

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

Escuela de Posgrado

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN  
AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL  
DURANTE LA JORNADA SEMANAL EN LAS  
CANTERAS DEL RÍO SECO DEL SECTOR  
ARUNTA-TACNA, AÑO 2020**

**TESIS**

PRESENTADA POR:

**MIGUEL ANGEL LAQUIHUANACO CHIARELLA**

Para optar el Grado Académico de:

**MAESTRO EN CIENCIAS (*MAGISTER SCIENTIAE*) CON MENCIÓN  
EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**TACNA – PERÚ**

2024

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**


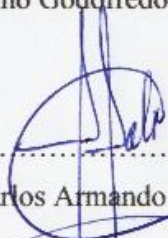
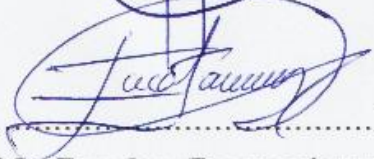
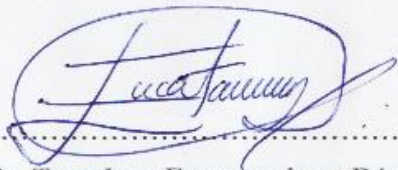
**Escuela de Posgrado**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL Y**

**DESARROLLO SOSTENIBLE**

**ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL  
DURANTE LA JORNADA SEMANAL EN LAS  
CANTERAS DEL RÍO SECO DEL SECTOR  
ARUNTA-TACNA, AÑO 2020**

Tesis sustentada y aprobada el 11 de diciembre del 2023; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE	:	 ..... Dr. Avelino Godofredo Pari Pinto
SECRETARIO	:	 ..... M.Sc. Carlos Armando Polo Bravo
MIEMBRO	:	 ..... M.Sc. Tany Jony Encomenderos Dávalos
ASESOR	:	 ..... M.Sc. Tany Jony Encomenderos Dávalos

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **TANY JONY ENCOMENDEROS DÁVILA**, en mi condición de asesor acreditado de la tesis titulada: **ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL DURANTE LA JORNADA SEMANAL EN LAS CANTERAS DEL RÍO SECO DEL SECTOR ARUNTA-TACNA, AÑO 2020**; presentado por:  
Egresado: MIGUEL ANGEL LAQUIHUANACO CHIARELLA

Para optar el Grado Académico de: **MAESTRO EN CIENCIAS (MAGISTER SCIENTIAE) CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual Turnitin, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 6%, con Identificación de reporte de similitud: **oid:23228:287333294**. Por lo que **CERTIFICO LA SIMILITUD** de la tesis, la cual está de acuerdo al nivel PERMITIDO, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del Título de Maestro en Ciencias.



Mg. TANY ENCOMENDEROS DÁVALOS  
Ingeniero Químico, CIP 34778  
Diplomado SSOMA, ESPG UNKI, TEC-012-09-15  
Prof. Certificate SIX SIGMA 08, CENTRUM PUCP, TED-15

DNI: 00518146

Nombres y apellidos: Tany Jony Encomenderos Dávalos



## **DEDICATORIA**

A mi madre Victoria Chiarella Lagos, por su invaluable apoyo y sacrificio durante mi formación universitaria y profesional.

Y, a mis hijos Luis Ángel, Luis Ángel Miguel y Jesús Ángel, porque de ellos seré el ejemplo.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis Profesores de la Escuela de Posgrado de la UNJBG – Tacna, por los conocimientos para mi desarrollo profesional, a mi Asesor de tesis por darme la confianza para la sustentación y sus consejos y por supuesto, a Dios, el que me permitió plasmar en este trabajo y me iluminará en el logro de más hitos en mi vida.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1. Descripción del problema .....	2
1.1.1. Antecedentes del problema .....	2
1.1.2. Problemática de la investigación.....	3
1.2. Formulación del problema .....	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos .....	5
1.3. Justificación e importancia.....	5
1.4. Alcances y limitaciones .....	6
1.5. Objetivos de investigación .....	6
1.5.1. Objetivo general .....	6
1.5.2. Objetivos específicos .....	6
1.6. Hipótesis.....	7
1.6.1. Hipótesis principal .....	7
1.6.2. Hipótesis específicas .....	7

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. Antecedentes del estudio.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	9
2.1.3. Antecedentes locales .....	10
2.2. Bases teóricas.....	11
2.2.1. Sonometría y ruido.....	11
2.2.2. Canteras.....	13
2.3. Definición de términos.....	16
2.3.1. Agregados .....	16
2.3.2. Cantera .....	16
2.3.3. Capacidad de Proceso .....	17
2.3.4. Contaminación .....	17
2.3.5. Curva de ponderación A .....	17
2.3.6. Desviación estándar .....	17
2.3.7. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido.....	17
2.3.8. Evaluación de riesgos.....	17
2.3.9. Límite máximo permisible (LMP) .....	18
2.3.10. Línea base .....	18
2.3.11. Materiales y residuos peligrosos .....	18
2.3.12. Medición de ruido .....	18
2.3.13. Monitoreo.....	19
2.3.14. Niveles de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A ( $L_{Aeq}$ ) ....	19
2.3.15. Población potencialmente expuesta .....	19
2.3.16. Relación causa-efecto .....	19
2.3.17. Riesgo ambiental.....	20

2.3.18. Ruido	20
2.3.19. Ruta de Exposición .....	20
2.3.20. Vía de exposición.....	20
2.3.21. Zona de riesgo .....	21
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO .....	22
3.1. Caracterización o tipo del diseño de investigación .....	22
3.2. Población y/o muestra de estudio.....	23
3.3. Operacionalización de variables .....	23
3.3.1. Identificación de la variable independiente .....	23
3.3.2. Identificación de la variable dependiente.....	24
3.3.3. Caracterización de variables .....	24
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	25
3.5. Procesamiento y análisis estadístico de datos .....	26
CAPÍTULO IV RESULTADOS .....	27
4.1. Estadística inferencial de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal.....	27
4.1.1. Prueba de hipótesis con el método de Tukey .....	28
4.1.2. Prueba de hipótesis con el método LSD de Fisher.....	29
4.1.3. Prueba de hipótesis con el método de Dunnett .....	30
4.2. Distribución de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal .....	31
4.2.1. Distribución de ruido ambiental a 80 metros de la cantera.....	31
4.2.2. Distribución de ruido ambiental a 60 metros de la cantera.....	35
4.2.3. Distribución de ruido ambiental a 40 metros de la cantera.....	38

4.3.	Variabilidad homogénea de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal.....	42
4.3.1.	Variabilidad homogénea de ruido ambiental a 80 metros de la cantera .....	42
4.3.2.	Variabilidad homogénea de ruido ambiental a 60 metros de la cantera .....	43
4.3.3.	Variabilidad homogénea de ruido ambiental a 40 metros de la cantera .....	44
4.4.	Control de la estabilidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal.....	45
4.4.1.	Control de la estabilidad de ruido ambiental a 80 metros de la cantera.....	45
4.4.2.	Control de la estabilidad de ruido ambiental a 60 metros de la cantera.....	48
4.4.3.	Control de la estabilidad de ruido ambiental a 40 metros de la cantera.....	50
4.5.	Capacidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal .....	53
4.5.1.	Control de la capacidad de ruido ambiental a 80 metros de la cantera.....	53
4.5.2.	Control de la capacidad de ruido ambiental a 60 metros de la cantera.....	56
4.5.3.	Control de la capacidad de ruido ambiental a 40 metros de la cantera.....	59
	DISCUSIONES .....	62
5.1.	Análisis de la estadística inferencial de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal.....	62
5.2.	Análisis de la distribución de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal.....	63
5.3.	Análisis de la variabilidad homogénea de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal.....	66
5.4.	Análisis del control de la estabilidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal.....	66
5.5.	Análisis de la capacidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal.....	67

CONCLUSIONES .....	70
RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73
ANEXOS.....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Clases de canteras .....	13
<b>Tabla 2</b>	Productos de la explotación de canteras .....	15
<b>Tabla 3</b>	Análisis de Varianza .....	27
<b>Tabla 4</b>	Resumen del modelo.....	27
<b>Tabla 5</b>	Día semana N Media Desv. Est. IC de 95% .....	28
<b>Tabla 6</b>	Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%.....	28
<b>Tabla 7</b>	Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.....	29
<b>Tabla 8</b>	Agrupar información utilizando el método de Dunnett y una confianza de 95%.....	30
<b>Tabla 9</b>	Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar ....	43
<b>Tabla 10</b>	Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar ..	44
<b>Tabla 11</b>	Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar ..	45
<b>Tabla 13</b>	Pruebas de normalidad de ruido ambiental en los 5 días de la semana .....	64
<b>Tabla 14</b>	Pruebas de normalidad de ruido por día de la semana.....	65
<b>Tabla 15</b>	Consolidado de índice de Taguchi y capacidad de proceso real.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Mapa de ubicación de la cantera de río Seco – Sector Arunta, Tacna .....	3
<b>Figura 2</b>	Vista de la cantera de río Seco – Sector Arunta, Tacna .....	4
<b>Figura 3</b>	Sonómetro y dosímetro de ruido .....	19
<b>Figura 4</b>	Diseño de investigación tipo experimental y causal.....	23
<b>Figura 5</b>	Prueba de Tukey de Ruido ambiental a distancia de 40 m.....	28
<b>Figura 6</b>	Prueba de Fisher de Ruido ambiental a distancia de 40 m.....	29
<b>Figura 7</b>	Prueba de Dunnett de Ruido ambiental a distancia de 40 m.....	30
<b>Figura 8</b>	Perfil de Ruido ambiental durante la semana a distancia de 40 m.....	31
<b>Figura 9</b>	Prueba de normalidad de Anderson-Darling a distancia de 80 m.....	31
<b>Figura 10</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner a distancia de 80 m.....	32
<b>Figura 11</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner – Lunes a distancia de 80 m.....	32
<b>Figura 12</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner – Martes a distancia de 80 m.....	33
<b>Figura 13</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner – Miércoles a distancia de 80 m.....	33
<b>Figura 14</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner – Jueves a distancia de 80 m.....	34
<b>Figura 15</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner – Viernes a distancia de 80 m.....	34
<b>Figura 16</b>	Prueba de normalidad de Anderson-Darling a distancia de 60 m.....	35
<b>Figura 17</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner a distancia de 60 m.....	35
<b>Figura 18</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Lunes a distancia de 60 m.....	36
<b>Figura 19</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner-Martes a distancia de 60 m.....	36
<b>Figura 20</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Miércoles a distancia de 60 m.....	37
<b>Figura 21</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Jueves a distancia de 60 m.....	37
<b>Figura 22</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Viernes a distancia de 60 m.....	38
<b>Figura 23</b>	Prueba de normalidad de Anderson-Darling a distancia de 40 m.....	38
<b>Figura 24</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner a distancia de 40 m.....	39
<b>Figura 25</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Lunes a distancia de 40 m.....	39
<b>Figura 26</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Martes a distancia de 40 m.....	40
<b>Figura 27</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Miércoles a distancia de 40 m.....	40
<b>Figura 28</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Jueves a distancia de 40 m.....	41

<b>Figura 29</b>	Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Viernes a distancia de 40 m .....	41
<b>Figura 30</b>	Prueba de variabilidad homogénea a distancia de 80 m.....	42
<b>Figura 31</b>	Prueba de variabilidad homogénea a distancia de 60 m.....	43
<b>Figura 32</b>	Prueba de variabilidad homogénea a distancia de 40 m.....	44
<b>Figura 33</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Lunes a distancia de 80 m ..	45
<b>Figura 34</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Martes a distancia de 80 m ..	46
<b>Figura 35</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Miércoles a distancia de 80 m .....	46
<b>Figura 36</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Jueves a distancia de 80 m ..	47
<b>Figura 37</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Viernes a distancia de 80 m.	47
<b>Figura 38</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Lunes a distancia de 60 m ...	48
<b>Figura 39</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Martes a distancia de 60 m ..	48
<b>Figura 40</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Miércoles a distancia de 60 m .....	49
<b>Figura 41</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Jueves a distancia de 60 m ..	49
<b>Figura 42</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Viernes a distancia de 60 m.	50
<b>Figura 43</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Lunes a distancia de 40 m ...	50
<b>Figura 44</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Martes a distancia de 40 m ..	51
<b>Figura 45</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Miércoles a distancia de 40 m .....	51
<b>Figura 46</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Jueves a distancia de 40 m ..	52
<b>Figura 47</b>	Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Viernes a distancia de 40 m.	52
<b>Figura 48</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental a distancia de 80 m.....	53
<b>Figura 49</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Lunes a distancia de 80 m.....	53
<b>Figura 50</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Martes a distancia de 80 m ...	54
<b>Figura 51</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Miércoles a distancia de 80 m .....	54
<b>Figura 52</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Jueves a distancia de 80 m....	55
<b>Figura 53</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Viernes a distancia de 80 m ..	55
<b>Figura 54</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental a distancia de 60 m.....	56
<b>Figura 55</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Lunes a distancia de 60 m.....	56
<b>Figura 56</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Martes a distancia de 60 m ...	57

<b>Figura 57</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Miércoles a distancia de 60 m .....	57
<b>Figura 58</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Jueves a distancia de 60 m....	58
<b>Figura 59</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Viernes a distancia de 60 m..	58
<b>Figura 60</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Viernes a distancia de 40 m..	59
<b>Figura 61</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Lunes a distancia de 40 m.....	59
<b>Figura 62</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Martes a distancia de 40 m ...	60
<b>Figura 63</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Miércoles a distancia de 40 m .....	60
<b>Figura 64</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Jueves a distancia de 40 m....	61
<b>Figura 65</b>	Control de la capacidad de Ruido ambiental-Viernes a distancia de 40 m..	61

## RESUMEN

En la actualidad, los consumidores de materia prima requieren grandes cantidades de productos, lo que conlleva que las industrias modernas generen una elevada cantidad de ruido es por el cual el objetivo de este trabajo de investigación es analizar los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta en el distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa. Su importancia radica en el control y adecuación de la contaminación acústica en tales canteras, así como las recomendaciones para la mitigación y preparación de los beneficiarios de tal zona minera. Los resultados de análisis del objetivo general de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal, confirman que no existen diferencias significativas entre las medias, los días lunes, martes y viernes. Con un tamaño de muestra de 50 datos de niveles de ruido, los resultados de los análisis de distribución con el método de Anderson y Ryan indican que es normal; de la variabilidad homogénea con el método de Barlett reportan que no existe diferencia significativa entre las varianzas; del control con el método de Shewhart muestra que es estable y, de la capacidad exponen que no hay calidad de ruido ambiental.

**Palabras clave:** *ruido, cantera, ambiental y minero.*

## **ABSTRACT**

Currently, consumers of raw materials require large quantities of products, which means that modern industries generate a high amount of noise, which is why the objective of this research work is to analyze the levels of environmental noise during the weekday in the quarries of the Seco River in the Arunta sector in the district of Gregorio Albarracín Lanchipa. Its importance lies in the control and adaptation of noise pollution in such quarries, as well as the recommendations for the mitigation and preparation of the beneficiaries of such mining area. The results of the analysis of the general objective of environmental noise levels during the weekday, confirm that there are no significant differences between the means, on Monday, Tuesday and Friday. With a sample size of 50 noise level data, the results of the distribution analysis using the Anderson and Ryan method indicate that it is normal; of the homogeneous variability with the Barlett method, they report that there is no significant difference between the variances; of the control with the Shewhart method shows that it is stable and, of the capacity, they expose that there is no quality of environmental noise.

**Keywords:** *noise, quarry, environmental and mining*

## INTRODUCCIÓN

En el Perú, la explotación de la minería no metálica, y específicamente de las canteras, ha venido ampliándose marcadamente con los reclamos y más la exigencia del sector construcción y vivienda, donde el uso de equipos de línea amarilla ha generado impactos ambientales por contaminación de la atmósfera, agua y suelo.

Es así, como en el proceso de uso de los filones, el ruido ambiental y ocupacional es uno de los principales contaminantes del entorno y de la salud de los colaboradores, así como de la población aledaña a dichos centros de producción no metálica.

En el caso de las canteras de Tacna, la importancia del riesgo ambiental se ha incrementado debido a la ampliación de los factores de riesgos, entre los cuales están la cantidad de materia prima, la vulnerabilidad, la exposición, así como la reducción de la capacidad de afrontamiento de parte del gobierno regional y local.

Esta investigación tiene como finalidad mostrar los resultados y las conclusiones obtenidos de un estudio de caso que permite exponer los valores y efectos del ruido o Niveles de Presión Sonora (NPS), durante una semana de operaciones, y así, poder sugerir las acciones correctivas.

Este trabajo está estructurado en cinco capítulos. El primero comprende el planteamiento del problema de investigación. Los fundamentos del ruido ambiental se desarrollan en el segundo Capítulo. El marco filosófico y metodológico se describen en el tercer y cuarto Capítulo, mientras que en el quinto Capítulo se exponen los resultados.

Finalmente, el análisis y discusión de los resultados se realizan en el sexto Capítulo.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

##### **1.1.1. Antecedentes del problema**

En la región Tacna, el desarrollo de los procesos mineros no metálicos en las canteras se ha intensificado a partir de las Regalías del Canon minero, por el incremento de la demanda de nuevas obras de construcción y edificaciones, por efecto del aumento poblacional urbano.

Las canteras del árido Arunta, ubicadas en la zona Sur – Este de la región Tacna, en el distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, denominado Cono Sur, vienen siendo explotadas desde el año 2000, donde según el estudio de Ávila (2012), existe la degradación del paisaje natural con efecto negativo en el hábitat de las especies que lo habitan, el ambiente y las familias, por el polvo excesivo, la erosión del suelo y el ruido ambiental.

Además, hay antecedentes que, la fiscalía especializada en prevención del delito y materia ambiental de Tacna, ha investigado y encontrado presuntas infracciones de minería ilegal, en agravio del Estado, así como el tráfico de equipos de línea amarilla, tales como cargadores frontales, volquetes y zarandas vibratorias, destinados al acarreo, clasificación, transporte y comercialización de agregados, tales como hormigón, grava y arena.

## Figura 1

*Mapa de ubicación de la cantera de río Seco – Sector Arunta, Tacna*



*Fuente: Google Map. 2020*

### 1.1.2. Problemática de la investigación

En el río Seco del sector Arunta del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Provincia de Tacna, se viene ejecutando la explotación de la Cantera, con el tipo rajo abierto, con el objetivo de extraer y aprovechar los agregados no metálicos utilizados en la construcción y edificación.

Este tipo de minería no metálica se caracteriza porque implica altos riesgos e impactos al entorno, ya que la mayoría de las empresas que explotan estos agregados, no proporcionan el seguimiento a sus procesos, actividades y tareas, incluyendo el análisis, evaluación y control de la contaminación acústica o sonora. De aquí la necesidad de realizar investigación a los niveles de ruido ambiental en estas importantes Canteras de Tacna.

En el caso de los altos niveles de ruido que son creados por diversos activos, tales como herramientas manuales, compresoras, equipos portátiles y máquinas de línea amarilla (cargadores frontales y volquetes), usados en la carga, descarga y transporte de agregados, y que sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de ruido. El problema es la contaminación acústica a la población del sector de Arunta en el cono sur

de Tacna, así como la probable enfermedad ocupacional denominada sordera o hipoacusia laboral, debido a la frecuencia a tales presiones sonoras anormales, según la tabla tiempo de permanencia y nivel de sonido de la Norma G.050 y la Resolución Ministerial R.M N° 227-2013-MINAM.

## **Figura 2**

*Vista de la cantera de río Seco – Sector Arunta, Tacna*



*Fuente:* Tomada en la misma zona de estudio. 2020

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera se puede analizar los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna?

### **1.2.2. Problemas específicos**

a) ¿Cómo se puede determinar la distribución de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna?

b) ¿Cómo se puede determinar la variabilidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna?

c) ¿Cómo se puede determinar la estabilidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna?

d) ¿Cómo se puede establecer la capacidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras de río Seco del sector Arunta-Tacna?

### **1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

En el distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de la región Tacna, los factores de riesgo ambiental, así como son los altos niveles de presión sonora, se han venido incrementando por la explotación desmedida de las Canteras y por las siguientes causas:

La debilidad en la aplicación del marco legal y normativo, o las limitaciones en la capacidad técnica y económica de las empresas.

La informalidad de la pequeña minería no metálica que no realiza ningún tipo de respeto al entorno.

Las limitaciones de las autoridades ambientales, tales como OEFA, gobiernos regionales y municipales, que no cumplen sus funciones de vigilancia ambiental.

Además, aún no se ha ejecutado la recuperación morfológica y ambiental de los espacios intervenidos en las Canteras de esa zona.

Por la rentabilidad social y económica de estos proyectos que han sido considerados como insumos para las obras de desarrollo de infraestructura en las regiones y mejora de la calidad de vida de los pobladores.

Este trabajo es trascendental porque hasta la fecha no se han evaluado los riesgos ambientales en estas Canteras, siendo el ruido el más significativo.

Finalmente, su importancia está en determinar el control y adecuación de la contaminación acústica en tales Canteras, así como las recomendaciones para la mitigación y preparación de los beneficiarios de tal zona minera.

#### **1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES**

Poca información secundaria en el sector competente, instituciones públicas, tales como la Dirección Regional de Minería de Tacna, OSINERGMIN, MINAM, OEFA, etc.

Poco acceso para el levantamiento de información primaria, debido a la represalia de los empresarios informales.

Alto costo y tiempo para obtener esta información de campo, por la disponibilidad de Monitor ambiental, alquiler y calibración de los equipos de monitoreo, tales como son los sonómetros.

#### **1.5. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

##### **1.5.1. Objetivo general**

Analizar los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.

##### **1.5.2. Objetivos específicos**

a) Determinar la distribución de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.

b) Determinar la variabilidad homogénea de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.

c) Determinar el control de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.

d) Establecer la capacidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras de río Seco del sector Arunta-Tacna.

## **1.6. HIPÓTESIS**

### **1.6.1. Hipótesis principal**

Existen diferencias significativas en los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

a) Existe una distribución estadística normal durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.

b) No existen diferencias significativas entre las varianzas de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.

c) Se tiene un buen control de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.

d) Hay una adecuada capacidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO**

Para desarrollar los datos referenciales de este trabajo se ha tomado como sustento informaciones internacionales, nacionales y locales, recalándose que no hay mucha información sobre las Canteras del río Seco – sector Arunta en Tacna, lo que conlleva un tipo de estudio exploratorio.

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

(Coronado Páez, C.E & Mederos Bello, C.D, 2015) en su trabajo de investigación “Análisis y diagnóstico del nivel de ruido en las operaciones mineras a cielo abierto, mina El Suspiro”, en la Universidad Francisco de Paula Santander de Colombia, concluye que, los niveles de ruido en la mina se hallan en los intervalos permitidos, determinado por la norma colombiana vigente, lo que cumple los “targets” formulados en este proyecto, como son el establecimiento de las magnitudes, frecuencia y tiempo del origen de generación de ruido en las actividades mineras y de servicios. También, sugiere la métrica periódica en las diferentes actividades y el diseño de un plan holístico de mitigación y control, e implementación de cabinas de aislamiento en algunas fuentes para la reducción en el rango de 15 a 30 dB.

(García Cedeño y Mendoza Intriago, 2014) en su investigación “Los factores ambientales y su incidencia en la salud de los campesinos manabitas, afiliados al seguro social campesino. Caso Comuna Cantagallo del Cantón Jipijapa. Julio a diciembre 2013”, en la Universidad Técnica de Manabí- Ecuador, concluye que, las atmósferas ambientales son conducentes a las enfermedades usuales y de fácil transmisión, o que afecta el bienestar de la gente aledaña, especialmente a los niños, quienes son los más vulnerables.

En ese sentido, se sugiere mejorar la calidad de vida de los vecindarios de esta pequeña localidad.

(Fuentes Garrido, 2010) en la tesis “Investigación y aplicación de técnicas de control de ruido al interior de cabinas de la flota de camiones de compañía minera Cerro Colorado”, en la Universidad Austral de Chile, presenta los siguientes factores de transmisión de ruido: Malas condiciones de la cabina, mala alineación de los ejes de transmisión, hendiduras en la cabina, puertas y ventanas deterioradas con mal sello, motor con poco aislamiento, problemas de comunicación por el alto volumen de radio y mala ventilación.

(Figuroa Moreno, 2010) en su tesis “Análisis de riesgo ambiental aplicado a un establecimiento afectado por el R.R. 1254/1999”, en la Universidad Politécnica de Catalunya – España, finiquita que, falta más información..., pero se requiere profundizar con más conocimiento científico para minimizar los niveles de incertidumbre asociados con las estimaciones de efectos, exposición y actuaciones de estos contaminantes en el entorno.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

(Romero Vásquez, 2015) en la tesis de maestría “Exposición laboral al ruido de los trabajadores de una mina a tajo abierto debido a la expansión, ubicación y tipo de actividad de los operadores, en la región norte del país”, en la Universidad Nacional de Ingeniería, culminó con las siguientes conclusiones: En los operadores de Mina y Mantenimiento, hay mayor ocurrencia de exposición a muy altos niveles de ruido y críticos que en la Planta de flotación, con mayor impacto en la mina que en el área de mantención. Los operadores de trabajo manual corren el riesgo de sufrir niveles de ruido más elevados y críticos que los operadores de equipos pesados y ligeros. Sugiere que, los puestos con niveles de alto riesgo y crítico deben asociarse a un plan de vigilancia médica laboral.

(Arango Retamozo, 2012), en la tesis doctoral “Reducción de los impactos sonoros en la explotación de caliza en la mina Coimolache – Cajamarca, Perú 2011 – 2012”, desarrollada en la Universidad Nacional de Trujillo, La conclusión es que los motores de perforación de roca encapsulados coinciden en reducir el ruido en el área de perforación en un 50 %; al utilizar una carcasa de motor, los costos de compactación, carga y transporte se pueden reducir hasta en un 80 %; en los tubos de escape y admisión. El silenciador puede reducir el ruido en la última zona en un 45 %.

