

Gestión del riesgo frente a movimientos telúricos en construcción de edificaciones de San José de Cúcuta

Risk management against earthquakes in the construction of buildings in San José de Cúcuta

^aGonzalo de la Cruz Romero-García, ^bByron Medina-Delgado, ^cWlamyr Palacios-Alvarado

 ^a Magíster en Mantenimiento Industrial, gonzalodelacruzrg@ufps.edu.co, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.

 ^b Doctor en Ciencias, byronmedina@ufps.edu.co, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.

 ^c Doctor en Ciencias Gerenciales, wlamyrpalacios@ufps.edu.co, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.

Recibido: Julio 5 de 2020 **Aceptado:** Noviembre 12 de 2020

Forma de citar: G. de la Cruz Romero-García, B. Medina-Delgado, W. Palacios-Alvarado, "Gestión del riesgo frente a movimientos telúricos en construcción de edificaciones de San José de Cúcuta", *Mundo Fesc*, vol. 11, no. 21, pp. 119-129, 2021

Resumen

La alta actividad tectónica en la ciudad de San José de Cúcuta, representa un panorama de riesgo para la vida y bienes de la población; esto implica ejecutar una adecuada gestión del riesgo en las construcciones basada en el cumplimiento de las políticas de prevención de catástrofes y de la norma. El artículo tiene como objetivo determinar el grado de cumplimiento de la norma nsr-10 en las constructoras de San José de Cúcuta. La metodología es exploratoria descriptiva, tomando como base una población de 123 constructoras y una muestra aplicativa de 68 empresas, a las cuales se les aplicó un instrumento encuestador clasificando a las organizaciones según su actividad en categorías de empresas constructoras, empresas diseñadoras y empresas de interventoría. En los resultados, se destaca con mayor riesgo el factor de control de materiales certificados de conformidad con la norma, y con menor riesgo la verificación del cumplimiento de la norma en muros estructurales. Se concluye que las empresas constructoras de San José de Cúcuta, realizan gestión del riesgo, en un alto grado de cumplimiento, generando confianza para invertir en este sector empresarial.

Palabras clave: Gestión del riesgo; confiabilidad; normas; movimientos telúricos.

Autor para correspondencia:

*Correo electrónico: byronmedina@ufps.edu.co



Abstract

The high tectonic activity in the city of San José de Cúcuta represents a risk scenario for the life and property of the population; this implies executing adequate risk management in buildings based on compliance with disaster prevention policies and the standard. The article aims to determine the degree of compliance with the nsr-10 standard in the construction companies of San José de Cúcuta. The methodology is descriptive exploratory, based on a population of 123 construction companies and an application sample of 68 companies, to which a survey instrument was applied, classifying the organizations according to their activity in categories of construction companies, design companies and auditing companies. In the results, the control factor for materials certified in accordance with the standard stands out with a higher risk, and with a lower risk the verification of compliance with the standard in structural walls. It is concluded that the construction companies of San José de Cúcuta carry out risk management, in a high degree of compliance, generating confidence to invest in this business sector.

Keywords: Risk management; reliability; rules; telluric movements.

Introducción

Los desastres naturales ocasionados por los movimientos telúricos tienen efectos nocivos en las personas, en la fauna y la flora, en el ambiente y en los bienes materiales, dependiendo principalmente de la magnitud del sismo, el riesgo de ocurrencia y la vulnerabilidad de la población; fenómenos que afectan considerablemente la calidad de vida del ser humano; consideraciones que obligan a los países a gestionar acciones encaminadas a reducir la pérdida de vidas, los daños materiales y deterioros sociales y económicos causados por los sismos o movimientos telúricos. Al respecto, la nación colombiana contempla acciones de prevención y mitigación de riesgos inherentes a los movimientos telúricos, las cuales están evidenciadas en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10 [1], expedido por medio del Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, norma que presenta los requisitos tendientes a salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de sismos.

A título ilustrado, conviene señalar que según [2], la zona de influencia de la ciudad de Cúcuta en Norte de Santander está amenazada por sismos de alto impacto, como

así lo determinan estudios de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander, “según los cuales la ciudad está en un riesgo mayor que otras localidades del país de sufrir graves afectaciones por movimientos telúricos”. Cabe mencionar que esos estudios de la universidad concuerdan con el mapa de amenaza sísmica nacional del Servicio Geológico Colombiano, el cual ubica al departamento de Norte de Santander y su ciudad capital en una zona de alta amenaza sísmica; al respecto, el territorio nacional se divide en tres tipos de amenaza sísmica, alta, media y baja, de acuerdo con el Estudio General de Amenaza Sísmica para Colombia de Ingeominas.

