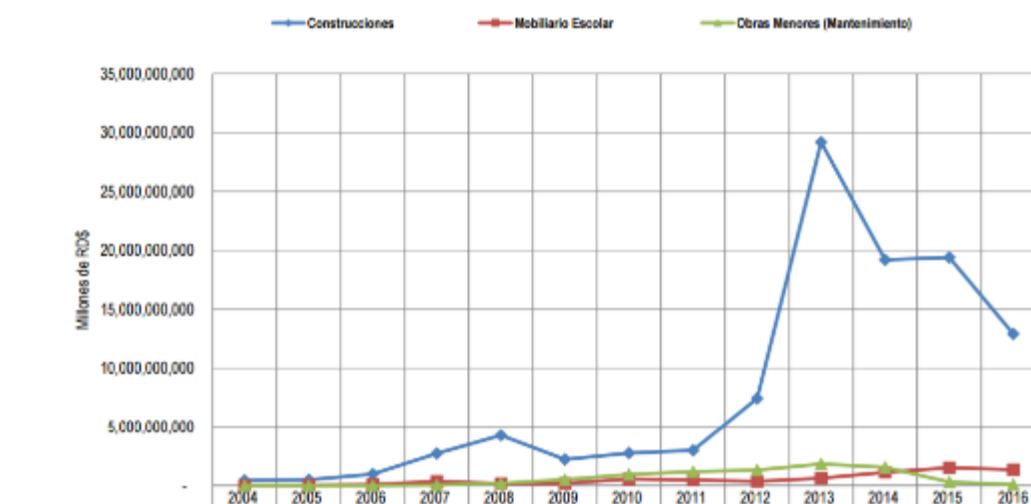


Figura 8. Inversión sector educativo para construcciones, mobiliario y mantenimiento

Actualmente la educación en RD representa uno de los desafíos más grandes para el desarrollo económico y social del país, en términos de equidad, cobertura y calidad del servicio.

En el Apéndice D, se observa como el porcentaje del PIB que se ha invertido en el sector de la educación ha subido desde el año 2012. Muestra también los gastos por programa durante el periodo 2012-2017 y se puede observar que en el año 2012 no hubo inversión en *construcción, ampliación y rehabilitación de planteles escolares*, pero a partir del año 2013, la tendencia cambia y la inversión aumenta.

Con la ampliación de la capacidad se espera cubrir en mejor forma la creciente demanda educativa, con lo cual se da la posibilidad de extender el horario de la jornada escolar a ocho horas diarias. La inversión en infraestructura escolar del año 2016 también se adjunta en el Apéndice D.

Hasta el momento las inversiones en el sector educativo provienen directamente del Presupuesto General de la Nación y se centralizan y ejecutan directamente por parte del

MINERD. Las provincias no juegan ningún papel en el esquema de oferta de educación educativa.

Los esquemas mediante los cuales se distribuyen los recursos dentro del PNEE no están claros aún.

6.2. Aseguramiento Catastrófico

Para la infraestructura educativa no existe la cultura de aseguramiento y no hay planes de incluir este aspecto en los programas de las nuevas escuelas o de las existentes. En los últimos años no ha habido pérdidas significativas por amenazas naturales, por lo cual las tasas de los seguros han bajado.

En cuanto al índice de aseguramiento catastrófico de la propiedad privada, este es bastante bajo: tan solo el 2.8% de las viviendas en el país están cubiertas como requisito ante préstamos hipotecarios y el 1.4% de las viviendas están aseguradas de manera voluntaria. RD es el penúltimo país en Latinoamérica, con la más baja tasa de penetración de primas de seguro.

Una posible solución que se podría analizar después de estudios previos es: las escuelas podrían ser aseguradas destinando un porcentaje del presupuesto del año para un fondo de contingencia el cual se usaría en caso de la ocurrencia de un desastre natural, esto con el fin de poder llegar a hacer las rehabilitaciones necesarias para tener en operación la escuela luego de una catástrofe lo más pronto posible. En RD no es obligatorio por ley contar con un seguro que proteja las instalaciones escolares en caso de un desastre natural, como lo es en países como Inglaterra.

La adquisición de seguros del sector privado para las escuelas probablemente dará un buen ratio calidad-precio cuando haya un mercado de seguros privado eficaz. Es decir, cuando haya muchos compradores y vendedores, y un alto nivel de información sobre la frecuencia y gravedad de las pérdidas por desastre sea también disponible. Hasta este punto, el principio de auto-seguro – es decir que una organización como MINERD reserva un fondo de contingencia adoptando un enfoque de cartera - puede ser una opción de mejor valor. Las dos opciones podrían funcionar lado a lado durante el período intermedio, lo que permitirá un aprendizaje mutuo sobre los riesgos inherentes. De hecho, si un mercado de seguros del sector privado se desarrollaría sólo en el mediano plazo, el MINERD podría requerir experiencia a través de entidades con experiencia específica en esta área para definir una estrategia óptima de financiamiento de riesgos.

Hoy en día, todos los proyectos de construcción de escuelas nuevas cuentan con una póliza de vicios ocultos por un plazo de un año luego de la entrega a satisfacción al MINERD. Luego de este periodo, el mantenimiento y la operación quedan en manos del Ministerio y no se mantiene ninguna responsabilidad en el constructor.

7. Conclusiones y Recomendaciones

Actualmente la educación en RD representa uno de los desafíos más grandes para el desarrollo económico y social del país, en términos de equidad, cobertura y calidad del servicio. Esta sección contiene las principales conclusiones y recomendaciones para el PNEE, para asegurar que los programas del MINERD y otros financiadores contribuyan a un resultado coordinado que atienda los principales retos resaltados en este informe y permite que las escuelas existentes y nuevas sean más seguras.

GPSS Step 1 – Revisar el Programa Nacional de Edificaciones Escolares (PNEE)

Revisar e incluir principios del diseño sísmico como la eliminación de columna corta, la reducción del peso no estructural y la regularidad en planta, que todavía no se han incluido en el programa. Revisar también el proceso de implementación, definiendo responsabilidades claras y asegurando un proceso transparente de diseño, entrega de permisos y seguimiento en obra.

Este diagnóstico y revisión será la base para la recomendación GPSS Step 5.2 Revision General del PNEE, más adelante.

GPSS Step 1 - Revisar la Base de Datos existente de la Infraestructura Escolar

La base de datos actual y oficial del MOPC no es la más completa y no es la utilizada por otras entidades gubernamentales. Antes de seguir con cualquier consolidación y otro uso, se debe revisar la existente de la base de datos y la información y su formato actual (ver recomendaciones GPSS Step 1.2 a continuación).

Los roles y responsabilidades de la gestión de esta base de datos deben ser definidas y acordadas por todos los ministros implicados para que se puedan llevar a cabo los planes y directrices descritos a continuación.

GPSS Step 1.2 - Compilación de datos de la Infraestructura Existente

La compilación de esta base de datos requiere la recolección de datos a través de encuestas escolares para capturar información específica del edificio. Información que se debe incluir también cubre elementos no-estructurales (tabiques, fachadas), arquitectónicos (marquesinas) e instalaciones. Estas encuestas informarán el plan de gestión de riesgos y ayudarán a priorizar las escuelas y las intervenciones para la inversión, siendo una herramienta de toma de decisiones de planeación y análisis de riesgo e incorporando las amenazas naturales en función de la localización y tipología estructural

GPSS Step 1.2 - Consolidar un inventario de escuelas y otras edificaciones escolares

Existen diferentes bases de datos relacionadas con distintos aspectos de la gestión de infraestructura educativa: la del MOPC, del Departamento de Planificación del MINERD y de la Oficina Nacional de Evaluación Sísmica y Vulnerabilidad de Infraestructura (ONESVIE). En general, se conoce que los campos de estas bases de datos incluyen diversas características de la infraestructura educativa como localización, número de alumnos, número de aulas entre muchos otros. Sin embargo, actualmente carecen de información técnica relacionada con los

aspectos relevantes para la evaluación de la vulnerabilidad, tales como la tipología estructural o la condición de amenazas naturales en el entorno del lugar.

GPSS Step 3.3 - Aseguramiento financiero de la infraestructura educativa

Actualmente no se cuenta con ningún esquema de aseguramiento de las escuelas existentes ni las que se están construyendo. Se recomienda explorar alternativas para que esto suceda, involucrando al sector asegurador privado; o si esto es muy costoso o difícil de implementar, estableciendo fondos contingentes en el presupuesto del MINERD que puedan activarse con facilidad ante un evento de desastre natural. En países como el Reino Unido, además de ser ley que las escuelas estén aseguradas, ambos mecanismos se utilizan. Se recomienda llevar a cabo una evaluación del estado del arte en los países de la región del Caribe y Latino América para informar a las autoridades sobre la mejor manera de implementarlo en RD.

GPSS Step 4 - Llevar a cabo un análisis de riesgo y priorización

Aprovechando la base de datos existentes y al contar con la base de datos consolidada se debe llevar a cabo un Análisis de Riesgos. Las labores de este análisis de riesgo se facilitan de manera considerable, permitiendo identificar de la mejor manera en dónde se encuentran los mayores riesgos asociados a la seguridad de la infraestructura escolar, y por ende, se facilitan las labores de priorización de los recursos disponibles. Se pueden identificar las escuelas con el mayor nivel de riesgo, evaluando cuáles presentarían el mayor número de víctimas frente a un desastre natural. Todo con el fin de identificar cuáles deben ser las primeras escuelas que deben ser intervenidas o asignar un presupuesto limitado. Como parte de este análisis, se recomienda hacer un análisis costo beneficio de diferentes opciones de rehabilitación o readecuación en comparación con la decisión de demoler y reconstruir. Esto provee un programa basado en evidencia que reduce los mayores riesgos para las inversiones programadas.

GPSS Step 5.1 - Crear unas directrices de readecuación y rehabilitación

Las tipologías existentes no varían mucho en el país, y por lo tanto se podrían desarrollar manuales de rehabilitación y readecuación. Se recomienda que una colaboración de los sectores privado internacional y local y el Ministerio de Educación se encarga de esta tarea para combinar la experiencia en el diseño de readaptación de escuelas y la comprensión contextual de los adecuados. Este enfoque garantizará un nivel de calidad a nivel nacional y en consonancia con las mejores prácticas internacionales. Estas directrices preparadas deben ser aplicadas por los especialistas de ingeniería locales, y también puede facilitar un despliegue más rápido del programa de rehabilitación.

El documento con las directrices también se puede compartir con el sector privado para las escuelas no-públicas.

GPSS Step 5.1 - Reconstrucción de Escuelas de Alto Riesgo

La reconstrucción y/o relocalización de escuelas existentes del más alto riesgo deben ser planificadas inmediatamente y realizadas lo más pronto posible (por ejemplo dentro de un año) una vez que se haya detectado cualquier amenaza natural relacionada con su ubicación.

Por ejemplo, la Escuela Básica Las Mercedes, se relocizó en cuanto se presentaron grietas en la estructura.

GPSS Step 5.2 - Plan de la infraestructura escolar a largo plazo

Definir un plan suficientemente robusto y consolidado para que trascienda los periodos administrativos del estado y basado en las tres metas de Seguridad + Accesibilidad + Sostenibilidad, para todo el sector pre-universitario, incluyendo los Centro de Atención Integral a la Primera Infancia (CAIPI). Podría contemplar la participación del sector privado en mayor medida, explorando la posibilidad de asociaciones público privadas para el diseño, construcción, operación, mantenimiento y financiación. Para su realización, se debe asegurar un alto nivel de conocimiento de esta forma de contratación, así un sistema estable para su control dentro del MINERD y un proceso transparente de la toma de decisiones. Así se mantendrá las responsabilidades a cargo del privado, reduciendo la carga administrativa del MINERD, el cual se puede enfocar en la calidad educativa y los mecanismos mediante los cuales la educación privada puede aportar al bienestar del país.

Entretanto, el MOPC se puede concentrar en los aspectos constructivos y técnicos que mejoren las especificaciones de seguridad de las escuelas que aún no han sido construidas. Esto requiere una ampliación de la capacidad técnica del MOPC en construcción de edificaciones (dada su vocación en infraestructura), por lo que se requiere de programas de capacitación y entrenamiento para fortalecer este aspecto.

GPSS Step 5.2 - Revisión general del PNEE

El actual modelo de proceso de diseño escolar debe ser revisado a fondo, para asegurar que las normas actuales y las mejores prácticas internacionales se incorporen en cada paso del diseño y construcción. Esto incluye no sólo incorporar las nuevas disposiciones sobre el código sísmico, sino también definir un plan de implementación y control de calidad para asegurar que la realización final de las escuelas coincida con la intención del diseño.

También es importante que esta actualización del PNEE esté acompañada de una fuerte estrategia de implementación de una nueva normativa en la industria local para que sea utilizada en una mayor medida.

Esta revisión general, definiendo normativas y procedimientos generales, dará un marco operativo a las recomendaciones más detalladas a continuación.

GPSS Step 5.2 - Revisar los diseños tipo de las escuelas

Después de una revisión más detallada, puede fortalecer aún más el proceso, asegurando que se elaboren y cumplan especificaciones de diseño de infraestructura educativa basadas en la existencia de amenazas naturales. El MOPC tiene la capacidad de desarrollar estudios y diseños conceptuales y de factibilidad para las escuelas. Encima podría llevar estos diseños a un nivel suficientemente detallado con la participación del sector privado. Se trata de un gran número de escuelas y es improbable que todos los colegios sean exactamente iguales. En todos los casos, sería bien procurar que los parámetros técnicos sean respetados incorporando una supervisión técnica activa en todas las etapas del proyecto.

Se recomienda especialmente que la seguridad de la infraestructura educativa sea incrementada en la etapa de diseño y construcción, incluyendo a las escuelas dentro del grupo de edificaciones esenciales para la sociedad según el código vigente y que, además de garantizar la vida de sus ocupantes, no deban sufrir daños estructurales o de otro tipo que las hagan inoperables con la ocurrencia de un evento extremo.

Se recomienda también incorporar dentro del PNEE la flexibilidad para diseños arquitectónicos diferentes para las zonas rurales o de baja densidad, optando preferiblemente por instituciones de un solo piso, en las cuales se utilicen materiales ligeros en muros y cubiertas.

También debe ponerse especial atención en el detalle y diseño de los elementos no estructurales (fachadas y tabiques), los cuales son construidos con materiales frágiles y pesados como lo son los bloques de ladrillo u hormigón, para minimizar el riesgo para los ocupantes de las escuelas.

También debe ponerse especial atención en el detalle y diseño de los elementos no estructurales (fachadas y tabiques), los cuales son construidos con materiales frágiles y pesados como lo son los bloques de ladrillo u hormigón, para minimizar el riesgo para los ocupantes de las escuelas. Se debe definir un control de calidad especial para estos elementos, ya que son de igual importancia.

También la interacción entre muros no estructurales y los elementos sismo-resistentes es clave para el compartamiento de la estructura. Se debe definir mejor la manera de asegurar las juntas de dilatación entre estos muros y los pórticos de hormigón.

GPSS Step 5.2 - Desarrollar una guía de selección de solares o terrenos

Conjuntamente con el nuevo énfasis en la compra de solares, se puede evitar que las nuevas escuelas sean construidas en lugares con amenaza de desastres naturales como deslizamientos, inundaciones o avenidas torrenciales, entre otros. Para esto, los procesos adelantados por la unidad de planeación del MINERD para seleccionar los solares o terrenos pueden evaluar la adquisición de terrenos que representen un nivel de vulnerabilidad más bajo, basado en los estudios específicos previos de amenaza y riesgo o la base de datos que incluyera esta información.

GPSS Step 5.2 - Mejorar los procedimientos de aseguramiento de la calidad:

Clarificar que la responsabilidad compartida, que no está claramente definida en la práctica, entre el MINERD y el MOPC, sea parte del papel de la nueva Dirección DIGRE. Es recomendable que la supervisión de la concepción, los diseños y los trabajos en obra se haga por parte de consultores independientes, sin conflictos de interés, asegurando que la conceptualización y el criterio no sean autoría exclusiva del MOPC. Esto permite que se incorpore el conocimiento del sector privado, la innovación y las mejores prácticas internacionales. Se recomienda separar las responsabilidades de implementación y los procesos de aprobación, transfiriendo estos últimos a una nueva unidad independiente del gobierno enfocada en la infraestructura educativa.

GPSS Step 5.2 - Mantenimiento y Rehabilitación

La principal mejora que podría incorporar el PNEE a 2020 es incorporar un plan de mantenimiento de las escuelas nuevas y existentes y rehabilitación de las existentes, el cual en la actualidad es enfocado en mejoras menores. Los planes y la base de datos resultante podrían ser parte de la nueva Dirección. Estos planes de mantenimiento pueden ayudar a aliviar muchos riesgos de elementos no estructurales para los edificios existentes. Entendemos que los costes de mantenimiento están incluidos en el presupuesto previsto del 4% del BIP como parte del PNEE.

Appendix A

Stakeholders

Stakeholders

- Oficina de cooperación Internacional OCI del MINERD
- Dirección General de Gestión de Riesgos del MINERD
- Oficina Nacional de Evaluación Sísmica y Vulnerabilidad de Infraestructura y Edificaciones ONESVIE
- Servicio Geológico Nacional SGN
- Unidad de Fiscalización del Programa Nacional de Edificaciones Escolares del MINERD
- Unidad de Rehabilitación del Programa Nacional de Edificaciones Escolares del MINERD
- Unidad de Planificación del Programa Nacional de Edificaciones Escolares del MINERD
- Dirección General de Educación Básica del MINERD
- Comisión Nacional de Emergencia
- Dirección General de Reglamentos y Sistema del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones MOPC
- Oficina de Coordinación del Plan Nacional de Edificaciones Escolares del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones MOPC
- Entrevista con el Ingeniero Leonardo Reyes Madero

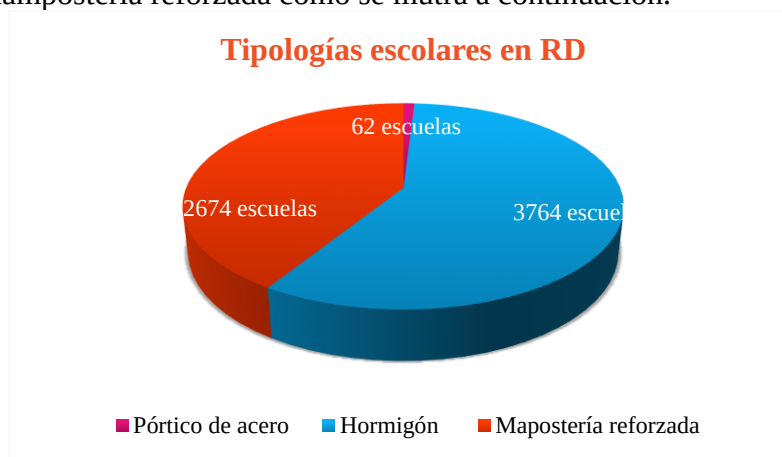
Appendix B

Tipología Escolar en República Dominicana

Tipología Escolar

En el año 2014 la Oficina Nacional de Evaluación sísmica y Vulnerabilidad de Infraestructura y Edificaciones (ONESVIE) junto con la JICA y el Servicio Geológico Nacional realizaron un proyecto acerca de la reducción de la vulnerabilidad sísmica escolar en la provincia de San Cristóbal. Durante este proyecto se realizaron visitas de campo a 316 escuelas de la provincia nombrada, con el fin de determinar el estado de las edificaciones escolares públicas. A partir de estos resultados, se encontró que de las 316 escuelas visitadas 3 eran pórticos de acero, 183 de hormigón y 130 de mampostería reforzada.

A partir de estos datos y teniendo en mente que en el país hay aproximadamente un total de 6500 escuelas, se concluye que el 1% de las escuelas son pórticos de acero, 58% de hormigón y 41% son de mampostería reforzada como se muestra a continuación.



Como ejemplo de la tipología de pórtico de acero, se encuentra el Centro de Excelencia Profesora Melba Baez de Erazo

Foto 21. Centro de Excelencia Profesora Melba Baez de Erazo



Para la tipología de hormigón, se tiene como ejemplo la Escuela Básica Hermanas Bucarelly, la cual fue construida siguiendo el PNEE.

Foto 22. Escuela Básica Hermanas Bucarelly



Finalmente entre las escuelas de mampostería reforzada se encuentra la Escuela Básica Salomé Ureña que se muestra en la foto a continuación.

Foto 23. Escuela Básica Salomé Ureña



Appendix C

Visitas de Campo

Visitas de Campo

Se realizaron evaluaciones a 10 escuelas en la zona de Santiago de los Caballeros, Santo Domingo y Bani.

A continuación se presentan fotografías en las diferentes escuelas, ilustrando alguna característica o deficiencia constructiva identificada como resultado de la revisión visual.

Foto 24. Estructura metálica en comedor con deficiencias conceptuales en el diseño y baja calidad en los detalles constructivos.

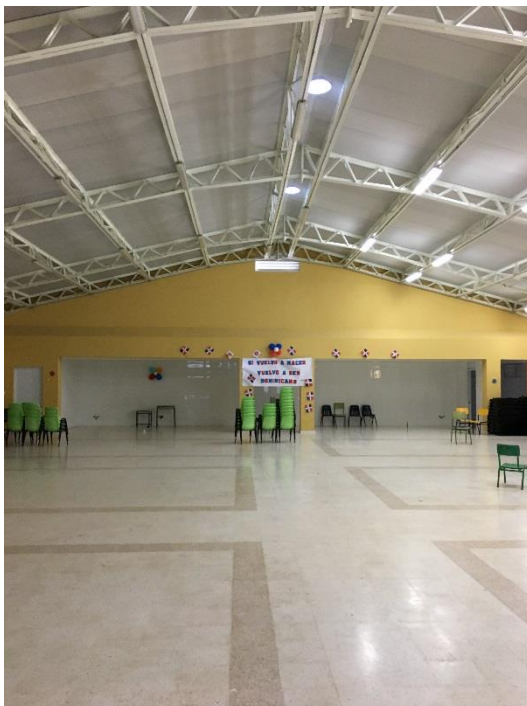


Foto 25. Cubierta de comedor Escuela General Antonio Duvergé



Foto 26. Centro Educativo de Educación Especial Santo Domingo - Pasillo en la ruta de evacuación, construido para unir dos secciones de la escuela sin criterios de seguridad o diseño sismo-resistente, o contra incendios.



