

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Escuela de Posgrado

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

**DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN
SONORA POR FUENTES MÓVILES Y FIJAS EN
DIFERENTES ZONAS Y HORARIOS EN EL
CERCADO DE TACNA 2013**

TESIS

PRESENTADA POR:

M.Sc. MAURO CLAROS LIMACHE LUQUE

Para optar el Grado Académico de:

DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES

TACNA - PERÚ


2016


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA
Escuela de Posgrado

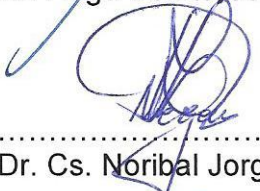
DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES


**DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN SONORA POR
FUENTES MÓVILES Y FIJAS EN DIFERENTES ZONAS Y
HORARIOS EN EL CERCADO DE TACNA 2013**

Tesis sustentada y aprobada el 22 de Agosto del 2016; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE :

Dra. Rina María Álvarez Becerra

SECRETARIO :

Dr. Hugo Benito Canahua Loza

MIEMBRO :

Dr. Cs. Noribal Jorge Zegarra Alvarado

ASESOR :

Dr. Alberto Savino Pacheco Pacheco

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional “Jorge Basadre Grohmann” de Tacna por haberme brindado todas las facilidades para llevar a cabo esta investigación, a los docentes que permitieron enriquecer mi alma y mi corazón por sus valiosos conocimientos y experiencia que hacen que cambie la vida de muchas personas.

Agradecer hoy y siempre a mis hijos Ana Claudia, Luis Angel y Luciana Victoria, mis tesoros; a mis hermanos Leonidas y Fredi, por su constante apoyo y aliento a mi superación profesional; a mis padres, Vidal (QEPD) y Elsa, porque supieron inculcarme el valor de iniciar y terminar un proyecto.

Mi agradecimiento a Dorita por ser muy importante en mi vida, por su apoyo incondicional brindado desde el día que la conocí, por enriquecer mi vida con su amor y motivarme a culminar con esta investigación.

A mi asesor de Tesis Dr. Alberto Pacheco Pacheco, mi profundo agradecimiento por sus orientaciones, recomendaciones oportunas para la culminación de esta investigación.

Quiero agradecer a mis compañeros del Doctorado en Ciencias Ambientales por el tiempo que me han brindado en las múltiples investigaciones asignadas; asimismo un agradecimiento muy especial a Verónica, Betty, Soledad, Sol y a Carlitos Gutiérrez.

Gracias, muchísimas gracias, por todo.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis sueños.

A mis padres que lo dieron todo por sus hijos, especialmente a mi madre que está siempre pendiente de mí.

A mis hijos, Ana Claudia, Luis Ángel y Luciana Victoria, porque son la razón de mi vida, porque su amor y comprensión me permiten vencer los retos de la vida.

A mis hermanos Leónidas y Fredi por ser ejemplos de liderazgo, de compañerismo y de perseverancia.

A mis maestros, al Dr. Alberto Pacheco Pacheco, al Dr. Ángel Canales Gutiérrez, por su gran apoyo y motivación para la culminación y elaboración de esta tesis.

A mis compañeros del Doctorado en Ciencias Ambientales y a todos los que tuvieron que ver con la culminación de este trabajo de investigación realizado en la ciudad de Tacna.

CONTENIDO

	Página
Agradecimiento	iii
Dedicatoria	iv
Resumen	xiv
Abstract	xv
Resumo	xvi

Introducción	1
--------------	---

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema	6
1.1.1. Antecedentes del problema	7
1.1.2. Problemática de la investigación	9
1.2. Formulación del problema	10
1.3. Justificación e importancia	11
1.4. Alcances y limitaciones	13
1.5. Objetivos del estudio de investigación	13
1.5.1. Objetivo General	13
1.5.2. Objetivos Específicos	13

1.6. Hipótesis	14
1.6.1 Hipótesis general	14
1.6.2 Hipótesis específicas	14

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio	15
2.1.1. Internacionales	15
2.1.2. Nacionales	22
2.2. Bases teóricas	29
2.2.1 Ruido ambiental	29
2.2.2 Contaminación acústica	31
2.2.3 Fuentes de contaminación sonora	32
2.2.4 Control técnico del ruido	35
2.2.5 Los mapas de ruido	36
2.3. Definición de términos	39

CAPÍTULO III MARCO

METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Diseño de la investigación	46
3.2. Población y muestra	47
3.3. Operacionalización de variables	55
3.3.1 Definición operacional de las variables	56

3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos	57
3.5. Monitoreo de ruido ambiental implementado	61

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Evaluación de datos	64
4.2. Evaluación de los niveles de contaminación sonora	87
4.3. Modelamiento de la contaminación sonora	108
4.4. Mapeo de la contaminación sonora	123

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión y Validación	128
5.2. Otros análisis	130

CONCLUSIONES	135
--------------	-----

RECOMENDACIONES	137
-----------------	-----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138
----------------------------	-----

ANEXOS	148
--------	-----

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Ubicación UTM de los puntos de muestreo en la zona geográfica 19K, y la programación de las fechas de muestreo de fuentes móviles	53
Tabla 2: Programa de muestreo de fuentes fijas: mercado 2 de Mayo y mercado Central	54
Tabla 3: Total de unidades de transporte evaluados en el monitoreo sonora realizada en el Cercado de Tacna, por turnos	64
Tabla 4: Compradores evaluados que acuden a los mercados cada 3 minutos, en el turno de 7:00 a 8:00 horas	69
Tabla 5: Compradores evaluados que acuden a los mercados cada 3 minutos, en el turno de 12:00 a 13:00 horas	70
Tabla 6: Compradores evaluados que acuden a los mercados cada 3 minutos, en el turno de 18:00 a 19:00 horas	71
Tabla 7: Brecha de la contaminación sonora de fuentes móviles en el Cercado de Tacna de 7:00 a 8:00 h	72
Tabla 8: Brecha de la contaminación sonora de fuentes móviles en el Cercado de Tacna de 12:00 a 13:00 h	77
Tabla 9: Brecha de la contaminación sonora de fuentes móviles en	

el Cercado de Tacna de 18:00 a 19:00 h	82
Tabla 10: Resultado de los niveles de contaminación en el Cercado de Tacna, en el turno de 7:00 a 8:00 horas	88
Tabla 11: Resultado de los niveles de contaminación en el Cercado de Tacna, en el turno de 12:00 a 13:00 horas	94
Tabla 12: Resultado de los niveles de contaminación en el Cercado de Tacna, en el turno de 18 a 19 horas	100
Tabla 13: Resultado de los niveles de contaminación en los mercados “Central” y “2 de Mayo” del Cercado de Tacna, según lugar de muestreo y horario de evaluación	106
Tabla 14: Resultado de la contaminación sonora en relación al número de unidades que circulan en el Cercado de Tacna de 7 a 8 h	108
Tabla 15: Cantidad de veces de contaminación sonora en relación al número de unidades que circulan en el Cercado de Tacna de 7:00 a 8:00 horas	110
Tabla 16: Matriz para el cálculo del ANOVA de un factor (K indica el número de veces que se presenta de un tipo de unidades y N la cantidad total de veces que se evalúa)	112
Tabla 17: ANOVA de un factor (K indica en número de veces que se presenta de un tipo de unidades y N la cantidad total de veces que se evalúa). Para el turno de 7 a 8 horas	113