La anterior realidad es causada por la ubicación de la ciudad de San José de Cúcuta en una “zona de alta sismicidad (...) sometida a un sismo producto de la convergencia de las fallas geológicas de Boconó (Venezuela) y la Falla Frontal de la Cordillera Oriental (Colombia)” [3]. En atención a lo expuesto, es importante resaltar la considerable dinámica de la actividad edificadora en Cúcuta y su área metropolitana que ha crecido a una tasa acumulativa del 9,7 % anual en el último quinquenio, teniendo en cuenta que según el DANE, en 2012 se construyeron 227.579 m²; en 2013 un total de 265.701 m²; en 2014 la actividad

edificadora alcanzó un total de 286.434 m²; en 2015 se construyeron 299.279 m² y en 2016 un total de 329.652 m² [4] y [5], edificaciones que están amenazadas por sismos de alto impacto. Frente a la situación anterior, resulta claro que se requiere de un sistema para la gestión y el control integral de riesgos sísmicos, aplicable a los proyectos de edificaciones locales, que permita análisis cualitativos y cuantitativos para la evaluación de riesgos a la luz de la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10, con el fin de formular estrategias orientadas a la mitigación y el control de desastres en materia de movimientos telúricos, garantizar la seguridad de la población y la estabilidad y durabilidad de las edificaciones, cuya responsabilidad en el diseño y ejecución del sistema para la gestión y control integral de riesgos sísmicos debe estar centrada en una eficaz gerencia del riesgo sísmico. Por tal motivo, este artículo constituye una valiosa herramienta para que los constructores de San José de Cúcuta tengan en cuenta en la actividad edificadora.

Materiales y métodos

Fundamentado en un primer nivel de conocimiento, el proyecto se basa en una investigación exploratoria cuyo propósito es “aumentar familiaridad del investigador con el fenómeno que va a investigar, aclarar conceptos, establecer preferencias para posteriores investigaciones” [6], lo cual implica de la búsqueda, recolección y análisis de fuentes secundarias de información relacionadas con edificaciones sismo-resistentes y la gestión del riesgo con el fin de orientar la investigación. Dentro de este marco metodológico y con el propósito de complementar la información requerida, se profundiza en un segundo nivel de conocimiento a través de una investigación descriptiva que permite “establecer comportamientos concretos y a su vez descubrir y comprobar la posible

asociación de las variables de investigación” [6], variables relacionadas con los requisitos sismo-resistentes según la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10 [1], proceso de investigación que se efectuará a través de la aplicación de un cuestionario a la población de firmas constructoras de San José de Cúcuta.

La investigación se basa en el método deductivo que consiste según [6] en un “proceso de conocimiento que se inicia con la observación de fenómenos generales con el propósito de señalar las verdades particulares contenidas explícitamente en la situación general”; método que se analiza con criterio cualitativo teniendo en cuenta que “los métodos cualitativos parten del supuesto básico de que el mundo social está construido de significados y símbolos. De ahí que la intersubjetividad sea una pieza clave de la investigación cualitativa y punto de partida para captar reflexivamente los significados sociales” [7]. Cabe señalar, que el procesamiento y categorización de respuestas recolectadas mediante el cuestionario tiene un enfoque cuantitativo considerando que se “midan las variables en un determinado contexto, se analizan las mediciones obtenidas (con frecuencia utilizando métodos estadísticos), y se establece una serie de conclusiones respecto de las hipótesis” [8] y [9].

Tectonicidad y sismicidad

La corteza terrestre está en un estado permanente de cambio y es relativamente delgada, en los océanos alcanza profundidades hasta de 70 km y de más 150 km en los continentes, como así lo señala el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10 [1]; esta corteza terrestre “estaría fracturada en una serie de fragmentos que (...) se conocen con el nombre de placas tectónicas”

[1]. En este sentido, estas placas tectónicas se muevan a velocidades pequeñas del orden de centímetros por año, debido a las fuerzas que aparecen bajo la corteza terrestre, las cuales son “causadas por flujos lentos de lava derretida” de acuerdo con la fuente citada, la cual afirma además que los “flujos son producidos por convección térmica y por los efectos dinámicos de la rotación de la tierra” [1], generando deslizamientos con desempeños diferentes que dependen de la región de ocurrencia.

