

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA  
UNAN - MANAGUA  
RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO  
Facultad de Ciencias e Ingeniería  
Departamento de Tecnología  
Carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas**



**Monografía Para Optar al Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas**

**Tema:**

“Elaboración de diagnóstico acústico ambiental del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador en el periodo de mayo 2014 a Diciembre del año 2015.”

**Tutor: Esp. Julio Ricardo López González**

**Elaborado por:**

- **Bra. Cinthya Carolina López Molina**                      **Carnet N° 08 - 04612 - 6**
- **Br. Rigoberto Antonio Escobar Dávila**                      **Carnet N° 08 - 04610 - 4**
- **Br. Edgard Alejandro Lezama Vásquez**                      **Carnet N° 08 - 04330 - 4**

**Asesor metodológico: MSc. Sergio Ramírez Lanzas**

**Managua Nicaragua, Diciembre de 2015**



## Contenido

<i>Dedicatoria</i> .....	<i>i</i>
<i>Agradecimiento</i> .....	<i>ii</i>
<i>Resumen</i> .....	<i>iii</i>
<b>1 GENERALIDADES DEL ESTUDIO</b> .....	<b>10</b>
1.1 <i>Introducción</i> .....	10
1.2 <i>Antecedentes</i> .....	11
1.3 <i>Planteamiento del problema</i> .....	12
1.4 <i>Justificación</i> .....	13
1.5 <i>Objetivos</i> .....	14
1.5.1 <i>Objetivo General</i> .....	14
1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	14
1.6 <i>Preguntas Directrices</i> .....	15
1.7 <i>Generalidades De La Institución</i> .....	15
1.8 <i>Organigrama institucional propuesto</i> .....	16
<b>2 MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>17</b>
2.1 <i>Marco Teórico</i> .....	17
2.2 <i>Marco Conceptual</i> .....	22
2.3 <i>Marco Espacial</i> .....	25
2.4 <i>Marco temporal (cronograma de actividades)</i> .....	27
2.5 <i>Marco Legal</i> .....	31
<b>3 DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	<b>36</b>
3.1 <i>Tipo de Investigación:</i> .....	36
3.2 <i>Tipo de enfoque:</i> .....	36
3.3 <i>Universo:</i> .....	36
3.4 <i>Población:</i> .....	37
3.5 <i>Muestra:</i> .....	37
3.6 <i>Técnica de recolección de datos:</i> .....	38
3.7 <i>Herramientas:</i> .....	39
3.8 <i>Método de trabajo:</i> .....	40



3.9	<i>Matríz de Operacionalización de las Variables independiente</i> .....	41
<b>4</b>	<b>DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>42</b>
<b>4.1</b>	<b>Descripción de condiciones actuales del recinto</b> .....	<b>42</b>
4.1.1	<i>Identificación de riesgos en zona 1 del departamento de administración:</i> .....	45
4.1.2	<i>Identificación de riesgos en zona 2 del departamento de contabilidad:</i> .....	46
4.1.3	<i>Identificación de riesgos en zona 3 del departamento de economía:</i> .....	47
4.1.4	<i>Identificación de riesgos en zona 4 del Auditorio Francisco Meza:</i> .....	48
4.1.5	<i>Evaluación de riesgos en zona 1 del Departamento de Administración:</i> .....	51
4.1.6	<i>Evaluación de riesgos en zona 2 del Departamento de Contabilidad:</i> .....	52
4.1.7	<i>Evaluación de riesgos en zona 3 del Departamento de Economía:</i> .....	53
4.1.8	<i>Evaluación de riesgos en zona 4 del Auditorio Francisco Meza:</i> .....	54
4.1.9	<i>Severidad del daño</i> .....	55
4.1.10	<i>Procesamiento de la Encuesta</i> .....	56
<b>4.2</b>	<b>Medición de emisiones acústicas</b> .....	<b>73</b>
4.2.1	<i>Procedimiento de toma de datos con sonómetro para medición del Ruido:</i> .....	75
4.2.2	<i>Materiales y métodos de trabajo:</i> .....	76
4.2.3	<i>Procedimiento para la elaboración del mapa de ruido:</i> .....	77
<b>4.3</b>	<b>Niveles de presión sonora</b> .....	<b>93</b>
4.3.1	<i>Calculo del nivel de presión sonora:</i> .....	93
<b>4.4</b>	<b>Comparación de niveles según reglamentaciones</b> .....	<b>104</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>107</b>
<b>6</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>108</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>109</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>111</b>
8.1	<i>Análisis del mapa de ruido</i> .....	111



## Índice de ilustraciones

<i>Ilustración 1.1. Propuesta de organigrama institucional del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador.....</i>	<i>16</i>
<i>Ilustración 2.1. Vista espacial del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador .....</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 2.2. Mapa del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador .....</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 2.3. Diagrama de Gantt.....</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 4.1. Resultados de encuesta aplicados en el RUCFA .....</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 4.2. Estadísticas de alumnos matriculados .....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 4.3. Encuesta.....</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 4.4. Encuesta.....</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 4.5. Encuesta.....</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 4.6. Encuesta.....</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 4.7. Encuesta.....</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 4.8. Encuesta.....</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 4.9. Encuesta.....</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 4.10. Mapa de riesgos zona 1.....</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 4.11. Mapa de riesgos zona 2.....</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 4.12. Mapa de riesgos zona 3.....</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 4.13. Mapa de riesgos zona 4.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 4.14. Mapa de ruido zona 1 .....</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 4.15. Mapa de ruido zona 2 .....</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 4.16. Mapa de riesgos zona 3 .....</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 4.17. Mapa de riesgos zona 4 .....</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 4.18. Diagrama de Causa y Efecto .....</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 4.19. Puntos de medición de la zona 1.....</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 4.20. Puntos de medición de la Zona 2.....</i>	<i>85</i>
<i>Ilustración 4.21. Puntos de medición de la Zona 3.....</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 4.22. Puntos de medición de la Zona 4.....</i>	<i>90</i>



## Índice de tablas

<i>Tabla 2.1 Tareas que se plasman en el diagrama de Gantt .....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 2.2. Resumen de leyes y normativas del ruido .....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 3.1. Operacionalización de las variables .....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 4.1. Factores de riesgos encontrados en la zona 1 (departamento de administración) .....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 4.2. Factores de riesgos encontrados en la zona 2 (departamento de contabilidad).....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 4.3. Factores de riesgos encontrados en la zona 3 (departamento de economía).....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 4.4. Factores de riesgos encontrados en la zona 4 (auditorio Francisco Meza) .....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 4.5. Factores a tomar en cuenta para evaluación de riesgos en zonas de estudio.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 4.6. Factores cuantitativos y cualitativos para clasificación de riesgos .....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 4.7. Evaluación de riesgos en zona 1 o departamento de administración .....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 4.8. Evaluación de riesgos en zona 2 o departamento de contabilidad .....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 4.9. Evaluación de riesgos en zona 3 Departamento de Economía.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 4.10. Evaluación de riesgos en zona 4 Auditorio Francisco Meza. ....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 4.11. Clasificaciones según severidad de daño .....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 4.12. Ruidos Continuos e intermitentes .....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 4.13, 4.14. y 4.15. Coordenadas y Medias.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 4.16. Coordenadas y Medias .....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 4.17. Medias Generales de cada una de las zonas de estudio .....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 4.18. Niveles de ruido en decibeles existentes en la zona 1.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 4.19. Niveles de ruido en decibeles existentes en la zona 2.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 4.20. Niveles de ruido en decibeles existentes en la zona 3.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 4.21. Niveles de ruido en decibeles existentes en la zona 4.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 4.22. Índice de graduación del ruido según OMS para la inteligibilidad de la conversación. ....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 4.23. Cuadro comparativo de dB obtenidos mediante RNA vs OMS .....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 4.24. Comparación de niveles.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 4.25. Comparación de niveles de ruido zona 1 .....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 4.26. Comparación de niveles de ruido zona 2 .....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 4.27. Comparación de niveles de ruido zona 3 .....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 4.28. Comparación de niveles de ruido zona 4 .....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 8.1. Tabla sobre análisis FODA del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador .....</i>	<i>122</i>



## Índice de Anexos

<i>Anexos 1. Mapa de ruido de la zona 1</i> .....	112
<i>Anexos 2. Mapa de ruido de la zona 2</i> .....	114
<i>Anexos 3. Mapa de ruido de la zona 3</i> .....	116
<i>Anexos 4. Mapa de ruido de la zona 4</i> .....	118
<i>Anexos 5. Efecto para barrera de muy baja frecuencia      Efecto para barreras de frecuencias medias bajas</i> .....	119
<i>Anexos 6. Efecto de una barrera de frecuencias medias altas      Efecto con barreras con absorción para altas frecuencias</i> .....	119
<i>Anexos 7. Encuesta realizada a los estudiantes del RUCFA</i> .....	121
<i>Anexos 8. Área de administración (frente a la calle principal del gancho de camino)</i> .....	123
<i>Anexos 9. Zona de Contabilidad (Área de intendencia, donde se realizan trabajos causantes de ruidos internos)</i> .....	123
<i>Anexos 10. Contabilidad (Portón frente a calle principal del gancho de camino)</i> .....	124
<i>Anexos 11. Zona de Economía (Las aulas de clases frente a la calle donde circulan vehículos)</i> .....	124
<i>Anexos 12. Zona de Economía (parqueo)</i> .....	125
<i>Anexos 13. Equipo de medición SONOMETRO TENMARS</i> .....	126
<i>Anexos 14. Calibrador de Sonido ST-120</i> .....	126



## ***Dedicatorias***

*Dedico este logro a Dios por permitirme alcanzar esta meta, darme sabiduría, guiarme siempre y recordarme que con esfuerzo y fe los sueños se cumplen. A mi madre Marthita Molina quien es mi inspiradora y a mis hermanos Mauricio López y Ruth Molina que han sido mi motivo de lucha por alcanzar esta meta.*

### ***Cinthya Carolina López Molina***

*Dedico este trabajo a mis padres primeramente que me apoyaron en todos estos años de carrera y que me han llevado hasta la culminación, a los profesores que son la base fundamental de todo lo que hemos aprendido y que hoy lo ponemos en práctica en cada uno de los campos en donde nos desarrollamos, a todos mis amigos, compañeros de clase, conocidos que estuvieron ahí para brindar una mano cuando se necesitaba, ya que sin cada una de las personas antes mencionadas este proyecto no fuese posible.*

### ***Edgard Alejandro Lezama Vásquez***

*Este nuevo y gran logro en mi vida se lo dedico a Dios por permitirme alcanzar una meta más en mi vida, un gran sueño el cual comenzó hace 7 años atrás, a mi mama Teresa Dávila, a mi papa Rigoberto Escobar, a mis hermanas Yesenia y Yahaira Escobar los cuales me apoyaron durante todo este tiempo.*

### ***Rigoberto Antonio Escobar Dávila***



## ***Agradecimientos***

*A mi familia, que me apoyaron durante el trayecto universitario y me brindaron los recursos que necesite a lo largo de la carrera.*

*A los docentes de la carrera de ingeniería industrial, por todo el apoyo y guía además de profesionalismo, en especial al profesor David Cárdenas, profesora Elvira Siles y profesora Norma Flores que han sido pilares en mi formación profesional.*

### ***Cinthy Carolina López Molina***

*Primero que nada a los profesores que estuvieron involucrados directa e indirectamente en este trabajo, al departamento de física por prestar los instrumento para la realización de este estudio y para finalizar cada una de las personas que hicieron que este trabajo fuera posible y se lograra materializar.*

### ***Edgar Alejandro Lezama Vásquez***

*Primeramente agradezco a Dios por haberme dado las fuerzas, inteligencia, perseverancia y paciencia para el cumplimiento de esta meta, a mis padres que me apoyaron, aconsejaron en todo momento durante mis estudios, a mis hermanas que también me apoyaron durante mi tiempo en esta alma mater, agradezco a todos mis profesores por su tiempo y paciencia hacia mi persona por todos sus consejos y conocimientos brindados los que cuales me han hecho una mejor persona y un gran profesional.*

### ***Rigoberto Antonio Escobar Dávila***



## Resumen

Mediante el presente trabajo investigativo se pretende reflejar de manera explícita el problema de ruido que radica en el Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador, debido a su ubicación en el mercado oriental, específicamente del gancho de camino 150 metros al oeste. Esta investigación se enfatiza en la ley 641 del código procesal nicaragüense, ya que especifica límites permisibles para el sector educación, ley de higiene y seguridad (ley 618) y tablas de la organización mundial de la salud.

Las principales causas que generan el ruido a nivel externo son; el transporte urbano, el comercio y otras actividades relacionadas a la coyuntura política, social y económica impactando fuertemente las condiciones acústicas, de modo que las causas internas también generan ruido como; ferias, elecciones estudiantiles, comercio interno entre otros. Esta situación obedeció a la realización de este estudio en solicitud de la facultad de ciencias económicas en coordinación con el departamento de Física.

Para dar respuesta a esta solicitud se aplicaron herramientas metodológicas, técnicas y tecnológicas como la evaluación de riesgos, diagrama de Gantt, diagrama de Ishikawa, mediciones acústicas, mapas de riesgos con el principio de ergonomía y distribución de planta, en relación a lo tecnológico se hizo uso de software, Surfer v.10, data logger sound level meter Tenmars 103, Visio, Photoshop y otras herramientas básicas de Windows.

Estas herramientas fueron importante para el desarrollo y obtención de resultados del estudio que se fundamentan en los objetivos específicos de la investigación resultando las grandes debilidades que tiene la ubicación del recinto, identificación de los puntos críticos en base al zonas que representa el mapa de la facultad, además se demostró que la presión sonora en la zona 1 y 2 de la facultad están por encima de los niveles permisible y por último se comparó el resultado de las mediciones obtenidas con los decibeles de la OMS, ley 618 y ley 641.



# 1 GENERALIDADES DEL ESTUDIO

## 1.1 Introducción

Considerando el ruido como un estímulo que sobre pasa determinados límites que producen malestar y dificulta e impide la atención, la comunicación y la concentración, provocando consecuentemente un déficit en el rendimiento académico y calidad tanto para los trabajadores como de los estudiantes, se realizó el presente trabajo investigativo que pretende reflejar, la realidad de un problema de salud pública que afecta a la sociedad en general pero específicamente a los trabajadores administrativos, docentes y estudiantes del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador (RUCFA) debido al ruido.

Cabe destacar que además se pretende que mediante un diagnóstico de emisiones de ruido surjan las bases de una propuesta de plan de control-mitigación de la contaminación acústica que mejore las condiciones para los estudiantes y docentes, con el fin de crear una cultura más sana, cómoda y de responsabilidad estudiantil y administrativo de este recinto.

Para la elaboración de esta investigación se ha seleccionado el Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador (RUCFA) ya que se ubica en el mercado oriental el más grande de toda Nicaragua y toda Centro América, donde a diario llegan miles de pobladores a realizar sus compras, en la ciudad de Managua, distrito IV. También se consideran otros factores generadores de ruido como el transporte urbano, inter urbano y vehículos particulares que circulan diariamente en este sector.

Para la estructuración del presente documento se estructuran 8 capítulos, dentro de los cuales se desarrollan los objetivos planteados. En el capítulo 1 se explican las generalidades del estudio, en el capítulo 2 se plantea el marco referencial, en el capítulo 3 se menciona el diseño metodológico y el capítulo 4 abarca el análisis y discusión de resultados, luego en el capítulo 5 conclusiones, capítulo 6 recomendaciones, capítulo 7 bibliografía y el ultimo capitulo corresponde a los anexos.



## 1.2 Antecedentes

Dentro de los estudios de higiene y seguridad que se han elaborado en los diferentes recintos de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua podemos citar el estudio elaborado en el año 2009, Diagnostico de Higiene y Seguridad industrial en el Recinto Universitario "Rubén Darío". En este estudio proponen un plan contingente y medidas preventivas de riesgos.

En años anteriores se han ejecutado estudios sobre higiene y seguridad ocupacional específicamente en el Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador, uno de los más recientes es el estudio llevado en el periodo de agosto a noviembre del año 2013. Donde se plantean una evaluación de riesgo de cada área por puestos de trabajo con la finalidad de proponer medidas preventivas y correctivas según los niveles de riesgo de cada área y de esta manera reducir o erradicar los índices de accidentabilidad dentro de este recinto universitario.

El más reciente trabajo de ruido realizado en el Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador, fue llevado a cabo en el periodo de abril a julio del 2014, en donde por primera vez en este recinto se realizaron mediciones de sonido, con instrumentos capaces de detectar si estos datos recolectados están dentro o fuera de la norma que establece la OMS (Organización Mundial de la Salud). Además se elaboró un mapa de ruido en donde se plasman las zonas en donde el ruido se concentra, originando así molestias tanto al cuerpo de docentes y trabajadores, como a estudiantes de esta alma mater.



### 1.3 Planteamiento del problema

Dentro de la problemática ambiental del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador el ruido es considerado uno de los aspectos que más afecta a la población estudiantil y administrativa.

La preocupación de la población que pertenece a este recinto, sean estos; personal docente, administrativo, estudiantil, visitantes, etc, es notoria ya que existen actividades que se generan dentro de este recinto, cada vez con mayor frecuencia y a nivel externo debido a la ubicación de dicho centro de estudio y por ende hay un aumento de ruido que se propaga de manera incontrolable que a su vez produce efectos negativos sobre la productividad académica y la salud.

La mayor concentración de ruido que afecta este recinto proviene en gran parte del exterior, donde podemos mencionar factores como: transporte urbano colectivo e inter urbano, transporte ordinario, el comercio en general que lo rodea, además de las fuentes que generan ruido a nivel interno, tales como; actividades propias de la institución. Ejemplo de estas son: elecciones periódicas de autoridades, ferias, construcciones menores, mantenimientos, actividades deportivas, comercio interno entre otros.

Debido a los factores mencionados en el párrafo anterior consideramos que cuando una persona está sometida al ruido tiende a sufrir una serie de reacciones de forma inmediata. Entre éstas están: la contracción de los músculos, sobre todo los del cuello y espalda, taquicardias, movimientos acelerados de los párpados que se cierran una y otra vez, agitación respiratoria y disminución de la secreción gástrica que dificulta la digestión, menor irrigación sanguínea y mayor actividad muscular. Con respecto a las reacciones del sistema circulatorio, una de las más frecuentes es que puede ocasionar dolores de cabeza continuos al estar expuesto por tiempos demasiado largos.



## 1.4 Justificación

Se pretende que con los resultados de este estudio se lleve a cabo un plan de mitigación para lograr reducir las emisiones de ruido en el recinto y que se tomen las medidas necesarias para crear conciencia en las autoridades del recinto como en la comunidad estudiantil sobre riesgos sonoros, consecuencias a corto, mediano y largo plazo, además presentar recomendaciones para reducir la contaminación acústica la cual será de gran utilidad inclusive para otras instituciones del estado o privadas que estén interesados en la regulación de temáticas similares.

Por lo antes mencionado, este documento abarca aspectos de higiene y seguridad ocupacional, con el objetivo de enfatizar en la importancia que existe en hacer cumplir de manera estricta las normas; como la Ley General de Seguridad e Higiene en el trabajo (Ley 618), Código procesal penal Nicaragüense (Ley 641), Código del Trabajo Nicaragüense (Ley 185), y estándares de la OMS, que se destaca mediante el presente diagnóstico acústico ambiental, para darlo a conocer a las autoridades de este recinto, cuerpo docente, trabajadores, estudiantes y público en general.

Cabe mencionar que mediante el presente trabajo investigativo se da a conocer las necesidades de cada zona en lo referente a calidad sonométrica. El estudio del diagnóstico acústico ambiental que estamos presentando pretende ayudar a que las autoridades dispongan de los elementos suficientes para así poder lograr la minimización y control del ruido ambiental de una manera práctica. Por lo anterior mencionado es importante desarrollar acciones tendientes a la reducción de los niveles de ruido, con énfasis en aquellas orientadas a la prevención y así mantener niveles de presión sonora que no afecten la salud y el bienestar de la población estudiantil, docente y administrativa.



## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 Objetivo General

- Contribuir a la identificación de las fuentes generadoras de ruido en el Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador a través de un diagnóstico de las emisiones sonoras para la toma de decisión a nivel institucional.

### 1.5.2 Objetivos Específicos

- Describir las condiciones actuales sobre el ruido en el Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador.
- Identificar donde se encuentra la mayor afectación de emisiones de ruido del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador.
- Calcular los niveles de presión sonora de cada zona del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador.
- Comparar los niveles de ruidos del recinto universitario Carlos Fonseca Amador con los grados de decibeles permitidos según reglamentación vigente de la OMS y ley 618.



## 1.6 Preguntas Directrices

- ¿Cuál es la percepción que tienen los docentes y estudiantes acerca del ruido?
- ¿Cuál fue el resultado de las mediciones de ruido en cada zona dentro del recinto universitario?
- ¿Las mediciones realizadas están dentro del rango permitido que establece la OMS en lo que refiere a centros de estudio?
- Según el cálculo del NPS (nivel de presión sonora) ¿cuál es el nivel adecuado de sonido en cada zona?

## 1.7 Generalidades De La Institución

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN), creada en 1958 mediante decreto que le otorgaba la autonomía universitaria, tiene sus antecedentes en la Universidad fundada en 1812 en la ciudad de León. Es la última de las Universidades establecidas por España durante la Colonia en América. El Recinto Universitario "Rubén Darío" comenzó su funcionamiento en 1969. El 29 de abril de 1982, por decreto de la Junta de Gobierno de Reconstrucción Nacional, la UNAN-Managua se constituyó como institución independiente.

Actualmente la UNAN-Managua es una institución de educación superior de carácter público que goza de autonomía académica, orgánica, administrativa y financiera; que aporta al desarrollo del país, mediante la docencia e investigación con carácter multidisciplinario, la educación permanente e inclusiva, la proyección social y la extensión cultural, en un marco de cooperación genuina, equidad, compromiso, justicia social y en armonía con el medio ambiente.

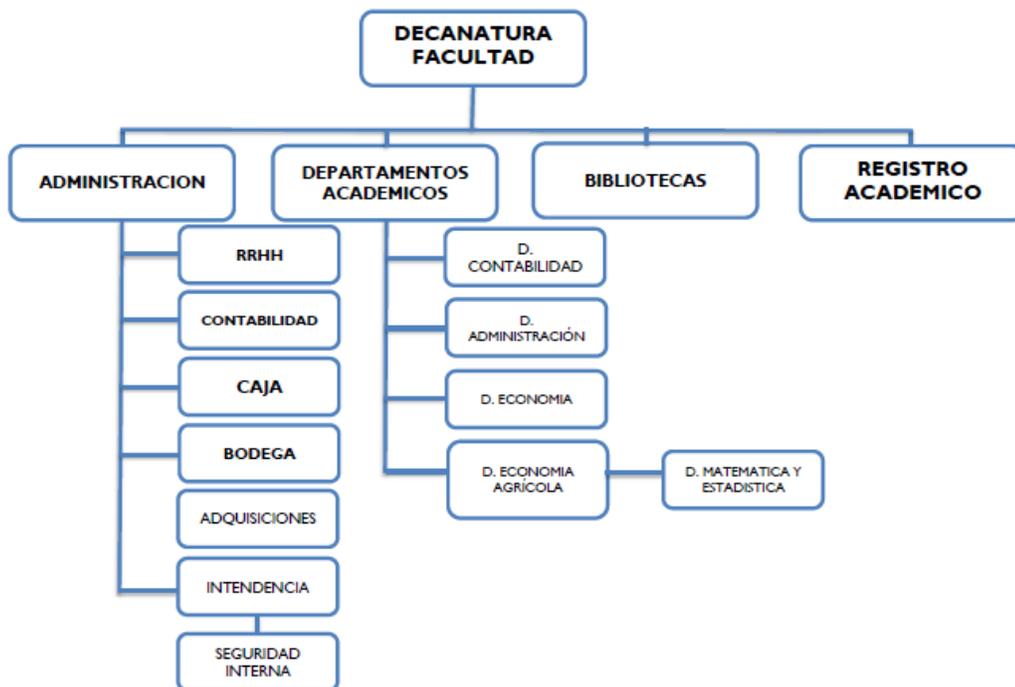
Funciona con nueve Facultades y un Instituto Politécnico de la Salud, distribuidos en tres recintos universitarios en la ciudad de Managua: Rubén Darío -sede central de la UNAN-Managua-, Carlos Fonseca Amador y Ricardo Morales Avilés, además cuenta con cuatro sedes universitarias regionales ubicadas en las ciudades de Estelí, Matagalpa, Carazo y Chontales. En la UNAN-

Managua estudian más de 33,000 estudiantes entre grado, posgrado y programas especiales. Se ofertan 97 carreras de grado, en las siguientes áreas de conocimiento: Educación e Idiomas, Ciencias de la Salud, Ciencias, Ingeniería y Arquitectura, Ciencias Económicas y Administrativas, Humanidades, Ciencias Jurídicas y Sociales. Cuenta con una planta docente de 847 maestros, en su mayoría con grado de maestría y doctorado. En el área administrativa laboran 1232 empleados.

