

Plan de Gestión del Riesgo Ante Sismos en la Universidad UTE-Sede Santo Domingo

Earthquake Risk Management Plan at the UTE University-Sede Santo Domingo

Sonia Leyva Ricardo¹

Universidad UTE.

sonia.leyva@ute.edu.ec

Miguel Ángel Castellanos Narváez²

Investigador independiente

dadymiguel89@hotmail.com

Recibido: 01/01/2024

Aceptado: mayo/2024

Publicado: junio/2024

¿Cómo citar?:

Leyva, S.; Castellanos, M. (2024). Plan de Gestión del Riesgo Ante Sismos en la Universidad UTE-Sede Santo Domingo. Revista Científica Mundo Recursivo, 7(1), 83-107.

¹ Ingeniera Industrial. Máster en contaminación ambiental. Mención gestión ambiental y protección de los recursos naturales. Universidad UTE, Facultad de ciencias de la ingeniería e industrias

² Ingeniero ambiental y manejo de riesgos naturales. Máster en prevención de riesgos laborales. Investigador Independiente.

RESUMEN

El incremento de la exposición al riesgo y la información que se tiene del costo de los daños producidos por los desastres ha promovido el interés de las entidades por trabajar en cómo se debe manejar este tipo de amenazas, indiferentemente de si se originan naturalmente, o por la acción humana. La presente investigación se realizó con el objetivo de elaborar un plan de gestión del riesgo ante sismos en la Universidad UTE -Sede Santo Domingo; para lo cual se aplicó la metodología heurística del Centro de Estudios y Prevención de Desastres. Esto posibilitaría cuantificar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones de la universidad, así como estimar la amenaza sísmica a partir del método determinista de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica con una adaptación de los instrumentos de apoyo para el análisis y gestión de los riesgos naturales. Para ello se tuvo como instrumento principal el análisis histórico sísmico; estableciendo los niveles de amenaza y vulnerabilidad, éstos se relacionan en una matriz de doble entrada y asignando un valor, que determina el nivel de riesgo sísmico en la zona en estudio. Con los resultados obtenidos, se elaboró el plan de gestión del riesgo ante sismos, el cual contiene, a su vez, estrategias para reducir y mitigar el desastre sísmico. Con esto se busca que las autoridades de la UTE-SD consideren estas medidas dentro de la planificación universitaria.

Palabras claves: Planificación estratégica, gestión ambiental, riesgo ambiental, desastres naturales, medio ambiente.

SUMMARY

The increase in risk exposure and the information available on the cost of damage caused by disasters has promoted the interest of entities in working on how this type of threats should be managed, regardless of whether they originate naturally, or by human action. This research was carried out with the objective of developing an earthquake risk management plan at the UTE University - Santo Domingo Campus; For which the heuristic methodology of the Center for Disaster Studies and Prevention was applied. This would make it possible to quantify the level of vulnerability of the university buildings, as well as estimate the seismic threat based on the deterministic method of the Colombian Association of Seismic Engineering with an adaptation of the support instruments for the analysis and management of the natural hazards. For this purpose, historical seismic analysis was used as the main instrument; establishing the levels of threat and vulnerability, these are related in a double-entry matrix and assigning a value, which determines the level of seismic risk in the area under study. With the results obtained, the earthquake risk management plan was developed, which in turn contains strategies to reduce and mitigate the seismic disaster. This seeks to ensure that the UTE-SD authorities consider these measures within university planning.

Keywords: Strategic planning, environmental management, environmental risk, natural disasters, environment

INTRODUCCIÓN

Los edificios de todo el mundo son susceptibles a sufrir daños o derrumbarse debido a un terremoto, lo que contribuye a causar víctimas y pérdidas económicas (Egbelakin, Wilkinson e Ingham, 2014). Los estudios han demostrado que el colapso de los edificios es la razón principal del exceso de muertes y lesiones durante los terremotos (Coburn, Spence y Pomonis, 1992; Kenny, 2009). A principios del siglo XX, países como Italia, Japón y Estados Unidos comenzaron a desarrollar estándares de diseño resistentes a terremotos para nuevas construcciones en respuesta a terremotos catastróficos (Holmes et al., 2008). Sin embargo, muchos de los edificios del mundo se construyeron antes de que existieran los códigos y estándares de diseño sísmico modernos, ya que tanto el conocimiento del riesgo sísmico como los estándares de diseño continúan evolucionando (Jaiswal y Wald, 2008). Además, es posible que los edificios dañados en terremotos anteriores no puedan soportar daños adicionales causados por futuros terremotos (Georgescu et al. 2018). Por lo tanto, se aprecia cada vez más la mitigación del riesgo previo a los terremotos para abordar el parque de edificios existente (Filippova y Noy, 2020).

La ocurrencia de un sismo es un evento físico causado por la liberación repentina de energía debido a una dislocación o desplazamiento de la corteza terrestre, parte de la energía es irradiada en todas las direcciones en forma de ondas elásticas u ondas sísmicas que generan vibraciones del terreno, de tal manera que las áreas construidas se pueden encontrar afectadas a cargas sísmicas que pueden causar deformaciones importantes en éstas hasta fallarlas, por lo que es necesario evaluar la respuesta sísmica, por ende, depende de cómo se propicia los movimientos sísmicos del suelo, que puede afectar la cimentación de la estructura (Malavé-Laínez y Pinoargote-Rovello (2023).

Los actuales estudios sobre el riesgo de terremotos se han centrado predominantemente en la evolución de la exposición y la vulnerabilidad en el contexto del entorno (físico) construido, sin considerar el efecto de los cambios sociodemográficos que son una parte importante de la planificación de la resiliencia comunitaria (Sutley et al., 2017). Esto significa que cuantifican el riesgo de terremotos en términos de métricas tradicionales como pérdidas de activos físicos y víctimas, que son dimensiones estrechas de impacto (Walsh & Hallegatte, 2020) que no tienen en cuenta las consecuencias desproporcionadas de los desastres en los grupos vulnerables de bajos ingreso. por ejemplo (Adnan et al., 2020; Markhvida et al., 2020; Verschuur et al., 2020). En consecuencia, a estos estudios les falta un enfoque centrado en las personas (idealmente participativo) para la futura evaluación del riesgo de terremotos (Scolobig et al., 2015; I. S. Stewart et al., 2017), que se fomenta activamente mediante acuerdos internacionales prospectivos sobre desastres, gestión de riesgos como el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (Aitsi-Selmi et al., 2016). Las deficiencias de los enfoques existentes de evaluación del riesgo de terremotos futuros se derivan de la falta general de un marco comúnmente acordado para modelar los riesgos

del mañana derivados de desastres naturales.

De acuerdo con el BID (2022) entre los países con mayor probabilidad de riesgo de ser afectado por un desastre sísmico, se encuentra Ecuador, considerando su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, sin embargo, los planes de prevención ante riesgos naturales no son estructurados adecuadamente por los organismos e instituciones públicas y privadas.

Las instituciones educativas destacan entre las más vulnerables a este tipo de eventos, debido a la alta concentración de estudiantes que suelen estar ellos, por lo que se hace evidente la importancia de contar con programas de prevención de riesgos adecuados a las características naturales y sociales del entorno en donde se ubican estas instituciones, incluyendo a las universidades.

El objetivo del presente estudio es elaborar un plan de gestión del riesgo ante sismos en la Universidad UTE -Sede Santo Domingo; al ser una institución educativa de relevante importancia en la región de Santo Domingo de los Tsáchilas, y contar con una adecuada infraestructura constructiva, no cuenta al momento de realizarse esta investigación con un plan de gestión del riesgo ante sismos (PGRS) que considere las construcciones emplazadas en los predios que son numerosas y variadas, las cuales tienen una estructura de sistema mixto.

Un Plan de Gestión del Riesgo ante Sismos en la UTE-SD permitirá sugerir directrices para manejar emergencias relacionadas con el desastre sísmico y mitigar sus impactos; además de preparar las medidas necesarias para salvar vidas y evitar pérdidas materiales; responder antes, durante y después de las emergencias y establecer un plan que permita a la universidad recuperarse de las incidencias y volver a la normalidad en un tiempo razonable.

Estableciendo los niveles del riesgo ante sismos, se procede a definir las directrices administrativas, organizaciones, destrezas y capacidades operativas para ejecutar políticas y fortalecer las capacidades de afrontamiento que se deben realizar: antes, durante y después de presentarse una emergencia ante sismos, con el fin de reducir el impacto adverso de la amenaza sísmica.

DESARROLLO

El Plan de Gestión del Riesgos ante Sismos corresponde a las medidas dirigidas a la prevención, mitigación, protección, recuperación o reconstrucción de los daños que se generen durante un sismo, se presentan dentro de una serie de etapas y medidas que conforman el PGRS. Estos componentes son el resultado del análisis de la evaluación del riesgo y responden adecuadamente a cada una de las actividades definidas en la universidad.