Tabla 18: Resultado de la contaminación sonora en relación al número de unidades que circulan en el Cercado de Tacna de 12 a 13 horas	114
Tabla 19: ANOVA de un factor (K indica el número de veces que se presenta de un tipo de unidades y N la cantidad total de veces que se evalúa). Para el turno de 12 a 13 horas	116
Tabla 20: Resultado de la contaminación sonora en relación al número de unidades que circulan en el Cercado de Tacna de 18 a 19 horas	117
Tabla 21: ANOVA de un factor (K indica el número de veces que se presenta de un tipo de unidades y N la cantidad total de veces que se evalúa). Para el turno de 18:00 a 19:00 horas	119
Tabla 22: Resultado de la contaminación sonora en el interior de los mercados en relación al número de compradores que concurren a ellas	120

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Fotos de las fuentes contaminantes sonoras en Tacna	12
Figura 2: Ubicación del Cercado de Tacna	51
Figura 3: Diseño de los 44 puntos de muestreo del Cercado de Tacna	52
Figura 4: Diagrama de flujo de la metodología empleado para el muestreo sonoro	58
Figura 5: Distribución porcentual de unidades que circulan en las mañanas en el Cercado de Tacna	66
Figura 6: Distribución porcentual de unidades que circulan al medio día en el Cercado de Tacna	67
Figura 7: Distribución porcentual de unidades que circulan en las tardes en el Cercado de Tacna	68
Figura 8: Gráfico del nivel de ruido equivalente (Leq) en los 44 puntos de muestreo en el Cercado de Tacna, de 7:00 a 8:00 horas	76
Figura 9: Gráfico del nivel de ruido equivalente (Leg) en los 44 puntos de muestreo en el Cercado de Tacna, de 12 a 13 horas	79
Figura 10: Gráfico del nivel de ruido equivalente (Leg) en los 44 puntos de muestreo en el Cercado de Tacna, de 18 a 19 horas	86

Figura 11: Gráfico de la presión sonora superior al 10% y 90% del Tiempo de exposición al ruido de 7:00 a 8:00 horas en el Cercado de Tacna	91
Figura 12: Gráfico del índice de tránsito (TFI) en el Cercado de Tacna evaluados de 7:00 a 8:00 horas	92
Figura 13: Gráfico del nivel de contaminación sonora (NPLL) en el Cercado de Tacna, evaluados de 7:00 a 8:00 horas	93
Figura 14: Gráfico de la presión sonora superior al 10% y 90% del tiempo de exposición al ruido de 12 a 13 h en el Cercado	97
Figura 15: Gráfico del índice de tránsito (TFI) en el Cercado de Tacna, evaluados de 12:00 a 13:00 horas	98
Figura 16: Gráfico del nivel de contaminación sonora (NPLL) en el Cercado de Tacna, evaluados de 12:00 a 13:00 horas	99
Figura 17: Gráfico de la presión sonora superior al 10% y 90% del tiempo de exposición al ruido de 18 a 19 h en el Cercado	103
Figura 18: Gráfico del índice de tránsito (TFI) en el Cercado de Tacna, evaluados de 18:00 a 19:00 horas	104
Figura 19: Gráfico del nivel de contaminación sonora (NPLL) en el Cercado de Tacna, evaluados de 18:00 a 19:00 h	105
Figura 20: Gráficos de la contaminación sonora evaluada y proyectada en el Cercado de Tacna, 7:00 a 8:00 h	109

Figura 21: Gráficos de la contaminación sonora evaluada y proyectada en el Cercado de Tacna, 12:00 a 13:00 h	115
Figura 22: Gráficos de la contaminación sonora evaluada y proyectada en el Cercado de Tacna, 18:00 a 19:00 h	118
Figura 23: Gráfico de la contaminación sonora evaluada en el interior del mercado Central en el Cercado de Tacna	121
Figura 24: Gráfico de la contaminación sonora evaluada en el interior del mercado 2 de Mayo en el Cercado de Tacna	122
Figura 25: Mapeo de la contaminación sonora en el Cercado de Tacna – 7:00 a 8:00 horas	123
Figura 26: Mapeo de la contaminación sonora en el Cercado de Tacna – 12:00 a 13:00 horas	124
Figura 27: Mapeo de la contaminación sonora en el Cercado de Tacna – 18:00 a 19:00 horas	125

RESUMEN

El presente estudio nace por la necesidad de comprender la problemática ambiental acústica generada por las fuentes móviles y fijas en el Cercado de Tacna. Para abordar este problema se generaron lineamientos para la evaluación de impacto ambiental acústico por las fuentes móviles y fijas en el Cercado de Tacna a partir de la recopilación y el análisis de diferentes metodologías a nivel mundial, nacional y de criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud, las normas ISO y las Normas Técnicas Peruanas, para adaptarlas al contexto y la situación de ruido de la ciudad. Para determinar los 44 puntos de monitoreo, se dividió el Cercado de Tacna en cuadrículas equidistantes de 400 metros cada una. Los resultados obtenidos muestran que el nivel de contaminación sonora (dB) emitida por las fuentes móviles en el Cercado de Tacna, superan los límites máximos permisibles (LMP) exigidos por la Norma Técnica Peruana. Se concluye que hay contaminación sonora: 77,27% a las 7:00 a 8:00 horas; 79,55% a las 12:00 a 13:00 horas; y 88,63% a las 18:00 a 19:00 horas. Se ha logrado modelar la contaminación sonora en función del número de unidades que circulan en el Cercado de Tacna.

Palabras clave: Contaminación acústica, ruido vehicular, nivel de contaminación sonora, modelamiento de contaminación sonora.

ABSTRACT

This study originated from the need to understand the acoustic environmental problems generated by mobile and stationary sources in Downton Tacna. To address this issue some guidelines for assessing environmental noise impact generated by mobile and stationary sources in Downton Tacna from the collection and analysis of different methodologies at the global, national and criteria established by the World Health Organization Health, ISO standards and Peruvian Technical Standards to fit the context and situation of city noise. To determine the 44 monitoring points, fencing of Tacna was divided into squares equidistant 400 meters each. The results show that the level of noise pollution (dB) emitted by mobile sources in Downton Tacna, exceed the maximum permissible limits (LMP) demanded by the Peruvian Technical Standard. It is concluded that there is one and noise pollution: 77.27% at 7:00 to 8:00 hours; 79.55% at 12:00 to 13:00 hours; and 88.63% at 18:00 to 19:00. It has managed to model the noise pollution depending on the number of units circulating in the Cercado de Tacna.

Keywords: Noise pollution, vehicular noise level, noise pollution, noise pollution modeling.