Finalmente, a nivel nacional (Urday Pareja, 2017) desarrolló la tesis “Lesiones auditivas inducidas por ruido encontradas en exámenes ocupacionales realizados en un centro médico de Arequipa 2011-2012”, en la Universidad Católica Santa María, donde concluye en lo siguiente: La mayoría de los colaboradores expuestos a ruido presentan daños auditivos inducidos, tales como Trauma acústico liviano, Trauma acústico evolucionado, Hipoacusia inducida por ruido liviano; así como otras enfermedades auditivas no inducidas como Hipoacusia neurosensorial y conductiva en menor razón. La lesión auditiva inducida por ruido más frecuente en colaboradores expuestos fue el Trauma acústico liviano, en un 20,42 %, seguido de la Hipoacusia por ruido liviano, en 4,23 %, con un promedio de exposición de 5,8 años.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

A nivel micro se ha identificado el trabajo de tesis de investigación de (Callire Lupaca, 2018), titulada “*Efecto de los tipos de perforadoras en el ruido ocupacional en la mina de Toquepala, año 2018*”, en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna, donde concluyó con los siguientes puntos: Las métricas de ruido tiene una distribución probabilística de Gauss o normal; las perforadoras neumáticas y las hidráulicas si difieren significativamente en el ruido ocupacional.

(Frisancho Camero, 2015), ha desarrollado la tesis de maestría “*Análisis de vulnerabilidad mediante modelamiento hidrodinámico del cauce del río Seco del cono sur de la ciudad de Tacna*”, en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, donde

concluye con lo siguiente: Causas antropométricas de deposición y emisiones de sólidos que afectan negativamente a áreas de alto riesgo, así como acciones indirectas de cambio de usos y zonificación. Imágenes satelitales georreferenciadas del área sensible identificaron fenómenos de desbordamiento y la visibilidad de los dispositivos de protección del canal construidos desde un transecto ubicado en el asintótico 0 y 400. En coordinación con la Municipalidad Distrital de Gregorio Albarracín Lanchipa, se sugiere declarar zonas intangibles en ambos márgenes del río Seco, demarcando la faja marginal.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Sonometría y ruido**

El sonido es una energía mecánica creada por una zona vibrante y se transmite a través de ciclos de compresiones y dilataciones moleculares en serie de los materiales que traspasa (Chanlett, 1973). Es decir, un foco vibrante que produce sonido tiene una salida de trabajo energético total, generando una onda de compresión sonora que aumenta alternativamente a un valor máximo y desciende a un valor mínimo o enrarecimiento. La energía sonora que sale no da unidades útiles para la métrica del sonido o ruido debido a dos razones fundamentales (EPA, 1973). Primero, se puede crear una variación enorme de energía o presión sonora. Expresando en microbar ( $\mu\text{bar}$ ), que es  $10^{-6}$  de presión de 1 atmósfera, la variación va desde 0,0002 a 10 000  $\mu\text{bar}$  para sonidos a 30 m de grandes cohetes a propulsión. Segundo, el oído no responde linealmente a los aumentos de la presión sonora. La respuesta humana obedece un modelo de respuesta logarítmico. Por ello, las métricas del sonido se expresan como el Nivel de, Por tanto, el indicador sonoro se expresa como nivel de presión sonora (NPS), que es la relación logarítmica entre la presión sonora ( $P_s$ ) y la presión de referencia ( $P_{ref}$ ), y se expresa como una unidad de energía adimensional, el decibel (dB).

El ruido puede conceptuarse como un sonido indeseable que por sus propiedades representa una molestia para los colaboradores afectados (Martínez & Moreno, 2013).

Significa que tiene un impacto negativo en el entorno y las personas, incluidos el ganado, los edificios y la tierra.

De acuerdo al procedimiento nacional de monitoreo de ruido ambiental se considera los siguientes tipos de ruido:

- **Ruido estable:** Es aquel emitido por cualquier tipo de fuente, sin presentar fluctuaciones enormes (más de 5 dB) en más de 1 min. Ejemplo: Ruido generado por una discoteca o una empresa industrial sin variaciones.
- **Ruido fluctuante:** Esto puede ocurrir con cualquier tipo de fuente de sonido y fluctuar más de 5 dB en 1 minuto. Ejemplo: En el caso de ruido constante en una discoteca, el nivel de ruido aumenta debido al rendimiento.
- **Ruido intermitente:** Este tipo de ruido ocurre durante un período de tiempo determinado y se repite durante más de 5 segundos. Por ejemplo: ruido de un compresor de aire o de una carretera con poco tráfico.
- **Ruido impulsivo:** Este es un tipo de ruido caracterizado por un único pulso corto de presión sonora. La duración del ruido del pulso suele ser inferior a 1 segundo, pero puede ser mayor. Por ejemplo, el ruido generado por un tiro, un estallido de ANFO (Nitrato de Amonio y Petróleo residual) en la mina, vuelos de aeronaves rasantes militares, campanas de iglesias, entre otras.
- **Ruido continuo.** Este ruido se exterioriza de manera ininterrumpida por más de 5 min, es decir, no muestra fluctuaciones repentinas durante su emisión. Generalmente, el ruido continuo es generado por equipos de procesos (reactores químicos, hornos, destiladores, evaporadores, etc.) o equipos auxiliares, tales como ventiladores, bombas, etc.

### 2.2.2. Canteras

De acuerdo a (Hernández, J. & Cárdenas, E., 1998), la explotación de minerales no metálicos para el sector construcción es fundamental en todo el mundo, debido a que esta actividad económica depende el avance de las obras de infraestructura que impulsan el crecimiento de un Estado. Además, coexisten diversos conceptos, entre las cuales resaltan: sistema de explotación a tajo abierto u “open pit”, donde se extraen rocas, gravas, gredas, arenas y arcillas, y son utilizados como materiales de construcción.

#### a) Clases de canteras

Según (Hernández, J. & Cárdenas, E., 1998), hay 3 clases de canteras: A tajo abierto, de materiales consolidados o no consolidados y canteras aluviales o de roca. En la tabla 1 se presenta esta clasificación.

**Tabla 1**

*Clases de canteras*

<b>Clasificación de canteras</b>	
Según el tipo de explotación	Canteras a Ciclo Abierto: En laderas, cuando la roca se arranca en la falda de un cerro. En corte, cuando la roca se extrae de cierta profundidad en el terreno. Canteras Subterráneas.
Según el material a explotar	De Materiales Consolidados o Roca. De Materiales no Consolidados como suelos, agregados, terrazas aluviales y arcillas.
Según su origen	Canteras Aluviales Cantera de Roca o peña.

*Fuente:* Hernández, J. & Cárdenas, E. (1998)

## **b) Clases de los agregados**

De acuerdo a (Hernández, J. & Cárdenas, E., 1998), la clasificación es la siguiente:

- **Por su naturaleza**

Pueden ser naturales o artificiales, siendo los primeros de uso normal; además, los agregados usados en el concreto pueden ser grueso, fino y hormigón (agregado global). El agregado grueso queda retenido en el tamiz # 4 y procede de la descomposición de las vetas, pudiendo ser piedra chancada y grava. El agregado fino es el que pasa el tamiz # 9,52 mm (3/8 plg) y queda retenido en la malla # 200, el más utilizado es la arena producto resultante de la descomposición de las rocas. El hormigón es la mezcla de arena y grava, con uso directo.

- **Por su peso específico y absorción**

El peso específico de los agregados es una propiedad física de calidad, donde los valores altos pesos son de materiales de buen comportamiento, mientras que los de baja gravedad específica corresponden a agregados absorbentes y débiles. La norma NTP 400,021 y 400,022 determinan los métodos de ensayo para predecir la gravedad específica y la absorción de los agregados gruesos y finos, respectivamente.

- **Por su densidad**

Los agregados de peso específico están entre 2,50 a 2,75 g/cm<sup>3</sup>, los agregados livianos con valores menores a 2,5 g/cm<sup>3</sup>, y los agregados pesantes son >2,75 g/cm<sup>3</sup>.

- **Por el origen, forma y textura superficial**

Debido al hábitat, los agregados tienen una forma de geometría irregular, formados por caras ovaladas y angularidades. En general, la forma de los agregados puede ser angular, sub angular, sub ovalada, ovalada, muy ovalada. Con relación a la textura superficial, pueden ser lisa, áspera, granular, vítrea y cristalina. La forma y la textura de las arenas pueden tener resultado alto en la resistencia a la flexión del concreto. También, influyen en las exigencias de agua para el concreto.

- **Por el tamaño de agregado**

De acuerdo al tamaño de los agregados para concreto se clasifican en arenas gruesas (piedras) y arenas finas.

### c) Productos de explotación de canteras

En la tabla 2 se observan los 5 productos explotables.

**Tabla 2**

*Productos de la explotación de canteras*

<b>Productos que se explotan de una cantera</b>	
Sallares o bloques	Son bloques de areniscas de gran tamaño utilizados para enchape y fachadas.
Triturados	Son los agregados más gruesos que se utilizan para la preparación de concreto reforzados y conformación de bases en la construcción de vías. Se dividen en tres clases. <ul style="list-style-type: none"><li>• De primera: utilizados en concretos y bases de vías, diámetro aproximado 2,5 cm.</li><li>• De segunda: utilizados en concretos y bases de vías, diámetro aproximado 5,0 cm.</li><li>• De tercera: utilizándose en la afirmación de pisos, diámetro aproximado 10cm.</li></ul>
Gravilla	Agregados de granulometría menor que los triturados, según su tamaño se clasifican en: <ul style="list-style-type: none"><li>• Gruesa: diámetro 1,0 – 2,5 cm. se utiliza para conformación de base y mezcla asfáltica en vías y concretos.</li><li>• Mediana: diámetro 0,7 – 1,0 cm. de igual utilización que la gruesa.</li><li>• Fina: diámetro 0,5 – 0,7 cm. se usa en ornamentación de pisos y fachadas o para concretos y asfaltos.</li></ul>
Arena	Es el agregado más utilizado en la construcción, sus usos más frecuentes son para morteros de cemento, pañetes, concretos simples y armados, bases de pisos, llenante en la construcción de vías y preparación de asfaltos; se clasifican en tres tipos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Arenas naturales: son las extraídas de depósitos geológicos naturales.</li><li>• Arenas de degrado: son las que se extraen de ríos, lagos o mares.</li><li>• Arenas de trituración: son las resultantes del proceso de trituración de los agregados gruesos.</li></ul>
Piedras de enchape	Son rocas ornamentales, existen tres tipos, chapa, laja y esterilla.

*Fuente:* Hernández, J. & Cárdenas, E. (1998)

#### **d) Fuente de ruido en las canteras**

En las canteras se encuentran dos fuentes de ruido ambiental: los cargadores frontales y los volquetes.

- **Cargadores frontales**

En el mercado de línea amarilla se disponen de equipos pesados de la marca Caterpillar, los cuales son importados con modelo 950 H, etc., potencia 149 Kw (200 HP), etc. y 3,5 m<sup>3</sup> de capacidad. Los niveles de ruido de cargadores frontales nuevos son de 60 a 75 dB (A).

La vida útil promedio de estas máquinas es de 15 años.

- **Volquetes**

En cuanto a los volquetes se disponen de la marca Volvo, modelo N10, etc., potencia 191 Kw (257 HP), etc. y 15 m<sup>3</sup> de capacidad. Los niveles de ruido de cargadores frontales nuevos son de 65 a 80 dB (A).

La vida útil promedio de estas máquinas es de 15 años.

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

#### **2.3.1. Agregados**

Son mezclas de arena, grava o roca chancada en forma natural o procesado. Se hallan en los ríos y valles, donde han sido precipitados por el flujo de agua o vetas de rocas ígneas o metamórficas con situaciones especiales de calidad. (Herrera, 2007)

#### **2.3.2. Cantera**

Se llama así a una reserva minera “open pit”, que se explota para obtener agregados de uso industrial, árido o decorativo. Lo forman piedras pequeñas no concentrables, tales como la caliza, granito, mármol, travertino y pizarra. Tiene poca vida útil y después de ser explotada, el pasivo ambiental puede traer impactos ambientales concernientes con la destrucción del paisajismo. (Wikipedia, 2020)

### **2.3.3. Capacidad de Proceso**

Es el análisis de la performance del proceso en los límites de especificación del cliente. Este parámetro estadístico normalmente se describe a través del índice de capacidad de proceso real ( $C_{pk}$ ) o el nivel Sigma del proceso ( $\sigma$ ). (AENOR., 2007)

### **2.3.4. Contaminación**

Es la distribución de una sustancia química (elemento o compuesto) o una mezcla en un factor ambiental indeseable (aire, agua, suelo), donde puede causar efectos desfavorables al entorno o en la salud pública. (R.M 034-2015-MINAM, 2015)

### **2.3.5. Curva de ponderación A**

Es un gráfico promedio que simula la respuesta de frecuencia auditiva del oído humano. La ponderación A de la medición del ruido da el nivel de presión sonora NPS, en dB(A). (MTPS U. de Chile, 2010)

### **2.3.6. Desviación estándar**

Es la dispersión estadística de una cantidad de datos referente a la media aritmética. Es un indicador estadístico de la variabilidad de un proceso. (AENOR., 2007)

### **2.3.7. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido**

Son parámetros referidos a los niveles máximos de ruido en el entorno, los cuales reflejan que no deben superar para cuidar la salud pública. Estos niveles incumben a los valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A. (R.M 227-2013-MINAM, 2013)

### **2.3.8. Evaluación de riesgos**

Es el análisis y valoración cualitativa y cuantitativa de los riesgos a la salud ocupacional y pública, creados por la apariencia real de contaminantes o su potencial dispersión. Es un proceso sistemático que comprende el análisis de la interacción de 3

elementos: Contaminantes, receptores y vías de exposición. (R.M 034-2015-MINAM, 2015)

### **2.3.9. Límite máximo permisible (LMP)**

Se denomina así al nivel máximo de sustancia química o parámetros biológicos o físicos que identifican la emisión o un efluente, que al ser superabundante puede dañar el ambiente de la actividad, el bienestar y la salud. Es un parámetro coherente con los ECA. (Ley N° 28611, 2005)

### **2.3.10. Línea base**

Es el análisis o diagnóstico para establecer el escenario ambiental y el grado de contaminación del espacio donde se realizará un proyecto u obra, incluyendo el análisis de los actuales recursos naturales, geográficos, aspectos socioeconómico-cultural de los pobladores en el área de influencia. (Ley N° 28611, 2005)

### **2.3.11. Materiales y residuos peligrosos**

Son aquellas sustancias que por sus peculiaridades físico-químicas y/o biológicas, o por el manejo real o potencial, pueden crear o desprender humos, polvos, smog, líquidos, gases, vapores o fibras tóxicas, explosivos, inflamables, radiaciones, corrosivos o de otra índole peligrosa, en volumen que son un riesgo latente para la *pema* (persona, equipo, material, ambiente). (R.M 034-2015-MINAM, 2015)

### **2.3.12. Medición de ruido**

El ruido se puede medir utilizando instrumentos calibrados, dependiendo de si el ruido se encuentra en el entorno de trabajo o en el propio cuerpo de los trabajadores.

El primero se realizó con un **sonómetro** y el segundo con un **dosímetro**. Utilice un temporizador de nivel de sonido para colocarlo sobre un soporte, registre todas las lecturas y la ubicación o instalación donde se tomaron las mediciones estará en el plano comercial. En el caso de un dosímetro, este se monta sobre el trabajador con el micrófono a la altura del oído, y funcionará en determinados momentos del día para que el nivel de ruido sea el mismo durante el resto del día. (Tello Torres, 2019)

### **Figura 3**

#### *Sonómetro y dosímetro de ruido*



*Fuente:* (TECNOMAB, 2016)

#### **2.3.13. Monitoreo**

Es la acción de métrica y obtención de datos programados de los parámetros que modifican o inciden la calidad del ambiente (Ley N° 28611, 2005).

#### **2.3.14. Niveles de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A ( $L_{Aeq}$ )**

Se trata de valores de presión sonora constantes expresadas en dB decibelios (A) que contienen la misma energía total que el sonido medido en el mismo intervalo de tiempo (T) (D.S 085-2003-PCM, 2003).

#### **2.3.15. Población potencialmente expuesta**

Es un grupo de personas de una misma especie que se encuentran al mismo tiempo en las proximidades del área contaminada o en un mismo lugar y pueden estar expuestos a sustancias (compuestos o elementos) de origen antropogénico que están presentes en el ambiente y pueden causar efectos adversos en la salud. (MINAM, 2015)

#### **2.3.16. Relación causa-efecto**

Es la relación entre la cantidad de un agente aplicado, absorbido o añadido por un organismo, población o ecosistema y los cambios que se producen en el mismo. Se usan conceptos relacionados, tales como: relación dosis-efecto, relación dosis-respuesta, relación concentración-efecto, evaluación de efecto. (MINAM, 2015)

### **2.3.17. Riesgo ambiental**

Es la probabilidad del producto de la concentración de la sustancia química en el ambiente (C), la toxicidad del agente de interés (T) y las tasas de dosis de los receptores para cada medio (D). (MINAM, 2015)

$$R = C * D * T$$

En el caso de riesgo para los seres humanos, se da como probabilidad de la exposición (E) por la toxicidad (T).

$$R = E * T$$

### **2.3.18. Ruido**

Es un sonido perturbador no deseado que afecta la psicología o el cuerpo de las personas, es decir, es una evaluación subjetiva del sonido. Un mismo sonido puede considerarse molesto o agradable, según el contexto y la empatía de la persona. (Rubio, 2001, p. 39)

### **2.3.19. Ruta de Exposición**

Es la trayectoria del agente en el entorno desde el foco de emisión, medio de transferencia, punto de contacto potencial del medio y receptor o población, y la vía de ingreso al cuerpo humano. (MINAM, 2015)

### **2.3.20. Vía de exposición**

Es el mecanismo por medio del cual la sustancia tóxica ingresa al cuerpo humano, ingestando, inhalando o por contacto dérmico. (MINAM., 2010, p. 45)

### **2.3.21. Zona de riesgo**

Esta es un área restringida a nivel mundial donde no se permiten procesos, incluidos los asentamientos humanos, la agricultura (excepto las actividades forestales), los cercados y la señalización, y el monitoreo y mantenimiento. (MINAM., 2010, pág. 45)

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. CARACTERIZACIÓN O TIPO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El estudio de enfoque cuantitativo tiene un alcance de *estudio exploratorio* y guiará para conocer la salud ambiental futura de las familias que viven en el sector Arunta del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.

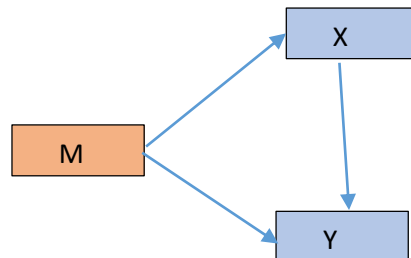
La investigación exploratoria se utiliza cuando los objetivos incluyen un problema analítico o un tema de investigación poco estudiado donde existen muchas preguntas o no se han abordado previamente. Es decir, “cuando se desea indagar sobre áreas y temas desde nuevas perspectivas”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 91)

Este trabajo de investigación tiene un *nivel relacional*, “su característica más importante es que posee análisis estadístico bivariado (de dos variables). Además, demuestran relaciones de causalidad, cuantifica la relación entre variables y la hipótesis es empírica”. (Supo, 2013)

El tipo de diseño de investigación es Experimental Completamente al Azar (DCA), porque se manipulan las variables y se analizan relaciones de causalidad de la variable X sobre la variable Y, a partir del tamaño de la muestra n.

## Figura 4

*Diseño de investigación tipo experimental y causal*



*Fuente:* (Espinoza E. , 2013)

### 3.2. POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO

La población de estudio son las canteras del Río Seco del sector Arunta-Tacna. En promedio existe un tamaño poblacional (N) de 20 canteras. Pero, para disponer de una muestra representativa, se ha tomado la cantera donde se encuentran los volquetes y cargadores frontales críticos, es decir, los equipos pesados que generan mayor ruido:

- Volquetes marca Volvo N10 de 256,5 HP y de 15 m<sup>3</sup> y,
- Cargadores frontales marca Caterpillar 950 H de 200 HP y 3,5 m<sup>3</sup>.

Por lo tanto:

n = 01 cantera crítica con equipos críticos.

### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1. Identificación de la variable independiente

La variable de entrada X es jornada semanal.

### 3.3.2. Identificación de la variable dependiente

La variable de salida Y es nivel de ruido ambiental.

### 3.3.3. Caracterización de variables

Para caracterizar las variables de esta investigación se ha realizado la operacionalización como se muestra en la tabla 3.

Dimensiones, indicadores e índices:

- De la variable X:
  - Dx: Días de la semana
  - Lunes-Martes-Miércoles-Jueves-Viernes / día.
  
- De la variable Y:
  - Dy: Ruido ambiental
  - Nivel de presión sonora (NPS) / dBA.

En el **Anexo 1**, se presenta la matriz de consistencia.

Tabla de operacionalización de variables

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Verificación</b>
<b>independiente</b>			
X: Jornada semanal	Días de la semana	Día (lunes...viernes)	Ficha de medición de ruido ambiental
Y: Niveles de ruido	Ruido ambiental	dB(A)	Ficha de medición de ruido ambiental

*Fuente:* Elaboración propia. 2022

### **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

- Determinar la población y muestra de investigación.
- Calibrar los instrumentos para recopilar información.
- Aplicar las mediciones y registrar la información.
- Procesar la información con herramientas estadísticas.
- Verificar cumplimiento de los objetivos.

Para tomar los datos de ruido se han identificado las zonas de transporte, carga y descarga de agregados, debido a que los equipos pesados como cargadores frontales y volquetes son los más ruidosos.

La serie de las pruebas en las canteras se realizó del 06 de setiembre al 08 de octubre de 2021, desde las 9:30 hasta las 10:15 horas, cada 5 min. Se midieron las condiciones geográficas y ambientales promedio, tales como:

- Temperatura ambiental (°C)
- Presión ambiental (mbares).
- Rango de velocidad del viento (km/h)
- Precipitación anual (mm de Hg: constante).
- Distancia del punto de medición (m).

Para las mediciones de la Presión Sonora Equivalente (NPSeq o Leq), de los cargadores frontales y volquetes, se utilizará el sonómetro marca TENMARS, Modelo ST-130, N° de Serie:150805263, según el procedimiento de sonometría descrito en el **Anexo 2.**

- Cámara digital.
- Instrumento de medición de ruido: Sonómetro.
- Ficha de observación y de medición.

Para este trabajo de investigación se utilizarán las técnicas de recolección de datos:

- **Observación directa** de los catálogos y otros documentos de los equipos pesados, para determinar las especificaciones técnicas.
- **Medición de ruido ambiental**, según la ficha de medición del **Anexo 3**, que es un resumen de la (R.M 227-2013-MINAM, 2020).

### **3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS**

Para la recolección de datos se aplicarán tres técnicas de análisis de datos:

- Observación directa de la jornada semanal, de lunes a viernes.
- Monitoreo y medición de los niveles de ruido ambiental (NPS en dBA), cada día y por 2 horas.
- Análisis de distribución estadística, pruebas de varianzas, gráficas de control y capacidad del proceso.

Para el tratamiento estadístico de datos se aplicará el Software MINITAB versión 19, desde donde se utilizarán los siguientes métodos:

- Prueba de hipótesis de Tukey, Fisher y Dunnett.
- Prueba de Normalidad de Anderson-Darling y Ryan-Joiner.
- Prueba de homogeneidad de las varianzas de Barlett.
- Prueba de Hipótesis Anova.
- Gráficas de control de Shewhart.
- Análisis de capacidad de Taguchi.

Para la medición del ruido ambiental y recopilación de base de datos se utilizará el MS Excel.

