

# Estudio general de la amenaza sísmica de la ciudad de Cúcuta durante el periodo 2018-2021

*GENERAL STUDY OF THE SEISMIC THREAT OF THE CITY OF CÚCUTA DURING THE PERIOD 2018-2021*

**Nahayeth Yurelka Rey Contreras**

Bachiller académico, Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ingeniería Civil. [Nahayethyurelkar@ufps.edu.co](mailto:Nahayethyurelkar@ufps.edu.co) <https://orcid.org/0000-0002-6694-8879>

**Oscar Eduardo Quintana Lagos**

Bachiller académico Semillero de Investigación SIIGIGA, Facultad de ingeniería, Cúcuta, Colombia. [Oscareduardoql@ufps.edu.co](mailto:Oscareduardoql@ufps.edu.co) <https://orcid.org/0000-0002-2737-9319>

**Juan Pablo Montoya Martinez**

Bachiller académico Semillero de Investigación SIIGIGA, Facultad de ingeniería, Cúcuta, Colombia. [juanpablomm@ufps.edu.co](mailto:juanpablomm@ufps.edu.co) <https://orcid.org/0000-0001-9991-3982>

*Recibido: diciembre 2019*

*Aceptado: febrero 2020*

*REVISTA FORMACIÓN ESTRATÉGICA*

## RESUMEN

El análisis y caracterización de señales sísmicas son de vital importancia, para estimar la amenaza sísmica real, que puede producir sobre las edificaciones construidas en determinado territorio la presentación de un evento sísmico. Estos estudios permiten tener control y conocimiento de los riesgos y precauciones a tener en cuenta para el diseño, adecuación y construcción de edificaciones, determinando así, parámetros fundamentales para garantizar mayor seguridad en las estructuras.

La ciudad de San José de Cúcuta es caracterizada como una zona de alta sismicidad debido a su ubicación y la serie de fallas que coinciden con la misma, por ello, es importante realizar un estudio general de la amenaza sísmica de la ciudad, con el fin de conocer y tratar de evitar las desastrosas consecuencias derivadas de sismos, por medio de la gestión y planeación de riesgos.

En este trabajo se pretende caracterizar los sismos presentados durante el periodo 2018-2021 en la ciudad de Cúcuta, evaluando las causas, consecuencias y el área de influencia de los mismos, con el objetivo de dar a conocer el comportamiento sísmico de la región.

## ABSTRACT

The analysis and characterization of seismic signals are of vital importance to estimate the real seismic threat, which the presentation of a seismic event can produce on the buildings built in a certain territory. These studies allow control and knowledge of the risks and precautions to be taken

into account for the design, adaptation and construction of buildings, thus determining fundamental parameters to guarantee greater safety in the structures.

The city of San José de Cúcuta is characterized as an area of high seismicity due to its location and the series of faults that coincide with it, therefore, it is important to carry out a general study of the seismic threat of the city, in order to know and try to avoid the disastrous consequences derived from earthquakes, through risk management and planning.

This work aims to characterize the earthquakes presented during the 2018-2021 period in the city of Cúcuta, evaluating the causes, consequences and the area of influence of the same, with the aim of making known the seismic behavior of the region.

## 1. INTRODUCCIÓN

Un sismo es un suceso físico ocasionado por la liberación de energía por una dislocación o desplazamiento de la corteza terrestre, parte de la energía es emitida en todas las direcciones de manera de ondas elásticas u ondas sísmicas que provocan vibraciones del suelo, y las obras de infraestructura pueden estar sometidas a cargas sísmicas altas que pueden ocasionar deformaciones incluso hasta el fallo, por lo que es muy necesario el determinar la respuesta sísmica de las mismas; y esta respuesta sísmica depende de la forma como un sismo afecta la estructura a través de su cimentación (Garzón, 2011).

Los terremotos son uno de los desastres naturales más devastadores y horribles que existen. Fuente constante y símbolo de mortalidad, la Tierra es repentinamente sacudida y destrozada, dejando a quienes enfrentan este fenómeno con su estado mortal y su impotencia frente a tremendas fuerzas naturales. Me asusta. Pronto, miles de personas pueden perder sus propiedades, su salud, sus seres queridos y quizás sus vidas. Varios terremotos mataron a cientos de miles de personas y causaron enormes daños a miles de kilómetros cuadrados. Esto se recuerda como una fecha dolorosa en la historia de la humanidad. Muchos terremotos devastadores se han recordado desde tiempos históricos. Sin embargo, la ciencia dedicada a estos estudios sistemáticos es muy reciente (Nava, 1987).