De acuerdo con estas consideraciones, la energía se acumula a causa del movimiento entre placas tectónicas colindantes, “hasta un momento en el cual causa una fractura en la roca, liberando abruptamente esta energía acumulada, la cual se manifiesta con la generación de ondas sísmicas” las cuales son las causantes de los terremotos, según la cita referenciada, agregando que “la gran mayoría de los sismos en el mundo ocurre en las fronteras entre placas. Estos sismos se conocen con el nombre de sismos tectónicos” [1]. Dentro de este marco, cabe resaltar que en Colombia el emplazamiento sísmico tectónico está localizado dentro de una de las “zonas sísmicamente más activas de la tierra, la cual se denomina Anillo Circumpacífico y corresponde a los bordes del Océano Pacífico” según [1], sin embargo, la falla predominante en el país tiene dirección norte sur, coincidiendo con la dirección de las cordilleras occidental, central y oriental conforme al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente [1].

Con lo anterior, resulta claro que se evidencia la necesidad de mejorar las metodologías de diseño sísmico de estructuras acorde con los códigos sísmicos actuales, basados en el diseño sísmico de edificios mediante la formulación de metodologías de diseño, “cuyo objetivo es el control del daño estructural a través del control de los desplazamientos” [10], propósito formulado por la comunidad

internacional de ingenieros estructurales. En atención a lo expuesto, merece aclarar que actualmente, un gran porcentaje de códigos de diseño sísmico se basan en el “uso de espectros de pseudo-aceleración para estimar los requerimientos de resistencia y rigidez lateral de diseño de estructuras sísmo-resistentes para controlar la demanda de desplazamiento lateral máximo” [10], sin embargo, como lo afirma el autor citado, “en algunos casos otros parámetros podrían ser relevantes para el desempeño sísmico. En particular, la evidencia de campo y experimental sugieren que las demandas de deformación plástica acumulada pueden ser de relativa importancia en la seguridad estructural de edificios sísmo-resistentes”, según [10], [11], [12] y [13].

A título ilustrado, se indica como conclusión que “las metodologías de diseño sísmico basadas en el control de desplazamiento podrían proveer un adecuado nivel de seguridad para el diseño de estructuras con comportamiento histerético estable y sujetas a movimientos de suelo firme” [10]. En lo esencial, un comportamiento histerético desde el punto de vista técnico según Popov, citado en [14], corresponde a la elasticidad de un material definida como “la capacidad de éste de volver a sus dimensiones originales, después de que se haya retirado una fuerza impuesta, recobrando totalmente la forma que tenía antes de imponer la fuerza” [14], comportamiento que al imponer cargas y descargas en sentido opuesto a un material “en los cuales los esfuerzos sobrepasan el límite elástico del material, se obtiene este tipo de comportamiento y se conoce con el nombre de respuesta histerética” [14].

Debe señalarse que los métodos basados en conceptos de energía sísmica consisten en “suministrar a la estructura una capacidad de energía superior o igual a la energía que le demandan los sismos” [9], estos métodos para el diseño sísmico están basados en el

uso de la energía plástica histerética según Akbas, Choi y Kim citados en [10], cuyo control “en complemento con el control de las demandas máximas (ductilidades y distorsiones máximas de entrepiso), puede ser una buena alternativa para garantizar un desempeño satisfactorio de las estructuras sismo-resistentes, sobre todo en las que presentan baja capacidad de acumulación de daño o que están sujetas a demandas sísmicas severas”. Frente a las anteriores consideraciones, merece la pena resaltar que las “técnicas convencionales empleadas en la actualidad en las distintas normativas de diseño sismo resistente se basan en la experimentación y en el estudio del daño estructural producido por terremotos” [15], lo que ha permitido reducir las fuerzas sísmicas significativamente con el objetivo de proyectar estructuras económicas que se comporten satisfactoriamente ante un eventual sismo severo, lo que ha conllevado a una “tendencia moderna de diseño sísmico es buscar sistemas estructurales que localicen las demandas de ductilidad en determinados puntos “débiles”, que disipen la energía de forma estable y que, además sean reparables” [15], generando así los Sistemas de Disipación de Energía Sísmica que consideran las características histeréticas para el control de vibración o respuesta, clasificados como sistemas de control pasivos, activos o híbridos.