La organización jerárquica en la facultad de ciencias económicas se encuentra estructurada, considerando como principal a la decanatura de la facultad, luego se encuentra el nivel de administración, departamentos académicos, biblioteca y registro académico, todos estos en un mismo nivel.

### 1.8 Organigrama institucional propuesto:

Actualmente el recinto universitario Carlos Fonseca Amador no posee un organigrama institucional, sin embargo, se encuentra en el siguiente diagrama presentamos una propuesta:



**Ilustración 1.1. Propuesta de organigrama institucional del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador.**

**Fuente: Propia**



## 2 MARCO REFERENCIAL

### 2.1 Marco Teórico

La Ley de Seguridad e Higiene Ocupacional Nicaragüense – (Ley 618, 2007) plantea: la higiene industrial como una técnica no médica dedicada a reconocer, evaluar y controlar aquellos factores ambientales o tensiones emanadas (ruido, iluminación, temperatura, contaminantes químicos y contaminantes biológicos) o provocadas por el lugar de trabajo que pueden ocasionar enfermedades o alteración de la salud de los trabajadores.

La ley de Seguridad e Higiene Ocupacional Nicaragüense – (Ley 618, 2007), explica: la seguridad del trabajo como el conjunto de técnicas y procedimientos que tienen como objetivo principal la prevención y protección contra los factores de riesgo que pueden ocasionar accidentes de trabajo.

La ley de Seguridad e Higiene Ocupacional Nicaragüense – (Ley 618, 2007), expone que la ergonomía pasa a ser conjunto de técnicas que tratan de prevenir la actuación de los factores de riesgos asociados a la propia tarea del trabajador.

La ley de Seguridad e Higiene Ocupacional Nicaragüense – (Ley 618, 2007) Dice que la salud ocupacional tiene como finalidad promover y mantener el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las actividades, evitar el desmejoramiento de la salud causado por las condiciones de trabajo, protegerlos en sus ocupaciones de los riesgos resultantes de los agentes nocivos, ubicar y mantener a los trabajadores de manera adecuada a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas.

La OMS y La Directiva europea (Organización Mundial de la salud OMS, 2002), explica el ruido como: el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales



Por otra parte Campos, Rivera y Gutiérrez (Campos, 2009) comentan que la medición de ruido se puede dar aprovechando que las vibraciones sonoras se dan en el ambiente: las ondas sonoras causan vibraciones en el medio que se transportan, es por esto que se pueden determinar algunos parámetros físicos del sonido, a partir de la medición de los niveles de presión sonora generados por dichas ondas.

La Dra. Doraldina Zeledón Úbeda (Ubeda, 2005), explica que la población de sonido es parte de la vida misma, al realizar cualquier tipo de actividad se produce sonido, pero no es necesario el exceso, de tal forma que provoquemos problemas a la sociedad; es decir, que se puede evitar el ruido o sonido no deseado que produce contaminación acústica, la cual se da con el incremento de niveles de ruido en determinado lugar a tal punto de causar molestias o afectar la salud.

Según Campos Rivera y Gutiérrez (Campos, 2009), exponen que el sonido es una sensación que se produce en el órgano del oído, producto de la vibración de los cuerpos. Las tres cualidades del sonido son; tono, fuerza y timbre. En nuestro ambiente encontramos sonidos agradables al oído humano y esto se da cuando las tres cualidades antes mencionadas (tono, fuerza y timbre) se conjugan de una manera equilibrada.

La OMS (El ruido, 1969), explica que el ultrasonido es cuando la frecuencia de un sonido es mayor de los 15 KHz es decir superior al límite de la capacidad auditiva, los ultrasonidos pueden causar efectos nocivos al sistema auditivo.

Campos, Rivera y Gutiérrez (Campos, 2009), comentan que una perturbación es un desorden, trastorno, confusión, inquietud, alteración, a causa del ruido. Este tipo de perturbación produce baja calidad de vida y efectos en la salud tanto ambiental como física.



Campos, Rivera y Gutiérrez (Campos, 2009), dicen que control ambiental es una vigilancia, inspección, monitoreo y aplicación de medidas para la conservación del ambiente, este control ambiental aunque directamente es obligación del estado realizarlo, es un deber intervenir en dicho control ambiental.

Para Campos Rivera y Gutiérrez (Campos, 2009) un contaminante es toda materia, elemento, compuesto, sustancia, vibración, ruido o una combinación de ellos, en cualquiera de sus estados físicos, que al incorporarse o actuar en la atmosfera, agua, suelo, flora y fauna o cualquier otro elemento del ambiente que altera o modifica su composición natural es considerado un contaminante. El ruido es uno de los contaminantes más particulares y que más ha cobrado fuerza en estos últimos años producto que ya no existe conciencia ambiental y social en la población de hoy en día.

La OMS (Ruido, 1969), explica que el confort acústico es aquel que va a depender del entorno en el que nos encontremos y su ausencia puede también afectar a la salud (física y mental) y de igual manera al rendimiento intelectual o fatiga.

La OMS (Ruido, 1969), plantean que la hipoacusia es la incapacidad total o parcial para escuchar sonidos en uno o ambos oídos esta enfermedad cada vez se está haciendo más común tanto en países industrializados como no industrializados debido a falta de conciencia moral, ambiental y respeto a la paz individual.

La OMS (Ruido, 1969), explica que las pérdidas auditivas se presentan a edades cada vez más tempranas, por lo que incluso antes de llegar a la vida laboral ya se pueden detectar patologías que, en la mayor parte de los casos, son irreversibles. Sin embargo, siendo importantes los efectos



sobre la salud auditiva y estando extendido socialmente, los trastornos no otológicos aún son más frecuentes y sus efectos aún menos reconocidos.

La Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (trabajo, 2002) dice que no es sólo la intensidad la que determina si el ruido es peligroso; también es muy importante la duración de la exposición. Para tener en cuenta este aspecto, se utilizan niveles medios de sonido ponderados en función de su duración. En el caso del ruido en el lugar de trabajo, esta duración suele ser la de una jornada de trabajo de ocho horas.

Para la OMS (Ruido, 1969), la intensidad de los distintos ruidos se mide en decibeles (dB), unidad de medida de la presión sonora. El umbral de audición está en 0 dB (mínima intensidad del estímulo) y el umbral de dolor está en 120 dB.

Según la dirección del parlamento español (Parlamento, 2002), los niveles de ruido se miden generalmente según su intensidad y nivel de potencia. La medida más utilizada es el decibelio. Parlamento Español (Parlamento, 2002), nos comenta que un mapa estratégico de ruido es un mapa diseñado para poder evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada, debido a la existencia de distintas fuentes de ruido, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona.

Por otro lado el Parlamento Español (Parlamento, 2002), también nos dice que la valoración del grado de aceptación o rechazo del grado de contaminación acústica evaluado en la ciudad, es del todo comprometido realizarlo utilizando únicamente resultados de la medición del ruido, sin realizar un análisis sociológico de la respuesta ciudadana a las afecciones sonoras.



La OMS (Ruido, 1969), explica que audición normal consiste en la capacidad auditiva media de un grupo de personas esencialmente representativo de la población. Se trata pues de un promedio ya que la audición normal no tiene como medida una cifra determinada.

La OMS (Ruido, 1969), también comenta que se ha afirmado muchas veces cuando una persona es expuesta a un determinado ruido, el ruido reduce el rendimiento, la eficacia, y por sobre todo afecta el estado de ánimo.

Por otro lado la OMS (Ruido, 1969), dice que todo sonido que se considere molesto puede considerarse ruido. El grado de molestia no está necesariamente en dirección directa con la intensidad del sonido, puede influir en los factores subjetivos, como la familiaridad con ruidos determinados o estado de ánimos de un sujeto.

Para la OMS (Ruido, 1969), no es fácil demostrar que la fatiga de los trabajadores aumenta en un medio ruidoso. La fatiga puede ser debido a la necesidad de hablar en voz o al esfuerzo suplementario debido a las necesidades de comprensión. Estos fenómenos son fenómenos de evaluar objetivamente.

La OMS explica (Ruido, 1969) Siempre que un medio sea o no sea industrial y a la vez pueda o no pueda ser perjudicial para la salud de los trabajadores hay que encontrar el medio para reducirlo, al fin de garantizar a los colaboradores condiciones de trabajo intrínsecas independiente del comportamiento individual. Las técnicas actuales para la reducción del ruido en un área de trabajo garantizan un mejor ambiente para los colaboradores, aunque los costes para este tipo de investigación son altos, las autoridades deberían de invertir para la reducción del mismo, así como la creación de conciencia ambientalista y leyes de regulación.



## 2.2 Marco Conceptual

- **Amplitud:** en física la amplitud de un movimiento oscilatorio, ondulatorio o señal electromagnética es una medida de la variación máxima del desplazamiento u otra magnitud física que varía periódica o cuasi periódicamente en el tiempo. Es la distancia entre el punto más alejado de una onda y el punto de equilibrio o medio. (González, 2011)
- **Audición:** percepción de estímulos vibratorios que, captados por el oído, impresionan en el área cerebral tomando el individuo conciencia de ello y descifrando así su significado. (González, 2011)
- **Frecuencia:** medida para indicar el número de repeticiones de cualquier fenómeno o suceso periódico en una unidad de tiempo, según el sistema internacional (SI), el resultado se mide en Hertz (Hz), en honor a Heinrich Rudolf Hertz. (González, 2011). Un Hertz equivale a una vuelta en un segundo (1 / s).
- **Intensidad:** grado de fuerza con que se manifiesta un agente natural, una magnitud física, una cualidad, una expresión. Se mide en decibeles (dB).
- **Longitud de onda:** es la distancia real que recorre una perturbación (una onda) en un determinado intervalo de tiempo. Ese intervalo de tiempo es el transcurrido entre dos máximos consecutivos de alguna propiedad física de la onda. (González, 2011).
- **Medición de ruido:** conjunto de técnicas y actividades así como aparatos que se ocupan para medir el nivel de presión sonora de un lugar o espacio específico para un determinado estudio o actividad. (González, 2011).



- **Ondas sonoras:** es una variación local de la densidad o presión de un medio continuo, que se transmite de una parte a otras del medio en forma de onda longitudinal periódica o cuasi periódica. (González, 2011).
- **Período:** mide el tiempo que se tarda en dar una vuelta completa y se mide en segundos. Es la inversa de la frecuencia. (González, 2011).
- **Presión acústica:** no toda variación periódica de la presión ambiental es perceptible como sonido. Existen límites dentro de los cuales se encuentra esta percepción. Esta variación de la presión ambiental es lo que se denomina presión acústica (P). (González, 2011).
- **Ruido:** sonido no deseado por el receptor, o que no contiene información clara; sonidos percibidos por el receptor cuya composición espectral contiene gran cantidad de frecuencias distintas, en general próximas entre sí, que el receptor no es capaz de identificarlas, individualizarlas y/o comprenderlas; se caracteriza por ser molesto para el ser humano e incluso capaz de alterar la salud. (González, 2011).
- **Ruido Continuo:** el ruido continuo se produce por maquinaria que opera del mismo modo sin interrupción, por ejemplo, ventiladores, bombas y equipos de proceso. (Brüel & Kjær, 2000)
- **Ruido Impulsivo:** el ruido de impactos o explosiones, por ejemplo de un martinete, troqueladora o pistola, es llamado ruido impulsivo. Es breve y abrupto, y su efecto sorprendente causa mayor molestia que la esperada a partir de una simple medida del nivel de presión sonora. (Brüel & Kjær, 2000)
- **Sonido:** sensación, en el órgano del oído, producida por el movimiento ondulatorio en un medio elástico (normalmente el aire), debido a cambios rápidos de presión, generados por el movimiento vibratorio de un cuerpo sonoro. (González, 2011).



- **Sonómetro:** instrumento que mide el nivel de ruido que hay en determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio. (González, 2011).
- **Tonos en el Ruido:** los desequilibrios o impactos repetidos causan vibraciones que, transmitidas a través de las superficies al aire, pueden ser oídos como tonos. También pueden generar tonos los flujos pulsantes de líquidos o gases que se producen por causa de procesos de combustión o restricciones de flujo. Los tonos pueden ser identificados subjetivamente, escuchándolos, u objetivamente mediante análisis de frecuencias. (Brüel & Kjær, 2000).



## 2.3 Marco Espacial

El Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador (RUCFA) se encuentra ubicado del Gancho de Camino 150 metros al oeste. A como se observa en la ilustración 2.1 presenta una vista espacial del recinto o vista macro. En la ilustración 2.2 se observa una vista más específica y detallada del recinto universitario donde se aplicó esta investigación.



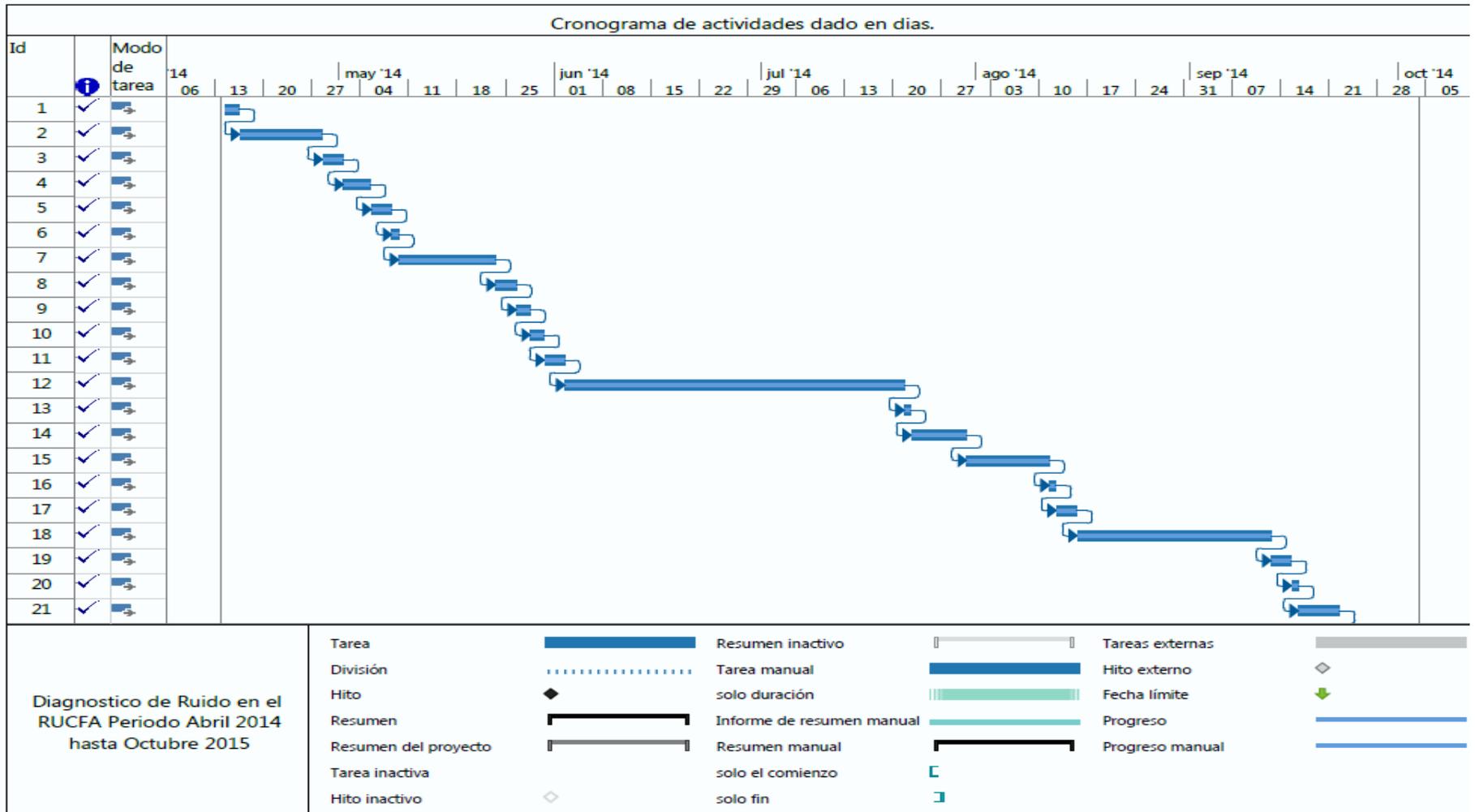
Ilustración 2.1. Vista espacial del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador



Ilustración 2.2. Mapa del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador



## 2.4 Marco temporal (cronograma de actividades)



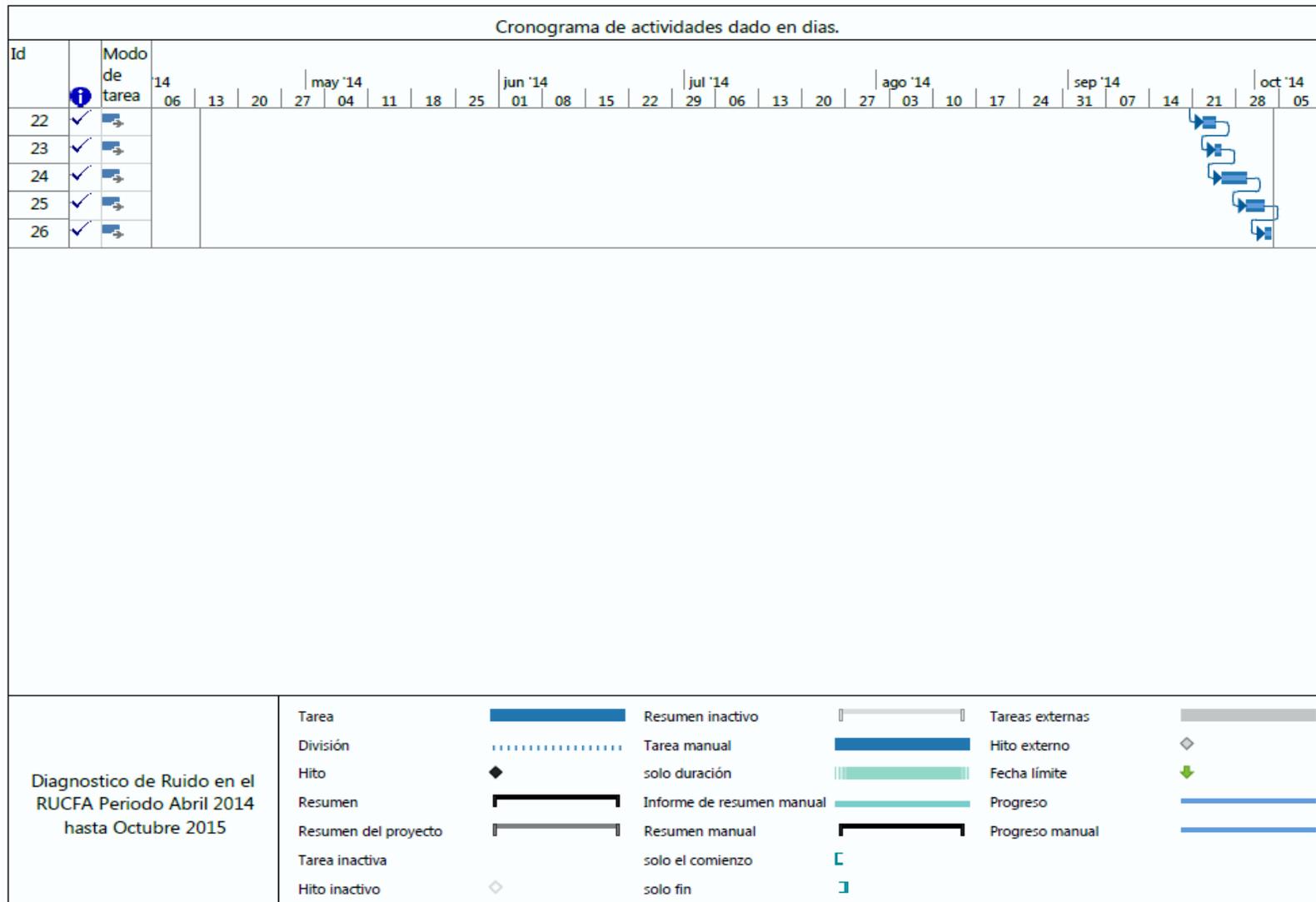


Ilustración 2.3. Diagrama de Gantt



**Tabla 2.1 Tareas que se plasman en el diagrama de Gantt**

<b>Nombre de las tareas reflejadas en diagrama de Gantt</b>	
1	Planteamiento de la realización de estudio
2	Entrenamiento para el uso de los equipos de medición
3	Realización de las primeras pruebas pilotos de medición
4	Elaboración del primer resumen de datos de la prueba piloto
5	Elaboración del cronograma de actividades
6	Evaluación de los áreas y puntos a medir
7	Solicitud de los equipos al departamento de física por escrito
8	Recepción de los equipos de medición
9	Caracterización de los puntos a medir
10	Determinación de los puntos a medir
11	Ubicar con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) las zonas y los puntos a medir
12	Inicio de medición durante 35 días
13	Elaboración de resumen semanal de los datos recolectados cada 7 días
14	Interpretación de los datos
15	Elaboración de los mapas correspondientes a cada semana
16	Interpretación de los datos plasmados en los mapas
17	Conclusiones de la interpretación de los datos
19	Reunión para revisión y evaluación con asesor y tutor metodológico
18	Toma de fotografías de los puntos de medición
19	Elaboración de encuesta
20	Aplicación de las encuestas



- 21 Procesamiento de las encuestas
- 22 Análisis de los resultados de la encuesta
- 23 Cálculo del nivel de ruido atenuado (NRA) y nivel de presión sonora (NPS)
- 24 Elaboración de conclusiones y recomendaciones
- 25 Elaboración de anexos

*Fuente: Propia*



## 2.5 Marco Legal

**La Constitución Política de Nicaragua en su Artículo 60 establece que los nicaragüenses tienen derecho de habitar en un ambiente saludable y que es obligación del Estado la preservación, conservación y rescate del medio ambiente y los recursos naturales de nuestra madre tierra.**

A continuación se presentan algunas leyes y ordenanzas municipales que existen para la supuesta mitigación y penalización de este tipo de contaminación, que aunque no se cumplen a cabalidad, la policía junto con la alcaldía de Managua cuando reciben alguna llamada con este tipo de denuncias podrá sancionar o penalizar al infractor aplicando estas leyes descritas posteriormente:

### Capítulo II- Ley 641

#### Perturbaciones Del Sosiego Público

##### Art. 534 Perturbación por ruido

El que utilizando medios sonoros, electrónicos o acústicos de cualquier naturaleza, tales como altoparlantes, radios, equipos de sonido, alarmas, pitos, maquinarias industriales, plantas o equipos de cualquier naturaleza y propósitos, instrumentos musicales y micrófonos, entre otros, ya sea en la vía pública, en locales, en centros poblacionales, residenciales o viviendas populares o de todo orden, cerca de hospitales, clínicas, escuelas o colegios, oficinas públicas, entre otras; produzcan sonidos a mayores decibeles que los establecidos por la autoridad competente y de las normas y recomendaciones dictadas por la Organización



Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), y que causen daño a la salud o perturben la tranquilidad y descanso diurno y nocturno de los ciudadanos, será sancionado con diez a treinta días multa, o trabajo en beneficio de la comunidad de diez a treinta jornadas de dos horas diarias, y además de la suspensión, cancelación o clausura de las actividades que generan el ruido o malestar.