En los **Anexos 4 al 6** se pueden observar los resultados de las mediciones de ruido ambiental.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. ESTADÍSTICA INFERENCIAL DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL DURANTE LA JORNADA SEMANAL

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

Información del factor

Factor: Día semana

Niveles Valores: 5 miércoles; jueves; viernes; lunes; martes

**Tabla 3**

*Análisis de Varianza*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Día semana	4	1377,42	344,356	329,03	0,000
Error	45	47,10	1,047		
Total	49	1424,52			

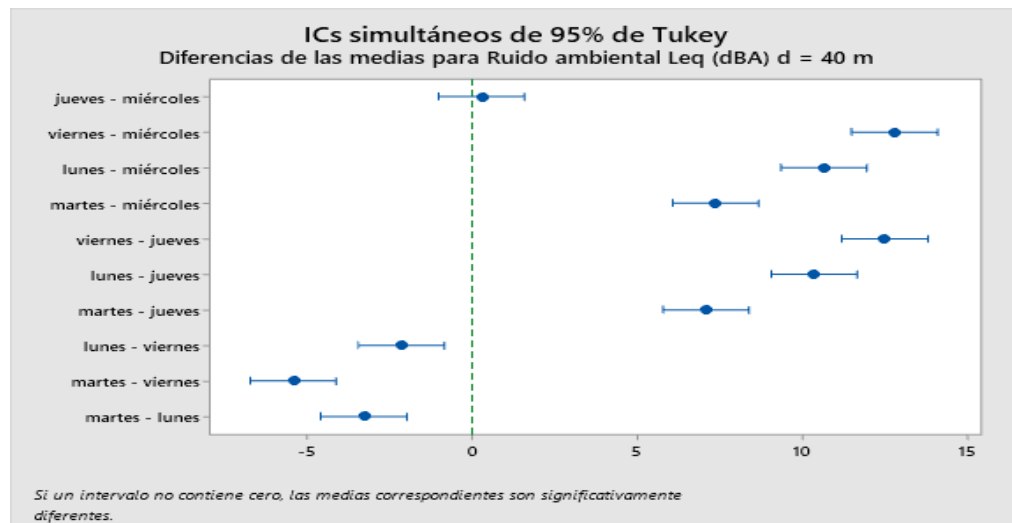
**Tabla 4**

*Resumen del modelo*

s	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,02303	96,69%	96,40%	95,92%

**Tabla 5***Día semana N Media Desv. Est. IC de 95%*

miércoles	10	69,119	0,895 (68,467; 69,770)
jueves	10	69,413	0,762 (68,761; 70,065)
viernes	10	81,899	0,814 (81,247; 82,550)
lunes	10	79,763	1,262 (79,112; 80,415)
martes	10	76,493	1,264 (75,841; 77,144)

**4.1.1. Prueba de hipótesis con el método de Tukey****Figura 5***Prueba de Tukey de Ruido ambiental a distancia de 40 m*

Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Tabla 6***Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%*

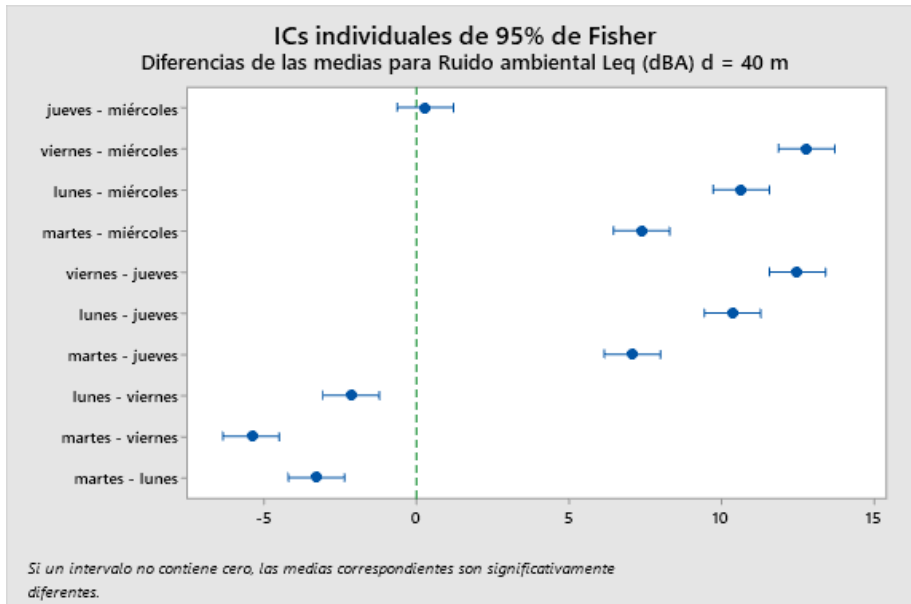
Día semana	N	Media	Agrupación
viernes	10	81,899	A
lunes	10	79,763	B
martes	10	76,493	C
jueves	10	69,413	D
miércoles	10	69,119	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

#### 4.1.2. Prueba de hipótesis con el método LSD de Fisher

**Figura 6**

*Prueba de Fisher de Ruido ambiental a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Tabla 7**

*Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%*

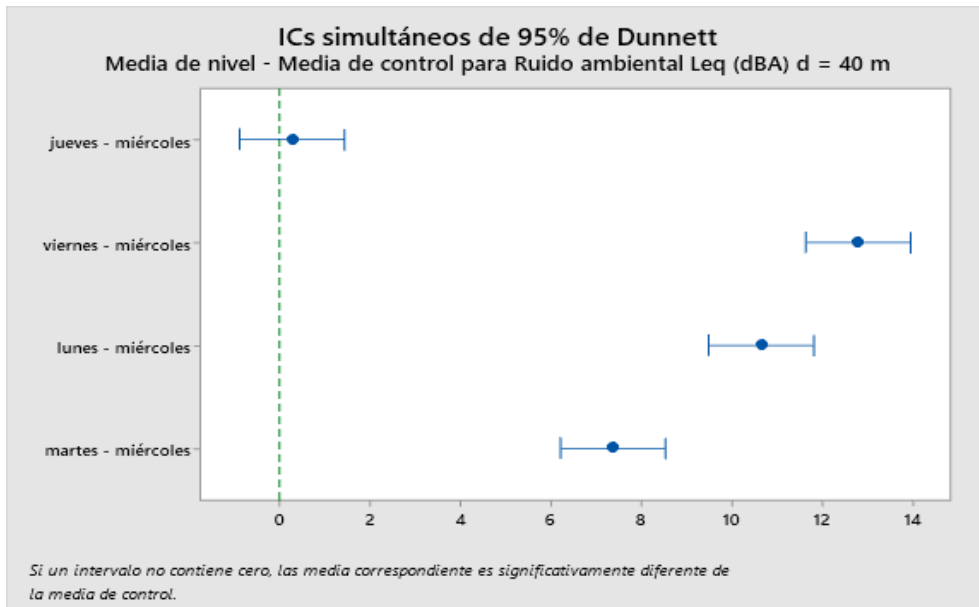
Día semana	N	Medía	Agrupación
viernes	10	81,899	A
lunes	10	79,763	B
martes	10	76,493	C
jueves	10	69,413	D
miércoles	10	69,119	D

Los mofias que no comporten una letra son significativamente diferentes.

### 4.1.3. Prueba de hipótesis con el método de Dunnett

**Figura 7**

*Prueba de Dunnett de Ruido ambiental a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Tabla 8**

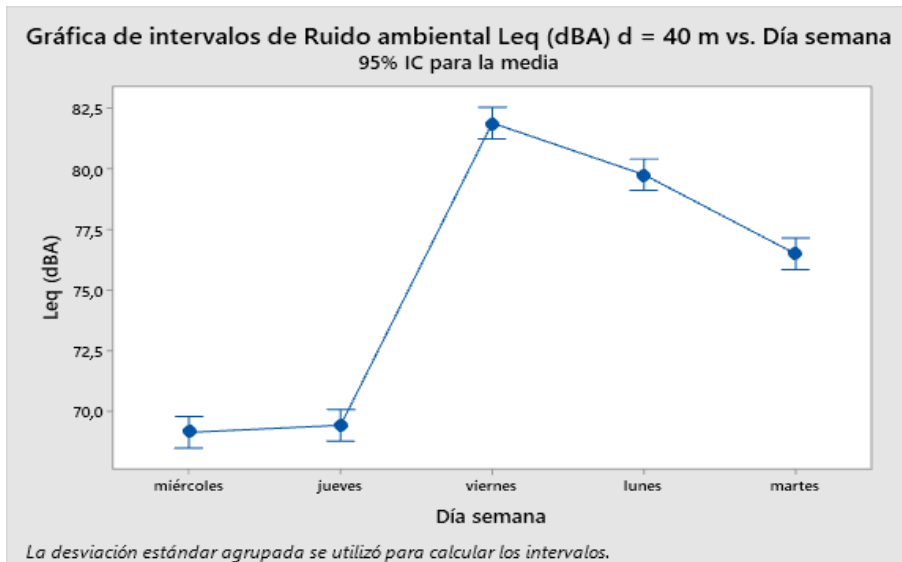
*Agrupar información utilizando el método de Dunnett y una confianza de 95%*

Día semana	N	Media	Agrupación
miércoles (control)	10	69,119	A
viernes	10	81,899	
lunes	10	79,763	
martes	10	76,493	
jueves	10	69,413	A

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control

## Figura 8

*Perfil de Ruido ambiental durante la semana a distancia de 40 m*



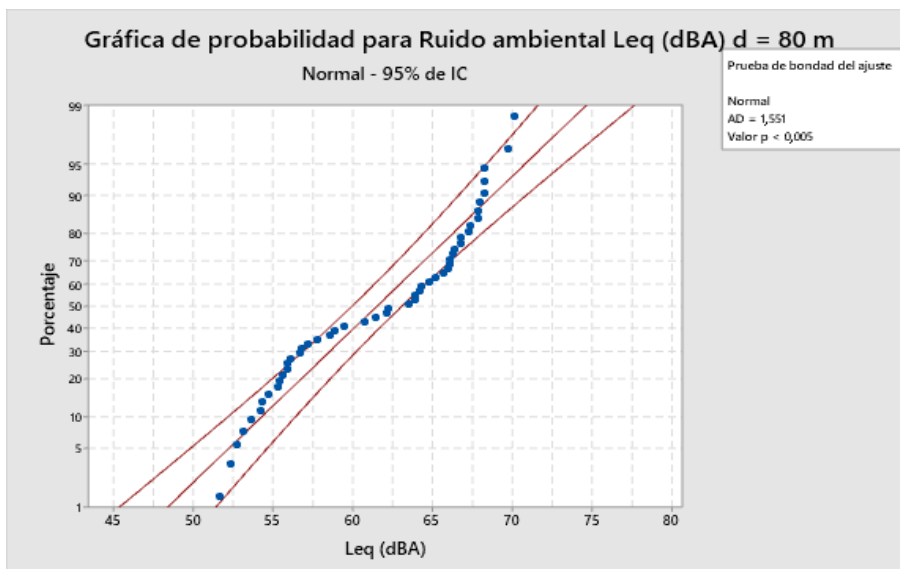
Fuente: Reporte de Software Minitab 19

## 4.2. DISTRIBUCIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL DURANTE LA JORNADA SEMANAL

### 4.2.1. Distribución de ruido ambiental a 80 metros de la cantera

## Figura 9

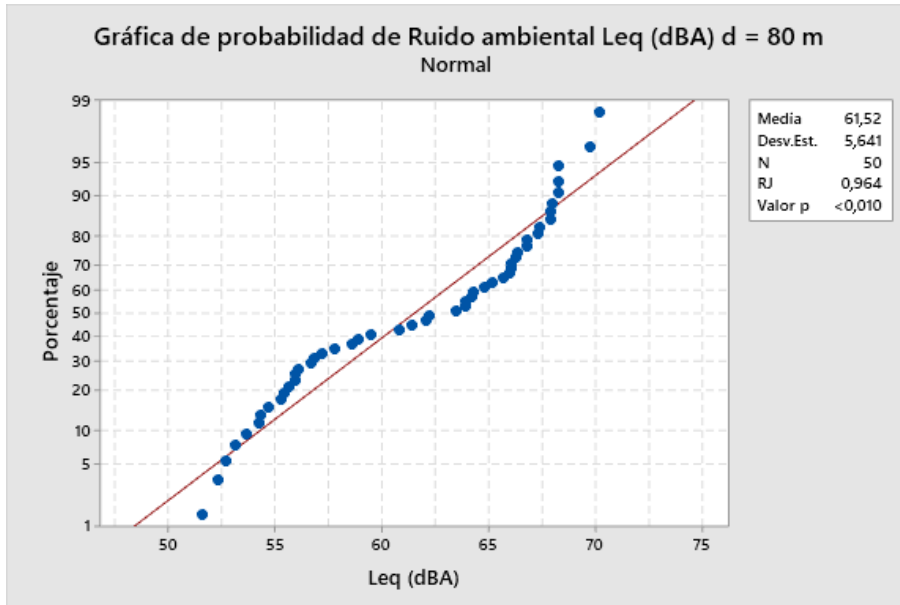
*Prueba de normalidad de Anderson-Darling a distancia de 80 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 10**

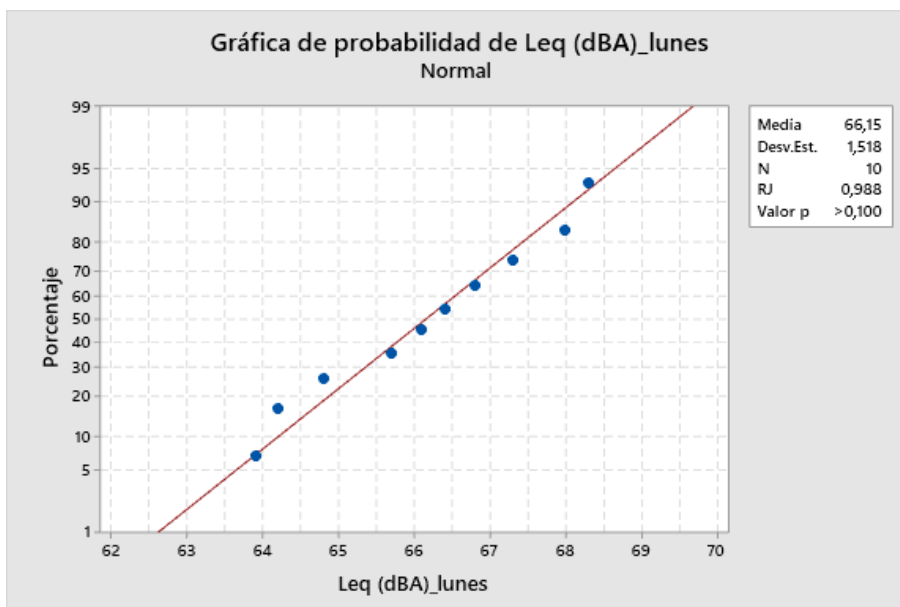
*Prueba de normalidad de Ryan Joiner a distancia de 80 m*



*Fuente: Reporte de Software Minitab 19*

**Figura 11**

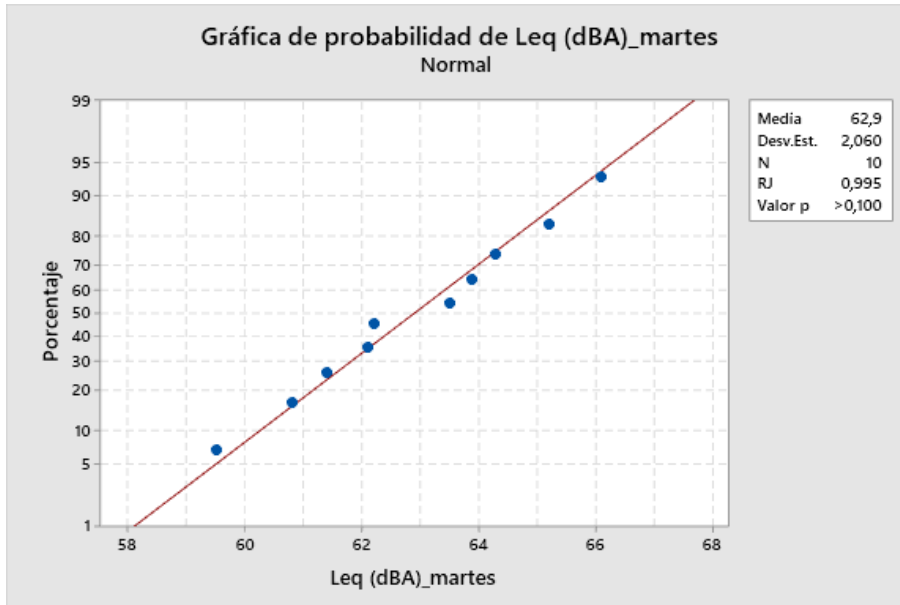
*Prueba de normalidad de Ryan Joiner – Lunes a distancia de 80 m*



*Fuente: Reporte de Software Minitab 19*

**Figura 12**

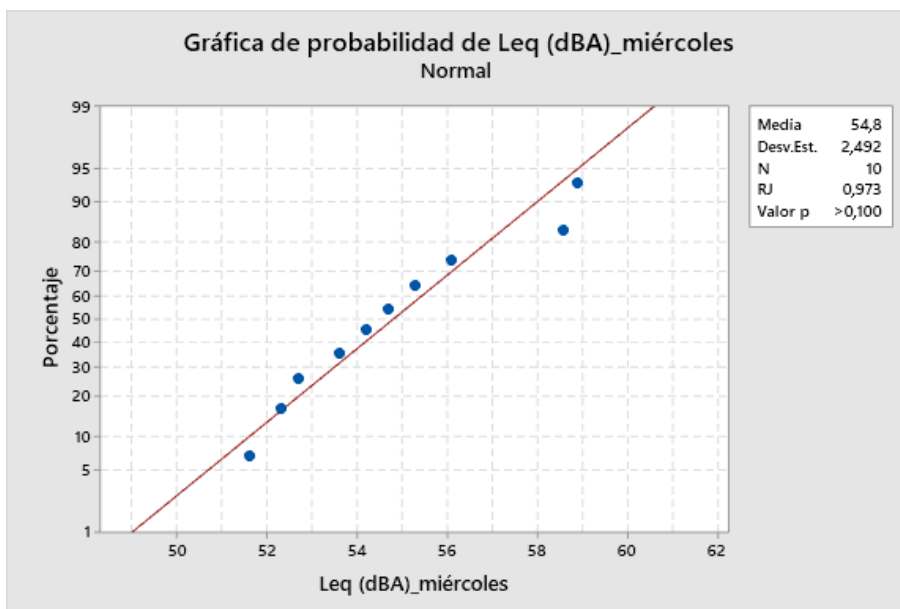
*Prueba de normalidad de Ryan Joiner – Martes a distancia de 80 m*



*Fuente: Reporte de Software Minitab 19*

**Figura 13**

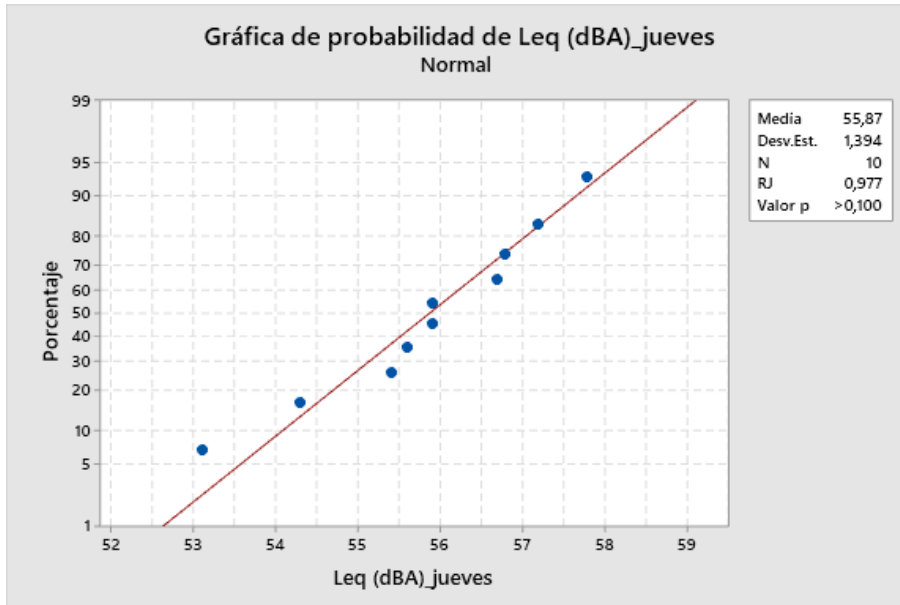
*Prueba de normalidad de Ryan Joiner – Miércoles a distancia de 80 m*



*Fuente: Reporte de Software Minitab 19*

### Figura 14

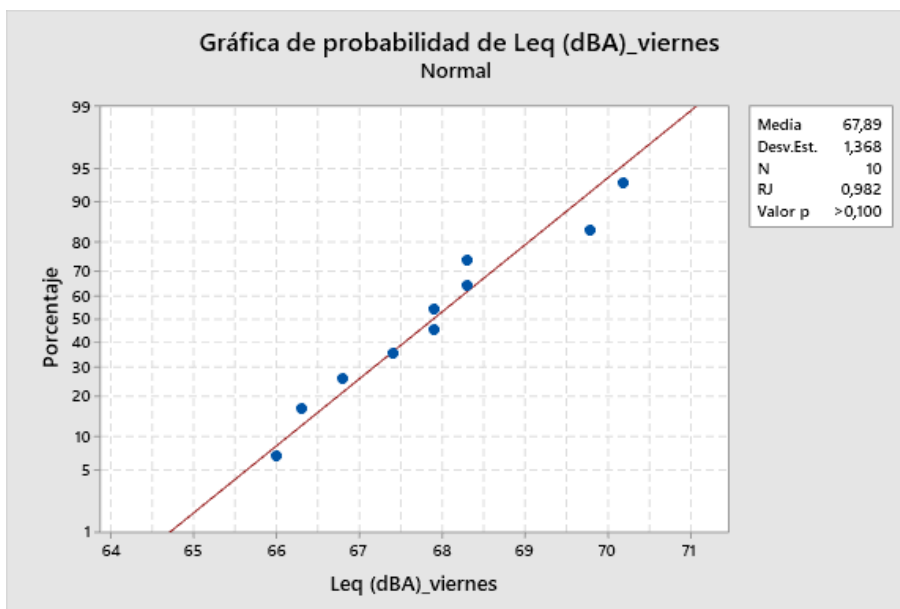
Prueba de normalidad de Ryan Joiner – Jueves a distancia de 80 m



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

### Figura 15

Prueba de normalidad de Ryan Joiner – Viernes a distancia de 80 m

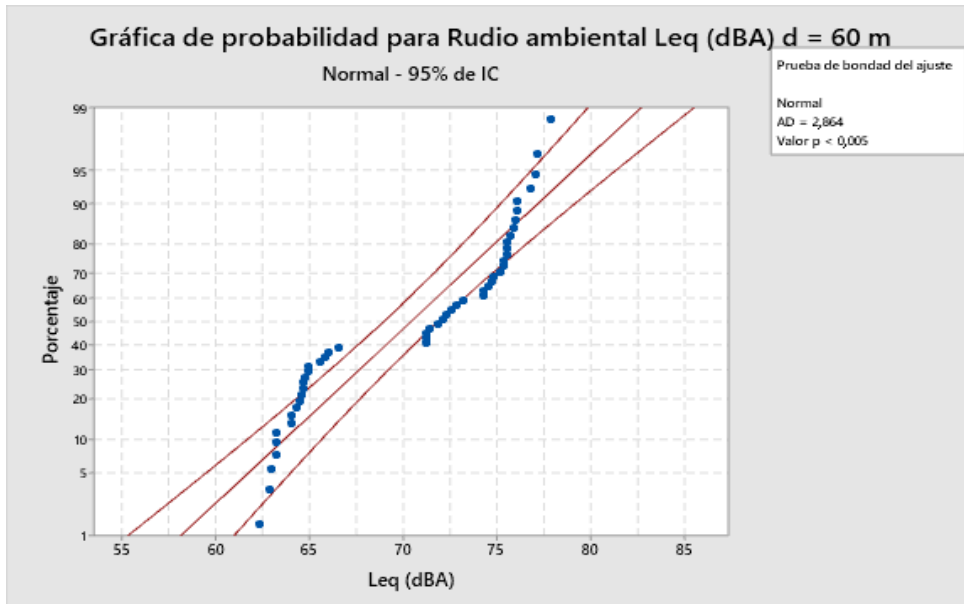


Fuente: Reporte de Software Minitab 19

#### 4.2.2. Distribución de ruido ambiental a 60 metros de la cantera

Figura 16

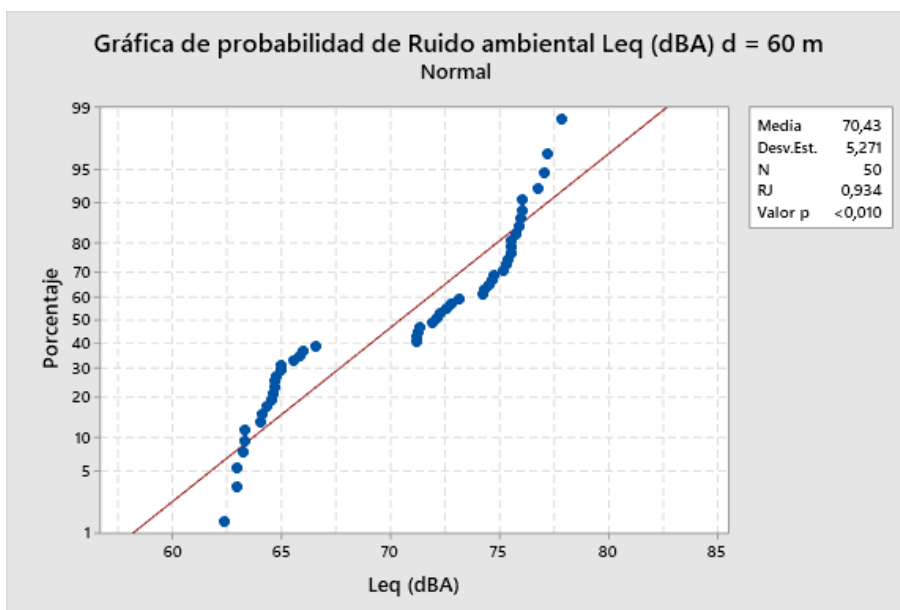
Prueba de normalidad de Anderson-Darling a distancia de 60 m



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

Figura 17

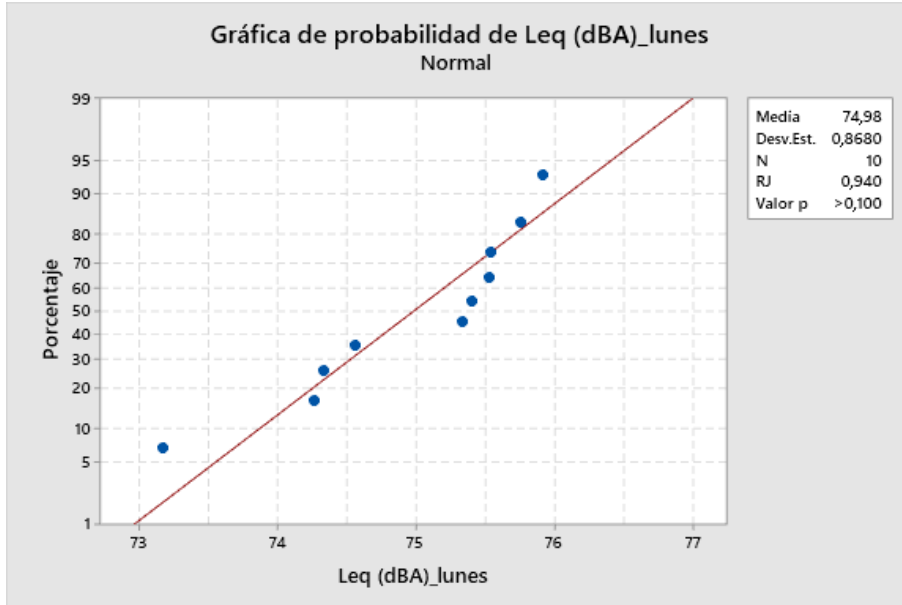
Prueba de normalidad de Ryan Joiner a distancia de 60 m



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 18**

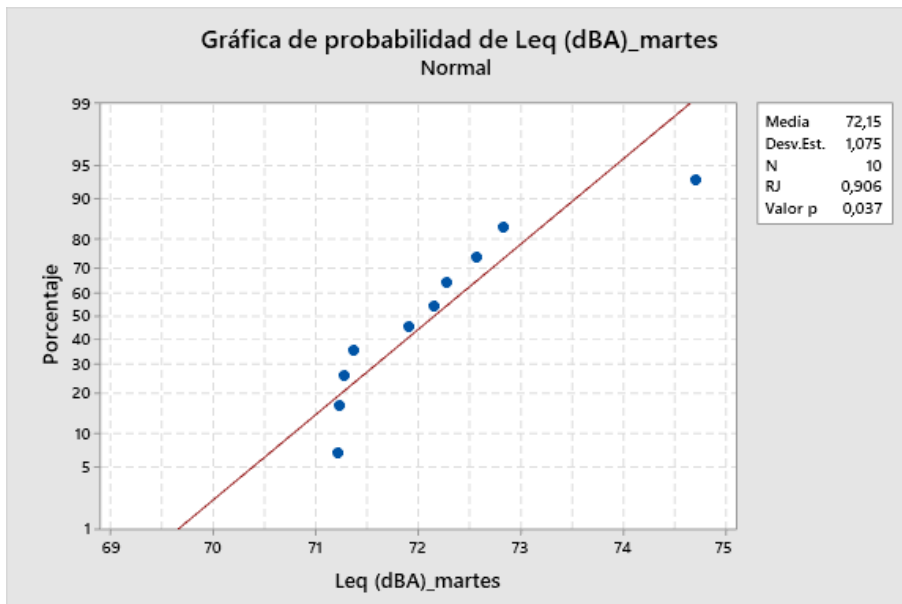
*Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Lunes a distancia de 60 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 19**

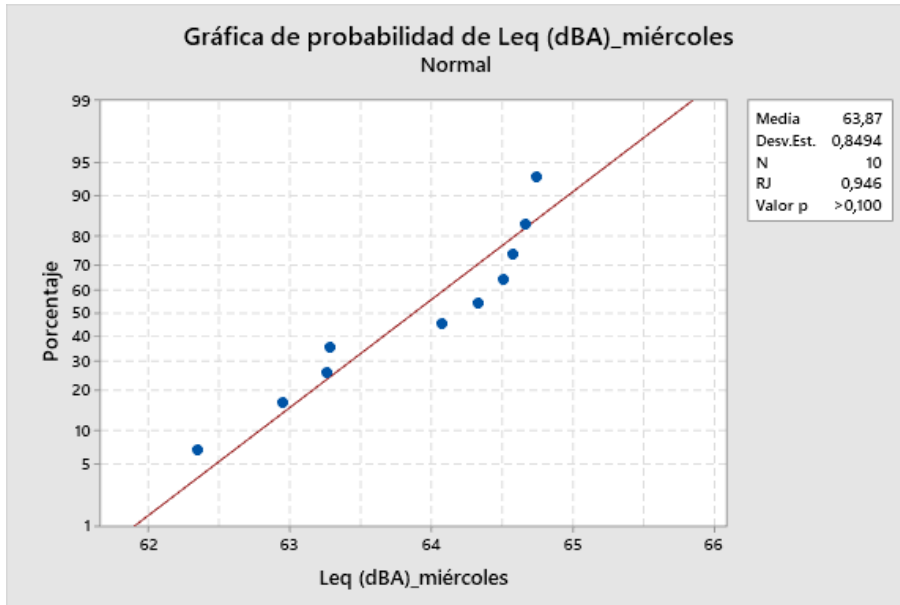
*Prueba de normalidad de Ryan Joiner-Martes a distancia de 60 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19.