El PGRS, es un instrumento que permite mantener en armonía el desarrollo socioeconómico de la universidad y el de los estudiantes (SGR, 2012).

Gestión del riesgo ante sismos

La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos define a la gestión de riesgo como un proceso que implica un conjunto de actividades planificadas que se realizan, con el fin de minimizar los riesgos o poder hacer frente ante una situación de emergencia o desastre en caso de que estos se presenten (SGR, 2012).

La finalidad de la gestión del riesgo es realizar un proceso social cuya finalidad última es la reducción o la previsión y control continuo del riesgo en la sociedad, e integrando pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenibles (SINAGERD, 2014).

Para el desarrollo de la presente investigación, los autores, definen la siguiente propuesta tecnológica.

Variables a considerar en el estudio de campo

- **Vulnerabilidad sísmica:** Características y circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza (SGR, 2012). Cardona (2001) expresa que la vulnerabilidad es la predisposición, susceptibilidad o factibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso de que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste. Las variables tomadas en cuenta para cuantificar el nivel de vulnerabilidad sísmica en la UTE-SD son: materiales de construcción, altura del edificio, estado de conservación, tipo de suelo y el diseño estructural.
- **Amenaza sísmica:** La sismicidad y la actividad sísmica de una región se definen como la frecuencia, tipo y magnitud de los terremotos experimentados durante un período determinado. El estruendo sísmico que no es un terremoto también se conoce como temblor. La sismicidad se mide cuantitativamente (Malavé-Laínez. y Pinoargote-Rovello, 2023)
- **Riesgo sísmico:** según la SGR (2012) es la probabilidad de que el desastre suceda como consecuencia de la combinación de las amenazas con las condiciones de vulnerabilidad y puede ser estimado por el probable número y características de pérdidas humanas, heridos, propiedades dañadas e interrupción de actividades económicas que podría producirse luego de un desastre. De acuerdo a esto, se define al riesgo como la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene el riesgo sísmico al relacionar la amenaza o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno con una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Cardona, 1993).

METODOLOGÍA

El alcance de la presente investigación es exploratorio y descriptivo, ya que se espera definir los planes de riesgo, el riesgo sísmico, el comportamiento de los estudiantes, docentes y administrativos, mientras que en el alcance descriptivo se detallará el comportamiento de las variables cuando éstas se correlacionen entre sí para obtener conclusiones concretas, sugiriendo un plan de gestión del riesgo ante sismos específico para el tema de estudio (Calle Mollo, 2023). Para las técnicas de investigación (formato) se emplearán las siguientes herramientas de apoyo a la investigación,

- Investigación y recolección científica, libros, internet, etc.
- Investigación de campo.
- Tabla de registro de macrosismos o microsismos percibidos en el territorio de la comunidad universitaria.
- Inspección visual en las edificaciones de la comunidad universitaria.
- Encuestas a la comunidad universitaria.

Método para el análisis de la amenaza sísmica

Para estimar la amenaza sísmica, se recopila la información del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN) sobre la reseña histórica sísmica de la ciudad de Santo Domingo, lugar donde se encuentra ubicada la UTE-SD. Dichos datos se organizan en función de su fecha en una tabla, que permitirá establecer un valor sísmico medio. El valor sísmico medio es expresado como magnitud sísmica según refleja la escala de Richter y a través de la tabla de correlación entre la escala de Richter y Mercalli, se relacionan y se obtiene la intensidad sísmica que será utilizada para la estimación de la amenaza sísmica

Para considerar el nivel de amenaza sísmica se establecen cuatro niveles de valoración sísmica relacionados con la aceleración pico del suelo, donde a través de estos niveles se determina el nivel de amenaza sísmica y el nivel de frecuencia sísmica en la UTE-SD como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.

Nivel de amenaza sísmica

NIVEL DE AMENAZA			
VALOR	FRECUENCIA	AMENAZA	RANGOS (g)
4	MUY ALTA	MUY PELIGROSO	> a 0.50
3	ALTA	PELIGROSO	0.20g - 0.50g
2	INTERMEDIA	POCO PELIGROSO	0.10g - 0.20g
1	BAJA	NO PELIGROSO	0.01 g - 0.10g

Nota: Rodríguez López, et al 2013

Método para el análisis de la vulnerabilidad sísmica

Para el análisis de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos, se utiliza la metodología heurística para sismos, donde se determinan las variables más significativas en las estructuras de las construcciones (Lozano, 2008). Los valores de las variables de la matriz de vulnerabilidad se estimarán a través del estudio de campo, inspecciones e informes que otorga la norma ecuatoriana de la construcción (NEC). También se tomará en cuenta el conocimiento de ingenieros civiles y arquitectos.

Paso 1

Esta metodología combina lo cualitativo con lo cuantitativo, para lo cual se procede a realizar una serie de pasos para elaborar la matriz de vulnerabilidad:

- Determinar las variables más importantes de vulnerabilidad ante sismos de los bloques.
- Asignar un peso (ponderación), de acuerdo al nivel de incidencia ante sismos. A mayor peso, mayor incidencia (1-8).
- Determinar un valor a cada uno de los indicadores de cada variable. Mayor valor al que tiene mayor incidencia (1-4).

Determinando las variables de la UTE-SD y otorgando un nivel de ponderación, a cada uno de los indicadores de las variables se procede a estructurar la matriz como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2.

Metodología Heurística: ponderación y valoración de variables de vulnerabilidad de la edificación ante sismos

VARIABLES VULNERABILIDAD		Materiales de construcción	Estado de conservación	Altura (número pisos)	Tipo de suelo	Diseño estructural	
PONDERACIÓN (P)		6	2	4	5	8	
VALOR (V) (De los indicadores)	4	Muy Alto	Adobe	Muy Malo	Muy alto	Suelo fino	No
	3	Alto	Hormigón simple	Malo	Alto	Arenoso con arcilla	No
	2	Medio	Acero	Regular	Mediano	Arenoso con limo	Si
	1	Bajo	Hormigón armado	Bueno	Pequeño	Grava	Si

Nota: (Lozano, 2008)

Altura (número de pisos):

- Pequeño: el edificio es de 1 piso.
- Mediano: el edificio es de 2 pisos.
- Alto: el edificio es de 3 pisos.
- Muy alto: el edificio es mayor o igual 4 pisos.

Paso 2

Se procede a dar un valor a cada bloque a través de las inspecciones, después se multiplica el valor de ponderación de cada variable con el valor del indicador otorgado a cada bloque y de esta forma se obtiene un puntaje final. Finalmente se realiza la sumatoria de los valores finales de los bloques y se obtiene el valor medio.

Paso 3

Se definen los rangos para cada nivel de vulnerabilidad sísmica y con el valor medio obtenido de las variables de vulnerabilidad de las edificaciones se determina en que rangose encuentra ubicado y así se refleja el nivel de vulnerabilidad sísmica en la universidad como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3.
Nivel de vulnerabilidad de la edificación ante sismos

NIVELES DE VULNERABILIDAD			RANGOS
Muy Alto	4		De 82 a 100
Alto	3		De 63 a 81
Medio	2		De 44 a 62
Bajo	1		De 25 a 43

Nota: (Lozano, 2008)

Método para estimar el riesgo sísmico

Para la estimación del riesgo sísmico en la UTE-SD se utilizó la metodología heurística del Centro de Estudios y Prevención de Desastres (Lozano, 2008), también se tomó en cuenta el método analítico o matemático propuesto por el Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú (INDECI, 2006), en el cual se emplea la siguiente ecuación:

$$Riesgo = Amenaza \times Vulnerabilidad \quad (1)$$

Valoración del Riesgo Sísmico

La evaluación final del riesgo sísmico se basa en el uso de una tabla de doble entrada, una para la amenaza y otra para la vulnerabilidad para utilizar los niveles de probabilidad de ocurrencia de la amenaza y la vulnerabilidad sísmica tal como se muestra en la Tabla 4. Para entender esta tabla el

autor menciona que “Con ambos porcentajes se interrelaciona, por un lado (vertical), el valor o nivel de la amenaza; y por otro lado (horizontal), el nivel de vulnerabilidad media” (Lozano, 2008).

Tabla 4.