Las actividades tales como campañas evangelistas masivas realizadas al aire libre en plazas, parques y calles requerirán la autorización correspondiente. Se exceptúan las actividades de las congregaciones religiosas dentro de sus templos, tales como cultos, ayunos congregacionales diurnos y vigiliat nocturnas. Así mismo, se exceptúan los que tengan establecidos sistemas de protección acústica que impidan la emisión de sonidos, música o ruidos, hacia fuera de los locales debidamente adecuados para tales fines y que cuenten con la autorización correspondiente y dentro de los horarios permitidos.

Para efectos de este artículo se considerarán las siguientes escalas de Intensidad de sonidos:

- a) Para dormitorios en las viviendas treinta decibeles para el ruido continuo y cuarenta y cinco para sucesos de ruidos únicos. Durante la noche los niveles de sonido exterior no deben exceder de cuarenta y cinco decibeles a un metro de las fachadas de las casas;
- b) En las escuelas, colegios y centros preescolares el nivel de sonido de fondo no debe ser mayor de treinta y cinco decibeles durante las clases;
- c) En los hospitales durante la noche no debe exceder cuarenta decibeles y en el día el valor guía en interiores es de treinta decibeles;
- d) En las ceremonias, festivales y eventos recreativos el sonido debe ser por debajo de los ciento diez decibeles.



El decibel es la unidad de medida en una escala logarítmica que sirve para expresar la intensidad de un sonido.

Tabla 2.2. Resumen de leyes y normativas del ruido

Ley	Artículos	Descripción
Ley 641 Código Procesal Penal	Artículo 537. Escandalo Publico	Establece sanciones a toda persona que cause escandalo o perturbe la tranquilidad de las personas
Ley 618 General de Higiene y Seguridad del Trabajo	Capitulo Ruidos Articulo 121	Establece el uso obligatorio de dispositivos de protección personal para intensidad de sonido a partir de los 85 dB o superior
	Articulo 150	Establece como será la señal acústica en los lugares de trabajo
Normas Jurídicas de Nicaragua: Sobre el listado de trabajos peligrosos aplicado para el caso de Nicaragua. <b>Aprobado el 27 de Octubre del 2006 y Publicado en La Gaceta No. 221 del 14 de Noviembre del 2006</b>	Artículo 2.	Explica que los niveles de ruido no deben superar a los 75 dB para 8 horas continua.



Normas jurídicas de Nicaragua: Norma ministerial en materia de higiene y seguridad del trabajo en el sector maquilas de prendas de vestir en Nicaragua <b>Aprobada el 05 de Abril del 2002 y publicado en La Gaceta No. 221 del 20 de Noviembre del 2002</b>	Artículo 96,97 y 98	Establece los niveles de intensidad sonora que deberán de existir en una maquila y las horas de exposición
Ley 559 “Ley especial de delitos contra el medio ambiente y los recursos naturales” derogada por el artículo 56 numeral 34 de la ley 641	Artículo 9	Mencionaba una serie de sanciones a toda persona que utilizando medio sonoros perturba la tranquilidad y descanso diurno y nocturno
Resolución ministerial sobre higiene industrial en los lugares de trabajo <b>Aprobada el 28 de Julio del 2000 y publicada en La Gaceta No. 173 del 12 de Septiembre del 2001</b>	Artículo 35 y 36	Menciona una serie de niveles de decibeles y el tiempo al que se puede estar expuesto así como la regulación la cual se debe ejecutar
Resolución ministerial sobre higiene industrial en los lugares de trabajo <b>Aprobada el 28 de Julio del 2000 y publicada en</b>	Capitulo XIV – Ruidos Inciso B – Ruidos de impacto o impulso	Indica que en ningún caso se permitirá sin protección auditiva la exposición a Ruidos de impacto o



<b>La Gaceta No. 173 del 12 de Septiembre del 2001</b>		impulso que superen los 140 dB
Resolución ministerial sobre higiene industrial en los lugares de trabajo <b>Aprobada el 28 de Julio del 2000 y publicada en La Gaceta No. 173 del 12 de Septiembre del 2001</b>	Capitulo XVI Procedimientos para evaluación del ruido- Inciso A	En este acápite de esta ley nos menciona los procedimientos para cálculo de ruido y así determinar su nivel de afectación
Ordenanza municipal N° 01-2013. Daños y multas ambientales en el municipio de Managua	Articulo 11 Contaminación con emisiones sonoras (ruidos)	Comenta una serie de sanciones que se aplicara a toda persona jurídica y natural que perturbe la tranquilidad de la población
Constitución Política de Nicaragua	Articulo 82 Inciso 4	Expresa que los trabajadores tienen derecho a que se le brinden condiciones de trabajo donde se le garanticen su integridad física, salud e higiene ocupacional

Fuente: Ley 641, Ley de higiene y seguridad industrial, Normativa de la organización mundial de la salud.



### 3 DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1 Tipo de Investigación:

En el presente estudio, el tipo de investigación que se muestra es explicativa, ya que primeramente se examinó, evaluó y decidió un tema o problema de escudriñamiento minucioso y que colabora a los estudios posteriores y a nuevas generaciones confiriendo información importante acerca de indagaciones a realizar en este recinto o en cualquier otro lugar en todo lo concerniente a emisiones de ruido.

#### 3.2 Tipo de enfoque:

El presente enfoque investigativo es un enfoque mixto debido a que se aplicó una integración del análisis cuantitativo y análisis cualitativo.

Cuantitativo, ya que se implementó la técnica de encuesta para conseguir datos que se procesaron mediante herramientas estadísticas obteniendo cifras significativas sobre la percepción estudiantil. Y cualitativo debido a que mediante la técnica de observación se describe el entorno y condiciones actuales del recinto en el cual está fundamentado el presente estudio.

#### 3.3 Universo:



Se entiende a universo como el conjunto de elementos a los que pertenece la población; por lo tanto el universo en el presente trabajo investigativo es la universidad nacional autónoma de Nicaragua.

### **3.4 Población:**

La población seleccionada es el Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador (RUCFA) para la realización de las mediciones de ruido abiertas.

### **3.5 Muestra:**

La clase de muestreo aplicado en el presente trabajo investigativo fue muestreo no probabilístico, ya que en relación con las muestras no probabilísticas, llamadas también muestras por conveniencia, los elementos son escogidos con base en la opinión del investigador. En este tipo de muestreo existen el intencional (o deliberado) y los accidentales (o por comodidad). En el primero el investigador escoge aquellos elementos que considera típicos de la población. Por ejemplo: la aglomeración de personas en cada zona. En los segundos, se toman los casos que estén disponibles en el momento, ejemplo de esto son las actividades internas.

Para la ubicación de los puntos de mediciones se considera necesaria la ubicación del sonómetro a distancias aproximadamente de 6 metros entre un punto y otro. De manera que al ubicar los instrumentos obtengamos un esquema cuadrículado (Gonzalez, 2011) y de esta manera lograr un mapeo con un mayor grado de confianza en la elaboración del mapa de ruido.



Para la determinación de la muestra se consideró la concentración de personas en los puntos seleccionados, así como los puntos más cercanos a las aulas de clases, obteniendo así un total de 51 puntos de medición dentro de las 4 zonas en las que se encuentra dividido el Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador (administración, contabilidad, economía y auditorio). Luego se procedió a la realización de las mediciones de emisión sonora de los puntos determinados.

### 3.6 Técnica de recolección de datos:

Para la técnica de recolección de datos, una vez determinados los puntos a medir, se selecciona la cantidad de muestras que el sonómetro deberá de tomar en intervalos de dos segundos en un periodo de dos minutos en cada punto a medir en cada zona, ya que este intervalo es el mínimo con el cual trabaja este sonómetro.

El sonómetro con el cual se realizaron las mediciones aplicadas en este estudio es el modelo Tesmar-103 que cuenta con un software de recolección de datos data logger sound level meter 1.0, cabe mencionar que este equipo trabaja con un margen de error de +/- 2 ya calibrado.

Uno de los procedimientos realizados para la recolección de datos fue: el uso de la técnica de la observación, considerando 51 puntos de medición en el Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador.

Para la toma de mediciones se debe colocar el sonómetro a una altura de 1.25 metros sobre el suelo fijada a una base con un peso de 2 kg con el propósito de estabilizar el sonómetro, a la misma vez este se encuentra sujeto por medio de una barra de ½” de grosor con una altura de 1.5 metros para una adecuada obtención de los datos, luego de



esto se continuo al procesamiento de los datos obtenidos en cada punto de mediciones por zona utilizando el software data lougher sound level meter.

### 3.7 Herramientas:

- Equipo de medición Sonómetro Tenmars-103

Para la utilización de este equipo se necesita:

1. Sonómetro
2. Cable RS-232 con conexiones USB y Jack 3.5mm
3. Filtro de espuma para micrófono del sonómetro
4. 1 batería de 9V

- Equipo de medición Sonómetro Calibrador del Sonómetro Tenmars-103

Para la utilización de este equipo se necesita:

1. Calibrador
  2. 1 batería de 9V
  3. Cronometro
  4. Equipo auxiliar al sonómetro para la sujeción.
- Software recolector de datos Data Logger Sound Level Meter 1.0
  - Equipo de Sistema de posicionamiento global GPS GARMIN 622.



### 3.8 Método de trabajo:

#### 1. Procedimiento de toma de datos para el cálculo con el sonómetro.

- Se procede a calibrar el sonómetro
- Se ubica el equipo en cada uno de los puntos a medir.
- Se ubica el sonómetro en la prensa para la sujeción del mismo.
- Se toman las muestras en las zonas

#### 2. Procedimiento para la elaboración del mapa de ruido.

- Una vez guardados los datos de cada zona en la computadora se procede a cambiar el formato del archivo de bloc de nota a documento de Excel.
- Ya realizando el cambio de formato de bloc de nota a Excel, se procede a agrupar cada uno de los puntos en grupos de 120 datos, ya que este es la cantidad de datos que decidimos recolectar por cada punto de medición.
- Una vez ordenados los datos en Excel se procede a hacer el traslado de estos datos al software SPSS Versión 21.
- Una vez descrito el diseño metodológico se procedió a resumir mediante la operacionalización de las variables en la siguiente tabla:



### 3.9 Matriz de Operacionalización de las Variables independiente

Tabla 3.1. Operacionalización de las variables

<b>Variables</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fuente</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Técnica</b>
<i>Percepción de la población estudiantil, docente y administrativo</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Excelente</li><li>• Muy Bueno</li><li>• Bueno</li><li>• Deficiente</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estudiantes</li><li>• Docentes</li><li>• Trabajadores administrativos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Encuesta</li><li>• Observación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Guía de encuesta</li><li>• Guía de observación</li></ul>
<i>Fuentes de emisiones de ruido</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cercanas al recinto</li><li>• Internas del recinto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ubicación del recinto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Observación</li><li>• Mediciones</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Guía de observación.</li><li>• Tabla de la OMS</li></ul>
<i>Niveles de ruido</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Adecuado</li><li>• Tolerable</li><li>• No tolerable</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Niveles de ruido existente en el recinto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Encuesta</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tablas de la OMS</li></ul>
<i>Nivel de presión sonora</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Perceptible</li><li>• Imperceptible</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Medios internos y externos generadores de ruido</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Encuesta</li><li>• Observación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Guía de encuesta</li><li>• Guía de observación</li></ul>

Fuente: Propia



## 4 DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez descrito el diseño metodológico, procedemos a detallar el proceso mediante el cual se desarrolló el presente estudio. Este capítulo abarca cuatro aspectos importantes que delimitamos como:

- Condiciones actuales del recinto
- Medición de las emisiones de ruido
- Niveles de presión sonora
- Cuadro comparativos de decibeles del nivel de ruido en el recinto universitario Carlos Fonseca Amador.

### 4.1 Descripción de condiciones actuales del recinto

La facultad de ciencias económicas del recinto universitario Carlos Fonseca Amador ubicado en el populoso y transitado mercado oriental en Managua, se considera un recinto académico vulnerable debido a su cada vez mayor concentración de ruido que proviene en gran parte del exterior, donde podemos mencionar factores como: transporte urbano colectivo e inter urbano, transporte ordinario, el comercio en general que lo rodea, además de las fuentes que generan ruido a nivel interno, tales como; actividades propias de la institución, entre otros; por lo anterior descrito se decidió elaborar una encuesta y de esta manera lograr obtener información sobre la percepción de los usuarios de este recinto universitario.

Mediante la aplicación de la encuesta se obtuvieron los siguientes datos resumidos en la gráfica de barra a continuación;



**RESULTADOS DE ENCUESTA APLICADO EN EL RECINTO UNIVERSITARIO CARLOS FONSECA AMADOR**

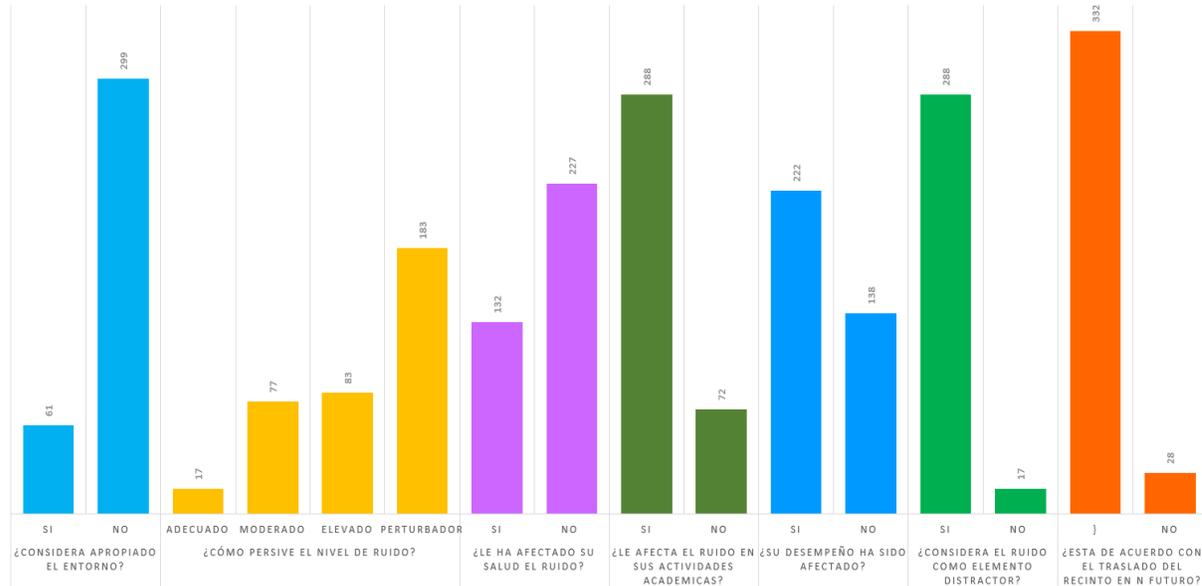


Ilustración 4.1. Resultados de encuesta aplicados en el RUCFA

Fuente: Propia

La ilustración 4.1 muestra un diagrama de barras que refleja las respuestas obtenidas en cada pregunta aplicada en la encuesta a 360 estudiantes del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador, de las cuales mencionamos las siguientes:

-¿Considera apropiado el entorno? Como resultado se obtuvo que 299 estudiantes consideran que la ubicación del recinto universitario no es apropiada debido al entorno que lo rodea.

-¿Cómo percibe el nivel de ruido en el recinto? ¿Adecuado, moderado, elevado o perturbador? 184 personas respondieron que consideran perturbador el ruido que rodea y se genera en el recinto y 77 estudiantes consideran que el nivel de ruido es moderado.



- ¿Se ha visto afectado en su desempeño estudiantil producto del ruido? 222 estudiantes respondieron que sí y 137 estudiantes respondieron que no.

De la aplicación de la encuesta se logró deducir inconformidad de parte de los estudiantes producto de las condiciones acústicas y otros elementos que destacan que la ubicación del recinto no cumple con las expectativas de seguridad e higiene.

Debido a lo anterior descrito se consideró importante incluir en este documento los resultados del análisis y evaluación de riesgo realizado en el periodo comprendido de agosto a noviembre del 2013, donde se aplica normativa de acuerdo ministerial JCHG-000-08-09 sobre procedimiento técnico de higiene y seguridad del trabajo para la evaluación de riesgos en los centros de trabajo y la ley 618, Ley de seguridad e higiene, considerando las fuentes donde se generan los riesgos, así mismo las consecuencias que estas producen, estimando la probabilidad de riesgo como alta, media y baja, de esta manera determinamos la severidad del daño potencial para valorar las medidas a tomar.

En la evaluación realizada en cada una de las zonas utilizamos el método de observación, además de hacer una evaluación de riesgo basados en descripción del riesgo, identificación de las fuentes de riesgo, así como sus consecuencias, donde se detallan tres tipos de riesgos tales como; riesgos de seguridad, riesgos de higiene y riesgos psicosociales, destacando la ubicación, usuarios, instalaciones, máquinas y equipos, puntos críticos dentro de las áreas de trabajo, ambiente de trabajo, jornadas laborales, entre otros factores que a continuación describimos:



### 4.1.1 Identificación de riesgos en zona 1 del departamento de administración:

En este departamento permanecen 17 docentes y 9 trabajadores administrativos, cabe destacar que las unidades de aire acondicionados se encuentran en mal estado y algunos de estos son obsoletos por lo que presentan deficiencias en cuanto a climatización y confort del área. Los docentes mencionan que padecen estrés laboral y agotamiento debido al excesivo ruido de los centros de negocios ubicados alrededor del área y el tráfico que perjudica sus actividades laborales (impartir clases) además de la inseguridad ya que varios han sido víctimas de robos por delincuentes. La siguiente tabla presenta de manera resumida las fuentes generadoras de riesgo así como sus consecuencias:

Tabla 4.1. Factores de riesgos encontrados en la zona 1 (departamento de administración)

Área	Fuente	Consecuencia
Zona 1 Departamento de Administración y PROCOMIN	<p><b>Riesgos de Seguridad:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Se encuentra ubicado frente a estación de buses del mercado oriental.</li> </ol> <p><b>Riesgos de Higiene:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Presencia de ruido por tráfico y actividades comerciales en los alrededores.</li> <li>Proliferaciones de zancudos, roedores, insectos, etc., por manjoles y charcos del mercado.</li> </ol> <p><b>Riesgos Psicosociales:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Presencia de delincuentes y comerciantes de la zona.</li> </ol>	<p><b>Riesgos de Seguridad:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Exceso de ruido que penetra instalaciones.</li> <li>Perturbación por ruido.</li> <li>Inseguridad por posibles asaltos a personal y estudiantes.</li> </ol> <p><b>Riesgos de Higiene:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Problemas de atención, concentración, estrés, deficiencia académica, entre otros.</li> <li>Alergias en la piel y vías respiratorias, dengues, malarías, entre otras enfermedades.</li> </ol> <p><b>Riesgos Psicosociales:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Estrés, inseguridad, bajo rendimiento laboral y académico.</li> </ol>

Fuente: Propia



### 4.1.2 Identificación de riesgos en zona 2 del departamento de contabilidad:

En la zona 2 (departamento de contabilidad) permanecen más de 51 trabajadores administrativos aproximadamente. Esta área es la que concentra mayor actividad ya que aquí se encuentran la unidad de biblioteca, el ranchón donde se generan actividades propias del recinto, comedor y área de registro académico, además de las aulas de clases. Por lo antes mencionado se considera una zona con riesgos de perturbación acústica. Sin mencionar los factores externos que rodean dicha zona. La siguiente tabla presenta de manera resumida las fuentes generadoras de riesgo así como sus consecuencias:

Tabla 4.2. Factores de riesgos encontrados en la zona 2 (departamento de contabilidad)

Área	Fuente	Consecuencia
Zona 2 Departamento de contabilidad	<p><b>Riesgos de Seguridad:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se encuentra ubicado en el mercado oriental.</li> <li>2. El piso presta una superficie resbaladiza (cerámica no antideslizantes).</li> </ol>	<p><b>Riesgos de Seguridad:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Exceso de ruido que penetra instalaciones.</li> <li>2. Perturbación por ruido.</li> <li>3. Inseguridad por posibles asaltos a personal y estudiantes.</li> <li>4. Golpes por caídas al mismo nivel</li> </ol> <p><b>Riesgos de Higiene:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Problemas de atención, concentración, estrés, deficiencia académica, entre otros.</li> <li>2. Afecciones auditivas, dolores de cabeza.</li> <li>3. Proliferación de roedores y bacterias</li> </ol> <p><b>Riesgos Psicosociales:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Estrés, inseguridad, bajo rendimiento laboral y académico.</li> <li>5. Vulnerabilidad y fatiga en caso de emergencia.</li> </ol>
	<p><b>Riesgos de Higiene:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presencia de ruido por tráfico y actividades comerciales en los alrededores.</li> <li>2. Basura en los alrededores del recinto.</li> </ol>	
	<p><b>Riesgos Psicosociales:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Presencia de delincuentes y comerciantes de la zona.</li> </ol>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Estrés por las actividades propias del trabajo</li> </ol>	

Fuente: propia



### 4.1.3 Identificación de riesgos en zona 3 del departamento de economía:

En esta zona se observó que debido a que se encuentra ubicada en la parte posterior del departamento de contabilidad existe un nivel de ruido atenuado, que en comparación con la zona 1 y zona 2 es menos perturbador, sin embargo las actividades propias del recinto son fuentes generadoras de ruido y causantes de molestias y desconcentración de los estudiantes, además se observaron otros riesgos que describimos en la siguiente tabla:

Tabla 4.3. Factores de riesgos encontrados en la zona 3 (departamento de economía)

Área	Fuente	Consecuencia
<b>Zona 3</b> <b>Departamento de</b> <b>Economía,</b> <b>economía</b> <b>agrícola y</b> <b>matemática</b>	<b>Riesgos de Seguridad:</b> 1. Se encuentra ubicado en el mercado oriental.  2. Actividades internas como ferias.  3. El piso presta una superficie resbaladiza (cerámica no antideslizantes).	<b>Riesgos de Seguridad:</b> 1. Inseguridad por posibles asaltos a personal y estudiantes.  2. Presencia de ruido en la zona.  3. Golpes por caídas al mismo nivel
	<b>Riesgos de Higiene:</b> 1. Presencia de plagas, de ratas y proliferación de zancudos.  2. Falta de limpieza y mantenimiento extractores de aires, lámparas y techos.	<b>Riesgos de Higiene:</b> 1. Enfermedades como chincungunya, leptospirosis, dengue, entre otras, alergias en la piel y picaduras de insectos.  2. Accidentes laborales, condiciones inseguras de trabajos, golpes, infecciones, etc.
	<b>Riesgos Psicosociales:</b> 1. Presencia de delincuentes y comerciantes de la zona.  2. Estrés por las actividades propias del trabajo	<b>Riesgos Psicosociales:</b> 1. Estrés, inseguridad, bajo rendimiento laboral y académico.  2. Vulnerabilidad y fatiga en caso de emergencia,

Fuente: propia



#### 4.1.4 Identificación de riesgos en zona 4 del Auditorio Francisco Meza:

El auditorio posee una capacidad para 500 personas, existen riesgos de caídas al piso por superficies resbaladizas, también se observó falta de limpieza en canales y en los depósitos de aguas que ha provocado la existencia y proliferación de larvas zancudos y basuras. Esta zona es una de las menos afectadas a nivel de ruido en comparación con las zonas 1, 2 y 3. Sin embargo las emisiones de ruido son generados mayormente por el transporte que circula sobre la pista ubicada en frente del auditorio. En la siguiente tabla se detallan los riesgos, causas y consecuencias encontrados en esta zona:

*Tabla 4.4. Factores de riesgos encontrados en la zona 4 (auditorio Francisco Meza)*

Área	Fuente	Consecuencia
<b>Zona 4 Auditorio “Francisco Meza”</b>	<p><b>Riesgos de Seguridad:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Se encuentra ubicado en el mercado oriental.</li> <li>4. Actividades internas.</li> <li>5. El piso presta una superficie resbaladiza (cerámica no antideslizantes).</li> </ol> <p><b>Riesgos de Higiene:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Presencia de plagas, de ratas y proliferación de zancudos.</li> <li>7. Falta de limpieza en depósitos de agua potable, acumulación de basuras en canaletas y techos.</li> </ol> <p><b>Riesgos Psicosociales:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Presencia de delincuentes y comerciantes de la zona.</li> </ol>	<p><b>Riesgos de Seguridad:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Inseguridad por posibles asaltos a personal y estudiantes.</li> <li>5. Presencia de ruido interno y externo.</li> <li>6. Golpes por caídas al mismo nivel</li> </ol> <p><b>Riesgos de Higiene:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Enfermedades como chincungunya, leptospirosis, dengue, entre otras, alergias en la piel y picaduras de insectos.</li> <li>4. Accidentes laborales, condiciones inseguras de trabajos, golpes, infecciones, etc.</li> </ol> <p><b>Riesgos Psicosociales:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Estrés, inseguridad, bajo rendimiento laboral y académico.</li> <li>4. Vulnerabilidad y fatiga en caso de emergencia,</li> </ol>

Fuente: propia



Luego de haber identificado los riesgos en cada zona de la facultad de ciencias económicas, se procede a la evaluación de los riesgos por zonas; considerando aspectos tales como: frecuencia del trabajo, probabilidad de presencia de accidentes, conocimiento de los riesgos por parte de los trabajadores, actitudes y prácticas laborales; según el acuerdo ministerial JCHG-000-08-09. Artículo 12. Para estimar la probabilidad de los factores de riesgo a que estén expuestas las personas trabajadoras en el puesto de trabajo, se tomaran en cuenta las condiciones mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 4.5. Factores a tomar en cuenta para evaluación de riesgos en zonas de estudio

Cód.	Condiciones	indicador	Valor	indicador	Valor
A	La frecuencia de exposición al riesgo es mayor que media jornada	Si	10	No	0
B	Medidas de control ya implantadas son adecuadas	No	10	Si	0
C	Se cumple con los requisitos legales y las recomendaciones de buenas prácticas.	No	10	Si	0
D	Protección suministrada por EPP.	No	10	Si	0
E	Tiempo de los EPP adecuada.	No	10	Si	0
F	Condiciones inseguras de trabajo.	Si	10	No	0
G	Trabajadores sensibles a determinados riesgos.	Si	10	No	0
H	Fallos en los componentes de los equipos, así como en los dispositivos de protección.	Si	10	No	0
I	Actos inseguros de las personas	Si	10	No	0
J	Se llevan estadísticas de accidentes de trabajo.	No	10	Si	0
	<b>TOTAL</b>		<b>100</b>		<b>0</b>

Fuente: Acuerdo ministerial JCHG-000-08-09. Artículo 12

En dependencia de la exposición del riesgo se asignaron valores de 0-10, para luego hacer la sumatoria de cada zona y en dependencia del valor total obtenido se clasifica la probabilidad del riesgo como alta, media o baja, esto se refleja en la siguiente tabla:



Tabla 4.6. Factores cuantitativos y cualitativos para clasificación de riesgos

Probabilidad	Significado	
	Cualitativo	Cuantitativo
Alta	Ocurrirá Siempre o casi siempre el daño	70-100
Media	Ocurrirá en algunas ocasiones	30-69
Baja	Ocurrirá raras veces	0-29

Fuente: Acuerdo ministerial JCHG-000-08-09. Artículo 12



### 4.1.5 Evaluación de riesgos en zona 1 del Departamento de Administración:

Tabla 4.7. Evaluación de riesgos en zona 1 o departamento de administración

PROBABILIDAD DE RIESGO		Ubicación:												
ZONA1:Administración	Tipo trabajo	CONDICIONES DE PROBABILIDAD DE RIESGOS										Valor	Probabilidad de presencia de agente	Trabajadores expuestos
Riesgo identificados	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J				
Ubicación geográfica del departamento de administración	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	70	Alta (Ocurrirá siempre o casi siempre el daño)		
Ruido generado interno y externo	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	70	Alta (Ocurrirá siempre o casi siempre el daño)		
Golpes, lesiones y fracturas por caídas al mismo nivel (suelo resbaladizo)	10	10	0	10	10	10	10	0	10	0	70	Alta (Ocurrirá siempre o casi siempre)		
Estrés y exposición a riesgos por actividades propias del trabajo.	10	10	0	0	0	10	10	0	10	0	50	Media (Ocurrirá en algunas ocasiones)		
Proliferación de zancudos e infecciones debido a humedad y suciedad.	10	0	0	0	0	10	10	0	10	0	40	Media (Ocurrirá en algunas ocasiones)		

Fuente: Propia



### 4.1.6 Evaluación de riesgos en zona 2 del Departamento de Contabilidad:

Tabla 4.8. Evaluación de riesgos en zona 2 o departamento de contabilidad

PROBABILIDAD DE RIESGO						Ubicación:								
Área: Contabilidad	Tipo de trabajo:	CONDICIONES DE PROBABILIDAD DE RIESGOS										Valor	Probabilidad de presencia de agente	Trabajador expuestos
Riesgo identificados	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J				
Ubicación geográfica del departamento de administración	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	70	Alta (Ocurrirá siempre o casi siempre el daño)	
Ruido generado interno y externo	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	70	Alta (Ocurrirá siempre o casi siempre el daño)	
Golpes, fracturas, lesiones por caídas al nivel del mismo.	10	10	0	0	0	10	10	0	0	0		40	Media (Ocurrirá en algunas ocasiones)	
Estrés y tensión laboral por volumen del trabajo asignado a cada trabajador.	10	10	0	0	0	0	0	0	10	0		30	Media (Ocurrirá en algunas ocasiones)	
Proliferación de zancudos e infecciones debido a humedad y suciedad.	10	0	0	0	0	10	10	0	10	0		40	Media (Ocurrirá en algunas ocasiones)	

Fuente: Propia



### 4.1.7 Evaluación de riesgos en zona 3 del Departamento de Economía:

Tabla 4.9. Evaluación de riesgos en zona 3 Departamento de Economía.

PROBABILIDAD DE RIESGO						Ubicación:								
Área: Economía	Tipo de trabajo:	CONDICIONES DE PROBABILIDAD DE RIESGOS										Valor	Probabilidad de presencia de agente	Trabajador expuestos
Riesgo identificados	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J				
Ubicación geográfica del departamento de administración	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	70	Alta (Ocurrirá siempre o casi siempre el daño)	
Ruido generado interno y externo	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	70	Alta (Ocurrirá siempre o casi siempre el daño)	
Golpes, fracturas, lesiones por caídas al nivel del mismo.	10	10	0	0	0	10	10	0	0	0		40	Media (Ocurrirá en algunas ocasiones)	
Proliferación de zancudos e infecciones debido a humedad y suciedad.	10	0	0	0	0	10	10	0	10	0		40	Media (Ocurrirá en algunas ocasiones)	

Fuente: Propia



### 4.1.8 Evaluación de riesgos en zona 4 del Auditorio Francisco Meza:

Tabla 4.10. Evaluación de riesgos en zona 4 Auditorio Francisco Meza.

PROBABILIDAD DE RIESGO											Ubicación:				
Área: Auditorio "Francisco Meza"	Tipo de trabajo:	CONDICIONES DE PROBABILIDAD DE RIESGOS										Valor	Probabilidad de presencia de agente	Trabajadores expuestos	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J				
Riesgo identificados															
Golpes, fracturas y lesiones debido a caídas al piso producto de filtraciones y humedad de Superficies resbaladizas.		10	10	10	0	0	10	10	0	0	0	50	Media (Ocurrirá en algunas ocasiones)	Capacidad para 500 personas	
Proliferación de zancudos y demás vectores que pueden ocasionar dengues, malarías, otras enfermedades.		10	10	10	0	0	0	10	0	0	0	40	Media (Ocurrirá en algunas ocasiones)	Capacidad para 500 personas	
Inseguridad por posibles asaltos a personal y estudiantes		10	10	10	0	0	0	10	0	10	0	50	Media (Ocurrirá en algunas ocasiones)	Capacidad para 500 personas	

Fuente: Propia



### 4.1.9 Severidad del daño

Luego de haber evaluado cada zona se procede a determinar la severidad del daño, ver tabla a continuación:

Tabla 4.11. Clasificaciones según severidad de daño

Severidad del daño	Significado
Baja Ligeramente dañino	Daños superficiales (pequeños cortes, magulladuras, <b>molestias</b> e irritación de los ojos por polvo). Lesiones previamente sin baja o con baja inferior a 10 días.
Medio Dañino	Quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas, amputaciones menores graves (dedos), lesiones múltiples, <b>sordera</b> , dermatitis, asma, trastornos musculo esqueléticos, intoxicaciones previsiblemente no mortales, enfermedades que lleven a incapacidades menores. Lesiones con baja prevista en un intervalo superiores a 10 días.
Alta E.D	Amputaciones muy grave (manos, brazos) <b>lesiones</b> y pérdidas de ojos; cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida, lesiones muy grave ocurridas a varias o a muchas personas y lesiones mortales.

Fuente: Propia

Según la evaluación de riesgo presentada en la tabla de la zona 1 del departamento de administración, zona 2 departamento de contabilidad y zona 3 administración, se observa la probabilidad de presencia del daño entre alta y media, esto significa que la severidad del daño es dañino pudiendo ser las consecuencias sorderas y lesiones a las personas expuestas en esta zona.



#### 4.1.10 Procesamiento de la Encuesta

Actualmente el RUCFA según estadísticas brindadas por registro académico cuenta con una población estudiantil 5468 estudiantes segmentados de la siguiente manera:

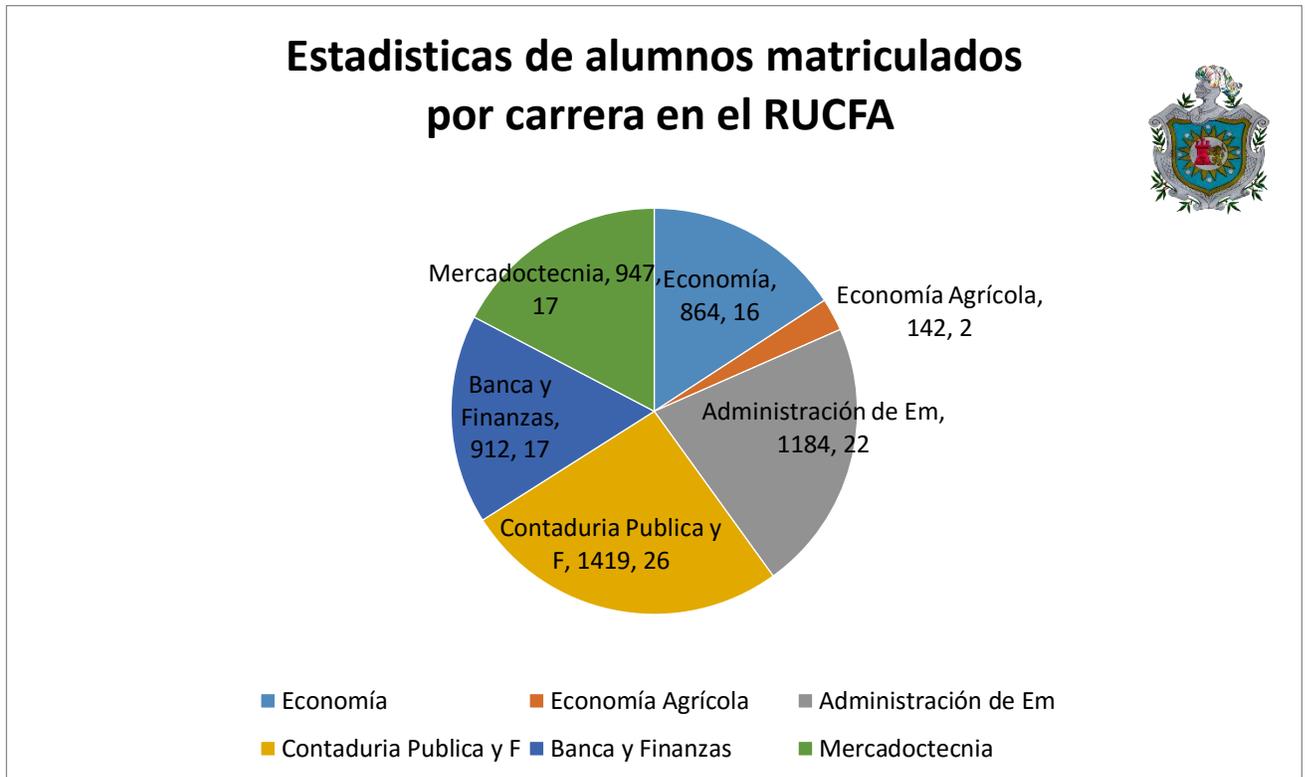


Ilustración 4.2. Estadísticas de alumnos matriculados

Una vez que ya conocemos nuestra población a encuestar procedemos a calcular el tamaño de la muestra y para eso utilizamos la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$



Dónde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

$\sigma$  = Desviación estándar de la población, utilizamos el valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza nosotros usamos el valor de 95% de confianza equivale a 1,96.

e = Límite aceptable de error muestral tomamos el valor de 0,05

A continuación presentamos los cálculos para determinar la muestra para la realización de la encuesta:

N = 5468 estudiantes

$$n = \frac{z^2 \delta^2 N}{e^2(N-1) + z^2 \delta^2}$$

A través de la fórmula mostrada anteriormente se procede a sustituir los datos de la siguiente manera

$$n = \frac{(1.96)^2(0.5)^2(5468)}{(0.05)^2(5468-1) + (1.96)^2(0.5)^2} = 359.003 \approx 360 \text{ estudiantes}$$

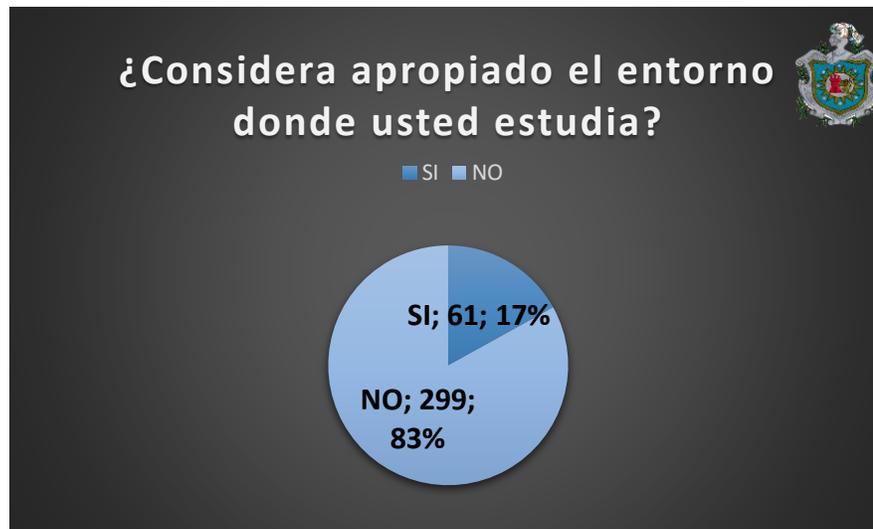
Conociendo el tamaño de nuestra muestra de 360 estudiantes se procede a ejecutar la encuesta, y procesar los resultados; Cabe señalar que esta encuesta es de tipo dicotómica en donde se busca una respuesta afirmativa o negativa al problema en estudio.



En cada uno de los gráficos se muestra tres datos que son:

- La respuesta a la pregunta.
- La cantidad de personas que respondieron esta encuesta.
- El porcentaje que representa del total de la muestra.

Al realizar las pregunta a los estudiantes: ¿Considera apropiado el entorno donde usted estudia?



*Ilustración 4.3. Encuesta*

Las respuestas obtenidas fueron: 61 personas afirman que es apropiado el entorno, lo que representa un 17% de los encuestados. Y que 299 personas respondieron que no lo consideran adecuado, lo que representa un 83% de los encuestados.

Al realizarles la pregunta a los estudiantes: ¿Cómo percibe el nivel de ruido en el entorno donde recibe clases?

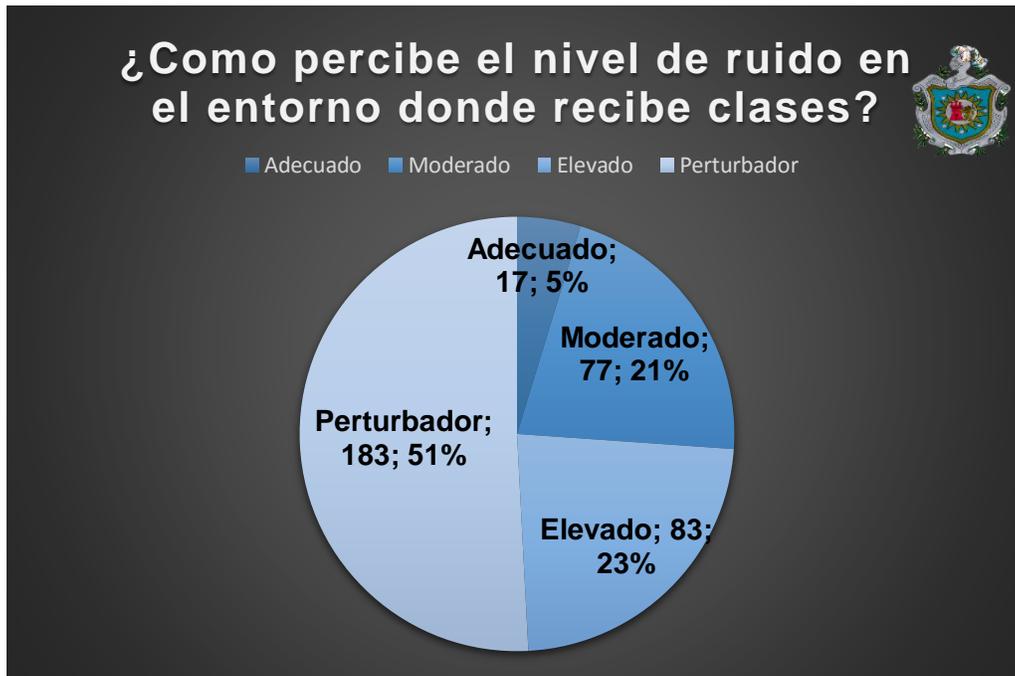
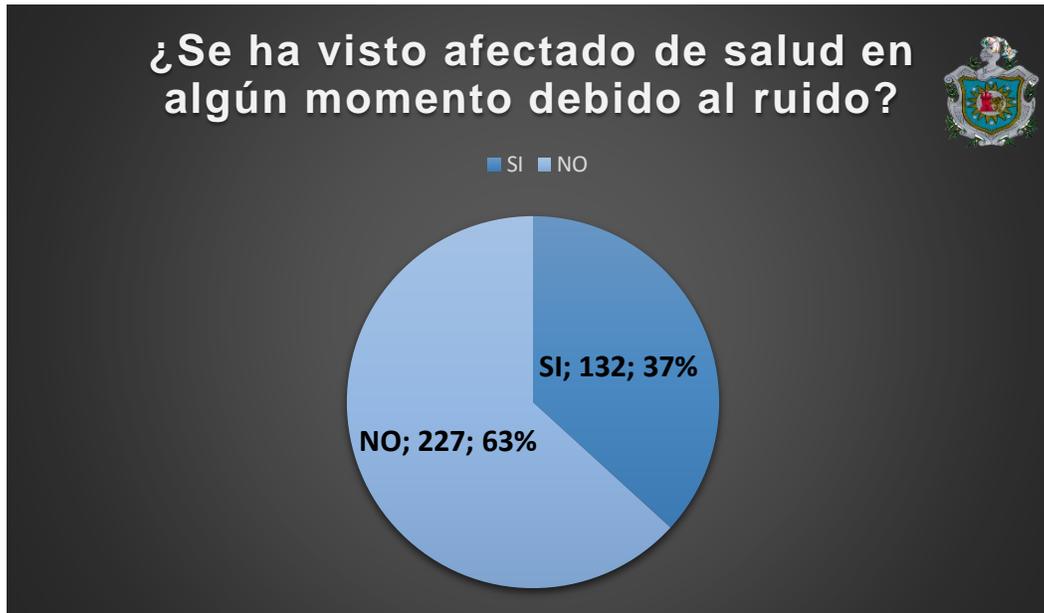


Ilustración 4.4. Encuesta

Se decidió segmentar esta pregunta en cuatro respuestas: adecuado, moderado, elevado y perturbador.

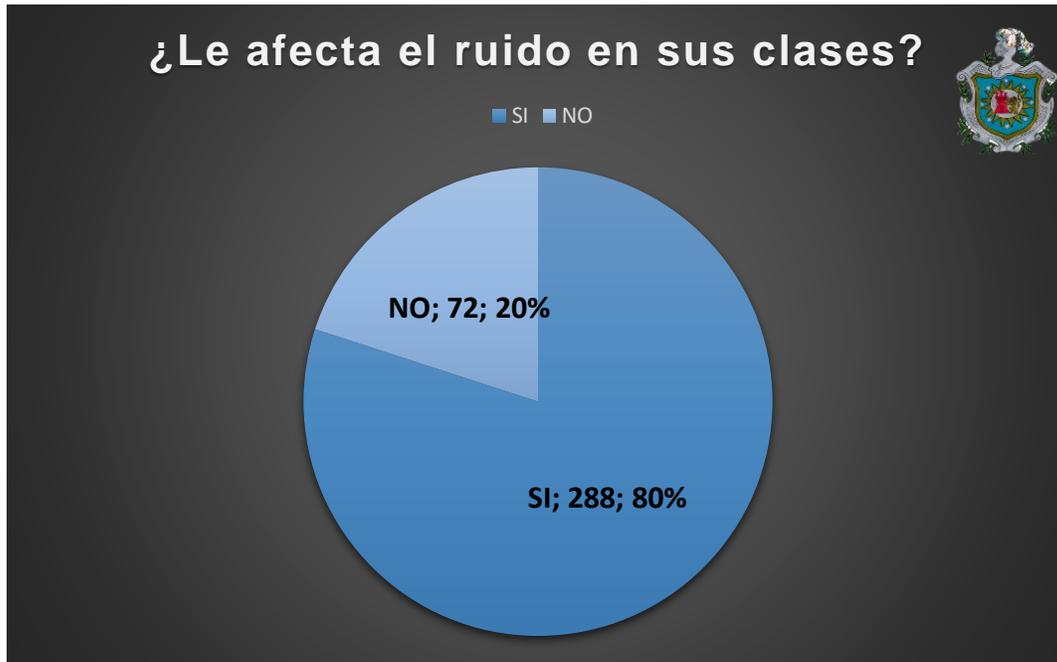
Al hacer la sumatoria de los datos en los cuales los encuestados responden adecuado y moderado se obtuvo un total de 94 encuestados lo que representa un total del 26% del total. Del grupo que mas perciben el ruido se refleja que 266 encuestados dicen que el ruido que perciben es elevado o perturbador lo que representa 74% de los encuestados.



*Ilustración 4.5. Encuesta*

¿Se ha visto afectado de salud en algún momento debido al ruido?