Comprender cómo se transfiere la energía sísmica desde el suelo a los edificios es un paso importante para prevenir desastres por terremotos, ya que permite que los edificios se construyan con estructuras más resistentes y eficientes. Los edificios tienen diferentes patrones de vibración en función de los materiales utilizados, la geometría de la estructura y el número de grados de libertad, entre otras cosas. Sin embargo, el modo fundamental, o el primer modo de vibración, se puede estudiar con un oscilador simple con un grado de libertad (sistema SDoF: 1 grado de libertad), donde se supone que se conoce un cierto nivel de amortiguamiento (Cabrero et al., 2017).

En la actualización de las normas de diseño y construcción sismo resistente, en el año 2010, se actualizó el estudio de amenaza sísmica nacional, con la disponibilidad de modelos y las técnicas de cálculo más exhaustos para la evaluación de la amenaza sísmica, así como con la mayor cantidad de registros de eventos sísmicos para poder realizar dicha evaluación. La cantidad de estudios de amenaza sísmica son realmente importantes para el desarrollo del país, debido a la necesidad del ser humano de diseñar y construir las nuevas edificaciones e infraestructura así como mejorar la calidad de la ya existente acorde con el nivel de amenaza adecuado de cada región del país. Sólo de esta manera se puede manejar el nivel de vulnerabilidad y calidad de las construcciones colombianas, lo cual, y que ante el incontrolable aumento de la población y la exposición, y esta es la única manera viable para controlar el riesgo y sus consecuencias e impactos físico, económico, social y ambiental (Salgado et al., 2010).

A partir del terremoto de Popayán en 1983, se realizan estudios de amenaza sísmica a nivel regional, donde se presenta la sismicidad histórica y su contribución ha sido vital. El valle del Cauca, Santa Fe de Bogotá, Popayán y Pereira poseen estudios de sismicidad histórica. Con estos estudios se ha conformado una carpeta de datos de carácter nacional. Los análisis de la información disponible en las diferentes regiones del país mostrando los aspectos de mayor novedad de la amenaza sísmica y de mayor influencia sísmica, el origen sismogénico, la propagación de la energía sísmica, la recurrencia de sismos y los efectos locales e inducidos. Además, se están logrando a dar resultados en la sociedad y la concientización cultural (Baquero, 2003).

San José de Cúcuta es una de las principales ciudades del departamento de Norte de Santander, la cual debido a su ubicación geográfica la coloca en una zona de sismicidad alta alcanzando unos picos de aceleración efectiva horizontal de diseño de hasta 0.30 g, asimismo, puede verse afectada por sismos debido al cruce de las fallas geológicas Boconó (Venezuela) y la Falla Frontal de la Cordillera Oriental (Colombia). La Norma Sismorresistente Colombiana para Construcción (NSR-10) requiere un estudio cuidadoso de varios aspectos técnicos y científicos cubiertos por un estudio integral de Microzonificación Sísmica (Florez & Lozano, 2007) .

En términos de actividad sísmica, los terremotos más destacados en la región son los terremotos de 1644, 1796, 1875, 1950, 1952, 1980 y 1981. El evento más fuerte ocurrió el 18 de mayo de 1875, dando lugar a datos públicos. Los residentes se encuentran cerca de Colombia y Venezuela, a unos 80 km del epicentro, en las inmediaciones de la ciudad de Cúcuta. La historia de estos terremotos exige una acción urgente que permita a las autoridades municipales conocer el verdadero nivel de amenaza sísmica en San José De Cúcuta (Florez et al., 2005).

El objetivo principal de esta investigación es realizar un estudio de la amenaza sísmica en la ciudad de San José de Cúcuta durante los tres últimos años mediante a datos suministrados por el SGC (Servicio Geológico Colombiano), utilizando como metodología la base de datos de eventos sísmicos ocurridos en los años 2018, 2019 y 2020 en la región, evaluando causa, área de influencia y consecuencias ocasionadas en estos años como a futuro (SGC, 2021).

