

**EL RENDIMIENTO DEL ALTAVOZ ACTIVO M-AUDIO BX5a Y LA
INFLUENCIA DE LA ALTITUD GEOGRÁFICA**

Javier Marín

wmarin@uees.edu.ec

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO DE ARTES DEL ECUADOR - ITAE

Carrera de Producción Musical

Guayaquil - Ecuador

Abril 2019

El presente trabajo de investigación pretende responder a la hipótesis respecto a que el rendimiento de un altavoz disminuye a medida que la altitud geográfica aumenta. Para ello, se realizó la medición técnica al grabar la respuesta de un altavoz marca M-Audio modelo Bx5a ubicado a 2677 metros sobre el nivel del mar, en Pinllo, Ecuador; y a 6 metros en Guayaquil, Ecuador, reproduciendo audios de prueba bajo las mismas condiciones técnicas. Se compararon los resultados a través del análisis de respuesta en frecuencia y se determinó que el rendimiento de los altavoces sí disminuye a altitudes críticas que sobrepasan los 2000 metros sobre el nivel del mar, debido a la baja densidad del aire y a la disminución de la presión atmosférica, lo que implica una disminución en la respuesta a las frecuencias graves. A una altitud baja sobre el nivel del mar se pudo escuchar y comprobar que las frecuencias graves tenían mejor definición.

Palabras Clave: altavoz , altitud, intensidad, frecuencia, sonido

Abstract — The present research work aims to answer the hypothesis that the performance of a loudspeaker decreases as the geographical altitude increases.

For this, technical measurement was made when recording a M-Audio model Bx5a speaker located at 2677 meters above sea level, Pinllo, Ecuador; and 6 meters above sea level, Guayaquil, Ecuador, reproducing test audios under the same technical conditions.

The results were compared using frequency response analysis. It determined that the performance of the loudspeakers does decrease at critical altitudes exceeding 2000 meters above sea level, due to the low density of the air and the decrease in atmospheric pressure, which implies a decrease in the stuck of the low frequencies.

At a low altitude above sea level it was possible to hear and verify that the low frequencies had better definition. In conclusion, it is necessary that the sound operators, recording, mixing and mastering engineers know this behavior in order to make the correct decisions in equalization and assembly both in live sound and in post production within the recording studio.

Keywords. Speaker, Altitude, Intensity, Frequency, Sound.

Etienne Corteel y otros (2017) realizaron una primera investigación sobre refuerzo sonoro a campo abierto en extremas condiciones atmosféricas. Este trabajo determina que las condiciones atmosféricas tienen un profundo efecto sobre la propagación del sonido y presentan dos instalaciones donde estos problemas se encontraron. El escenario principal de Coachella Valley Music and Arts Festival and the Hollywood Bowl. El resultado de la investigación propone una combinación optimizada de un diseño de sistema de refuerzo sonoro combinada con procesamiento de señal para una parcial compensación de pérdida en determinadas áreas.

Otra investigación fue realizada por Atkinson (1990) que realizó un experimento bajo las mismas condiciones técnicas midiendo un parlante a 2194 metros de altitud en Santa Fe, EEUU; y a 518 metros en Washington DC, EEUU, en donde pudo determinar diferencias en el desempeño del parlante debido a la diferencia de altitud geográfica entre ambas ciudades.

Es conocido que altitudes elevadas afectan las funciones física del ser humano (Samuels, 2004). De la misma manera la densidad del aire, la presión atmosférica, la temperatura ambiente y la velocidad del sonido son diferentes, a una altitud sobre el nivel del mar y por encima de los 2000 metros.

Todas estas variables podrían estar afectando el comportamiento de los monitores activos de estudio. En esta investigación se estudió los efectos de la altitud en el desempeño del monitor de estudio M-Audio Bx5b, a través de un experimento de campo realizado en la región Costa y Sierra del Ecuador, con lo cual se esperaba demostrar que a mayor altitud geográfica el rendimiento del monitor disminuía.

El resultado de la investigación da a conocer los efectos que provoca la altitud en el desempeño de los transductores, y permite de esta forma tomar correctas decisiones al momento de manipular el audio.