Foto 27. Elementos deteriorados por falta de mantenimiento. Escuela Fidel Ferrer

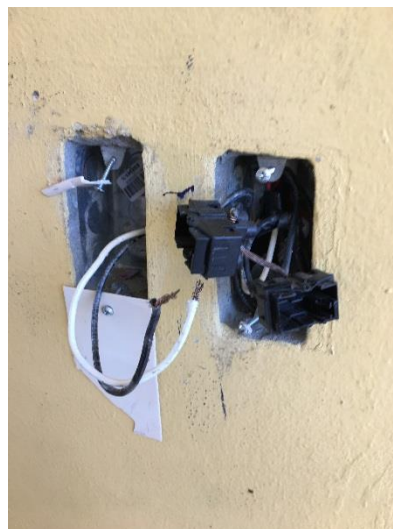


Foto 28. Viga fuerte - Columna débil. Centro Educativo Juan Bosch 1



Foto 29. Losa aligerada diseñada bidireccional con viga de borde faltante, haciendo trabajar la losa en una sola dirección. Centro Educativo Juan Bosch 1



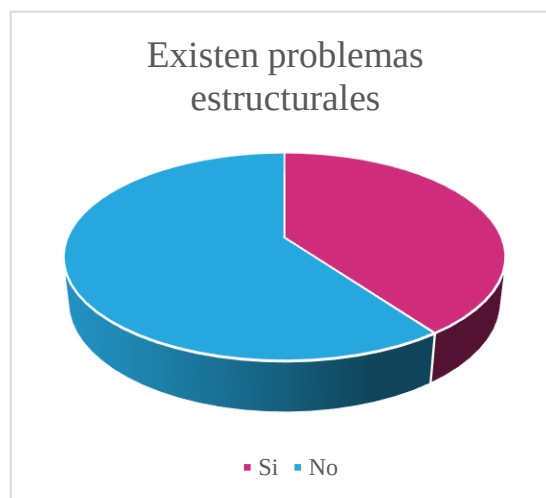
Foto 30. Juntas de expansión en accesos a las aulas (i.e., ruta de evacuación) Centro Educativo Juan Bosch



Con el fin de evaluar el estado de las escuelas, se realizó un formato el cual fue completado para cada una de las escuelas durante la visita de campo. A partir de estos formatos, los cuales se muestran más adelante, se realizaron gráficas sobre los aspectos más importantes. A continuación se muestra en la Tabla 3 el resumen de estos aspectos y luego se muestran gráficas de los mismos.

Tabla 3. Resumen formatos de la visita de campo

Escuela	Año de construcción	Ampliación	Tipología	Cantidad de edificios	Encargado de mantenimiento	Existen rutas de evacuación	Evidencia de inundaciones	Problemas estructurales
Escuela 1	1969	--	RC-MF	5	No	Si	Si	No
Escuela 2	1962	--	RC-MF	5	No	Si	Si	No
Escuela 3	En constr.	--	RC-MF	5	Si	NA	No	No
Escuela 4	En constr.	--	RC-MF	5	Si	NA	No	No
Escuela 5	n/a	1992	RC-MF	3	No	No	No	Si
Escuela 6	2015	--	RC-MF	3	Si	Si	No	No
Escuela 7	1968	2007, 2010	RC-MF	6	Si	No	No	Si
Escuela 8	2000	2014	RC-MF	5	Si	Si	No	Si
Escuela 9	1960's	2004, 2015	RC-MF	6	Si	Si	No	Si
Escuela 10	2006	--	RC-MF	2	No	Si	Si	No



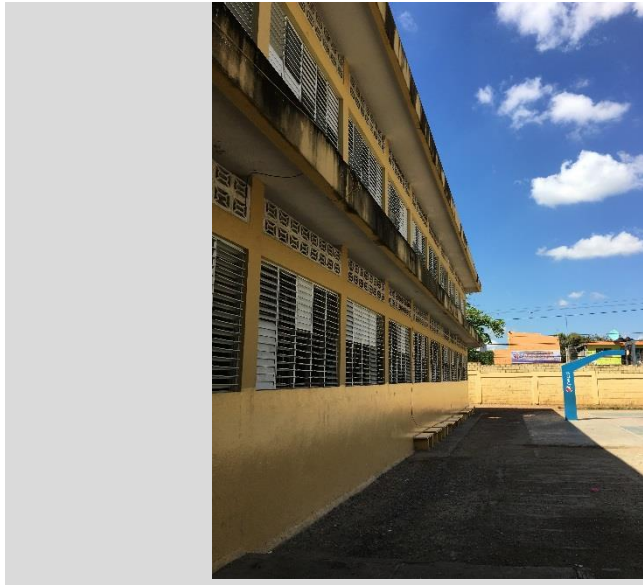
Evaluación Rápida para GPSS en DR			
Nota: Realizar registro fotográfico de las instalaciones de la escuela			
Antecedentes			
Nombre de la escuela			
Fecha	2 de marzo de 2017		
Personal de Arup			
Personal local			
Dirección			
Distrito	Honduras		
GPS Coordenadas:	Latitud:		
	Longitud:		
Revisión acerca del sitio			
Cuántos contactos locales hay?			
Nombre contacto			
Escuela (X):	Privada	☐	Pública ☒ Otro ☐
Cantidad de edificios	5		
Mantenimiento del sitio			
Existe un plan de manejo de la escuela?	Si		
Hay algún sistema en el lugar para reparar los daños o estructuras deterioradas?	Si		
La escuela tiene un presupuesto para su mantenimiento?	No		
Existen sitios/personas locales que ayuden al mantenimiento de la escuela?	Si		
Alguien está a cargo del mantenimiento?	No		
Al área de los alrededores se le está haciendo mantenimiento?	Si		
Existen rutas de evacuación?	Si		
Dentro del plan, (1) existe un plan de drenaje y (2) se consideran los sistemas de drenaje naturales y los requerimientos debido a la escorrentía?	1)	No	
	2)	Si	
Problemas Pasados			
Qué problemas ha tenido la escuela en el pasado?	Zona de inundación		
La escuela es propensa a inundaciones?	Si		
Ha habido inundaciones anteriormente?	Si		
Último evento (año):	2016/11		
Altura de la inundación (m)	0.1m		
Existen características lineales o desplazamientos verticales en el sitio que indiquen una falla?	No		
La escuela está sujeta a deslizamientos o erosión?	No		
Revisión de la vulnerabilidad del sitio ante una amenaza			
Topografía			
La escuela está alejada de la base de la pendiente?	Un poco		

Proximidad a cuerpos de agua		
La escuela está alejada de las áreas propensas a inundaciones?	Si	ft
La escuela está alejada de cuerpos de agua?	No	
La escuela está lejos de las zonas de inundación debido a tormentas?	No	
Tipo de amenaza por agua:	Huracán	
Elevación del sitio por encima del nivel del agua	84	
Existe evidencia de inundaciones?	No	
Edificios		
Función de los edificios		Aulas-Oficinas-Comedor
Número de niveles	1	Número de niveles subterráneos NA
Cuál es el uso permitido del edificio?	Escuelas	
Año de construcción	1969	
Qué autoridad aprobó la construcción del edificio?	MOPC	
Ha habido recientes adiciones, mejoras, aumentos de piso, etc?	No	
Cuáles?	NA	
Año	NA	
Se tiene planeado realizar alguna remodelación?	No	
Cuándo?	No	
Los edificios están diseñados para resistir a vientos fuertes?	No	



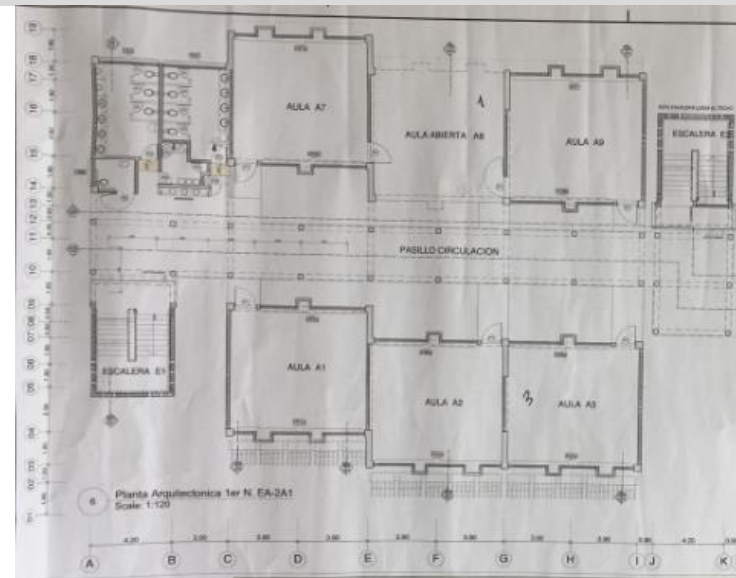
Evaluación Rápida para GPSS en DR			
Nota: Realizar registro fotográfico de las instalaciones de la escuela			
Antecedentes			
Nombre de la escuela			
Fecha	2 de marzo de 2017		
Personal de Arup			
Personal local			
Dirección			
Distrito	Honduras		
GPS Coordenadas:	Latitud:		
	Longitud:		
Revisión acerca del sitio			
Cuántos contactos locales hay?			
Nombre contacto			
Escuela (X):	Privada	☐	Pública ☒ Otro ☐
Cantidad de edificios	5		
Mantenimiento del sitio			
Existe un plan de manejo de la escuela?	Si		
Hay algún sistema en el lugar para reparar los daños o estructuras deterioradas?	No		
La escuela tiene un presupuesto para su mantenimiento?	No		
Existen sitios/personas locales que ayuden al mantenimiento de la escuela?	No		
Alguien está a cargo del mantenimiento?	No		
Al área de los alrededores se le está haciendo mantenimiento?	No		
Existen rutas de evacuación?	Si		
Dentro del plan, (1) existe un plan de drenaje y (2) se consideran los sistemas de drenaje naturales y los requerimientos debido a la escorrentía?	1)	No	
	2)	No	
Problemas Pasados			
Qué problemas ha tenido la escuela en el pasado?	Calles externas se inundan		
La escuela es propensa a inundaciones?	Si		
Ha habido inundaciones anteriormente?	Si		
Último evento (año):	2016/10		
Altura de la inundación (m)	-		
Existen características lineales o desplazamientos verticales en el sitio que indiquen una falla?	No		
La escuela está sujeta a deslizamientos o erosión?	No		
Revisión de la vulnerabilidad del sitio ante una amenaza			
Topografía			
La escuela está alejada de la base de la pendiente?	No		

Proximidad a cuerpos de agua		
La escuela está alejada de las áreas propensas a inundaciones?	No	ft
La escuela está alejada de cuerpos de agua?	Si	
La escuela está lejos de las zonas de inundación debido a tormentas?	No	
Tipo de amenaza por agua:	-	
Elevación del sitio por encima del nivel del agua	158	
Existe evidencia de inundaciones?	No	
Edificios		
Función de los edificios	Aulas-Oficinas-Comedor	
Número de niveles	2	Número de niveles subterráneos NA
Cuál es el uso permitido del edificio?	Escuelas	
Año de construcción	1962	
Qué autoridad aprobó la construcción del edificio?	MOPC	
Ha habido recientes adiciones, mejoras, aumentos de piso, etc?	No	
Cuáles?	NA	
Año	NA	
Se tiene planeado realizar alguna remodelación?	No	
Cuándo?	No	
Los edificios están diseñados para resistir a vientos fuertes?	No	



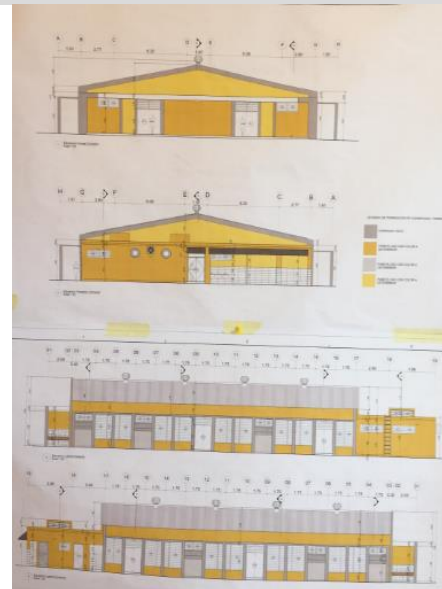
Evaluación Rápida para GPSS en DR			
Nota: Realizar registro fotográfico de las instalaciones de la escuela			
Antecedentes			
Nombre de la escuela			
Fecha	2 de marzo de 2017		
Personal de Arup			
Personal local			
Dirección			
Distrito	Santo Domingo		
GPS Coordenadas:	Latitud:		
	Longitud:		
Revisión acerca del sitio			
Cuántos contactos locales hay?			
Nombre contacto			
Escuela (X):	Privada		Pública ☒ Otro ☐
Cantidad de edificios	5		
Mantenimiento del sitio			
Existe un plan de manejo de la escuela?	Si		
Hay algún sistema en el lugar para reparar los daños o estructuras deterioradas?	NA		
La escuela tiene un presupuesto para su mantenimiento?	Si		
Existen sitios/personas locales que ayuden al mantenimiento de la escuela?	NA		
Alguien está a cargo del mantenimiento?	NA		
Al área de los alrededores se le está haciendo mantenimiento?	Si		
Existen rutas de evacuación?	NA		
Dentro del plan, (1) existe un plan de drenaje y (2) se consideran los sistemas de drenaje naturales y los requerimientos debido a la escorrentía?	1) Si		
	2) Si		
Problemas Pasados			
Qué problemas ha tenido la escuela en el pasado?		En construcción	
La escuela es propensa a inundaciones?	NA		
Ha habido inundaciones anteriormente?	NA		
Último evento (año):	NA		
Altura de la inundación (m)	-		
Existen características lineales o desplazamientos verticales en el sitio que indiquen una falla?	No		
La escuela está sujeta a deslizamientos o erosión?	No		
Revisión de la vulnerabilidad del sitio ante una amenaza			
Topografía			
La escuela está alejada de la base de la pendiente?	No		

Proximidad a cuerpos de agua			
La escuela está alejada de las áreas propensas a inundaciones?		Si	ft
La escuela está alejada de cuerpos de agua?		Si	
La escuela está lejos de las zonas de inundación debido a tormentas?		Si	
Tipo de amenaza por agua:		-	
Elevación del sitio por encima del nivel del agua		124	
Existe evidencia de inundaciones?		NA	
Edificios			
Función de los edificios	Aulas-Oficinas-Comedor		
Número de niveles	3	Número de niveles subterráneos	NA
Cuál es el uso permitido del edificio?		Escuelas	
Año de construcción		En construcción	
Qué autoridad aprobó la construcción del edificio?		MOPC	
Ha habido recientes adiciones, mejoras, aumentos de piso, etc?		NA	
Cuáles?		NA	
Año		NA	
Se tiene planeado realizar alguna remodelación?		NA	
Cuándo?		NA	
Los edificios están diseñados para resistir a vientos fuertes?		Si	



Evaluación Rápida para GPSS en DR			
Nota: Realizar registro fotográfico de las instalaciones de la escuela			
Antecedentes			
Nombre de la escuela			
Fecha	2 de marzo de 2017		
Personal de Arup			
Personal local			
Dirección			
Distrito	Santo Domingo		
GPS Coordenadas:	Latitud:		
	Longitud:		
Revisión acerca del sitio			
Cuántos contactos locales hay?			
Nombre contacto			
Escuela (X):	Privada		Pública ☒ Otro ☐
Cantidad de edificios	5		
Mantenimiento del sitio			
Existe un plan de manejo de la escuela?	Si		
Hay algún sistema en el lugar para reparar los daños o estructuras deterioradas?	NA		
La escuela tiene un presupuesto para su mantenimiento?	Si		
Existen sitios/personas locales que ayuden al mantenimiento de la escuela?	NA		
Alguien está a cargo del mantenimiento?	NA		
Al área de los alrededores se le está haciendo mantenimiento?	Si		
Existen rutas de evacuación?	NA		
Dentro del plan, (1) existe un plan de drenaje y (2) se consideran los sistemas de drenaje naturales y los requerimientos debido a la escorrentía?	1) Si		
	2) Si		
Problemas Pasados			
Qué problemas ha tenido la escuela en el pasado?		En construcción	
La escuela es propensa a inundaciones?	NA		
Ha habido inundaciones anteriormente?	NA		
Último evento (año):	NA		
Altura de la inundación (m)	-		
Existen características lineales o desplazamientos verticales en el sitio que indiquen una falla?	No		
La escuela está sujeta a deslizamientos o erosión?	No		
Revisión de la vulnerabilidad del sitio ante una amenaza			
Topografía			
La escuela está alejada de la base de la pendiente?	No		

Proximidad a cuerpos de agua			
La escuela está alejada de las áreas propensas a inundaciones?	Si	ft	
La escuela está alejada de cuerpos de agua?	Si		
La escuela está lejos de las zonas de inundación debido a tormentas?	Si		
Tipo de amenaza por agua:	-		
Elevación del sitio por encima del nivel del agua	115		
Existe evidencia de inundaciones?	NA		
Edificios			
Función de los edificios	Aulas-Oficinas-Comedor		
Número de niveles	3	Número de niveles subterráneos	NA
Cuál es el uso permitido del edificio?	Escuelas		
Año de construcción	En construcción		
Qué autoridad aprobó la construcción del edificio?	MOPC		
Ha habido recientes adiciones, mejoras, aumentos de piso, etc?	NA		
Cuáles?	NA		
Año	NA		
Se tiene planeado realizar alguna remodelación?	NA		
Cuándo?	NA		
Los edificios están diseñados para resistir a vientos fuertes?	Si		



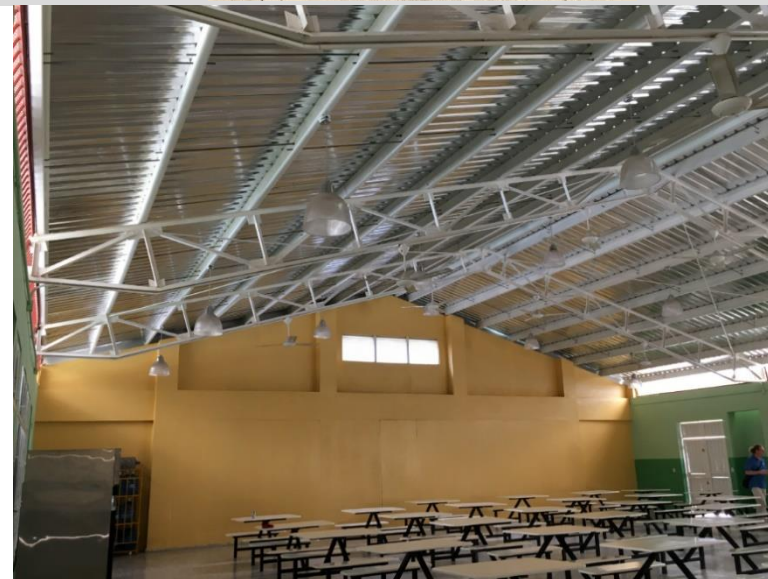
Evaluación Rápida para GPSS en DR			
Nota: Realizar registro fotográfico de las instalaciones de la escuela			
Antecedentes			
Nombre de la escuela			
Fecha	2 de marzo de 2017		
Personal de Arup			
Personal local			
Dirección	Esquina Altagracia		
Distrito			
GPS Coordenadas:	Latitud:		
	Longitud:		
Revisión acerca del sitio			
Cuántos contactos locales hay?			
Nombre contacto			
Escuela (X):	Privada		Pública X Otro
Cantidad de edificios	3		
Mantenimiento del sitio			
Existe un plan de manejo de la escuela?	Si		
Hay algún sistema en el lugar para reparar los daños o estructuras deterioradas?	No		
La escuela tiene un presupuesto para su mantenimiento?	No		
Existen sitios/personas locales que ayuden al mantenimiento de la escuela?	No		
Alguien está a cargo del mantenimiento?	No		
Al área de los alrededores se le está haciendo mantenimiento?	No		
Existen rutas de evacuación?	No		
Dentro del plan, (1) existe un plan de drenaje y (2) se consideran los sistemas de drenaje naturales y los requerimientos debido a la escorrentía?	1) No		
	2) No		
Problemas Pasados			
Qué problemas ha tenido la escuela en el pasado?	Asentamientos		
La escuela es propensa a inundaciones?	No		
Ha habido inundaciones anteriormente?	No		
Último evento (año):	NA		
Altura de la inundación (m)	-		
Existen características lineales o desplazamientos verticales en el sitio que indiquen una falla?	No		
La escuela está sujeta a deslizamientos o erosión?	No		
Revisión de la vulnerabilidad del sitio ante una amenaza			
Topografía			
La escuela está alejada de la base de la pendiente?	No		

Proximidad a cuerpos de agua			
La escuela está alejada de las áreas propensas a inundaciones?		Si	ft
La escuela está alejada de cuerpos de agua?		Si	
La escuela está lejos de las zonas de inundación debido a tormentas?		Si	
Tipo de amenaza por agua:		-	
Elevación del sitio por encima del nivel del agua		394	
Existe evidencia de inundaciones?		NA	
Edificios			
Función de los edificios		Aulas-Oficinas-Comedor	
Número de niveles	1	Número de niveles subterráneos	NA
Cuál es el uso permitido del edificio?	Escuelas (fuera de servicio)		
Año de construcción			
Qué autoridad aprobó la construcción del edificio?	MOPC		
Ha habido recientes adiciones, mejoras, aumentos de piso, etc?	No		
Cuáles?	NA		
Año	NA		
Se tiene planeado realizar alguna remodelación?	No		
Cuándo?	-		
Los edificios están diseñados para resistir a vientos fuertes?	No		