Finalmente, cabe considerar que los sistemas de control pasivo “son aquellos en los cuales se utilizan dispositivos en los que no es necesario ningún tipo de energía externa para lograr su acción; los sistemas de control activo se activan a través de energía externa, y sistemas de control híbrido que son una combinación de diferentes sistemas de control pasivo con sistemas de control activo que necesitan mucho menos energía y maquinaria que los sistemas de control activo” [15].

Gestión del riesgo

La gestión de riesgos es un enfoque inherente a la alta dirección de un grupo social, diseñado para manejar la incertidumbre relativa a una amenaza mediante actividades relacionadas con la evaluación de riesgos, formulación de estrategias para su mitigación, actividades que involucran la asignación de recursos para su ejecución eficaz. Dicho de otro modo, de acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible “la Gestión del Riesgo consiste en una serie de actividades diseñadas para reducir las pérdidas de vida humanas y la destrucción de propiedades e infraestructuras” [16]. En este sentido, la gestión del riesgo involucra un proceso continuo de manejo o gestión de riesgos que contempla disminuir el riesgo de desastres a largo plazo (prevención), eliminando sus causas como la intensidad de los fenómenos, la exposición y el grado de vulnerabilidad; medidas para preparación cuyo objetivo es asegurar una respuesta apropiada en caso de necesidad, incluyendo alertas tempranas oportunas y eficaces, así como evacuación temporal de la población y bienes de zona amenazadas; medidas de respuesta cuando está sucediendo o ha sucedido un desastre (manejo o gestión de desastres, recuperación y reconstrucción) [16]. De acuerdo con estas consideraciones, cabe señalar que dado el afán de los gobiernos de conocer los diferentes riesgos a los que está expuesta la población ha llevado a plantearse zonificaciones de áreas que permitan planificar y gestionar el territorio [17].

A título ilustrado vale la pena definir el riesgo de desastre según Mansilla, citado en [17] “como la probabilidad de que se manifieste una amenaza determinada sobre un sistema con un grado de vulnerabilidad dado, descontando de ello las acciones de prevención-mitigación que se hayan implementado”, de acuerdo con el autor

citado, otra modalidad del riesgo es el socio-natural, que se define “como el peligro potencial asociado con la probable ocurrencia de fenómenos físicos cuya existencia, intensidad o recurrencia se relaciona con procesos de degradación ambiental o de intervención humana en los ecosistemas naturales” [17]. Al respecto, otros autores destacan el riesgo natural, definido como “la probabilidad de ocurrencia en un lugar dado y en un momento determinado, de un fenómeno natural potencialmente peligroso para la comunidad y susceptible de causar daño a las personas y a sus bienes” [18].

En lo esencial, el daño tiene relación directa con el grado de vulnerabilidad de la población afectada y los factores que contribuyen a aumentar la vulnerabilidad humana frente a un evento natural están dados en “regiones menos desarrolladas, ciudades en las cuales se manifiesta una drástica desigualdad social, insuficiencia en los niveles de equipamiento e infraestructuras, mala calidad de las viviendas, ocupación de sectores poco aptos para ser habitados [18].

Dentro de este marco, el concepto de vulnerabilidad según Jovel, citado en [17], se define como “la probabilidad de una comunidad expuesta a un fenómeno natural, según sea el grado”, situación que requiere procesos de investigación que conduzcan a medidas de prevención y/o mitigación debidamente planificadas y evaluadas en términos de resultados.

Población y muestra

La población de interés para el estudio está identificada como empresas de la construcción de San José de Cúcuta y su área metropolitana, las cuales según el documento Empresas de construcción de Norte de Santander alcanzan un total de 123 firmas constructoras [19]. El método de muestreo para determinar el tamaño

de la muestra de población determinada es probabilístico aleatorio simple, definido como “método para formar una muestra representativa de personas que deben responder un cuestionario, en el cual cada individuo del universo tiene la misma oportunidad de ser escogido” [20], para el cálculo del tamaño de la muestra se aplica la expresión estadística siguiente:

$$n = \frac{NZ^2PQ}{Ne^2 + Z^2PQ}$$

En donde:

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población = 123 empresas de la construcción de Cúcuta y su área metropolitana

Z= Nivel de confianza del 95 % = (1,96)