Durante una conferencia en Bogotá, Colombia en noviembre de 2018, varios ingenieros reconocidos en el ámbito de la grabación, mezcla y masterización manifestaron que los parlantes se comportan de manera diferente dependiendo de la altitud geográfica a la que se encuentren. Esto afecta negativamente en el desempeño de los mismos y como consecuencia,

en la forma en la que se escucha el sonido reproducido. De ahí surge la pregunta: ¿Los parlantes activos de estudio responden de la misma manera a diferentes altitudes geográficas?

En una entrevista realizada al ingeniero de sonido colombiano, Kiko Castro el 25 de enero de 2019, menciona que había escuchado diferencias notorias en el desempeño de los monitores a nivel del mar y 2000 metros. “En Barranquilla, que es una ciudad que se encuentra sobre el nivel del mar, las frecuencias graves tienen más pegada. En Bogotá, que está a 2630 metros para conseguir la misma pegada se necesita agregar más sub bajos” (Castro, 2019).

La investigación es exploratoria debido a que no existe mucha información respecto al tema. Además, los resultados sirven de aporte a la comunidad del audio, ya que se puede visualizar el análisis de respuesta en frecuencia de las pruebas de campo realizadas en dos altitudes diferentes, lo que permite conocer la influencia de la altura en el desempeño de los monitores.

Por lo antes expuesto se formula como objetivo determinar a través del experimento de campo, que los parlantes responden de manera diferente cuando están a nivel del mar o sobre los 2000 metros de altitud. El propósito es demostrar que la respuesta en frecuencia de los parlantes, varía a diferentes altitudes geográficas, a través de la grabación de audios de prueba en recintos abiertos. Se espera demostrar las diferencias que existen en ambas condiciones a partir de la comparación de los resultados obtenidos.

El parlante usado para las pruebas es omnidireccional. Sin embargo, Suguhara (2019) recomienda el uso de parlantes paramétricos, que gracias a su súper directividad pueden reducir las ondas indeseadas enfocando el sonido de una forma muy estrecha. No se utilizó dicho parlante debido a que es muy difícil encontrarlo en el Ecuador.

Según Allard (1985), la presión sonora puede ser medida con el uso de un sonómetro, lo que permite medir la impedancia acústica a ser evaluada. Este método es mucho más rápido y fácil de utilizar. Actualmente, la tecnología facilita el uso de aplicaciones móviles para la medición de la presión sonora.

La velocidad del sonido depende del medio y de la temperatura de dicho medio. En la tierra, la atmosfera esta compuesta mayormente de nitrógeno y oxígeno, y la temperatura depende de la altitud. (NASA, 2018)

La presión y la densidad del aire juegan un papel importante en la velocidad del sonido. El hecho de que la presión y la densidad cambian con la altitud, significa que hay que hacer ajustes diferentes, en los retardos de un sistema de sonido por ejemplo, a diferentes altitudes. Veen (2016)

Los artículos que sirven de sustento al estudio se los extrajo de Scopus y la biblioteca digital de la Sociedad de Ingenieros de Audio (AES).

La metodología de investigación utilizada es la experimentación de campo, las variables fueron: la distancia del twitter hacia el micrófono: 1 metro; distancia del twitter hacia el piso: 1 metro; nivel de reproducción de los audios de prueba: 72 dBSPL y recinto de prueba: a campo abierto.

Los audios Audios de prueba utilizados para la grabación fueron:

- 1) Ruido rosa
- 2) Get Lucky – Daft Punk
- 3) Billie Jean – Michael Jackson
- 4) Back in Black – Ac/Dc
- 5) Supremacy – Muse

Los materiales utilizados en el experimento fueron: un parlante activo marca M-Audio modelo Bx5a; un micrófono de condensador para realizar la medición: marca Akg modelo 214, una interface de audio Focusrite Scarlett 2i2.

Para la información de campo se recogieron diferentes pruebas realizadas a 2.677 metros de altitud en Pinllo, el 27 de enero 2019 y a 6 metros en Guayaquil el 28 de enero 2019.