Evaluación Rápida para GPSS en DR			
<i>Nota: Realizar registro fotográfico de las instalaciones de la escuela</i>			
Antecedentes			
Nombre de la escuela			
Fecha	2 de marzo de 2017		
Personal de Arup			
Personal local			
Dirección			
Distrito	Santo Domingo		
GPS Coordenadas:	Latitud:		
	Longitud:		
Revisión acerca del sitio			
Cuántos contactos locales hay?			
Nombre contacto			
Escuela (X):	Privada		Pública ☒ Otro ☐
Cantidad de edificios	3		
Mantenimiento del sitio			
Existe un plan de manejo de la escuela?	Si		
Hay algún sistema en el lugar para reparar los daños o estructuras deterioradas?	No		
La escuela tiene un presupuesto para su mantenimiento?	Si		
Existen sitios/personas locales que ayuden al mantenimiento de la escuela?	Si		
Alguien está a cargo del mantenimiento?	Si		
Al área de los alrededores se le está haciendo mantenimiento?	Si		
Existen rutas de evacuación?	Si		
Dentro del plan, (1) existe un plan de drenaje y (2) se consideran los sistemas de drenaje naturales y los requerimientos debido a la escorrentía?	1) Si		
	2) Si		
Problemas Pasados			
Qué problemas ha tenido la escuela en el pasado?	No		
La escuela es propensa a inundaciones?	NA		
Ha habido inundaciones anteriormente?	NA		
Último evento (año):	NA		
Altura de la inundación (m)	-		
Existen características lineales o desplazamientos verticales en el sitio que indiquen una falla?	No		
La escuela está sujeta a deslizamientos o erosión?	No		
Revisión de la vulnerabilidad del sitio ante una amenaza			
Topografía			
La escuela está alejada de la base de la pendiente?	No		

Proximidad a cuerpos de agua			
La escuela está alejada de las áreas propensas a inundaciones?	Si	ft	
La escuela está alejada de cuerpos de agua?	Si		
La escuela está lejos de las zonas de inundación debido a tormentas?	Si		
Tipo de amenaza por agua:	-		
Elevación del sitio por encima del nivel del agua	247		
Existe evidencia de inundaciones?	NA		
Edificios			
Función de los edificios		Aulas-Oficinas-Comedor	
Número de niveles	3	Número de niveles subterráneos	NA
Cuál es el uso permitido del edificio?	Escuelas		
Año de construcción	2015		
Qué autoridad aprobó la construcción del edificio?	MOPC		
Ha habido recientes adiciones, mejoras, aumentos de piso, etc?	No		
Cuáles?	NA		
Año	NA		
Se tiene planeado realizar alguna remodelación?	No		
Cuándo?	NA		
Los edificios están diseñados para resistir a vientos fuertes?	Si		



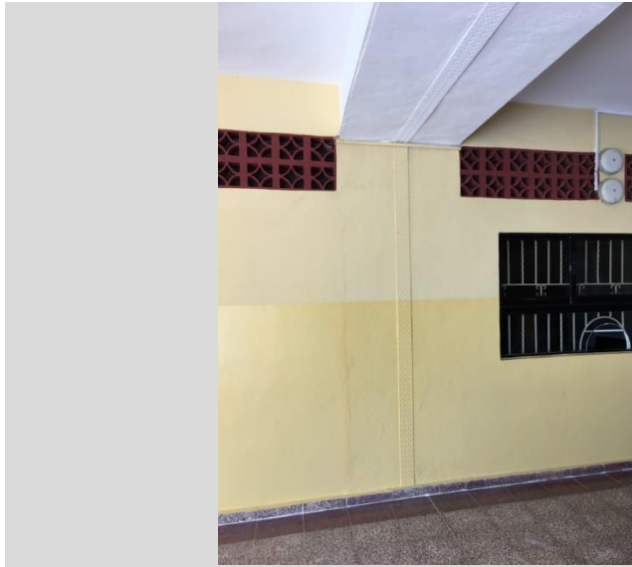
Evaluación Rápida para GPSS en DR			
Nota: Realizar registro fotográfico de las instalaciones de la escuela			
Antecedentes			
Nombre de la escuela			
Fecha	2 de marzo de 2017		
Personal de Arup			
Personal local			
Dirección			
Distrito	Santiago		
GPS Coordenadas:	Latitud:		
	Longitud:		
Revisión acerca del sitio			
Cuántos contactos locales hay?			
Nombre contacto			
Escuela (X):	Privada	☐	Pública ☒ Otro ☐
Cantidad de edificios	6		
Mantenimiento del sitio			
Existe un plan de manejo de la escuela?	No		
Hay algún sistema en el lugar para reparar los daños o estructuras deterioradas?	Si		
La escuela tiene un presupuesto para su mantenimiento?	Si		
Existen sitios/personas locales que ayuden al mantenimiento de la escuela?	No		
Alguien está a cargo del mantenimiento?	Si		
Al área de los alrededores se le está haciendo mantenimiento?	Si		
Existen rutas de evacuación?	No		
Dentro del plan, (1) existe un plan de drenaje y (2) se consideran los sistemas de drenaje naturales y los requerimientos debido a la escorrentía?	1)	Si	
	2)	Si	
Problemas Pasados			
Qué problemas ha tenido la escuela en el pasado?	Pequeñas grietas		
La escuela es propensa a inundaciones?	No		
Ha habido inundaciones anteriormente?	No		
Último evento (año):	NA		
Altura de la inundación (m)	NA		
Existen características lineales o desplazamientos verticales en el sitio que indiquen una falla?	Si		
La escuela está sujeta a deslizamientos o erosión?	Si		
Revisión de la vulnerabilidad del sitio ante una amenaza			
Topografía			
La escuela está alejada de la base de la pendiente?	No		

Proximidad a cuerpos de agua			
La escuela está alejada de las áreas propensas a inundaciones?		Si	ft
La escuela está alejada de cuerpos de agua?		Si	
La escuela está lejos de las zonas de inundación debido a tormentas?		SI	
Tipo de amenaza por agua:		NA	
Elevación del sitio por encima del nivel del agua		582	
Existe evidencia de inundaciones?		NA	
Edificios			
Función del edificio	Aulas-Oficinas		
Número de niveles	1	Número de niveles subterráneos	NA
Cuál es el uso permitido del edificio?	Escuelas/Oficinas/Almacenamiento		
Año de construcción	2010		
Qué autoridad aprobó la construcción del edificio?	MOPC		
Ha habido recientes adiciones, mejoras, aumentos de piso, etc?			Si
Cuáles?	Cambio de luces		
Año	2011		
Se tiene planeado realizar alguna remodelación?			No
Cuándo?			No
Los edificios están diseñados para resistir a vientos fuertes?			No



Evaluación Rápida para GPSS en DR			
Nota: Realizar registro fotográfico de las instalaciones de la escuela			
Antecedentes			
Nombre de la escuela			
Fecha	2 de marzo de 2017		
Personal de Arup			
Personal local			
Dirección			
Distrito	Santo Domingo		
GPS Coordenadas:	Latitud:		
	Longitud:		
Revisión acerca del sitio			
Cuántos contactos locales hay?			
Nombre contacto			
Escuela (X):	Privada		Pública ☒ Otro ☐
Cantidad de edificios	5		
Mantenimiento del sitio			
Existe un plan de manejo de la escuela?	Si		
Hay algún sistema en el lugar para reparar los daños o estructuras deterioradas?	No		
La escuela tiene un presupuesto para su mantenimiento?	Si		
Existen sitios/personas locales que ayuden al mantenimiento de la escuela?	Si		
Alguien está a cargo del mantenimiento?	Si		
Al área de los alrededores se le está haciendo mantenimiento?	Si		
Existen rutas de evacuación?	Si		
Dentro del plan, (1) existe un plan de drenaje y (2) se consideran los sistemas de drenaje naturales y los requerimientos debido a la escorrentía?	1) Si		
	2) Si		
Problemas Pasados			
Qué problemas ha tenido la escuela en el pasado?	Problemas de columna corta		
La escuela es propensa a inundaciones?	No		
Ha habido inundaciones anteriormente?	No		
Último evento (año):	NA		
Altura de la inundación (m)	-		
Existen características lineales o desplazamientos verticales en el sitio que indiquen una falla?	No		
La escuela está sujeta a deslizamientos o erosión?	No		
Revisión de la vulnerabilidad del sitio ante una amenaza			
Topografía			
La escuela está alejada de la base de la pendiente?	Si		

Proximidad a cuerpos de agua			
La escuela está alejada de las áreas propensas a inundaciones?		Si	ft
La escuela está alejada de cuerpos de agua?		Si	
La escuela está lejos de las zonas de inundación debido a tormentas?		Si	
Tipo de amenaza por agua:		-	
Elevación del sitio por encima del nivel del agua		103	
Existe evidencia de inundaciones?		NA	
Edificios			
Función de los edificios		Aulas-Oficinas-Comedor	
Número de niveles	2	Número de niveles subterráneos	No
Cuál es el uso permitido del edificio?		Escuelas	
Año de construcción		2000-2015	
Qué autoridad aprobó la construcción del edificio?		MOPC	
Ha habido recientes adiciones, mejoras, aumentos de piso, etc?		Si	
Cuáles?		Edificio nuevo donado por Cuba	
Año		2014	
Se tiene planeado realizar alguna remodelación?		No	
Cuándo?		NA	
Los edificios están diseñados para resistir a vientos fuertes?		Si	



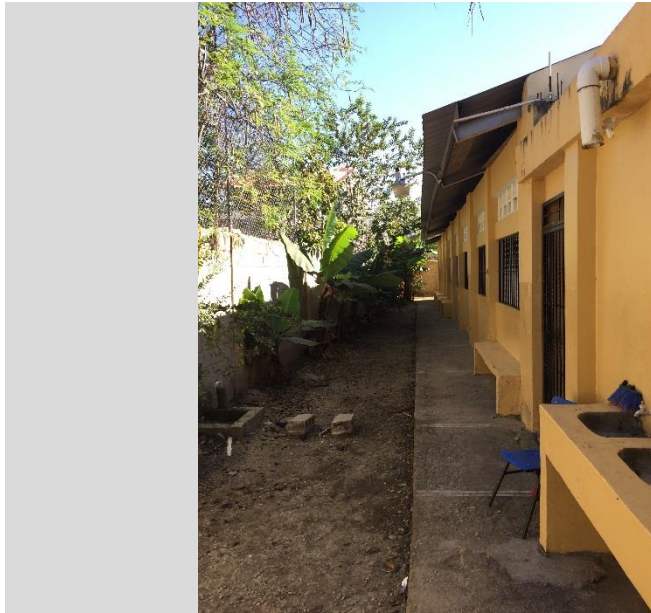
Evaluación Rápida para GPSS en DR			
Nota: Realizar registro fotográfico de las instalaciones de la escuela			
Antecedentes			
Nombre de la escuela			
Fecha	2 de marzo de 2017		
Personal de Arup			
Personal local			
Dirección			
Distrito	Santiago		
GPS Coordenadas:	Latitud:		
	Longitud:		
Revisión acerca del sitio			
Cuántos contactos locales hay?			
Nombre contacto			
Escuela (X):	Privada	☐	Pública ☒ Otro ☐
Cantidad de edificios	6		
Mantenimiento del sitio			
Existe un plan de manejo de la escuela?	Si		
Hay algún sistema en el lugar para reparar los daños o estructuras deterioradas?	Si		
La escuela tiene un presupuesto para su mantenimiento?	Si		
Existen sitios/personas locales que ayuden al mantenimiento de la escuela?	Si		
Alguien está a cargo del mantenimiento?	Si		
Al área de los alrededores se le está haciendo mantenimiento?	Si		
Existen rutas de evacuación?	Si		
Dentro del plan, (1) existe un plan de drenaje y (2) se consideran los sistemas de drenaje naturales y los requerimientos debido a la escorrentía?	1)-		
	2)-		
Problemas Pasados			
Qué problemas ha tenido la escuela en el pasado?	Sobrepoblado		
La escuela es propensa a inundaciones?	No		
Ha habido inundaciones anteriormente?	No		
Último evento (año):	NA		
Altura de la inundación (m)	NA		
Existen características lineales o desplazamientos verticales en el sitio que indiquen una falla?	No		
La escuela está sujeta a deslizamientos o erosión?	No		
Revisión de la vulnerabilidad del sitio ante una amenaza			
Topografía			
La escuela está alejada de la base de la pendiente?	No		

Proximidad a cuerpos de agua			
La escuela está alejada de las áreas propensas a inundaciones?	Si	ft	
La escuela está alejada de cuerpos de agua?	Si		
La escuela está lejos de las zonas de inundación debido a tormentas?	SI		
Tipo de amenaza por agua:	NA		
Elevación del sitio por encima del nivel del agua	576		
Existe evidencia de inundaciones?	NA		
Edificios			
Función de los edificios		Aulas-Oficinas-Comedor	
Número de niveles	1-2	Número de niveles subterráneos	NA
Cuál es el uso permitido del edificio?	Escuelas		
Año de construcción	2004-2008		
Qué autoridad aprobó la construcción del edificio?	MOPC		
Ha habido recientes adiciones, mejoras, aumentos de piso, etc?	Si		
Cuáles?	Cambio de terraza a aula		
Año	2015		
Se tiene planeado realizar alguna remodelación?	No		
Cuándo?	No		
Los edificios están diseñados para resistir a vientos fuertes?	No		



Evaluación Rápida para GPSS en DR			
<i>Nota: Realizar registro fotográfico de las instalaciones de la escuela</i>			
Antecedentes			
Nombre de la escuela			
Fecha	2 de marzo de 2017		
Personal de Arup			
Personal local			
Dirección			
Distrito	Santiago		
GPS Coordenadas:	Latitud:		
	Longitud:		
Revisión acerca del sitio			
Cuántos contactos locales hay?			
Nombre contacto			
Escuela (X):	Privada	☐	Pública ☒ Otro ☐
Cantidad de edificios	2		
Mantenimiento del sitio			
Existe un plan de manejo de la escuela?	Si		
Hay algún sistema en el lugar para reparar los daños o estructuras deterioradas?	No		
La escuela tiene un presupuesto para su mantenimiento?	Si		
Existen sitios/personas locales que ayuden al mantenimiento de la escuela?	Si		
Alguien está a cargo del mantenimiento?	No		
Al área de los alrededores se le está haciendo mantenimiento?	No		
Existen rutas de evacuación?	Si		
Dentro del plan, (1) existe un plan de drenaje y (2) se consideran los sistemas de drenaje naturales y los requerimientos debido a la escorrentía?	1)	No	
	2)	No	
Problemas Pasados			
Qué problemas ha tenido la escuela en el pasado?	Inundaciones 1.5m		
La escuela es propensa a inundaciones?	Si		
Ha habido inundaciones anteriormente?	Si (3)		
Último evento (año):	2016		
Altura de la inundación (m)	1-1.5m		
Existen características lineales o desplazamientos verticales en el sitio que indiquen una falla?	No		
La escuela está sujeta a deslizamientos o erosión?	No		
Revisión de la vulnerabilidad del sitio ante una amenaza			
Topografía			
La escuela está alejada de la base de la pendiente?	No		

Proximidad a cuerpos de agua			
<u>La escuela está alejada de las áreas propensas a inundaciones?</u>	No	ft	
<u>La escuela está alejada de cuerpos de agua?</u>	No		
<u>La escuela está lejos de las zonas de inundación debido a tormentas?</u>	No		
<u>Tipo de amenaza por agua:</u>	Rio		
<u>Elevación del sitio por encima del nivel del agua</u>	500		
<u>Existe evidencia de inundaciones?</u>	Si		
Edificios			
<u>Función de los edificios</u>		Aulas-Oficinas-Comedor	
<u>Número de niveles</u>	1	<u>Número de niveles subterráneos</u>	NA
<u>Cuál es el uso permitido del edificio?</u>	Escuelas		
<u>Año de construcción</u>			
<u>Qué autoridad aprobó la construcción del edificio?</u>	MOPC		
<u>Ha habido recientes adiciones, mejoras, aumentos de piso, etc?</u>	No		
<u>Cuáles?</u>	NA		
<u>Año</u>	NA		
<u>Se tiene planeado realizar alguna remodelación?</u>	No		
<u>Cuándo?</u>	No		
<u>Los edificios están diseñados para resistir a vientos fuertes?</u>	No		



Appendix D

Entorno Financiero

Figura 9. Evolución del porcentaje dado del PIB para el sector de educación

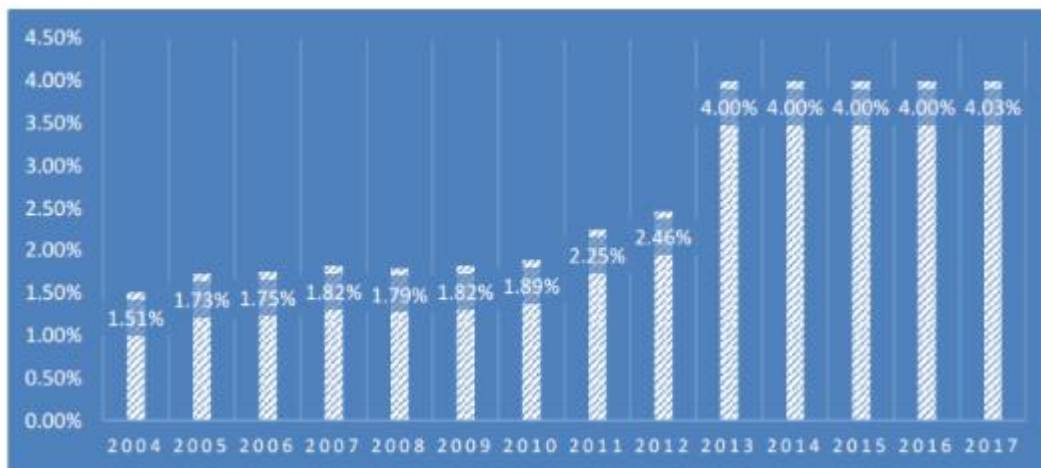


Figura 10. Distribución de gastos por programa (2012-2014)

	PROGRAMAS	PRESUPUESTO 2012	PRESUPUESTO 2013	TASA DE CRECIMIENTO 2012-2013	PRESUPUESTO 2014	TASA DE CRECIMIENTO 2013-2014
1	ACTIVIDADES CENTRALES	10,436,819,040	12,570,766,592	20.45%	5,185,127,420	-58.75%
2	PROYECTOS CENTRALES	8,475,675,598	1,625,712,388	-80.82%	103,339,779	-93.64%
11	SERVICIOS TÉCNICOS PEDAGÓGICOS	2,203,645,125	3,756,456,314	70.47%	1,795,848,248	-52.19%
12	SERVICIOS DE EDUCACIÓN INICIAL	498,476,475	260,234,474	-47.79%	3,421,643,150	1214.83%
13	SERVICIOS DE EDUCACIÓN BÁSICA	18,568,368,432	20,978,892,151	12.98%	34,552,039,097	64.70%
14	SERVICIOS DE EDUCACIÓN MEDIA	6,060,277,896	6,839,808,921	12.86%	10,294,131,966	50.50%
15	SERVICIOS DE EDUCACIÓN ADULTOS	1,536,576,416	3,760,679,180	144.74%	2,625,755,923	-30.18%
16	SERVICIOS DE BIENESTAR ESTUDIANTIL	4,061,012,255				
17	CONSTRUCCIONES		30,914,772,878		34,464,948,615	11.48%
98	ADMINISTRACIÓN DE CONTRIBUCIONES ESPECIALES	6,749,571,335	12,064,580,350	78.75%	8,388,473,219	-30.47%
99	BIENESTAR MAGISTERIAL		6,856,216,752		8,338,982,897	21.63%

Entorno Financiero

Figura 11. Distribución de gastos por programa (2014-2017)

PROGRAMAS	2015	2016	Var%	2017	Var%
1 Actividades Centrales	6,768,584,172	12,728,068,675	88.05%	13,100,913,100	2.93%
2 Proyectos Centrales	1,000,000,000	1,195,216,000	19.52%	950,000,000	-20.52%
11 Servicios Técnicos Pedagógicos	8,633,003,434	2,644,720,199	-69.37%	2,129,646,602	-19.48%
12 Servicios De Educación Inicial	2,964,366,632	3,260,407,790	9.99%	4,229,965,539	29.74%
13 Servicios De Educación Básica	37,199,428,502	44,113,162,138	18.59%	51,460,998,218	16.66%
14 Servicios De Educación Media	14,463,672,612	16,937,938,568	17.11%	21,917,392,734	29.40%
15 Servicios De Educación Adultos	6,169,534,374	6,025,970,338	-2.33%	6,160,329,148	2.23%
16 Servicios de Bienestar Estudiantil	-	-	-	17,572,588,459	100.00%
17 Construcción, ampliación Y Rehabilitación De Planteles Escolares	23,414,456,215	19,251,124,076	-17.78%	13,626,051,441	-29.22%
18 Formación, Capacitación y Certificación Docente	-	3,414,550,042	-	3,414,550,042	0.00%
98 Administración De Contribuciones Especiales	7,545,985,391	7,039,080,441	-6.72%	8,347,023,516	18.58%
99 Administración De Activos, Pasivos Y Transferencias	11,204,193,768	13,263,444,273	18.38%	89,661,201	-99.32%
TOTAL	119,363,225,100	129,873,684,556	8.81%	142,999,120,000	9.32%