P= Probabilidad de cumplir con NSR-10 = 50 %

Q= Probabilidad de incumplir con NSR-10 = 50 %

e= Margen de error permisible del 8 %

Reemplazando las variables en la fórmula se obtiene:

$$n = \frac{123x(1.96)^2x0.5x0.5}{123x(0.08)^2 + (1.96)^2x0.5x0.5}$$

n = 68 empresas constructoras de Cúcuta y su área metropolitana

Resultados y discusión

Las 123 empresas de la construcción de Cúcuta y su área metropolitana se analizaron a través de un muestra de 68 establecimientos dedicados a esta actividad, mediante aplicación de cuestionario a

gerentes o ingenieros de empresas constructoras locales, con el objeto de determinar el grado de cumplimiento de los requisitos sismo-resistentes según NSR-10 en las edificaciones, resultados que después de procesar la información recolectada se presentan en la Tabla I, Tabla II y Figura 1. En la Tabla II el grado de cumplimiento de la norma NSR-10 en las edificaciones, utiliza la escala de 1 nunca, 2 casi nunca, 3 a veces, 4 casi siempre y 5 siempre.

Tabla I. Actividad actual de la empresa constructora

Categorías	Frecuencia	%
Diseño	5	7
Construcción	38	56
Interventoría	25	37
Total	68	100

Tabla II. Grado de cumplimiento de NSR-10 en las edificaciones

Preguntas	1	2	3	4	5	Logro
¿Conoce la norma NSR-10?				32	36	4,5
¿Consulta la norma NSR-10?			23	27	18	3,9
¿Tiene la obligación de realizar los controles mínimos de calidad que la ley exige para los diferentes materiales estructurales y elementos no estructurales?					68	5,0
¿Conoce los requisitos de carácter técnico y científico con los que deben contar las estructuras metálicas?		14	12	27	15	3,6
¿Determinan la capacidad de los elementos estructurales metálicos, para el diseño sismo-resistente y su utilización en las diferentes zonas de amenaza sísmica?		15	8	29	16	3,7
¿Aplican los requisitos especiales de supervisión técnica para estructuras metálicas?		21	13	26	8	3,3
¿Utiliza formatos para agilizar el proceso de supervisión técnica?			17	29	22	4,1
¿El control de las especificaciones de la construcción de la obra cumple con las especificaciones técnicas contenidas dentro de la norma, NSR-10?				42	26	4,4
¿Para el control de materiales, el interventor solicita los certificados de conformidad con las normas?	5	18	32	6	7	2,9
¿El interventor realiza una interpretación de los resultados de los ensayos ejecutados definiendo explícitamente la conformidad de los materiales con las normas técnicas exigidas?			18	26	24	4,1
¿Verifican el cumplimiento de la norma NSR-10 en muros estructurales?					68	5,0
¿Verifican el cumplimiento de la norma NSR-10 en elementos de confinamiento?				42	26	4,4
¿Verifican el cumplimiento de la norma NSR-10 en losas de entresijos?		7	26	29	6	3,5
¿Verifican el cumplimiento de la norma NSR-10 en cubiertas?				28	40	4,6
¿Verifican el cumplimiento de la norma NSR-10 en muros divisorios?		22	13	20	13	3,4
Totales	5	97	162	363	393	4,0