RESUMO

Este estudo originouse da necessidade de entender os problemas ambientais acústicos gerados por fontes móveis e fixos ao redor de Tacna. Para resolver este problema se geraram alguns alinhamentos para avaliar o impacto ambiental do ruído por fontes móveis e fixas no Cercado de Tacna a partir da coleta e análise de diferentes metodologias a nível global, nacional e de critérios estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde, as normas ISO e as Normas Técnicas Peruanas, para se encaixar no contexto e situação do ruído da cidade. Para determinar os 44 pontos de monitoramento, dividiuse o cercado em grades equidistantes de 400 metros cada uma. Os resultados mostram que o nível de poluição sonora (dB) emitida por fontes móveis em Tacna, excedem o máximo limite admissível (LMP) exigidos pela Norma Técnica Peruana. Concluiuse que há poluição sonora: 77,27% às 7:00 a 8:00 horas; 79,55% às 12:00 a 13:00 horas; e 88,63% às 18:00 a 19:00 horas. Tem sido possível modelar a poluição sonora em função do número de unidades em circulação ao redor de Tacna.

Palavras chaves: Poluição sonora, ruído veicular, nível de poluição sonora, modelagem de poluição sonora.

INTRODUCCIÓN

La preocupación por el tema de la protección y conservación del medio ambiente surgió a nivel internacional en la década de 1970; esto debido al gran incremento de la población mundial y el consecuente aumento de los niveles de contaminación ambiental.

Tal como lo define Demetrio Loperena (2008), que la necesidad de protección del medio ambiente es un asunto de interés público y político, suscitada por la enorme preocupación a causa de la contaminación a nivel mundial. Este cambio en el pensamiento incide en el modelo de desarrollo sostenible, que inicialmente solo analizaba la contaminación del agua, suelo y aire; pero nos debe preocupar una evaluación que incluya los efectos en la fauna y flora, la calidad de vida de las personas y sus interrelaciones, que tenga en cuenta la preservación de los recursos naturales vitales para el ser humano, no sólo como autoprotección de la actual generación, sino como un deber de esta hacia las futuras generaciones.

Para poder hablar del medio ambiente tenemos que tener en cuenta el componente temporal ligado al cambio de los aspectos ambientales que afecten el ciclo de vida; de otro lado, podemos afirmar que el medio ambiente es susceptible de manifestarse como una necesidad de proteger por cualquier actividad que desarrolle el ser humano.

Los ambientalistas concluyen que el medio ambiente posee una triple dimensión; a saber:

- i. La primera, ligada al concepto del paisaje, donde se incluye tanto el entorno natural como el patrimonio histórico artístico;
- ii. La segunda, relativa a la defensa del suelo, del aire y del agua; y,
- iii. Una tercera, que subyace en la normativa urbanística.

Y es que hoy en día se intenta definir el concepto de medio ambiente desde distintos ángulos: uno de ellos considera el medio ambiente como la vida animal y vegetal y otros componentes de la naturaleza, así como las relaciones entre los mismos. Desde otra perspectiva se incluye junto a estos elementos bióticos y abióticos, también a objetos de origen humano y aspectos característicos del paisaje.

Actualmente, la relación entre medio ambiente y economía es clara: el crecimiento económico provoca el aumento del consumo de energía y además generación de residuos, emisiones, vertidos contaminantes. También se incrementa el uso del suelo, el transporte y el turismo. Se multiplican, así, los problemas de infraestructura y contaminación. La misma estructura, tecnología de la producción y normas legales contemplan la gravedad de la contaminación ambiental, pero solamente lo ponen en práctica en forma parcial.

Es en este complejo contexto donde surge la necesidad de conocer todo el trasfondo económico de lo que muchas veces de manera simplista llamamos desarrollo, pero que en el ámbito medioambiental constituye un claro retroceso. La ausencia de información práctica sobre las relaciones entre medio ambiente y economía es el resultado de la escasa experiencia económica en política ambiental.

El verdadero desarrollo implica crecimiento, un crecimiento sostenible que necesita proyectarse para el futuro traspasando la simple perspectiva de la productividad. Por ello, no es suficiente ocuparse solo de las condiciones en que se desenvuelve la actividad industrial y tecnológica, ya que tiene que existir también preocupación por los límites

de la productividad, de modo tal que la calidad de vida y el desarrollo puedan ser compatibilizados.

Por ello, para tratar de paliar las terribles consecuencias de la contaminación a causa del desarrollo económico-industrial, debemos tener presente la idea de desarrollo sostenible; pues este es aquél que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas, es aquel desarrollo basado en tres dimensiones equivalentes e interactuantes; a saber:

- i. Crecimiento económico,
- ii. Bienestar social, y
- iii. Protección ambiental.

Así, al tener presente la idea de desarrollo sostenible, nos convenceremos de que sí es posible que haya una relación armónica entre la conservación del medio ambiente y el desarrollo de la economía.

Los seres humanos están en el centro de las preocupaciones por el desarrollo sustentable, pues son estos los que tienen derecho a una vida sana y productiva en armonía con la naturaleza. Por ello, la protección ambiental constituirá una parte integral del proceso de

desarrollo y no podrá ser considerada en forma aislada. Todo ello para poder lograr vivir en un ambiente propicio para la salud, es decir, un ambiente que esté libre de peligros imperantes, un ambiente que cubra las necesidades básicas para una vida saludable, y que, por ende, facilite una interacción social equitativa. La Constitución peruana contempla este principio universal para preservar el medio ambiente.

El transporte, al ser uno de los ejes de desarrollo de una ciudad, es uno de los aspectos en que dichos cambios deben producirse. No basta con que el transporte logre el objetivo de la movilidad, ahora es imprescindible que esa movilidad genere los menores costos posibles, esto es, dañe menos el ambiente, al ciudadano y a la ciudad.

Hoy se impone, entonces, la noción de transporte sostenible lo que, a su vez, implica la necesidad de reestructurar nuestro sistema de transporte y darle prioridad a las modalidades que son más acordes con la promoción del desarrollo sostenible y con la mejora de la calidad de vida.

Como se indicó en la Tesis presentada por el suscrito (Mauro Limache, 2010), en el distrito de Tacna el concepto de ciudad en crecimiento y el de tráfico urbano van estrechamente ligados, de la misma forma que se asocia el tráfico al ruido.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A diferencia de otros contaminantes, el ruido no deja residuos, no tiene sabor ni olor, textura o color, por lo que se suele decir que el ruido es contaminante invisible. Su radio de acción o de impacto, se encuentra limitada a las características de la fuente que lo genera y del entorno donde se propaga.

Se define ruido como cualquier sonido que sea calificado como molesto, desagradable o inoportuno, por quien lo percibe.

El ruido es una consecuencia directa de cualquier actividad humana y tiene importantes efectos sobre la salud de las personas, que sobrepasan a aquellos vinculados estrictamente a la audición.

La contaminación acústica, cuando no se controla, perturba las distintas actividades comunitarias, interfiriendo la comunicación hablada, base de la convivencia humana; perturba el sueño, el descanso y la relajación, impidiendo la concentración y el aprendizaje, y lo que es más

grave, crea estados de cansancio y tensión que pueden promover enfermedades de tipo nervioso y cardiovascular.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 1999) afirma que el ruido es uno de los factores ambientales que provoca más enfermedades. Según la OMS, entre los 340 millones de adultos censados en Europa Occidental, perdían 1,6 millones de europeos de vida saludable a causa de este tipo de polución.

Acostumbrados a generarlo y a soportarlo quizá no nos demos cuenta de sus nocivas consecuencias.

Tacna como el resto de las ciudades del Perú tiene un gran incremento de la población, influyendo a la aparición de nuevos centros poblados, aumento del parque automotor, creación de nuevos complejos comerciales, etc. todo esto incrementa las fuentes generadores de ruido, siendo un problema latente que deben afrontar las autoridades locales.

