

# El Paisaje Arquitectónico y sonoro del Campanario de la Catedral de San José de Cúcuta \*

The Architectural and Sound Landscape of the Bell Tower of the Cathedral of San José de Cúcuta \*

A paisagem arquitetônica e sonora do campanário da Catedral de San José de Cúcuta \*

Julio Alfredo Delgado Rojas \*\*  
Yannette Díaz Umaña \*\*\*  
Mawency Vergel Ortega \*\*\*\*

Universidad Francisco de Paula Santander\*\*  
Universidad Francisco de Paula Santander \*\*\*  
Universidad Francisco de Paula Santander \*\*\*\*

Fecha de Recibido: Marzo 27 del 2018  
Fecha de Aceptación: Noviembre 03 de 2018  
Fecha de Publicación: Enero 01 de 2019  
DOI: <http://dx.doi.org/10.22335/rlct.v11i1.801>

\*El artículo resultado de la investigación desarrollada en los grupos de investigación GRAUNT, EULER y TARGET de la Universidad Francisco de Paula Santander en unión con la Parroquia Catedral San José de Cúcuta.

\*\* Magister en Educación Matemática, Arquitecto. Filiación: Universidad Francisco de Paula Santander. Correo electrónico: julioalfredo@ufps.edu.co Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6944-832X>

\*\*\*Magister en Gestión Urbana. Filiación: Universidad Francisco de Paula Santander. Correo electrónico: yannettedu@ufps.edu.co Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1888-7995>

\*\*\*\* Doctora en Educación. Postdoctora en Imaginarios y representaciones sociales. Filiación: Universidad Francisco de Paula Santander. Correo electrónico: mawency@ufps.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8285-2968>

## Resumen

Este artículo tuvo como objetivo analizar las particularidades de las cuatro campanas y la torre, que compone el campanario de la Catedral de San

José de Cúcuta, así como también su impacto en el paisaje sonoro de esta ciudad del Norte de Santander en Colombia. La investigación tuvo un enfoque metodológico mixto, en el que se incluyen el método descriptivo e histórico. Se recurrió, además, a un modelo numérico simplificado de la estructura, determinando el espectro de respuesta estructural. Según las campanas se analizó, magnitudes de la función de fuerzas variables con el tiempo que introducen sobre la estructura el peso propio, velocidad de giro e inercia; se determina el factor de amplificación dinámico más desfavorable y respuesta para análisis cuasi estático para las fuerzas. Se concluye que el toque de las campanas produce un sonido patrimonial único que posee cualidades que lo hacen identificable por la

comunidad. De tal manera, que las disposiciones de las campanas tienen efectos en la estructura del campanario y en el sonido, por consiguiente, la campana de mayor peso introduce mayores esfuerzos en la torre con factor incidente directo la ubicación en el campanario.

**Palabras clave:** Campanas, Paisaje, Arquitectura, sonido, fuerzas, variables.

### Abstract

This article aimed to analyze the particularities of the four bells and the tower, which comprises the bell tower of the Cathedral of San José de Cúcuta, as well as its impact on the sound landscape of this city of Norte de Santander in Colombia. The research had a mixed methodological approach, which includes the descriptive and historical method. We also resorted to a simplified numerical model of the structure, determining the spectrum of structural response. According to the bells, we analyzed the magnitudes of the function of variable forces with time that introduce the own weight, speed of rotation and inertia on the structure; the most unfavorable dynamic amplification factor and response for quasi-static analysis for forces is determined. It is concluded that the ringing of bells produces a unique patrimonial sound that possesses qualities that make it identifiable by the community. In such a way, that the provisions of the bells have effects on the structure of the bell tower and on the sound, consequently, the bell of greater weight introduces greater efforts in the tower with direct incident factor the location in the bell tower.