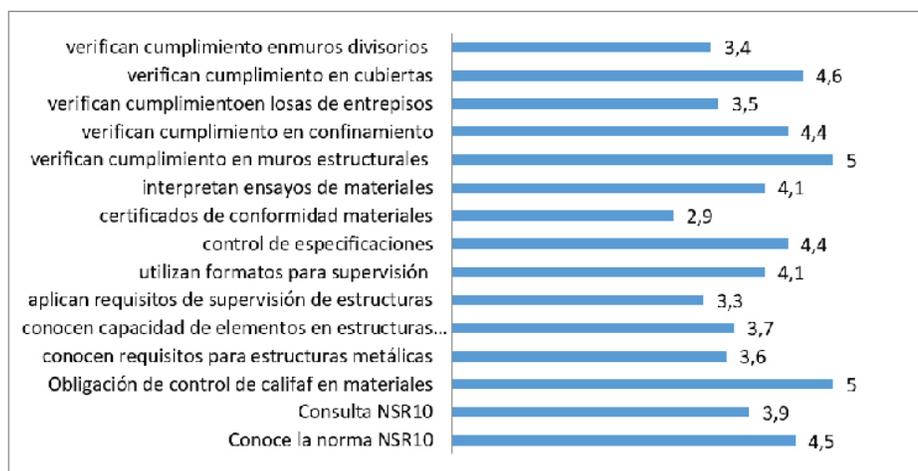


Figura 1. Grado de cumplimiento de la norma NSR-10

En materia de cumplimiento de la norma NSR-10 en la construcción de edificaciones de parte de las empresas constructoras de Cúcuta, la rigurosidad debe ser la principal característica en la evaluación del riesgo, por tal motivo, los resultados por debajo de logros con 4,0 se consideran que nunca, casi nunca o a veces se está cumpliendo con los requisitos de la norma, lo cual es una señal de alerta que implica medidas de mejoramiento dado que están en riesgo ante sismos las vidas humanas y daños en las edificaciones. En concordancia con lo dicho, se presenta a continuación el análisis de confiabilidad a través de la desviación estándar y del error estándar con base en resultados de la investigación, según cálculos que aparecen en la Tabla III.

Tabla III. Análisis de confiabilidad

Respuestas R	Frecuencia		Ponderación R * f %	Desviación Estándar (R- \bar{X}) ² f %
	f	%		
5,0	2	13,33	0,6666	0,1333
4,6	1	6,66	0,3054	0,0239
4,5	1	6,66	0,2997	0,0166
4,4	2	13,33	0,5865	0,0213
4,1	2	13,33	0,5465	0,0013
3,9	1	6,66	0,2597	0,0007
3,7	1	6,66	0,2464	0,0059
3,6	1	6,66	0,2400	0,0107
3,5	1	6,66	0,2331	0,0167
3,4	1	6,66	0,2264	0,0239
3,3	1	6,66	0,2198	0,0327
2,9	1	6,66	0,1931	0,0806
Totales	15	1,00	X = 4,00	S ² = 0.3676; S = 0.6063

S² es la desviación estándar, igual a 0,3676.

S es el error estándar, con un valor de 0,6063.

Este resultado permite determinar el coeficiente de riesgo a través del índice de confiabilidad, el cual se calcula mediante la expresión estadística siguiente:

$$\text{Confiabilidad} = \frac{S_x}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Confiabilidad} = \frac{0,6063}{3,87} = 0,1567$$

El coeficiente de riesgo de 0,1567 señala que son confiables los resultados de cada respuesta, dado que es baja la dispersión, cuando el coeficiente de riesgo se aproxima a la unidad (1) es altamente riesgoso y cuando se aleja de la unidad (1) el riesgo es menor, el resultado permite encontrar el tamaño del intervalo, así:

$$\text{Tamaño del intervalo} = \bar{x} \pm Z \cdot C$$

$$\text{LSC} = 4,0 + (1,96) (0,1567) = 4,0 + 0,307 = 4,31$$

$$\text{LIC} = 4,0 - (1,96) (0,1567) = 4,0 - 0,307 = 3,69$$

Para mayor confiabilidad sobre el grado de cumplimiento de la norma NSR-10, el intervalo entre las calificaciones de 4,31 (casi siempre y siempre) y 3,69 (a veces y casi siempre), es el intervalo aceptable, en este sentido es recomendable tener como referencia el límite superior de confianza de 4,31, para mayor rigurosidad en el estudio.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados de la investigación, los factores de mayor riesgo en la construcción de edificaciones y que deben ser objeto de supervisión y mejoras, según la norma NSR-10, se relacionan a continuación en orden de intensidad del riesgo, tales como: control de materiales verificando certificados de conformidad (2,9), aplicación de requisitos en la supervisión de estructuras metálicas (3,3), verificación del cumplimiento de la norma en muros divisorios (3,4), verificación

del cumplimiento de la norma en losas de entrepisos (3,5), supervisión de requisitos en estructuras metálicas (3,6), supervisión de la capacidad de los elementos de estructuras metálicas (3,7), y consulta de la norma NSR-10 (3,9). Otros factores que casi siempre o siempre los constructores dan cumplimiento a la norma por superar el umbral son: utilizan formatos para el proceso de supervisión (4,1), interpretan ensayos de materiales según la norma (4,1), controlan especificaciones según la norma (4,4), verificación del cumplimiento de la norma en zonas de confinamiento (4,4), conocen la norma NSR-10 (4,5), verificación del cumplimiento de la norma en cubiertas (4,6), control de calidad a los materiales (5,0), y verificación del cumplimiento de la norma en muros estructurales (5,0). Los resultados concluyentes basados en la investigación señalan que los constructores de San José de Cúcuta casi siempre cumplen con los requisitos exigidos por la norma NSR-10 de acuerdo con el promedio ponderado calculado (4,0), generando confianza para invertir en este sector empresarial.