1.1.1. Antecedentes del problema

En Diciembre de 2010, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) del Ministerio de Medio Ambiente, en un estudio realizado "Evaluación rápida del nivel de Ruido Ambiental en las ciudades de Lima, Callao, Maynas, Coronel Portillo, Huancayo, Huánuco, Cusco y

Tacna”, concluye de los 34 puntos de muestreo realizados en Tacna, 31 rebasan los límites permisibles.

En el “Diagnóstico de la contaminación sonora emitida por el tráfico vehicular que permita proponer medidas correctivas al sistema de gestión ambiental en el distrito de Tacna, 2010”, tesis elaborada en el año 2010 por el suscrito, en la que se observó: que la contaminación sonora supera los niveles permisibles de ruido de 70 decibeles en el área de evaluación Av. Bolognesi.

En la actualidad, en las zonas urbanas las principales fuentes de ruido se encuentran relacionadas con los medios de transporte, destacando ampliamente el tránsito rodado. Esta situación está motivada no solo por el aumento vertiginoso que ha experimentado el parque automotriz en los últimos años, sino también por el hecho de que, en general, las ciudades por las que circulan esos vehículos no han sido concebidas para soportarlos. El nivel básico de las emisiones de ruido del flujo vehicular viene determinado por el ruido de los motores y los dispositivos de escape. Otra fuente de ruido de los vehículos corresponde al originado por el contacto de los neumáticos con el pavimento, el que aumenta rápidamente con la velocidad.

Al ruido de tránsito vehicular, se deben agregar los ruidos generados desde instalaciones industriales, talleres, u obras de construcción, denominadas “fuentes fijas”, que generalmente presentan un impacto localizado en el entorno próximo al lugar donde se encuentran emplazados.

No obstante, no solo el transporte y las instalaciones comerciales son en la actualidad los causantes de la situación acústica existente en la ciudad de Tacna, la propia actividad humana, como consecuencia del aumento de la densidad de la población, es una fuente que contribuye a elevar los niveles de ruido en los núcleos urbanos, particularmente en las zonas donde se ubican centros o establecimientos de diversión nocturna, especialmente durante los fines de semana.

1.1.2. Problemática de la investigación

El problema de la contaminación sonora, generada por el parque automotor se agudiza, por las siguientes razones:

1. Incremento de un parque automotor.
2. En Tacna tenemos unidades muy antiguas que están circulando.
3. Los mantenimientos mecánicos de las unidades vehiculares no son los adecuados.

4. La conservación de las vías no son planificadas, lo que agudiza la conservación de las unidades automotrices.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema principal

¿Cuál será el nivel de contaminación sonora producida por fuentes móviles y fijas en diferentes zonas y horarios en el cercado de Tacna – año 2013?

Problemas secundarios

1. ¿Cuál será el nivel de contaminación sonora (dB) ocasionado por fuentes móviles (transporte público, combis, taxis, microbuses y transporte privado) en diferentes horarios y zonas en el cercado Tacna – año 2013?
2. ¿Cuál será el nivel de contaminación sonora (dB) ocasionado por fuentes fijas en relación a los mercados de abastos: Dos de Mayo y Mercado Central en diferentes horarios y zonas en el cercado de Tacna – año 2013?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Hoy en día la contaminación sonora se ha convertido en un problema al que no se le da la debida importancia, debido a los pocos daños visibles en el momento y solo nos percatamos de ello a través de diagnósticos médicos específicos, sabemos que la OMS considera los 50 dB como el límite superior deseable. Una exposición a más de 60 dB produce molestia con trastornos fisiológicos como aumento de la presión arterial, dolor de cabeza, fatiga, *stress*, depresión, ansiedad, etc.

Al tener datos reales mediante un monitoreo en diferentes zonas, se observa que la contaminación sonora, se concentra en lugares de mayor concentración automotor del cercado de Tacna, estos datos permiten realizar un análisis comparativo con estudios realizados en otras ciudades con características similares, ya que ello permitirá proponer alternativas viables para disminuir el ruido molesto que ocasionan dichas fuentes.

El presente trabajo de investigación es un aporte para la ciudad de Tacna, debido a que permitirá conocer en “El Cercado” los factores que ocasionan la contaminación sonora, los cuales perjudican el normal desenvolvimiento de las diferentes actividades que el ciudadano desarrolla y por ende disminuye su productividad.



Contaminación sonora del parque automotor



Contaminación sonora del aeropuerto



Contaminación sonora de la población



Contaminación sonora del turismo



Contaminación sonora por actividades festivas



Contaminación sonora callejera

Figura 1: Fotos de las fuentes contaminantes sonoras en Tacna

Fuente: Recopilación propia.

1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

Los resultados de la investigación tienen un alcance de aplicación local, y sus limitaciones responden a que es difícil de medir, cuantificar por ser un fenómeno cambiante y escasamente tratada en su amplitud la contaminación sonora.

1.5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo General

Determinar el nivel de contaminación sonora por fuentes móviles y fijas en diferentes zonas y horarios de mayor concentración en el Cercado de Tacna en el año 2013.

1.5.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar el nivel de contaminación sonora (dB) emitida por fuentes móviles (transporte público, combis, taxis, microbuses y transporte privado) en diferentes zonas y en horarios: 7:00 – 8:00, 12:00 – 13:00 y 18:00 – 19:00 horas, en el Cercado de Tacna - año 2013.
- b) Determinar el nivel de contaminación sonora (dB) emitida por fuentes fijas (mercados Dos de Mayo y Mercado Central) en

relación a zonas y en horarios: 7:00 – 8:00 y 12:00 – 13:00 horas, en el Cercado de Tacna - año 2013.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1 Hipótesis general

El nivel de contaminación sonora por fuentes móviles es mayor que las fuentes fijas en diferentes zonas y horarios de mayor concentración en el Cercado de Tacna en el año 2013.

1.6.2 Hipótesis específicas

- a) El nivel de contaminación sonora (dB) emitida por las fuentes móviles en el horario de 07:00 – 08:00, 12:00 – 13:00 y 18:00 – 19:00 horas, supera largamente los límites máximos permisibles (LMP) exigidos por la norma peruana.
- b) El nivel de contaminación sonora (dB) emitida por las fuentes fijas (Mercado Central, mercado Dos de Mayo), en el horario de 07:00 – 08:00 y 12:00 – 13:00 horas es superior a la contaminación ocasionada por fuentes móviles.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1. Internacionales

Zannin et al (2006), evaluaron la contaminación por ruido en seis parques urbanos situados en la ciudad de Curitiba, Brasil. Los niveles de ruidos equivalentes (L_{eq}), fueron medidos en 303 puntos (cada punto medido durante 3 minutos) separados a través de los parques. Los valores medidos fueron enfrentados con límites permitidos locales de la legislación brasileña (ley 10625), y los parques fueron clasificados como: “acústico contaminado o no contaminado”. Los parques urbanos en el centro de la ciudad de Curitiba, no satisfacen los estándares establecidos. Los parques contaminados de Curitiba, eran el parque público de la caminata y el parque botánico del jardín, con L medido (L_{eq}) entre 64,8 dB(A) y 67 dB(A).