Figura 12. Inversión en la infraestructura escolar

Denominaciones	Metas	Nombres de productos	Monto
Intervención en construcción de aulas	131	Arrastre Solares	1,001,595,915
	1,960	Arrastre Aulas	10,410,172,000
Intervención en Mantenimiento Escolar (Rehabilitación Menor)	1,359	Aulas Rehabilitadas	700,000,000
Intervención en Ampliación & Mejoramiento Equipamiento Escolar	1,120	Arrastre Equipamiento	497,973,457
Intervención en Tecnologías de Apoyo a los Aprendizaje	7,254	Planteles con servicios de TIC Beneficiados	254,000,000
	284	Aulas con rincones tecnológicos	87,000,000
	203	Planteles con laboratorios	105,000,000
Programa Atención Primera Infancia	21	Arrastre Estancias	656,000,000
	40	Arrastre Estancias	1,280,000,000
	20	Arrastre Estancias	640,000,000
			15,631,741,372

Appendix E

Documentos Revisados

Documentos Revisados

1	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	Carribean ARA Wind Speed Maps and Tables from Report	
2	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	DR code eval1026	Recomendaciones provisionales para el análisis sísmico de estructuras
3	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	DR World Bank Insurance Industry	Gestión financiera y aseguramiento del riesgo de desastres en DR
4	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	Executive_Summory_004	Resumen del sismo ocurrido en enero de 2010 y la respuesta frente al mismo
5	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	Haiti DR Vs30	Imagen Haiti y DR Vs30
6	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	Haiti Earthquake Ziggy draft note	Resumen del sismo ocurrido en enero de 2010 y backgroud de Haiti (Estándares de diseño, probabilidad de ocurrencia, etc)
7	21 Feb 2017	ARUP	Presentación	pdf	Haiti_Earthquake_20100127_UC_Berkeley	Presentación realizada por la universidad de Berkeley acerca del sismo en Haiti
8	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	USGS_EERI_HAITI_V1.1	Resumen del sismo ocurrido en enero de 2010 y backgroud de Haiti (Estándares de diseño, probabilidad de ocurrencia, etc), daños encontrados después del sismo
9	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	Housing in Hurricanes MinimumStandars_Part2	Diseños mínimos de los estándares de diseños para huracanes
10	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	Report	Rule of Law Around the World
11	21 Feb 2017	ARUP	Cálculos	xls	Copy of copy_of_wip_rule_of_law_in dex_historical_data_file	Base de datos rule of law
12	21 Feb 2017	ARUP	Cálculos	xls	Copy of 2015_CPI_data	Base de datos índice de corrupción

Documentos Revisados

13	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	DB16-CS-DwCP	Evaluación de la calidad de control y mecanismos de seguridad (dealing with construction permits)
14	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	DB16-Full-Reduced	Informe sobre el programa 'Doing Business'
15	21 Feb 2017	ARUP	Cálculos	xls	file	Base de datos Dealing with construction permits
16	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	TCI BG 2014	Guie para la construcción en Islas Turcas y Caicos
17	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	Roadmap for Safer Schools	Alcance sistemático para mejorar la seguridad de la infraestructura de escuelas ante una amenaza
18	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	MINERD, Solicitud Asistencia Técnica Programa Global de Escuelas seguras	Solicitud de asistencia técnica por parte del GPSS
19	21 Feb 2017	World Bank	Presentación	pdf	WB_Disaster Risk in School Infrastructure WECDRR 2016 - v3_ES	Presentación acerca del programa GPSS
20	21 Feb 2017	World Bank	Presentación	ppt	WB_Disaster Risk in School Infrastructure WECDRR 2016 - v3	Presentación acerca del programa GPSS
21	21 Feb 2017	World Bank	Presentación	ppt	WB_Disaster Risk in School Infrastructure WECDRR 2016 - v3_ES FINAL	Presentación acerca del programa GPSS
22	21 Feb 2017	World Bank	Reporte	docx	Introduction - ToRs Diagnosis Mission	Diagnóstico de la Misión DR
23	21 Feb 2017	World Bank	Cálculos	xls	GPSS_Cronograma Actividades	Actividades y cronograma tipo para GPSS
24	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	docx	Informe ejecutivo Rep Dom MINERD	Índice De Seguridad De Centros Educativos De La Republica Dominicana

Documentos Revisados

25	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	docx	Informe ejecutivo Ntr Sra del Carmen MINERD	Índice De Seguridad De Centros Educativos De La Republica Dominicana
26	21 Feb 2017	ARUP	Cálculos	xls	Herramienta Preliminar_índice de seguridad escolar	Formato para conocer el índice de seguridad de los elementos estructurales
27	21 Feb 2017	ARUP	Presentación	ppt	Índice de seguridad escolar	Presentación acerca del índice de seguridad escolar DR
28	21 Feb 2017	World Bank	Reporte	docx	Orden Departamental 18-2016	Documento legal
29	21 Feb 2017	World Bank	Reporte	pdf	School Risk Assessment in San Cristobal	Informe Evaluación de riesgo de las escuelas en San Cristóbal
30	21 Feb 2017	World Bank	Reporte	ppt	Guia_Técnica Escuelas_Seguras	Guía técnica para la evaluación de escuelas
31	21 Feb 2017	World Bank	Presentación	pdf	Evaluación sismo-resistencia nuevas escuelas	Evaluación cualitativa de la calidad sismo resistente, accesibilidad, ubicación y funcionalidad de los nuevos planteles escolares
32	21 Feb 2017	World Bank	Reporte	pdf	Reglamento sísmico	Reglamento para el análisis y diseño sísmico de estructuras
33	21 Feb 2017	World Bank	Reporte	pdf	Decreto 348-16	Documento legal
34	21 Feb 2017	World Bank	Cálculos	xls	Coordenadas Edificaciones Escolares	Inventario coordenadas escuelas San Cristóbal
35	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	docx	Informe revisión capas EIGEO	Informe del proceso de revisión de las capas de datos existentes del EIGEO
36	21 Feb 2017	World Bank	Cálculos	folder	Fichas de Metadatos	Datos acerca de DR se encuentran en una carpeta
37	21 Feb 2017	ARUP	Reporte	pdf	Comprehensive_school_safet y	Comprehensive school safety framework (documento del cual se tomaron los tres pilares (roadmap))

Documentos Revisados

38	21 Feb 2017	World Bank	E-mail/Carta	docx	Invitación BM Evento Roadmap Safer Schools Enero 2017 - MINERD	Invitación al Evento « A Roadmap for Safer Schools » 30 al 31 de enero de 2017
39	21 Feb 2017	World Bank	E-mail/Carta	pdf	Respuesta MINERD Evento Londres	Respuesta a la invitación Evento « A Roadmap for Safer Schools » 30 al 31 de enero de 2017
40	06 Mar 2017	MINERD	Reporte	pdf	Consideraciones Presupuesto 2017 Ministerio de Educación	Presupuesto Ministerio de Educación 2017
41	06 Mar 2017	MINERD	Reporte	pdf	Gastos del Ministerio de Educación 2004-2016	Gastos presupuesto Ministerio de Educación 2004-2016
42	06 Mar 2017	MINERD	Reporte	pdf	r-023	Reglamento plantas físicas escolares
43	06 Mar 2017	MINERD	Reporte	pdf	r-007	Reglamento para proyectar sin barreras arquitectónicas
44	06 Mar 2017	MINERD	Reporte	pdf	r-004	Supervisión e inspección general de obras
45	18 Abr 2017	MINERD	Otro	Otro	Capa Inundación Nov 2016.shp	Capa de inundaciones en República Dominicana
46	18 Abr 2017	MINERD	Otro	Otro	Capa Inundación Nov 2016.shp.xml	Capa de inundaciones en República Dominicana
47	18 Abr 2017	MINERD	Otro	Otro	Capa inundación Nov 2016.shx	Capa de inundaciones en República Dominicana
48	18 Abr 2017	MINERD	Otro	Otro	inundaciones.shp	Capa de inundaciones en República Dominicana
49	18 Abr 2017	MINERD	Otro	Otro	inundaciones.shp.xml	Capa de inundaciones en República Dominicana
50	18 Abr 2017	MINERD	Otro	Otro	inundaciones.shx	Capa de inundaciones en República Dominicana

Documentos Revisados

51	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	Circular 2 ME-CCC-PU-2016-03-GD	Contratación de obras civiles para la reparación de planteles escolares, afectados por las lluvias del país
52	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	CIRCULAR No.3 de Respuesta ME-CCC-PU-2016-03-GD	Respuesta a contratación de obras civiles para la reparación de planteles escolares, afectados por las lluvias del país
53	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	Enmienda No.2 ME-CCC-PU-2016-03-GD	Enmienda a contratación de obras civiles para la reparación de planteles escolares, afectados por las lluvias del país
54	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	Pliego de condiciones para la construcción de obras	Pliego de condiciones específicas para la contratación de obras
55	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	dwg	C.e.HERMANOS TREJO REFORZAMIENTO	Reforzamiento estructural C.E. Hermanos Trejo
56	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	C.e.HERMANOS TREJO REFORZAMIENTO-Model 2	Reforzamiento estructural C.E. Hermanos Trejo
57	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	C.e.HERMANOS TREJO REFORZAMIENTO-Model	Reforzamiento estructural C.E. Hermanos Trejo
58	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Dirección General de GdR	Escuelas visitadas por la dirección general de gestión de riesgo, junto con comentarios
59	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	Reg. Instituciones educativas privadas	Reglamento de las instituciones educativas privadas
60	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	Estratigrafía 01 01 17 Francisco Javier-Model	Plano estratigráfico centro educativo Francisco Javier Suero
61	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	Granulometría,01 01 17	Composición granulométrica del material centro educativo Francisco García
62	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	Hojas de Campo,01 01 17	Formulario de campo, investigación del sub-suelo centro educativo Francisco García Suero

Documentos Revisados

63	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	Humedad	Ensayos de contenido de humedad centro educativo Francisco García Suero
64	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	Informe, Centro Educativo	Informe sobre investigación geotécnica para la construcción del proyecto centro educativo Francisco Javier Suero
65	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	Limites,01 01 17	Límites de Atterberg centro educativo Francisco García Suero
66	18 Abr 2017	MINERD	Cálculos	folder	ETABS	Evaluación vulnerabilidad sísmica archivos realizados en el software ETABS
67	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	(EST-01) PLANTA DE FUNDACIONES (BLOQUES 1- 5)	Planta de fundaciones escuela Catalina de Pou
68	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	(EST-02) DETALLES MUROS Y ZAPATAS (BLOQUES 1- 5)	Detalles muros y zapatas escuela Catalina de Pou
69	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	(EST-04) PORTICSO (BLOQUES 1- 5)	Pórticos escuela Catalina de Pou
70	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	EST-03 PLANTA DE ESTRUCTURAL (BLOQUES 1- 5)	Planta de la estructura escuela Catalina de Pou
71	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	ESC. CATALINA POU EC-101-Model	Planos planta general escuela Catalina de Pou
72	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	ESC. CATALINA POU EC-102-Model	Planos planta general escuela Catalina de Pou
73	18 Abr 2017	MINERD	Cálculos	folder	SAFE	
74	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	REPORTE ANALISIS SISMICO ESCUELA CATALINA DE POU	Informe evaluación de vulnerabilidad sísmica escuela Catalina Pou (Barahona)

Documentos Revisados

75	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	docx	Informe 2016 Primera Versión	Programa nacional de edificaciones escolares
76	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	xls	Relación de Centros con Plateles Y Más Datos 2016-2017	Hoja de Excel con información sobre varios centros educativos
77	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	TIPOLOGIAS ESCOLARES EN REP DOM	Breve historia de las tipologías constructivas que han sido usadas en la infraestructura educativa de RD
78	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Centro Educativo Jornada Extendida Alejandrina R.	Ficha técnica de infraestructuras
79	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Centro Educativo Las Tres Veredas	Ficha técnica de infraestructuras
80	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica El Guineo Afuera	Ficha técnica de infraestructuras
81	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica Francisco Mateo(Los Candonguitos)	Ficha técnica de infraestructuras
82	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica Francisco Mateo	Ficha técnica de infraestructuras
83	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica Hoyo Prieto	Ficha técnica de infraestructuras
84	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica La Gina Marcada	Ficha técnica de infraestructuras
85	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica La Siembra	Ficha técnica de infraestructuras
86	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica Las Avispas	Ficha técnica de infraestructuras
87	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica Los Jíbaros	Ficha técnica de infraestructuras
88	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica Marino Garabito I	Ficha técnica de infraestructuras

Documentos Revisados

89	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica Marino Garabito II	Ficha técnica de infraestructuras
90	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica Santana	Ficha técnica de infraestructuras
91	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica Vallejito Abajo	Ficha técnica de infraestructuras
92	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica Victor M. Linares(Guineo Adentro)	Ficha técnica de infraestructuras
93	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica Zumbí	Ficha técnica de infraestructuras
94	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Nuestra Señora de Fátima	Ficha técnica de infraestructuras
95	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Primaria José Manuel Duvergé (Los Mineros)	Ficha técnica de infraestructuras
96	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Primaria Monteada Nueva	Ficha técnica de infraestructuras
97	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	Final Matriz de Vulnerabilidad Escuelas Final 17-03 - 14	Matriz final de vulnerabilidad de las escuelas
98	18 Abr 2017	MINERD	Reporte	pdf	Informe Final JICA 25-03-14 (1)	Reducción de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones escolares de la provincia de San Cristóbal
99	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Liceo Marino Garabito II	Ficha técnica de infraestructuras
100	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	MAPA DE EXPOSICION PROVINCIA SC	Mapa de exposición
101	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	MAPA DE RIESGO PROVINCIA SC	Mapa de riesgo

Documentos Revisados

102	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	MAPA DE VULNERABILIDAD DE SITIO PROVINCIA SC	Mapa de vulnerabilidad
103	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	MAPA DE VULNERABILIDAD FISICA ESTRUCTURAL PROVINCIA SC	Mapa de vulnerabilidad
104	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	Matriz de Exposición Final 17-03-14	Matriz final de exposición de las escuelas
105	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	VULNERABILIDAD FISICA ESTRUCTURAL MUNICIPIO BAJOS DE HAINA	Mapa de vulnerabilidad física estructural
106	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	VULNERABILIDAD FISICA ESTRUCTURAL MUNICIPIO CAMBITA GARABITOS	Mapa de vulnerabilidad física estructural
107	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	VULNERABILIDAD FISICA ESTRUCTURAL MUNICIPIO LOS CACAOS	Mapa de vulnerabilidad física estructural
108	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	VULNERABILIDAD FISICA ESTRUCTURAL MUNICIPIO SABANA GRANDE DE PALENQUE	Mapa de vulnerabilidad física estructural
109	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	VULNERABILIDAD FISICA ESTRUCTURAL MUNICIPIO SAN CRISTOBAL	Mapa de vulnerabilidad física estructural
110	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	VULNERABILIDAD FISICA ESTRUCTURAL	Mapa de vulnerabilidad física estructural

Documentos Revisados

					MUNICIPIO SAN GREGORIO DE NIGUA	
111	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	VULNERABILIDAD FISICA ESTRUCTURAL MUNICIPIO VILLA ALTAGRACIA	Mapa de vulnerabilidad física estructural
112	18 Abr 2017	MINERD	Drawing	pdf	VULNERABILIDAD FISICA ESTRUCTURAL MUNICIPIO YAGUATE	Mapa de vulnerabilidad física estructural
113	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica Inicial Gonzalo Reyes	Ficha técnica de infraestructuras
114	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica La Juliana	Ficha técnica de infraestructuras
115	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica Media Cara	Ficha técnica de infraestructuras
116	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica República Las Bahamas	Ficha técnica de infraestructuras
117	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela el Fundo	Ficha técnica de infraestructuras
118	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Centro Ed. Sonia Alt. Peña	Ficha técnica de infraestructuras
119	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Centro Educativo Sonia Altagracia Peña	Ficha técnica de infraestructuras
120	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Centro Educativo Felipe Soto	Ficha técnica de infraestructuras
121	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Centro Educativo Genaro Doñé	Ficha técnica de infraestructuras
122	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Centro Educativo Antonio Guzmán Fernández	Ficha técnica de infraestructuras

Documentos Revisados

123	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Centro Ed. María del R.	Ficha técnica de infraestructuras
124	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	María del Rosario Almanzar	Ficha técnica de infraestructuras
125	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Centro Ed. Pedro Henríquez Ureña	Ficha técnica de infraestructuras
126	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Centro Educativo Salomé Ureña	Ficha técnica de infraestructuras
127	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Centro Educativo Tulio Manuel Cestero	Ficha técnica de infraestructuras
128	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Aurora Estela Núñez	Ficha técnica de infraestructuras
129	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Felicia Cuesta Díaz	Ficha técnica de infraestructuras
130	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Básica San José	Ficha técnica de infraestructuras
131	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Doña Sien de León	Ficha técnica de infraestructuras
132	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela La Lomita	Ficha técnica de infraestructuras
133	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Levantamiento Fotográfico SGN- La Lomita	Ficha técnica de infraestructuras (levantamiento fotográfico)
134	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Nueva Estrella	Ficha técnica de infraestructuras
135	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Primaria Elías Polanco	Ficha técnica de infraestructuras
136	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Levantamiento Foto. Escuela Elías Polanco	Ficha técnica de infraestructuras (levantamiento fotográfico)
137	18 Abr 2017	MINERD	Spreadsheet	xls	Escuela Guarionex Ferreira	Ficha técnica de infraestructuras

Documentos Revisados

138	08 May 2017	World Bank	Reporte	pdf	CEPAL 1979 David y Federico	Repercusiones socio-económicas de los huracanes David y Federico
139	08 May 2017	World Bank	Reporte	pdf	CEPAL 1998 Hurricane Georges	Repercusiones socio-económicas del huracán Georges
140	08 May 2017	World Bank	Reporte	pdf	CEPAL 2003 floods	Repercusiones de las inundaciones durante el año 2003
141	08 May 2017	World Bank	Reporte	pdf	CEPAL 2004 Hurricane Jeanne	Repercusiones socio-económicas del huracán Jeanne
142	08 May 2017	World Bank	Reporte	pdf	CEPAL 2008 Storm Noel	Repercusiones socio-económicas de la tormenta Noel
143	08 May 2017	World Bank	Reporte	pdf	Revista-CODIA-Ing maderá-Sismoresistencia en escuelas	Revista técnico-científica del Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores
144	08 May 2017	World Bank	Reporte	pdf	Evaluación Post-sismo y Lecciones Aprendidas	Evaluación del sismo ocurrido el 22 de septiembre de 2003 y lo aprendido a partir de este

Appendix F

Memorandos Amenazas Naturales

Introduction

Arup International Development has been contracted by the World Bank to provide technical support to the GFDRR Global Programme for Safer Schools (GPSS) for their mission in The Dominican Republic. Through the GPSS, GFDRR supports safe school facility programs in countries where the government has made a firm commitment to a reform or investment program in the education sector. GFDRR is providing technical assistance to ensure that such education sector programs finance safe school facilities.

The Dominican Republic is subject to a variety of natural hazards, which pose a significant threat to the population. Arup has carried out a high level review of the hazards, in particular in relation to schools. The intent is that this initial work can be continued by the local team and combined with GIS data of specific school locations to understand which schools have higher risk of exposure to hazards. Combined with the survey data, this could eventually influence decision making on possible relocation for high risk schools and/or acceptance of risk for existing school sites.

Haiti and the Dominican Republic are both situated on the island of Hispaniola with Haiti comprising the western third and the Dominican Republic comprising the eastern two-thirds. Both countries have been exposed to significant natural hazard events with earthquakes and tropical storms / hurricanes leading to the most prevalent economic and human losses. Both countries have populations in the order of 10 million people, however, historically Haiti has been more vulnerable to natural hazards with greater human and socioeconomic losses.

Nevertheless, the consequences from natural disasters emphasises the importance of the GRDRR safe schools initiative in the Dominican Republic. The first step in this process is to identify the range and level of hazard affecting schools. Therefore, an evaluation of the geohazards affecting the Dominican Republic will help as a prioritization tool for selecting which schools to survey, and understand where sites may be either suitable or inappropriate/challenging for upgrade.

Seismic hazard

Geological and tectonic setting

Mexico, Central America and the Caribbean are geologically and tectonically relatively young and therefore quite dynamic and unstable. There is a complex tectonic regime that has developed in the last 12-15 million years. The island of Hispaniola is situated on a plate boundary between the Caribbean and North American plates where it is 250 km wide (Figure 1).