Para responder a la hipótesis formulada que consistió en: el rendimiento de un altavoz disminuye a medida que la altitud geográfica aumenta, se realizó el experimento en las dos ciudades del Ecuador, con mucha diferencia de altitud geográfica. Guayaquil (6 metros sobre el nivel del mar) y Pinllo (2.677

metros sobre el nivel del mar). Se eligió grabar a las 11 de la mañana en un recinto abierto en ambas ciudades, para evitar que los resultados sean alterados a efectos de las reflexiones con las paredes. Se realizaron grabaciones de todos los audios de prueba y en el estudio de Post Producción se analizaron las grabaciones con el uso del analizador de espectro de la marca Blue Cat's. Se realizaron capturas de pantalla para comparar los resultados y obtener conclusiones.

Una vez realizados los experimentos se obtienen los siguientes resultados:

Figura 1.

Ruido rosa grabado en Guayaquil

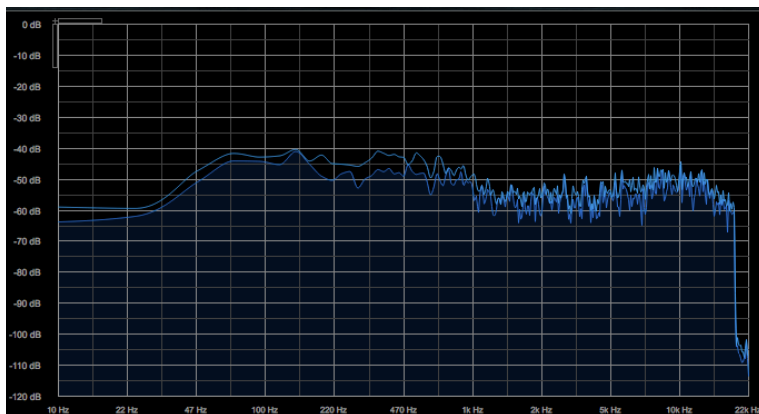
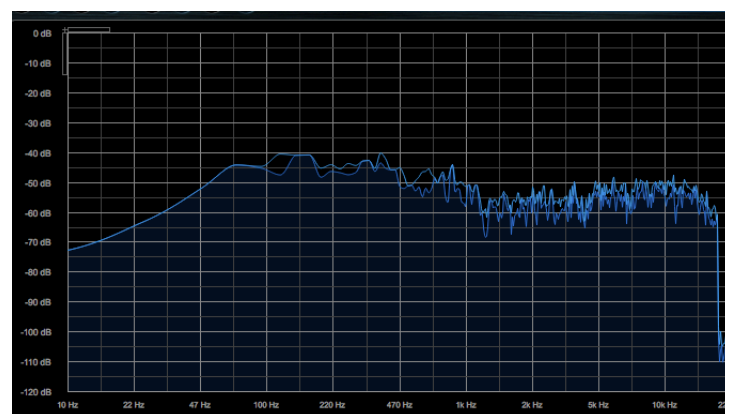


Figura 2.

Ruido rosa grabado en Pinillo



La figura 1 presenta mayor cantidad de frecuencias graves que la figura 2.

Por ejemplo se observa que en la figura 1, 22 Hz tiene una atenuación de 60 dB; mientras que en la figura 2, la misma frecuencia tiene una atenuación de 65 dB.

Figura 3.