**Keywords:** Bells, Landscape, Architecture, sound, forces, variables.

### Resumo

Esta pesquisa teve como objetivo analisar as particularidades dos quatro sinos e da torre, que compreende a torre sineira da Catedral de San José de Cúcuta, bem como seu impacto sobre a paisagem sonora desta cidade de Norte de Santander, na Colômbia. A pesquisa teve uma abordagem metodológica mista, que inclui o método descritivo e histórico. Recorremos também a um modelo numérico simplificado da estrutura,

determinando o espectro da resposta estrutural. De acordo com os sinos, analisamos as magnitudes da função das forças variáveis com o tempo que introduzem o próprio peso, velocidade de rotação e inércia na estrutura; o fator de amplificação dinâmica mais desfavorável e a resposta para a análise quase-estática de forças é determinada. Conclui-se que o toque dos sinos produz um som patrimonial único que possui qualidades que o tornam identificável pela comunidade. De tal maneira, que as provisões dos sinos tenham efeitos sobre a estrutura da torre do sino e no som, conseqüentemente, o sino de maior peso introduz maiores esforços na torre com fator incidente direto a localização na torre do sino.

**Palavras-chave:** Sinos, Paisagem, Arquitetura, som, forças, variáveis.

### Introducción

El estudio del campo simbólico requiere la comprensión, de signos arquitectónicos, urbanos, sociales de una comunidad, situación que le atañe a la semiología, en tanto que es una ciencia que se ocupa del estudio de los signos que surgen en la cotidianidad (Kirsteva, 2001; Sandoval, 2002). Las campanas religiosas remontan su aparición desde el siglo VIII, en relación con la construcción de las torres de las iglesias, a su papel defensivo o de vigilancia de los campanarios. Dimanuel explica que fue a través del toque de las campanas, como se avisaba a la población de una amenaza y se le advertía a juntarse y a defender su territorio. Más allá de esta representación icónica, se deduce que originalmente el fin de la torre era suspender las campanas en ellas. Al respecto Lorenzo afirma que no hay iglesia sin campanas, por lo que la torre o la espadaña surge con su único objetivo de sostenerlas, transformando los perfiles de las ciudades e incluso de los paisajes rurales. Igualmente, Thurston señaló que a medida que se hizo necesario convocar a los habitantes de la ciudad o aldea a las celebraciones, se construyeron torres y campanas, que fueron aumentando de tamaño, y número para reforzar el sonido, de la misma manera, se emplearon mecanismos para automatizar los toques y la calidad del sonido. En

este orden de ideas, fueron las campanas y sus torres, poderosos hitos urbanos, los responsables de la predilección por desarrollar construcciones cada vez más altas, configurando los perfiles de las ciudades, que hoy en día son cotidianos.

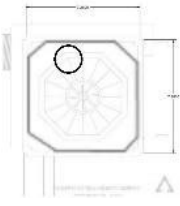
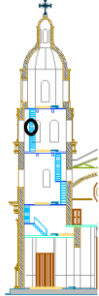
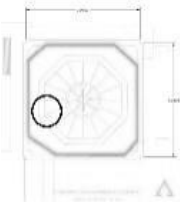
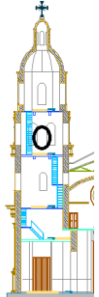
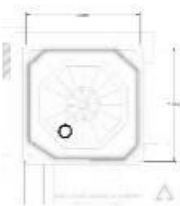
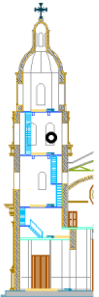
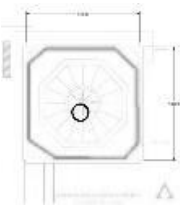

La disposición de la torre y la distribución de las campanas dentro del recinto de la torre, intervienen variables de tipo acústico y constructivo, estructural y funcional. La conjunción de las mismas define la disposición de los vasos según su número, dimensión, afinación, sistema de accionamiento, especialización de uso y orientación en relación con el espacio urbano inmediato y lejano. En general las campanas se disponen en los vanos de la sala, las más graves por debajo de las más pequeñas o agudas, asegurando un mayor alcance de sonido, lo anterior, determina posibilidades y limitaciones en el accionamiento de los vasos y en la calidad sonora del instrumento de la torre y del espacio urbano en el cual se inserta.