**Figura 20**

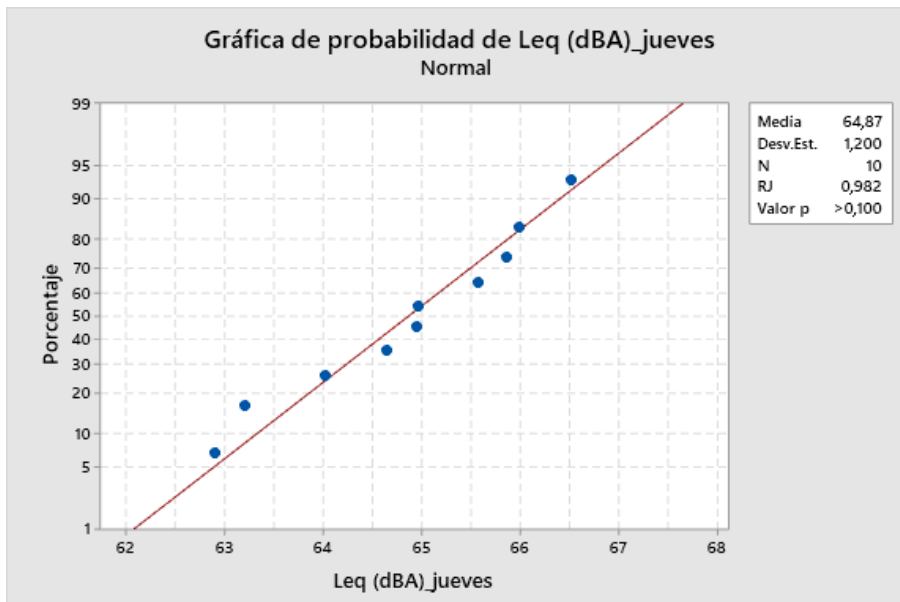
*Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Miércoles a distancia de 60 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 21**

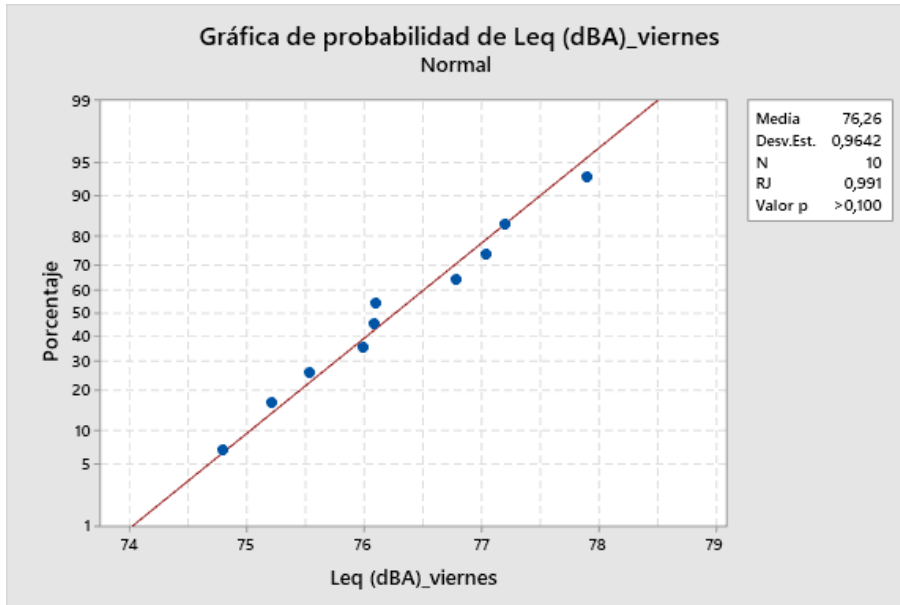
*Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Jueves a distancia de 60 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 22**

*Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Viernes a distancia de 60 m*

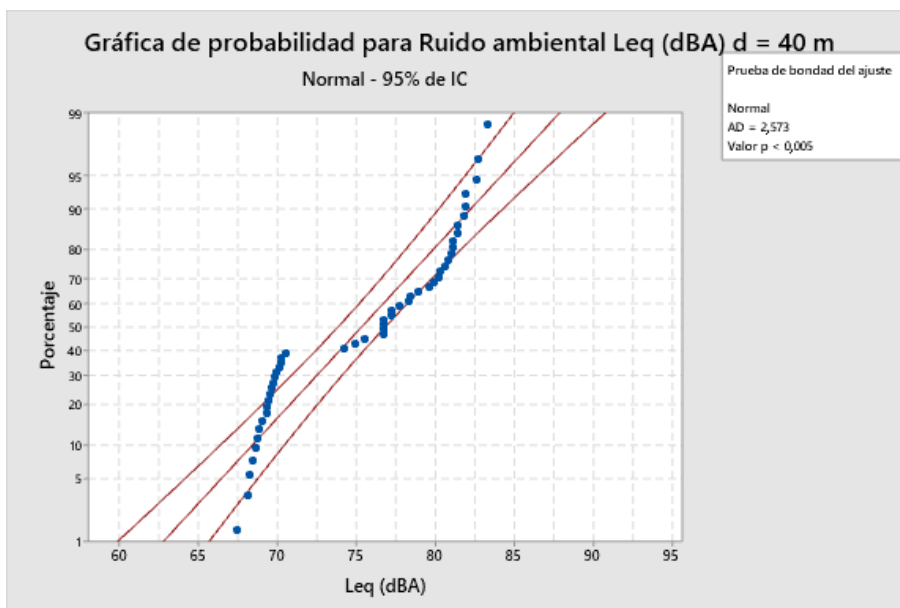


Fuente: Reporte de Software Minitab 19

#### 4.2.3. Distribución de ruido ambiental a 40 metros de la cantera

**Figura 23**

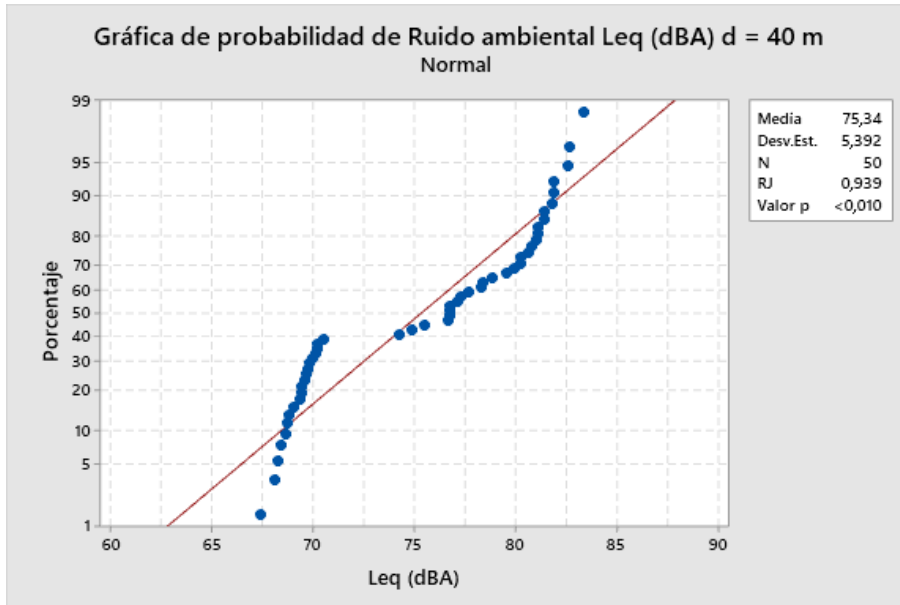
*Prueba de normalidad de Anderson-Darling a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 24**

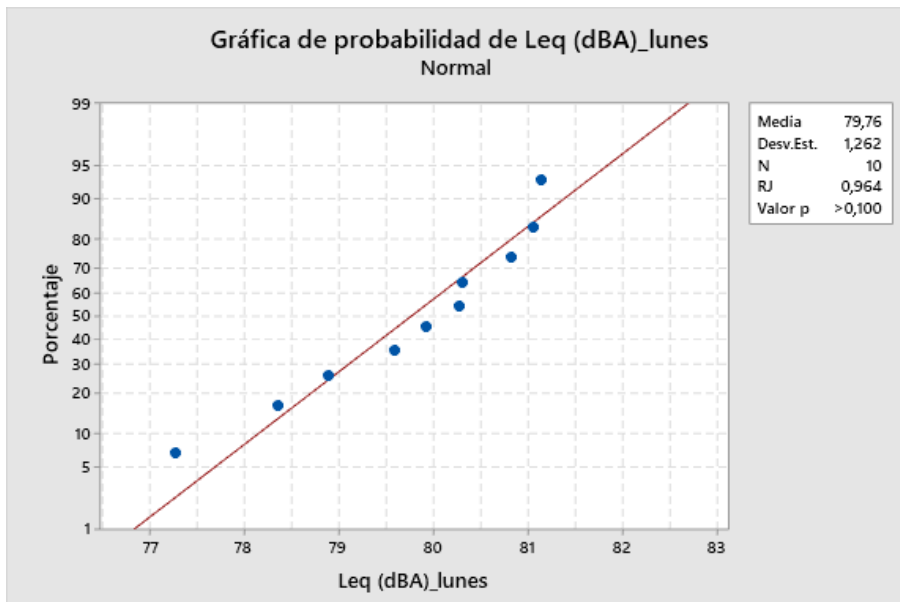
*Prueba de normalidad de Ryan Joiner a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 25**

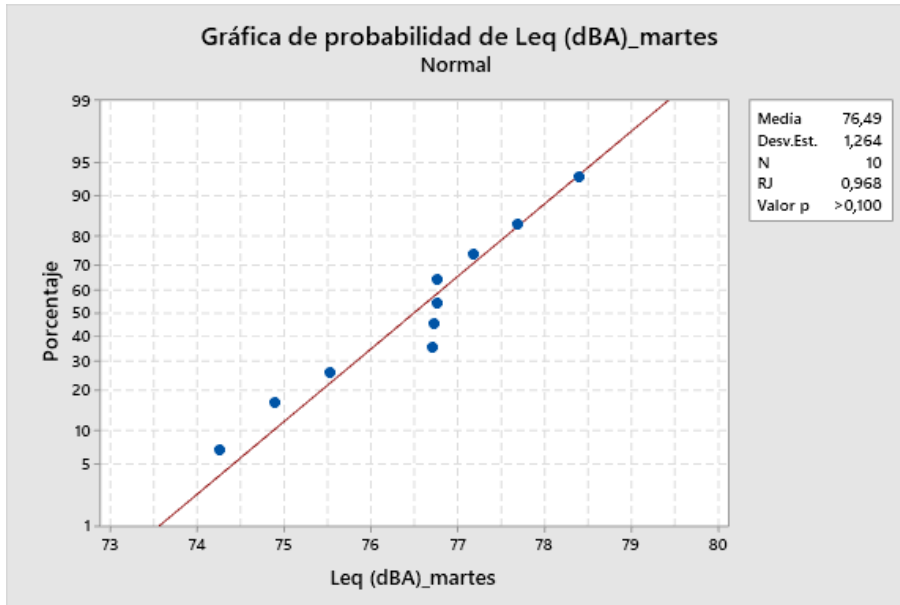
*Prueba de normalidad de Ryan Joiner-Lunes a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 26**

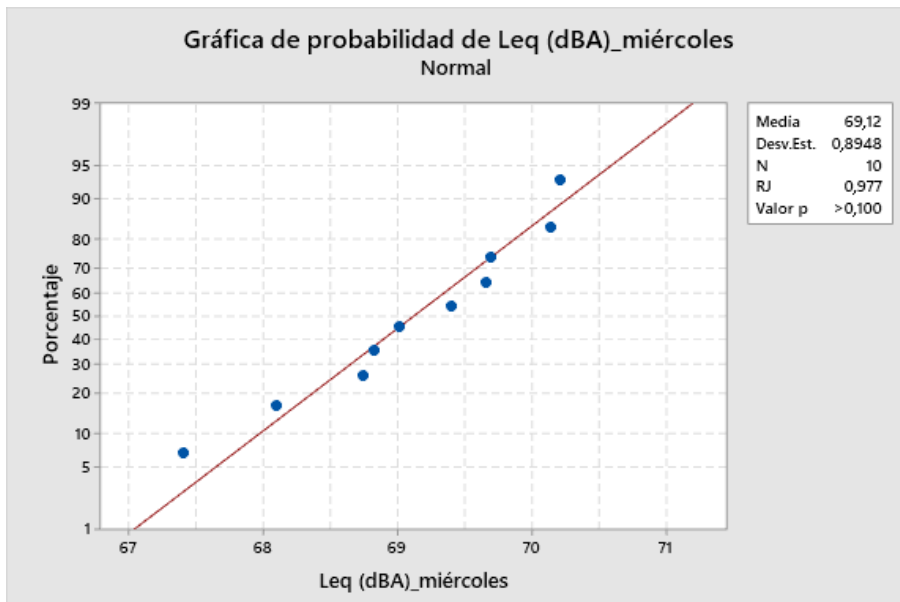
*Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Martes a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 27**

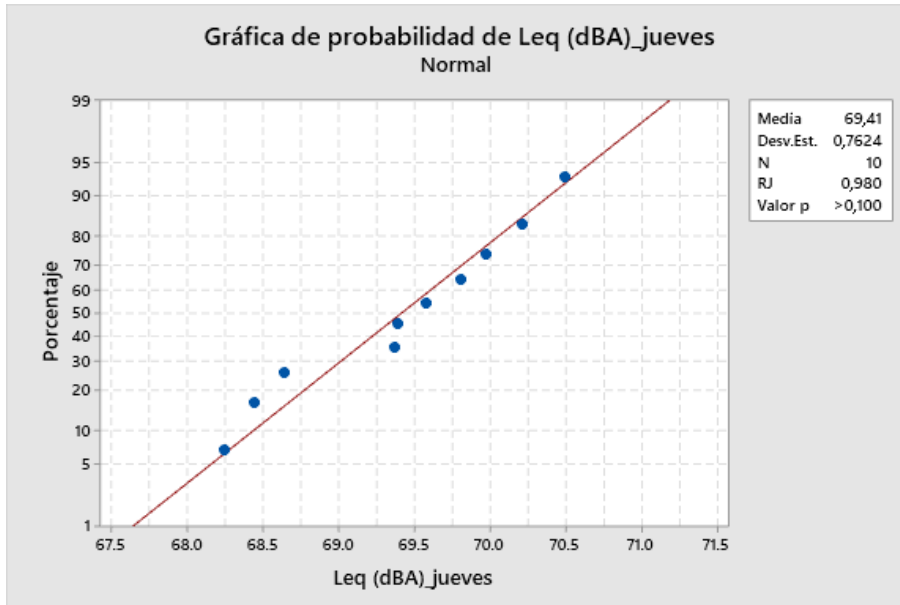
*Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Miércoles a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 28**

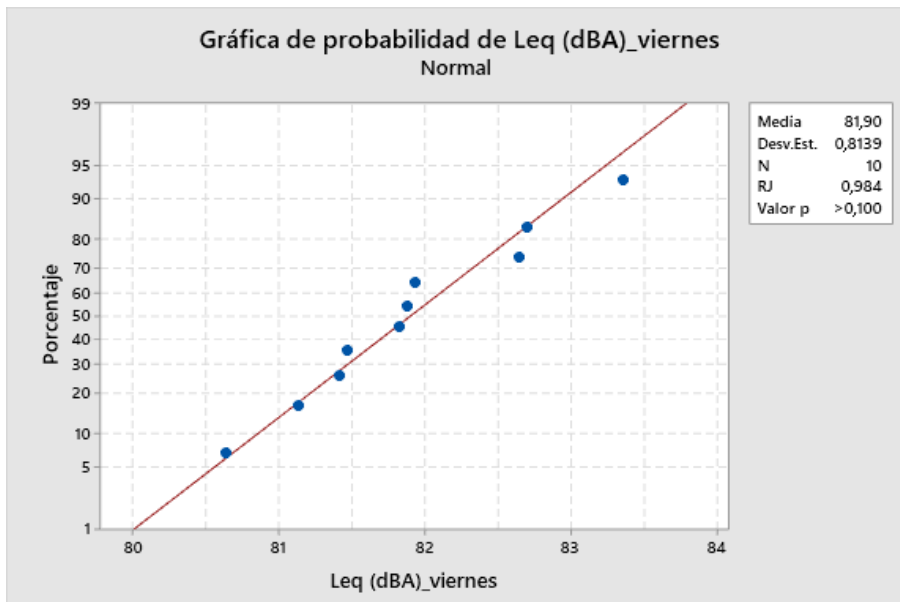
*Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Jueves a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 29**

*Prueba de normalidad de Ryan Joiner–Viernes a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

### 4.3. VARIABILIDAD HOMOGÉNEA DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL DURANTE LA JORNADA SEMANAL

#### 4.3.1. Variabilidad homogénea de ruido ambiental a 80 metros de la cantera

Método

Hipótesis nula: Todas las varianzas son iguales

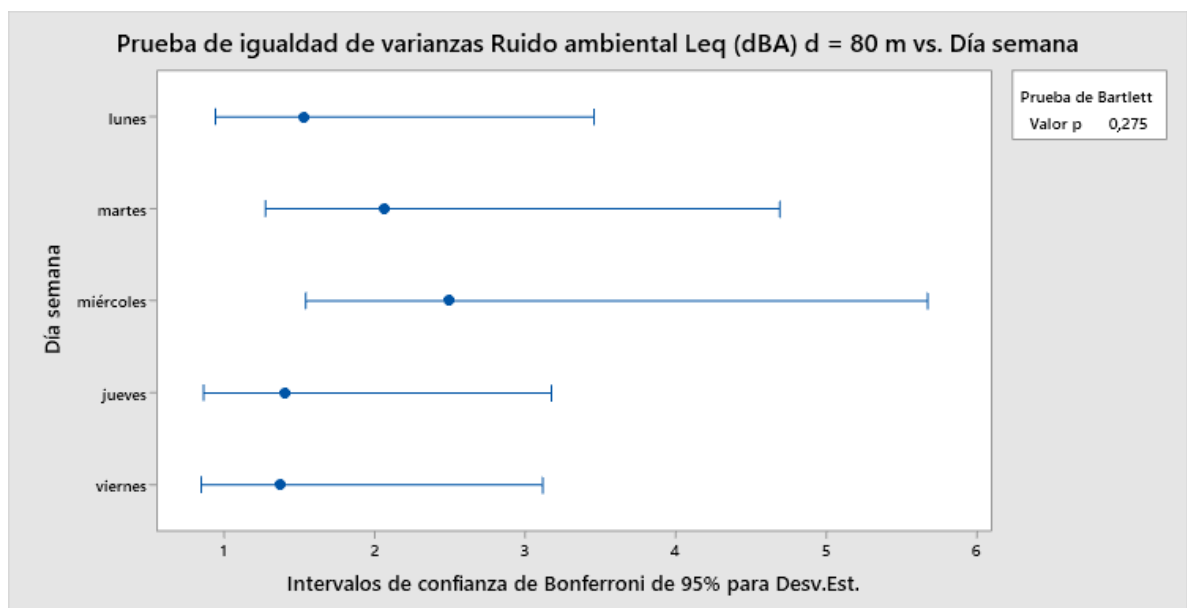
Hipótesis alterna: Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

Se utiliza el método de Bartlett Este método es exacto sólo para datos normales.

**Figura 30**

*Prueba de variabilidad homogénea a distancia de 80 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

Prueba estadística de Bartlett

Método de prueba: 5,12

Valor p: 0,275

**Tabla 9**

*Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar*

Día semana	N	Desv.Est.	IC
lunes	10	1,51822	(0,93778; 3,45792)
martes	10	2,06020	(1,27255; 4,69235)
miércoles	10	2,49221	(1,53939; 5,67629)
jueves	10	1,39368	(0,86085; 3,17425)
viernes	10	1,36825	(0,84514; 3,11635)

*Nivel de confianza individual = 99%*

#### 4.3.2. Variabilidad homogénea de ruido ambiental a 60 metros de la cantera

Hipótesis nula Todas las varianzas son iguales

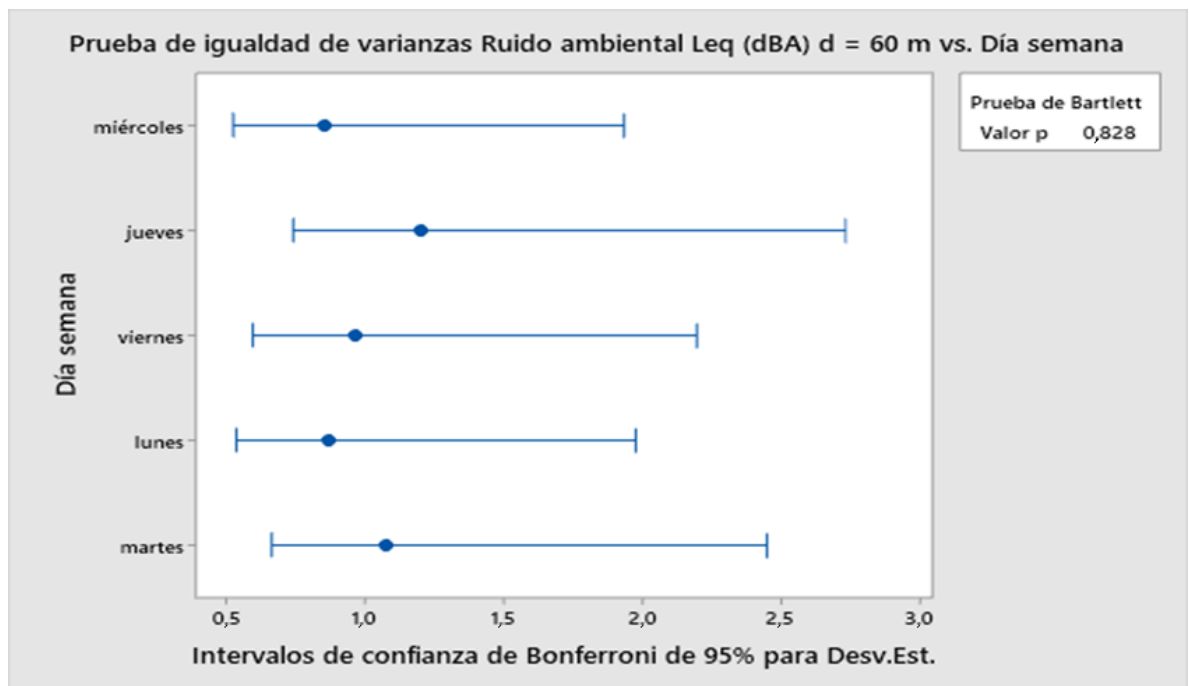
Hipótesis alterna Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

Se utilizo el método de Bortlett Este método es exacto sólo para datos normales.