Get Lucky grabado en Guayaquil

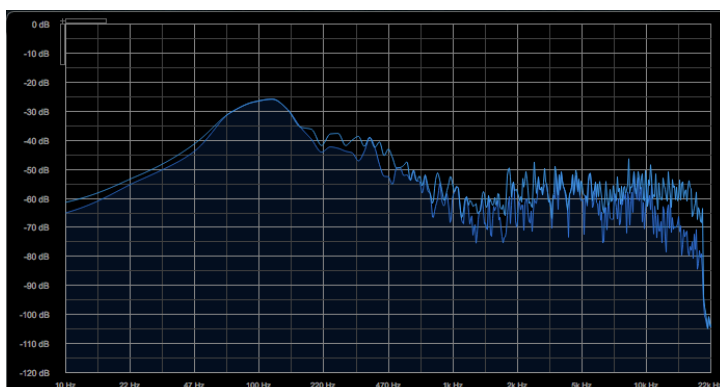
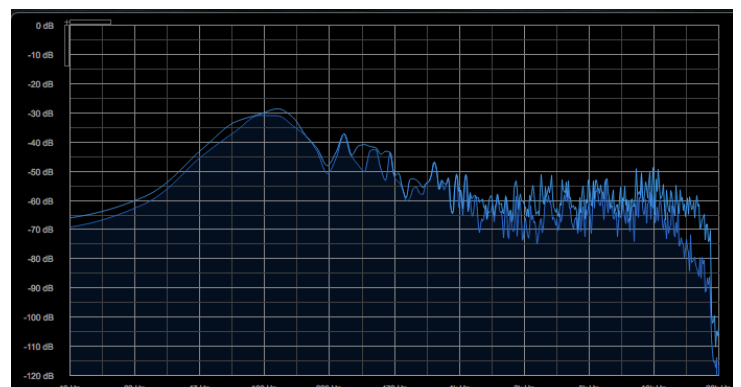


Figura 4.

Get Lucky grabado en Pinillo



En la grabación realizada en Guayaquil la frecuencia alrededor de 100hz tiene un aumento de aproximadamente 5dB, en comparación con la grabación realizada en Pinllo

Figura 5.

Billie Jean grabado en Guayaquil

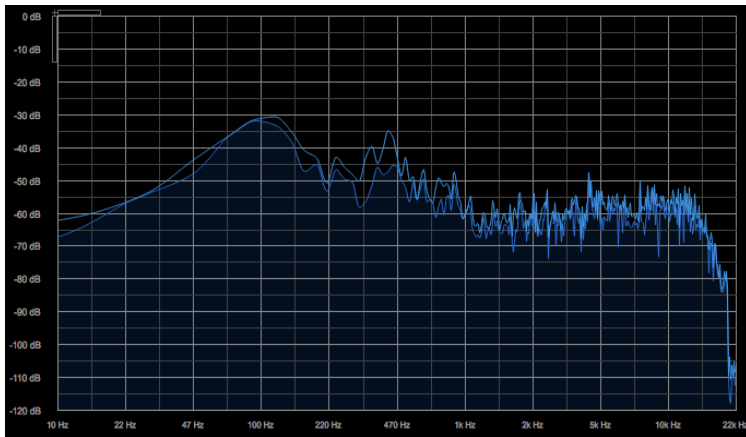
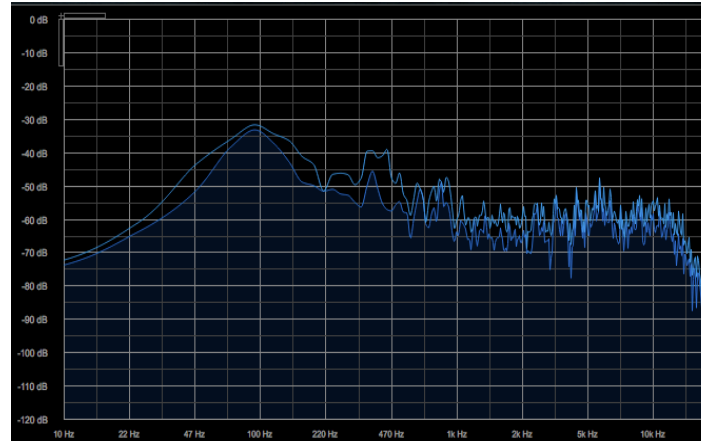


Figura 6.

Billie Jean grabado en Pinllo



En la figura 5 existe un Roll-off a partir de los 100 hz hasta los 10hz, en donde existe una atenuación de 60 dB. En la figura 2, también existe un Roll-off en el mismo rango de frecuencias, pero este llega a atenuar 70 dB en 10 hz.

Figura 7.