## **2. OBJETIVOS**

Este proyecto de investigación se basa en lo que podría llamarse ingeniería teórica y analiza parte de un fenómeno sísmico consistente en la liberación de una cantidad de energía que se acumula lentamente debido al desplazamiento de las placas tectónicas que componen la superficie. Las olas llegan a las zonas urbanas y tras atravesar la capa de suelo donde se asientan, sacuden las estructuras provocando vibraciones que pueden afectarnos gravemente (Baquero, 2003).

Dar a conocer a la población Cucuteña el comportamiento sísmico de la región, para sacar el mayor provecho a estas, y que estamos expuestos a un desprendimiento de energía en nuestra ciudad (Zafra, 2018).

## **3. JUSTIFICACIÓN**

Las ondas sísmicas son realmente importantes para entender el comportamiento del suelo ante un terremoto, pues están continuamente presentándose en los territorios como montañas, volcanes, tsunamis, terremotos. En Colombia que presenta gran actividad tectónica, es de vital importancia que su población conozca más de geofísica, ya que estas ondas todos los días envían energía de la cual se puede sacar provecho y a su vez evitar riesgos, haciendo una buena planeación en los lugares más vulnerables (Zafra, 2018).

Cuando se lleva a cabo un sismo, experimentan sus efectos en los seres humanos, construcciones, naturaleza, entre otros. La mayor parte de las escalas de intensidad sísmica se basan en la observación de dichos efectos y resultan, en la práctica altamente subjetivas. El ingeniero necesita saber las distintas características del movimiento del suelo durante un sismo si este quiere llevar a cabo un análisis real del comportamiento de estructuras sometidas a temblores (Husid, 1969).

#### **4. MARCO TEÓRICO**

##### **SISMO**

Un sismo es considerado como un gran movimiento de la corteza terrestre creado por una liberación de energía, esta se origina cuando las tensiones acumuladas en la corteza exceden su capacidad de resistencia. La severidad de un sismo depende de la energía disipada durante el proceso de ruptura y del deslizamiento de la corteza de la tierra. El lugar de origen del sismo se llama foco o hipocentro y el epicentro es el lugar de la superficie que se encuentra sobre el hipocentro. La escala de Richter es la más conocida para medir la energía liberada durante un sismo (Tavera, 2004).

##### **4.1 MEDIDAS DE UN SISMO**

###### **MAGNITUD**

De acuerdo a su definición, la magnitud nos sirve para medir los diferentes sismos locales y poder así estimar la energía liberada por estos, para así, compararlos con otros terremotos. La magnitud se asocia a una función logarítmica calculada a partir de la amplitud dada por la señal que registra el sismógrafo (ML, Ms, mb) o por el sismograma, a partir de su medida de duración (MD). (Tavera, 2004).

El Dr. Charles F. Richter ha demostrado que cuanto mayor es la energía propia de un sismo, será mayor la "amplitud" asociada con el movimiento de la tierra en una cierta distancia al paso de una onda sísmica. Aunque inicialmente su trabajo se calculó exclusivamente para determinados sismómetros y solo para terremotos en el sur de California, los sismólogos desarrollaron factores de escala para extender la escala de tamaño de Richter a muchos otros tipos de mediciones en diferentes sismómetros en todo el mundo (Bolt, 2010).

###### **INTENSIDAD**

La intensidad logra medir las consecuencias que el movimiento del suelo provoca en la superficie, produciendo así, daños al hombre y a las construcciones. La magnitud e intensidad para dos terremotos de igual magnitud pueden generar intensidades máximas muy distintas en superficie. La intensidad es un parámetro muy vital para el estudio de terremotos ocurridos en épocas cuando no había sismógrafo (Tavera, 2004).

Desde la aparición de las primeras escalas en el siglo XVIII, y hasta ahora se han mejorado. Los más comunes son: Mercalli Modificada «MM» en América y «MSK», propuesto por Medvedev, Sponheuer y Karnik en Europa. Las dos escalas que componen 12 grados son prácticamente equivalentes; tener elementos habilitados más objetivos que los incluidos en escalas anteriores como clasificación de edificios según sus propiedades antisísmicas y daños al edificio (Muñoz, 1989).