Estimador del riesgo sísmico

				NIVELES DE VULNERABILIDAD							
				MUY ALTO	ALTO		MEDIO		BAJO		
				4	3		2		1		
NIVELES DE AMENAZA		MUY ALTO	4	16	Muy Alto	12	Alto	8	Medio	4	Bajo
		ALTO	3	12	Alto	9	Alto	6	Medio	3	Bajo
		MEDIO	2	8	Medio	6	Medio	4	Bajo	2	Bajo
		BAJO	1	4	Bajo	3	Bajo	2	Bajo	1	Bajo
				NIVEL DE RIESGO ANTE SISMOS							

Nota: (Lozano, 2008)

LEYENDA:

	Riesgo Muy alto: 16
	Riesgo alto: 9 – 12
	Riesgo medio: 6 – 8
	Riesgo bajo: 1 a 4

Nota: (Lozano, 2008)

Para el desarrollo de la presente investigación se ha considerado seguir el siguiente procedimiento que se expone en la figura 1.

RESULTADOS

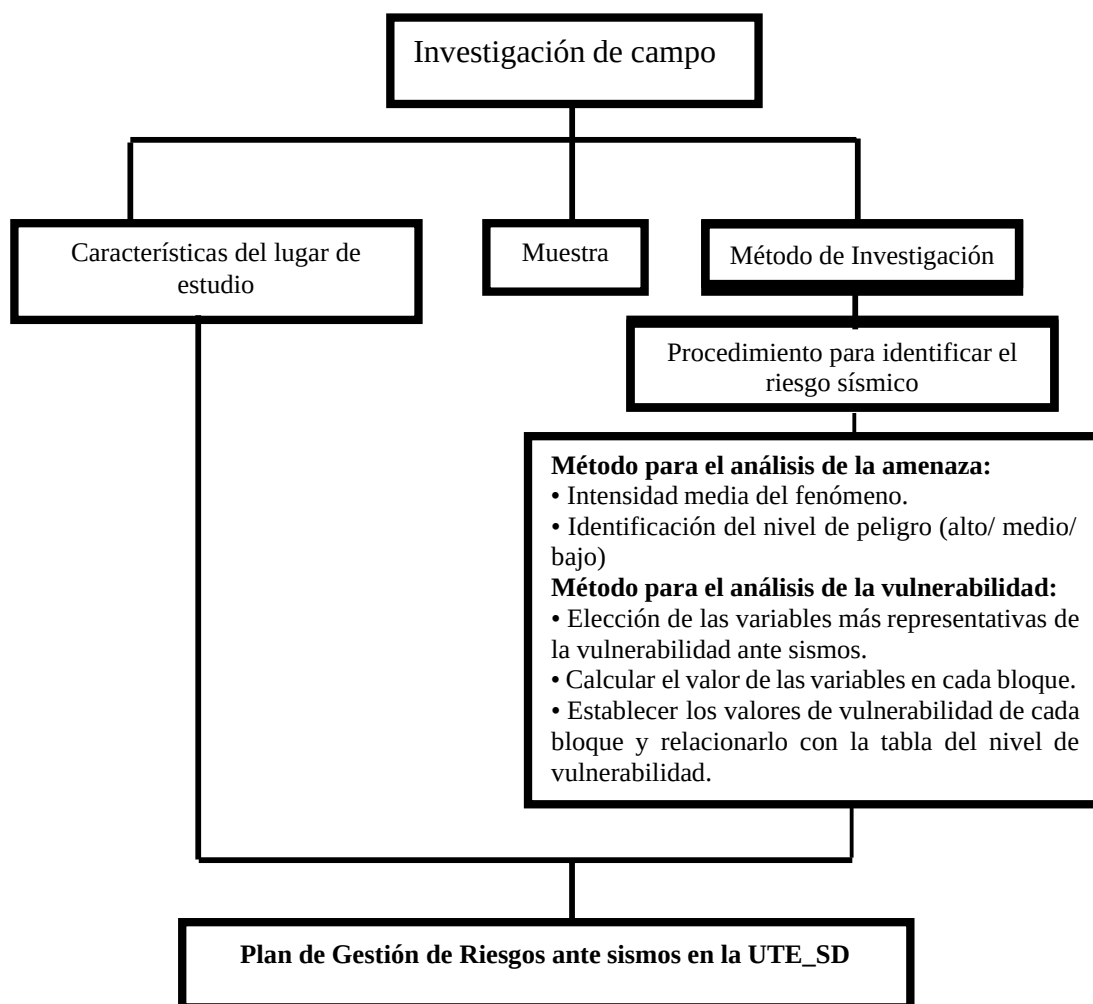
A continuación, se exponen los resultados del análisis realizado para determinar el nivel de importancia para la implementación de un plan de gestión de riesgos ante sismos en la UTE-SD.

Los temblores y sismos son uno de los desastres naturales a los que más está expuesta la ciudad de Santo Domingo según los encuestados, mientras que los terremotos no son contemplados como una amenaza tan destacada para la ciudad (27% estudiantes, 39% administrativos y 41% docentes).

Esta percepción se debe a que en Santo Domingo hay una enorme frecuencia de temblores y microsismos a lo largo de todo el año como se puede apreciar en la Figura 2.

Figura 1.

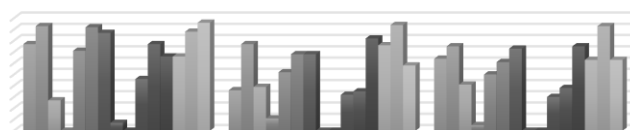
Mapa determinando el proceso a seguir en la implementación de un Plan de Gestión del Riesgo ante Sismos



Nota: Rodríguez López, et al 2013

Figura 2.

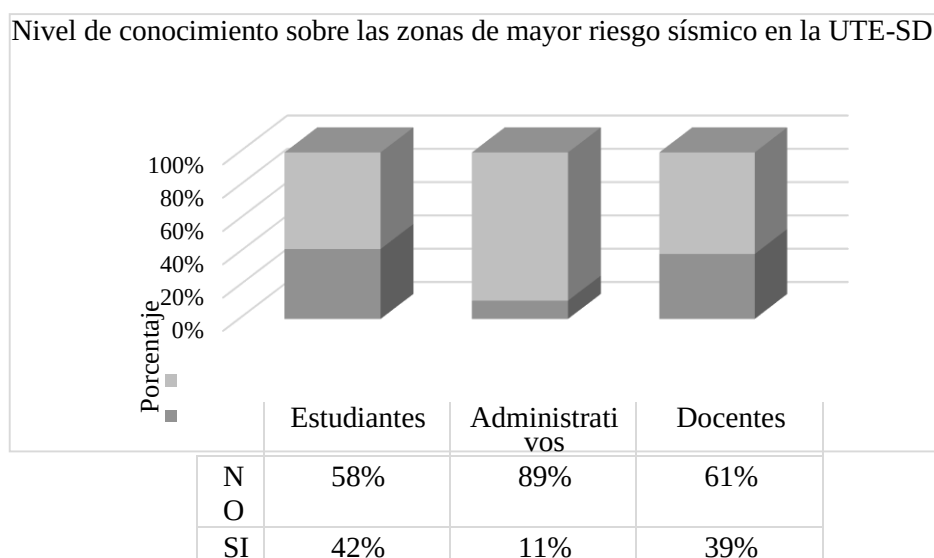
Desastres naturales a los cuales está expuesta la ciudad de Santo Domingo



	Estudiantes	Administrativos	Docentes
SISMO	77%	36%	64%
TEMBLOR	93%	77%	75%
TERREMOTO	27%	39%	41%
TORNADOS	0%	11%	5%
TORMENTAS	71%	52%	50%
INUNDACIONES	92%	68%	61%
INCENDIOS	87%	68%	73%
ERUPCIONES VOLCANICAS	7%	0%	0%
TSUNAMIS	0%	0%	0%
ALUDES	46%	32%	30%
SEQUIAS	77%	35%	38%
PLAGAS	66%	82%	75%
EPIDEMIAS	66%	76%	63%
DESLIZAMIENTOS DE TIERRA	88%	94%	93%
DESBORDAMIENTO DEL CAUDAL DEL RIO	96%	58%	63%