**Figura 31**

*Prueba de variabilidad homogénea a distancia de 60 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

## Pruebas estadística Bartlett

Método de prueba 1,49

Valor p 0,828

**Tabla 10**

*Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar*

Día semana	N	Desv.Est.	IC
miércoles	10	0,84938	(0,524647; 1,93457)
jueves	10	1,19994	(0,741181; 2,73301)
viernes	10	0,96424	(0,595589; 2,19616)
lunes	10	0,86802	(0,536157; 1,97701)
martes	10	1,07515	(0,664098; 2,44878)

*nivel de confianza individual = 99%*

### 4.3.3. Variabilidad homogénea de ruido ambiental a 40 metros de la cantera

Método

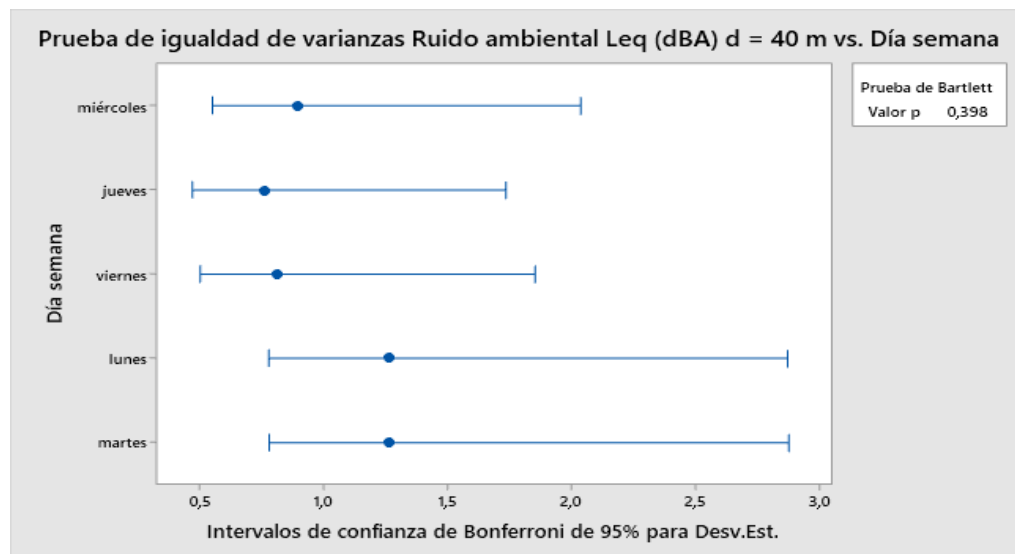
**Hipótesis nula** Todas las varianzas son iguales

**Hipótesis alterna** Por lo menos una varianza es diferente Nivel de significancia a  $\alpha = 0,05$

Se utilizo el método de Bartlett Este método es exacto sólo para datos normales.

**Figura 32**

*Prueba de variabilidad homogénea a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

Pruebas estadística Bartlett

Método de prueba 4,06

Valor p 0,398

**Tabla 11**

*Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar*

Día semana	N	Desv. Est.	IC
miércoles jueves	10	0,89482	(0,552709; 2,03804)
viernes	10	0,76288	(0,470905; 1,73640)
lunes	10	0,81392	(0,502743; 1,85380)
martes	10	1,26170	(0,779326; 2,87366)
	10	1,26360	(0,780501; 2,87799)

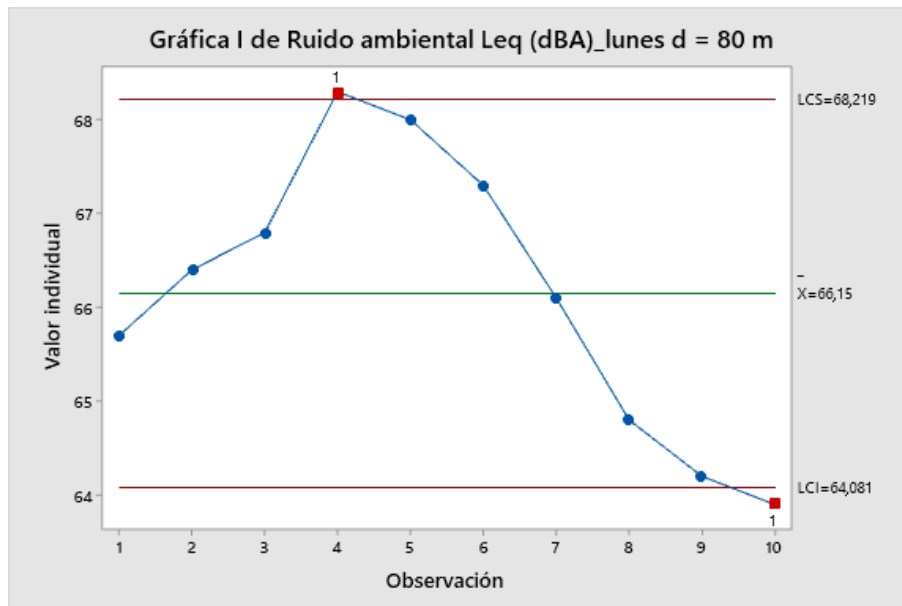
*Nivel de confianza individual =99%*

#### 4.4. CONTROL DE LA ESTABILIDAD DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL DURANTE LA JORNADA SEMANAL

##### 4.4.1. Control de la estabilidad de ruido ambiental a 80 metros de la cantera

**Figura 33**

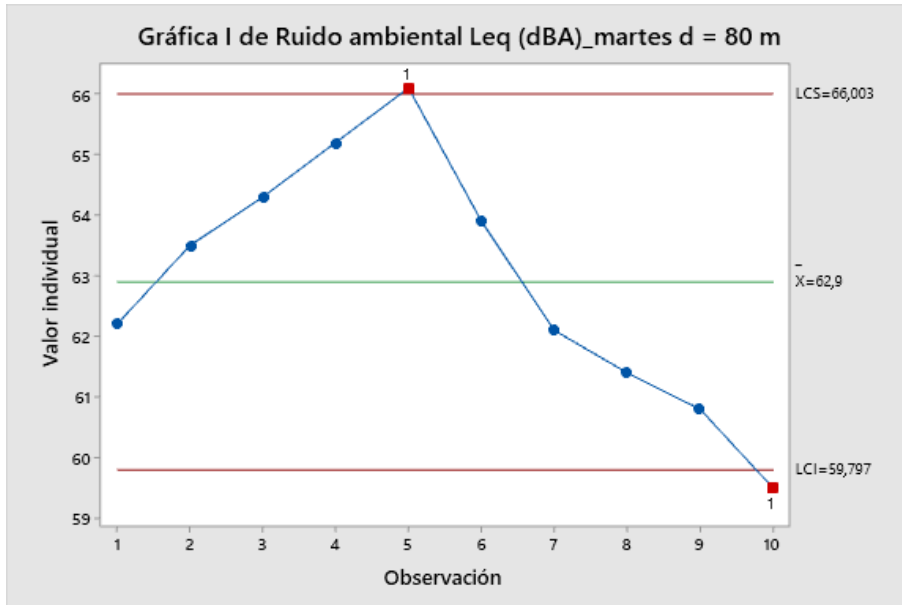
*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Lunes a distancia de 80 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 34**

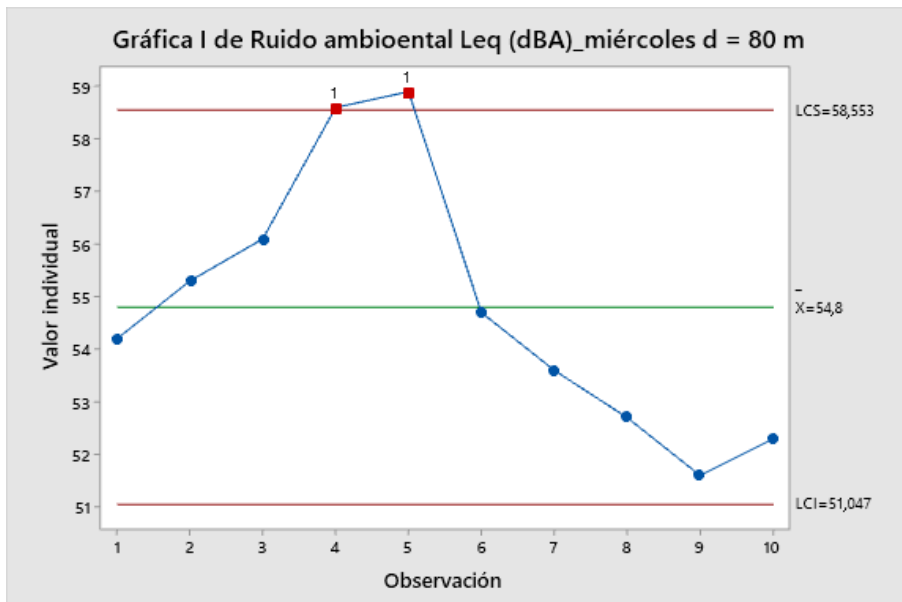
*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Martes a distancia de 80 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 35**

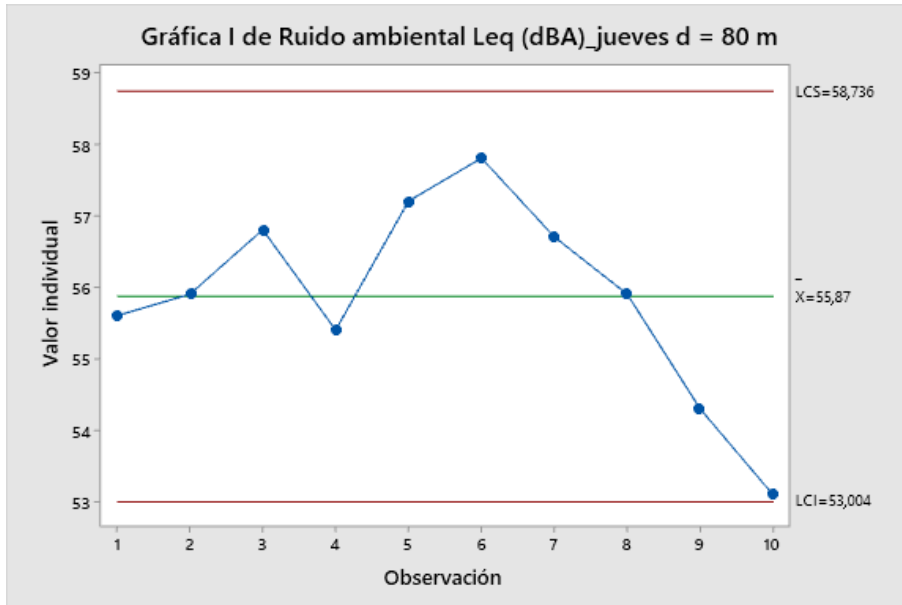
*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Miércoles a distancia de 80 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 36**

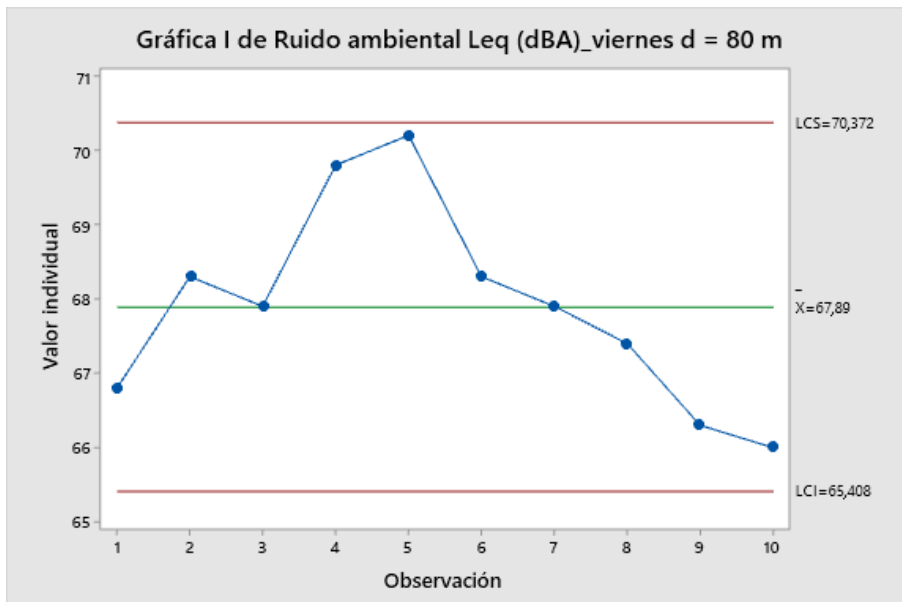
*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Jueves a distancia de 80 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 37**

*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Viernes a distancia de 80 m*

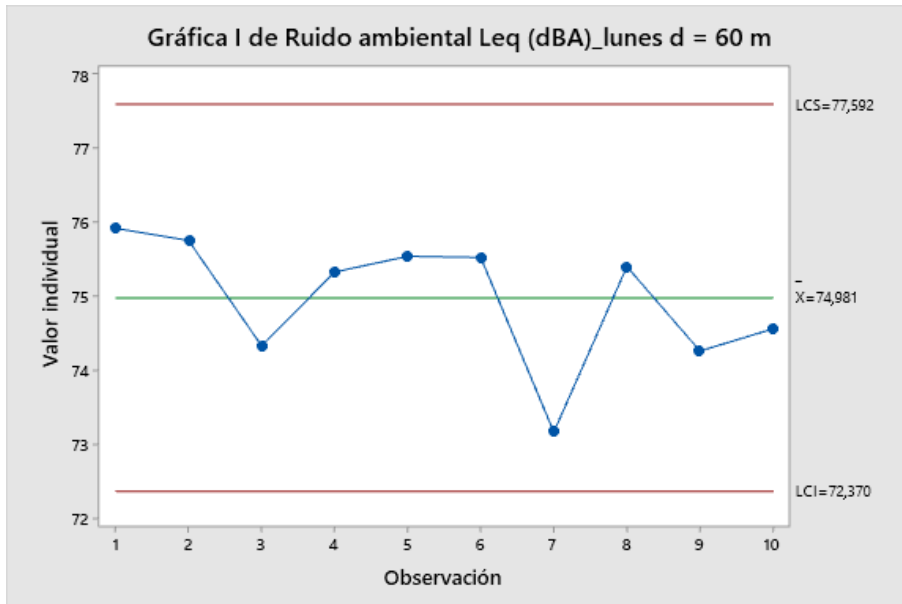


Fuente: Reporte de Software Minitab 19

#### 4.4.2. Control de la estabilidad de ruido ambiental a 60 metros de la cantera

**Figura 38**

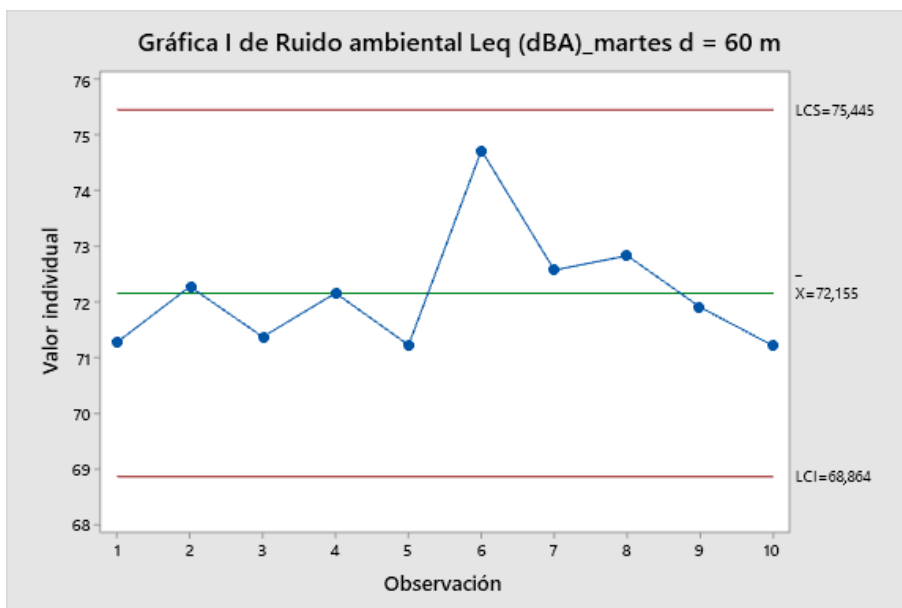
*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Lunes a distancia de 60 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 39**

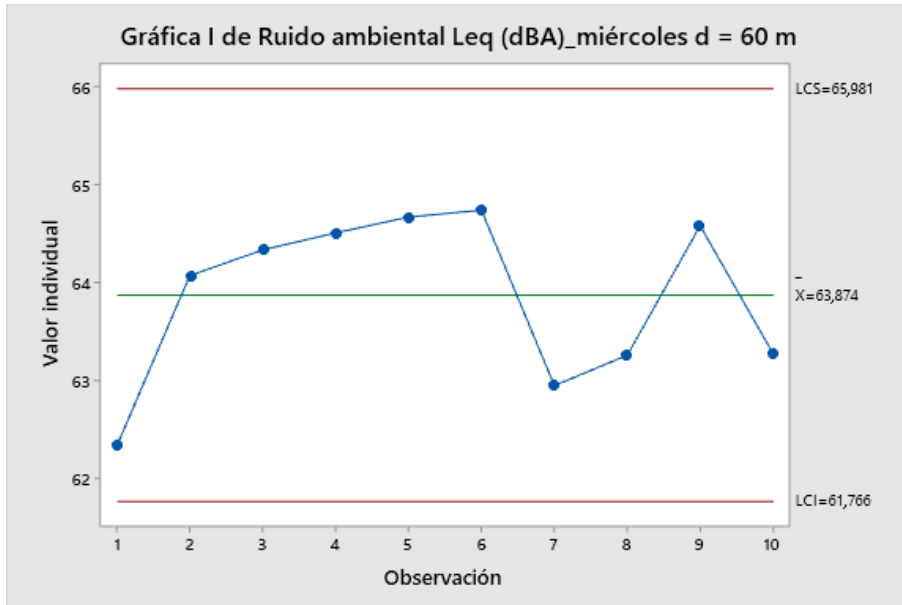
*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Martes a distancia de 60 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 40**

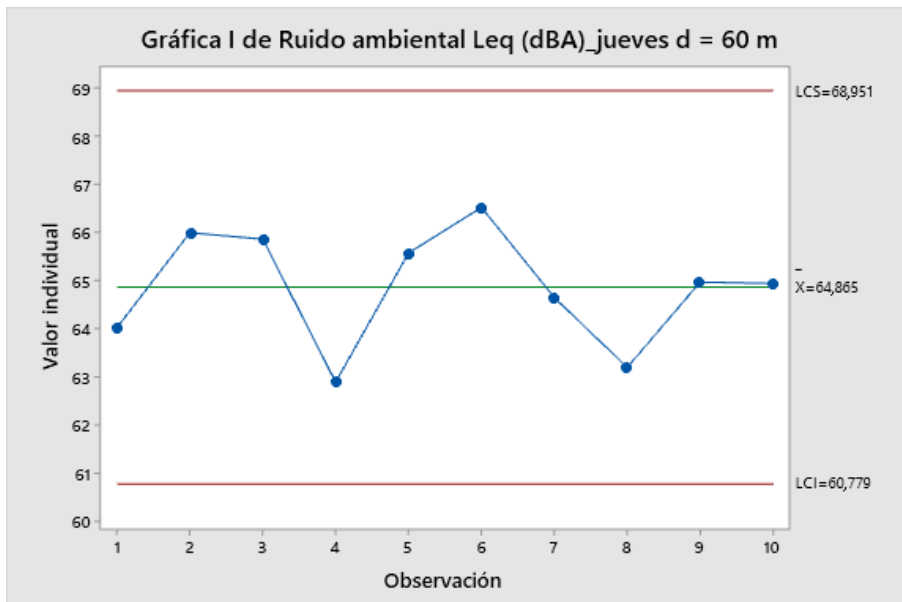
*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Miércoles a distancia de 60 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 41**

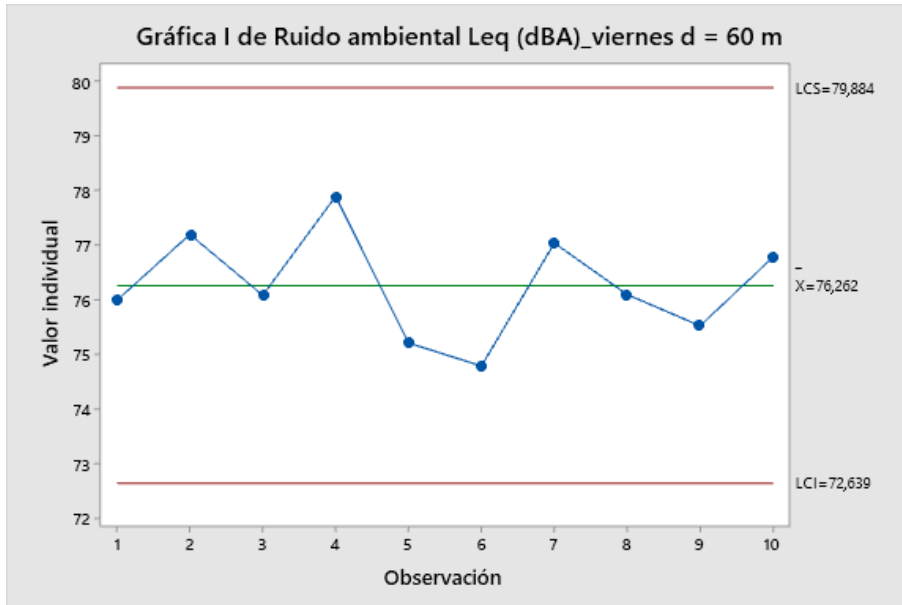
*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Jueves a distancia de 60 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 42**

*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Viernes a distancia de 60 m*

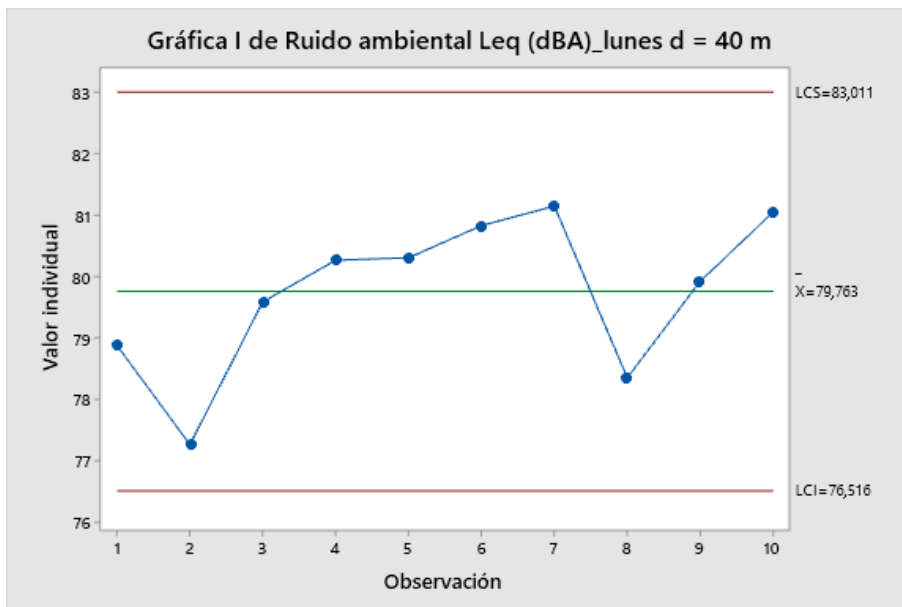


Fuente: Reporte de Software Minitab 19

#### 4.4.3. Control de la estabilidad de ruido ambiental a 40 metros de la cantera

**Figura 43**

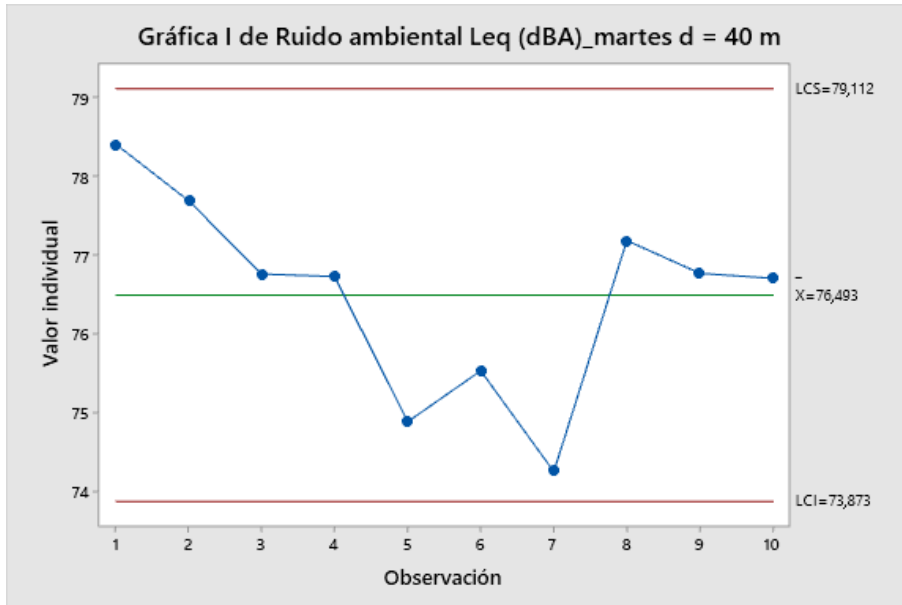
*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Lunes a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 44**