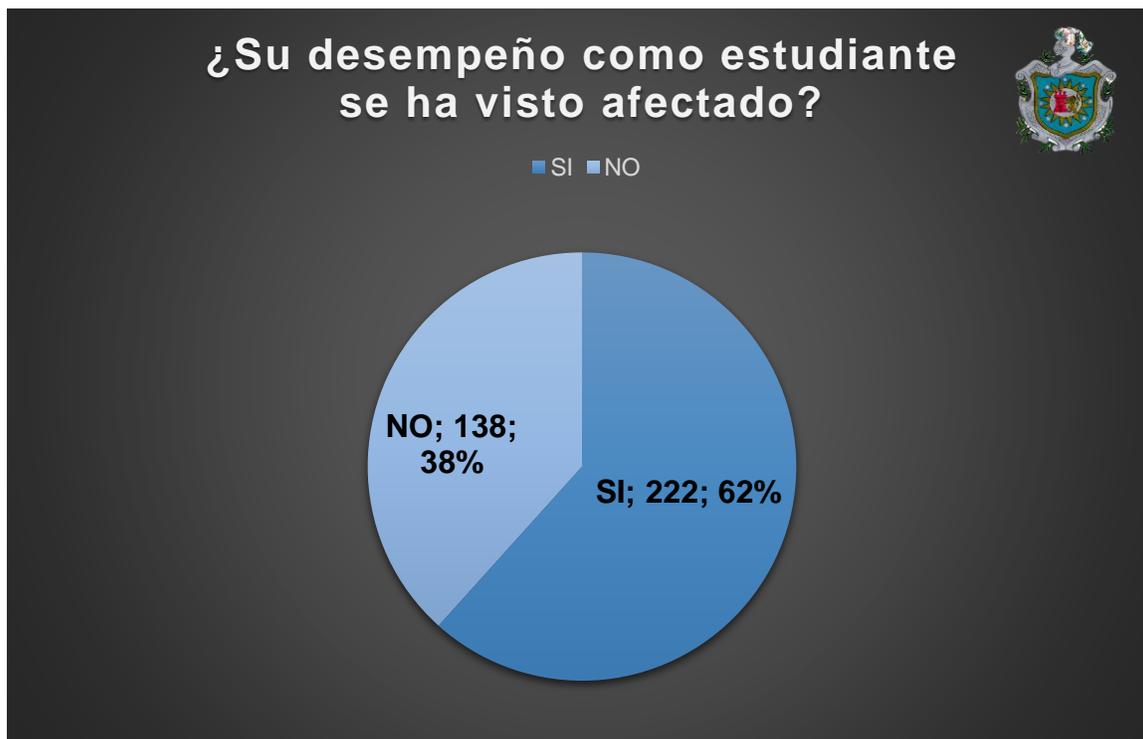
El treinta y siete por ciento del total de encuestados respondieron que si. Pero el sesenta y tres por ciento del total de encuestados respondieron que no sentían ningún tipo de afectación a su salud como efecto del ruido.



*Ilustración 4.6. Encuesta*

¿Le afecta el ruido en sus clases?

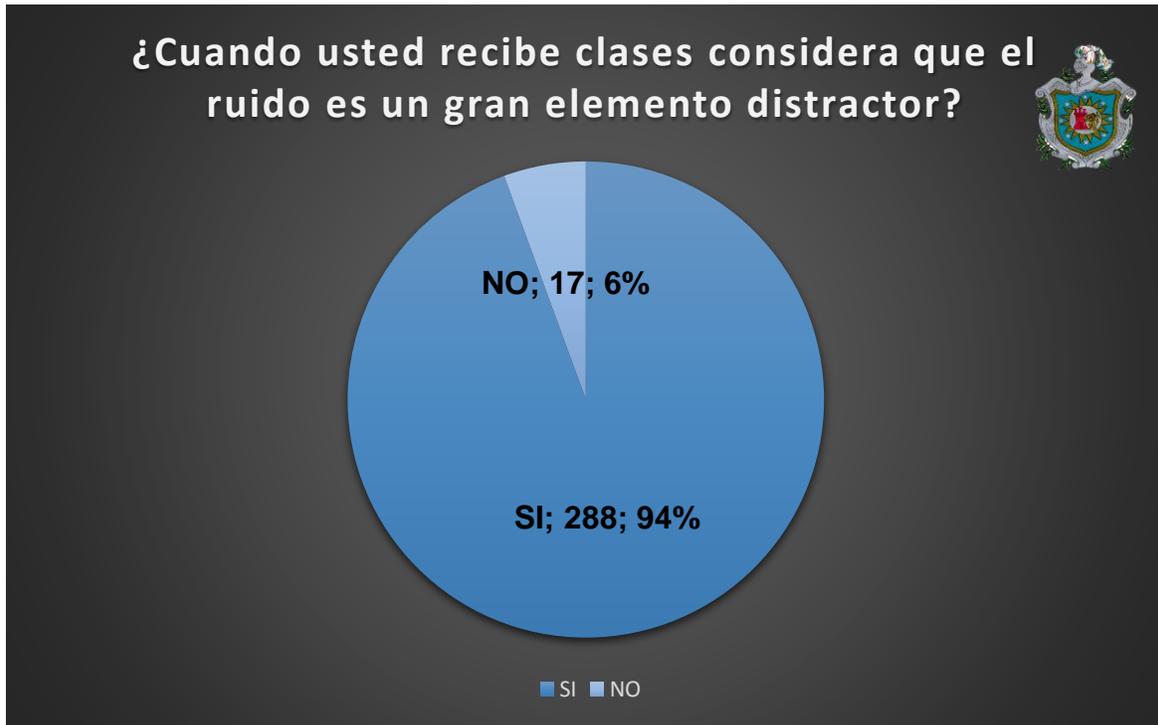
El veinte por ciento de los encuestados respondieron que no les afecta el ruido en sus clases, sin embargo el ochenta por ciento del total de encuestados respondieron que si se ven afectados por el ruido en sus clases.



*Ilustración 4.7. Encuesta*

### ¿Su desempeño como estudiante se ha visto afectado?

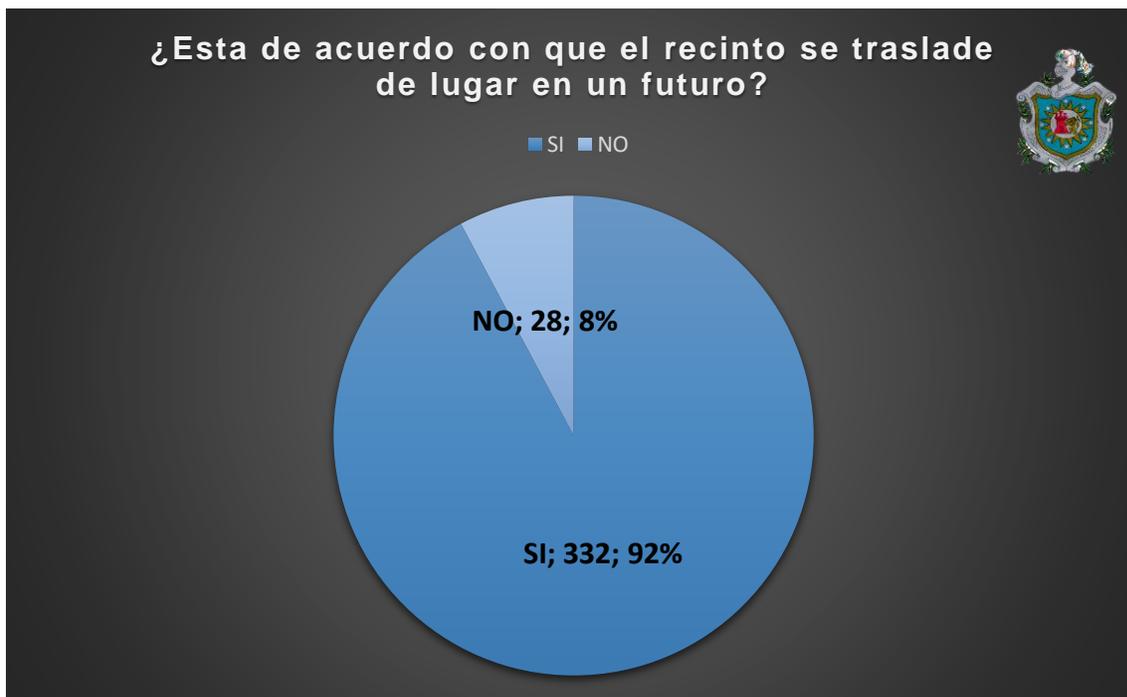
El treinta y ocho por ciento de los encuestados respondieron que no creen que su desempeño se vea afectado como consecuencia del ruido. Pero en su mayoría la respuesta fue que si, estos representan un sesentay dos por ciento de los encuestados que dicen ver afectado a nivel de desempeño ya que consideran que ellos tienen una lucha constante para lograr comprender y retener de mejor manera lo que aprenden. Según las estadísticas de calificaciones demuestran, que los mejores alumnos de este recinto son los estudiantes de la zona 3, que son los estudiantes de economía y economía agrícola, estos son los que mejor calificaciones obtienen debido a las condiciones que los rodean no son iguales a la de las otras zonas de estudio de este centro de estudios superiores.



*Ilustración 4.8. Encuesta*

¿Cuando usted recibe clases considera que el ruido es un gran elemento distractor?

El noventa y cuatro por ciento de los encuestados respondieron que si, que el ruido es el principal elemento distractor de este recinto, que debido a la ubicación cuenta con otros elementos que afectan el aprendizaje pero que ellos se tienen que adaptar a las condiciones en donde esta ubicado el recinto universitario.



*Ilustración 4.9. Encuesta*

¿Esta de acuerdo con que el recinto se traslade de lugar en un futuro?

El noventa y dos por ciento de los encuestados respondieron en su mayoría que si, que les gustaria que esto fuera así, ya que se mejoraria el nivel de aprendizaje de los estudiantes, la calidad de vida, el prestigio de la universidad y una serie de factores que ellos señalan como positivos si esto se lleva a cabo.

Para presentar de manera gráfica las condiciones acústicas actuales del recinto universitario Carlos Fonseca Amador a continuación se presentan los mapas de riesgos realizados en cada zona:











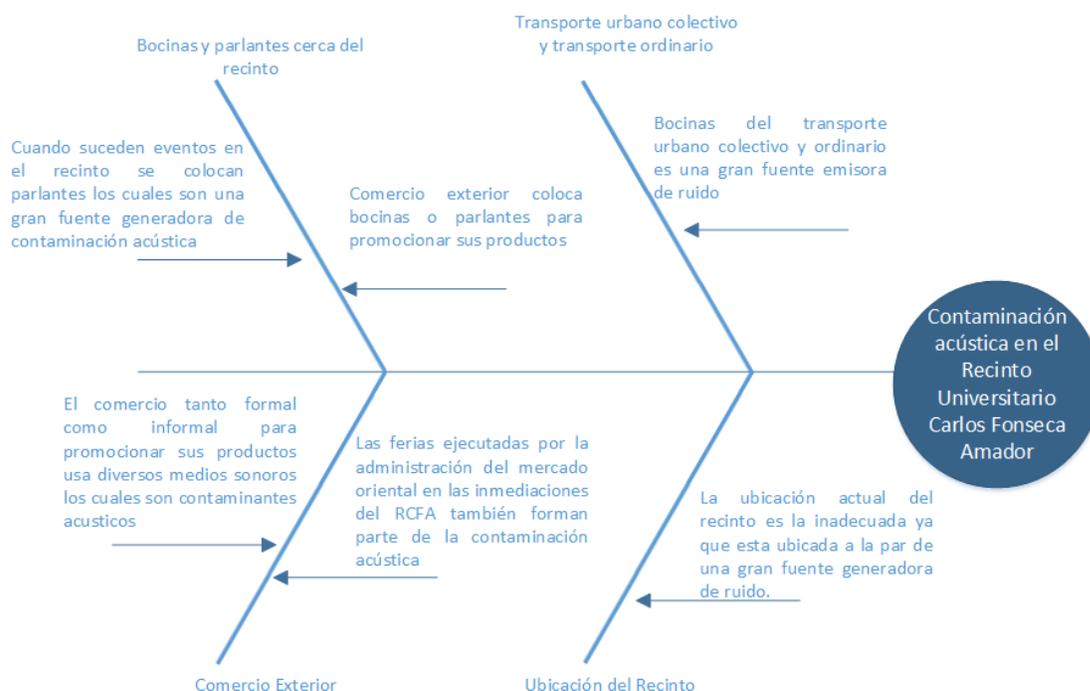








El siguiente diagrama de causa y efecto resume lo anterior descrito:



**Ilustración 4.18.** Diagrama de Causa y Efecto

Fuente Propia

## 4.2 Medición de emisiones acústicas

Posteriormente evaluado el entorno y observado las condiciones actuales de la facultad de ciencias económicas del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador se procede a realizar las mediciones acústicas y análisis de los datos obtenidos. Para desarrollar este acápite se tomó como base Resolución Ministerial Sobre Higiene Industrial En Los Lugares De Trabajo. Publicada en La Gaceta No. 173 del 12 de Septiembre del 2001. En el Capítulo XIV – Ruidos. En el artículo 35 menciona lo siguiente;



"Los ruidos se evitarán o reducirán en lo posible en su foco de origen, tratando de aminorar su propagación en los locales de trabajo, cumpliendo las condiciones establecidas en el anexo 3 de la Norma Ministerial sobre Seguridad en los Lugares de Trabajo."

En la tabla que se presenta a continuación se muestran los límites permisibles los límites de tolerancia máximos admitidos en los lugares de trabajo sin el empleo de dispositivos personales, tales como tapones, auriculares, etc. Según arto 36.

Esta tabla indica que para exposición al ruido durante un periodo de 8 horas continuas el nivel de ruido permisible al que el individuo permanecerá expuesto deberá ser de 85dB. En los casos donde el individuo se encuentre en un ambiente donde el nivel de ruido sea de 88 dB hasta 91 dB, se recomienda una exposición de 2 horas a 4 horas máximo.

Tabla 4.12. Ruidos Continuos e intermitentes.

DURACIÓN POR DIA	NIVEL SONORO EN DECIBELIOS dB(A)	(MINUTOS : SEGUNDOS)*
8 horas	85 DB (A)	
4 horas	88	
2 horas	91	
1 hora	94	
1/2 hora	97	(30 min)*
1/4 hora	100	(15 min)*
1/8 hora	103	( 7 min 30seg)*
1/16 hora	106	(3 min 45 seg)*
1/32 hora	109	( 1 min 53 seg)*
1/64 hora	112	( 56 seg)*
1/128 hora	115	( 28 seg)*

Fuente: Resolución ministerial sobre higiene industrial, arto. 36.



### **4.2.1 Procedimiento de toma de datos con sonómetro para medición del Ruido:**

Con el equipo GPS se procedió a tomar las coordenadas norte y este en cada uno de los puntos de estudio para hacer la geo referencia, este procedimiento solamente se realizó al inicio de este trabajo.

Luego se debe calibrar el sonómetro previo de cada medición para la obtención de los datos más precisos a la hora de la toma de la muestra.

La función principal de este calibrador es la de emitir una frecuencia alta con el propósito de preparar al sonómetro a sonidos por encima de los 94dB. Esto se hace con el objetivo de que el sonómetro se adapte a las condiciones en las cuales se encuentra este recinto con respecto al ruido. La medida de calibración con la que cuenta este equipo es de 94dB hasta los 114dB.

- Se ubica el sonómetro en la prensa o sujetador de manivela autoajustable.

El siguiente paso es dar inicio a la grabaciones de cada muestra por parte del sonómetro, luego de dar inicio nos alejamos del equipo con el propósito de no interferir en alguna manera con las mediciones del equipo, de forma conjunta se da inicio al cronometro en cuenta regresiva el propósito es el de no exceder la cantidad de mediciones a tomar (el tiempo de la muestra es de 2 minuto por cada punto de medición).

- Una vez obtenidas todas las mediciones en cada zona el paso a seguir es el de descargar todas las mediciones donde se recolecto la muestra con el software que incluye el equipo logrando así que la memoria del sonómetro no se sature.



- Se procede a borrar las mediciones que se encuentran en el sonómetro para así continuar con la medición de la siguiente toma de datos en otra zona.

#### 4.2.2 Materiales y métodos de trabajo:

A continuación se detallan los equipos que se utilizaron para la elaboración del presente trabajo:

Equipo de medición Sonómetro Tenmars – 103: este es el instrumento con el cual se elaboró este estudio, el cual consta de las siguientes partes para su correcto funcionamiento.

- Sonómetro
- Calibrador
- Cable RS – 232 con conexiones USB y Jack 3.5mm
- Filtro para micrófono del sonómetro.

Para la medición del tiempo que se tomó en cada punto de muestra contamos con un cronometro que dispone con la capacidad de cuenta regresiva. Previamente se seleccionaban dos minutos exactos en el cronometro y cuando este llegaba a cero se presionaba el botón de alto en el sonómetro para que este no tomara más datos de las mediciones establecidas.

Fue necesaria la ayuda de un equipo de sujeción que mantuviese el sonómetro fijo a la altura necesaria, a 1.25 metros de altura con respecto al suelo. Las partes utilizadas fueron:

- Equipo auxiliar al sonómetro para la sujeción.
- Varilla de acero inoxidable de 1,30m.
- Soporte triangular de varilla.
- Prensa o sujetador de manivela autoajustable.



Como método para poder ubicar los puntos utilizamos un equipo de sistema de posicionamiento global o mejor conocido como GPS, la cual funciona con satélites que determinan la coordenada direccional este, arrojando un numero en la pantalla del equipo y otra coordenada direccional norte, mostrando otro dato que únicamente se utilizara una vez para la elaboración y ubicación de los puntos representados en un mapa.

- Equipo GPS marca Garmin modelo 622.

Reconocimiento del área de estudio para la separación en zonas del recinto universitario.

1. Determinación de los puntos de medición.

Asignación del tiempo que se va a tomar por cada muestra en todos los puntos.

#### **4.2.3 Procedimiento para la elaboración del mapa de ruido:**

- I. Con los datos obtenidos se procedió a hacer una separación por cada uno de los puntos en donde se tomaron las muestras con ayuda del software EXCEL.
- II. Una vez ordenados los datos en EXCEL se procede a determinar lo que es estadística descriptiva.
  - a. Media
  - b. Media de las medias
  - c. Moda
  - d. Máximo
  - e. Mínimo
- III. Luego ya examinados los datos procedemos a realizar el análisis cualitativo.
- IV. Obtenido el resumen de los datos se trasladaron estos al software SURFER Versión 10 para el diseño de cada uno de los mapas para cuando se tengan listos los cuatro mapas de ruido, lograr unificarlos y obtener un solo mapa del recinto universitario.



A continuación se muestra una serie de tablas las cuales fueron elaboradas basadas en los decibelios obtenidos de las mediciones acústicas por zonas. Además se muestran las coordenadas de cada uno de los puntos de estudio del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador (RUCFA), así como la media encontrada por zona:

Cabe mencionar que las coordenadas fueron seleccionadas mediante un sistema de posicionamiento global que representa la sección este como longitud y norte altitud. Estas fueron creadas a través del equipo GPS Garmin 622, que trabaja bajo la norma internacional WS84 que determina un margen de error de +/- 3 metros.



**Tabla 4.13. Coordenadas y Medias Medias**

**ZONA 1**

**ADMINISTRACION**

	ESTE	NORTE	MEDIA dB
1,1	580303	1342432	67,78
1,2	580283	1342412	68,43
1,3	580275	1342405	69,15
1,4	580254	1342402	73,59
1,5	580289	1342409	79,97
1,6	580282	1342429	81,24
1,7	580270	1342416	77,22
1,8	580273	1342421	76,37
1,9	580295	1342451	69,22
1,10	580219	1342461	65,74
1,11	580284	1342483	63,24
1,12	580252	1342470	58,85
1,13	580284	1342488	70,12
1,14	580281	1342476	74,38
1,15	580264	1342467	68,02
1,16	580275	1342473	72,78

Zona 1 Fuente: Sistema de posicionamiento global

**Tabla 4.14. Coordenadas y Medias**

**ZONA 2 CONTABILIDAD**

	ESTE	NORTE	MEDIA dB
2,1	580288	1342375	72,08
2,2	580265	1342369	73,91
2,3	580231	1342355	76,85
2,4	580293	1342356	69,63
2,5	580284	1342329	65,66
2,6	580285	1342331	66,38
2,7	580286	1342312	65,48
2,8	580287	1342303	69,12
2,9	580269	1342293	72,34
2,10	580292	1342261	66,37
2,11	580286	1342268	63,57
2,12	580271	1342289	65,19
2,13	580211	1342288	67,17
2,14	580214	1342295	68,95
2,15	580211	1342312	71,22
2,16	580243	1342307	85,45

Zona 2 Fuente: Sistema de posicionamiento global

**Tabla 4.15. Coordenadas y Medias**

**ZONA 3 ECONOMIA**

	ESTE	NORTE	MEDIA dB
3,1	580313	1342246	64,23
3,2	580337	1342255	64,44
3,3	580375	1342269	62,72
3,4	580374	1342270	59,6
3,5	580378	1342260	59,79
3,6	580330	1342240	58,2
3,7	580307	1342207	56,78
3,8	580334	1342222	61,65
3,9	580342	1342230	63,45
3,10	580359	1342231	60,45
3,11	580361	1342232	57,61
3,12	580376	1342230	54,9
3,13	580380	1342213	55,52
3,14	580391	1342228	56,28
3,15	580377	1342213	59,31

Zona 3 Fuente: Sistema de posicionamiento global



**Tabla 4.16.** *Coordenadas y Medias*

**ZONA 4 AUDITORIO**

	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>MEDIA dB</b>
4,1	580158	1342350	62.46
4,2	580178	1342349	60.28
4,3	580160	1342335	54.77
4,4	580135	1342339	56.88

*Zona 4 Fuente: Sistema de posicionamiento global*

En las tablas anteriores podrá observar las medias en decibeles de las zonas que fueron estudiadas, así como también las coordenadas de ubicación de cada uno de los puntos de medición. Una vez calculada las medias por puntos en cada una de las zonas, según se reflejan en las tablas 4.13, 4.14, 4.15 y 4.16 se procede a calcular la media general de cada zona, este paso es fundamental debido a que en el siguiente acápite se procede a hacer uso de esta información, para el cálculo de nivel de presión sonora, dicha media se calcula sumando todas las medias reflejadas en las tablas y luego dividiéndolas entre el número de medias existentes.