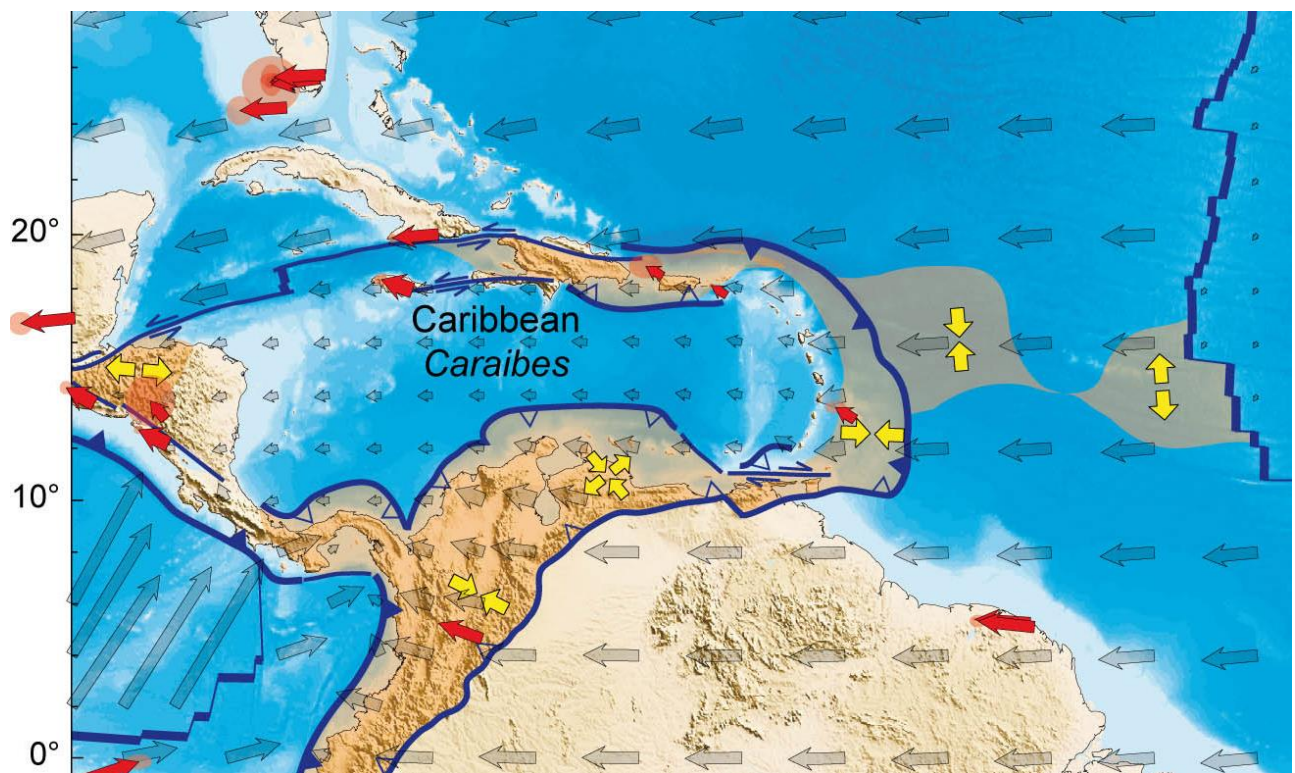


Figure 1 – Tectonic setting of the Caribbean region (Berger, 2015).

This plate boundary is particularly complex in that, in addition to the predominant left-lateral strike-slip motions between the two plates, there are two converging subducting slabs beneath the Greater Antilles Crust where Hispaniola is situated (Figure 2). Over time, the tectonic motions have imparted a complex set of fault systems over the region with a variety of focal mechanisms. The predominant fault system orientation is NE-SW (Mann et al. 1990, 1995) which largely controls the topographic structure of the island. Shallow crustal earthquakes are prevalent with focal depths of local events suggesting that the seismogenic crust extends to a depth of approximately 45 km (Geomatrix, 2007). In addition, there is the potential for deeper subduction slab related events to occur.

The geology of the island can be characterised by Cretaceous volcanic rocks that have been metamorphosed and have subsequently been intruded during the Cretaceous and the Tertiary. In addition, there is a complex sequence of Cretaceous sedimentary rocks. This is overlain by Pleistocene sediments with low-lying and coastal locations typically underlain by marine and coral reef deposits. Due to the regions tropical climate, intensive weathering has produced a thick regolith cover and variable weathering profile.

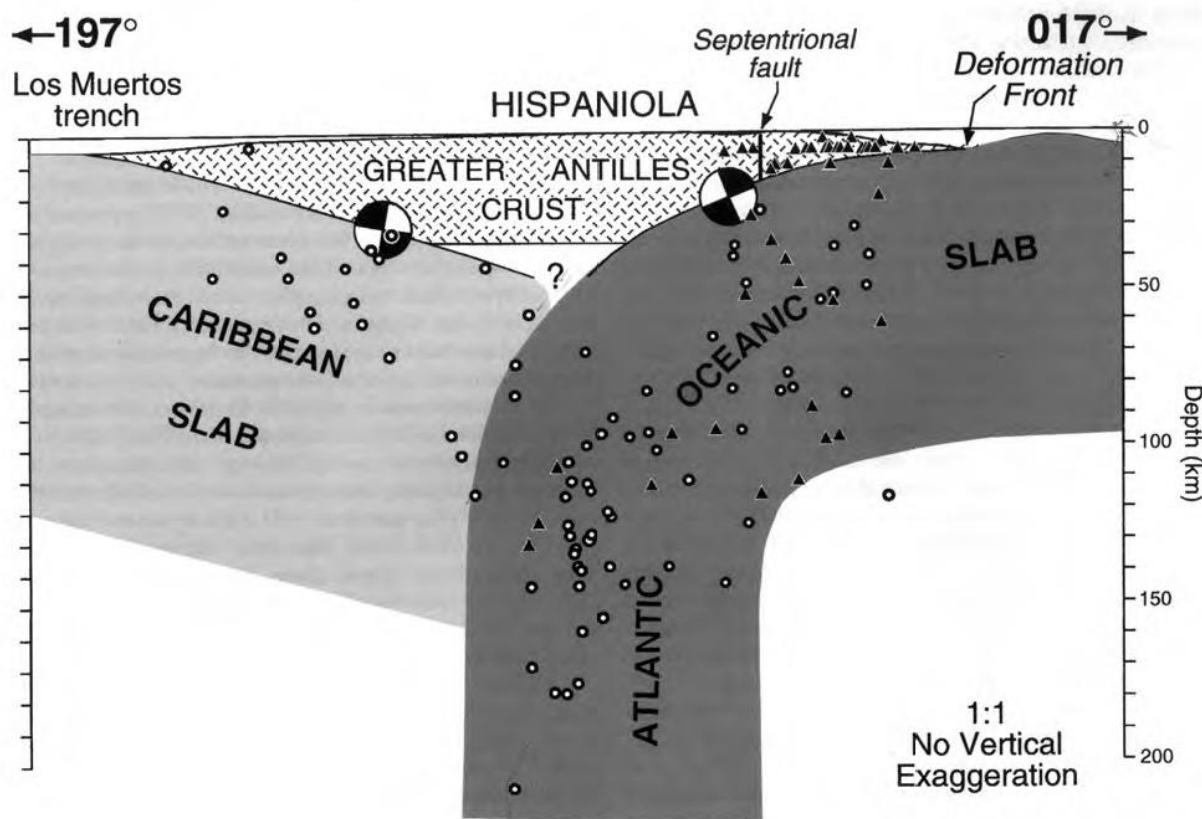


Figure 2 – Cross section of tectonic regime beneath Hispaniola (Byrne et al., 1985).

Seismicity

The Dominican Republic is situated a region of high seismic activity. Hispaniola has very good historical record of seismicity with records of events since 1564. An inventory of significant earthquake events greater than 6.0M since 1564 is presented in Table 1. Note the apparent increase in frequency of events post-1900, this is due to the development of instrumental earthquake monitoring rather a natural increase in the number of events. The moderate to large seismic events (>5.0M) are represented on the seismicity map presented in Figure 3. The map shows events from 1564 to 2007 and thus does not include the 2010 event in Haiti.

Table 1 – Significant earthquake events (>6.0M) in the region since 1564 (Various sources).

Year	Month	Day	Depth (km)	Magnitude	Epicentral distance
1564	4	20	Unknown	7	90
1691	1	1	Unknown	7.7	56
1701	11	9	10	6.6	284
1751	10	18	Unknown	8	6
1751	11	21	Unknown	7.5	228
1770	6	3	10	7.5	284

Year	Month	Day	Depth (km)	Magnitude	Epicentral distance
1776	1	30	0	6.3	76
1784	7	29	Unknown	6.8	299
1830	4	14	10	6.6	262
1842	1	1	Unknown	7.7	208
1860	10	23	Unknown	6.6	273
1897	12	29	Unknown	6.6	142
1911	10	6	0	6.9	84
1916	4	25	80	7.2	6
1918	10	11	60	7.5	273
1943	7	29	25	7.9	284
1946	8	4	60	8.1	140
1946	10	4	50	6.5	164
1953	5	31	Unknown	7.2	172
1962	1	8	Unknown	6.5	58
1971	6	11	57	6.5	62
1972	9	19	Unknown	6.1	122
1979	3	23	80	6.1	118
1984	6	24	20	6.6	94
2003	9	22	10	6.4	168
2010	12	01	13	7.0	270

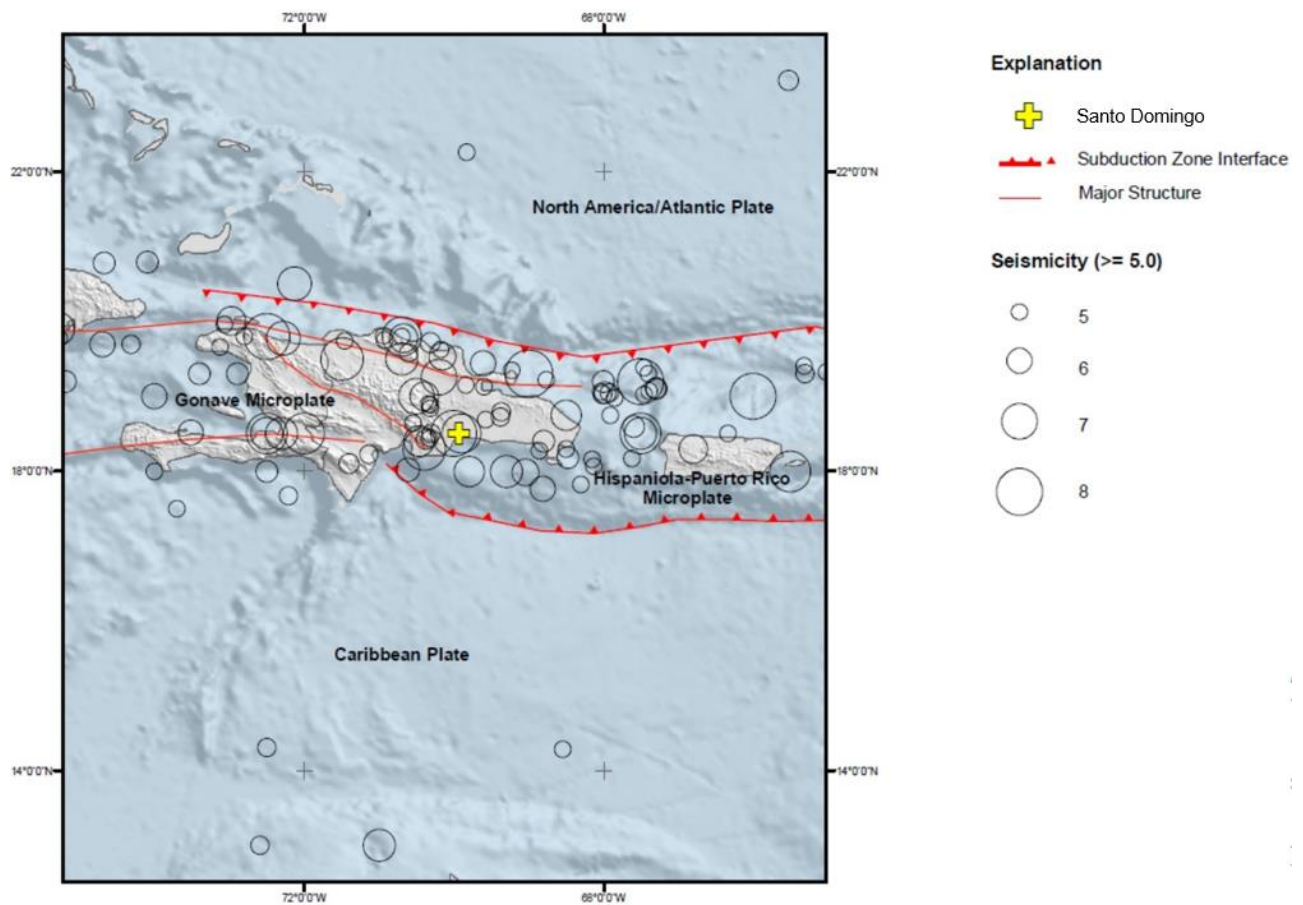


Figure 3 – Seismicity map of moderate to large earthquakes ($>5.0M$) from 1564 to 2007 (Geomatrix, 2007).

Seismic hazard

The seismic hazard map for Hispaniola after the USGS (2011) is presented in Figure 4; this shows the bedrock peak ground acceleration (PGA) for a return period of 475 years. The largest ground motions, with PGA values up to 0.8g, are associated with fault structures to the north of the Dominican Republic. Most of the Dominican Republic is characterised by hazard values of 0.3 to 0.6g with an area of lower hazard to the southwest of the country with hazard values less than 0.3g.

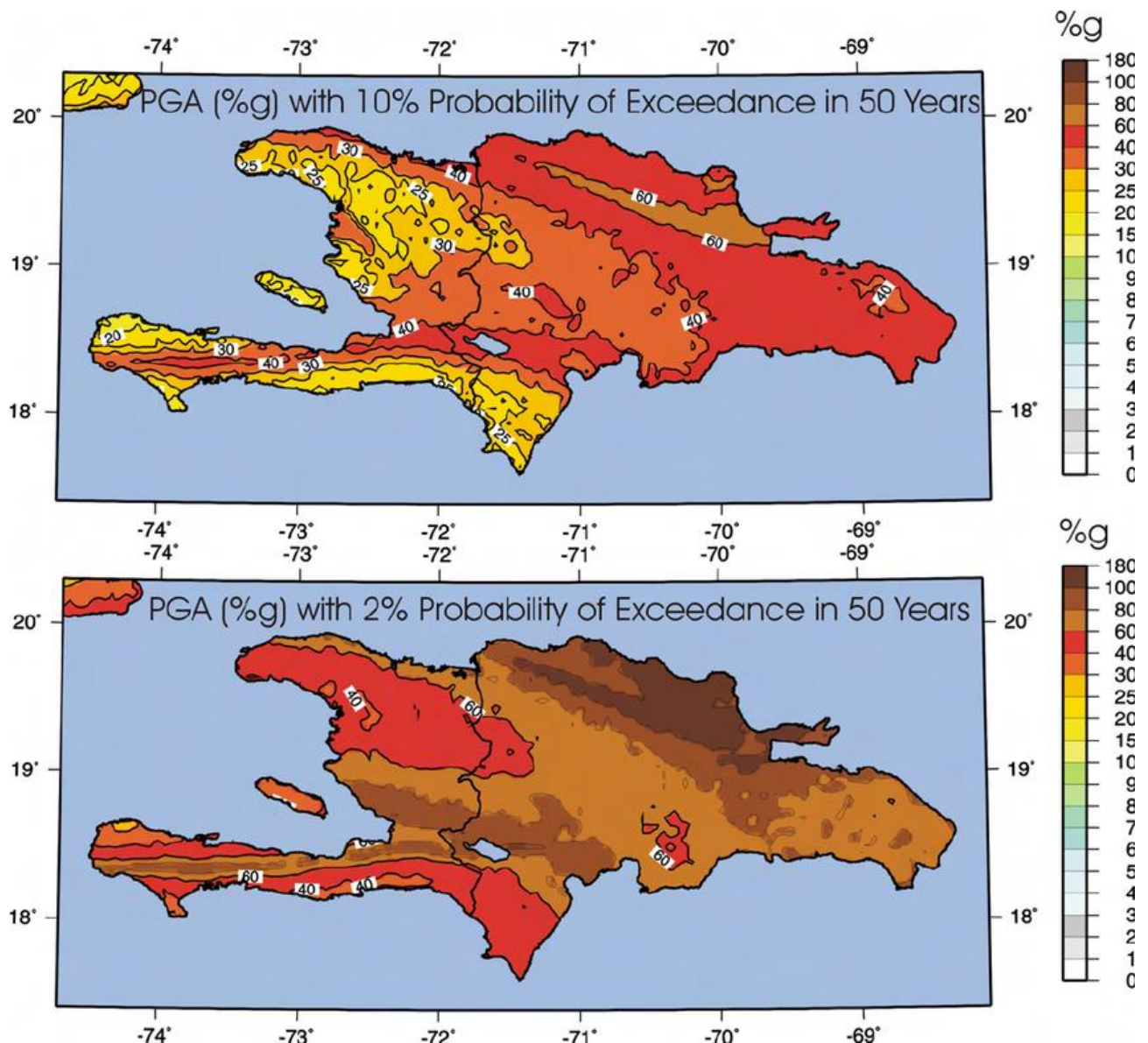


Figure 4 – Seismic hazard maps for the island of Hispanola (Haiti and Dominican Republic) for 475 and 2,475 year return periods (USGS, 2011).

As part of the decade for natural disaster reduction, the United Nations carried out the Global Seismic Hazard Assessment programme (GSHAP) in order to produce a seismic hazard map of the world. The project consisted of several studies on a sub-regional scale that were then integrated into regional maps and subsequently into a global map (Giardini et al., 1999). The seismic hazard map for North America was compiled by Shedlock & Tanner (1999) and is presented in Figure 5. While this large scale map does not show the same detail as Figure 4, the hazard values of 0.3 to 0.5g are consistent.

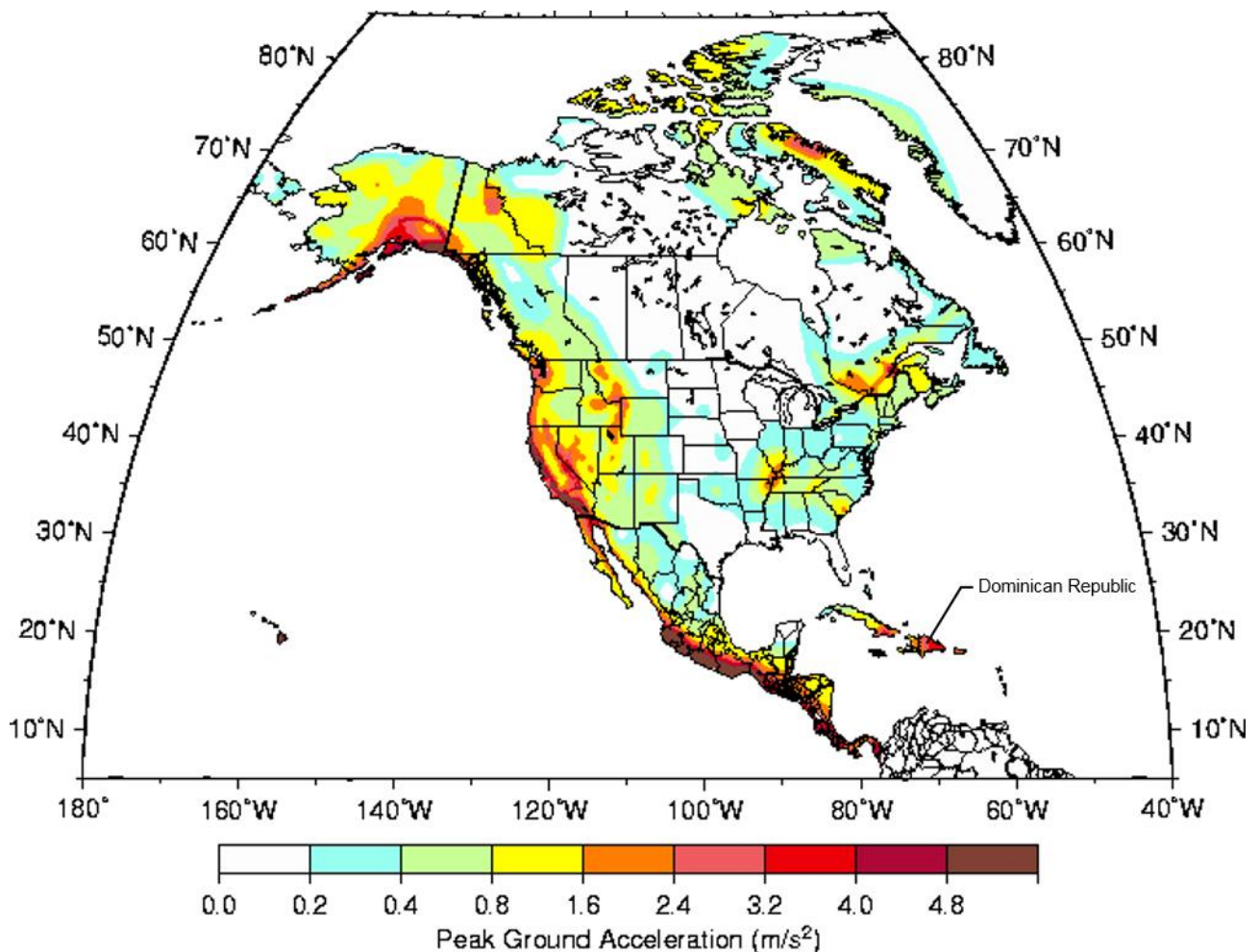


Figure 5 – Seismic hazard maps for North America for a 475 year return period (Shedlock & Tanner, 1999).

Local site conditions / soil amplification

In addition to hazard maps developed for bedrock ground shaking, it is also important to gain an understanding of the site conditions for any particular site. Ideally, field-based V_{s30} data would be obtained for each site, to better characterize the geology of the upper 30m. Poorly consolidated sedimentary material (low V_{s30} values), typical of low-lying areas subject to flooding, can significantly amplify earthquake-induced ground shaking; in extreme examples, even leading to liquefaction where the sediment is water saturated (Section 2.5). Conversely, sites located on bedrock (high V_{s30} values) experience limited amplification of the ground shaking.

Figure 6 shows a V_{s30} map for the island of Hispaniola, obtained from the USGS. Although this data is based on slope angle obtained from topographic data, these measurements have been shown to be a reasonable proxy for field based V_{s30} measurements. Therefore, the topography-derived V_{s30} data represents a good first approximation to estimate site conditions. Given that

site class correlates with topographic slope, sites located in the steeper bedrock mountains will experience less site amplification during an earthquake. Conversely, lower lying basin areas may experience enhanced ground shaking. The map identifies the ASCE 7-10 site class category for most of the Dominican Republic to be class C ($V_{s30} \geq 360 \text{ m/s}$). Some lower lying areas, including Santo Domingo, are class D. A site investigation for a given site would allow confirmation of this classification.