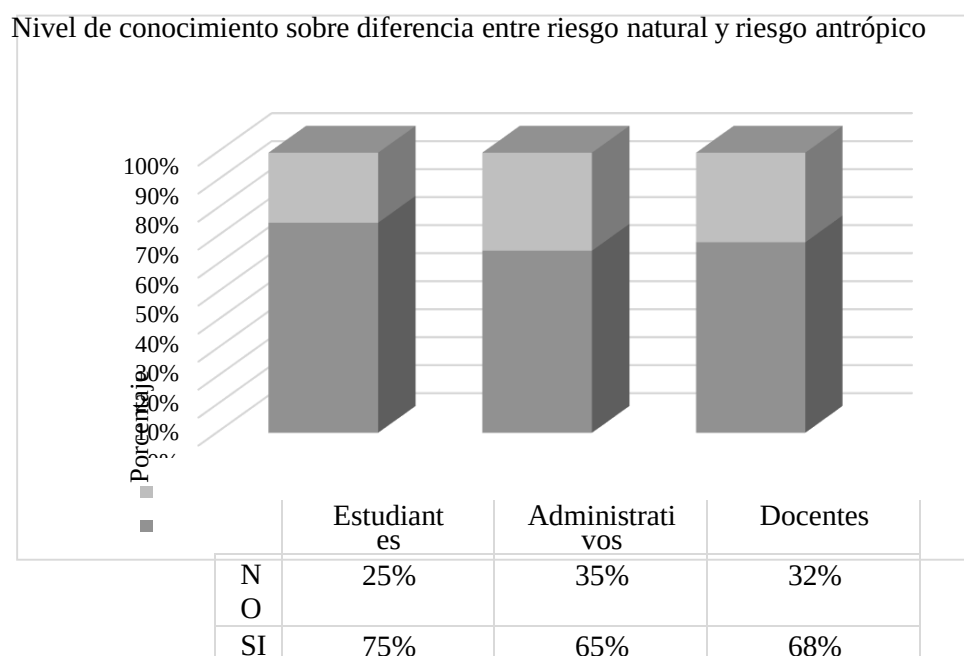
Existe un gran desconocimiento por parte de los tres grupos sobre cuáles son las zonas de mayor riesgo sísmico en el UTE-SD. Especialmente por los administrativos con un 89%de desconocimiento, por otra parte, entre los estudiantes y docentes el porcentaje de no conocimiento es algo menor (58% y 61% respectivamente). Encontrando el mayor conocimiento en los profesores y alumnos frente a los administrativos como se puede apreciar en la figura 3.

Figura 3.



En la Figura 4 se muestra el nivel de conocimiento sobre diferencia entre riesgo natural y riesgo antrópico, observándose que el 75% de los estudiantes y el 68% de los docentes saben diferenciar el riesgo natural del riesgo antrópico, mientras que sólo el 65% del personal administrativo afirmó poder reconocer dicha diferenciación. La minoría, 25% de estudiantes, 35% administrativos y 32% de docentes afirmaron que no conocen la diferencia de estos dos conceptos.

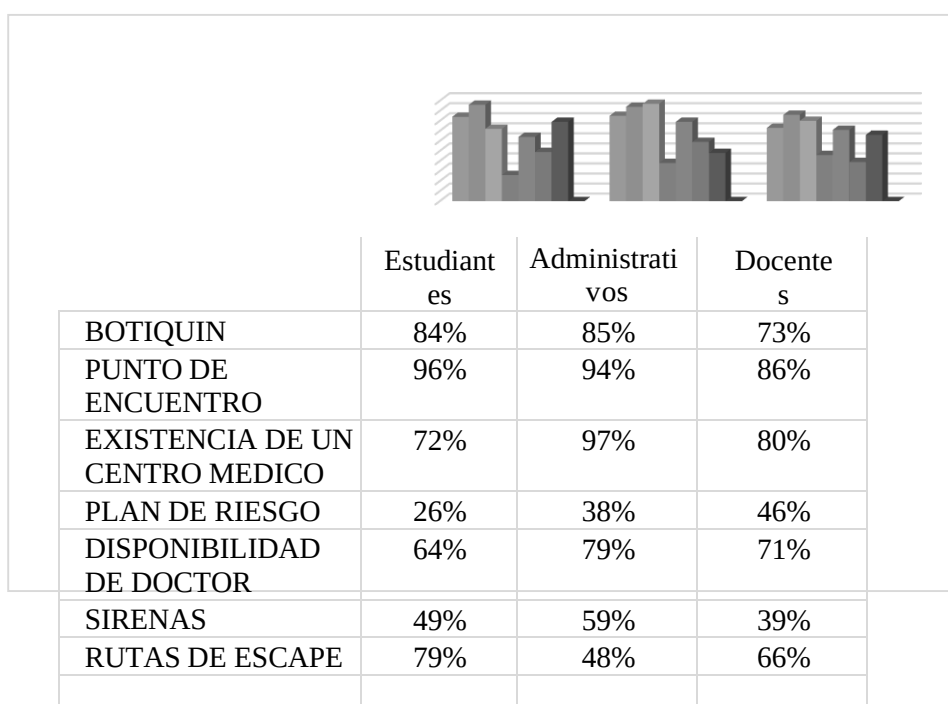
Figura 4



En cuanto a los aspectos a tener en cuenta en la universidad UTE-SD ante una emergencia, en la Figura 5 se muestra que la comunidad universitaria en la mayoría conoce como hacer frente a una emergencia, en mayor porcentaje contar con botiquín, centro médico, doctor y el punto de encuentro, mientras que las sirenas, el plan de riesgo o las rutas de escape son menos conocidas, en especial el plan de riesgo. Se debe a que son los más conocidos y usados más frecuentemente por la comunidad universitaria, como el centro médico, y el resto es menos conocido porque nose ha realizado una capacitación integral.

Figura 5.

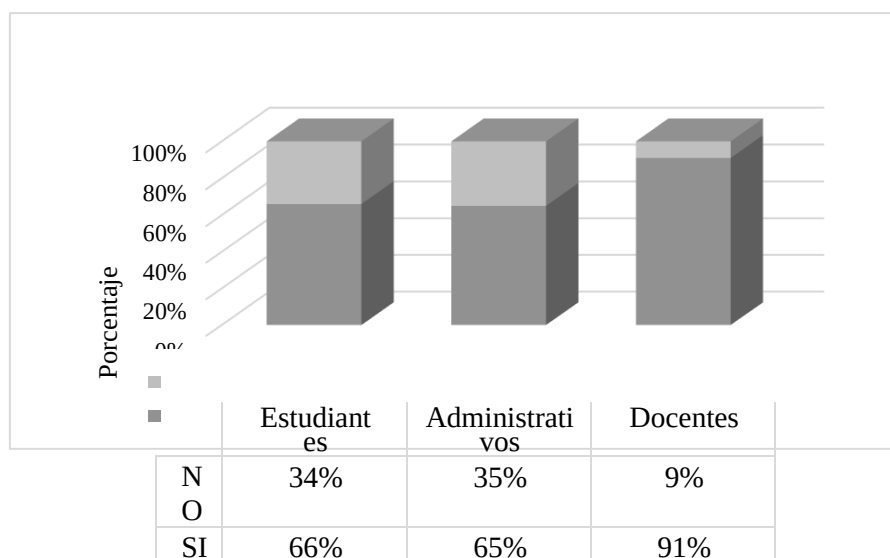
Aspectos a tener en cuenta en la universidad ante una emergencia



Con relación al nivel de conocimiento en cuanto al significado de las señalizaciones ubicados en toda la universidad, se muestra en la Figura 6 que existe un elevado conocimiento del significado de los pictogramas o señalizaciones de emergencia por parte de los estudiantes y administrativos (66% y 65%), en especial los docentes (91%), por lo que en una situación real aportarían positivamente, por ejemplo, a una eficaz evacuación de la institución educativa.

Figura 6.

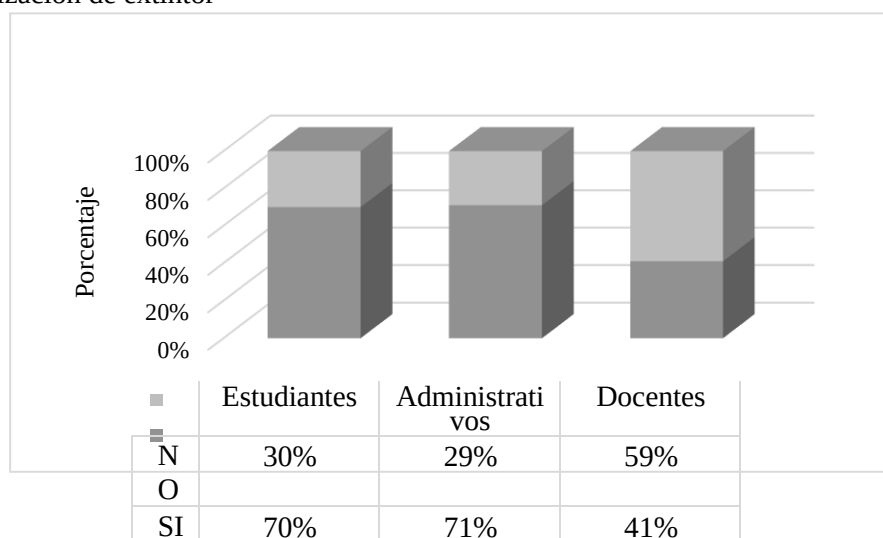
Conocimiento del significado de las señalizaciones de la universidad



El 70% de los estudiantes y el 71% de los administrativos poseen conocimientos sobre como manipular un extintor, en tanto que el 59% del personal docente respondió que no saben utilizar un extintor. Este desconocimiento que tiene los docentes se debe a que el personal administrativo y los estudiantes están mejor capacitados en seguridad e higiene ocupacional y en el caso de los docentes la capacitación es solo para los miembros de las brigadas contra incendio y no para todo el personal (ver Figura 7).