En la Catedral de San José de Cúcuta, ubicada en el centro de la ciudad, borde este del Parque Santander, las campanas se ubican en el tercer nivel de la torre occidental, cuya planta rectangular semi octogonal con acabado en ladrillo al interior, no solo configuro la construcción más alta de la ciudad, sino también constituyo el mayor instrumento sonoro de la localidad en el siglo XIX, permitiendo hasta el día de hoy, la salida del sonido a través de sus dos pares de vanos románicos a cada lado. Por esta razón, se puede decir que está pensada como una caja de resonancia, dotada de una escalera en túnel insertada al interior de la base de la torre, para permitir el ascenso del campanero y manipulación de las campanas por medio de sogas atadas al badajo.

Al analizar el recinto de las campanas de la Catedral de San José de Cúcuta, se observa que está estratégicamente elevado para difundir a mayor distancia, la sonoridad de los toques de la Campana Santa Madre de Dios, Campana Mayor Sagrado Corazón de Jesús, Campana Menor San Luis, y la Campana Media, llamada para efectos de este estudio San José, que se escuchan con claridad en una extensión considerable de la ciudad.

Tabla 1

Ubicación de las Campanas en la Torre

Nombre	Planta	Alzado
Campana Santa Madre de Dios		
Campana mayor Sagrado Corazón De Jesus		
Campana menor San Luis		
Campana media San José		

Fuente: Autores

Esta cualidad íntimamente relacionada con el peso aproximado de cada una, se registra en 500 kilogramos, 800 kilogramos, 80 kilogramos y 90 kilogramos respectivamente, por lo que no reviste

un peso destacable, al confrontarlo con otras de mayor reconocimiento, pero sí, advierte su nítida resonancia. En ese sentido, algunos tamaños notables alcanzados en la antigüedad como son: la Iglesia de Orleans que pesaba un poco más de una tonelada, la campana "Cantabona" de la Beata Azelin en Hildesheim en Alemania (siglo XI) pesaba alrededor de cuatro toneladas, y "Maria Gloriosa" de la Catedral de Erfurt, fundida en 1497, pesa trece toneladas.

Identificar la inscripción de las campanas, permite observar, a quien está consagrada, fecha de fundición, fundidor, entre otros datos, que puedan ser de ayuda para su caracterización. En cuanto a la tipografía ha variado desde las primeras campanas con estilo de letra adornado a un tipo de letra ordinario, coherente con las épocas estilísticas del clásico, gótico, victoriano y modernidad. Este último el caso concerniente a por lo menos tres de las campanas de la Catedral, con epigrafías identificables (Tabla 1). Esta particularidad, de la epigrafía, revela el origen de las campanas, cuyo fundidor Luis Trstancho e hijos, con amplia trayectoria en el país, y cuya quinta generación de campaneros de Nobsa, en entrevista afirman que su labor fue aprendida de sus ancestros, y ellos, a su vez, de Eufasio Trstancho, quien hace más de dos siglos tomó de primera mano las instrucciones del español Juan de Gauss, que introdujo esa industria en Colombia. La descendencia de los Trstancho, preserva el arte combinando el cobre, bronce y estaño, que se someten a temperaturas de 1.200 grados centígrados para fundirlos, la técnica que usan se llama molde perdido, pues la horma para una campana solo se funde una vez y se rompe. De ahí que no existen dos campanas similares en el mundo.

Además del estudio material de las campanas, la acústica es a su vez un amplio campo de interés patrimonial de carácter inmaterial, por la contribución al paisaje sonoro. Para Woodside, mencionando a Schafer, define paisaje sonoro como cualquier campo acústico, que pueda ser estudiado por el conjunto de sonidos de un lugar en específico, ya sea país, ciudad, barrio, o un recinto. Insiste en la importancia de los sonidos y su interacción ya sea eventual o intencional con referentes del entorno social donde es producido,

siendo así un indicador de la evolución de una sociedad. Aunado a esto, acuñan el término "marcas sonoras" como un sonido patrimonial que es único y posee cualidades que lo hacen reconocible por dicha comunidad.