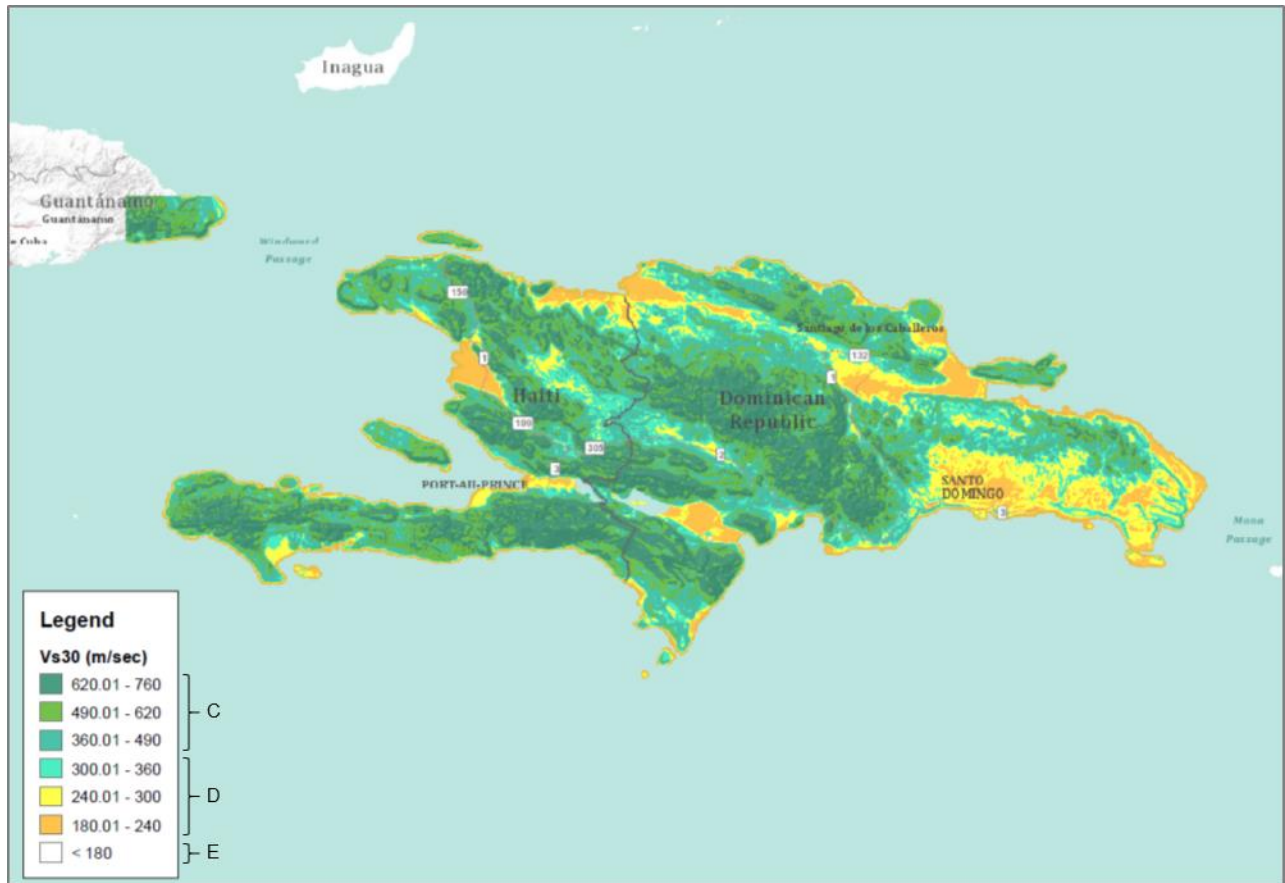


Figure 6 – V_{s30} map of Hispaniola (USGS).

Liquefaction

The conditions conducive of liquefaction are saturated cohesionless soils (typically sands) behaving in an undrained manner due to cyclic loading generated from earthquakes. ‘Flow liquefaction’ causes rapid failure of soil slopes resulting in large displacements whereas ‘lateral spreading’ is a slower more widespread phenomenon that can occur on very gently sloping, or even flat, ground.

The Dominican Republic is a mountainous island nation with 24 rivers and peripheral coastal plains. Due to the length of the rivers and the generally steep topography, the rivers do not typically develop broad alluvial flood plains. As such, the extent of alluvial deposits, that are typically susceptible to liquefaction, is relatively limited. However, prevalent liquefiable deposits are found underlying coastal plains and in some inland valleys. In addition, saturated

bodies of engineering fill, such as those used for the construction of port facilities, have the potential to liquefy as a result of a seismic event; this occurred in the 2010 event in Haiti.

Meteorological hazards

Climate and weather

The island of Hispaniola is under the influence of the North-Atlantic anticyclone and the humid oceanic tropical air masses, which are responsible for majority of the precipitation in the Dominican Republic. The climate of the region can be classified as follows: a period of frontal activity from November to April; a period of convective activity from May to July, characterized by a reinforcement of eastern winds, which causes an intense convection and the development of huge clouds and consequent thunderstorms and electric storms; a period of tropical activity from August to October, characterized by abundant precipitation. These three periods are accompanied by two short transition periods: the first one in the second half of April, when the passage from frontal to convective activity occurs, and the second one in the second half of November, when the cyclonic activity is progressively replaced by the frontal one.

The weather on the island is highly influenced by the interaction between the climatic regime and the topography of the island. This has led to a significant difference in the mean average rainfall between the northern and southern sides of the island, separated by the main central mountain range, the Cordillera Central (Izzo et al., 2009).

Tropical storms and hurricane hazards

The Dominican Republic is in the latitudinal zone vulnerable to Atlantic tropical cyclones and hurricanes, which typically occur from the summer months, from the beginning of June, until the end of November. Related hazards include high winds, which can directly cause physical damage, and heavy rainfall, which in turn can be associated with flooding and landslides. While it is disputed whether the frequency of tropical storms and hurricanes have increased in recorded history (Webster et al., 2005a, 2005b), evidences suggests that the intensity has increased since records began in 1850 (Landsea, et al. 2006; Giorgi et al., 2001); this is illustrated in Figure 7.

Tropical storms and hurricanes have resulted in significant human and socioeconomic losses in the Dominican Republic. One of the more recent and well documented tropical storm events was Hurricane Georges in 1998 which led to the deaths of an estimated 380-1,000 people and in the order of USD 1 billion in economic losses (Klose & Webersik, 2010). A list of significant tropical storms and hurricanes affecting the Dominican Republic is presented in Table 2.

Table 2 – List of significant tropical storms and hurricanes affecting Dominican Republic since 1930.

Date	Name	Category (Saffir-Simpson scale)	Estimated fatalities	Estimated economic losses (Contemp. USD)
Aug-Sep 1930	San Zenon	Category 4	2,000-8,000	\$15-50M

Date	Name	Category (Saffir-Simpson scale)	Estimated fatalities	Estimated economic losses (Contemp. USD)
Sep 1958	Hurricane Ella	Category 2	None reported in DR	\$100,000
Oct 1961	Tropical Storm Frances	Tropical Storm	None reported in DR	Unknown (Limited)
Sep 1963	Hurricane Edith	Category 1	None reported in DR	Unknown (Limited)
Sep-Oct 1963	Hurricane Flora	Category 4	400	\$60M
Aug-Sep 1979	Hurricane David	Category 5	2,078	\$1B
Oct 1985	Tropical Storm Isabel	Tropical Storm	None reported in DR	Unknown (Limited)
Sep 1998	Hurricane Georges	Category 4	380-1,000	\$1B
Oct 2003	Tropical Storm Mindy	Tropical Storm	None reported in DR	Unknown (Limited)
Oct 2003	Tropical Storm Odette	Tropical Storm	10	Unknown (Significant)
Oct 2007	Hurricane Noel	Tropical Storm	87	Unknown (Significant)
Dec 2007	Tropical Storm Olga	Tropical Storm	14	Unknown (Limited)

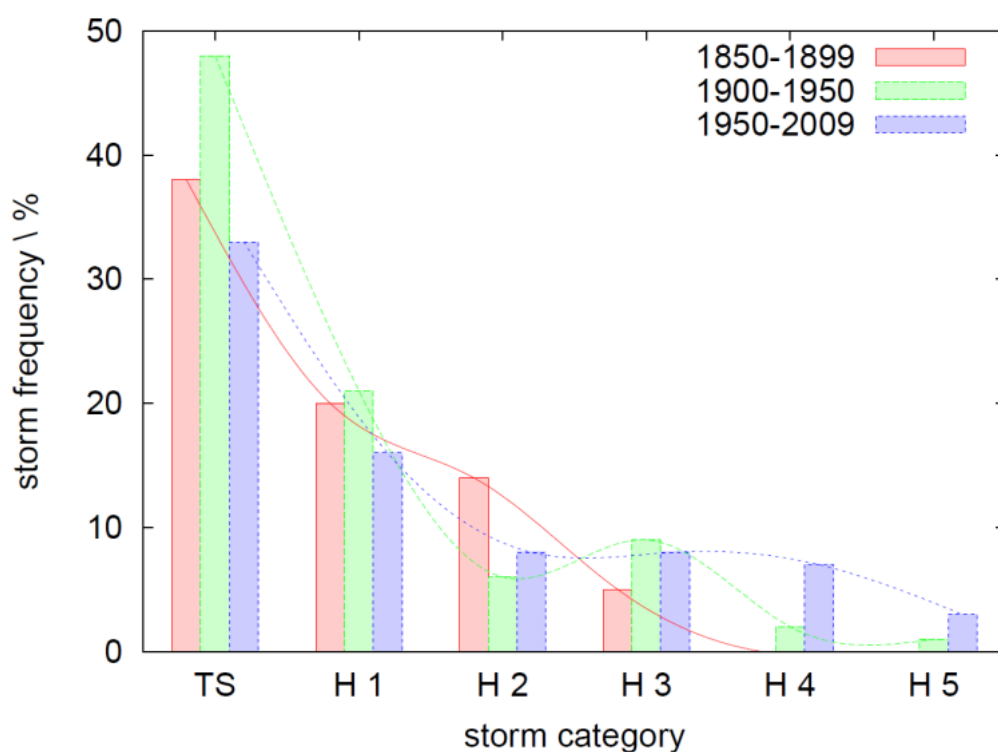


Figure 7 - Frequency of storms and hurricanes that were observed on Hispaniola Island between 1850 and 2009.

As mentioned, tropical storms and hurricanes have the potential to generate very high wind speeds which can lead to significant human and socioeconomic losses as a result of damage to structures or indirectly due to mobility of debris. Figure 8 illustrates peak wind gusts for a number of return periods for the island Hispaniola in accordance with ASCE 7. Note that the

wind speeds are modelled at a height of 10m in flat open terrain whereas topographic features and man-made structures may influence wind-speeds, including increase them. The overall trend is that wind-speeds are typically greater in the east of the island due to the exposure to easterly winds and typically lower relief. For shorter return periods gusts of up to 120 mph are modelled and for longer return periods gusts of up to 170 mph are modelled.

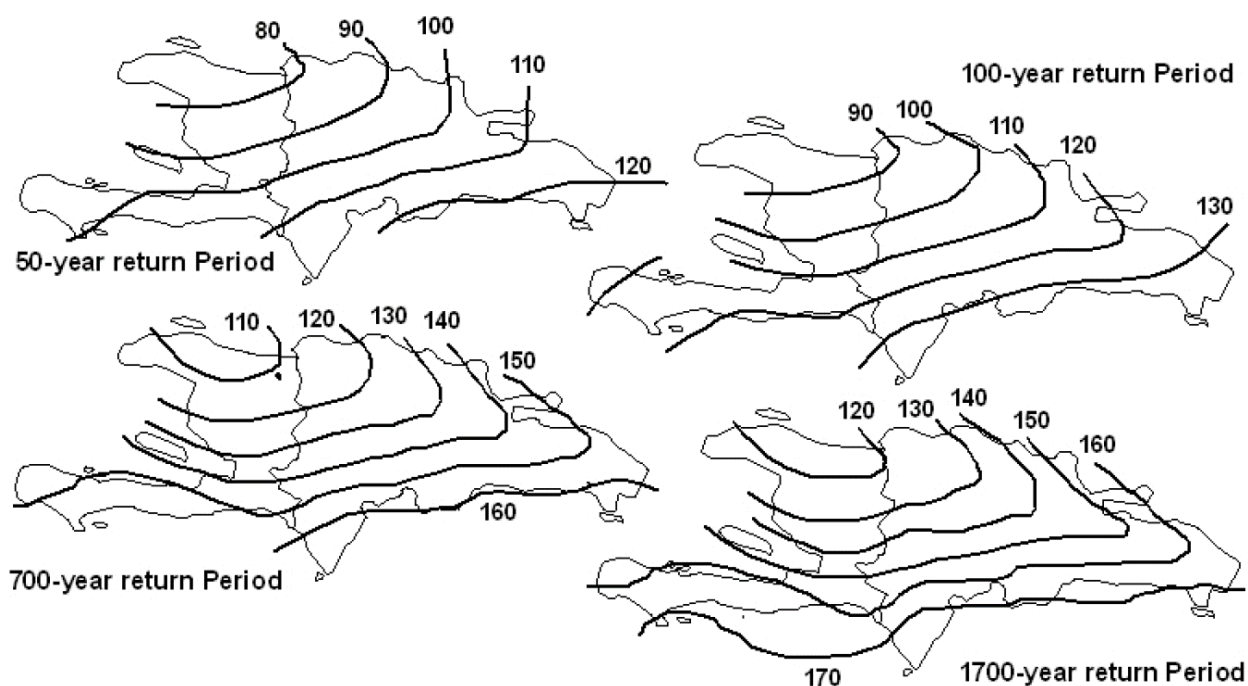


Figure 8 – Contours of peak gust wind speeds (mph) at a height of 10m in flat open terrain for various return periods for the island of Hispaniola.

Drought hazard

Drought hazards are characterised by prolonged periods of lower than average rainfall. Drought occurrences in Central America, Mexico and the Caribbean they are most notably associated with cyclical El Niño and La Niña events. During 2015 the region suffered a period of drought with eight dry months as opposed the typical four to five as a consequence. According to the National Office of Meteorology in the Dominican Republic, during May and November 2015 a 38.4% deficit of rainfall was registered. These periods of drought in the region have a negative impact mainly on sectors such as energy, agriculture, access to drinking water and sanitation. Currently in the Dominican Republic reservoirs are below the minimum amount permitted, affecting local water supplies (IUCN, 2016).

Climate change

Climate Change models have predicted that the Dominican Republic will undergo a warming and drying trend and is expected to endure more frequent heat waves and droughts, rainfalls with increased intensity, and rising sea levels as predicted for the rest of the Caribbean consistent

with the projected global average. Probable climate change impacts include higher temperatures; higher storm intensities and, possibly, more frequent El Niño and La Niña events.

Changes in sea surface temperature as a result of climate variability could increase the intensity of cyclones and heighten storm surges, which in turn will cause more damaging flood conditions in coastal zones and low lying areas. According the World Bank (2009) the impact of sea level rise and intensified storm surges in Latin America and the Caribbean will be relatively higher in the Dominican Republic with 17.98% of the coastal population exposed and potential losses of coastal GDP projected to exceed 16.94%.

Other hazards

Tsunami hazards

Tsunami hazards are most notably associated with earthquake events that result in subsea fault rupture occurrences. Vertical deformation of fault structures can cause a displacement of overlying seawater and the resulting wave can greatly increase in size as it interacts with the shallowing seabed as it approaches the coastline. The tectonic environment in the region is such that there is the potential for waves to be generated by seismic events, however, the characteristics of the near-shore seabed, and their potential to cause significant ‘ramping-up’ of tsunami waves, are unknown without more detailed review.

That said, there are records of two major tsunamis occurring in the Dominican Republic in 1946 and 1953 caused by the moderate to large magnitude earthquakes that occurred to the north of the island in these years. Records from the 1946 events suggest the tsunami wave was up to 5m high and inundated an area several kilometres inland. The tsunami is reported to have led to between 1,600 and 1,800 fatalities in the Dominican Republic (WHOI, 2005).

Landslide hazards

There is limited information regarding landslides in the Dominican Republic, however, given the climate, topography and geological setting there is potential for landslides to occur. When considered in the context of other regions and countries with a similar climatic, topographic and geological profile it is likely that naturally occurring landslides in the Dominican Republic would have the follow mechanisms:

- Shallow slope failures through the soil profile;
- Discontinuity controlled rockfalls; and
- Highly mobile topographically controlled debris flows.

Urbanisation is increasing pressure to develop the areas comprising steep natural terrain. One concern therefore is that future developments, in addition to existing developments within these areas will place more people, property and infrastructure at risk from landslides. Should the rate

of urbanisation within steep natural terrain areas escalate, then landslide incident rates affecting the general public and the corresponding fatality rate could increase.

Volcanic hazards

While the island of Hispaniola was formed as a result of volcanic activity, there are currently no active volcanoes on the island. That said, there are a number of volcanoes in the surrounding region including in Central America, Mexico and the Caribbean. Due to the prevailing easterly winds in the region, ash clouds generated from volcanic eruptions in the Caribbean have the potential to affect the Dominican Republic, however, there is no record of this occurring.

Summary

The Dominican Republic is vulnerable to the effects of a number of natural hazards with the World Bank (2008) suggesting approximately 95% of the population are exposed to two or more hazards. The predominant natural hazards that result in the greatest human and socioeconomic risks are tropical storms / hurricanes and earthquakes with estimated Average Annual Losses (AAL) of USD \$509.16 million and USD \$363.87 million respectively (UNISDR, 2014). Other hazards include drought, tsunamis, landslides and volcanoes. Flooding is also considered a significant hazard but this is dealt with under separate cover.

An assessment of the effects of climate change of natural hazards suggests that meteorological hazards may increase in frequency and intensity in the future. This increase will only exacerbate existing health, social and economic challenges affecting the country.

References

- Berger, M. W. (2015, November 4th). *Notre Dame Researchers Mapping Genetic History of the Caribbean*. Retrieved from University of Pennsylvania News: <https://news.upenn.edu/news/penn-researchers-mapping-genetic-history-caribbean>
- BID. (2017). *Banco Interamerica de Desarrollo*. Retrieved from BID: <http://www.iadb.org/es/oficina-de-evaluacion-y-supervision/cambio-climatico-en-los-pequenos-estados-insulares-del-caribe,18283.html>
- Byrne, D. B., Suarez, G., & McCann, W. R. (1985). Muertos Trough subduction – Microplate tectonics in the northern Caribbean. *Nature*, 317, 420-421.
- Geomatrix Consultants Inc. (2007). *Seismicity Update for Santo Domingo, Dominican Republic*. Oakland: Geomatrix Consultants Inc.
- Giardini, D. (1999). The Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP). *Annals of Geophysics*.
- Giorgi, F., Hewitson, B. J., Christensen, J., Hulme, M., & Von Storch, H. (2001). Regional Climate Information-Evaluation and Projections. In J. T. Houghton, *Climate Change 2000: The Scientific Basis*. Cambridge: Intergovernmental Panel on Climate Change.

- InfoBae. (2016, Octubre). *infobae*. Retrieved from <http://www.infobae.com/america/america-latina/2016/10/04/video-el-huracan-matthew-azoto-con-furia-las-zonas-mas-empobrecidas-de-haiti-al-menos-2-muertos/>
- IUCN. (2016). *Regional assessment on ecosystem-based disaster risk reduction and biodiversity in Mesoamerica and the Caribbean*. Retrieved from <https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/mesoamerica.pdf>
- IUCN. (2016). *Regional assessment on ecosystem-based disaster risk reduction and biodiversity in Mesoamerica and the Caribbean*. San Jose: IUCN, Regional Office for Mexico, Central America and the Caribbean. San José, Costa Rica.
- Izzo, M., Aucelli, P. C., Javier, Y., Perez, C., & Rosskopf, C. M. (2010). The tropical storm Noel and its effects on the territory of the Dominican Republic. *Natural Hazards*, 53, 139-158.
- Klose, C. D., & Webersik, C. (2010). Long-term impacts of tropical storms and earthquakes on human population growth in Haiti and the Dominican Republic. *Nature Proceedings*.
- Landsea, C. W., Harper, A., Hoarau, K., & Knaff, J. A. (2006). CanWe Detect Trends in Extreme Tropical Cyclones? *Science*, 5786(313), 452-454.
- ListinDiario. (2017). *Vulnerabilidad Gran amenaza de RD*. Retrieved from Listin Diario: <http://www.listindiario.com/la-republica/2017/01/02/448938/vulnerabilidad-gran-amenaza-de-rd>
- Mann, P., Schubert, C., & Burke, K. (1990). Review of Caribbean tectonics. In G. Dengo, & J. E. Case, *The Caribbean Region: The Geology of North America* (pp. 307-338). Geological Society of America.
- Mann, P., Taylor, F. W., Edwards, R. L., & Ku, T. (1995). Actively evolving microplate formation by oblique collision and sideways motion along strike-slip faults: An example from the northeastern margin of the Caribbean plate. *Tectonophysics*, 246, 1-69.
- MINERD. (2017). *Ministerio de Educación*. Retrieved from MINERD: http://www.minerd.gob.do/Transparencia/Lists/Presupuesto_f/AllItems.aspx?InitialTabld=Ribbon%2EList&VisibilityContext=WSSListAndLibrary
- MOPC. (2012). *Programa Nacional de Edificaciones Escolares*. Santo Domingo.
- Shedlock, K. M., & Tanner, J. G. (1999). Seismic hazard map of the western hemisphere. *Annals of Geophysics*, 42(6), 1199-1214.
- UNICEF. (2008). *unicef República Dominicana*. Retrieved from Unicef org: https://www.unicef.org/republicadominicana/emergencies_13569.html
- UNISDR. (2014). *Dominican Republic Disaster Risk Profile*. Retrieved from Prevention Web: <http://www.preventionweb.net/countries/dom/data/>
- USGS. (2011). *Initial Seismic Hazard Maps for Haiti*. Reston, Virginia: United States Geological Survey.
- Vickery, P. J., & Wadhera, D. (Unknown). *Wind Speed Maps for the Caribbean for Application with the Wind Load Provisions of ASCE 7*. Raleigh: Applied Research Associates Inc.
- WB. (2016). *Banco Mundial BIRF AIF*. Retrieved from Banco Mundial org: <http://www.bancomundial.org/es/country/dominicanrepublic/overview>

- Webster, P. J., Holland, G. J., Curry, J. A., & Chang, H. R. (2005a). Response to comment on Changes in tropical cyclone number duration, and intensity in a warming environment. *Science*, 311(5741).
- Webster, P. J., Holland, G. J., Curry, J., & Chang, H. R. (2005b). Changes in Tropical Cyclone Number, Duration and Intensity in a Warming Environment. *Science*, 309(5742), 1844-1846.
- WHOI. (2005). *Major Caribbean Earthquakes And Tsunamis A Real Risk*. Chicago: Woods Hole Oceanographic Institution.