#### **GEOMETRÍA DE FALLA Y MOMENTO SÍSMICO**

El tamaño del terremoto, la orientación de falla y la dirección del movimiento se describen por el momento sísmico y la geometría de la falla. Estos datos se determinan partiendo del análisis de las formas de onda de un sismo. Las diversas formas y direcciones del movimiento de las ondas que se registran a distintas distancias y diferentes azimut desde el foco del terremoto, se utilizan para determinar la geometría de la falla y la amplitud de la onda para entender el momento sísmico.

$M_0 = \mu S \bar{D}$  El momento sísmico puede ser relacionado con los parámetros de la falla mediante la relación de Aki (1966) (Bolt, 2010).

## ENERGÍA.

La totalidad de la energía liberada por un sismo es muy difícil de cuantificar con precisión, ya que esta se obtiene del compendio de la energía emitida como ondas sísmica y la energía térmica por la deformación en la zona de fractura, la única que puede ser valorada a partir de los sismogramas. También se ha argumentado que el tamaño de esta energía dispersada en forma de ondas; por lo tanto, Gutenberg y Richter (1956) instituyeron las siguientes relaciones (Ugalde et al.,1998)

$$\text{Log } E = 5.8 + 2.4 \text{ ms}$$

$$\text{Log } E = 11.8 + 1.5 \text{ Ms}$$

Cuando se genera un sismo o una explosión en las profundidades de la Tierra, se producen ondas que viajan en todas direcciones desde la fuente. Sin embargo, esta energía se debilita durante la propagación debido al comportamiento inflexible del interior de la Tierra. El fenómeno de la amortiguación tiene dos efectos principales: absorción espontánea y dispersión. El primero corresponde al proceso de absorción inelástica, es decir, pérdida por deformación y transformación en calor de parte de la energía de las ondas durante su propagación en un medio inelástico. La dispersión causada por la dispersión no es el proceso de dispersión de la energía, sino su disgregación en el espacio y el tiempo; es decir, la dispersión cambia solo el sentido de propagación de la onda o introduce un desplazamiento de fase y surge como resultado de la interacción de la onda durante su propagación con las inhomogeneidades del medio (Ugalde et al.,1998)

## 4.2 HISTORIA DE LA SISMICIDAD EN COLOMBIA

Inicialmente, desde principios de este siglo, la sismología ha utilizado la Tierra como laboratorio y se ha desarrollado mediante el seguimiento continuo de choques potentes, incomparables con la energía de otros fenómenos naturales, con la ayuda de instrumentos de medición sismógrafos, sismómetros y acelerómetros, elegantes y sofisticados, alojados en casi 1.000 estaciones sísmicas en los cinco continentes, hoy forman una vasta red que evita que las ondas sísmicas escapen, sin importar cuán lejos o débiles estén (Ramirez, 2004).

Hasta principios de la década de 1930, Bogotá recordó el terremoto que provocó la destrucción y muerte de la ciudad. La última vez que sucedió fue en 1917, luego los terribles terremotos en Gachalá que se sintió en los últimos días de 1923 y 1936, provocando algunos daños y recordando a los habitantes de Bogotá su actividad sísmica en la ciudad, ni el viejo terremoto de Caldas de 1938, ni el de Pasto de 1947, ni el de Norte de Santander de 1950 contribuyeron a la preservación de la memoria del terremoto de Bogotá. El 9 de febrero de 1967, la ciudad fue nuevamente sacudida por un terremoto, que dejó como saldo a un número relativamente grande de personas muertas: mató a 13 personas e hirió a unas 100. Un pequeño pero severo terremoto causó daños en septiembre de 1966 (Ramirez, 2004).

Luego de un período relativamente tranquilo de casi 139 años, el 22 de diciembre de 1984 se produjeron una serie de sismos que desencadenaron alertas en la zona cercana al Nevado del Ruiz.