El Paisaje Sonoro, como código, se constituye por el conjunto de signos sonoros que hay en una comunidad o en determinados contextos naturales. Con base en las campanas de la Catedral de San José de Cúcuta cuyos toques manuales han marcado señales horarias, convocatorias a misa, fiestas y solemnidades, hasta toques civiles, entre otras, dejan al descubierto un paisaje sonoro al que se relacionan elementos vitales, como son los yugos, badajo, la altura a la que se disponen, orientación, estructura de la torre, que modifican su sonido. Es precisamente, que en el en el libro de cuentas corrientes de la Catedral de San José de Cúcuta, hacia el año 1923, se da fe de la existencia de un campanero quien contaba en esos momentos con un salario de 3 pesos mensuales, situación que cambia tras la reducción litúrgica a la que contribuyó el Concilio Vaticano II. Al respecto Llop, la incluye como una de las causas de la desaparición de los campaneros hacia la década de los sesenta, donde se renunció a tradiciones como el toque manual de las campanas acogiendo sistemas mecanizados. Sin embargo, en la Catedral de San José de Cúcuta la tradición del toque manual se preserva, convirtiéndose en un lenguaje comunicativo que durante más de 70 años ha forjado un paisaje sonoro en la vida cotidiana de San José de Cúcuta.

### Metodología

La investigación tuvo un enfoque mixto, con método descriptivo e histórico, que atañe al estudio de la Catedral San José de Cúcuta, ubicada en la Av. 5a #10-73, en el marco de la plaza principal y construida en varias etapas, después del terremoto de 1875, hacia el año de 1.889 aproximadamente. A fin de aplicar el método de superposición modal para el análisis dinámico válido para sistemas MDOF con amortiguamiento viscoso, manifiesto en la ecuación (1), donde  $[m]$  representa la matriz de la masa del sistema,  $[k]$  la matriz de rigidez,  $\{x\}$  el

vector de desplazamientos. Se realizan simplificaciones geométricas sobre modelo, al tener como hipótesis que la torre se desconecta del resto de la nave al ser construida en diferentes etapas torre y nave.

$$[m] - \{x\}/2 + [k] * \{x\} = \{0\} \quad (1)$$

El sistema analizado, posee un coeficiente de amortiguamiento muy bajo, por lo que frecuencias propias de la vibración libre coincidiendo con un sistema sin amortiguamiento. Para la determinación de las características de las campanas se sigue el procedimiento de Heyman y Therefall, con el fin de ajustar el modelo numérico a través de ensayos. The works of Casolo fix the main frequencies in torsion and bending between 0.62 Hz and 2 Hz for slender towers. Se realiza proceso iterativo para ajustar el modelo y conseguir 1120 grados de libertad a fin de que el primer modo de vibración del modelo numérico y de la estructura real coincida. Las cuatro campanas poseen yugos metálicos de bronce de volteo manual, suspendidas en vigas metálicas ancladas en diagonal en la torre; las campanas no giran a velocidad constante al ser independientes, la simulación matemática del movimiento se realiza considerando la campana como péndulo físico que oscila libremente alrededor de su eje, con el péndulo en su posición máxima la energía potencial inicia el movimiento con velocidad de cada campana acorde a número de golpes de badajo durante un minuto dividiendo por dos, este movimiento introduce sobre su apoyo fuerzas horizontales y verticales variables con el tiempo, transmitidas a la barra soporte y a la estructura de la torre. El peso, determinado por el diámetro  $\emptyset$  en metros elevado al cubo multiplicado por una constante, 579.

En el caso de las campanas romanas la fórmula varía por las características del perfil y el grosor de las mismas, siendo la constante 357, es decir, un 40% menos, al hacer estos cálculos se excluye al peso de la campana, ya que después hay que añadir el peso del yugo, en el caso de uno de madera, puede pesar tres cuartas partes del total de la campana, mientras que si es de hierro tendrá aproximadamente la mitad del peso del bronce.