Espinoza (2006), señala que desde hace años se realizan experiencias con el ruido y señala que los trastornos del sueño por ruido comienzan a tener efectos más marcados a partir de los 35 dB, ya con 40 dB un 5% de las personas expuestas se despiertan y a 70 dB(A) las probabilidades aumentan hasta 30,5 aproximadamente. Las perturbaciones del sueño son en un 10 % con 40 dB y del 60 % con 70 dB(A), claro que no todas las personas son susceptibles en su sueño respecto al ruido. Esto varía de acuerdo a la edad (los niños y los ancianos son más sensibles), el sexo (las mujeres son menos tolerantes). Sin embargo, se ha verificado adaptación a ruidos relativamente intensos en personas que viven en las cercanías de viaductos ferroviarios o autopistas, aeropuertos o negocios (Barcelona, España).

Ramirez et al (2011), señala que el ruido vehicular se ha constituido en una problemática ambiental creciente que se expresa mayormente en las ciudades modernas y al cual se le ha prestado poca atención en los países en vías de desarrollo. Los impactos económicos ocasionados por el ruido no quedan ahí, por cuanto otro problema asociado al mismo se da, el cual es la desvalorización de las propiedades que se ubican cerca a zonas ruidosas. En sus estudios realizados se han encontrado que las viviendas expuestas en vías con ruidos a más de 55 dB(A), pierden 1,6% de su valor por cada decibel de más que reciben.

Martinez (2005), manifiesta que la lucha contra el ruido debe constituir un elemento esencial de las políticas de medio ambiente dentro de la ordenación del territorio para la mejora de la calidad de vida. En diversas encuestas realizadas en grandes ciudades del mundo se ha llegado a la conclusión de que el ruido producido por el transporte masivo molesta al 36% de la población, seguido por el ruido de aviones que alcanza el 9% de la población y del de ferrocarriles, que solo molesta al 5%. Referente a España señala que dentro de la problemática se encuentra los ruidos molestos que afecta al 47 % de la población.

Cattaneo et al (2010), expresa que los habitantes de Buenos Aires sienten que habitan en una ciudad intensamente ruidosa, sus percepciones subjetivas ubican en primer lugar al ruido ocasionado por el tránsito vehicular y que en sus resultados señalan que el 93% de la población lo señala que el tránsito vehicular es el más contaminante. Asimismo, señala que el 32% de los encuestados manifiestan que los ruidos molestos se producen con más frecuencia durante la mañana y un 32% de los encuestados manifiestan que se producen con más frecuencia durante la tarde. Los ruidos considerados más intensos en la ciudad de Buenos Aires se consideran el tránsito vehicular y centros comerciales.

Pacheco et al (2009), manifiesta que los niveles de ruido ambiental encontrados en la ciudad de Bogotá superaron en el 75 % de los casos a los valores permitidos por la norma nacional colombiana. Éste es el caso para sectores tales como parques y hospitales. Concluyendo que los elevados niveles de presión sonora detectados en este estudio, a lo largo de los diferentes microambientes, como en diferentes corredores viales de la ciudad, se afirma que Bogotá enfrenta un serio problema de contaminación auditiva que merece no solo mayor atención sino mejor documentación. Así mismo se señala como la principal causa del ruido a las fuentes vehiculares (buses de transporte, colectivo y las motocicletas).

Platzer et al (2012), señala a través de un estudio descriptivo, transversal, realizado en ciudad de Santiago de Chile, durante junio-septiembre 2006 y cuyas mediciones se realizaron entre las 16:00 y las 20:00 horas, exceptuando bares, discotecas que fueron evaluados entre las 21:00 y 2:00 horas. Se obtuvo como resultado en el barrio residencial de Pedro de Valdivia Norte niveles de ruido promedio de 57,5 dB(A), lo que es superior al máximo permitido para una zona 1^o residencial. Concluyen en que los resultados ponen una nota de alerta, mostrando que el nivel de ruido en la ciudad de Santiago de Chile, para la gran mayoría de los parámetros, es superior a las normas establecidas.

Ortega et al (2005), en la ejecución de su trabajo utilizó mallas reticulares de 200 m por 200 m, durante 3 días en el horario de 07 a.m. a 07 p.m. Los puntos se ubicaron en las fachadas de las casas con un micrófono en dirección a las vías públicas. Resultando que el 67% de esa población reportó molestia ocasionada por el ruido urbano, el 81% en horario diurno, señalaron como fuente emisora el tráfico vehicular. Las mediciones de ruido se realizaron en 16 puntos del barrio Prado de la ciudad de Medellín-Colombia, y se encontró que 94% de los puntos evaluados superan los límites máximos permisibles establecidos en la legislación colombiana. Concluyendo que esta metodología permite determinar si una comunidad está expuesta o no a niveles de ruido superiores a los establecidos en las normas.

Montbrun et al (2006), señala que el impacto ocasionado por ruidos esporádicos de corta duración, utilizando el parámetro Sound Exposure Level (SEL), que se aplica internacionalmente para evaluar el ruido provocado por el paso de trenes, helicópteros y aviones. Los cuales fueron establecidos en tiempos de medición de 15 min por cada hora de medición, durante los cuales se generaron ruidos de 20s de duración caracterizados por un SEL de 70 dB(A). Se analizaron tres casos que permitieron demostrar que este tipo de ruido, aun cuando pueda llegar a ser intermitente, pasa desapercibido cuando se utilizan los parámetros

establecidos, pudiendo ocasionar molestias importantes que en la actualidad no son consideradas.

Montbrun et al (2006), en sus mediciones indican que se debería incluir el SEL como parámetro adicional para medir el efecto contaminante de este tipo de ruido, y establecer los niveles correspondientes discriminados por tipo de zona y por período (diurno o nocturno). Concluyendo que solo existen legislación y normativa internacional para ruidos de corta duración cuando la fuente emisora son aviones, helicópteros o trenes; sin embargo, a través de los tres casos de estudio presentados se demostró que pueden existir otras fuentes que emiten ruidos de corta duración cuya intensidad, según EPA (1974) y Waterman (2006), causaría interrupción del sueño y/o reducción en la capacidad de inteligibilidad de la palabra.

Bello (2009), señala que los análisis de los niveles de contaminación acústica del centro urbano de la ciudad de Talca – Chile y sus implicancias con la normativa legal vigente sobre la Contaminación Acústica Ambiental, señala que los resultados obtenidos sobrepasan la normas legales; por lo tanto, pueden generar daños irreparables en la vida y salud de las personas con consecuencias crónicas como la pérdida de la audición, cefaleas, irritabilidad, y náuseas. De acuerdo a la normativa chilena Decreto Supremo N° 146, la zona de estudio

corresponde a zona 1, por lo cual, la concentración máxima para el día es de 55 dB y para la noche es de 45 dB, por lo que se desprende que esta es superada en al menos 15 dB para el día y 10 dB para la noche.

Ramírez et al (2011), en la ciudad de Bogotá se han venido implementando medidas progresivas de restricción vehicular y una nueva medida se tomó en enero de 2009 que prohibió la circulación del 40% de los vehículos particulares. Esta investigación evaluó los efectos de la misma y del día sin carro, sobre el ruido vehicular en una de las vías más importantes de la ciudad. Los resultados mostraron que esta nueva medida no redujo el flujo de automóviles, ni tampoco el nivel de ruido vehicular, en tanto durante el día sin carro hubo mayor flujo de transporte público (buses y taxis) y, consecuentemente, niveles de ruido más altos, los cuales superan ampliamente las normas nacionales y pueden considerarse como problema de salubridad pública.