Estos movimientos del suelo estuvieron acompañados de ruido subterráneo, aumento de la actividad fumarólica natural y cambios en el color de la nieve debido a la precipitación de azufre. Estos procesos continuaron interrumpidos con menor intensidad hasta el 11 de septiembre de 1985 (13:30 hora local). En este día, el 13 de septiembre de 1985, hubo una liberación significativa de materiales piroclásticos hasta cuando comenzó la actividad volcánica. El efecto sutil que afectó a los glaciares, provocó lagos lodosos y culminó con el desastre de Armero (Mojica et al., 1985)

## **TERREMOTO DEL AÑO 1975, CIUDAD SAN JOSÉ DE CÚCUTA**

Como parte del estudio, existe una variedad de evidencia de campo interesante que cubre las tres áreas de la geología sísmica (neotectónica, paleo-sismología y terremotos históricos) cerca de la ciudad de San José de Cúcuta, en la frontera entre Colombia y Venezuela. El gran incidente ocurrido el 18 de mayo de 1875 provocó gran pérdida de vidas y destrucción a ambos lados de la frontera entre Norte de Santander en Colombia y Táchira en Venezuela. Esta zona se ve afectada activamente por muchos sismos de fallas transfronterizas que se producen en la zona denominada Indentador de Pamplona. Entre estos epicentros, un candidato potencial para este evento sísmico catastrófico en 1875 es el sistema de fallas de Boconó en los cerros andinos del noroeste de Mérida, especialmente el sistema de fallas de Aguascalientes, su ocurrencia más al noroeste (FUNVISIS, 2015).

## **5. MÉTODO**

La metodología utilizada consiste en extraer y analizar información recopilada a través de la base de datos, proporcionada por los sismógrafos del Servicio Geológico Colombiano, respecto a las señales sísmicas presentadas en el suelo de la ciudad de San José de Cúcuta, entre el periodo 2018-2021, se realizó un análisis donde se determinó la incidencia que puede tener los sismos a través de los años, que pueden afectar a la población civil residente en este lugar.

## **6. DISCUSIÓN**

### **SISMOS OCURRIDOS DESDE EL 2018 HASTA LA FECHA EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA**

La ciudad de Cúcuta es una ciudad que posee una gran actividad y amenaza sísmica, y es requerido realizar un modelo de amenaza sísmica que permita conocer de manera precisa la variable de movimientos sísmicos con capacidad de generar daños personales y materiales. Partiendo de este modelo se logra obtener valores de intensidad que se espera para diferentes periodos de retorno y periodos de vibración estructural y con esto se logra no sólo diseñar edificaciones e infraestructura que sean capaces de sobrellevar la acción sísmica (Servicio Geológico Colombiano, 2021).

Se presentaron un total de doce (12) registros con una fecha inicial del 01 de marzo del 2018 hasta la fecha actual, como se muestra en la tabla 1.

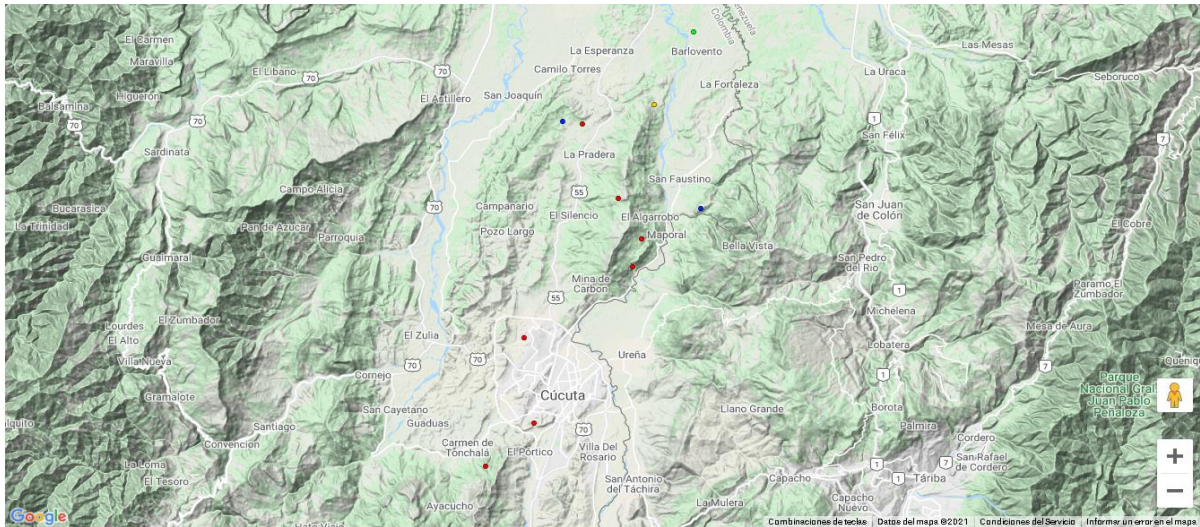
**Tabla 1. Catálogo sísmico de la ciudad de san José de Cúcuta 2018-2021**