**Tabla 4.17.** *Medias Generales de cada una de las zonas de estudio*

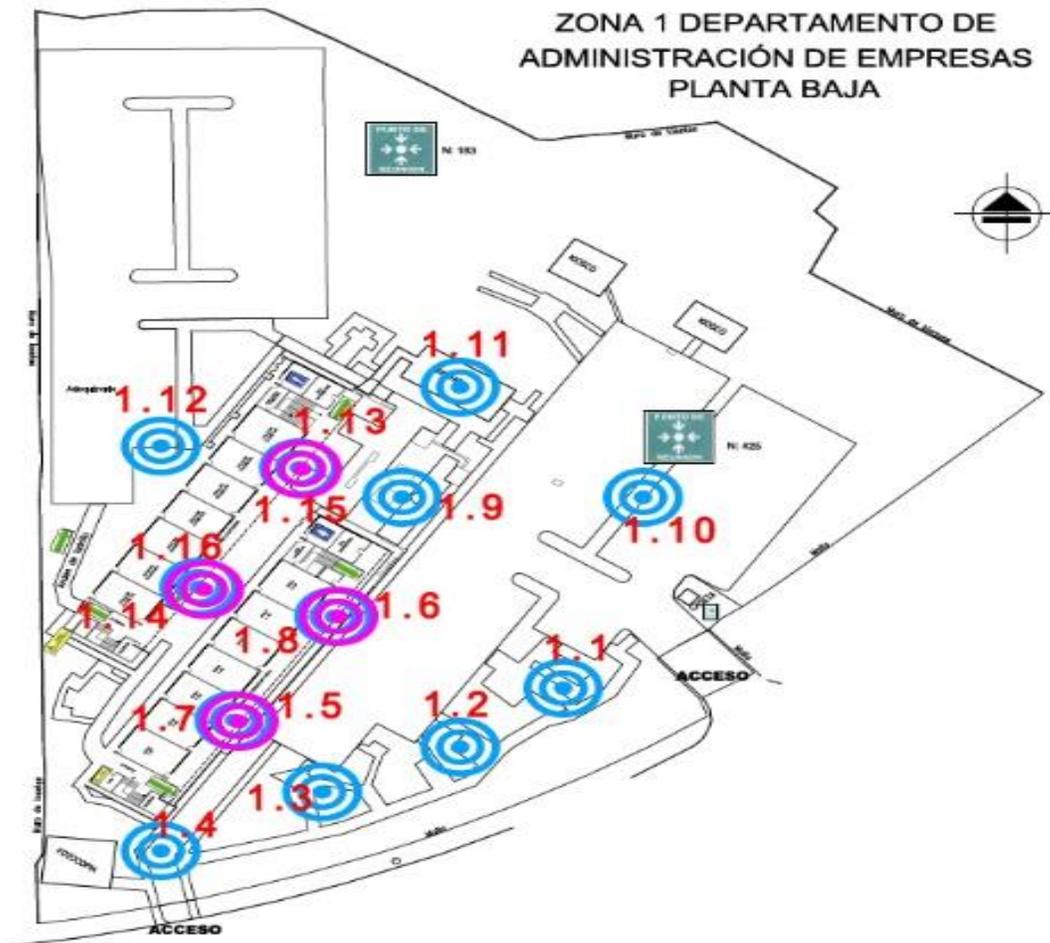
<b>Medias generales para cada una de las zonas de estudios</b>	
<b>Zona 1 departamento de administración</b>	71.00 dB
<b>Zona 2 departamento de contabilidad</b>	69.96 dB
<b>Zona 3 departamento de economía</b>	59.66 dB
<b>Zona 4 Auditorio</b>	58.59 dB

*Fuente: Elaboración Propia*



El resultado de la elaboración del proceso anteriormente mencionado se presenta en las siguientes ilustraciones;

A continuación se muestran los puntos de medición de la zona 1 (ver ilustración 4.19) Aquí se indica cada punto de medición de la zona 1 o departamento de administración) en los cuales se realizó el estudio de diagnóstico de emisiones de ruido:



**Ilustración 4.19.** Puntos de medición de la zona 1 o departamento de administración

**Fuente:** Elaboración propia



Ilustración 4.19. Muestra el mapa de puntos de medición de la zona 1. Departamento de administración, cada punto se encuentra enumerado según código asignado de coordenadas, en donde encontrara que se establecieron dieciséis puntos de medición en los cuales se realizaron cálculos continuos de dos minutos para cada estación, durante seis semanas (ver tablas 4.13, 4.14, 4.15, 4.16). Para la recolección de datos; se debe colocar el sonómetro a una altura de 1.25 metros sobre la superficie del suelo, cabe mencionar que desde el momento de reconocimiento de esta zona se percibió ruido excesivo por lo que fue considerado en primer instancia una de las zonas más afectadas, donde existe ruido continuo por su cercanía al comercio, así mismo se observó la colocación de parlantes a gran volumen en el borde del perímetro del recinto universitario.

La zona 1. Del departamento de administración diariamente padecen de perturbaciones producto de la contaminación acústica, las personas que circulan y permanecen dentro de esta zona son afectadas durante las actividades rutinarias. Las carreras de administración y mercadotecnia opinan que este problema ha llegado a afectar la calidad educativa e incluso motivacional, esto no solo afecta a estudiantes, ya que los docentes tienden a elevar el tono de voz al impartir las clases. También es importante señalar los turnos dominicales (estudiantes del PROCOMIN, estudiantes de maestrías), que se ven afectados por los altos niveles de presión sonora los cuales oscilan entre los valores siguientes:



Tabla 4.18. Niveles de ruido en decibeles existentes en la zona 1

ZONA 1 Administración					
Decibeles			Descripción	Frecuencia	%
0,0	A	35,0	Según la OMS estos son los decibeles adecuados para recibir clases	0,00	0,00
36,0	A	58,8	Inteligibilidad razonablemente buena se puede recibir bien clases	1,00	6,25
58,86	A	64,45	Límite aceptado por la Organización Mundial de la Salud (OMS)	1,00	6,25
64,46	A	70,04	Comienzan los problemas, molestias auditivas	6,00	37,50
70,05	A	75,64	Molestias auditivas, dificultad para escuchar	4,00	25,00
75,65	A	81,24	Dificultad para escuchar	3,00	18,75
81,25	A	Mas	Demasiadas molestias auditivas se puede provocar sordera	1,00	6,25
		<b>Total</b>		<b>16,00</b>	<b>100,0</b>

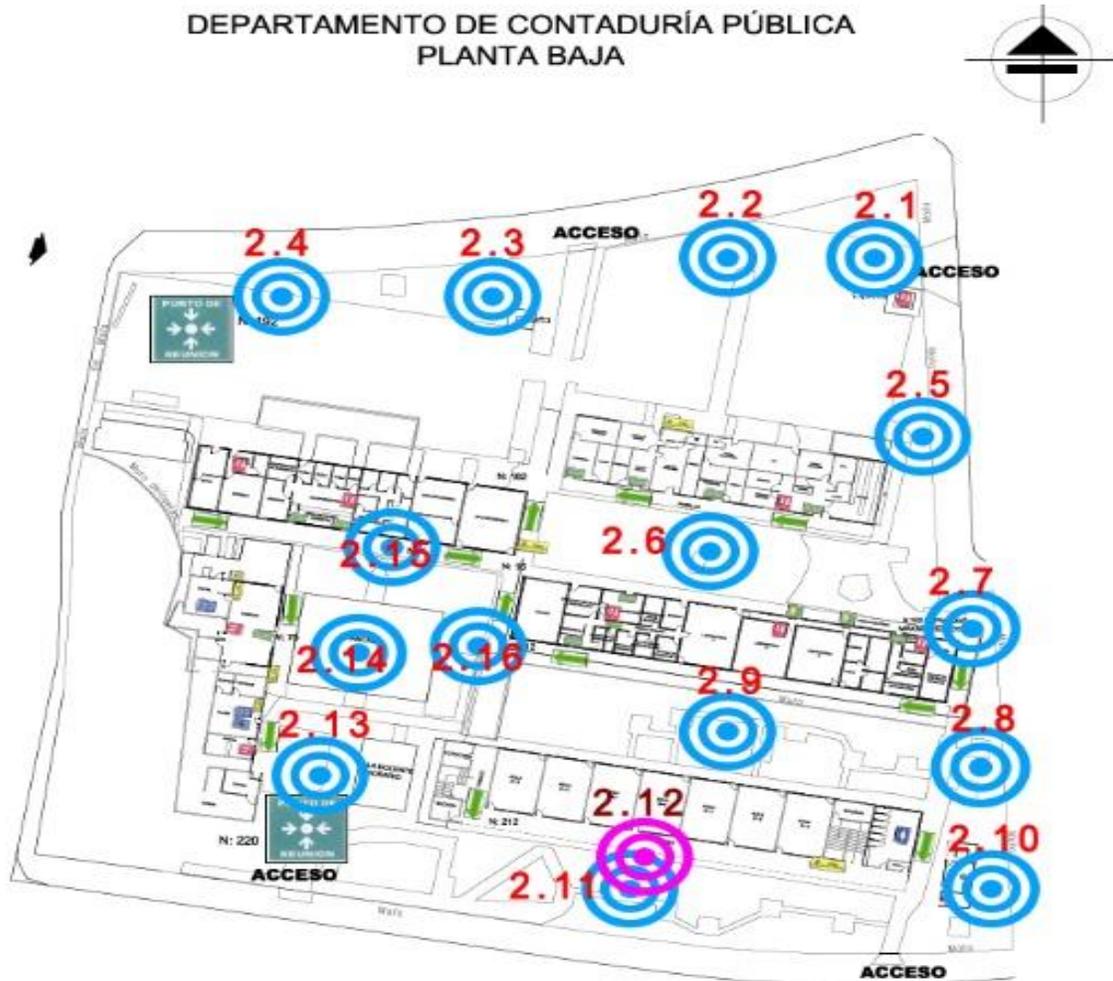
Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS)

En la tabla anterior (tabla 4.18), se muestran los niveles de sonido en decibeles (dB) que se encontraron en la zona 1. Departamento de administración. Donde se refleja que el rango predominante de ruido es entre 64 dB a 75 dB, representando el 62 por ciento de las mediciones en esta zona de forma cuantitativa, y de manera cualitativa; la descripción que indica la tabla según OMS implica que entre este rango comienzan los problemas de molestias auditivas y la dificultad para escuchar.



La obtención de las medias resulta medio de la aplicación del cálculo de sonido en los 16 puntos, luego se procesan los datos en el software SPSS versión 21. De esta manera se obtienen 16 medias por punto de medición de la zona 1 por día, después estos valores se comparan con los valores permitidos según tabla de la OMS.

La zona 2 (ver ilustración 4.20), permite visualizar 16 puntos de medición. Esta zona también es afectada por este problema de salud social, pero no en gran magnitud como en la zona anterior. Durante el estudio se observó que los puntos críticos en esta área es el perímetro en los puntos 2.1 (donde se ubica la caceta de los guardas de seguridad) y todos los alrededores del cercado (2.2, 2.3, 2.4).



*Ilustración 4.20. Puntos de medición de la Zona 2 departamentos de contaduría pública*

*Fuente: Elaboración propia*

El área donde se reflejan las coordenadas 2.12 y 2.13 donde se encuentra la biblioteca y secciones de la carrera de contabilidad se hallan afectadas por el ruido que generan los vehículos que circulan en la vía ubicada frente a este pabellón, pero en menor magnitud en comparación con el área ubicada en las coordenadas 2.5 donde se encuentra caja donde los alumnos realizan pagos y retiros de becas, ya que esta área se encuentra ubicada frente a la



calle principal donde circulan la mayoría de vehículos y transporte urbano e inter urbano que atraviesan el mercado oriental.

Cabe destacar que para el periodo de la realización de la toma y análisis de los datos y de elaboración de este informe, en el recinto se estaban desarrollando las actividades de elección de decanatura, es por dicho motivo que los valores se muestran bastante alterados ya que con la propaganda musical que había el volumen era considerablemente elevado, a este ruido interno generado y considerando el ruido externo, se razona que este tipo de actividades es una de las principales fuentes generadoras de emisiones de ruido a nivel interno. Los valores de esta zona oscilan según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.19. Niveles de ruido en decibeles existentes en la zona 2

ZONA 2 CONTABILIDAD					
Decibeles			Descripción	Frecuencia	%
0,00	a	35,0	Según la OMS estos son los decibeles adecuados para recibir clases	0	0
36,00	a	45,0	Inteligibilidad completa se puede recibir clases	0	0
46,00	a	55,0	Inteligibilidad razonablemente buena	0	0
56,00	a	63,57	Inteligibilidad razonablemente buena	1,00	6,25
63,58	a	69,04	Límite aceptado por la Organización Mundial de la Salud (OMS)	7,00	43,75
69,05	a	74,51	Comienzan los problemas, molestias auditivas	6,00	37,50
74,52	a	79,98	Molestias auditivas, dificultad para escuchar	1,00	6,25
79,99	a	85,45	Demasiadas molestias auditivas se puede provocar sordera	1,00	6,25
<b>Total</b>				<b>16,00</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Propia

La tabla 4.19 refleja que el 81. 25 % del nivel de ruido se encuentra entre el rango de 64 decibelios a 74 decibelios en la zona 2 de administración. Es decir que esta zona se encuentra entre los límites aceptados y también donde comienzan los problemas y molestias



auditivas según tabla de OMS. La opinión compartida por los estudiantes de esta zona es equitativa al momento de opinar que producto del ruido son perturbados y padecen de pérdida de concentración en sus actividades.

En la zona 3 o departamento de economía (ilustración 4.21) se observó que los alumnos de economía, banca y finanzas, y economía agrícola son afectados en un menor grado de intensidad de ruido en comparación con las zonas 1 y 2. Esto debido a que la ubicación de esta zona es en la parte posterior de contabilidad, donde hay menor fluidez de vehículos (ver coordenadas 3.2, 3.3) otro factor a considerar es que cerca de esta zona hay menos comercio que lo rodea por tanto existen menos fuentes generadoras de emisiones sonoras como en el caso del área de administración y contabilidad. Sin embargo en menor grado se logra percibir ruido proveniente del comercio de las calles principales del mercado oriental.

La opinión de los estudiantes que reciben clases en esta zona difiere de la opinión de los estudiantes de las zonas de contabilidad y administración, debido a que no consideran el ruido como fuente de distracción, aunque esta es una opinión no global para los estudiantes de la zona 3. Según opinión de algunos alumnos de la zona únicamente cuando la calle principal está congestionada o intransitable es que los autos tienen que desviar y circular esta calle como vía y es en estos casos donde hay mayor perturbación producto del tráfico rodante.





Tabla 4.20. Niveles de ruido en decibeles existentes en la zona 3

ZONA 3 ECONOMIA					
Decibeles			Descripción	Fr.	%
0,00	A	35,0	Según la OMS estos son los decibeles adecuados para recibir clases	0,00	0,00
36,0	A	45,0	Inteligibilidad completa se puede recibir clases	0,00	0,00
46,0	A	53,9	Inteligibilidad completa se puede recibir clases	0,00	0,00
54,9	A	57,2	Inteligibilidad completa se puede recibir clases	4,00	25,00
57,2	A	59,6	Inteligibilidad razonablemente buena	4,00	25,00
59,6	A	62,0	Inteligibilidad razonablemente buena	3,00	18,75
62,0	A	64,4	Inteligibilidad razonablemente buena	3,00	18,75
64,4	A	MAS	Límite aceptado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) no debe pasar 65Db	1,00	6,25
		Total		<b>15,00</b>	<b>93,7</b>

Fuente: Propia

Según obtención de datos para la zona de economía podrá observar en la tabla 4.21 que los valores predominantes oscilan en un rango de 55 decibelios a 60 decibelios. Esto nos permite comparar con respecto a las zonas de contabilidad y administración que el 50 por ciento de los datos en esta área la inteligibilidad es razonablemente buena según tabla de OMS. Este dato avala la percepción estudiantil, esto significa que los valores de ruido están son razonablemente no perturbadores puesto que no sobrepasan los 65 dB, cabe destacar que durante las mediciones se observó que los puntos seleccionados para la toma de datos en esta zona mantuvieron rangos estables sin mayores alteraciones, por lo que asignamos a esta zona como posterior al ruido.

La zona 4 o auditorio Carlos Martínez Rivas (ver ilustración 4.22) está ubicada al costado este de la zona de contabilidad, este se encuentra a una distancia razonable de la concentración de comercio, por ende la las emisiones de ruido no son perturbadoras en



comparación con la zona 1 y la zona 2. Es importante señalar que el auditorio permanece cerrado y ventilado por lo que los estudiantes al recibir sus clases en esta área logran mayor concentración.

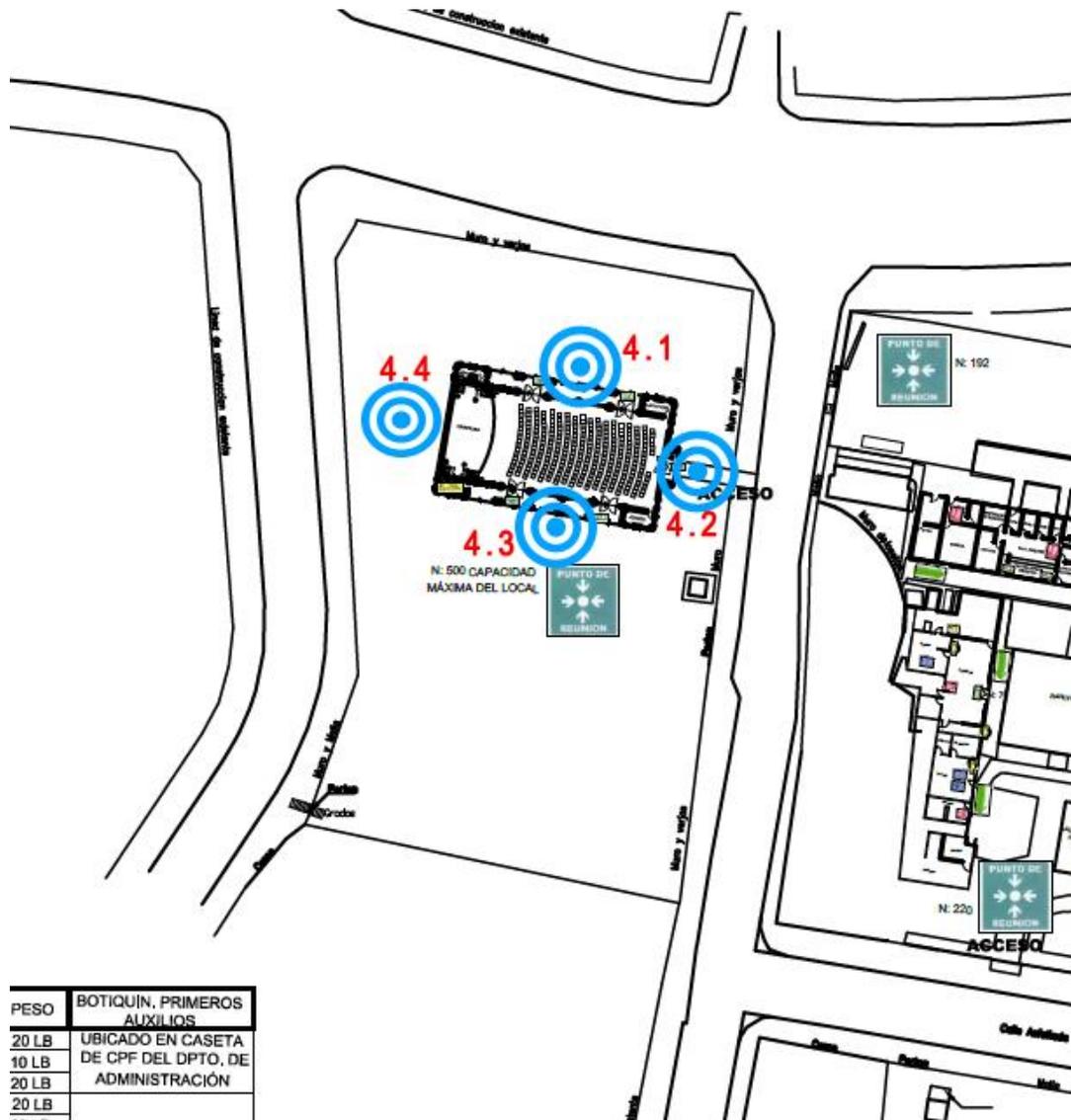


Ilustración 4.22. Puntos de medición de la Zona 4 Auditorio Francisco Meza.

Fuente: Elaboración propia.



Los niveles del ruido en el auditorio oscilan en los siguientes valores:

Tabla 4.21. Niveles de ruido en decibeles existentes en la zona 4

ZONA 4 AUDITORIO					
Decibeles			Descripción	Frecuencia	%
0,0	a	35,0	Según la OMS estos son los decibeles adecuados para recibir clases	0,00	0,00
36,0	a	45,0	Inteligibilidad completa se puede recibir clases	0,00	0,00
46,0	a	50,0	Inteligibilidad completa se puede recibir clases	0,00	0,00
54,7	a	54,7	Inteligibilidad completa se puede recibir clases	1,00	25,00
56,7	a	58,6	Inteligibilidad razonablemente buena	1,00	25,00
58,6	a	60,5	Inteligibilidad razonablemente buena	1,00	25,00
60,5	a	62,4	Inteligibilidad razonablemente buena no de pasar los 65 dB	1,00	25,00
<b>Total</b>				<b>4,00</b>	<b>100,00</b>

Fuente propia

Los valores de ruido en esta zona a como se refleja en la tabla 4.21 se mantienen entre inteligibilidad razonablemente buena, es decir que no sobre pasa el nivel máximo de ruido permitido por la OMS que es 65 decibelios. Esta zona es un buen lugar para recibir clases, los estudiantes comentan que al llegar a recibir clase magistrales se sienten concentrados, ya que es un lugar cerrado, sin perturbaciones internas o externas de ruido. A como vera en la tabla 11, los valores permanecen estables en todos los puntos de mediciones, representando el 100% de las mediciones un rango entre 54 decibelios hasta 62 decibelios.

En cada punto se tomó una muestra de 2 minutos por cada punto que se muestreaba, en horarios diferentes cada día para obtener datos más acertados para la elaboración de los mapas.



Tabla 4.22. Índice de graduación del ruido según OMS para la inteligibilidad de la conversación.

Índice de la evaluación del ruido (dB)	Distancia máxima (m) a la que la palabra, en tono de conversación, se estima inteligible	Distancia máxima (m) a la que la palabra en voz alta se estima inteligible
40	7	14
45	4	8
50	2,2	4,5
55	1,3	2,5
60	0,7	1,4
65	0,4	0,8
70	0,2	0,4
75	0,13	0,25
80	0,07	0,15
85	-----	0,08

Fuente: (Bell 2009)

Según tabla 4.22. Sobre el índice de graduación del ruido se reflejan las distancias recomendadas en la que el tono de conversación es entendido, por ejemplo; cuando el nivel de ruido en el entorno es de 40 dB la distancia deberá ser de 7 metros y el tono máximo para comprensión de voz en el entorno deberá ser a una distancia de 14 metros.

Considerando que los niveles de ruido en dB calculado en las zonas 1, 2, promedian 70 decibeles, aplicando valores de tabla 4.22. Se deduce que la distancia apropiada para el tono de vos en nivel de conversación debe ser de 0.2 metros, y la distancia máxima a nivel de tono elevado de vos debe ser de 0,4 metros. Sin embargo cuando en el entorno se encuentra un nivel de ruido de 85 dB la distancia máxima para poder comprender el tono de voz no debe ser mayor a 0.08 metros.



## 4.3 Niveles de presión sonora

### 4.3.1 Cálculo del nivel de presión sonora:

Mediante el presente cálculo se presentan las deducciones del RNA (nivel de ruido atenuado) para cada zona de estudio dentro del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador, para la presente investigación en específico se aplica este cálculo en las zonas 1. Administración, 2. Contabilidad, 3. Economía y 4. Auditorio. Tomando en cuenta la media estadística calculada en la tabla de medias por zonas (ver página 38, tabla 7. Medias generales), a través de este proceso se dará a conocer el tiempo máximo de exposición al cual debe estar expuesto el trabajador o usuario de este centro en lo referente al nivel de presión sonora y si esta sobre expuesto a ruido:

#### 4.3.1.1 Zona 1 - Aulas del departamento de administración

El primer paso es proceder a calcular el nivel de presión sonora o en su abreviación conocida como NPS mediante la siguiente formula;

$$\text{NPS} = 10 \times \log_{10} \left( 10^{\frac{x_1}{10}} \right)$$

$x_1 = 71.00$  dB (este dato se toma de una media estadística que se realizó de todas las mediciones en esta zona la cual se puede apreciar en la tabla zona 1 Administración.

$$\text{NPS} = 10 \times \log_{10} \left( 10^{\frac{71.00}{10}} \right)$$

**NPS = 71dB** existentes en la zona 1 donde se encuentran las aulas del departamento de administración



Según el nivel de presión sonora en esta zona es de 71 dB, por lo que tomando en cuenta el índice de evaluación sonora se recomienda que la distancia máxima para el tono de voz inteligible deberá de ser de 0.4 metros (ver tabla 10, pag.48)

El siguiente paso es proceder a calcular el tiempo máximo de exposición que deberían de estar expuestos los trabajadores administrativos, personal docente y alumnos, mediante el siguiente cálculo del tiempo máximo;

$$T = \left( \frac{16}{NPS-80} \right)^2$$

$$T = \left( \frac{16}{71dB-80} \right)^2 = 79.01 \text{ horas} \approx 4,740.6 \text{ minutos tiempo máximo de exposición}$$

Con el dato anteriormente calculado se determina si el personal está expuesto a sobre dosis de ruido basado en los siguientes aspectos:

- 1- Si la Dosis > 1 (mayor que 1) el trabajador se encuentra sobre expuesto al ruido. El empleador deberá tomar medidas inmediatas para prevenir y proteger.
- 2- Si la Dosis = 1, el trabajador se encuentra en el umbral.
- 3- Si la Dosis = < 1 el trabajador no se encuentra sobre expuesto a ruido y debe aplicar seguimiento.

$$D = \frac{C_1}{T_1} = \frac{8 \text{ horas}}{79.01 \text{ horas}} = 0.10$$

**La dosis de ruido en esta zona fue de 0.10 < 1 el trabajador no se encuentra sobre expuesto a ruido pero se debe aplicar seguimiento.**



Para calcular el nivel de ruido atenuado se utiliza la fórmula NRA (nivel de ruido atenuado según la norma EPA)

$NRA = NPS - NRR$  (nivel de presión sonora – nivel de reducción de ruido que viene en cada etiqueta del tapón u orejeras)

$$NRA = 71 \text{ dB} - 33\text{dB}$$

**NRA = 38 dB (observe que hay una reducción)**

Cuando se mide el ruido y la atenuación se calcula según el ponderado de A (colocar el sonómetro en A)

$$NRA = NPS - (NRR - 7\text{dBA})/2$$

$$NRA = 71 - (33 - 7\text{dBA})/2$$

**NRA = 71 - 13 = 58 dB**

Según el cálculo anterior se observa que el nivel de ruido atenuado según ponderación es de 58dB, en cambio el nivel de ruido atenuado según normas EPA aplicado en el departamento de administración resulto de 38 dB, sin embargo este cálculo se considera únicamente para aplicación industrial debido a que no es aplicable al sector educativo.