To	Joseph Stables	Date October 24, 2017
Copies	Katherine Coates	Reference number
From	James Bristow	File reference
Subject	Dominican Republic – Flood Hazards	

A1 Introduction

As part of the GPSS programme, Arup are providing support to the Dominican Republic (DR) Technical Assistant (TA) project addressing Disaster Risk Reduction for school infrastructure.

This memorandum outlines considerations related to flood hazard in DR as a standalone desktop study and incorporates observations made during the recent mission.

This memorandum addresses flood resulting from:

- Fluvial & Pluvial flooding
 - Fluvial

Rain induced flooding due to run-off flows exceeding river channel capacity – generated at regional level with local and regional impact
 - Pluvial

Rain induced flooding due to run-off exceeding local drainage infrastructure – generated at local level with local impact.

Tidal flooding

Groundwater flooding is considered beyond the detail of this deskstudy.

Key Observations

The list below identifies summarises key findings based on desktop research and the country mission recently carried out:

- DR experiences high number of flood events principally related to wet season rains as well as hurricane weather events.
- Early warning systems exist for hurricane events due to international weather monitoring systems, however early warning systems do not exist for fluvial flooding due to inadequate hydrological and hydraulic models.
- Although rainfall data does exist, there is not a perceived value in disseminating this information for collaboration (such as rainfall-run-off model development and flood hazard mapping) and no initiative to improve data gathering means – eg improving rain and river flow gauging.
- Flood hazard/risk mapping in DR is insufficient and currently plays no role in influencing school construction location. Efforts should be made to collate information where possible – even from historic events – and map areas susceptible to flood hazard and therefore unsuitable for school development.
- School construction can inadvertently create localised pluvial flood risk through the construction of solid boundaries on school developments to meet security concerns. Such boundaries can block drainage paths or create uncontrolled drainage paths.

Dominican Republic Surface Water and Flood Context

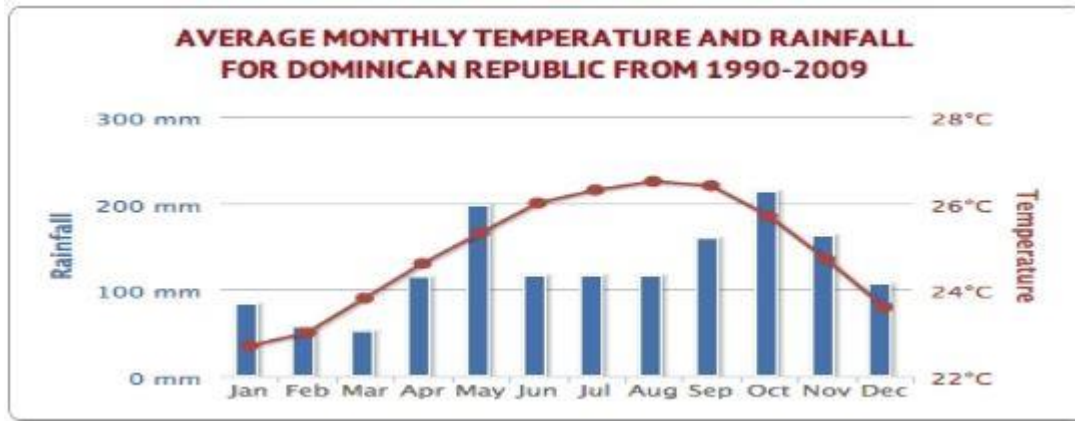
Surface Water Resources

Precipitation and Climate

The climate can be generally characterized as tropical. In general, the wet, humid season occurs from April to October and the dry season occurs from November to March. In some parts of the interior of the country, there are two wet seasons, one in May or June and the other in September or October. On the southern coastal plain, the wet season is from August to October. Another notable exception is San Felipe de Puerto Plata, where the rainy months are from October to May. Due to the influence of topography and trade winds, parts of the Dominican Republic are considered arid and other parts are considered humid. The most arid parts of the country are in the northwest and the southwest. In the northwest, the lower part of the Rio Yaque del Norte river basin is arid. In the southwest, the southern part of the Sierra Baoruco Basin is arid, and an area that stretches roughly east-west from Lago Enriquillo to the Rio Ocoa is arid.

To a large extent, precipitation is influenced by four major mountain ranges that cause the average annual rainfall to vary from less than 508 millimetres to greater than 2,540 millimetres. These mountain ranges generally extend in a northwest to southeast direction. North-easterly (January) to east (July) trade winds bring moisture to the northern slopes of these mountains throughout the year, and less precipitation to the southern slopes and interior valleys in winter. However, some of the southern mountain slopes in the southern part of the country receive large amounts of precipitation.

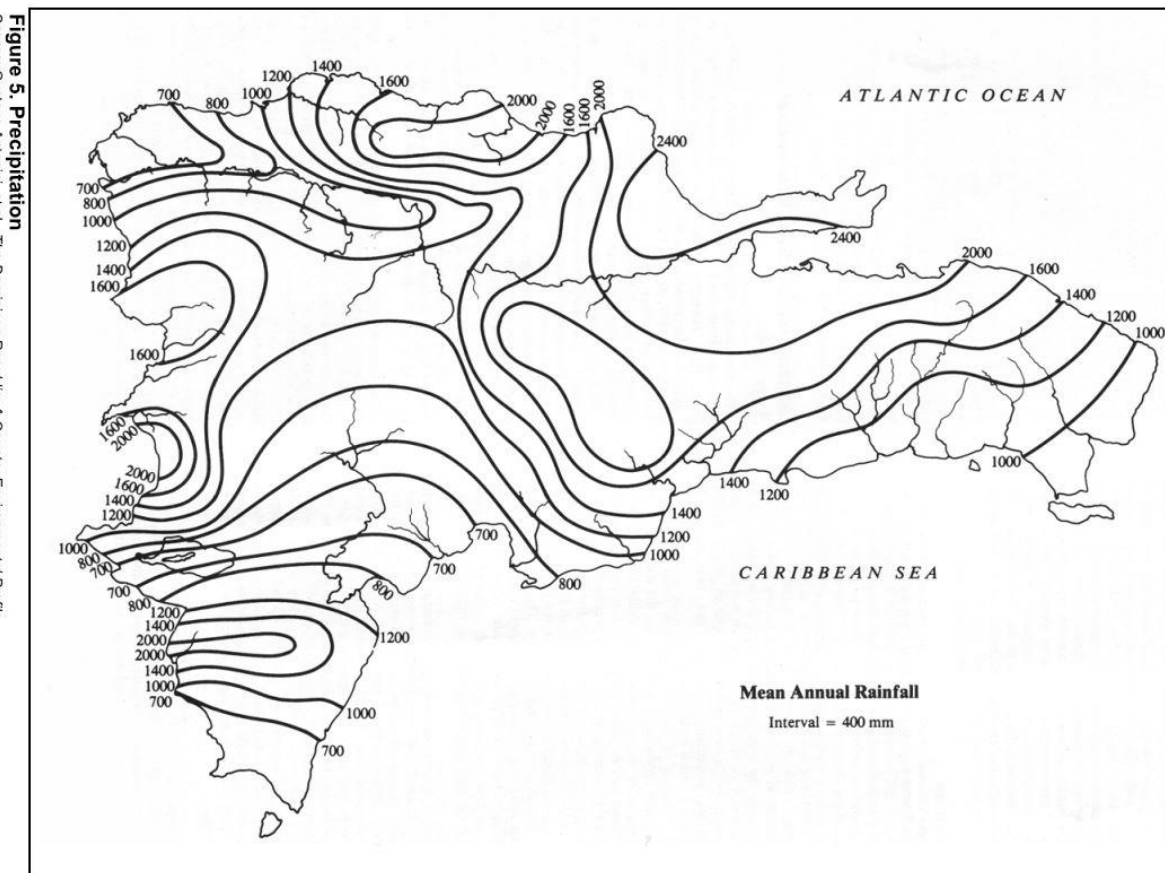
Precipitation amounts significantly depend on elevation; higher elevations receive more precipitation than lower elevations.



<http://www.dominicanrepublic24.com/weather.html>

Catastrophic storms, such as tropical storms and hurricanes have frequently devastated the country.

- Tropical storms generally have wind speeds less than 122 kilometres per hour, and deposit large amounts of rain on the island. These storms can occur in any month; however, the largest number of storms occur in September. On average, the Dominican Republic has 8 tropical storms per year.
- Hurricanes, storms that have wind speeds greater than 122 kilometres per hour, generally occur between June and November. The storms affect the entire island, but generally the most destruction occurs on the southern coast where the hurricanes are more likely to come ashore. Hurricanes have damaging winds, which have been recorded as high as 244 kilometres per hour and cause tidal waves that have been recorded as high as 5 meters above mean sea level. These storms also deluge the country with huge amounts of rain, which may exceed 750 millimetres in a 24-hour period. This large volume of water causes wide-spread flooding, erosion, landslides, and mudslides. On average, a hurricane hits the country once every 2 years.

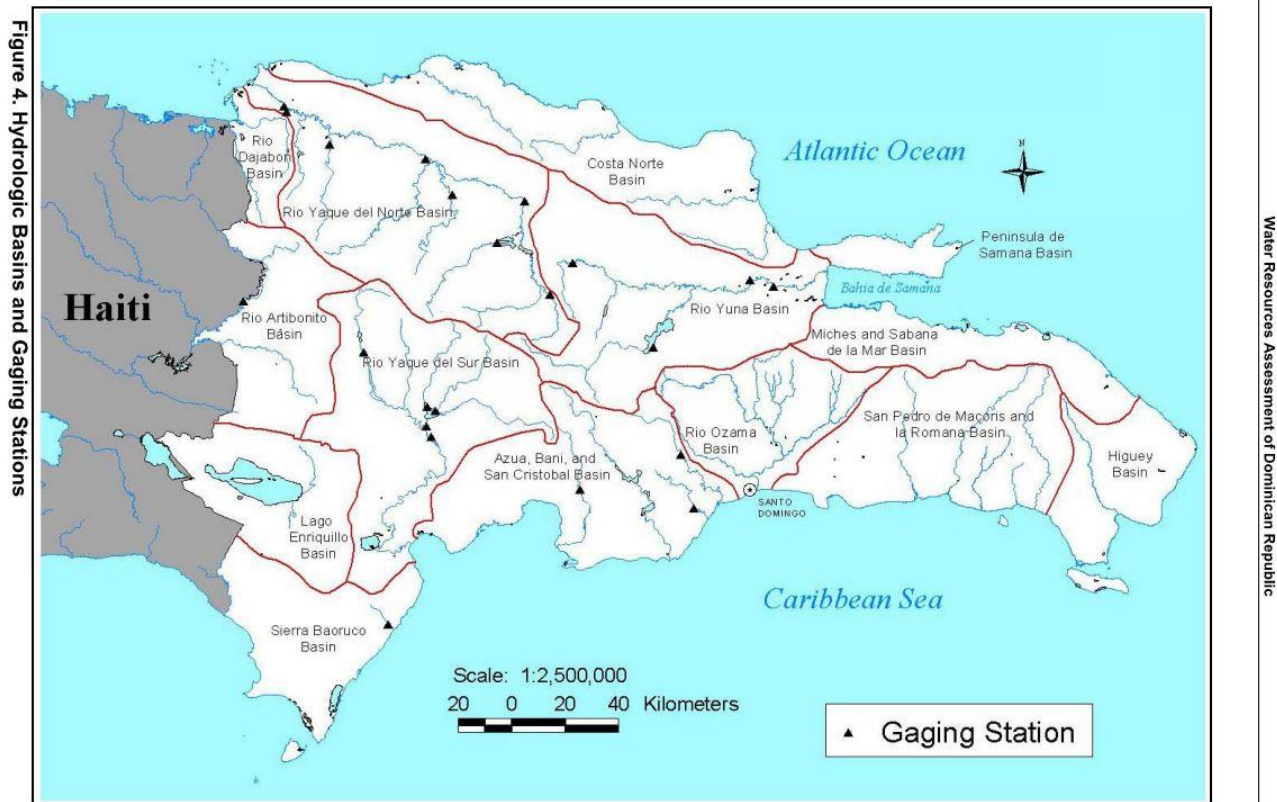


River Basins

The country can be divided into 14 hydrological basins that vary in topography and surface water resources. All surface water in streams is fresh, except when influenced by tides. These streams generally drain from the four major mountain ranges: Cordillera Central, Sierra de Baoruco, Cordillera Septentrional, and Sierra de Neiba. Due to deforestation, streams draining these mountains are generally flashy, meaning that they rapidly rise in response to rainfall until they reach their peak flow, and then quickly drop back to their original flow patterns. This rapid response to rainfall causes erosion and short duration floods. It also causes drier soil conditions than would normally be expected, because precipitation runs off and does not have a chance to infiltrate into the subsurface. This may also cause sediment to be deposited in the lower reaches of the river, building up the riverbed and increasing the intensity of flooding. Ponds and lakes are usually found near the coast and can range from fresh to saline. Mangrove swamps and marshes are also along the coast and usually contain brackish to saline water. However, fresh surface water may exist where streams enter these areas.

The Sierra Baoruco Basin (I) is in the most south western part of the country. The northern part of this basin contains the mountain range, Sierra de Baoruco. These mountains generally extend

northwest to northeast, and local relief is generally greater than 610 meters. Many peaks in this mountain range are over 1,372 meters. Slopes on the southern side of these mountains generally range from 45 to 75 percent. South of the Sierra de Baoruco, the topography becomes a flat, relatively featureless plain, with local relief generally less than 152 meters and slopes of less than 10 percent. Topography, precipitation, and stream characteristics vary greatly in the Sierra Baoruco Basin. In the Sierra de Baoruco, annual precipitation is in excess of 2,000 millimeters, but in the southern plains the annual precipitation drops to about 750 millimeters. Streams in the Sierra de Baoruco are generally youthful, with steep gradients and riverbanks.



Key source:

<http://www.sam.usace.army.mil/Portals/46/docs/military/engineering/docs/WRA/Dominican%20Republic/Dominican%20Republic%20WRA.pdf>

Institutions

Management and conservation of watersheds and river basins is the responsibility of the Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) who also manage dams throughout the country.

http://www.wmo.int/pages/prog/hwrr/flood/ffgs/hdrffg/documents/presentations/day1/countries/HD_RFFG_INDRHI_7-9%20sep%202016.pdf

Historically, the Dominican National Planning Office used to deal with flood control issues for the country; *it is not clear if this is still correct?*

It was not determined which organisations manages and disseminates flood risk information at regional level.

Flooding

Flash floods occur frequently from June to October and are a constant threat to low-lying areas. The Dominican National Planning Office deals with flood control issues for the country. The government has established regulatory, as well as public participatory measures to address natural disasters. However, no disaster emergency fund has been established, and a plan that integrates disaster policy into the national development planning process has yet to be developed.

On 22 September 1998, Hurricane Georges brought heavy rains to nearly 70 percent of the country. Damages to farms, roads, and buildings surpassed \$1.2 billion. Between 20 and 25 September 1998, rainfall totalled nearly 500 millimetres.

Pluvial Flooding

During the mission it was noted that schools are frequently constructed with substantial solid boundaries (eg concrete walls) to protect the children and school premises from theft and other crime. In some cases this may result in unforeseen localised flooding where drainage paths are blocked or run-off is concentrated resulting in uncontrolled discharge.

Tidal Flooding

Tidal flooding can result from combinations of predictable tide trends combined with low pressure storm systems and wind generated wave action.

Where infrastructure or buildings are located close to high tide levels, there is an inherent risk of exposure to tidal flooding.

Deforestation Effects

One of the most significant environmental problems in the Dominican Republic is deforestation. An estimated 53 percent of the total land area is best suited for forest cover. However, only an estimated 7,000 square kilometres or 14 percent of the surface area is covered in forest (1998 estimate). Of that amount, only about one-third of the forests are undisturbed by fire or slash and burn agriculture. Deforestation allows surface water to run off of the land at a faster rate, causing streams to reach their peak flows more rapidly and increasing the intensity of flooding.

It also prevents water from infiltrating into the soil, causing drier than expected soil conditions; and it reduces the amount of water that recharges the underlying aquifers. As a result, most streams have

high sediment loads. Also, debris and sediment from deforestation can clog drainage and irrigation systems, causing unnecessary flooding.

Flood Hazard Mapping

It was apparent from the mission, that flood hazard assessment is not a principal consideration when selecting school locations. Therefore school construction may inadvertently take place in river flood plains or even within river beds of ephemeral rivers where flow may not have occurred in recent memory.

Dartmouth Flood Observatory

Dartmouth Flood Observatory carried out research (2010) *Remote Sensing-based Flood Mapping and Flood*. This concluded:

How might remote sensing of flooding inform Haiti's post-earthquake reconstruction?

Much of Haiti's recent flood history has been recorded by NASA satellite remote sensing. This record of prior events can provide useful information for assessing future flood hazard.

Present optical orbital sensors allow sustained (twice daily) surveillance: as damaging flood events occur, their location, duration, and severity can be measured in near-real time.

Precipitation measurements from orbit (TRMM and the follow-on GPM sensors) already allow improved flood prediction in nations such as Haiti. This capability will not be useful without much-improved local warning systems.

Possible Recommendations:

Once obtained, these GIS data should be archived in accessible formats, and be made available to the general and international public.

As new floods occur, flood mapping should continue as a routine, not special "ad hoc" activity.

The most efficient and cost-effective way to define future flood hazard in Haiti is to make full use of the ~25 year-long record of orbital remote sensing of Haiti: simply map those floods that have already occurred.

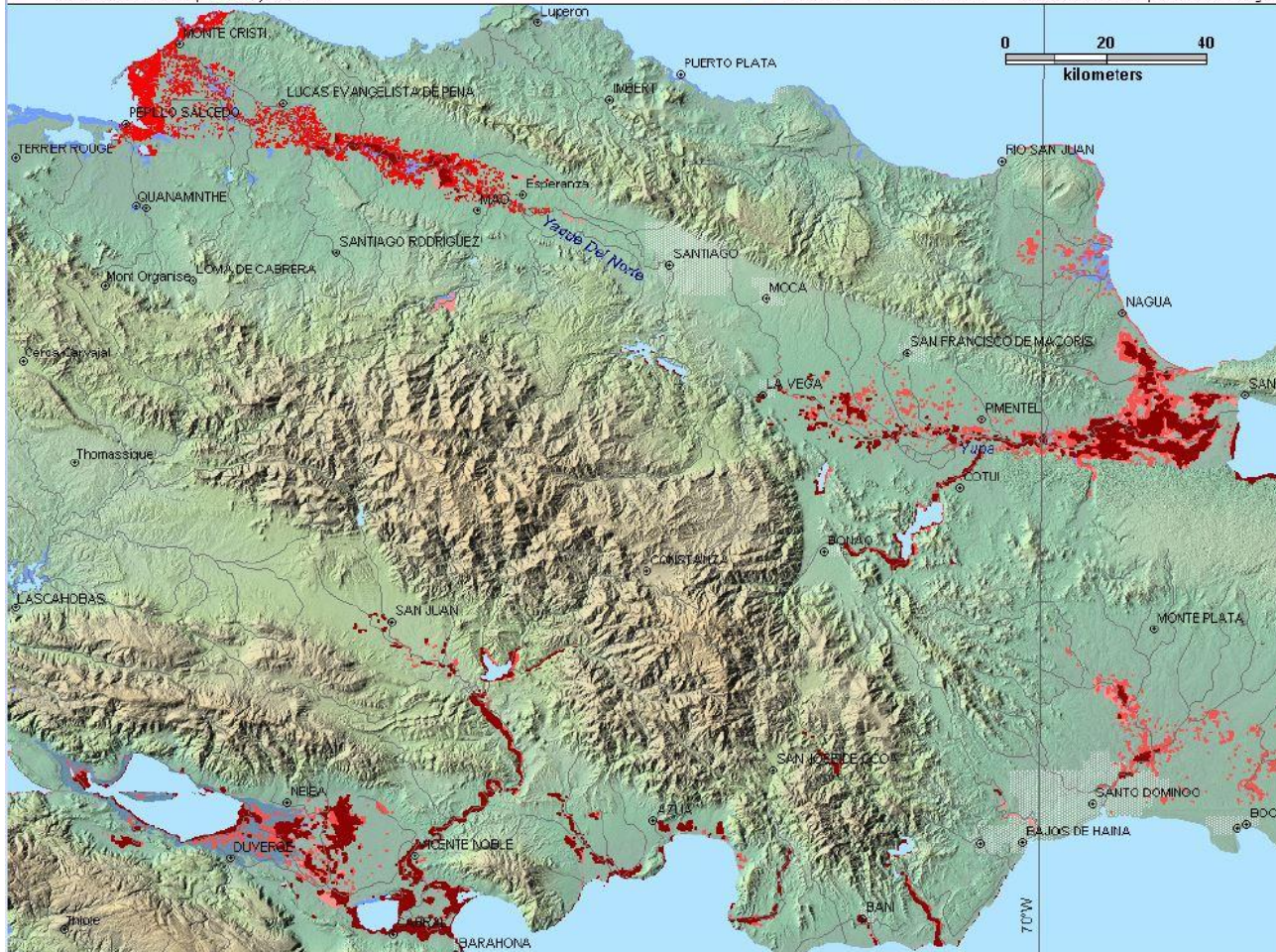
DFO Event # 2007-211 - Dominican Republic and Haiti - Tropical Storm Noel - Rapid Response Inundation Map 1

GLIDE#: TC-2007-000198-DOM

MODIS flood inundation limit November 4, 2007: ■
 Radarsat® flood inundation limit November 2, 2007: ■
 ALOS PALSAR® flood inundation limit November 1, 2007: ■
 MODIS flood inundation limit November 1, 2007: ■
 *Radarsat and ALOS PALSAR data obtained by CATHALAC through the International Charter "Space and Major Disasters"

SRTM SWBD reference water: ■ Universal Transverse Mercator
 DCW Rivers: — Urban Areas: ■ UTM Zone 19 North
 WGS 84 - Graticule: 2 degrees
 Maximum Observed Inundation Limit 2003 - 2006: ■ Shaded Relief from SRTM data

Copyright 2007
 Dartmouth Flood Observatory
 Dartmouth College
 Hanover, NH 03755 USA
 Elaine K. Anderson, G. R. Brakenridge



<http://www.iris.edu/hq/files/workshops/2010/03/files/Scott%20Peckham.pdf>

Generating IDF Curves

HR Wallingford authored a paper (2011), *The challenges of developing rainfall intensity duration frequency curves and national flood hazard maps for the Caribbean*

There is a lack of readily available, long-term, reliable hydrometric data in most CARICOM (NB Haiti is part of CARICOM although DR is not) countries. This lack of data has led to the inappropriate designs of stormwater drains, culverts, bridges and erosion control systems. Often to cut costs, undersized structures have been constructed, that have exacerbated the risk of flooding. New construction building standards written with a better understanding of regional natural hazards,

such as short-duration rainfall intensities and flooding mechanisms will provide practitioners in the Caribbean with the potential to construct improved and sustainable infrastructure.