Llosas et al (2009), analiza el ruido industrial con máquinas de 2,5 MW, teniendo como resultados los siguientes: 04 máquinas con una presión sonora (dB) de 113,8 como mínimo y 28 máquinas produciendo sonidos de 121,8 (dB) como máximo, señala los parámetros principales que hay que controlar y las medidas más efectivas para evitar la propagación del ruido, y atenuarlo a condiciones permisibles para el trabajo de los obreros

y técnicos, así como para el entorno en general. Concluyen señalando que los grupos electrógenos provocan niveles de ruidos significativos que obligan a su estudio y control.

Correa et al (2011), dentro de los hallazgos más relevantes expuestos por este trabajo se tiene que a niveles de ruido cercanos a los 65 decibeles causan reducción de un 12% de los precios de los hogares en Holanda. Sin embargo, cuando las viviendas están situadas en zonas con niveles de ruido menores a 40 dB el precio de las de las viviendas se incrementa, en promedio, un 6,5%.

Villarreal et al (2003), en este trabajo se estudian los niveles sonoros en un sector del área urbana de la Ciudad de Panamá (5,0 km²), que concentra gran cantidad de centros hospitalarios, educativos, habitacionales y religiosos. Se midieron los niveles sonoros y sus frecuencias en 100 puntos durante un año. Se pudo comprobar que el área de estudio está expuesta desde las 7:00 de la mañana hasta las 9:00 de la noche, durante todo el año, a un valor promedio de 74 dB(A). Concluyendo que los niveles sonoros promedios de mayor valor se midieron de 6:00 a 7:00 de la mañana en los predios de la Universidad de Panamá, correspondiendo a 88 dB(A). Los niveles sonoros de menor

valor se midieron, durante este mismo horario, en los alrededores del Templo Talmud Rorah Har Sina, siendo de 54 dB(A).

Villarreal et al (2003), señala que los niveles sonoros medidos en la parada de autobuses del Hospital de la Caja de Seguro Social de la Ciudad de Panamá durante un año de estudio se mantuvieron en términos promedio de 78 dB(A), nivel sonoro que rebasa la normativa de la Organización Mundial de Salud que recomienda 70 dB(A) como nivel máximo para el tráfico. En términos promedios, el área de estudio de la Ciudad de Panamá está expuesta desde las 7:00 de la mañana hasta las 9:00 de la noche a 74 dB(A); situación esta que pone de manifiesto el alto grado de contaminación por ruido.

Posada et al (2009), evaluaron la capacidad de la vegetación para mitigar el ruido en el valle de Aburrá ubicados a lo largo del costado occidental de la Autopista Sur, desde el sitio conocido como Punto Cero (al frente de la Universidad Nacional de Colombia). En la primera fase se revisó la información secundaria relacionada con la función de la vegetación. En la segunda fase se midieron los niveles de ruido a 10 m de la fuente sonora (vía de alto tráfico vehicular) en zonas verdes públicas urbanas con diferentes coberturas vegetales (arbórea, arbustiva y arbórea-arbustiva) y sin vegetación. Concluyendo que las diferentes coberturas vegetales no

tuvieron un efecto significativo en la mitigación del ruido generado por fuentes móviles.

Rodríguez (2010), realizó sus mediciones del ruido emitido por el tráfico vehicular en la ciudad de Oruro, determinando el efecto de la presencia de semáforos en las esquinas y los diferentes tipos de pavimentos, se observa la disminución de las emisiones de ruido cuando se cambia un pavimento articulado por uno flexible y con la implementación de rompemuelleres. Se generaron indicadores de ruido como el Leq, día (Nivel de presión Sonora continuo equivalente) y los niveles L90 (Ruido de fondo) y L10 (Pico de ruido). Se verificó la influencia de los bocinazos, comportamiento de conductores y de peatones en la contribución del ruido de tráfico vehicular.

Rodríguez (2010), realizó comparaciones de los resultados obtenidos en la ciudad de Oruro en las dos mediciones realizadas en la Avenida España, puede verse que los niveles sonoros bajaron desde 1 hasta 6 decibeles con el cambio de pavimento articulado al flexible, incluso después de haberse incrementado el flujo vehicular en un 27% con el nuevo pavimento y de mantenerse las condiciones de tráfico vehicular (frenadas, velocidad, los bocinazos se vieron reducidos).

Seoáñez (2000), señala que los niveles de presión sonora se expresa en decibelios (dB), de forma que, para una presión sonora de $2,10^{-4}$ μ bar (sonido audible) le corresponde un nivel de presión sonora de 0 dB. A partir de los 60 dB, según la OMS, un sonido es peligroso: a partir de los 85 - 90 dB es fuerte, y doloroso a partir de los 130 dB.

2.1.2. Nacionales

Limache (2010), realizó un trabajo que consistió en un análisis descriptivo exploratorio y de campo en la cual se ha utilizado las leyes ambientales del país y las ordenanzas dadas por la Municipalidad Provincial de Tacna, para proponer las medidas correctivas al sistema de gestión ambiental sobre ruido con que cuenta esta ciudad. Este estudio determinó zonas muy críticas en la Av. Bolognesi cuadras 5, 6, 7 y 8 donde se determinó que la contaminación sonora en la zona supera los niveles permisibles de ruido de 70 dB, lo cual permite proponer medidas correctivas mediante una auditoría ambiental sobre ruido a la Municipalidad Provincial de Tacna.

De la Torre et al (2003), presentaron los resultados de medidas de ruido ambiental llevadas a cabo en la ciudad del Cusco (Perú). Los puntos de medida fueron seleccionados en una retícula (225 x 275 m) en el Centro

Histórico de la ciudad. Realizaron dos mediciones en cada punto en cada una de las cuatro franjas horarias en que se dividió el día. Muchos de los puntos medidos estuvieron expuestos a niveles superiores a 65 dB(A) durante el día y a 55 dB(A) durante la noche. El tráfico en especial el claxon, los altavoces de los vendedores ambulantes y las actividades de ocio son las principales fuentes de contaminación sonora. Existen tres puntos situados en la zona suroeste del distrito en los que se superan los 70 dB(A) en la primera franja.

Pastor (2005), realizó la medición de emisiones sonoras de 352 vehículos, la caracterización del ruido ambiental en 76 intersecciones del Centro Histórico de la ciudad de Trujillo y la evaluación de la capacidad auditiva de 47 personas entre 37 y 55 años de edad, llegando a los siguientes resultados: 7 personas expuestas a ruidos de 77,1 dB(A) presentan grado de audición normal y que 4 personas expuestas a ruidos entre 79,8 y 85,4 dB(A) presentan hipoacusia Neurosensorial en diferentes grados con pérdida auditiva leve, moderada y marcada. Concluye que la capacidad auditiva de los pobladores de Trujillo es afectada por el ruido ambiental del Centro Histórico, con intensidades mayores a 80 dB(A).