#### 4.3.1.2 Zona 2 - Aulas del departamento de contabilidad

El primer paso es proceder a calcular el nivel de presión sonora o en su abreviación conocida como NPS mediante la siguiente formula;

$$\text{NPS} = 10 \times \log_{10} \left( 10^{\frac{x_1}{10}} \right)$$

$x_1 = 69.96$  dB (este dato se toma de una media estadística que se realizó de todas las mediciones en esta zona y el cual puede ser observado en la tabla zona 2, contabilidad.

$$\text{NPS} = 10 \times \log_{10} \left( 10^{\frac{69.96}{10}} \right)$$

**NPS = 69.96dB** existentes en la zona 2 donde se encuentran las aulas del departamento de administración.

Según el nivel de presión sonora en esta zona es de 69.96 dB, por lo que tomando en cuenta el índice de evaluación sonora se recomienda que la distancia máxima para el tono de voz inteligible deberá de ser de 0.4 metros (ver tabla 5, pag.48)

El siguiente paso es proceder a calcular el tiempo máximo de exposición que deberían de estar expuestos los trabajadores administrativos, personal docente y alumnos, mediante el siguiente cálculo del tiempo máximo;

$$T = \left( \frac{16}{\text{NPS} - 80} \right)^2$$

$$T = \left( \frac{16}{69.96\text{dB} - 80} \right)^2 = 63.49 \text{ horas} \approx 3,809.4 \text{ minutos tiempo máximo de exposición}$$



Con el dato anteriormente calculado se determina si el personal está expuesto a sobre dosis de ruido basado en los siguientes aspectos:

- 1- Si la Dosis > 1 (mayor que 1) el trabajador se encuentra sobre expuesto al ruido. El empleador deberá tomar medidas inmediatas para prevenir y proteger.
- 2- Si la Dosis = 1, el trabajador se encuentra en el umbral.
- 3- Si la Dosis = < 1 el trabajador no se encuentra sobre expuesto a ruido y debe aplicar seguimiento.

$$D = \frac{C_1}{T_1} = \frac{8 \text{ horas}}{63.49 \text{ horas}} = 0.12$$

**La dosis de ruido en esta zona fue de 0.12 < 1 el trabajador no se encuentra sobre expuesto a ruido pero se debe aplicar seguimiento.**

Para calcular el nivel de ruido atenuado utilizaremos la fórmula NRA (nivel de ruido atenuado según la norma EPA)

NRA = NPS – NRR (nivel de presión sonora – nivel de reducción de ruido que viene en cada etiqueta del tapón u orejeras)

$$NRA = 69.96 \text{ dB} - 33 \text{ dB}$$

**NRA = 36.96 dB (observe que hay una reducción)**

Cuando se mide el ruido y la atenuación se calcula según el ponderado de A (colocar el sonómetro en A)

$$NRA = NPS - (NRR - 7 \text{ dBA}) / 2$$

$$NRA = 69.96 - (33 - 7 \text{ dBA}) / 2$$

$$NRA = 69.96 - 13 = 56.96 \text{ dB}$$



Según el cálculo anterior se observa que el nivel de ruido atenuado según ponderación es de 56.96 dB, en cambio el nivel de ruido atenuado según normas EPA aplicado en el departamento de contabilidad resulto de 36.96 dB, sin embargo este cálculo se considera únicamente para aplicación industrial debido a que no es aplicable al sector educativo.

#### 4.3.1.3 Zona 3 - Aulas del departamento de contabilidad

El primer paso es proceder a calcular el nivel de presión sonora o en su abreviación conocida como NPS mediante la siguiente formula;

$$\text{NPS} = 10 \times \log_{10} \left( 10^{\frac{x_1}{10}} \right)$$

$x_1 = 59.66$  (este dato se toma de una media estadística que se realizó de todas las mediciones en esta zona, ver tabla zona 3. Contabilidad)

$$\text{NPS} = 10 \times \log_{10} \left( 10^{\frac{59.66}{10}} \right)$$

**NPS = 59.66 dB** existentes en la zona 3 donde se encuentran las aulas del departamento de administración

Según el nivel de presión sonora en esta zona es de 59.76 dB, por lo que tomando en cuenta el índice de evaluación sonora se recomienda que la distancia máxima para el tono de voz inteligible deberá de ser de 1.4 metros (ver tabla 5, pag.48)

Con el dato anteriormente calculado se determina si el personal está expuesto a sobre dosis de ruido basado en los siguientes aspectos:

- 4- Si la Dosis > 1 (mayor que 1) el trabajador se encuentra sobre expuesto al ruido. El empleador deberá tomar medidas inmediatas para prevenir y proteger.



5- Si la Dosis = 1, el trabajador se encuentra en el umbral.

6- Si la Dosis = < 1 el trabajador no se encuentra sobre expuesto a ruido y debe aplicar seguimiento.

$$D = \frac{C_1}{T_1} = \frac{8 \text{ horas}}{15.53 \text{ horas}} = 0.51$$

**La dosis de ruido en esta zona fue de 0.51 < 1 el trabajador no se encuentra sobre expuesto a ruido pero se debe aplicar seguimiento.**

Para calcular el nivel de ruido atenuado utilizaremos la fórmula NRA (nivel de ruido atenuado según la norma EPA)

NRA = NPS – NRR (nivel de presión sonora – nivel de reducción de ruido que viene en cada etiqueta del tapón u orejeras)

$$NRA = 59.66 \text{ dB} - 33 \text{ dB}$$

$$NRA = 26.66 \text{ dB (observe que hay una reducción)}$$

Cuando se mide el ruido y la atenuación se calcula según el ponderado de A (colocar el sonómetro en A)

$$NRA = NPS - (NRR - 7 \text{ dBA}) / 2$$

$$NRA = 59.66 - (33 - 7 \text{ dBA}) / 2$$

$$NRA = 59.66 - 13 = 46.66$$

Según el cálculo anterior se observa que el nivel de ruido atenuado según ponderación es de 46.66 dB, en cambio el nivel de ruido atenuado según normas EPA aplicado en el



departamento de economía resulto de 26.66 dB, sin embargo este cálculo se considera únicamente para aplicación industrial debido a que no es aplicable al sector educativo.

#### 4.3.1.4 Zona 4 - Auditorio

El primer paso es proceder a calcular el nivel de presión sonora o en su abreviación conocida como NPS mediante la siguiente formula;

$$NPS = 10 \times \log_{10} \left( 10^{\frac{x_1}{10}} \right)$$

$x_1 = 58.59$  dB (este dato se toma de una media estadística que se realizó de todas las mediciones en esta zona)

$$NPS = 10 \times \log_{10} \left( 10^{\frac{58.59}{10}} \right)$$

**NPS = 58.59 dB** existentes en la zona 4 donde se encuentran las aulas del departamento de administración

Según el nivel de presión sonora en esta zona es de 61 dB, por lo que tomando en cuenta el índice de evaluación sonora se recomienda que la distancia máxima para el tono de voz inteligible deberá de ser de 1,4 metros (ver tabla 5, pag.48)

El siguiente paso es proceder a calcular el tiempo máximo de exposición que deberían de estar expuestos los trabajadores administrativos, personal docente y alumnos, mediante el siguiente cálculo del tiempo máximo;

$$T = \left( \frac{16}{NPS-80} \right)^2$$

$$T = \left( \frac{16}{58.59dB-80} \right)^2 = 13.96 \text{ horas} \approx 837.6 \text{ minutos tiempo máximo de exposición}$$



Con el dato anteriormente calculado se determina si el personal está expuesto a sobre dosis de ruido basado en los siguientes aspectos:

- 7- Si la Dosis  $> 1$  (mayor que 1) el trabajador se encuentra sobre expuesto al ruido. El empleador deberá tomar medidas inmediatas para prevenir y proteger.
- 8- Si la Dosis = 1, el trabajador se encuentra en el umbral.
- 9- Si la Dosis  $= < 1$  el trabajador no se encuentra sobre expuesto a ruido y debe aplicar seguimiento.

$$D = \frac{C_1}{T_1} = \frac{8 \text{ horas}}{13.96 \text{ horas}} = 0.57$$

**La dosis de ruido en esta zona fue de  $0.57 < 1$  el trabajador no se encuentra sobre expuesto a ruido pero se debe aplicar seguimiento.**

Para calcular el nivel de ruido atenuado utilizaremos la fórmula NRA (nivel de ruido atenuado según la norma EPA)

NRA = NPS – NRR (nivel de presión sonora – nivel de reducción de ruido que viene en cada etiqueta del tapón u orejeras)

$$NRA = 58.59 \text{ dB} - 33\text{dB}$$

$$NRA = 25.59 \text{ dB (observe que hay una reducción)}$$

Cuando se mide el ruido y la atenuación se calcula según el ponderado de A (colocar el sonómetro en A)

$$NRA = NPS - (NRR - 7\text{dBA})/2$$

$$NRA = 58.59 - (33 - 7\text{dBA})/2$$



$$\text{NRA} = 58.59 - 13 = 45.59$$

Según el cálculo anterior se observa que el nivel de ruido atenuado según ponderación es de 45.59 dB, en cambio el nivel de ruido atenuado según normas EPA aplicado en el departamento de auditorio resulto de 25.59 dB, sin embargo este cálculo se considera únicamente para aplicación industrial debido a que no es aplicable al sector educativo.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los cálculos de los niveles de presión sonora existentes en el Recinto universitario Carlos Fonseca Amador donde se realizó el estudio investigativo, así como su comparación con los grados en dB permitidos según OMS;

**Tabla 4.23. Cuadro comparativo de dB obtenidos mediante RNA vs OMS**

Decibeles obtenidos a través de cálculos del RNA (nivel de ruido atenuado)	Comparación con los decibeles permitidos por la OMS
<b>Zona 1 (departamento de administración) 38 dB</b>	36.0 a 58.0 Inteligibilidad razonablemente buena se puede recibir bien clases
<b>Zona 2 (departamento de contabilidad) 37 dB</b>	36.0 a 58.0 Inteligibilidad razonablemente buena se puede recibir bien clases
<b>Zona 3 (departamento de economía) 27 dB</b>	0.0 a 35.00 dB según la OMS estos son los decibeles adecuados para recibir clases.
<b>Zona 4 (auditorio) 25 dB</b>	0.0 a 35.00 dB según la OMS estos son los decibeles adecuados para recibir clases.

*Fuente: Propia*

Según observa en tabla 4.23, el cuadro compara los grados de decibelios obtenidos mediante el cálculo del nivel de ruido atenuado, este resultado luego se compara con los grados de decibelios permitidos según Organización Mundial De La Salud (OMS). Las zonas 1 y 2 resultaron las más afectadas por alto nivel de decibelios existentes producto de los



distintos factores que causan emisión y propagación del ruido a nivel interno y externo del recinto en cada zona. También se es importante destacar que durante la realización de este estudio, las zonas 3 y 4 han sido las menos afectadas ya que ese encuentran dentro de los límites permitidos por la OMS, sin embargo no podemos obviar que aunque se pueda recibir clases, los alumnos presentan molestias auditivas y molestias a la hora de estar en su clases.

Por lo antes mencionado elaboramos una serie de recomendaciones que presentamos más adelante en este documento (ver pág. 109).



#### 4.4 Comparación de niveles según reglamentaciones

Tabla 4.24. Comparación de niveles

	OMS	LEY 618	ENCONTRADO	RNA	ATENUADO
ZONA 1 ADMINISTRACION	35	85	71	38	51
ZONA 2 CONTABILIDAD	35	85	70	37	50
ZONA 3 ECONOMIA	35	85	60	27	40
ZONA 3 AUDITORIO "FRANCISCO MEZA"	35	85	59	25	39

Fuente: Propia

- OMS: en la siguiente tabla mostramos cada zona de estudio así como el ruido máximo permitido.
- Ley 618: el máximo de ruido permitido con protección.
- Ruido encontrado: es el nivel de ruido que se encontró con el equipo sonómetro a través del análisis de los datos.
- Atenuación ambiental: es dada cuando se siembran árboles para crear una barrera sónica que amortigua el ruido.
- RNA: nivel de ruido atenuado con algún tipo de protección, ya sean estos tapones y orejeras.

A continuación hacemos la explicamos la tabla comparativa de ruido.

Tabla 4.25. Comparación de niveles de ruido zona 1

ZONA 1 ADMINISTRACION	OMS	LEY 618	RUIDO ENCONTRADO	ATENUACION AMBIENTAL	RNA
	35	85	71	56	38

La zona 1 encontramos que el nivel máximo permisible por la OMS para recibir clases es de 35dB, la ley 618 nos indica que el tiempo máximo de exposición es de 8h con equipo de protección, el ruido que se determinó con el equipo de medición fue de 71dB, si se considerara aumentar la siembra de árboles que permitan la absorción de ruido este se



reduciría hasta 56dB y en el último caso con el RNA es que el personal administrativo que tiene el recinto use protección este ruido llegaría a reducirse hasta los 38dB.

**Tabla 4.26. Comparación de niveles de ruido zona 2**

ZONA 2 CONTABILIDAD	OMS	LEY 618	RUIDO ENCONTRADO	ATENUACION AMBIENTAL	RNA
	35	85	70	55	37

La zona 2 encontramos que el nivel máximo permisible por la OMS para recibir clases es de 35dB, la ley 618 nos indica que el tiempo máximo de exposición es de 85 dB para una duración de 8 horas continuas sin equipos de protección, el ruido que se determinó con el equipo de medición fue de 70dB, si se considerara aumentar la siembra de árboles que permitan la absorción de ruido, este se reduciría hasta 55dB y en el último caso con el nivel de ruido atenuado-RNA es para personal administrativo que tiene el recinto que use protección como orejeras, este ruido llegaría a reducirse hasta los 37dB.

**Tabla 4.27. Comparación de niveles de ruido zona 3**

ZONA 3 ECONOMIA	OMS	LEY 618	RUIDO ENCONTRADO	ATENUACION AMBIENTAL	RNA
	35	85	60	45	27

La zona 3 encontramos que el nivel máximo permisible por la OMS para recibir clases es de 35dB, la ley 618 nos indica que el tiempo máximo de exposición es de 8h con equipo de protección, el ruido que se determinó con el equipo de medición fue de 60dB, si se considerara aumentar la siembra de árboles que permitan la absorción de ruido este se reduciría hasta 45dB y en el último caso con el RNA es que el personal administrativo que tiene el recinto use protección este ruido llegaría a reducirse hasta los 27dB.



**Tabla 4.28. Comparación de niveles de ruido zona 4**

ZONA 4 AUDITORIO FRANCISCO MEZA	OMS	LEY 618	RUIDO ENCONTRADO	ATENUACION AMBIENTAL	RNA
	35	85	59	44	25

La zona 4 encontramos que el nivel máximo permisible por la OMS para recibir clases es de 35dB, la ley 618 nos indica que el tiempo máximo de exposición es de 8h con equipo de protección, el ruido que se determinó con el equipo de medición fue de 59dB, si se considerara aumentar la siembra de árboles que permitan la absorción de ruido este se reduciría hasta 44dB y en el último caso con el RNA es que el personal administrativo que tiene el recinto use protección este ruido llegaría a reducirse hasta los 25dB.



## 5 CONCLUSIONES

Mediante lo anterior expuesto se concluye que:

1. El Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador no presta las condiciones necesarias para impartir clases debido a que se encuentra inmerso en uno de los focos de contaminación acústica de la capital.
2. Al realizar el análisis de los datos determinamos que las zonas que presentan acústica son las zonas de Administración de empresas zona 1 y la de Contabilidad Publica Y Finanzas zona 2.
3. Se logró determinar que los niveles de presión sonora del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador fueron los siguientes para la Zona 1 Administración de empresas el nivel de presión sonora fue de 71dB, Zona 2 Contabilidad Publica y Finanzas el nivel de presión sonora fue de 70dB, Zona 3 Economía el nivel de presión sonora fue de 60dB, Zona 4 Auditorio Francisco Meza el nivel de presión sonora fue de 59dB.
4. Al comparar los niveles de presión sonora en cada una de las zonas del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador, concluimos que; el nivel de presión sonora excede los decibeles que superan la distancia máxima para la inteligibilidad de voz, esto tomando en cuenta la distancia en la que el docente se encuentra al alumnado y viceversa. esta información la verificamos además con el cálculo del NRA (nivel de presión sonora), continuando con el área del auditorio y siendo la zona menos afectada economía agrícola. Esto no quiere decir que sea el área de economía agrícola la zona adecuada para recibir clases ya que se encuentra sobre los 69dB y lo permisible según la OMS es de 35 dB.



## 6 RECOMENDACIONES

Dentro de las principales recomendaciones destacamos las siguientes:

- 1- Construcción de muro que cumpla la función de una barrera acústica con el propósito de evitar la molestia que supone el ruido del tráfico, o emisiones sonoras que se generan a nivel externo y que afecta lo interno del recinto universitario Carlos Fonseca Amador.
- 2- A manera de inversión a largo plazo se considera adecuado la construcción de un pabellón en la parte de atrás del recinto en economía para el traslado de los estudiantes del departamento de administración.
- 3- Considerando una acción que no requiere de tanta inversión financiera, se recomienda que las aulas sean cerradas de la parte que da a la calle, ya que actualmente se encuentra con ventanas (persianas) donde se filtra el ruido.
- 4- El pronto actuar de las autoridades del país para la creación de una ley contra el ruido para así multar a los infractores y acabar con este problema social lo más pronto posible.
- 5- Hacer conciencia mediante campañas con la población estudiantes de este recinto afectado, a las personas en general sobre este problema que afecta no solo al recinto si no a muchas personas en general.
- 6- Se recomienda que en caso de no realizar las obras para atenuación, se traslade el recinto a la sede central.



## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Las perturbaciones sonoras y su regulación legal en el distrito II de Managua, periodo del segundo semestre del 2008 al primer semestre del 2009 (Campos, Rivera, Gutiérrez, 2009).
- El ruido (OMS, 1969)
- Convenios suscritos y ratificados por Nicaragua con la organización mundial de la salud sobre faltas por contaminación acústica, y su aplicación en la legislación nicaragüense en el distrito III del Municipio de Managua durante el primer semestre del 2009. (Mendoza, Rivas, 2010).
- Contaminación acústica en el Departamento de Managua, Municipio de Managua, Marzo-Diciembre 2008 (Parajon, Sevilla, 2009).
- Contaminación acústica en el municipio de Managua en el segundo semestre del año 2010 (Peralta, Paralles, 2010).
- Informe final de seminario de graduación para optar al título de licenciado en derecho. Tema Derecho Ambiental, elaborado por Elayne Mendoza y Felicita Rivas (biblioteca central Unan-Managua)
- El ruido, riesgo para la salud de los trabajadores y molestia para el público. Elaborado por Alan Bell y aprobado por la OMS (biblioteca central Unan-Managua)



- Informe final de seminario de graduación para optar al título de licenciado en derecho. Tema Derecho Ambiental, elaborado por Juan Parajon, María Sevilla. (biblioteca central Unan-Managua)
- Tesis monografía para optar al título de doctor en medicina y cirugía. Tema Trastornos auditivos y exposición a ruido en el lugar de trabajo: un estudio comparativo entre mineros de pequeña escala y no mineros de santo domingo chontales, enero – mayo 2007.
- Blog ambiental de la señora Doraldina Zeledón Úbeda ambientalista y abogada especialista en derecho ambiental.

### Web grafía

- <http://www.ehu.es/acustica/espanol/ruido/teces/teces.html>
- <http://m.laprensa.com.ni/ambito/72739>
- <http://www.vidasostenible.org/local/local2.asp?id=110>
- [http://www.ehowenespanol.com/calcular-nivel-ruido-como\\_323419/](http://www.ehowenespanol.com/calcular-nivel-ruido-como_323419/)



## 8 ANEXOS

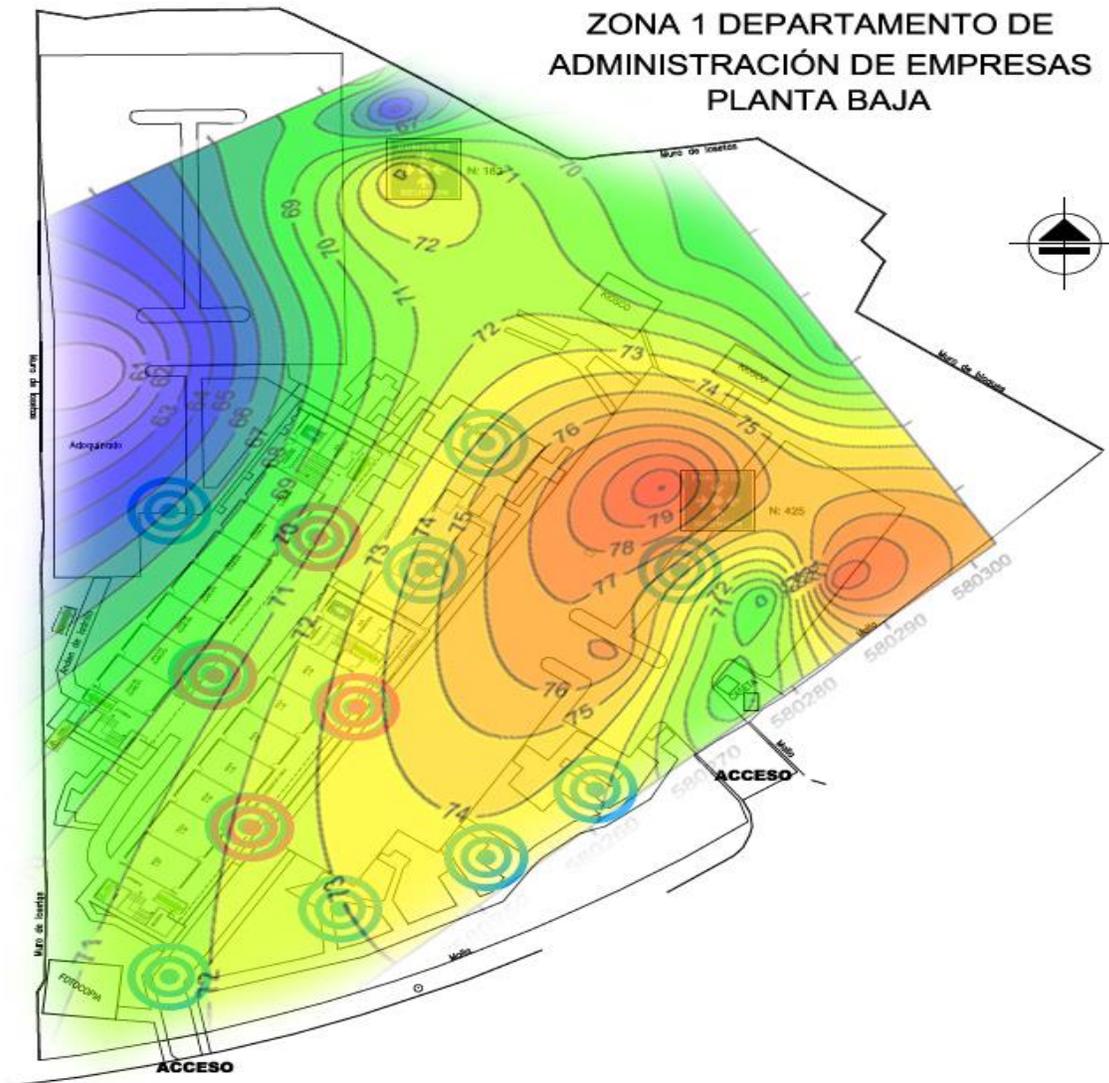
### 8.1 Análisis del mapa de ruido

Zona 1: en esta zona se establecieron 15 puntos de medición, en donde los ruidos promedios se encuentran desde los 82dB hasta los 62dB en horas pico.