Table 1. Seismic catalog of the city of san José de Cúcuta 2018-2021

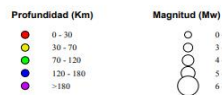
#	Región	Fecha-Hora (UTC)	Lat(°)	Long(°)	Magnitud	Fase	Rms (Seg)	Gap (°)	Error Lat (Km)	Error Long (Km)	Error Prof(Km)
1	Cúcuta - Norte de Santander, Colombia	2018-05-21 09:22:49	8,042	- 72,39	1,7	8	0,3	231	6,718	6,718	5,3
2	Cúcuta - Norte de Santander, Colombia	2018-11-29 06:47:48	8,184	-72,4	1,5	10	0,1	229	1,202	1,202	2
3	Cúcuta - Norte de Santander, Colombia	2019-03-25 03:02:06	8,05	- 72,46	1,6	18	1	92	1,98	1,98	4,2
4	Cúcuta - Norte de Santander, Colombia	2019-04-15 08:00:58	7,938	- 72,53	2,1	27	0,9	91	1,838	1,838	5,4
5	Cúcuta - Norte de Santander, Colombia	2019-09-17 23:38:31	7,869	- 72,52	1,9	13	0,7	231	3,536	3,536	4,4
6	Cúcuta - Norte de Santander, Colombia	2020-06-12 14:10:09	8,112	-72,5	1,8	8	0,3	220	7,425	7,425	6,5
7	Cúcuta - Norte de Santander, Colombia	2020-07-17 09:32:59	7,995	- 72,45	1,4	8	0,2	226	1,838	1,838	2,5
8	Cúcuta - Norte de Santander, Colombia	2020-10-03 07:33:19	8,109	- 72,48	2,1	17	1,2	150	2,913	5,353	7,44
9	Cúcuta - Norte de Santander, Colombia	2020-12-20 22:22:22	7,834	- 72,56	2,1	15	0,7	90	1,556	1,556	3,1
10	Cúcuta - Norte de Santander, Colombia	2020-12-29 01:40:48	8,257	- 72,48	2,4	31	1	88	1,414	1,414	2,8
11	Cúcuta - Norte de Santander, Colombia	2021-01-10 20:18:36	8,017	- 72,44	2,2	24	1	166	2,404	2,404	4,2
12	Cúcuta - Norte de Santander, Colombia	2021-04-30 06:54:31	8,125	- 72,43	1,9	9	1,1	153	4,359	7,357	11,11

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (Catálogo Sísmico)

Estos registros se han ubicado geográficamente (ver Fig 1.), en este mapa podemos apreciar el lugar exacto en el que ocurrió el sismo, identificando cada punto con un color que determina su magnitud y su influencia en el suelo.



Convenciones:



Datos relevantes:

El día 29 de diciembre del 2020 en la vereda de agua clara vía Puerto Santander se registró el sismo de mayor magnitud (2.4 sobre la escala de Richter) con una profundidad superficial de 380 metros, logrando así un movimiento incidente que no provocó daños importantes a la infraestructura de la ciudad.

Durante todo este periodo se mantuvo una tendencia de sismos entre el rango de 1.3 a 2.5 de magnitud en la escala de Richter, generando así un efecto leve donde solo pocas personas pueden percibir este tipo de movimientos telúricos sin provocar daños mayores al funcionamiento normal de la ciudad de San José de Cúcuta.

Se evidencia un mínimo de 2 sismos por año (2018) a un máximo de 5 (2020).

## 7. CONCLUSIONES

La realización de estudios de amenaza sísmica, permiten tener un control y conocimiento de los riesgos y precauciones que deben tenerse en cuenta para el diseño, adecuación y construcción de edificaciones, estos son de vital importancia, ya que garantizan mayor seguridad para las estructuras, salvaguardando así, la vida humana.