Lescano et al (2002), monitorearon siete establecimientos de salud de la capital peruana (Lima) a la exposición por ruido, los cuales arrojaron niveles elevados entre 68 dB y 110 dB en horarios comprendidos de 07:01 a 22:00 horas y entre 62 a 92 dB de 22:01 a 07:00, cuando la norma señala no exceder los 50 dB y 40 dB respectivamente. La principal fuente contaminante estuvo constituida por el parque automotor que se desplaza sobre todo por las calles aledañas a los centros hospitalarios.

Roncal et al (2011), en un estudio realizado sobre de ruido ambiental en 39 puntos en Lima y Callao, 47 puntos en la provincia de Maynas - Loreto, 44 puntos en la provincia de Coronel Portillo, 39 puntos en la provincia de Huancayo, 29 puntos en la provincia de Cusco-Cusco, 30 puntos en la provincia de Huánuco-Huánuco y 24 puntos en la provincia de Tacna. Concluye que el valor máximo encontrado fue de 81,7 dB(A), en la ciudad de Lima, en el cruce de la Av. Abancay y el Jr. Cusco, mientras que el valor mínimo encontrado fue de 63,3 dB(A), en la ciudad de Tacna, en la Av. Jorge Basadre entrada Tarata (Tacna). Concluye el presente estudio que el tráfico vehicular es la principal causa del ruido ambiental.

Rodríguez (2010), en su trabajo de investigación en la ciudad de Tumbes determina que los niveles de ruido medidos por la noche en las intersecciones de las avenidas Huáscar – Piura y Huáscar – Francisco

Feijoo en el distrito de Tumbes, fueron de 76,75 dB(A) y 74,334 dB(A) respectivamente, que superan los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por la legislación peruana que es de 70 dB(A).

De la Cruz (2007), manifiesta que la contaminación sonora producida por el ruido de los vehículos es el factor que más importante que causa molestias a los habitantes de Lima, señala que resulta difícil abarcar toda la ciudad, por ello en su trabajo optó por zonas, eligiendo la Avenida Javier Prado, entre la intersección con la avenida Aviación por el este y la avenida Brasil por el oeste, haciendo encuestas a los transeúntes y conductores en la hora pico 07:00-09:00 y 15:00-19:00 horas en el área de más densa congestión vehicular, para mitigar se requiere una buena planificación urbana, diseño medioambiental óptimo de las vías y con el adecuado uso del suelo se lograría un mínimo impacto del ruido.

García et al (2010), expresa en su trabajo de investigación que el alumnado de Educación Secundaria no considera la contaminación acústica, como un problema ambiental importante y desconoce sus efectos nocivos para la salud. A pesar de la importancia del ruido como contaminante ambiental en las sociedades modernas y de las consecuencias directas que tiene sobre la salud humana, el alumno de Secundaria no adopta una postura crítica al respecto, ni en los institutos,

como parte fundamental del sistema educativo, ni en la sociedad como agente activo del futuro. Confirmado que entre el 34 y el 35,7% de los encuestados establece una relación entre el conocimiento de la problemática del ruido y su implicación en actividades para su prevención.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1 Ruido ambiental

Algunos investigadores definen al “**ruido ambiental**” como:

Martinez (2005), expresa que el ruido se puede definir como cualquier sonido no deseado o aquel calificado como desagradable o molesto por quien lo percibe. De este modo, el ruido ambiental se compone de los diferentes ruidos que se pueden encontrar en las ciudades: vehículos, industrias, bocinas, gritos, música, etc.; ruidos que pueden provocar efectos acumulativos adversos, como daño auditivo, estrés, pérdida de la concentración, interferencia con el sueño, entre otros. Su presencia implica graves daños en la salud de los seres humanos. Una de las consecuencias más inmediatas es la muerte de las delicadas células que dan origen al oído interno y que convierten las ondas sonoras en impulsos nerviosos. Resultado: sordera permanente. Permiten evaluar la exposición

de la población a los niveles de ruido existentes en una zona urbana. Supone un primer paso en la gestión de la contaminación acústica. Pueden elaborarse mediante simulación, mediciones y combinación de ambas metodologías.

Llosas (2009), con respecto a la línea de ruido ambiental, industrial pretende contribuir a la caracterización objetiva del ruido y de esta manera generar conocimientos relacionados aplicables a otras ciudades de características similares. La línea de ruido industrial apunta al desarrollo de modelos teóricos y computacionales para el rediseño óptimo de recintos industriales considerando los aspectos fundamentales del problema: modelos acústicos de simulación, métodos inversos para la calibración de los modelos bajo condiciones de operación y métodos de optimización matemática aplicada al diseño acústico.

Como investigador en la ciudad de Tacna del problema ambiental de la contaminación sonora, comparto la definición del investigador Martínez (2005) y defino al **“ruido ambiental”** como:

“Cualquier sonido no deseado o aquel calificado como desagradable o molesto por quien lo percibe”. El ruido ambiental

también se puede definir como: **“Sonidos pocos agradables e incluso dañinos para la salud humana y de los animales”**.

2.2.2 Contaminación acústica

Algunos investigadores definen la **“contaminación acústica”**:

Parrondo et al (2006), se llama contaminación sónica o acústica “al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como las otras contaminaciones, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla adecuadamente. El término contaminación acústica hace referencia al ruido, provocado por las actividades humanas (tráfico, industrias, locales de ocio, aviones, etc.), que produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas”.

Petiti et al (2010), “cuando se producen sonidos intensos, más allá de un nivel de fondo aceptable, no mayor a 60 dB, se dice que el sonido es ruido y produce molestias en el ser humano, por tanto, causa contaminación al medio ambiente. Los efectos del ruido en el ser humano son variables, se producen molestias, como la falta de concentración,

perturbación en el trabajo, perturbación del sueño, perturbación de las comunicaciones personales, puede dañar la audición y la acuidad (agudeza de los sentidos), así como provocar diferentes reacciones fisiológicas y psicológicas. La contaminación sonora daña la salud del individuo, ya que el ruido que se produce en una ciudad puede causar sordera, conforme la persona crece”.

Como investigador de los problemas acústicos, defino la **“contaminación acústica”** como:

“Es el ruido ambiental que supera el ECA ruido y producidos en excesivo. Puede tener impactos negativos en la salud de las personas y animales, muchas veces produciendo sorderas”.

2.2.3 Fuentes de contaminación sonora

Algunos investigadores definen la **“fuente de contaminación sonora”** como:

Tyler (2004), las fuentes de contaminación de origen humano se clasifican en: transporte (vehículos de motor, aviones, trenes, barcos) y el

consecuente el manejo de los combustibles que utilizan los hogares, comercios, energía industrial, incluyendo termoeléctricas y los procesos industriales (químicos, metalúrgicos, refinerías, papeleras).

Martínez (2005), para medir el impacto del ruido ambiental (contaminación acústica) se utiliza varios indicadores que están en continuo desarrollo, a partir de L_p , "Nivel de presión sonora", L_p , nivel de presión sonora continuo equivalente, ($L_{eq, T}$), SEL (Sound Exposure Level o Nivel de Exposición de Sonido).