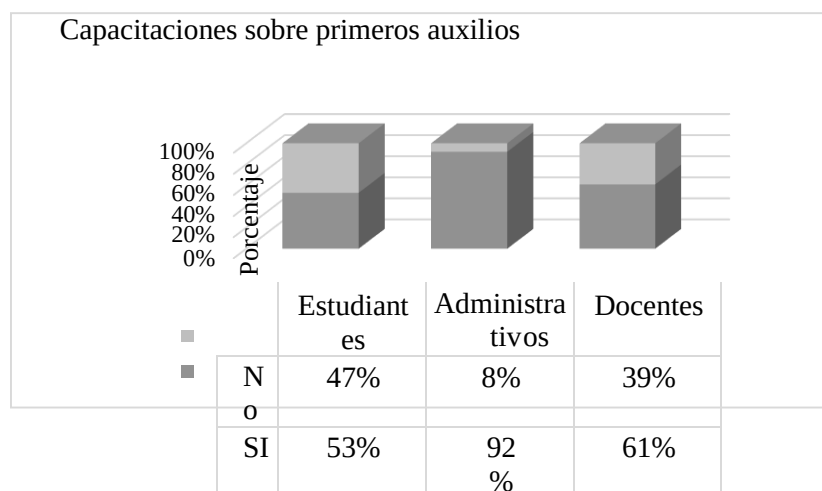
Figura 7

Utilización de extintor



En la capacitación sobre primeros auxilios prácticamente todo el personal administrativo ha recibido formación en esta área (92%), los docentes y los estudiantes han recibido una menor capacitación en primeros auxilios (61% y 53% respectivamente). Esto supone que en la comunidad universitaria quienes están debidamente capacitados es el personal administrativo (ver Figura 8)

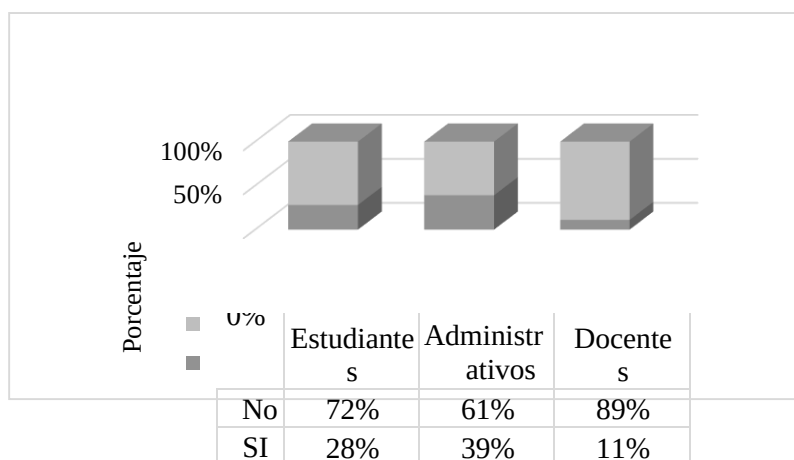
Figura 8



En cuanto al nivel de preparación de la comunidad universitaria para enfrentar un desastre natural, los resultados de los docentes fue de 11%, seguido de los estudiantes con un 28% y de los administrativos con 39%, lo que refleja los resultados que la comunidad universitaria no se encuentra preparada para hacer frente a un sismo de grandes dimensiones o un terremoto, existiendo más del 60% de la comunidad universitaria que niega la preparación de la universidad para un desastre natural (ver Figura 9)

Figura 9

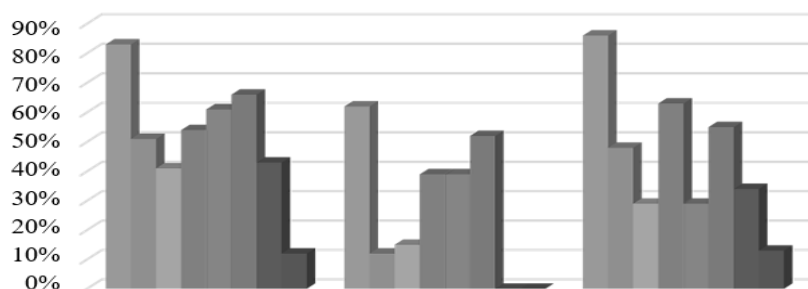
Preparación de la universidad ante un desastre natural



En la determinación de la no preparación de la UTE-SD ante un desastre natural, y por qué cree que se suscita esto, como se pudo observar en la Figura 9, el 72 % de los estudiantes, 61 % administrativos y 89 % docentes respondieron de forma negativa que no están preparados para enfrentar un desastre natural, esto se debe a la falta de un plan de contingencia, falta de seguimiento, así como la falta de un plan de riesgos e información a la comunidad (ver Figura 10)

Figura 10

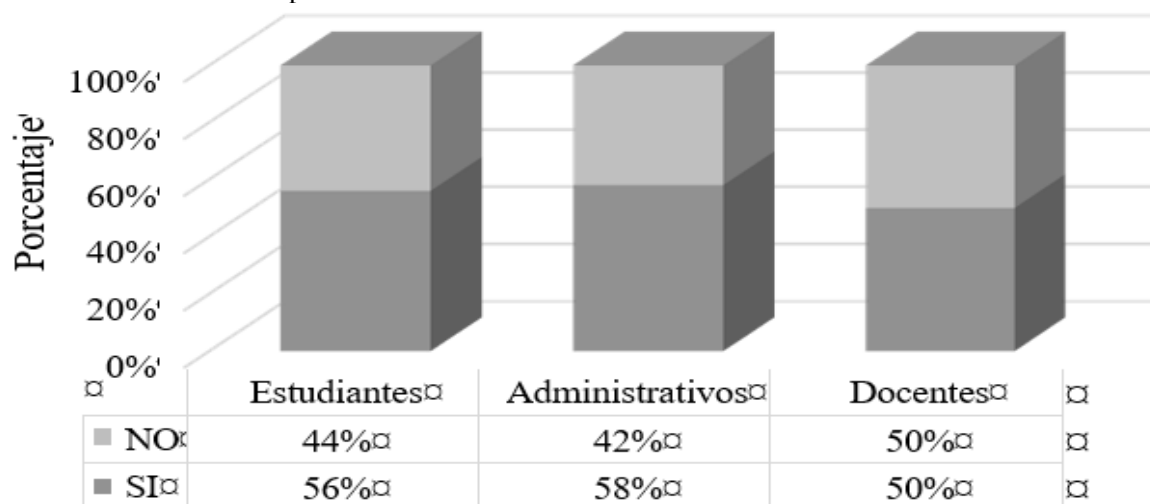
Determinación de la no preparación de la UTE-SD ante un desastre natural



	Estudiantes	Administrativos	Docentes
FALTA DE SIMULACROS	83%	62%	86%
FALTA PLAN DE CONTINGENCIA	51%	12%	48%
SEGUIMIENTO	41%	15%	29%
FALTA DE CULTURA DE GESTIÓN DE RIESGOS	54%	39%	63%
FALTA DE INFORMACIÓN	61%	39%	29%
FALTA DE CAPACITACIÓN	66%	52%	55%
FALTA DE UN PLAN DE RIESGOS	43%	0%	34%
NO HAY PLANIFICACIÓN	12%	0%	13%

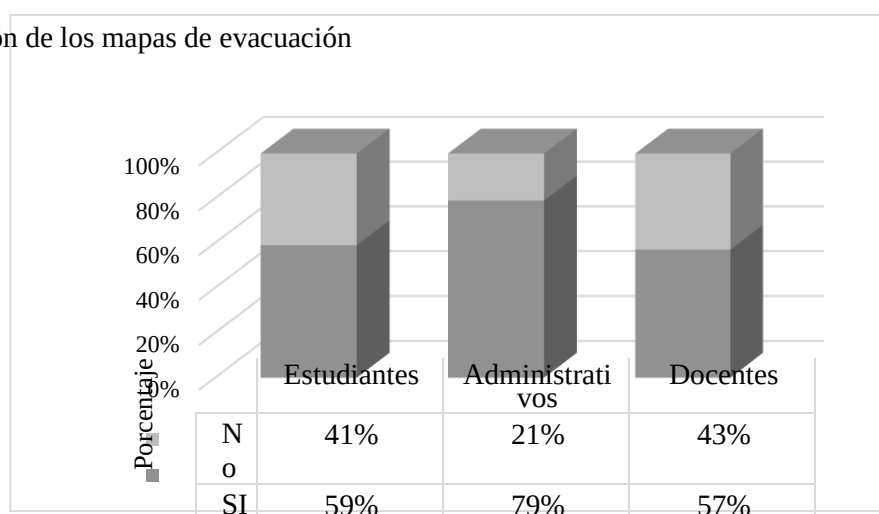
Si se suscitara un sismo en la comunidad universitaria, el conocimiento en cuanto a las rutas de escape de la universidad y de las instalaciones, más del 50 % de los encuestados conocen las rutas de escape de la universidad y de las instalaciones educativas, aportando así a una operación de evacuación rápida, ordenada y sobre todo en calma, básico en este tipo de situaciones. Pero también se refleja con un porcentaje menor del 44% de estudiantes, 42 % de Administrativos y 50% de docentes que no poseen conocimientos sobre las rutas de escape (ver Figura 11)

Figura 11.
Conocimiento de rutas de escape e instalaciones de la universidad



Como se muestra en la Figura 12, el 79% del personal administrativo son los que más conocimiento tienen en la interpretación de los mapas de evacuación, mientras que los que menos conocimiento poseen son los docentes en un 57% y estudiantes (59%), esto se debe a que no se les ha socializado adecuadamente o porque su diseño no permite una interpretación sencilla.