## Resultados

Dada la característica de la torre y las cuatro campanas instaladas, el efecto es considerable al introducir campanas de menor peso esfuerzos mayores en la torre que las de mayor peso donde la estabilidad está garantizada, si bien pueden producirse efectos locales de agrietamiento en las cercanías de los puntos de sujeción de las campanas. Cabe decir que la altura de la torre es de 35 m., de ellos los primeros 17m. los ocupa la base del campanario, este primer tramo es de sección cuadrada de 7m. de lado exterior y muro de .50m de espesor. El campanario de sección cuadrada con esquinas achaflanadas, se apoya en los muros de la base y posee una altura de 4.32m, por lo que la ubicación de las campanas se logra a 20m. sobre el nivel del suelo.

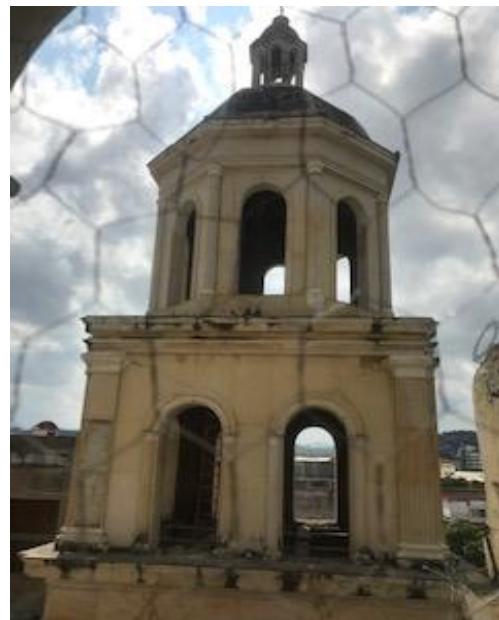


Figura 1. Torre Catedral San José de Cúcuta. Fotografía: noviembre 24(2018)

A este cuerpo le continua otro tramo de 3m de altura, retranqueado en su base a .30m por cada lado. Culminando la composición arquitectónica de la torre, se remata en primera instancia con la cúpula de 4m de alto y 6.4m. de diámetro aproximadamente, elaborada cuidadosamente en mampostería de ladrillo, se posa sobre ella la linterna de 2m de altura y se corona en segunda y último lugar, con una pequeña cúpula de 1.5m de



altura, cuyo extremo superior coincide con los señalados 35m sobre el nivel del suelo para elevar la bola con cruz metálica.

Resulta interesante el desarrollo vertical de la torre, al considerar su autonomía e independencia del resto de la Catedral (figura 1). Su organización interna, aun cuando en el interior parezca una caja vacía, proyecta soluciones estructurales y funcionales adecuadas a su fin de ser audible y visible en el territorio, como ocurre en algunos campanarios de estilo románico. Una particularidad que se presenta en la torre, es su escalera original, la cual se inserta en los muros de la base de la torre, a manera de corredor, ensanchando la sección del tabique, comunicando los dos primeros niveles de la torre y permitiendo el acceso a las sogas que dan los toques de las campanas. Este carácter es típico de la arquitectura militar, donde el volumen de los muros se adapta para incrustar pequeños recorridos. En lo constructivo se puede observar, que los materiales empleados pertenecen a la zona geográfica del Norte de Santander, como son el ladrillo y la piedra de buena calidad, aparejada en hiladas de ancho homogéneo, aunque se advierte las hiladas de cambio de identificación del material denotado por el crecimiento vertical de la torre conforme a sus periodos de intervención.