Los sismos que se han generado en los últimos años en la ciudad de San José de Cúcuta, han sido de muy baja intensidad y afortunadamente no ha cobrado vidas humanas, ni ocasionado grandes daños a las estructuras.



La ciudad de San José de Cúcuta es una región que presenta una gran actividad sísmica, por tanto, es de vital importancia una zonificación geotécnica, la cual debe ejecutarse con estudios de microzonificación sísmica.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo Meza, H. Mendoza García, J. Sepúlveda Mora, S. (2017). Estrategias de control mppt aplicadas en un convertidor dc/dc tipo boost para sistemas fotovoltaicos. *Revistas tecnologías de Avanzada*. Vol.2. N30.

[http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/RCTA/article/view/2751](http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/2751)

Argüello-López, G. M., Uribe-Bermúdez, J. & Valdivieso-Guerrero, M. (2017). Relación entre capacitación y actitud hacia los riesgos laborales en el sector construcción del área metropolitana de Bucaramanga. *I+ D Revista de Investigaciones*, 9(1), 14-26.

Baquero, 2004 “Historia sísmica de Bogotá”. <https://acortar.link/7x2RE>

Baquero Espinosa Armando, 2003 “La sismicidad histórica en Colombia”. <https://acortar.link/fiR9O>

Bolt Bruce, 2010 “Cálculo de la Magnitud”. <https://acortar.link/CLuRW>

Cabrero Del Rio Ana, Zúñiga Mayra Alejandra, Jean-Luc Le Pennec, Diego Narváez, María José Hernández Salazar, Jean Matthieu Nocquet y Franklin Vinicio Gómez Soto, 2017 “Espectros de respuesta sísmica: una breve revisión de conceptos”, *Memorias, VIII Jornada en Ciencias de la Tierra*. <https://acortar.link/qKTmT>

Hurtado-Figueroa O, Cardenas-Gutierrez J A and Gallardo O 2018 *Journal of Physics Conference Series* 1126 012040

Patiño-Murillo J A, Gutierrez-Sandoval Y C, Leal-Santafe J I, Castro-Maldonado J J and HurtadoFigueroa O 2018 *Lámpsakos* 20 22

Ruiz-Jiménez, A. F., Pérez-Márquez, F., & Barrientos-Monsalve, E. J. (2020). Prototipo a escala de un modelo de resonancia en edificaciones diseñadas con figuras geométricas. *Sostenibilidad, Tecnología Y Humanismo*, 11(2), 107-114. <https://doi.org/10.25213/2216-1872.100>

Flórez Gongora Carlos Humberto y Lozano Lozano Carlos Fernando, 2007 “Análisis y tratamiento de señales de fuentes sismogénicas de campo cercano a San José de Cúcuta, Colombia”, *Universidad Francisco de Paula Santander*. <https://acortar.link/QJfyO>

Florez Gongora, C. T. Medrano, M. Sarmiento M, C.F. Lozano Lozano, 2005 “Análisis y recopilación de información secundaria para la elaboración de la microzonificación sísmica preliminar de San José de Cúcuta, Colombia”. <https://acortar.link/MIQWZ>

Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVISIS, 2015 “Identificación de la fuente sismogénica del terremoto de Cúcuta de 1875 sobre la base de una combinación de estudios neotectónicos, paleo sismológicos e históricos de sismicidad” *Departamento de Ciencias de la Tierra, Apartado Postal 76880, Caracas 1070-A, Venezuela*. <https://acortar.link/OQvtW>

Anggy Karina Lesmes Silva<sup>82</sup>, Ender José Barrientos Monsalve<sup>83</sup>, Karla Yohana Sánchez Mojica<sup>84</sup> y José Ascensión Cáceres Caballero<sup>85</sup> (2020). *Tendencias globales de la comunicación organizacional*.