Back in Black grabado en Guayaquil

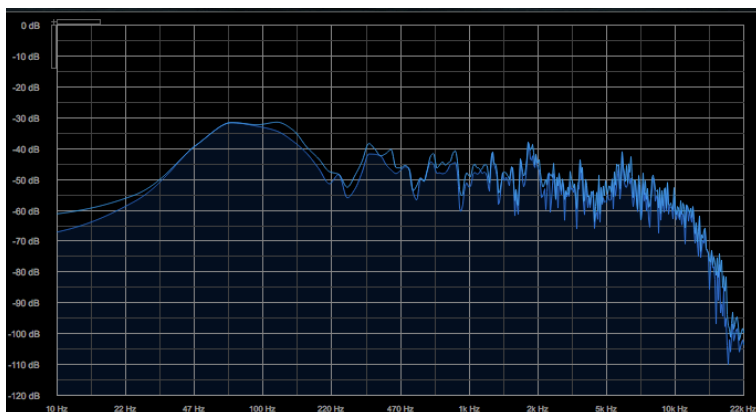
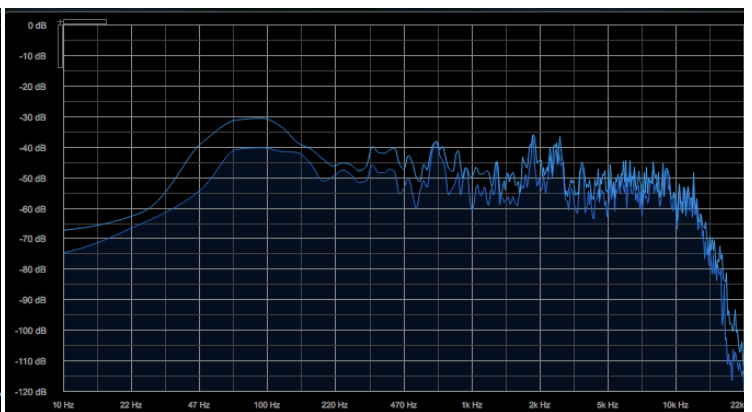


Figura 8.

Back in Black grabado en Pinllo



En la grabación realizada en Guayaquil, nuevamente presenta una mayor presencia de frecuencias graves en comparación con la grabación realizada en Pinllo.

Figura 9.

Supremacy grabado en Guayaquil

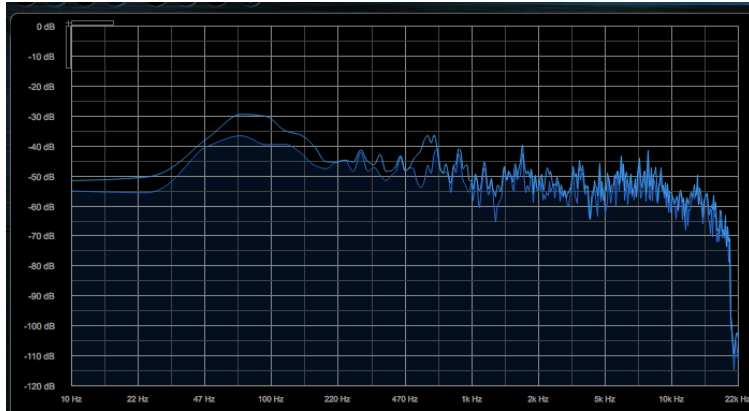
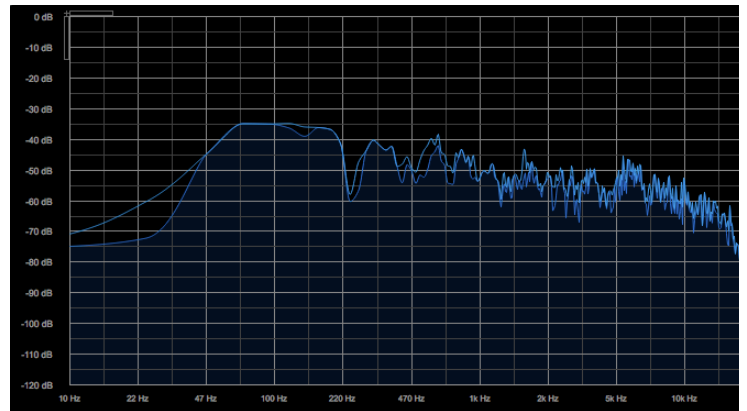


Figura 10.