En cuanto al análisis acústico, se asume que la estructura ubicada en el centro de la sala poligonal con campanas perimetrales suspendidas a diferentes alturas, dispone de cuatro campanas de diferente tamaño, organizadas en forma distinta, se observa la escasez como conjunto afinado o carrillones para sostener armónicos (Figura 2.). El espacio posee un volumen relativamente cúbico con encuentros redondeados en planta pero no en sección. En Cúcuta el diámetro medio es de 134cm (4c\_70-110 cm), presentando un diámetro y peso medio estable en relación con el número de campanas. La sonoridad de la ciudad, se enfatiza por la escritura plurifocal para lo cual se utiliza la campana mayor como pedal grave el cual al densificar la masa sónica, asegura la permanencia del retoque cuyos parciales se encuentran afinados con cierta oscilación, en una nota aproximada de Do, aumentada por la condición climatológica de la

ciudad, el cual influye en el aumento de intensidad y distribución de la onda sonora de este espacio urbano.



Figura 2. Disposición interna de campanas en torre. Fotografía: noviembre 24(2018)

Las dos campanas mayores se disponen cerca a la misma cara, y las otras dos hacia el centro del recinto, es decir, dos a la plaza de acceso y dos con libre proximidad hacia el costado opuesto. La disposición de este conjunto refleja cierta atención al espacio urbano inmediato en el que se inserta la catedral, en el cual, las campanas de mayor tamaño se orientan al acceso de la catedral. Analizar el sonido de la campana depende de la estructura interna y perfil, donde los parciales más importantes que forman parte del sonido son armónicos de una fundamental, por tanto, también aquellos que tienen una frecuencia múltiplo de la fundamental. A ellos hay que añadir unos parciales inarmónicos, que a diferencia de los armónicos no siguen la misma regla la amplitud relativa de los parciales tiene como factor principal la ubicación del mazo, acorde a ello, en la catedral se reconocerían en los toques perfiles parciales hum, prima, quinta, y k círculos nodales tal que transmiten una frecuencia en 4 y 6 meridianos y el número n de sus nodos meridionales 0 o 1, onda periférica con m=2 meridianos, modo de vibración RIR-Ring con una desviación entre el 0,5 al 5% de la frecuencia deseada.

Tabla 2

Armónicos, factor de amplificación y fuerza horizontal introducida por cada campana

Campana	Parciales %	1	2	3	Factor de amplificación dinámico	Fuerza horizontal N
Santa Madre de Dios	Hum/tercera 3.07	0.4	0.9	1.4	2	4000
Sagrado Corazón de Jesús	Tercera/quinta 7.83	0.61	1.25	1.9	27	40000
San Luis	Tercera 6.89	0.7	1.5	2.1	11	7500
San José	Hum/quinta 0.71	1	2	0.1	1	180

Fuente: Autores

Parciales que intervienen en el sonido final muestra representación la dispersión de datos debido a ambigüedad tonal de cada campana, modificación de tonos debido a intervención de parciales de las otras campanas, no obstante, predomina la tercera, quinta, Hum. Así mismo con un solo golpe se observa que el diseño no implica una composición de parciales claramente definidos.

Análisis del conjunto formado por cuatro campanas, con diferencia de diámetro proporcional entre ellas, muestra que cada campana tiene una relación distinta respecto a la ideal, lo que provoca que, más allá de la afinación propia, la relativa esté desproporcionada. De igual manera, la disposición en cuatro niveles, genera efecto en el esfuerzo transmitido a la torre por el peso y accionamiento de las campanas de mayor a menor diámetro para el caso de las pequeñas, lo cual, al situarse las campanas más pequeñas por encima de las mayores, éstas mayores, no amplifican los empujes de las primeras, de otra parte, las frecuencias agudas se propagan en línea recta, frente a las más graves que lo hacen omnidireccionalmente, de este modo las más agudas al disponerse sobre las más graves, difunden linealmente sus parciales sin encontrar obstáculo en la propagación de su sonido. El análisis de la frecuencia (tabla 2) permite deducir que la campana que presenta mayor proximidad en su primer armónico es Sagrado Corazón de Jesús, de ahí que sea la que presenta mayor problema. Los valores de factor de

amplificación permiten concluir que en un análisis cuasi estático las fuerza introducidas por la campana Sagrado corazón de Jesús es las más desfavorable para la estructura, lo anterior dada la disposición en la misma viga conjunta a la otra campana de mediano peso y dada su ubicación por encima de la de menor peso.