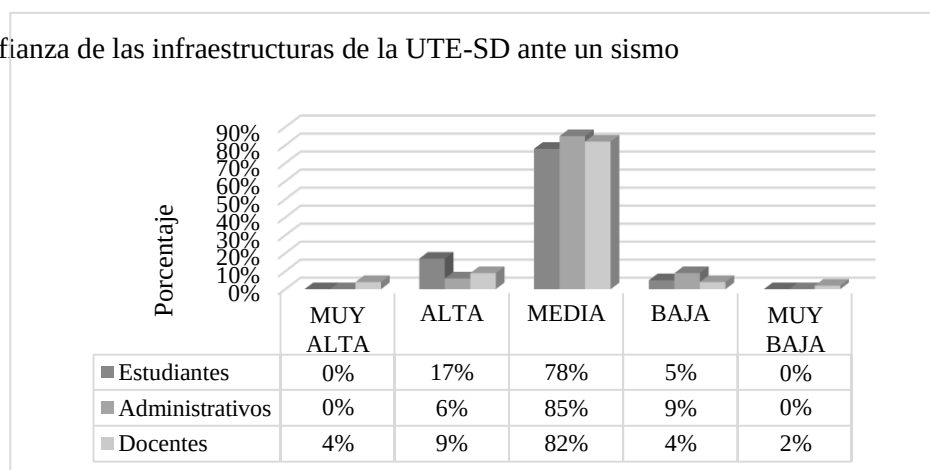
Figura 12.
Interpretación de los mapas de evacuación



El nivel de confianza con respecto a la infraestructura de la universidad ante la ocurrencia de un sismo según se muestra la Figura 13, más del 80% de la comunidad universitaria encuestada tiene un nivel de confianza medio con respecto a la infraestructura de la universidad en caso de ocurrir un sismo, mientras que con un porcentaje menor del 10% tiene un nivel de confianza bajo de la UTE-SD. Esto es importante por cuanto se demuestra que ante un sismo fuerte la confianza de que las edificaciones resistan, da tranquilidad a la comunidad para afrontar una evacuación ordenada y eficaz.

Figura 13.

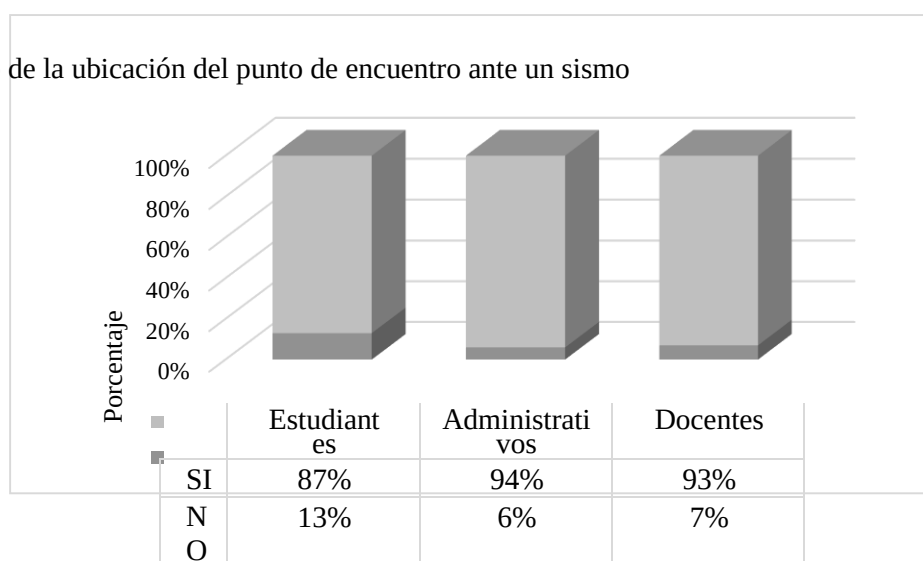
Nivel de confianza de las infraestructuras de la UTE-SD ante un sismo



En cuanto al conocimiento del lugar donde está ubicado el “punto de encuentro” si sucediera un sismo en la UTE-SD, más del 85% de encuestados (estudiantes, docentes y administrativos) totales conocen los puntos de encuentro ubicados en los diferentes sectores de la UTE-SD, a donde tienen que concentrarse si se produjera una emergencia (ver Figura 14)

Figura 14

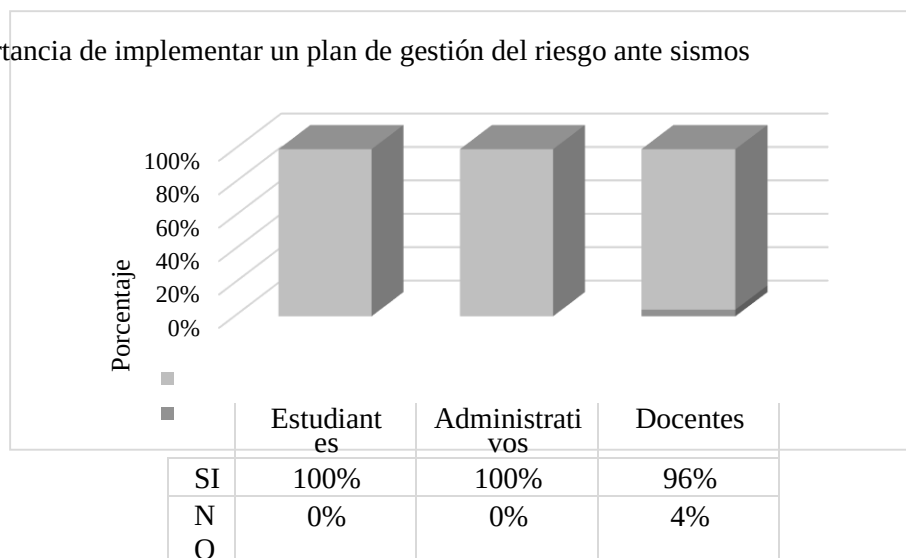
Conocimiento de la ubicación del punto de encuentro ante un sismo



El nivel de importancia en la implementación de un PGRS, en la Figura 15 se observa que el 100 % de estudiantes y administrativos, así como el 96% de los docentes de la comunidad universitaria consideran como una necesidad la implementación de un plan de gestión del riesgo antes sismos en la UTE-SD, mientras que una minoría del 4% de los docentes no lo consideran necesario.

Figura 15

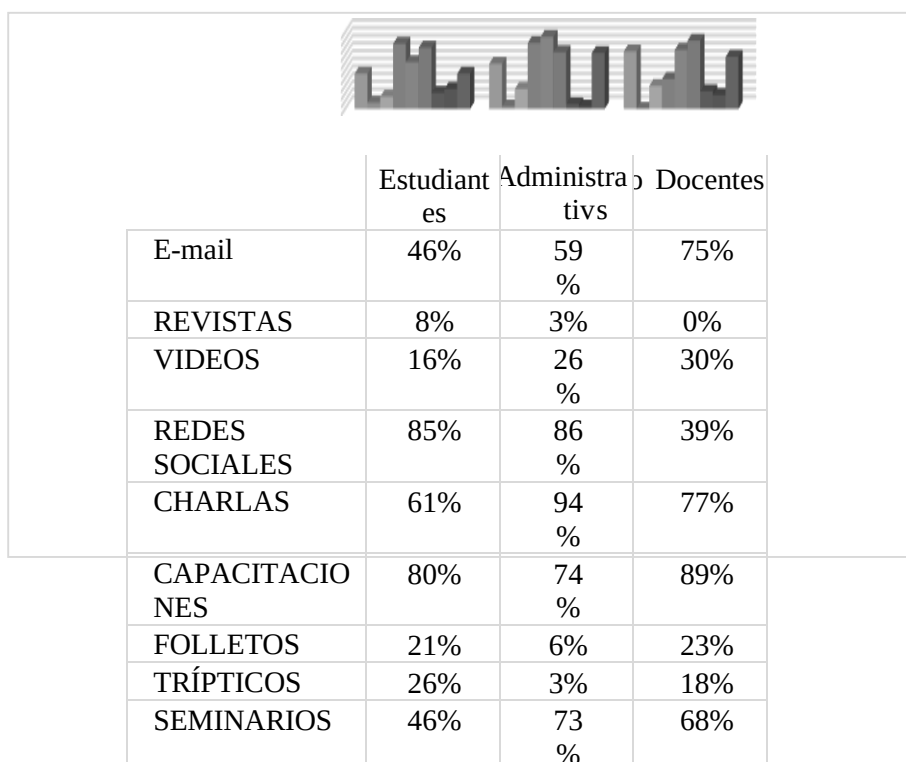
Nivel de importancia de implementar un plan de gestión del riesgo ante sismos