- Del punto 1 al 4 el análisis que se determinó, es que se encuentran sobre el borde del recinto y por ende donde se encuentran la mayor concentración de ruido, en donde se generan ruidos desde los 82dB hasta los 72dB.
- Del punto 5 al 9 el análisis que se determinó, es que estos puntos pertenecen al grupo del primer pabellón de este recinto, el cual es el lugar de estudio en donde más afectación se recibe por las emisiones de ruido, en esta parte los ruidos van desde los 75dB hasta los 72dB.
- Del punto 10 al 14 el análisis que se determinó, es que, los puntos se encuentran en el segundo pabellón y tanto en los punto de arriba como de abajo, hay una retención de sonido por parte del primer pabellón, lo cual reduce la intensidad hasta en 5dB, quedando esta parte con decibeles que van desde los 70dB hasta los 68dB.
- El punto número 15 se encuentra en la parte posterior del recinto antes parqueo y debido a que está rodeado por árboles y los 2 pabellones, podemos decir que esta es la zona menos ruidosa de este recinto, lo que no quiere decir que sea el área optima en donde se puede impartir o recibir clase, en este punto la cantidad de ruido encontrado fue de 62dB



Puntos limítrofes de la zona 1 Administración de empresas:



Anexos I. Mapa de ruido de la zona 1

Al norte: mercado oriental tiendas al por mayor.



Al sur: hacia la zona 2 contabilidades y carretera hacia el gancho de camino.

Al este: tiendas de comercio y la estación 4 de la policía nacional.

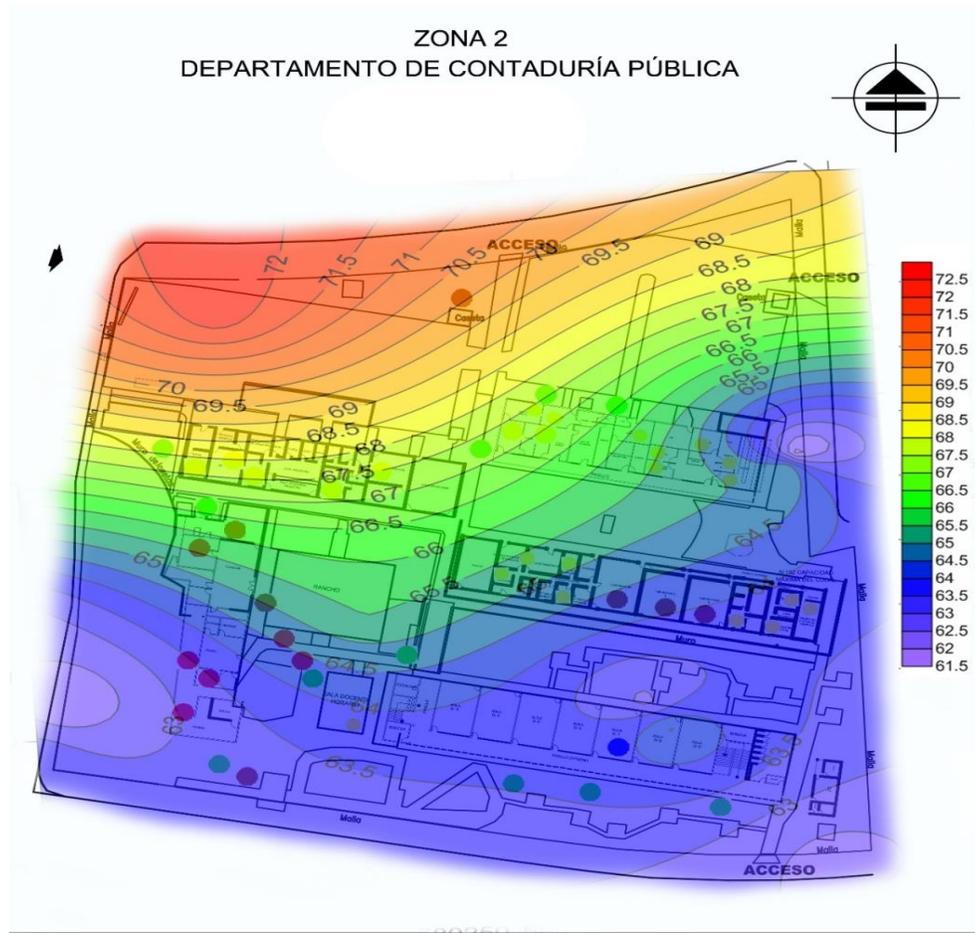
Al oeste: tiendas de comercio.

Zona 2: en esta zona se establecieron 15 puntos de medición, en donde los ruidos promedios se encuentran desde los 86dB hasta los 63dB en horas pico.

- Del punto 1 al 4 el análisis que se determinó, es que se encuentran sobre el borde del recinto y por ende donde se encuentran la mayor concentración de ruido, en donde se generan ruidos desde los 86dB hasta los 80dB.
- Del punto 5 al 7 el análisis que se determinó, es que estos puntos pertenecen al grupo que se encuentra entre la caja del recinto y el área de los laboratorios de computación, aquí hay un atajo que evita pasar por el ruidoso gancho de camino el cual genera inconformidad entre los transportistas cuando este se encuentra colapsado y el sistema de transporte no avanza de forma fluida, en esta parte los ruidos van desde los 71dB hasta los 65dB.
- Del punto 8 al 11 el análisis que se determinó, es que, los puntos se encuentran entre el segundo y el tercer pabellón que va a dar con la calle de entrada de emergencias del Hospital Bautista tanto en los punto de arriba como de abajo, quedando esta parte con decibeles que van desde los 68dB hasta los 63dB.
- Del punto 12 al 15 el análisis que se determinó, es que, los puntos se encuentran en el área de servicios generales y el rancho de contabilidad en el cual los trabajadores manejan herramientas livianas pero que generan una gran cantidad de ruido tanto para



ellos como para los estudiantes de este recinto, quedando esta parte con decibeles que van desde los 86dB hasta los 75dB.



Anexos 2. Mapa de ruido de la zona 2

Mapa de ruido de la zona 2 calle principal hacia el gnacho de camino y calle de entrada de emergencia del "Hospital Bautista"

Puntos limítrofes de la zona 2 Administración de empresas:



Al norte: hacia la zona 1 administración, carretera hacia el gancho de camino y el comercio.

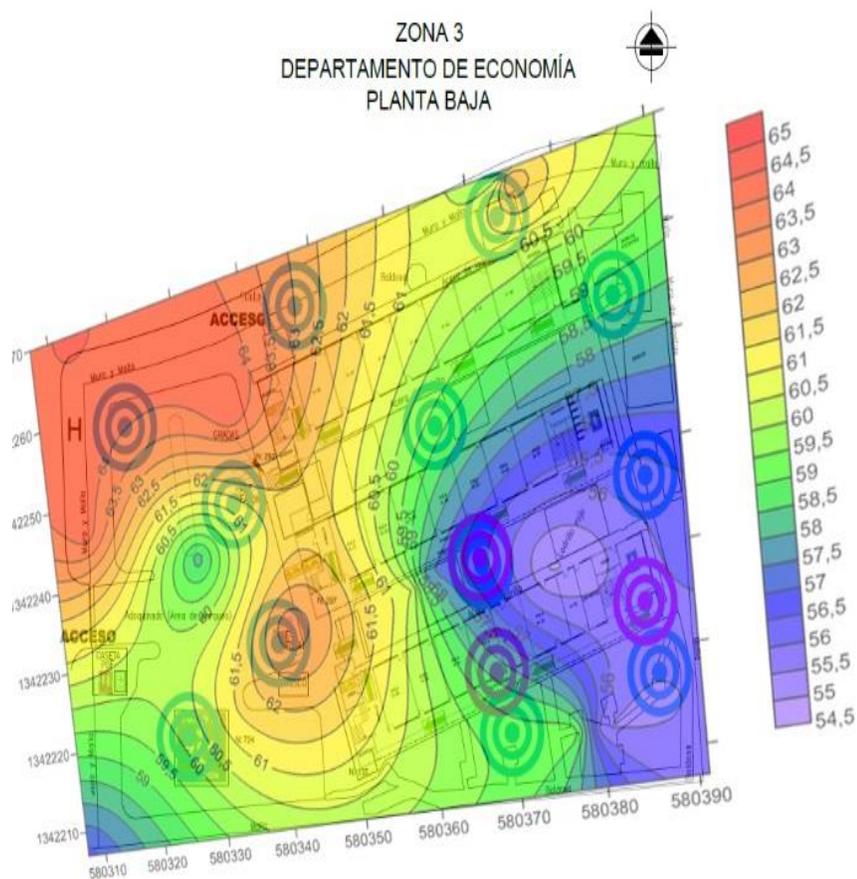
Al sur: carretera alterna los semáforos hacia el gancho de camino y el hospital Bautista.

Al este: tiendas de comercio.

Al oeste: viviendas aledañas al recinto y zona 4 auditorio

Zona 3: en esta zona se establecieron 16 puntos de medición, en donde los ruidos promedios se encuentran desde los 65dB hasta los 54dB en horas pico.

- Del punto 1 al 3 el análisis que se determinó, es que, estos puntos se encuentran en la parte noroeste, sobre la entrada principal de la zona de emergencias del Hospital Bautista y es donde se encuentran la mayor concentración de ruido, en donde se generan ruidos desde los 65dB hasta los 62dB.
- Del punto 4 al 8 el análisis que se determinó, es que estos puntos pertenecen al grupo que se encuentra entre el final del pabellón 1 hasta llegar a la parte suroeste del parqueo, en esta parte los ruidos van desde los 63dB hasta los 60dB.
- Del punto 9 al 15 el análisis que se determinó, es que, los puntos se encuentran entre el segundo y el tercer pabellón de esta zona, son los más bajos de este recinto universitario pero no quiere decir que estén dentro del límite permisible para laboral o impartir clases, quedando esta parte con decibeles que van desde los 58dB hasta los 54dB.



*Anexos 3. Mapa de ruido de la zona 3*

Puntos limítrofes de la zona 3 Banca y finanzas:

Al norte: carretera alterna los semáforos hacia el gancho de camino y canchas de fútbol y basquetbol del RUCFA.

Al sur: CDI Melania Morales.

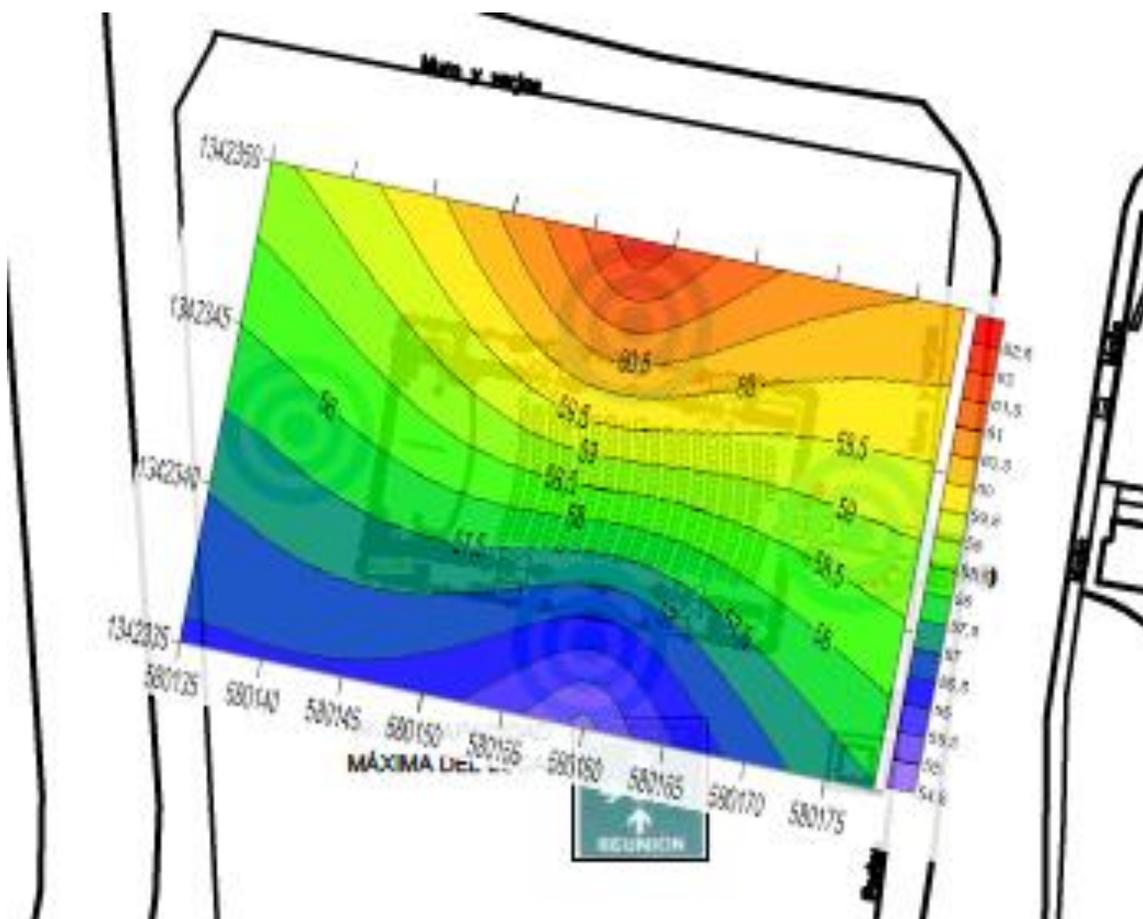
Al este: Barrio Francisco Meza.

Al oeste: Entrada de emergencia del Hospital Bautista.



Zona 4: en esta zona se establecieron 4 puntos de medición, en donde los ruidos promedios se encuentran desde los 82dB hasta los 57dB en horas pico.

- Del punto 1 al 4 el análisis que se determinó, es que, estos puntos se encuentran contiguo al Ministerio de Minas (MEM) y la pista principal hacia el gancho de caminos, aquí la afectación del ruido no es mucha ya que el auditorio cuenta con un sistema cerrado que evita la penetración de ruido dentro del local, en esta zona se generan ruidos desde los 82dB hasta los 57dB.



*Anexos 4. Mapa de ruido de la zona 4*

Puntos limítrofes de la zona 4 Auditorio ("Francisco Meza"):

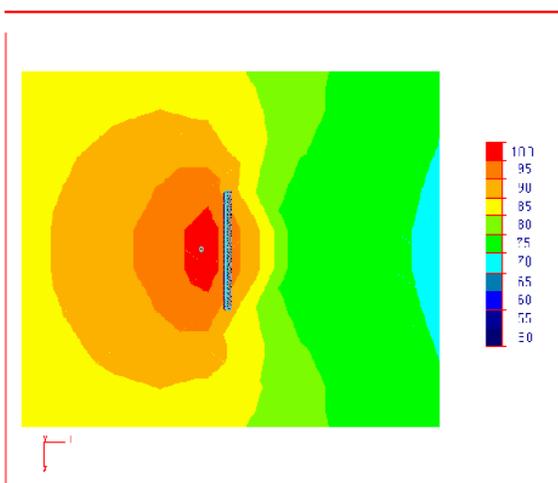
Al norte: carretera alterna los semáforos hacia el gancho de camino y comercio.

Al sur: Barrio Francisco Meza.

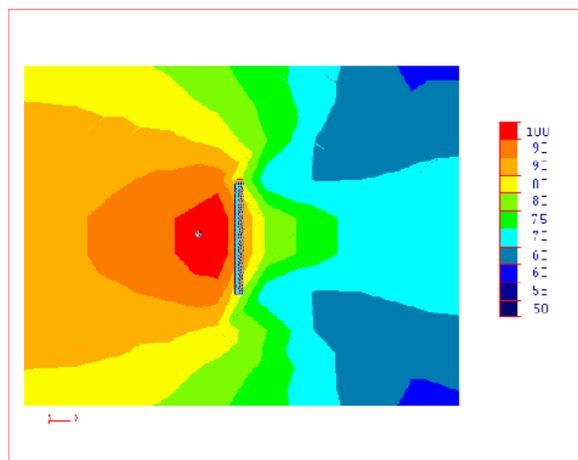
Al este: Barrio Francisco Meza.

Al oeste: Ministerio de Energía y Minas (MEM).

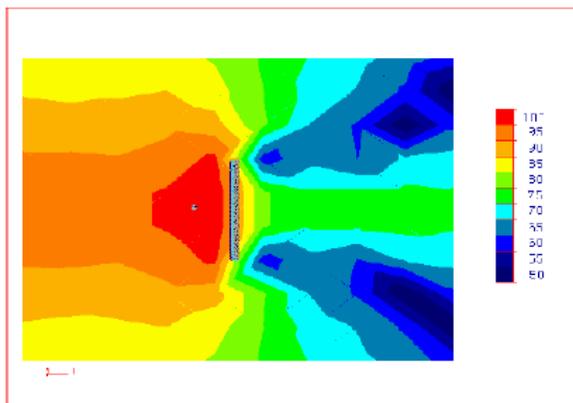
Las siguientes imágenes muestran cálculos reales correspondientes al corte Vertical de una barrera de 12 metros de largo según Eco Plak, Principios de barreras acústicas.



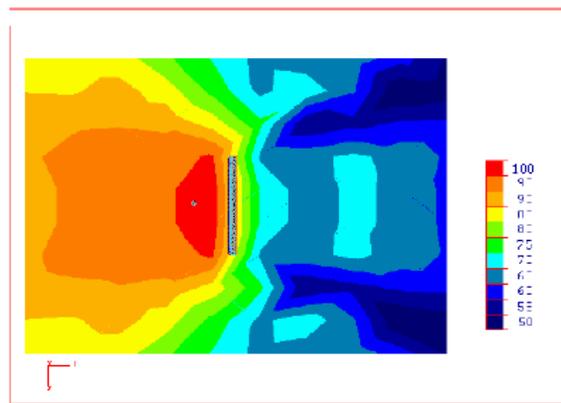
Anexos 5. Efecto para barrera de muy baja frecuencia



Efecto para barreras de frecuencias medias bajas



Anexos 6. Efecto de una barrera de frecuencias medias altas



Efecto con barreras con absorción para altas frecuencias



A continuación se presentan las preguntas aplicadas en la encuesta a los estudiantes del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador:



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**

**UNAN – Managua**

**Facultad de Ciencias e Ingenierías**

**Departamento de Tecnología**

**Ingeniería Industrial y de Sistemas**

**Encuesta en el Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador sobre la percepción de ruido, con la finalidad de conocer la opinión que tiene la población estudiantil que es la que se ve más afectada debido a las emisiones sonoras que afectan tanto la salud como el nivel de aprendizaje.**

**A continuación se le presenta una serie de ítems marque con una X la respuesta que considere conveniente. Las preguntas 1, 2,8 son de necesaria respuesta para docentes, las demás contéstelas normalmente**

1- Marca con una X, a qué departamento usted recibe clases:

- Administración de empresas       Contabilidad pública y finanzas  
 Economía

2- Indique el turno en que turno recibe clases:

- Matutino       Vespertino       Nocturno       Sabatino  
 Otros.

3- Considera apropiado el entorno donde usted estudia:



Si

No

4- Como percibe el nivel de ruido en el entorno donde realiza sus actividades:

Adecuado       Moderado       Elevado       Perturbador

5- Se ha visto afectado de salud en algún momento debido al ruido

Si

No

6- Le afectado el ruido en sus actividades académicas

Si

No

7- Su desempeño estudiantil se ha visto afectado

Si

No

8- Cuando usted recibe clases; considera que el ruido es un gran elemento distractor

Si

No

9- Está de acuerdo con que el recinto se traslade de lugar en un futuro

Si

No

*Anexos 7. Encuesta realizada a los estudiantes del RUCFA*



**Tabla 8.1.** Tabla sobre análisis FODA del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador

<b>Análisis FODA</b>	<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Consta con el personal calificado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Carencia de importancia de las emisiones sonoras dentro del recinto.</li><li>• No se implementas las propuestas de los pasantes.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Existen comités y brigadas preventivas</li><li>• Estudios en este recinto de pasantes que proponen mejoras.</li></ul>	
	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cuenta con las señalizaciones</li><li>• Involucramiento de la comunidad estudiantil</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mala ubicación del centro de estudio.</li><li>• Ruido debido a actividades internas y externas del recinto.</li></ul>	

*Fuente: Propia*



## Fotografías de los puntos de medición:



*Anexos 8. Área de administración (frente a la calle principal del gancho de camino)*



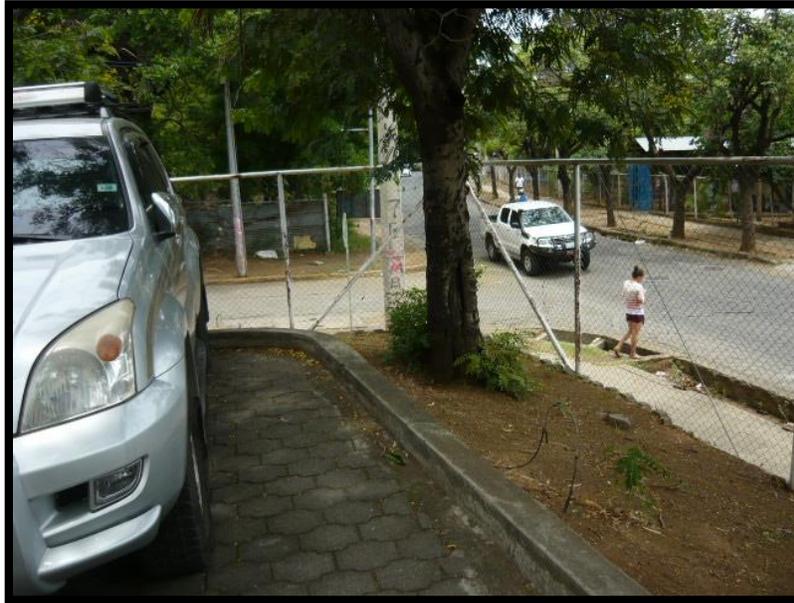
*Anexos 9. Zona de Contabilidad (Área de intendencia, donde se realizan trabajos causantes de ruidos internos)*



*Anexos 10. Contabilidad (Portón frente a calle principal del gancho de camino)*



*Anexos 11. Zona de Economía (Las aulas de clases frente a la calle donde circulan vehículos)*



*Anexos 12. Zona de Economía (parqueo)*



*Anexos 13. Equipo de medición SONOMETRO TENMARS*



*Anexos 14. Calibrador de Sonido ST-120*