### Discusión

Las disposiciones analizadas concuerdan con Francesc Llop en su estudio de campanarios conservando referentes de plantas poligonales como en regiones de Aragón y La Rioja en España, al igual en su estudio el campanario se sitúa en el centro. En relación con el tipo de cubrición de la sala, es apropiada la bóveda que genera la cúpula de la caña, cuya curvatura favorece la reflexión del sonido y su propagación al exterior. Así mismo, la desaparición de los ángulos mejora la reflexión de los parciales de las campanas y se aumenta la potencia. Tal como lo señala Llop, en el caso de la campana histórica españolas San José, es fina, y por tanto más graves sus notas, que la otra de diámetro semejante San Luis, pero más gruesa. La diferencia no es solo de altura de nota, también es de potencia sonora, a mayor grosor de las paredes la campana es más aguda y como también la masa es mayor, la potencia sonora crece. Tal como se señala en textos ontológicos, solemne era el toque de las tres de la tarde, dado por la pequeña campana de la Catedral, que, por medio de golpes interpolados sobre el campamento del callejón, recordaban la pasión, en memoria de la cual y de las víctimas del terremoto,

los devotos rezaban tres credos, hincados de rodillas, en las calles. De otra parte, a pesar de presentar elevados factores de amplificación dinámico, las fuerzas horizontales introducidas por el volteo no presentan magnitud relevante respecto a la rigidez de flexión de la torre. Al igual que Taylor (1928), los diferentes parciales de una campana normalmente soportan relaciones inarmónicas entre sí y con los distintos parciales de otras campanas sin importar que fue fabricada por el mismo fundidor. El factor que potencia el valor se debe a que las campanas no se encuentran bien equilibradas, por lo cual deben reubicarse la campana Sagrado Corazón de Jesús por debajo de la campana Santa madre de Dios, en torno a viga de apoyo común, la velocidad alejarse un 20% de la primera frecuencia propia de la torre. No obstante, la seguridad estructural está garantizada. En este caso la campana de mayor peso introduce mayor esfuerzo, se hace necesario, diseñar anclajes de las campanas a la torre para los esfuerzos calculados a través de análisis dinámico, siendo la Sagrado corazón la que presenta mayores fuerzas horizontales. el paisaje sonoro no solo refiere a aspectos artísticos sino a una inminente preocupación medioambiental, que refleja el deterioro de diferentes espacios rurales y urbanos (Espejo, 2010).

### Conclusiones

Las Campanas de la Catedral de San José de Cúcuta, ubicadas en una de las torres de su fachada, configuró la construcción más alta, simbólica e instrumento acústico de mayor resonancia de la localidad en el siglo XIX. El toque de las campanas da vida a la denominada "marcas sonoras" como un sonido patrimonial único, que posee cualidades que lo hacen identificable por la comunidad. Por sobre todo con posibilidad de apropiación territorial alcanzando un significado especial y permaneciendo en la memoria de los habitantes. No obstante, no existe coherencia interna entre ellas, la disposición de dos de las cuatro campanas: Sagrado corazón de Jesús y la campana San José, aun cuando se reporta nitidez acústica, posibilita la interferencia de ondas sonoras en su accionar. De igual manera se deduce que la campana que presenta mayor proximidad en su primer armónico es Sagrado Corazón de Jesús, de ahí que sea

desfavorable para la estructura, por su disposición en la misma viga junto a la otra campana de mediano peso y dada su ubicación por encima de la de menor peso. Por lo anterior, las fuerzas estructurales introducidas en las campanas no afectan de manera significativa la seguridad estructural de la torre. El diseño de las conexiones de las campanas debe reconsiderarse y disponerse de manera que mejoren las condiciones de la estructura y sonido.