It should be recognised that when new infrastructure is being planned that detailed, local assessments of flooding will be required based on more accurate topographic data and using more detailed hydrological and hydraulic modelling.

<http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/rainfall%20intensity.pdf>

Rainfall data

Consultation during the mission confirmed that rainfall data does exist, however it is not shared widely between organisations that might benefit from it as the importance of generating country hydrology from rainfall records is not appreciated. Reacted to this, there are not significant plans to improve the capacity of data gathering (eg installing more rainfall gauges and river gauging stations).

Some limited hydrology data was identified during the desk study:

Precipitation Data was extracted from the “Atlas de Lluvias Maximas de la Republica Dominicana”, 1993 by INDRHI and GTZ for the 10, 25, 50 and 100 year storm period.

(<http://cecapstone.groups.et.byu.net/2014DR/GuayubinFinalReport.pdf>)

Climate change

The World Meteorological Organisation note:

Analysis of hazard patterns from historical data is necessary but not sufficient for risk assessment. Changing patterns of climate hazards are posing challenges to longer-term strategic planning and investment (for example, infrastructure planning and retrofitting based on building codes and specifications) based on historical records alone (for example, a 100-year flood may become a 30-year flood). Consequently, climate analysis tools for assessing changes in severity and frequency, and occurrences of meteorological, hydrological and climate-related hazards at seasonal, inter-annual, decadal, and longer climate change timelines need to become available operationally and be applied during risk assessment.

No country- specific guidance was identified.

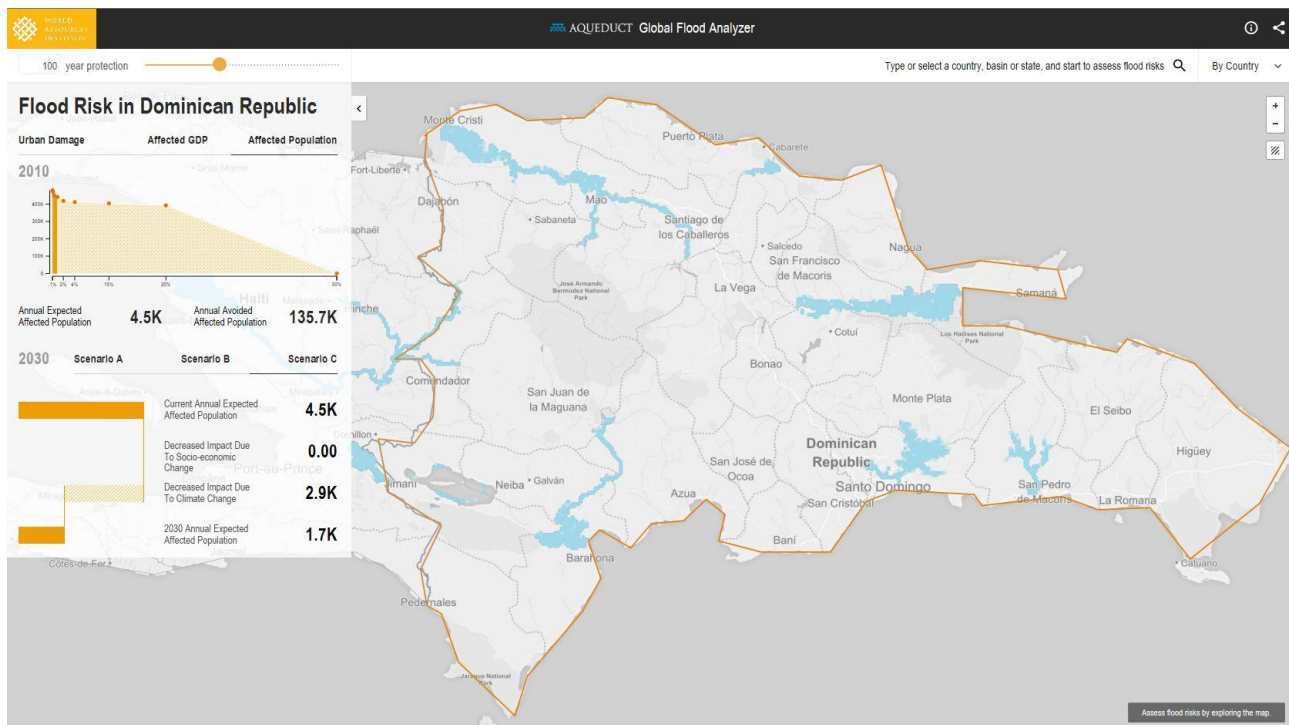
Mapping Historic and Real Time Events

The Aqueduct Global Flood Analyzer is a web-based interactive platform which measures river flood impacts by urban damage, affected GDP, and affected population at the country, state, and river basin scale across the globe, as well as 120 cities. It aims to raise the awareness about flood risks and climate change impacts by providing open access to global flood risk data free of charge.

The Analyzer enables users to estimate current flood risk for a specific geographic unit, taking into account existing local flood protection levels. It also allows users to project future flood risk with three climate and socio-economic change scenarios. These estimates can help decision makers quantify and monetize flood damage in cost-benefit analyses when evaluating and financing risk mitigation and climate adaptation projects.

Additionally, the analyzer identifies the future change in flood risk driven specifically by climate change and socio-economic development, which helps decision makers identify the drivers of future change and prioritize development focuses accordingly for strategic planning.

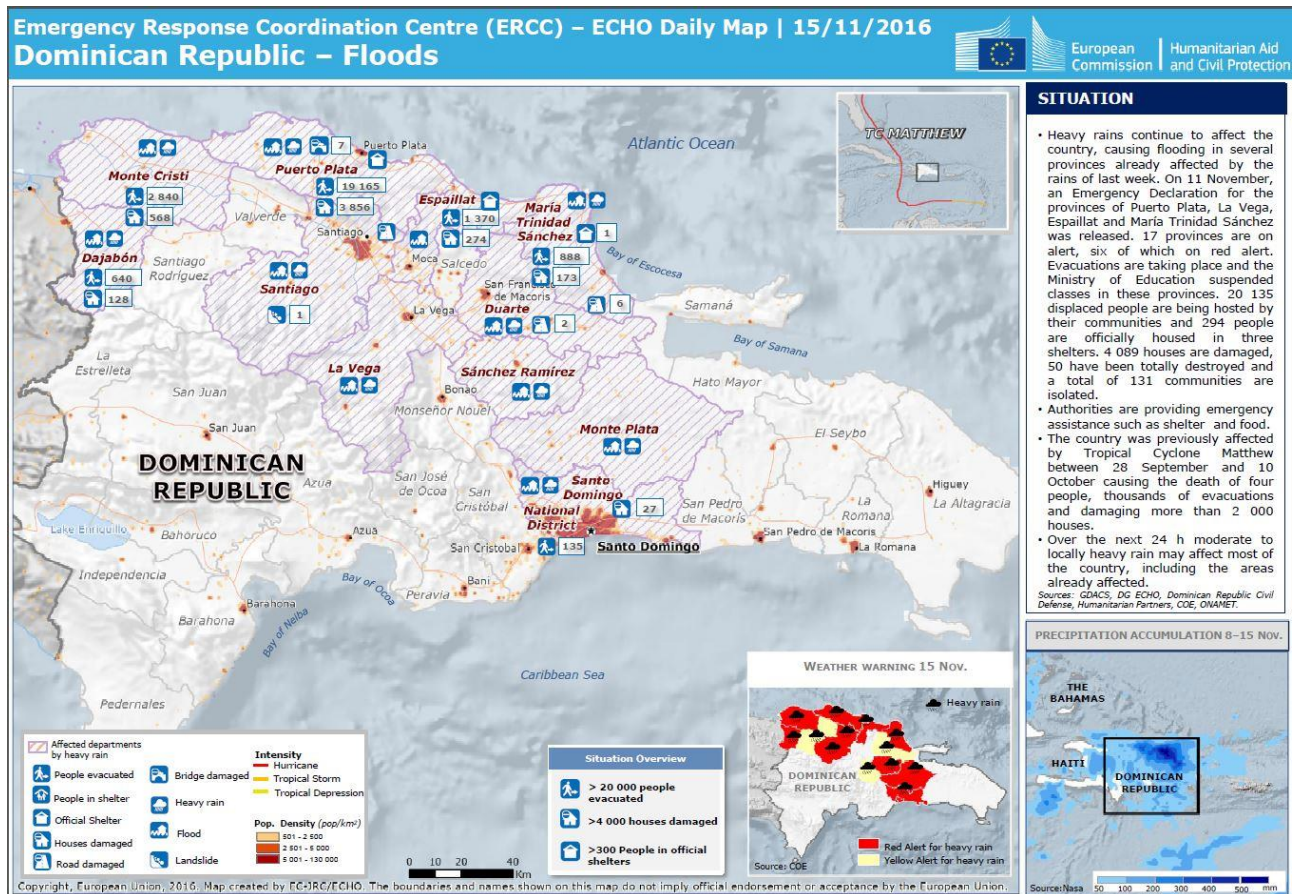
Types of flooding. In this initial version of the Analyzer, only large-scale river flooding is simulated, and not coastal flooding, flash flooding, or pluvial flooding.



<http://floods.wri.org/#/country/66/Dominican%20Republic>

Example screen shot

Historic Flood Events



http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ECDM_20161115_DOMINICANREPUBLIC-FLOODS.pdf

<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Haiti2004/>

Hazard risk management

The CROSQ Regional Standard provides some information on typical standard hazard risk quantification within CARICOM countries. However it is not apparent that such a process is being implemented or considered in DR.

Table 5 — Hazard intensity criteria.

Hazard	Hazard parameter	Intensity		
		Low	Medium	High
Hurricane	Wind speed according to SS	< SS 2 $v_w \leq 153 \text{ km/h}$ ($\leq 96 \text{ mph}$)	SS 2-SS 3 $v_w: 154 \text{ km/h}-209 \text{ km/h}$ (96-130 mph)	SS 4-SS 5 $v_w: \geq 210 \text{ km/h}$ ($>131 \text{ mph}$)
Storm surge	Flow depth	$h_f: < 0.5 \text{ m}$ (< 1.65 ft)	$h_f: 0.5 \text{ m}-2 \text{ m}$ (1.65-6.5 ft)	$h_f > 2 \text{ m}$ (> 6.5 ft)
Flood	Flow depth, or Flow depth x flow velocity	$h_f: < 0.5 \text{ m}$ (< 1.65 ft), or $h_f \times v_f: < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$h_f: 0.5 \text{ m}-2 \text{ m}$ (1.65-6.5 ft), or $h_f \times v_f: 0.5-2 \text{ m}^2/\text{s}$	$h_f > 2 \text{ m}$ (> 6.5 ft), or $h_f \times v_f: > 2 \text{ m}^2/\text{s}$
Earthquake	Peak ground acceleration	PGA: < 8 %	PGA: 8-24 %	PGA: > 24 %

Abbreviations: v_w = wind speed, h_f = flow depth, v_f = flow velocity, PGA = peak ground acceleration in % of gravitational acceleration, SS = Saffir-Simpson scale.

<http://www.onecaribbean.org/content/files/Pages%20from%20FinalSTANDARDDoc25-49.pdf>

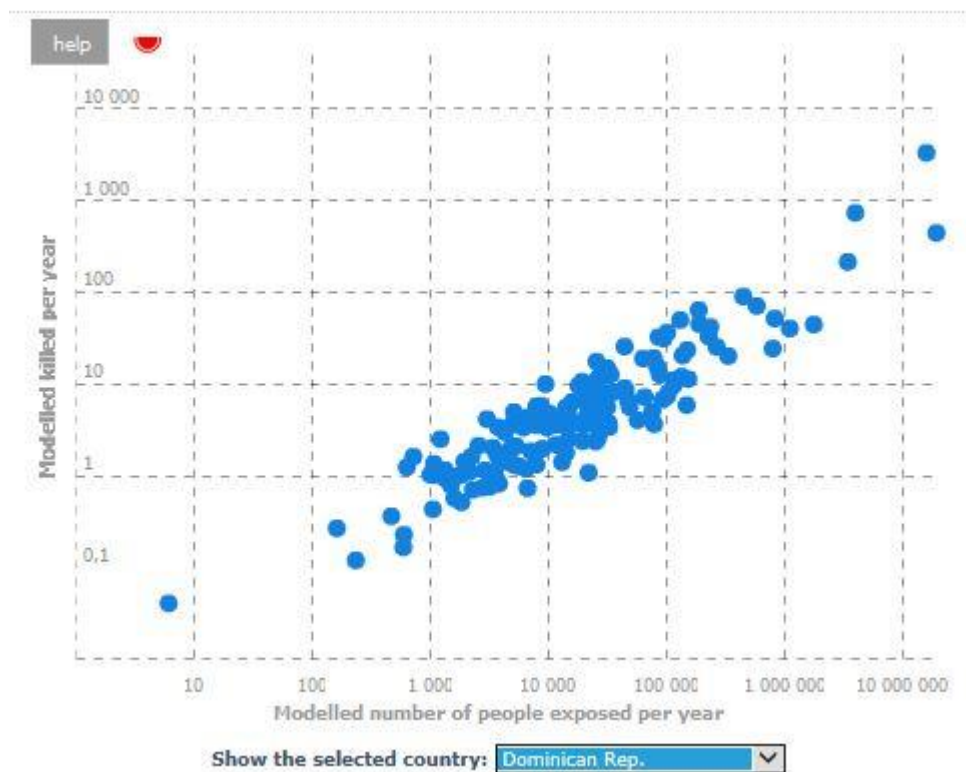
Manual for Caribbean Electric Utilities Addressing the Issue of the Mitigation of Damage Caused by Natural Hazards to Civil Works. USAID-OAS Caribbean Disaster Mitigation Project, September 1996

Traditionally, quite short return periods have been selected for design rain storms. It was quite common for facilities to be designed for 1-in-20-year storms. Much damage and disruption is caused with increasing frequency by torrential rains. There needs to be a reassessment of this design criterion.

The other factor affecting rain runoff and flooding is upstream development outside of the control of Power Companies. It is not unlikely that well-designed drainage systems prove to be inadequate sometime after they have been implemented because of greater runoff than could reasonably have been anticipated at the time of design. This typically happens when land use upstream is changed due *eg* to urban expansion. Therefore it is appropriate to adopt a conservative approach to the selection of rainfall design criteria.

<http://www.oas.org/cdmp/document/carilec/carilec.htm>

The image below illustrates an example metric considering the impact of hazards in DR and which notes that DR has a disproportionately high number of people killed by floods relative to the number of people exposed to floods.



<http://preview.grid.unep.ch/index.php?preview=graphs&cat=3&lang=eng>

Flood Risk Monitoring & Warning

Flash Flood Guidance System

The Flash Flood Guidance System (FFGS) which has recently been adapted for Haiti and the Dominican Republic combines both meteorological and hydrological information (as well as ground data) and can thus be used in real time by meteorologists and hydrologists to support DRM agencies.

http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1082.pdf

World Meteorological Organisation programme: Haiti and Dominican Republic Flash Flood Guidance (HDRFFG) Project

<http://www.wmo.int/pages/prog/hwrrp/flood/ffgs/hdrffg/hdrffg.php>

However consultation during the mission indicated that early warning systems in DR are focussed on hurricane events which can be monitored through global weather systems and that monitoring of regional level rainfall events and resulting run-off river flows is limited.

Field Mission – considerations / questions

Questions should be directed to following typical stakeholders:

National / Municipal planning bodies
National / Municipal environmental bodies
National / Municipal water bodies (if separate from environmental bodies)
Emergency Services – police, fire, ambulance etc
School developers
Design / Construction firms
Academia

Data

Does any flood risk mapping exist that guides planning location of schools and essential infrastructure to service schools (eg access, water, power, comms)
ie. National/regional level flood risk maps for major water courses.
Is regional flood risk mapping the responsibility of Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) or of regional organisations?
What hydrological data is used to assess local flood risk to school sites from upstream sites?
Does hydrological data (existing, or under development) take account of climate change trends?
The Dominican National Planning Office used to deal with flood control issues for the country – is this still correct?

Policy

Does planning regulation exist which stipulates flood risk assessment during project preparation/planning phases?

- Environmental Impact Assessments?
- Flood Risk Assessments?
- Building codes?

Which organisations are responsible for flood risk regulation and implementation of / compliance with policy?

Design practice

Is flood risk management considered at masterplanning level?
Are potential offsite sources of flooding addressed during design
What design data is used to assess off-site and on-site surface water run-off to inform drainage infrastructure design?
Are basements typically incorporated in schools?

Operation

Is data available on frequency that schools are impacted by flooding and duration of the impact?
Is data available on frequency of floods nearby to schools?

Is flooding generated onsite?

Is flooding generated from flow on to sites from neighbouring land?

Is stormwater infrastructure regularly monitored and maintained?

During times of flooding, what is the main impact / consequence?

- Reduced access to school for teachers / students
- Reduced power / water / comms supply to schools
- Structural damage to buildings in school
- Health / sanitation impact – eg sewer surcharge, stagnant water
- What are the procedures in schools in the event of a flood?
 - Education
 - Early warning
 - Evacuation
 - Safe areas
 - Communication
 - Interface with Emergency Services

Generic Flood Information

Sources of flooding

Pluvial flooding

Pluvial flooding occurs when rainfall in the local area around a site is not able to drain away from a building or drains towards a building from adjacent areas.

Pluvial flooding is most likely to occur where municipal and/or private estate drainage infrastructure has limited capacity or is poorly maintained.

Where drainage infrastructure has limited capacity or is poorly maintained, the likelihood of pluvial flooding is higher in locations where the site is low lying relative to land around it or where the site is located in relatively flat land.

Fluvial flooding

Fluvial flooding occurs when regional rainfall results in water courses (e.g. lakes, rivers, streams) exceeding capacity. In significant events, this can result in destructive and life threatening overland flows, for example when rivers and reservoirs burst their banks.

Typically management of fluvial flood risk is the responsibility of the local, regional or national environmental organization. Such organizations will monitor regional hydrology and manage and maintain water infrastructure.

Tidal flooding

Tidal flooding results from high tides and/or wave surge overtopping tidal defences. High tides result from astronomical events whereas wave surge results from weather patterns such as wind and low pressure systems. Sometimes the instantaneous elevation reached by waves can be significantly higher than documented overage still water high tide data.

Tsunami flooding

Tsunami is commonly caused by seismicity or landslides. The resultant waves can cause direct damage to buildings but damage can also be caused by the flood waters that transport debris. The water pressure and impact from debris can cause significant damage to a building.

Groundwater flooding

Groundwater flooding may result where the water table rises, usually following long term rainfall or as a result of an underlying trend due to changes in local abstraction rates. Groundwater flooding is primarily dependent on hydrogeological conditions, ie the ground type and aquifer condition. Generally mapping risk of flooding from groundwater is complex and not commonly provided.

NB Impact of climate change must be considered within above modes of flooding resulting from more extreme weather behaviour.

NB Tsunami considered as part of seismic assessment.

Typical flood hazard management process for development of infrastructure / buildings

Data

- Identify flood hazard planning authority / regulator
- Review flood hazard data (models, maps, historic events etc) where these exist
- Generate hydrology data where existing data does not exist
 - Rainfall-run-off models
 - River hydraulic models
- Identify flood hazard to site from off-site flood sources (pluvial, fluvial, tidal)
- Identify flood hazard generated on site (pluvial)

Policy

- Review policy / regulation requirements.
- Consult regulators and seeks approval.

Design

- Review design (site location, site masterplan, site levels etc) to suit flood hazard assessment and comply with regulatory requirements.
- Develop infrastructure design to incorporate flood management infrastructure (walls, bunds, attenuation...) to manage residual flood risk not designed out.