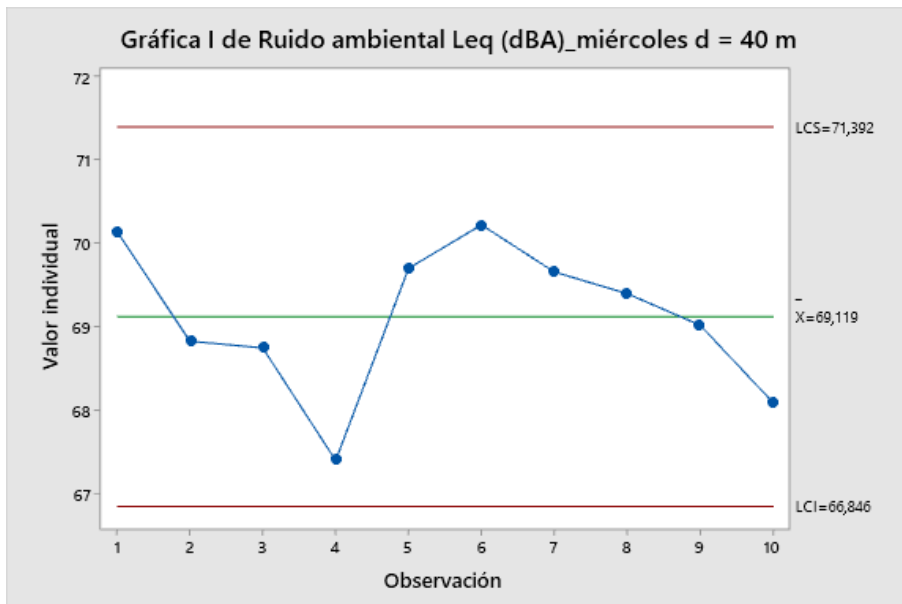
*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Martes a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 45**

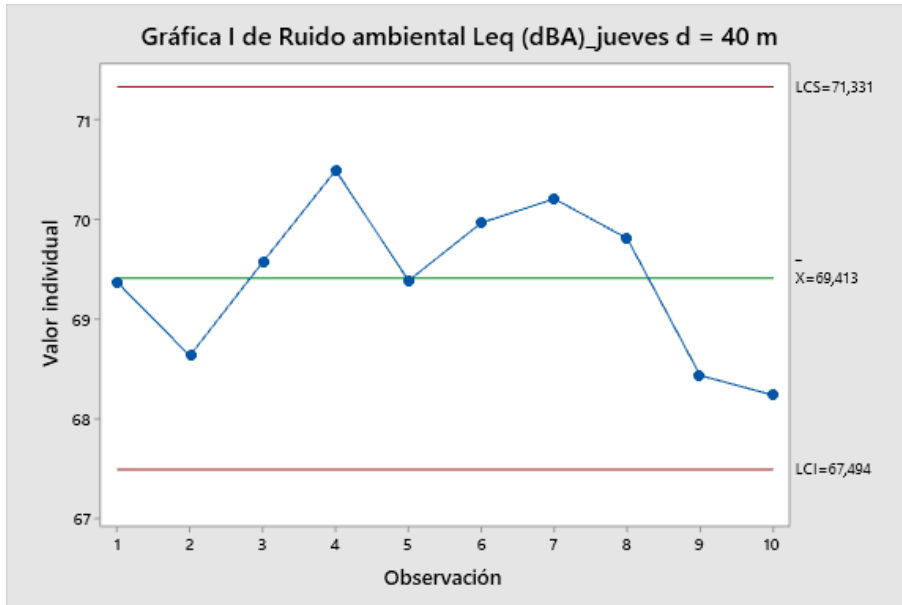
*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Miércoles a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 46**

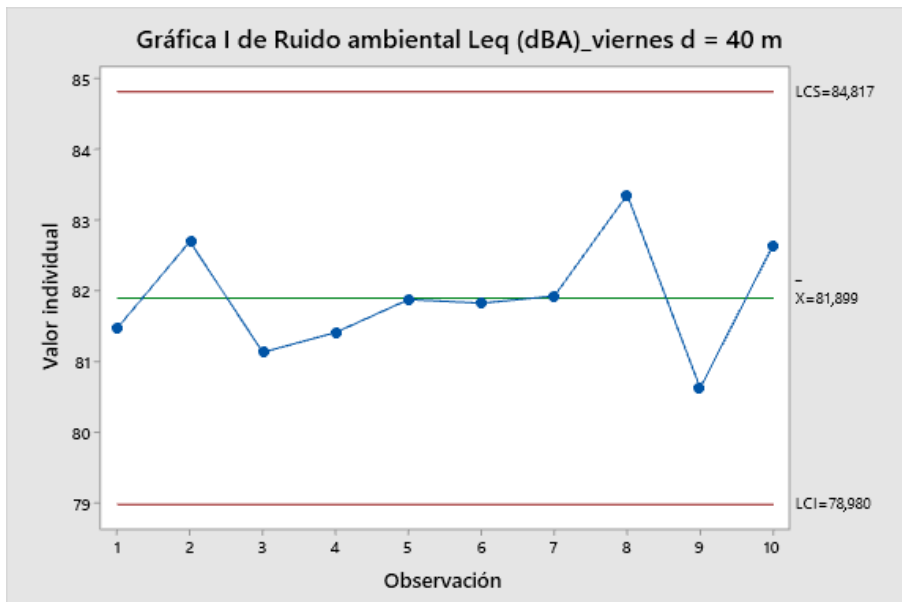
*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Jueves a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 47**

*Control de la estabilidad de Ruido ambiental-Viernes a distancia de 40 m*



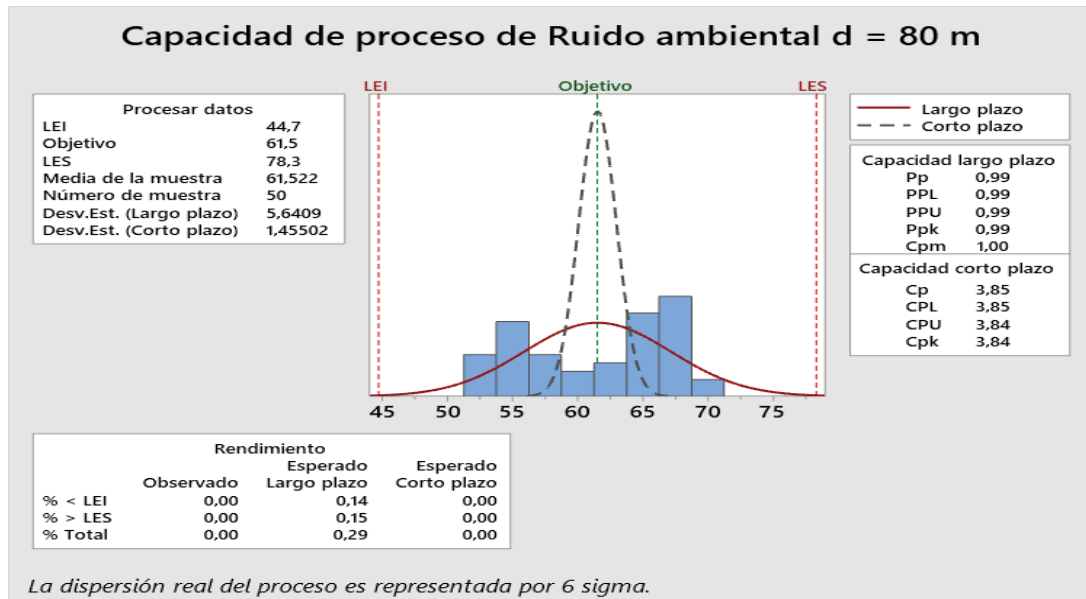
Fuente: Reporte de Software Minitab 19

## 4.5. CAPACIDAD DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL DURANTE LA JORNADA SEMANAL

### 4.5.1. Control de la capacidad de ruido ambiental a 80 metros de la cantera

Figura 48

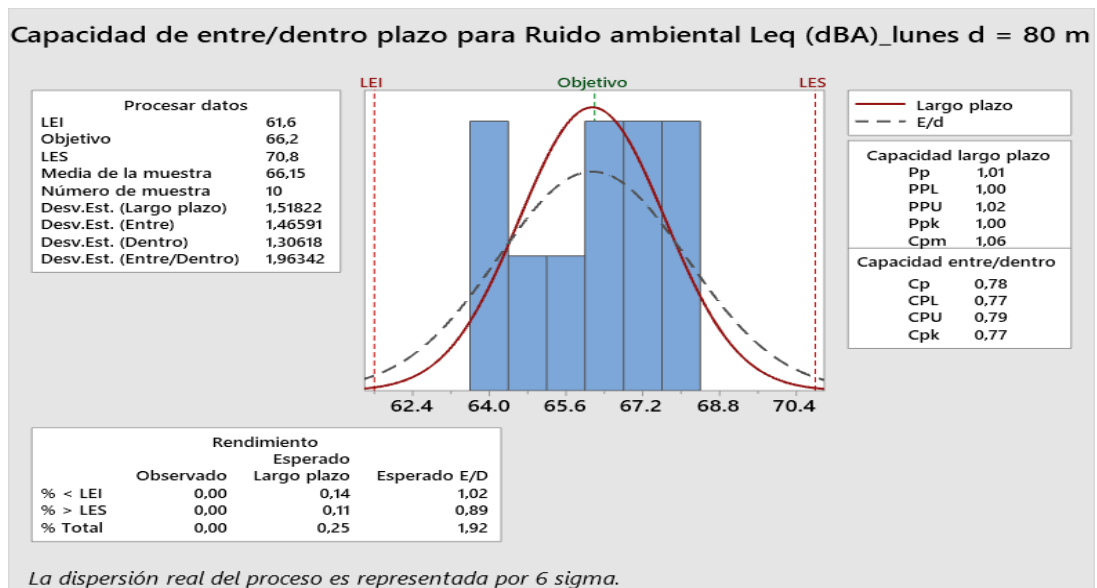
Control de la capacidad de Ruido ambiental a distancia de 80 m



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

Figura 49

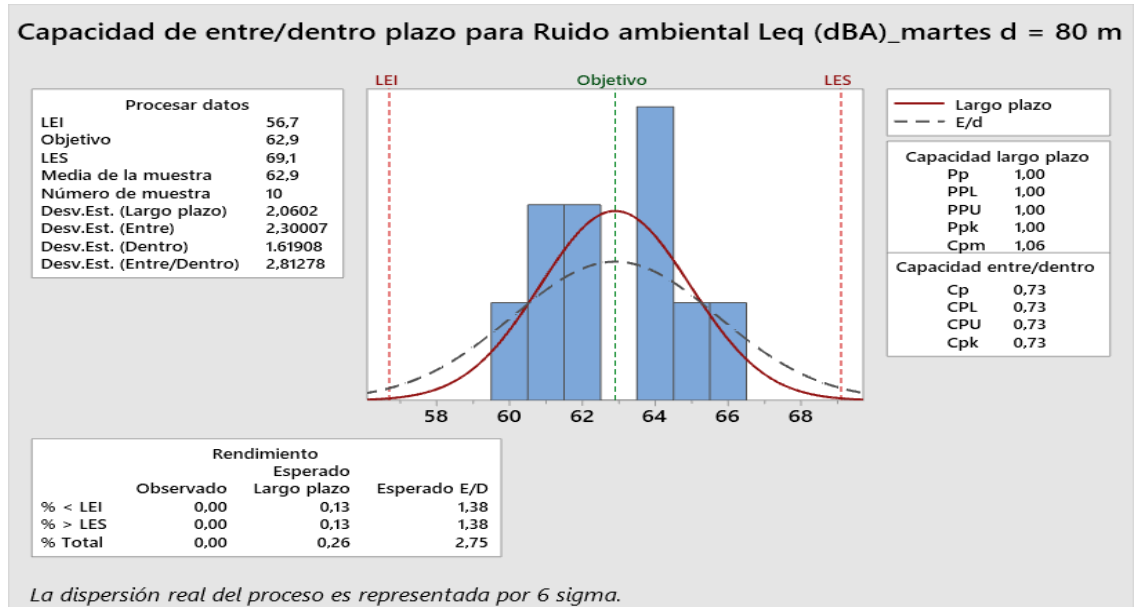
Control de la capacidad de Ruido ambiental-Lunes a distancia de 80 m



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 50**

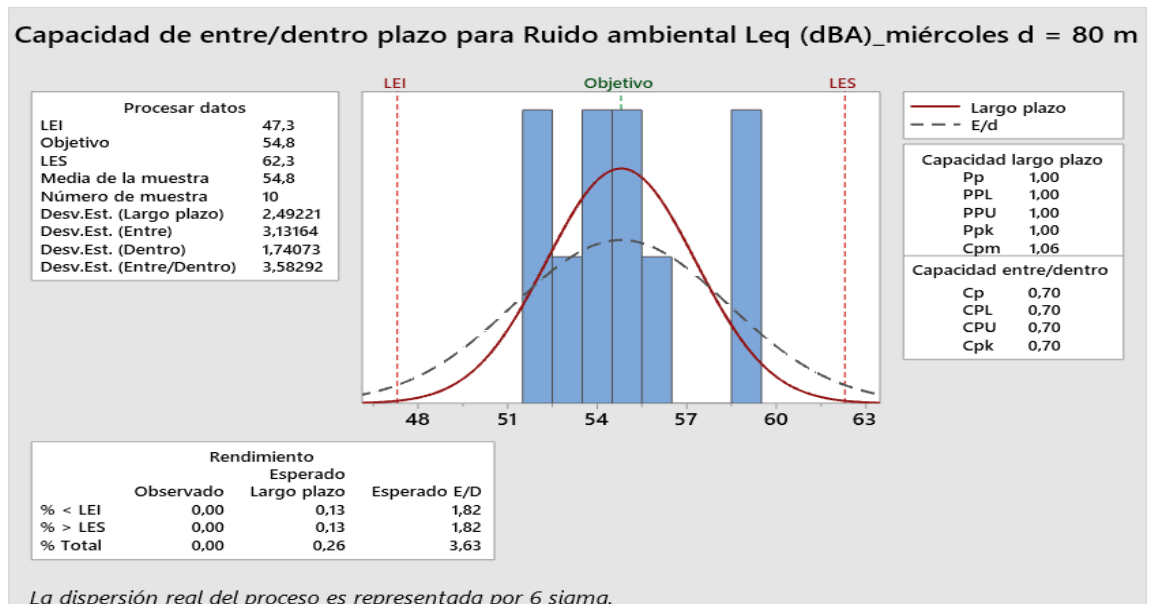
*Control de la capacidad de Ruido ambiental-Martes a distancia de 80 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 51**

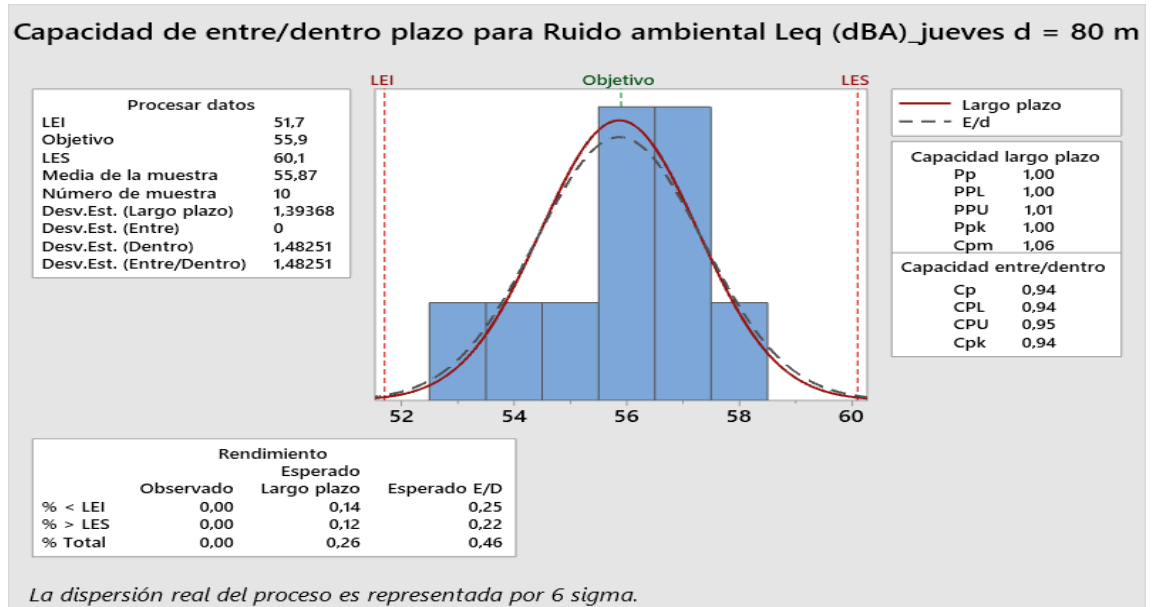
*Control de la capacidad de Ruido ambiental-Miércoles a distancia de 80 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 52**

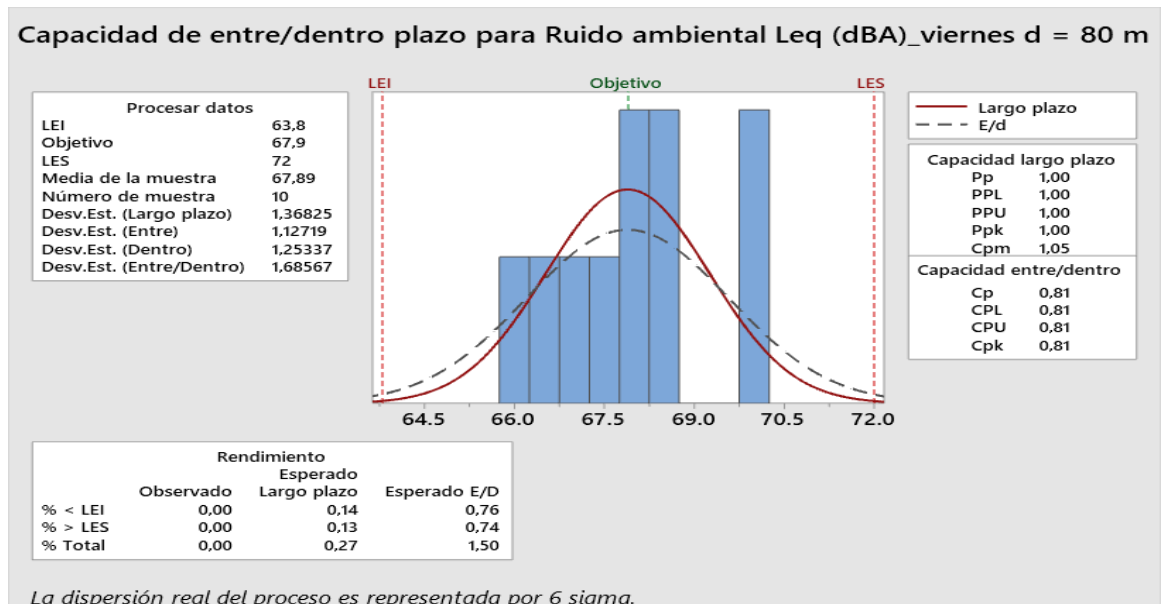
*Control de la capacidad de Ruido ambiental-Jueves a distancia de 80 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 53**

*Control de la capacidad de Ruido ambiental-Viernes a distancia de 80 m*

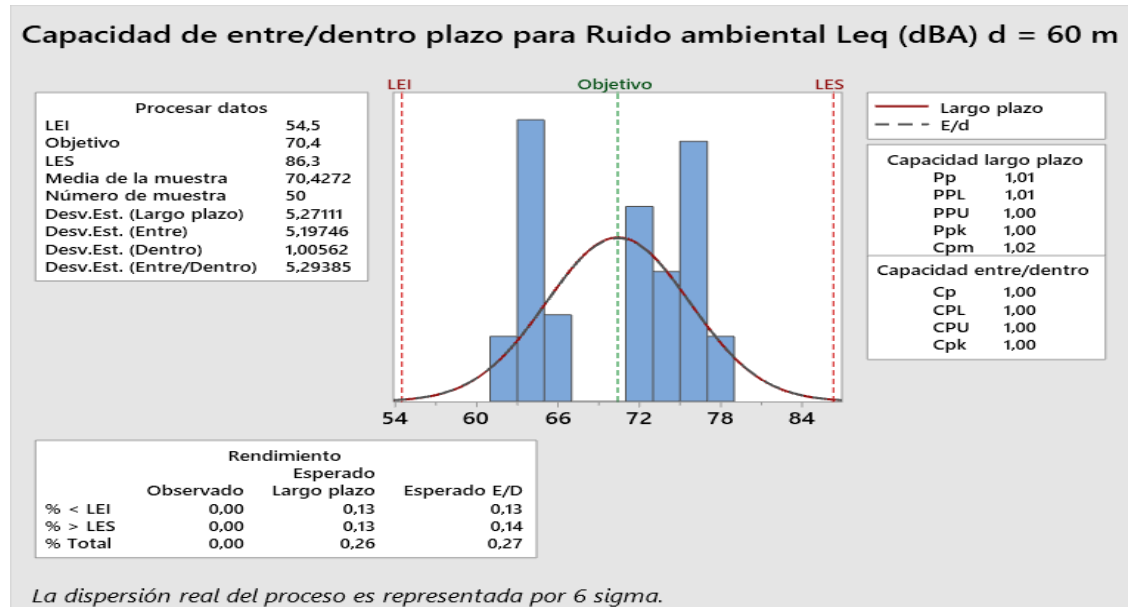


Fuente: Reporte de Software Minitab 19

#### 4.5.2. Control de la capacidad de ruido ambiental a 60 metros de la cantera

**Figura 54**

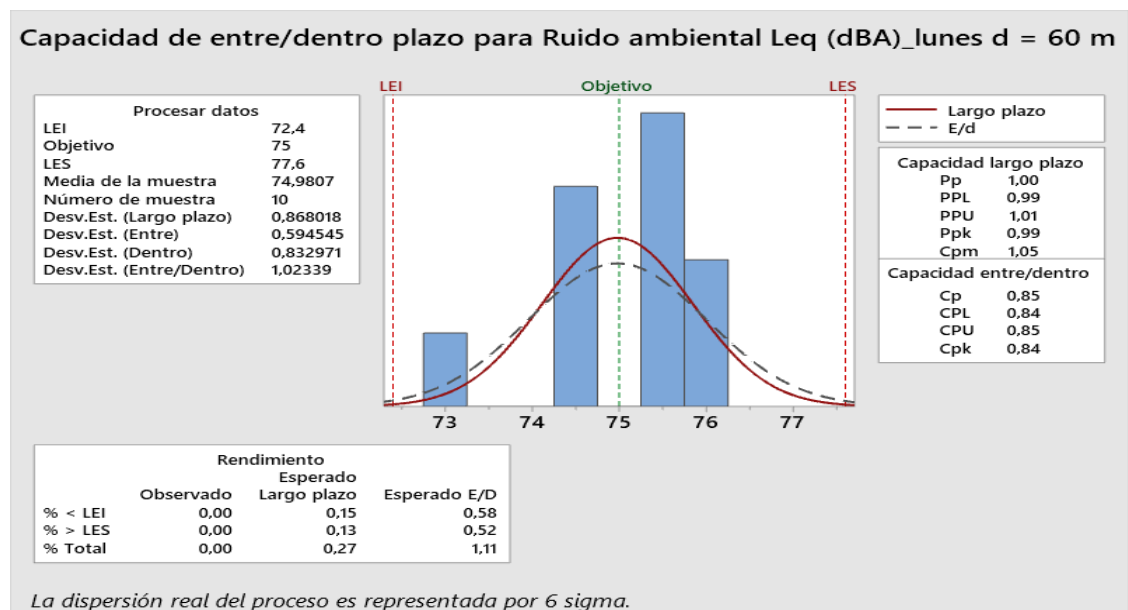
*Control de la capacidad de Ruido ambiental a distancia de 60 m*



Fuente: Reporte de Softwate Minitab 19

**Figura 55**

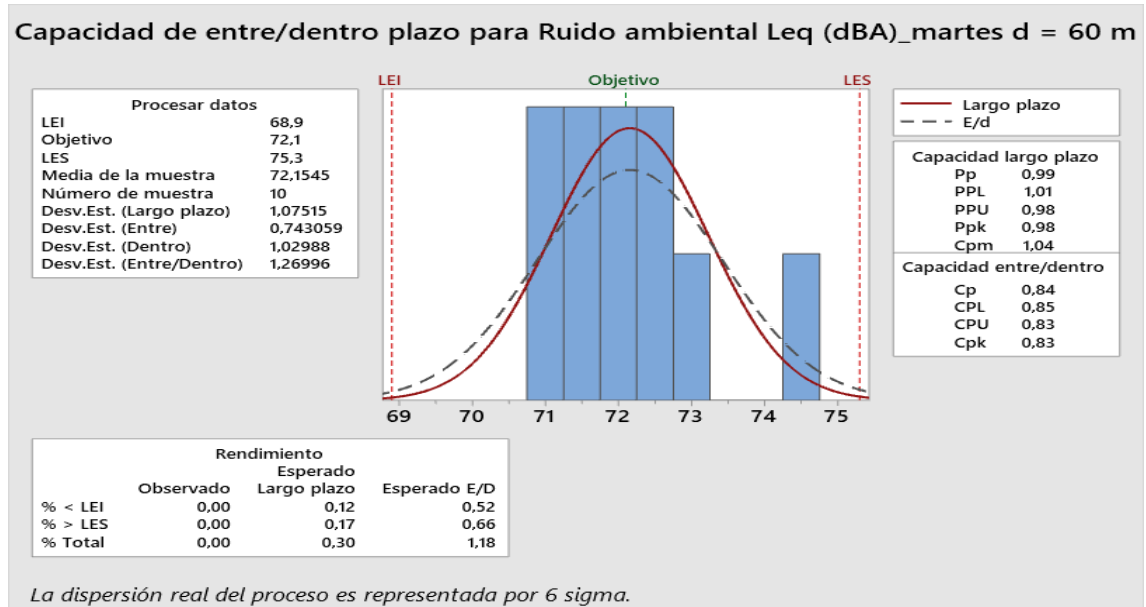
*Control de la capacidad de Ruido ambiental-Lunes a distancia de 60 m*