LIBRO DIÁLOGOS EN EDUCACIÓN, EMPRESA, SOCIEDAD Y TECNOLOGÍAS. Pag. 135. Editorial Eidec. <https://editorialeidec.com/wp-content/uploads/2021/06/DIALOGOS-EN-EDUCACION-EMPRESA-SOCIEDAD-Y-TECNOLOGIAS-ISBN-978-958-53472-2-9.pdf>

Garzón Casares Pablo Antonio, 2011 “Evaluación de la Amenaza Sísmica de Colombia mediante análisis de valores extremos históricos”, Universidad Nacional de Colombia. <https://acortar.link/SIsKG>

Husid L. Raul, 1969 “Características de terremotos. Análisis general”. <https://acortar.link/yXmbO>

Mojica, Colmenares, Villarroel, Macia y Moreno, 1985 “Características del flujo de lodo ocurrido el 13 de Noviembre de 1985 en el valle de Armero (Tolima Colombia)”. Historia y comentarios de los flujos de 1595 y 1845.-Geol. Colombia, Bogotá. <https://acortar.link/eMC0q>

Muñoz D, 1989 “Conceptos básicos en riesgos sísmicos”. <https://acortar.link/ruYil>

Nava Alejandro, 1987 “Terremotos, Ciencias de la Tierra”. <https://acortar.link/yfZgx>

Ramirez Jesús, 1975 “Historia de los terremotos en Colombia”. <https://acortar.link/4VD24>

Salgado, Bernal, Yamin y Cardona, 2010 “Evaluación de la amenaza sísmica de Colombia. Actualización y uso en las nuevas normas colombianas de diseño sismo resistente NSR-10”, revista de ingeniería, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. <https://acortar.link/TWTOS>

Servicio geológico colombiano. <https://acortar.link/8syB7>

Rosado Gomez, A. y , Jaimes Fernández, J. (2018). Revisión de la incorporación de la arquitectura orientada a servicios en las organizaciones. Revista Tecnología de Avanzada RCTA. Vol.1. N.31. [http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/RCTA/article/view/2769](http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/2769)

Performance of Nature Mortar Samples Subject to Compression Strength Tests JA Patino Murillo, YC Gutierrez Sandoval, JI Leal Santafe, ... REVISTA DIGITAL LAMPSAKOS, 22-28

Cardenas-Gutierrez JA and Gallardo O O Hurtado-Figueroa J. Phys. Conf. Ser. 2018, 1126

Cardenas-Gutierrez JA and Rojas-Suarez JP O Hurtado-Figueroa J. Phys. Conf. Ser. 2018, 1126

Sanchez-Molina, J., Alvarez-Rozo, D. C., & Gelves-Díaz, J. F. (2018). Cisco de Café como posible material sustituto de arcilla en la fabricación de materiales cerámicos de construcción en el área metropolitana de Cúcuta. *Respuestas*, 23(1), 27–31. <https://doi.org/10.22463/0122820X.1326>

Sarabia-Guarin, A., Sánchez-Molina, J., & Leyva-Díaz, J. C. (2017). Uso de nutrientes tecnológicos como materia prima en la fabricación de materiales de construcción en el paradigma de la economía circular. *Respuestas*, 22(1), 6–16. <https://doi.org/10.22463/0122820X.815>

Omaira Mendoza<sup>71</sup>, Yesenia Campo<sup>72</sup>, Ender Barrientos<sup>73</sup> y María Barrientos (2020). Modelos de gestión organizacional en relación con el medio ambiente. LIBRO DIÁLOGOS EN EDUCACIÓN, EMPRESA, SOCIEDAD Y TECNOLOGÍAS. Pag. 135. Editorial Eidec. <https://editorialeidec.com/wp->

<content/uploads/2021/06/DIALOGOS-EN-EDUCACION-EMPRESA-SOCIEDAD-Y-TECNOLOGIAS-ISBN-978-958-53472-2-9.pdf>

Machado Licona, J. (2018). Administración de residuos una política de gestión ambiental en la generación de valor empresarial. *Enfoque Disciplinario*, 3(1), 72-85. Recuperado a partir de <http://enfoquedisciplinario.org/revista/index.php/enfoque/article/view/13>

Tavera, 2004 “Medidas de un terremoto”. <https://acortar.link/3RyB7>

Ugalde, Pujades y Canas, 1998 “Aplicación del cálculo paralelo al análisis de energía sísmica en la coda de terremotos regionales”. <https://acortar.link/rpszk>

Zafra Diego, 2018 “ONDAS SÍSMICAS, su importancia para la geofísica y la humanidad”. <https://acortar.link/k6soY>