Como se puede observar en la Figura 16, de los instrumentos de comunicación que pueden servir para llegar con más claridad a la comunidad universitaria, se encuentra las capacitaciones, en el caso de los estudiantes con un 80%, los administrativos con un 74% y el personal docente con un 89%, siendo este instrumento de mucha utilidad para que la comunidad universitaria se mantenga informada y preparada para enfrentar un sismo en caso de suscitarse.

Figura 16.

Instrumentos de comunicación para llegar al personal de la universidad



Estimación del Riesgo Sísmico

Como resultado del análisis realizado para la estimación del riesgo sísmico, se llevó a cabo el análisis de las variables amenaza y vulnerabilidad:

En el análisis del nivel de amenaza sísmica se estableció un cuadro de niveles de valoración sísmica (Tabla 1) relacionados con la aceleración pico del suelo (g), donde a través de estos niveles se determinó el nivel de amenaza sísmica y el nivel de frecuencia sísmica en la UTE-SD, por lo tanto haciendo una valoración de la amenaza sísmica en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, la provincia y por ende la UTE-SD se encuentran ubicada en una zona de amenaza sísmica baja ($A_a < 0.10g$), siendo el valor de la amenaza 1 o muy baja, cuya frecuencia es baja.

Para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en la UTE-SD se procedió a realizar una inspección visual, entrevistas a especialistas en edificaciones y trabajadores de la UTE-SD permitiendo realizar un análisis cualitativo de las edificaciones y dando valores a dichas variables para poder cuantificar la vulnerabilidad sísmica, y aplicando la metodología Heurística: ponderación y valoración de variables de vulnerabilidad de la edificación ante sismos (Tabla 2) arrojando un puntaje de 55 en su totalidad, que se encuentra en el rango de 44-62, por lo tanto recibe una calificación de 2 o vulnerabilidad media, estableciendo que las edificaciones son estructuras sísmo resistente y capaz de resistir una amenaza sísmica intermedia o poco peligrosa sin producirse el colapso de las edificaciones, pero pudiéndose producir fisuras en su edificación: paredes, columnas.

Valoración del Riesgo Sísmico

Aplicando la ecuación 1 para la evaluación final del riesgo sísmico y utilizando el estimador del riesgo sísmico (Tabla 3), que consiste en una tabla de doble entrada, una para la amenaza y otra para la vulnerabilidad. Donde se interrelacionó el nivel de amenaza 1 con el nivel de vulnerabilidad 2, arrojando un riesgo sísmico igual 2, siendo considerado un nivel de riesgo sísmico bajo y poco probable que se dé un acontecimiento sísmico de gran magnitud en la universidad.

Mapa del riesgo sísmico en la UTE-SD

Con los datos obtenidos del nivel del riesgo sísmico en la UTE-SD, se pudo elaborar un mapa de riesgos sísmicos, con el cual la comunidad universitaria podrá conocer los lugares más seguros a donde dirigirse en caso de un desastre sísmico (ver Figura 17)

Propuesta del plan de gestión del riesgo ante sismos en la UTE-SD.

Reducción del riesgo sísmico

A continuación, se presenta el plan de gestión del riesgo ante sismos, recordando que esta etapa se basa en acciones y medidas, para enfrentar el impacto negativo de un sismo de cualquier magnitud (SGR, 2012).

En la Tabla 5 se muestra las medidas de reducción del riesgo partiendo de la reducción de la amenaza, la vulnerabilidad y el efecto conjunto sobre amenaza y la vulnerabilidad.

En la reducción de la amenaza no aplica las medidas de reducción ya que los sismos son fenómenos naturales que no se pueden prevenir.

Tabla 5

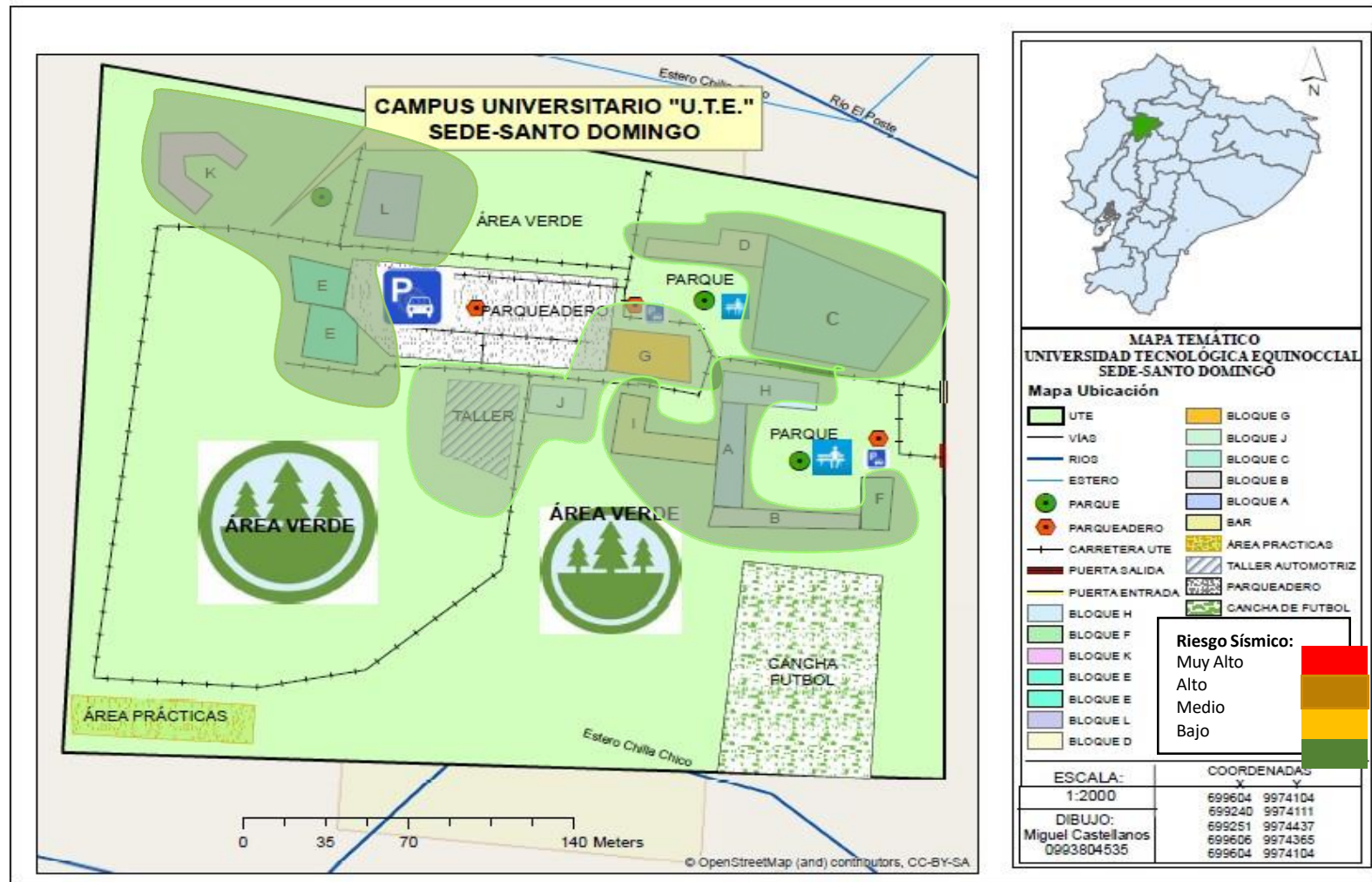
Plan de gestión del riesgos anti sismos

ETAPA DE GESTIÓN	MEDIDAS / ACCIONES	RESPONSABILIDAD/ DEPARTAMENTOS
Reducción de la amenaza	NA	NA
	1. Verificar las edificaciones, determinar áreas críticas y autorizar la reparación de las edificaciones.	Pro. Rector Dpto. Seguridad y Salud Ocupacional
	2. Tomar acciones para la adecuación y mantenimiento de las edificaciones.	Pro. Rector, Dpto. Seguridad y Salud OcupacionalDpto. Mantenimiento, Dpto. Presupuesto
	3. Llevar un registro de los eventos telúricos ocurridos en la provincia.	Dpto. Seguridad y Salud Ocupacional
Reducción de la vulnerabilidad	4. Realizar simulacros para eventos sísmicos en la universidad.	Dpto. Seguridad y Salud OcupacionalSub. Comité de Seguridad y Salud Ocupacional
	5. Divulgar y promover la implementación de las normas de urbanismo y construcción según el Registro Oficial N.º 413 de la NEC, la cual permitirá reducir la vulnerabilidad sísmica en el diseño y la estructura, así como proteger la vida de las personas.	Pro Rector
Efecto conjunto sobre amenaza y vulnerabilidad	1. Realizar la respectiva inducción y ejecución del Plan de Reducción de Riesgo ante Sismos.	Pro. Rector Dpto. Seguridad y Salud Ocupacional