### Referencias

- Bachmann, H. Ammann, W, Deischl, F., 1997. *Vibration Problems in Structures: Practical Guidelines*. Springer Verlag, Berlin, 50--55
- Casolo, S., 1998. A three-dimensional model for vulnerability analysis of slender medieval masonry tower. *Journal of Earthquake Engineering*, Vol. 2, No. 4, 487- 512
- Cobos, F. & de Castro, J. 1998. *Castilla y León: Castillos y fortalezas*. Leon, Edilesa.
- Contreras, M., Gallardo, B., Vergel, M. 2015. Espacio urbano en el mercado de la zona de frontera: percepciones y concepciones en un escenario móvil. *Revista logos, ciencia y tecnología*. Vol. 9, 1. 71-84.
- Delgado, J.A., Rojas, J.P. & Vergel Ortega, M. (2018) *Geometrización de indicadores urbanos como estrategia pedagógica para el desarrollo de competencias en estudiantes de arquitectura*. Bogotá: Ecoe Ediciones-UFPS
- Dimanuel, M. (2006). Estructuras y elementos militares en iglesias fortificadas medievales españolas *Anales de Historia del Arte*, Vol. 16, 79-102
- Espejo, M. (2010). El paisaje sonoro y la música en la red cultural. Extraído el 20 de abril de 2018 de [http://letras-uruguay.espaciolatino.com/aaa/espejo\\_manuel/paisaje\\_sonoro.htm](http://letras-uruguay.espaciolatino.com/aaa/espejo_manuel/paisaje_sonoro.htm)
- Heyman, J y Therefall, B.D. 1976. Inertia forces due to bellringing. *International Journal of mechanical science* pergamon press. Vol. 18, 161-164.



Kristeva, J. (2001). *Semiótica 1*. Madrid, España: Editorial Fundamentos

Lorenzo, J. 2007. Campanas en la provincia de Soria: una novedad editorial y algunos apuntes ilustrados sobre esas campanas y sus campanarios. *Culturas Populares. Revista Electrónica 5* (julio-diciembre 2017), 25pp.<http://www.culturaspopulares.org/textos5/articulos/lorenzo.pdf>.

Llop, F. 2007. Algunos aspectos musicales de las campanas y sus toques. *Herri Musika Bilduma, Oiartzun*, Vol. 8.

Llop, F. 2017. *Las campanas en las Catedrales Hispanas. Análisis, significado cultural, conservación y rehabilitación*. España: Universidad de Valencia.

Ranilla, M.1997. *Tres Torres Campanarios: Historia, construcción y restauración, en Alminares y torres: herencia y presencia del Toledo medieval*. Toledo, Consorcio de la ciudad de Toledo.

Saldarriaga, A. (2006). *La Arquitectura como experiencia. Espacio, cuerpo y sensibilidad*. Colombia: Editorial Villegas

Schafer, R. 1977. *The soundscape. Our sonic environment and the tuning of the world*. Vermont, Canadá: Destiny Books.

Taylor N. Niguel. (1998). *Tylor's tuning page*. Revisado de: [www.kimberger.fsnet.co.uk](http://www.kimberger.fsnet.co.uk)

Tedesco, E., Desert, F. 2002. *Infrared Space Observatory deep asteroid search*. *The Astronomical Journal*. Vol. 123. 2070-2082

Thurston, H. 1907. *Bells*. *The Catholic Encyclopedia*. Vol. 2. New York: Robert Appleton Company,

Vergel, M. Contreras D, M., y Martínez, J. 2017. *Cúcuta y su avenida Guaimaral. Espacio público, historia y calidad de vida de sus habitantes*. Alemania: Editorial académica española

Vergel, M., Paz, L., Rojas, J. 2018. *Concepciones de educación a distancia y matemática financiera desde la comprensión onto histórica de sus actores*. Bogotá: UFPS-Ecoe ediciones

Woodside, J. (2008). *La historicidad del paisaje sonoro y la música popular*. *Revista Transcultural de Música*, vol. 12, 2. 1-17.