Fuente: Reporte de Softwate Minitab 19

**Figura 56**

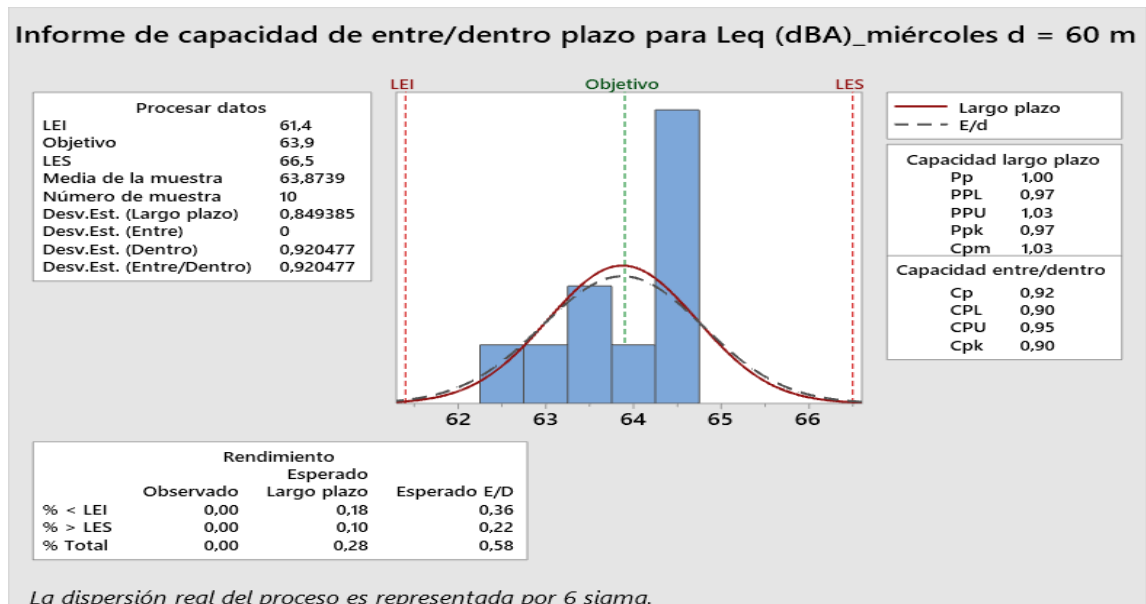
*Control de la capacidad de Ruido ambiental-Martes a distancia de 60 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 57**

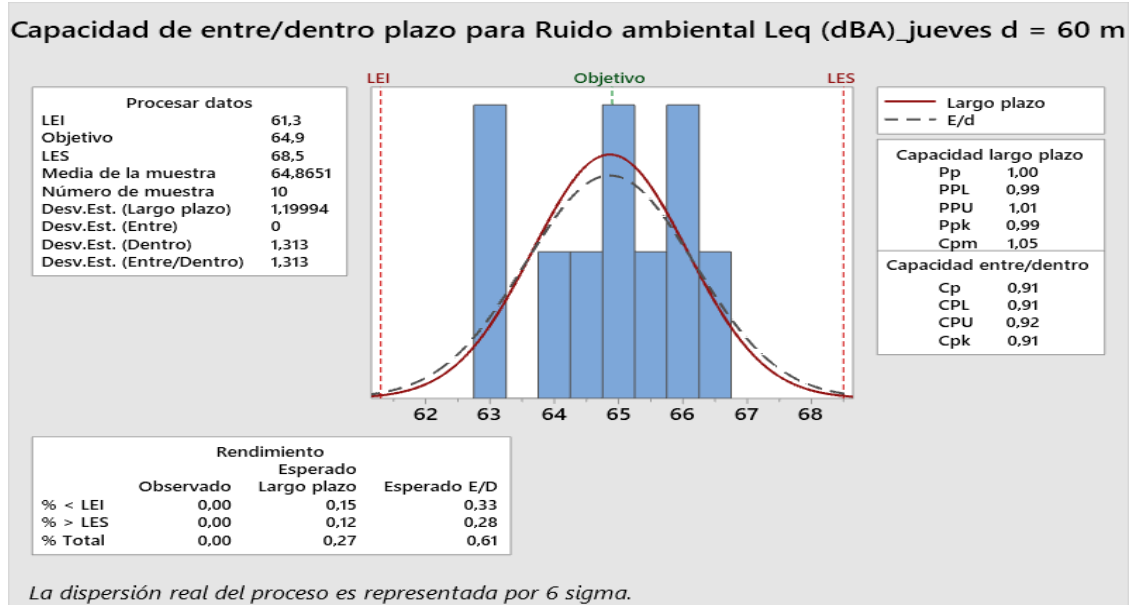
*Control de la capacidad de Ruido ambiental-Miércoles a distancia de 60 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 58**

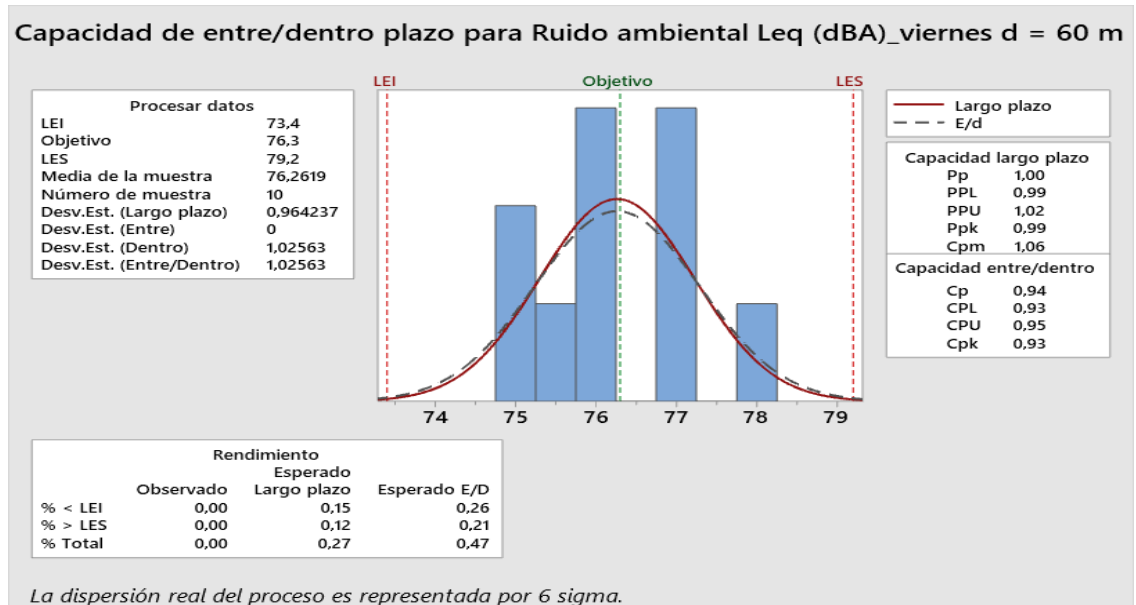
*Control de la capacidad de Ruido ambiental-Jueves a distancia de 60 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 59**

*Control de la capacidad de Ruido ambiental-Viernes a distancia de 60 m*

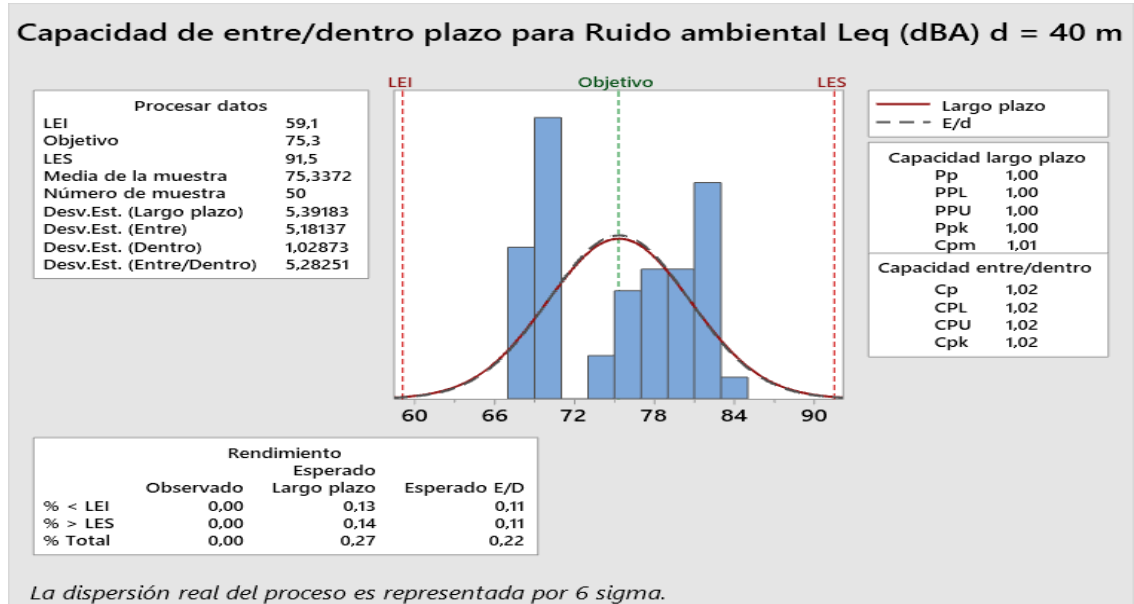


Fuente: Reporte de Software Minitab 19

### 4.5.3. Control de la capacidad de ruido ambiental a 40 metros de la cantera

Figura 60

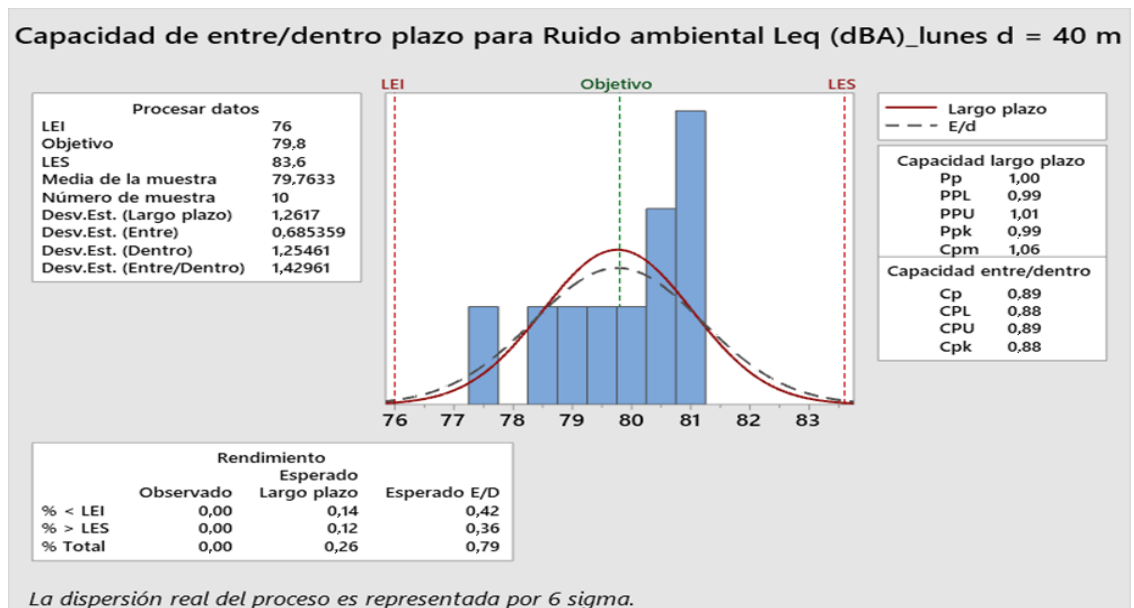
Control de la capacidad de Ruido ambiental-Viernes a distancia de 40 m



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

Figura 61

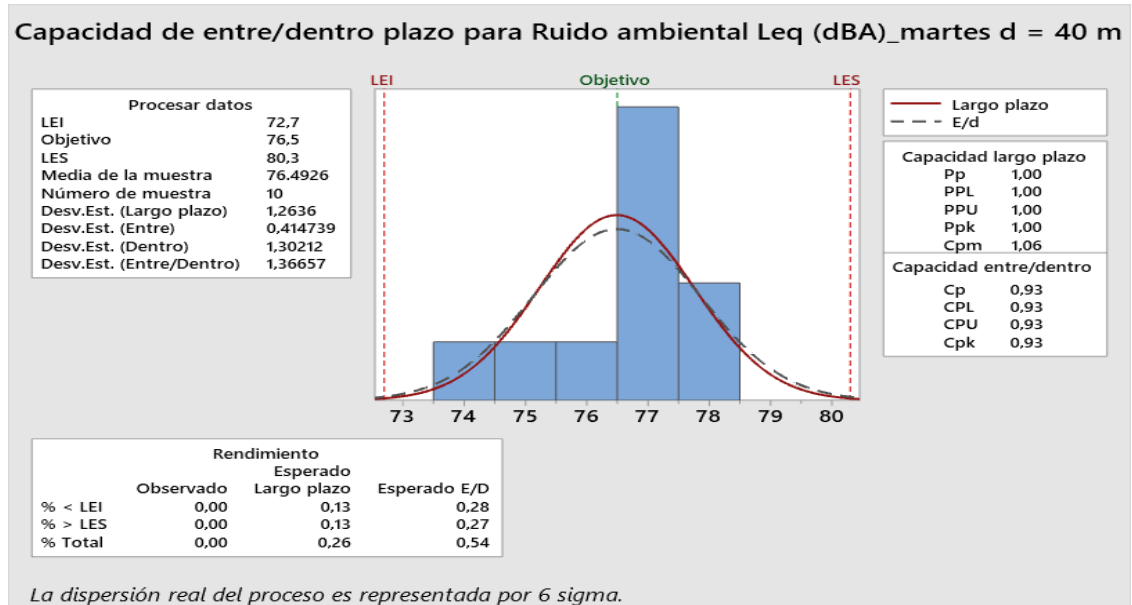
Control de la capacidad de Ruido ambiental-Lunes a distancia de 40 m



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 62**

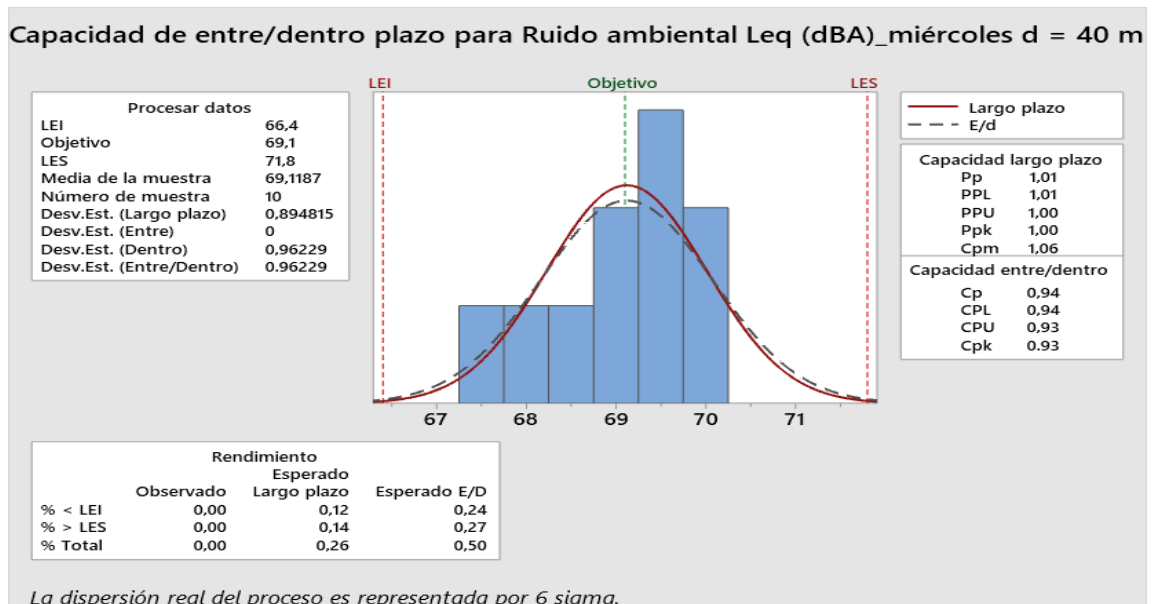
*Control de la capacidad de Ruido ambiental-Martes a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 63**

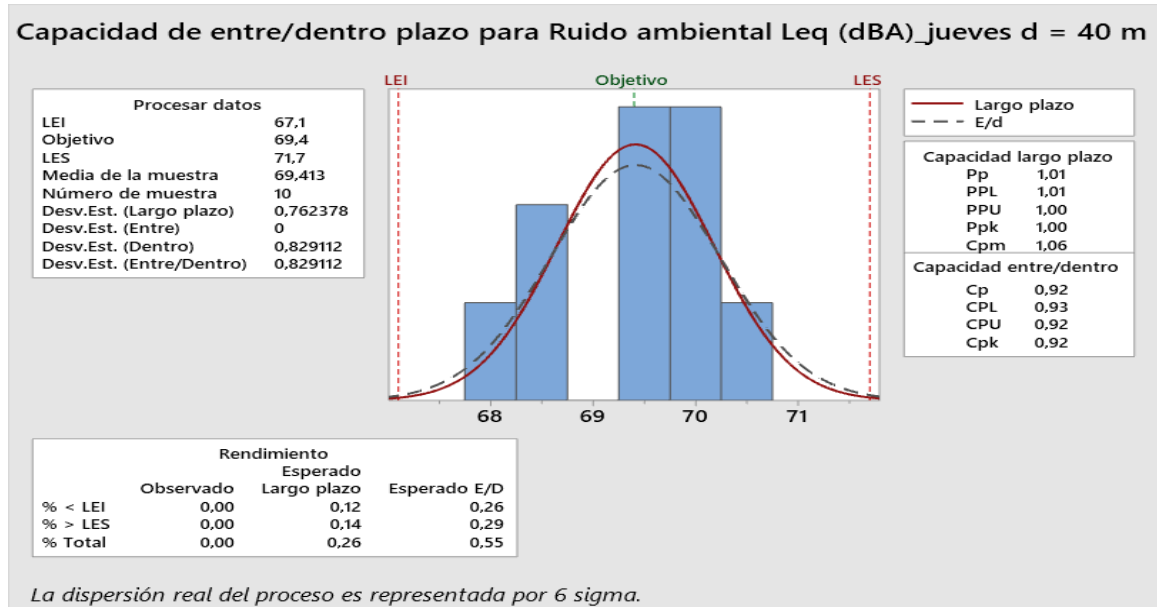
*Control de la capacidad de Ruido ambiental-Miércoles a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 64**

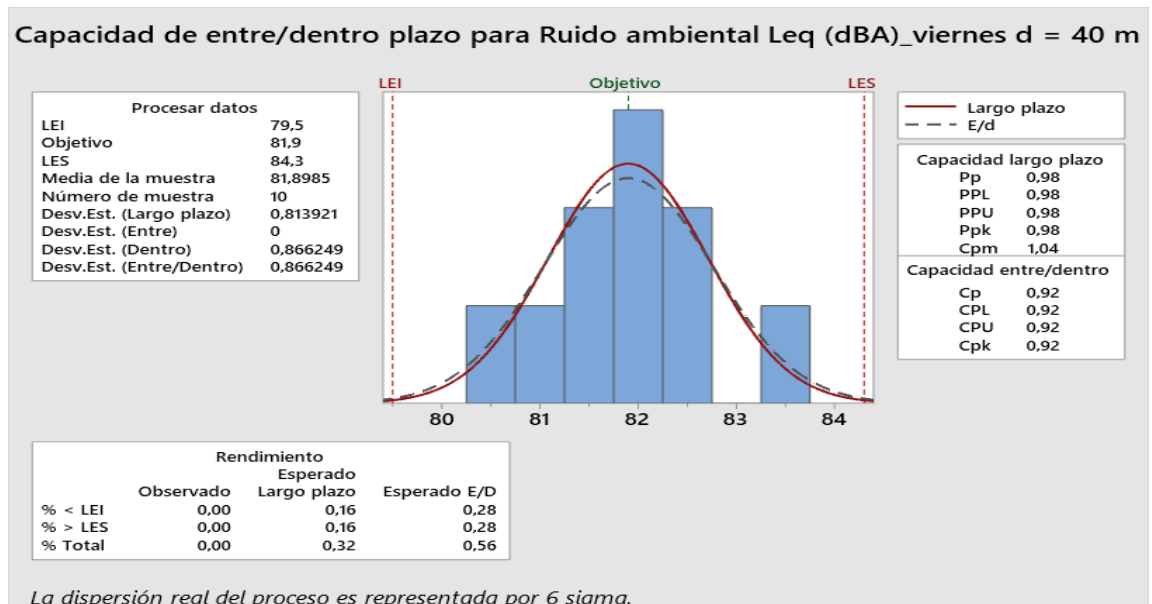
*Control de la capacidad de Ruido ambiental-Jueves a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

**Figura 65**

*Control de la capacidad de Ruido ambiental-Viernes a distancia de 40 m*



Fuente: Reporte de Software Minitab 19

## DISCUSIONES

### 5.1. ANÁLISIS DE LA ESTADÍSTICA INFERENCIAL DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL DURANTE LA JORNADA SEMANAL

Finalmente, la hipótesis principal nula ( $H_0$ ) es: “Existen diferencias significativas en los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna”.

Es decir, la expresión estadística de la hipótesis nula ( $H_0$ ) y alternativa ( $H_a$ ) con 95 % de confianza se definen como una desigualdad e igualdad de medias, respectivamente, para un alfa de 0,05 (nivel de significancia)

$$H_0: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$$

$$H_a: \mu_i = \mu_j, \text{ para algún } i \neq j$$

Del análisis de la varianza el valor probable calculado (valor p) es de 0,000 y como es menor que el nivel de significancia (alfa = 0,05), entonces *se rechaza la hipótesis nula*.

Además, el modelo muestra un coeficiente de determinación de ( $R^2$ ) de 0,9669, es decir, un coeficiente de correlación ( $r$ ) de 0,9833, que al igual que las medias y desviaciones estándares, muestran valores muy fuertes y buenos, excepto el día viernes que pasa los 80 dBA.

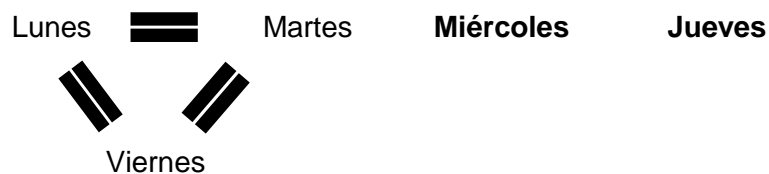
Según las *pruebas de hipótesis con los métodos de Tukey y Fisher*, y de acuerdo a (Minitab, 2021), solo los pares de días martes-lunes, martes-viernes y lunes-viernes, contienen el valor cero, y se puede sostener que:

- Los días lunes y martes no difieren significativamente entre ambos ni del día viernes, al evaluar el ruido ambiental en la cantera, pero sí de los otros días de la semana.

- Los días miércoles y jueves si difieren significativamente de los otros días de la semana.

Asimismo, de acuerdo a la *prueba de hipótesis mediante el método de Dunnett*, ningún par de días contiene el valor de cero, por lo que se puede sostener que, existen diferencias significativas en este tratamiento y el considerado como control o testigo (miércoles).

Por lo tanto, *se rechaza la hipótesis nula* y el modelo de significancia es el siguiente:



## 5.2. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL DURANTE LA JORNADA SEMANAL

La hipótesis nula ( $H_0$ ) es: “Existe una distribución estadística normal durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna”.

Aplicando las pruebas de normalidad de Anderson-Darling y de Ryan Joiner, mediante el Software Minitab versión 19, para los 50 datos medidos en la semana, se han consolidado los siguientes valores de ruido ambiental para 80, 60 y 40 m de distancia de la cantera.

**Tabla 12***Pruebas de normalidad de ruido ambiental en los 5 días de la semana*

Distancia (m)	Anderson-Darling		Ryan Joiner	
	AD	Valor p	RJ	Valor p
<b>80</b>	<b>1,551</b>	< 0,005	<b>0,964</b>	< 0,010
60	2,864	< 0,005	0,934	< 0,010
40	2,573	< 0,005	0,939	< 0,010

*Fuente:* Elaboración propia. 2021.

Según estos resultados, todos los p-valores son menores que el nivel de significancia (alfa = 0,05), a la vez que presenta estadísticos AD mayores de 1; sin embargo, tiene estadísticos RJ cercanos a la correlación perfecta, lo que indica que **hay normalidad en los días de jornada semanal**.

**Tabla 13***Pruebas de normalidad de ruido por día de la semana*

<b>Distancia (m) / Día de la semana</b>		<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>RJ</b>	<b>Valor p</b>
80	Lunes	66,15	1,52	0,988	> 0,100
	Martes	62,90	2,06	0,995	> 0,100
	Miércoles	54,80	2,49	0,973	> 0,100
	Jueves	55,87	1,39	0,977	> 0,100
	Viernes	67,89	1,37	0,982	> 0,100
60	Lunes	74,98	0,87	0,940	> 0,100
	Martes	72,15	1,08	0,906	0,037
	Miércoles	63,87	0,85	0,946	> 0,100
	Jueves	64,87	1,20	0,982	> 0,100
	Viernes	76,26	0,96	0,991	> 0,100
40	Lunes	79,76	1,26	0,964	> 0,100
	Martes	76,49	1,26	0,968	> 0,100
	Miércoles	69,12	0,90	0,977	> 0,100
	Jueves	69,41	0,76	0,980	> 0,100
	Viernes	81,90	0,81	0,984	> 0,100

*Fuente:* Elaboración propia. 2021.

De acuerdo a la tabla anterior y considerando la prueba de Ryan Joiner que es similar al contraste de Shapiro-Wilk y más potente que la de Anderson-Darling, para las 3 distancias de la cantera se han obtenido p-valores mayores que el nivel de significancia (alfa = 0,05), excepto el día martes a 60 m donde se obtuvo un valor de 0,037.