Supremacy grabado en Pinllo



En la figura 9 existe un Roll-off a partir de 100 hz que se extiende hasta los 10hz presentando una atenuación máxima de 50 dB aproximadamente. Por otro lado, en la figura 10, la atenuación máxima en la misma frecuencia es de 70 dB.

Los resultados obtenidos en esta investigación tiene semejanzas con los estudios realizados por Atkinson (2009). Lo cual soporta las conclusiones presentadas aquí. Existe una diferencia respecto a los recursos tecnológicos utilizados para realizar las pruebas. Atkinson utilizó diferentes amplificadores al realizar las pruebas. Por el contrario, todos los componentes utilizados en nuestra investigación fueron idénticos. Esto podría evidenciar datos mas reales sin que existan variables considerables por efectos a la diferencia electrónica entre los equipos empleados.

El objetivo de la investigación se cumplió al realizar las pruebas de campo, donde se pudo evidenciar que la altitud interfiere en el comportamiento de los parlantes, sobre todo en la reproducción a bajas frecuencias. En una ciudad a nivel del mar, como Guayaquil, la respuesta en frecuencias graves es mayor en comparación con una ciudad como Pinllo que se encuentra a 2.677 metros sobre el nivel del mar, debido a la baja densidad del aire y a los efectos de la presión atmosférica.

Este estudio tiene un aporte importante en el campo del audio debido a que no existen investigaciones, en el Ecuador, respecto a este tema. Se presentan resultados comprensibles desde el punto de vista técnico que pueden ser utilizados como guías en la toma de decisiones en procesos como grabación, mezcla y masterización.

La hipótesis planteada se fundamenta en la comparación del análisis de respuesta en frecuencia de las grabaciones realizadas de ruido rosa y de música en Guayaquil y Pinillo respectivamente, planteadas en los resultados de este estudio.

Se recomienda, a los profesionales involucrados en el campo del audio, considerar en el diseño y predicción de montaje, tanto en sonido en vivo como en estudios de grabación, los efectos que tiene la altitud en el desempeño del sistema de monitoreo, realizar los ajustes necesarios para que el sistema responda de una manera eficaz.

El presente estudio se enfocó en el desempeño de un monitor de audio pero, no midió la influencia que tiene la altitud en la audición humana, lo cual podría estar afectando la forma en la que se perciben las frecuencias.

Bibliografía

- Atkinson, J. (1990). *Under Pressure: Loudspeakers at Altitude Further Experiments* . Recuperado el 10 de Marzo de 2019, de www.stereophile.com: <https://www.stereophile.com/content/under-pressure-loudspeakers-altitude-further-experiments-previously-unpublished>
- Castro, K. (25 de Enero de 2019). Desempeño de los parlantes a diferentes altitudes. (J. Marin, Entrevistador)
- Etienne Corteel1, S. S. (30 de Agosto de 2017). Large scale open air sound reinforcement in extreme atmospheric conditions. *E-Library AES* , 2.
- Samuels, M. P. (2004). The effects of flight and altitude. *AES Journal* , 449.
- Atkinson, J. (2009). *Stereophile*. Recuperado el 18 de 04 de 2019, de Stereophile: <https://www.stereophile.com/content/under-pressure-loudspeakers-altitude-further-experiments-previously-unpublished>
- Suguhara, A. (2018 de 2019). Measurements of acoustic impedance of porous materials using a parametric loudspeaker with phononic crystals and phase-cancellation method. *J.apacoust* , 54-62.

- Allard, J. F. (1985). Acoustic impedance measurements with a sound intensity meter. *Applied Acoustics* , 69-75.
- NASA. (23 de 03 de 2018). *www.grc.nasa.gov*. (N. Hall, Editor, & G. R. Center, Productor) Obtenido de <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/sound.html?fbclid=IwAR25Zo3DwVaGmUbl7kfvJfvTnD-rPISfO3EyEcZPmMnvMJ4UaQVWSX6NLWU>
- Veen, M. v. (Mayo de 2016). SONIC ATMOSPHERE. Calculating the speed of sound in air. *LIVE SOUND INTERNATIONAL* , 28-30.