Referencias

- [1] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10*, Bogotá, Colombia, 2010.
- [2] Diario La Opinión (mayo 18 de 2016), Cúcuta: riesgo sísmico de los mayores del país, 2016 [En línea]. Disponible en: <https://www.laopinion.com.co/cucuta/cucuta-riesgo-sismico-de-los-mayores-del-pais>
- [3] C.H. Flórez Góngora y C.F. Lozano Lozano, "Análisis y Tratamiento de señales de Fuentes Sismogénicas de Campo Cercano a San José De Cúcuta, Colombia", *Respuestas*, vol. 12, no. 2, pp.

- 52-70, 2016.
- [4] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, *Información Estadística, Estructura General del Censo de Edificaciones según áreas urbanas y metropolitanas, 2017 (II Trimestre)*, Bogotá D.C, 2017
- [5] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, *Boletín Técnico, Censo edificaciones, II trimestre 2017*, Bogotá D.C., 2017
- [6] C. Méndez, *Metodología, Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación con énfasis en Ciencias Empresariales*, Bogotá D.C: Limusa Noriega Editores, 2007
- [7] A.C. Salgado Lévano, "Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos Liberabit", *Revista de Psicología*, vol. 13, pp. 71-78, 2007
- [8] R. Hernández, Sampieri, C. Fernández, Collado y M. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación. Quinta edición*, Bogotá: Editorial Mc Graw Hill, 2010
- [9] F. Arias, *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología científica. Quinta edición*. Caracas: Editorial Episteme, 2006
- [10] E. Bojórquez Mora, "Diseño Sísmico de estructuras de acero basado en confiabilidad Estructural y Conceptos de Energía", *Revista de Ingeniería Sísmica*, No. 81, pp. 53-79, 2009
- [11] M.S. Williams y R.G. Sexsmith, "Seismic assessment of concrete bridges using inelastic damage analysis", *Engineering Structures*, vol. 19, no. 3, pp. 208-216, 1997
- [12] H. Silva-Olivera, y O. López-Bátiz "Estudio experimental sobre índices de daño en estructuras de concreto reforzado sujetas a cargas laterales", XIII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Guadalajara, México (CD_ROM), 2001
- [13] J.E. Stephens y J.T.P. Yao, "Damage assessment using response measurements", *ASCE Journal of Structural Engineering*, vol. 113, no. 4, 787-801, 1987
- [14] C.A. Mayorga Vela, "Caracterización mecánica y modelamiento estructural de un disipador pasivo de energía de tipo arriostamiento de pando restringido. Parte 2", tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2011
- [15] J.J. Cortés Pérez, "Comportamiento de estructuras ante acciones sísmicas utilizando amortiguadores viscosos como Sistemas de Disipación Pasiva de Energía", Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico D.F, 2012
- [16] Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro y Nare, *Gestión del Riesgo*, s.f [En línea]. Disponible en <http://www.cornare.gov.co/planificacion-ambiental/gestion-del-riesgo>
- [17] M. Montezuma y E. Dayana, "Determinación de áreas de riesgo sísmico, estado Sucre". *Venezuela Terra Nueva Etapa*, vol. XXVII, no. 42, pp. 13-45, 2011
- [18] M. Mardones y C. Vidal, Claudia, "La zonificación y evaluación de los riesgos naturales de tipo geomorfológico: un instrumento para la planificación urbana en la ciudad de Concepción", *EURE*, vol. XXVII, no. 81, 2001

[19]Informa, *Directorio de empresas de Colombia, empresas de construcción de Norte Santander*, 2017 [En línea]. Disponible en; [https://www.informacion-empresas.co/ F_CONSTRUCCION/Departamento_NORTE-SANTANDER.html](https://www.informacion-empresas.co/F_CONSTRUCCION/Departamento_NORTE-SANTANDER.html)

[20]J.N. Jany, *Investigación Integral de Mercados*, Mac Graw Hill, Bogotá, 2000