En la reducción de la vulnerabilidad consiste en minimizar los daños y la resiliencia en la comunidad universitaria, permitiendo que se recuperen más rápidamente después del evento, así como garantizar la seguridad y bienestar de estudiantes, docentes y personal administrativo.

Con relación a la medida de efecto conjunto sobre amenaza y la vulnerabilidad las mismas incluyen la identificación de elementos expuestos a la amenaza, así como medidas de compensación económica para que la comunidad universitaria esté preparada para la respuesta y recuperación ante desastres.

Figura 17
Mapa del Riesgo Sísmico UTE-SD



CONCLUSIONES

El análisis de la vulnerabilidad sísmica arrojó una calificación de 2 o vulnerabilidad media, por lo que las edificaciones se consideran como estructuras sismo resistentes y la amenaza sísmica dio un valor igual a 1 o poco peligrosa, sin producirse el colapso de las edificaciones, pero si pudiéndose producir fisuras en las paredes, columnas, vigas y techo, por lo que el potencial de daños a las personas y a las edificaciones tendrá un rango de muy leve a moderado.

La valoración del riesgo sísmico en la UTE-SD dio un valor bajo o igual a 1, siendo poco probable que las edificaciones colapsen durante un sismo leve o moderado, pero al analizar el riesgo sísmico con el suceso ocurrido el 16 de abril del 2016 resultó ser un valor medio o igual a 2 solo en el bloque E, debido al alto nivel de vulnerabilidad con el que cuenta esta edificación después de este evento. Cabe recalcar que las edificaciones de la UTE-SD durante el último movimiento telúrico tuvieron daños secundarios y no hubo daños estructurales importantes que produjeran el colapso de las mismas.

Dentro de los resultados obtenidos, se obtuvo que el 96% de la comunidad universitaria considera necesario la implementación de un plan de gestión del riesgo antes de sismos en la UTE-SD, y teniendo esto en cuenta, se estructuró un Plan de Gestión del Riesgo ante Sismo en la UTE-SD lo que será de gran utilidad para la comunidad universitaria ya que permitirá prepararse y responder de la mejor manera durante una emergencia sísmica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adnan, M. S. G., Abdullah, A. Y. M., Dewan, A., & Hall, J. W. (2020). The effects of changing land use and flood hazard on poverty in coastal Bangladesh. *Land use policy*, 99, 104868. disponible <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837720305470>
- Aitsi-Selmi, A., Murray, V., Wannous, C., Dickinson, C., Johnston, D., Kawasaki, A., et al. (2016). Reflections on a science and technology agenda for 21st century disaster risk reduction. *International Journal of Disaster Risk Science*, 7(1), 1–29. <https://doi.org/10.1007/s13753-016-0081-x>
- BID (2022) Perfil de riesgo de desastres por evento sísmico de Ecuador División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Gestión de Riesgo de Desastres Serie. IDB-TN-1964 Código JEL: Q54 <http://dx.doi.org/10.18235/0002852> Disponible en <https://goo.su/jpQ5U>
- Calle Mollo, S. E. (2023). Diseños de investigación cualitativa y cuantitativa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 1865-1879. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7016
- Cardona O.D., (1993), Manejo ambiental y prevención de desastres: dos temas asociados, Anexos, in Los desastres no son naturales, La Red, pp. 75-93. Desde: <http://idea.unalmz.edu.co/documentos/Anne-Catherine%20fase%20I.pdf>

- Cardona O.D., (2001). La necesidad de repensar de manera holística, los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión, 18 p. Extraída de: <http://idea.unalmzl.edu.co/documentos/Anne-Catherine%20fase%20I.pdf>
- Egbelakin, T., S. Wilkinson, and J. Ingham. 2014. Economic impediments to successful seismic
- Coburn, A. W., R. J. Spence, and A. Pomonis. 1992. Factors determining human casualty levels in earthquakes: Mortality prediction in building collapse. Proceedings of the Tenth World Conference on Earthquake Engineering, Rotterdam, Netherlands: Balkema.
- Filippova, O., and I. Noy. 2020. Earthquake-strengthening policy for commercial buildings in small-town New Zealand. *Disasters* 44 (1): 179–204. doi: 10.1111/disa.12360. View [PubMed] [Web of Science ®], [Google Scholar]
- Georgescu, E., M. S. Georgescu, Z. Macri, E. M. Marino, G. Margani, V. Meita, R. Pana, H. Petran, P. P. Rossi, V. Sapienza, et al. (2018). Seismic and energy renovation: A review of the code requirements and solutions in Italy and Romania. *Sustainability* 10 (5): 1561. doi: 10.3390/su10051561.
- Holmes, W., C. Kircher, W. Petak, and N. Youssef. 2008. Seismic performance objectives for tall buildings: A report for the tall buildings initiative. PEER Report 2008/01
- Jaiswal, K., & Wald, D. J. (2008). Creating a global building inventory for earthquake loss assessment and risk management. US Geological Survey open-file report-1160 (p. 103). Reston, VA: US Geological Survey.
- Lozano Cortijo, O (2008). La metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo de las edificaciones en centros urbanos. Centro de Estudios y Prevención de Riesgos PREDES. Perú. Disponible <https://www.eird.org/plataforma-tematica-riesgo-urbano/recopilacion-de-articulos/olga-lozano.pdf>
- Malavé-Laínez, J-M. y Pinoargote-Rovello, V. (2023) Análisis de vulnerabilidad sísmica en estructuras de la Parroquia Manglaralto del Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena. V8-N1-1 (ene) 2023, pp. 122-143 | Recibido: 12 de octubre de 2022 - Aceptado: 01 de enero de 2023 (2 ronda rev.) Edición Especial Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8823213.pdf>
- Markhvida, M., Walsh, B., Hallegatte, S., & Baker, J. (2020). Quantification of disaster impacts through household well-being losses. *Nature Sustainability*, 3, 538–547. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0508-7>
- SGR (2012). Ecuador: Referencias Básicas para la Gestión de Riesgos 2013-2014. Quito, Ecuador. Disponible <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/54768.pdf>
- SINAGERD (2014). Plan de acciones en gestión del riesgo de desastres priorizadas para el periodo 2015-2016. Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Perú.

Disponible <https://www.dipecholac.net/docs/files/864-doc-pais-peru-2014-actualizacion2014-final.pdf>

- Scolobig, A., Prior, T., Schröter, D., Jörin, J., & Patt, A. (2015). Towards people-centred approaches for effective disaster risk management: Balancing rhetoric with reality. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 12, 202–212. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2015.01.006>
- Sutley, E. J., van de Lindt, J. W., & Peek, L. (2017). Community-level framework for seismic resilience. I: Coupling socioeconomic characteristics and engineering building systems. *Natural Hazards Review*, 18(3), 04016014. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)nh.1527-6996.0000239](https://doi.org/10.1061/(asce)nh.1527-6996.0000239)
- Stewart, I., S.; Piccardi, L. (2017). Seismic faults and sacred sanctuaries in Aegean antiquity. *Proceedings of the Geologists' Association*, 2017, vol. 128, no 5-6, p. 711-721.
- Verschuur, J., Koks, E., Haque, A., & Hall, J. (2020). Prioritising resilience policies to reduce welfare losses from natural disasters: A case study for coastal Bangladesh. *Global Environmental Change*, 65, 102179. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102179>
- Walsh, B., & Hallegatte, S. (2020). Measuring natural risks in the Philippines: Socioeconomic resilience and wellbeing losses. *Economics of Disasters and Climate Change*, 4, 249–293. <https://doi.org/10.1007/s41885-019-00047-x>