Considerando los estadísticos RJ cercanos a la correlación perfecta ( $r = 1,0$ ) con buenas medias y desviaciones estándares, se concluye que, *se acepta la hipótesis nula y cada día de la semana los datos de ruido ambiental se distribuyen en forma normal.*

### **5.3. ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD HOMOGÉNEA DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL DURANTE LA JORNADA SEMANAL**

La segunda hipótesis nula ( $H_0$ ) es: “No existen diferencias significativas entre las varianzas de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna”.

Según la aplicación del *método de Barlett* para la medición de ruido ambiental a 80, 60 y 40 m de distancia de la cantera, y usando el Software Minitab versión 19, se han obtenido valores probables (valor p) de 0,275, 0,828 y 0,398, respectivamente.

Como estos tres resultados son mayores que el *nivel de significancia* ( $\alpha = 0,05$ ), entonces *se aceptan las 3 hipótesis nulas* y se puede afirmar que *no existen diferencias significativas entre las varianzas, cumpliéndose su homogeneidad*.

Además, de acuerdo a los 3 gráficos, así como en las tablas de desviación estándar al 95 % de intervalo de confianza, se observan *mayores variabilidades los días martes y miércoles a 80 m, miércoles y jueves a 60 m y, lunes y martes a 40 m*.

### **5.4. ANÁLISIS DEL CONTROL DE LA ESTABILIDAD DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL DURANTE LA JORNADA SEMANAL**

La tercera hipótesis nula ( $H_0$ ) es: “Se tiene un buen control de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna”.

Para el análisis del control de los niveles de ruido ambiental, se ha elegido aplicar los *gráficos de Shewhart o cartas de control tipo individual*, debido a que los procesos en las canteras son lentos y en forma intermitente. (Gutiérrez P. H. y de la Vara S. R., 2009, p. 204)

De acuerdo a estos diagramas de los datos medidos de ruido ambiental a 80, 60 y 40 m de distancia de la cantera, se han encontrado los siguientes resultados en los 5 días de la semana:

- Los *días lunes el proceso es estable*, aunque a 80 m se detectaron 2 puntos casi en los límites de control inferior (LCI) y límite de control superior (LCS).
- Los *días martes el proceso también es estable*, aunque a 80 m se ubicaron 2 puntos cercanos en los límites de control (LCI y LCS).
- Los *días miércoles el proceso es también estable*, aunque a 80 m se localizaron 2 puntos alrededor del límite de control superior (LCS).
- Los *días jueves el proceso es totalmente estable*, con valores de ruidos ambientales por encima de los límites de control inferior (LCI) y por debajo de los límites de control superior (LCS).
- Los *días viernes el proceso es totalmente estable*, con datos de ruidos ambientales por debajo de los límites de control superior (LCS) y por encima de los límites de control inferior (LCI).

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de tener un buen control de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta - Tacna.

##### **5.5. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL DURANTE LA JORNADA SEMANAL**

La cuarta hipótesis nula ( $H_0$ ) es: “Hay una adecuada capacidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna”.

El análisis de la capacidad de los procesos de los niveles de ruido ambiental, mediante el Software Minitab versión 19, a distancias de 80, 60 y 40 m de la cantera para los 50 datos medidos de lunes a viernes, ha permitido obtener *índices de Taguchi* ( $C_{p_m}$ )

de 1,00, 1,02 y 1,01, donde este parámetro estadístico toma en cuenta la variabilidad en los límites de especificación (LEI, LES) y el centrado ( $\mu$ ) de tales datos, según (Gutiérrez P. H. y de la Vara S. R., 2009):

$$Cp_m = (LES - LEI) / 6*\tau$$

Donde:

$$\tau = \sqrt{(\sigma^2 + (\mu - N)^2)}$$

De acuerdo este autor, si el  $Cp_m$  es mayor o igual a 1, entonces el proceso cumple con las especificaciones y la media está dentro de la tercera parte central de la banda de tales límites del cliente.

En el análisis para cada día de la semana, según el consolidado de los índices de Taguchi ( $Cp_m$ ), mostrados en la tabla adjunta, los valores de  $Cp_m$  también son mayores a 1, entonces se puede afirmar que, los procesos diarios cumplen con las bandas de tales especificaciones.

**Tabla 14***Consolidado de índice de Taguchi y capacidad de proceso real*

Distancia (m) / Día de la semana		Cp <sub>m</sub>	Cp <sub>k</sub> entre /dentro
80	Lunes	1,06	0,77
	Martes	1,06	0,73
	Miércoles	1,06	0,70
	Jueves	1,06	0,94
	Viernes	1,05	0,81
60	Lunes	1,05	0,84
	Martes	1,04	0,83
	Miércoles	1,03	0,90
	Jueves	1,05	0,91
	Viernes	1,06	0,93
40	Lunes	1,06	0,88
	Martes	1,06	0,93
	Miércoles	1,05	0,91
	Jueves	1,06	0,92
	Viernes	1,04	0,92

*Fuente:* Elaboración propia. 2021

Por otra parte, de acuerdo a (Gutiérrez P. H. y de la Vara S. R., 2009, pág. 102) si el *Cpk entre / dentro* está en el intervalo de 0,67 y 1,00, entonces *el proceso es de clase 3*, es decir, *no es adecuado para el trabajo*, por lo que requiere análisis y modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.

Por lo tanto, *se rechaza la hipótesis nula al no haber una adecuada capacidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal.*

## CONCLUSIONES

1. Se han determinado, con los métodos de Tukey, Fisher y Dunnett, el análisis de los niveles de ruido ambiental, en que se rechaza la hipótesis nula al no existir diferencias significativas, excepto los días miércoles y jueves de la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.
2. Se han determinado, con los métodos de Anderson-Darling y Ryan-Joiner, que los niveles de ruido ambiental se distribuyen en forma normal, a la vez que se acepta la hipótesis nula al mostrar campanas sesgadas durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.
3. Se ha determinado, con el método de Berlett, la variabilidad homogénea de los niveles de ruido ambiental, donde se acepta la hipótesis nula al no haber diferencias significativas entre las varianzas durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.
4. Se ha determinado, con la carta de Shewhart, el control de los niveles de ruido ambiental, en el cual se acepta la hipótesis nula al lograr la estabilidad de los datos medidos durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.
5. Se ha establecido, con el método de Taguchi, la capacidad de los niveles de ruido ambiental, a la vez que se rechaza la hipótesis nula al no ser adecuado al no ser adecuado para el trabajo durante la jornada semanal en las canteras de río Seco del sector Arunta-Tacna.

## RECOMENDACIONES

1. Para quién: Para las autoridades ambientales y los trabajadores de las canteras. Qué hacer: Realizar estudios de monitoreo del aire. Para qué: Para detectar y prevenir la contaminación de polvo y monóxido de carbono en las canteras, protegiendo la salud de los trabajadores y el medio ambiente.
2. Para quién: Para los responsables de la gestión ambiental de la cantera. Qué hacer: Ampliar los monitoreos ambientales. Para qué: Realizar los monitoreos en las distancias de 80 y 40 metros de la cantera durante los 3 meses de verano, con el fin de obtener datos más precisos sobre posibles impactos ambientales y tomar medidas preventivas adecuadas.
3. Para quién: Para los supervisores de las operaciones de carga y descarga de agregados en la cantera. Qué hacer: Supervisar las operaciones de carga y descarga de los cargadores frontales a los volquetes. Para qué: Realizar la supervisión los días lunes y martes, que presentan mayor variabilidad, con el objetivo de identificar posibles problemas en el proceso y mejorar la eficiencia de las operaciones en la cantera.
4. Para quién: Para el equipo encargado del control de riesgos físicos en la empresa. Qué hacer: Realizar un mejor control de ruido ambiental. Para qué: Es necesario llevar a cabo un control más riguroso los días lunes a jueves, ya que se han detectado datos erróneos o "outliers" que podrían afectar la estabilidad de los procesos de riesgos físicos en la empresa.
5. Para quién: Para los responsables del mantenimiento de los equipos pesados en las canteras. Qué hacer: Realizar modificaciones serias en el mantenimiento preventivo de los cargadores frontales y volquetes. Para qué: Al detectar que los procesos en las canteras no son eficientes y la calidad es insatisfactoria, es necesario realizar

cambios significativos en el mantenimiento preventivo de los equipos pesados, como cargadores frontales y volquetes, para asegurar que operen de manera óptima y no afecten la operatividad normal en la cantera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AENOR. (2007). OHSAS 18001: 2007. *Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo*. Requisitos. Madrid.
- Arango, S. (2012). *Reducción de los impactos sonoros en la explotación de caliza en la mina Coimolache, Bamabamarca-Cajamarca*, Perú. Trujillo: UNT.
- Callire, W. (2018). *Efecto de los tipos de perforadoras en el ruido ocupacional en la mina de Toquepala*. Tacna: UNJBG.
- Chanlett, E. (1973). *Environmental Protection*. Michigan-USA: McGraw-Hill.
- Coronado, C. & Mederos, C. (2015). *Análisis y diagnóstico del nivel de ruido en las operaciones mineras a cielo abierto, Mina El Suspiro*. San José de Cúcuta: UFDPS.
- D.S 085-2003-PCM. (2003). *Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido*. Lima: PCM.
- Espinoza, E. (2013). *Metodología de la investigación científica*. Tacna: UNJBG.
- Figueroa, A. (2010). *Análisis de riesgo ambiental aplicado a un establecimiento afectado por el D.R. 1254/1999*. UPC.
- Franco, M. (2017). *Riesgo de la ingesta de agua potable contaminada con plomo en la salud de la población de 3 a 5 años del Caserío de Chunya - Ancash*. Chimbote: UNS.
- Frisancho, F. (2015). *Análisis de vulnerabilidad mediante modelamiento hidrodinámico del cauce del río Seco del cono sur de la ciudad de Tacna*. Tacna: UNJBG.

- Fuentes, J. (2010). *Investigación y aplicación de técnicas de control de ruido al interior de cabinas de la flota de camiones de compañía minera Cerro Colorado*. Valdivia: UACH.
- García, D. y Mendoza, M. (2014). *Los factores ambientales y su incidencia en la salud de los campesinos manabitas, afiliados al Seguro Social Campesino. Caso Comuna Cantagallo del Cantón Jipijapa, 2013*. Manabí- Ecuador: UTM.
- Gutiérrez P. y de la Vara S. (2009). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma*. 2da ed.: McGraw-Hill.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. 6ta ed.: McGraw-Hill.
- Hernández, J. & Cárdenas, E. (1998). *Explotación subterránea de canteras, una alternativa*. Bogotá: UNC.
- Herrera, H. (2007). *Diseño de explotación de canteras*. 1ra ed.: UPM.
- Ley N° 28611. (2005). *Ley general del Ambiente-Art. 32*. Lima: MINAM.
- Madrid, C. (2003). *Ergonomía*. Madrid - España.
- Martínez, P. & Moreno, A. (2013). *Ruido y quietud en el interior de los parques de Madrid*. Madrid-España: UA de Madrid.
- MINAM. (2015). RM 034-2015: *Guía para la elaboración de estudios de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente en sitios contaminados*. Lima.
- MINAM D.S 023.2017-EM. (28 de 07 de 2017). *EL PERUANO*, pág. 12.
- MINAM. (2010). *Guía de evaluación de riesgos ambientales*. 1ra ed.: Biblioteca nacional.

- Minitab, L. (15 de diciembre de 2021). Obtenido de [https://www.minitab.com/content/dam/www/en/uploadedfiles/documents/getting-started/Minitab19GettingStarted\\_ESES.pdf](https://www.minitab.com/content/dam/www/en/uploadedfiles/documents/getting-started/Minitab19GettingStarted_ESES.pdf)
- MINTRA. (2008). *Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Riesgo Disergonómico*. ERGONOMÍA, 17.
- MTPS, U. C. (2010). *Guía Técnica para la evaluación el trabajo pesado*. Santiago de Chile: MACSA.
- NTP322. (2000). Barcelona, España.
- R.M 034-2015-MINAM. (2015). *Guía para la elaboración de estudios de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente en sitios contaminados*.
- R.M 227-2013-MINAM. (2013). Protocolo de monitoreo de ruido ambiental. Lima.
- R.M 227-2013-MINAM. (10 de diciembre de 2020). Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/resolucion-ministerial-227-2013-minam/>
- Romero, M. (2015). *Exposición laboral al ruido de los trabajadores de una mina a tajo abierto debido a la expansión, ubicación y tipo de actividad de los operadores en la región norte del país*. Lima: UNI.
- Rubio, C. (2001). Evaluación de Riesgos. Barcelona, España.
- Soto, D. (2018). *Evaluación de riesgos ambientales ocasionados por la disposición de residuos sólidos al río Sicra mediante sistemas de información geográfica ciudad de Lircay-Huancavelica*. Huancavelica: UNH.
- Supo, J. (2013). *Investigación científica*. 1ra ed.: ISBN.
- TECNOMAB. (2016). *Manual de TENMARS*. Equipment & Instrumentation, 40.
- Tello Torres, S. (2019). *Monitoreo ambiental*. Tacna: TECNICAP.

Tello, S. (2016). *Monitoreo ocupacional*. Tacna: TECNICAP.

Urday, M. (2017). *Lesiones auditivas inducidas por ruido encontradas en exámenes ocupacionales realizados en un centro médico de Arequipa 2011-2012*. Arequipa: UCSM.

Vélez, R. (2017). *Factores medio ambientales que influyen en la aparición de enfermedades respiratorias*. UEM.

Wikipedia. (26 de 09 de 2020). *Enciclopedia libre: Cantera*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/CanteraWikipedis>

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1.** Procedimiento de medición de niveles de ruido- Sonometría.

- **Protocolo de trabajo en campo**

**Puntos de medición:** El ruido ambiental se medirá en las áreas donde operan los equipos pesados y está definido principalmente por las operaciones de carga y transporte de agregados. El tipo de ruido corresponde a ruido inestable.

- **Parámetro de medición**

En la medición de este contaminante físico se realizará la sonometría, midiendo el **Nivel de Presión Sonora** equivalente (NPSeq o Leq) de manera continua, observando y anotando cada 60 minutos el valor que aparece en la pantalla del instrumento. En este proceso no se debe detener ni resetear, hasta que la lectura del NPSeq se estabilice en torno a un valor con variaciones menores a 1 dB(A).

- **Instrumento de medición**

- Sonómetro : Marca TENMARS, Modelo ST-130, N° de Serie:150805263
- Rango de visualización : 30-90 dB; 50-110 dB; 70-140 dB.
- Rango de Prueba : 41-86 dB, 55-106 dB y 75-125 dB.
- Ponderación de frecuencia : A; C; Z.
- Calibración inicial : 114 dB(A) lento
- Calibración final : 114 dB(A) lento.



**ANEXO 2.** Matriz de consistencia: “ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL DURANTE LA JORNADA SEMANAL EN LAS CANTERAS DE RIO SECO DEL SECTOR ARUNTA-TACNA, AÑO 2020”.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS PRINCIPAL	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			METODOLOGÍA
					DIMENSIONES	INDICADORES	Unidad de medida / Índice	
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿De qué manera se pueden analizar los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <p>a) ¿Cómo se puede determinar la distribución de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna?</p> <p>b) ¿Cómo se puede determinar la variabilidad de los niveles de ruido durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar el análisis estadístico de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>a) Determinar la distribución de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.</p> <p>b) Determinar la variabilidad homogénea de los niveles de ruido durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.</p>	<p>Existen diferencias significativas en los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.</p> <p>:</p>	<p>a) Existe una distribución estadística normal durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.</p> <p>b) No existen diferencias significativas entre las varianzas de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.</p> <p>c) Se tiene un buen control de los niveles de ruido ambiental</p>	<p>X: <i>Variable independiente</i></p> <p>Jornada semanal.</p> <p>Y: Variable dependiente</p> <p>Niveles de ruido ambiental.</p>	<p>Días de la semana</p> <p>- Lunes - Martes - Miércoles - Jueves - Viernes</p> <p>- Ruido ambiental</p>	<p>Nivel de presión sonora (NPS)</p>	<p>día</p> <p>dBA</p>	<p><b>Tipo de estudio:</b> Exploratorio.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Relacional.</p> <p><b>Diseño específico:</b> Experimental (DCA)</p> <p><b>Población:</b> N = 20 canteras.</p> <p><b>Muestreo:</b> n = 01 cantera (crítica).</p> <p><b>Procedimientos/ Técnicas:</b> - Observación directa. - Medición o toma de datos de NPS (dBA). - Análisis de datos.</p> <p><b>Métodos:</b> - Prueba de Normalidad. - Prueba de Homogeneidad. - Prueba de hipótesis ANOVA. - Gráfica de control. - Capacidad del proceso.</p> <p><b>Instrumentos:</b> - Cámara digital. - Sonómetro.</p>

<p>c) ¿Cómo se puede determinar la estabilidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna?</p> <p>d) ¿Cómo se puede establecer la capacidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras de río Seco del sector Arunta-Tacna?</p>	<p>c) Determinar el control de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna, están controlados.</p> <p>d) Establecer la capacidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras de río Seco del sector Arunta-Tacna.</p>		<p>durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna.</p> <p>d) Hay una adecuada capacidad de los niveles de ruido ambiental durante la jornada semanal en las canteras del río Seco del sector Arunta-Tacna,</p>					<p>- Ficha de observación y de medición.</p>
--	---	--	---	--	--	--	--	--


Fuente: Elaboración propia. 2021.

### ANEXO 3. Ficha de medición de ruido ambiental.

MAQUINARIA PESADA		FOTO					
MARCA							
MODELO							
POTENCIA (HP)							
CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )							
VIDA ÚTIL (años)							
TAREA EN LA CANTERA							
VARIABLES AMBIENTALES (SENAMHI, 2021)	Temperatura ambiental (°C)		Presión ambiental (mbares)				
	Velocidad del viento (Km/h)		Precipitación anual (mm Hg)				
DISTANCIA DEL PUNTO (m)		TIPO DE RUIDO					
<b>Distribución de frecuencias</b>	<b>n =</b>	<b>Xmax =</b>	<b>Xmin =</b>				
<b>Variable cuantitativa:</b>	<b>N°</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>
Nivel de ruido equivalente	1						
<b>a) Rango o amplitud:</b>	2						
R = Xmax - Xmin	3						
0.0	4						
<b>b) Número de intervalos de clases:</b>	5						
Regla de Sturges	6						
k = 1 + 3.3 log (n)	7						
	8						
<b>c) Tamaño de intervalo de clase (ancho de clase)</b>	9						
C = R/k	10						
	Prom. Diario						
	Prom. Semanal						
<b>d) Intervalos de clase:</b>							
[ L <sub>i</sub> - L <sub>S</sub> ] >							



Fuente: Elaboración propia. 2021.

**ANEXO 4. Resultado de medición del ruido ambiental en zona de acopio material de descarte a distancia de 80 m.**

MAQUINARIA PESADA	CARGADOR FRONTAL / VOLQUETE							
MARCA	CATERPILLAR / VOLVO							
MODELO	950H/N10							
POTENCIA (HP)	200 / 256,5							
CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )	3,5 / 15							
VIDA ÚTIL (años)	15 y 12							
TAREA EN LA CANTERA	CARGADOR FRONTAL: Carga y descarga 4 palas de agregados al volquete. VOLQUETE: Transporta y descarga una carga de 15 m <sup>3</sup> por viaje.							
VARIABLES AMBIENTALES (SENAMHI, 2021)	Temperatura ambiental (°C)	16,2	Presión ambiental (mbares)	952,1				
	Velocidad del viento (Km/h)	8,5 a 11,3	Precipitación anual (mm Hg)	26,20				
DISTANCIA DEL PUNTO (m)	80	TIPO DE RUIDO	Fluctuante					
Distribución de frecuencias	n = 50	Xmax = 70.2	Xmin = 51.6					
Variable cuantitativa:	Fecha:	6/09/2021	7/09/2021	8/09/2021	9/09/2021	10/09/2021		
Nivel de ruido equivalente	N°	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
a) Rango o amplitud:	1	09:30	65.7	62.2	54.2	55.6	66.8	
R = Xmax - Xmin	2	09:35	66.4	63.5	55.3	55.9	68.3	
18.6	3	09:40	66.8	64.3	56.1	56.8	67.9	
b) Número de intervalos de clases:	4	09:45	68.3	65.2	58.6	55.4	69.8	
Regla de Sturges	5	09:50	68.0	66.1	58.9	57.2	70.2	
k = 1 + 3.3 log (n)	6	09:55	67.3	63.9	54.7	57.8	68.3	
7	7	10:00	66.1	62.1	53.6	56.7	67.9	
c) Tamaño de intervalo de clase (ancho de clase)	8	10:05	64.8	61.4	52.7	55.9	67.4	
C = R/k	9	10:10	64.2	60.8	51.6	54.3	66.3	
2.8	10	10:15	63.9	59.5	52.3	53.1	66.0	
d) Intervalos de clase:	Prom. Diario		66.2	62.9	54.8	55.9	67.9	
[ Li - LS] >	Prom. Semanal		61.5					
			51.6 - 54.4	54.4 - 57.2	57.2 - 60.0	60.0 - 62.8	62.8 - 65.6	65.6 - 68.4

Fuente: Elaboración propia, 2021.

**ANEXO 5.** Resultado de medición del ruido ambiental en zona de acopio material de descarte a distancia de 60 m.

MAQUINARIA PESADA	CARGADOR FRONTAL / VOLQUETE							
MARCA	CATERPILLAR / VOLVO							
MODELO	950H/N10							
POTENCIA (HP)	200 / 256.5							
CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )	3,5 / 15							
VIDA ÚTIL (años)	15 y 12							
TAREA EN LA CANTERA	CARGADOR FRONTAL: Carga y descarga 4 palas de agregados al volquete. VOLQUETE: Transporta y descarga una carga de 15 m <sup>3</sup> por viaje.							
VARIABLES AMBIENTALES	Temperatura ambiental (°C)	16,8	Presión ambiental (mbares)	952,0				
	Velocidad del viento (Km/h)	8,5 a 11,3		Precipitación anual (mm Hg)	26,20			
DISTANCIA DEL PUNTO (m)	60		TIPO DE RUIDO	Fluctuante				
	<b>n =</b>	50	<b>Xmax =</b>	77.9	<b>Xmin =</b>	62.3		
Distribución de frecuencias	Fecha:		20/09/2021	21/09/2021	22/09/2021	23/09/2021	24/09/2021	
Variable cuantitativa:	N°	Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	
Nivel de ruido equivalente	1	09:30	75.9	71.3	62.3	64.0	76.0	
a) Rango o amplitud:	2	09:35	75.8	72.3	64.1	66.0	77.2	
R = Xmax - Xmin	3	09:40	74.3	71.4	64.3	65.9	76.1	
15.6	4	09:45	75.3	72.2	64.5	62.9	77.9	
b) Número de intervalos de clases.	5	09:50	75.5	71.2	64.7	66.6	75.2	
Regla de Sturges	6	09:55	75.5	74.7	64.7	66.5	74.8	
k = 1 + 3,3 log (n)	7	10:00	73.2	72.6	63.0	64.7	77.0	
7	8	10:05	75.4	72.8	63.3	63.2	76.1	
c) Tamaño de intervalo de clase (ancho de clase)	9	10:10	74.3	71.9	64.6	65.0	75.5	
C = R/k	10	10:15	74.6	71.2	63.3	64.9	76.8	
	Prom. Diario		75.0	72.2	63.9	64.9	76.3	
2.4	Prom. Semanal		70.4					
d) Intervalos de clase:								
[ Li - LSj >			62.3 - 64.7	64.7 - 67.1	67.1 - 69.5	69.5 - 71.9	71.9 - 74.3	74.3 - 76.7

Fuente: Elaboración propia. 2021.

**ANEXO 6.** Resultado de medición del ruido ambiental en zona de acopio material de descarte a distancia de 40 m.

MAQUINARIA PESADA	CARGADOR FRONTAL / VOLQUETE						
MARCA	CATERPILLAR / VOLVO						
MODELO	950H/N10						
POTENCIA (HP)	200 / 256,5						
CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )	3,5 / 15						
VIDA ÚTIL (años)	15 y 12						
TAREA EN LA CANTERA	CARGADOR FRONTAL: Carga y descarga 4 palas de agregados al volquete. VOLQUETE: Transporta y descarga una carga de 15 m <sup>3</sup> por viaje.						
VARIABLES AMBIENTALES	Temperatura ambiental (°C)	18,7	Presión ambiental (mbares)	952,8			
	Velocidad del viento (Km/h)	8,5 a 11,3	Precipitación anual (mm Hg)	26,20			
DISTANCIA DEL PUNTO (m)	40		TIPO DE RUIDO	Fluctuante			
	n =	50	Xmax =	83.4	Xmin =	67.4	
Distribución de frecuencias	Fecha:		4/10/2021	5/10/2021	6/10/2021	7/10/2021	8/10/2021
Variable cuantitativa:	N°	Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Nivel de ruido equivalente	1	09:30	78.9	78.4	70.1	69.4	81.5
a) Rango o amplitud:	2	09:35	77.3	77.7	68.8	68.6	82.7
R = Xmax - Xmin	3	09:40	79.6	76.8	68.7	69.6	81.1
16.0	4	09:45	80.3	76.7	67.4	70.5	81.4
b) Número de intervalos de clases:	5	09:50	80.3	74.9	69.7	69.4	81.9
Regla de Sturges	6	09:55	80.8	75.5	70.2	70.0	81.8
k = 1 + 3,3 log (n)	7	10:00	81.2	74.3	69.7	70.2	81.9
7	8	10:05	78.4	77.2	69.4	69.8	83.4
c) Tamaño de intervalo de clase (ancho de clase)	9	10:10	79.9	76.8	69.0	68.4	80.6
C = R/k	10	10:15	81.1	76.7	68.1	68.2	82.6
	Prom. diario		79.8	76.5	69.1	69.4	81.9
2.4	Prom. Semanal		75.3				
d) Intervalos de clase:							
[ Lj] - LSj >	67.4 - 69.8	69.8 - 72.2	72.2 - 74.6	74.6 - 77.0	77.0 - 79.4	79.4 - 81.8	

Fuente: Elaboración propia. 2021.