Parrondo et al (2006), en el estudio de la propagación del sonido en campo libre, es decir, en ambientes exteriores, es preciso diferenciar dos tipos de fuentes sonoras: **fuentes sonoras puntuales**, se considera que toda la potencia de emisión sonora que está concentrada en un punto, se suelen considerar como fuentes puntuales aquellas máquinas estáticas o actividades que se ubican en una zona relativamente restringida del territorio. Dependiendo del detalle del análisis las fuentes puntuales muy próximas pueden agruparse y considerarse como una única fuente. Para fuentes puntuales, la propagación del sonido en el aire se puede comparar a las ondas de un estanque. Las ondas se extienden uniformemente en todas direcciones, disminuyendo en amplitud según se alejan de la fuente.

Parrondo et al (2006), las fuentes sonoras lineales, están constituidas por un cilindro de longitud indefinida y radio pulsante en el tiempo. La vibración de la superficie del cilindro obliga a oscilar solidariamente a la lámina de fluido en contacto, también cilíndrica; esta lámina presiona sobre la siguiente lámina adyacente y así sucesivamente. Así pues, el sonido se transmite en la dirección perpendicular a la línea definida por la propia fuente, de manera que dos puntos que estén a la misma distancia de la línea se encuentran en el mismo frente de onda y presentan por tanto los mismos valores instantáneos del campo acústico.

Cómo investigador en esta área de problemas ambientales, defino la **“fuente de contaminación sonora”** como:

La fuente de contaminación sonora puede ser, según los siguientes puntos de vista:

- ❖ ¿Quién lo genera?, puede ser de origen natural (ejemplo un trueno), de origen humano (ejemplo operaciones de una fábrica) o de origen mixto (Truenos y operaciones industriales).
- ❖ ¿Dónde lo generan?, puede ser de punto fijo (Una máquina estacionaria) o móvil (un automóvil).

- ❖ ¿Amplitud del foco contaminador?, puede ser puntual (una máquina estacionaria), lineal (ruido generado por la circulación de un tren), de superficie (explotación en una cantera) o de volumen (gritos en el interior de un coliseo deportivo).

2.2.4 Control técnico del ruido

Algunos investigadores definen el “**control técnico del ruido**”, así tenemos:

Lescano et al. (2002), sobre control de ruido ambiental existen tres maneras diferentes de reducir el ruido en el receptor: disminuir la fuerza de la fuente con el rediseño o remplazo, modificar la ruta de propagación con el uso de encerramientos, pantallas, etc. y proteger o aislar al receptor. Generalmente, la reducción de la fuente de ruido es el método más deseado de los tres, y frecuentemente la medida más efectiva en cuanto al control técnico del ruido se refiere.

Como investigador en esta área de problemas ambientales, defino el **“control técnico del ruido”** como:

Es el monitoreo sonoro, que puede ser manual o automatizado utilizando sensores, implementados conforme lo indiquen los protocolos.

El control tiene como objetivos: reducir el nivel de ruido, modificar la ruta del ruido y proteger la fuente receptora del ruido, que son analizados a detalle por Lescano et al. (2002).

2.2.5 Los mapas de ruido

Algunos investigadores definen los **“mapas de ruido”** citamos:

Segués (2008), el término general de mapas de ruido se suele utilizar para referirse a mapas horizontales de líneas isofónicas a cierta altura del suelo. El nivel al que se refieren las líneas isofónicas suele ser un nivel sonoro continuo equivalente. Conviene recordar que la cartografía acústica presenta muchas más posibilidades: mapas verticales, mapas con información numérica en puntos receptores, mapas de análisis de contribución de las distintas fuentes, mapas con población expuesta, etc. Los mapas de ruido pueden ser además generales o específicos sobre una o varias fuentes determinadas. Los mapas urbanos serían del primer

tipo, mientras que es frecuente realizar mapas específicos del entorno de las carreteras, de los ferrocarriles, de los aeropuertos, de canteras, zonas de ocio, zonas de obra, de determinadas industrias.

Tarnopolsky et al (1980), la degradación ambiental producida por el ruido, al igual que ocurre con otros factores contaminantes, incide de forma significativa y perceptible sobre la salud y el bienestar del hombre y de las comunidades. La salud, tal como muestran numerosos estudios, depende en gran medida de los factores medioambientales en los que se desarrolla la vida del hombre. En el llamado modelo ecológico, la salud se define como "un estado de equilibrio entre la persona y el entorno físico en el que vive". En este sentido, el ruido puede llegar a romper ese equilibrio o armonía transformándose en un factor de estrés y provocando numerosas perturbaciones tanto en la salud como en el comportamiento.

Rabinowitz (1990), señala que aunque la pérdida de audición por ruido se relaciona fundamentalmente con la exposición a este contaminante en determinados lugares de trabajo (hipoacusia sensorial o de percepción), en los que los sujetos se encuentran expuestos a altos niveles de ruido (>85 dB(A)), durante largos periodos de tiempo, el daño en la audición debido al ruido comunitario ha llegado a ser un problema en la sociedad actual, afectando a determinados sectores de la población, principalmente

aquellos que soportan altos niveles de ruido ambiental, próximos a un aeropuerto o a intensas vías de circulación de tráfico (así como discotecas, en las que se ha llegado a medir niveles entre los 90-110 dB(A)), o los que habitualmente escuchan música a elevados niveles mediante walkman.

Kogan (2004), manifiesta que la ponderación "A" sugirió que a partir las curvas isofónicas para los bajos niveles de sonoridad para los cuales el oído tiene poca sensibilidad en frecuencias bajas. Actualmente el decibel "A" es ampliamente utilizado en las mediciones de ruido y para determinar si los niveles sonoros emitidos cumplen o no las exigencias globales. Realizó una extensa recopilación bibliográfica acerca de los efectos del ruido en el ser humano y sus espectros causantes. Estos espectros se agruparon y analizaron de acuerdo a varios criterios, comparándose con las frecuencias de corrección de la curva "A". Halló que los efectos del ruido que se producen a causa de la exposición a las frecuencias bajas de niveles sonoros superiores a 90 decibeles, son severamente adversos sobre la salud. Esto condujo a concluir que la ponderación "A" no es adecuada para evaluar el impacto global que tiene el ruido sobre la salud humana en ámbitos donde se supere estos niveles sonoros.

Como investigador de problemas ambientales sonoras, defino los **“mapas de ruido”** así:

Es la representación isofónica de diferentes focos emisores de ruido, y su difusión en una región geográfica. Esta representación facilita detectar los contaminadores para reducir la fuerza sonora, detectar las zonas afectadas para definir la forma de protegerlos y cuál es la trayectoria de las ondas sonoras.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Acústica.

Energía mecánica en forma de ruido, vibraciones, trepidaciones, infrasonidos, sonidos y ultrasonidos (Martínez 2005).

Barreras acústicas.

Dispositivos que interpuestos entre la fuente emisora y el receptor atenúan la propagación aérea del sonido, evitando la incidencia directa al receptor (Lescano 2002).

Contaminación Sonora.

Presencia en el ambiente exterior o en el interior de las edificaciones, de niveles de ruido que generen riesgos a la salud y al bienestar humano (OMS 1995).

Decibel (dB).

Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o intensidad sonora (OMS 1995).

Decibel A (dB(A)).

Unidad adimensional del nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A, que permite registrar dicho nivel de acuerdo al comportamiento de la audición humana (OMS 1995).

Emisión.

Nivel de presión sonora existente en un determinado lugar originado por la fuente emisora de ruido ubicada en el mismo lugar (OMS 1995).

Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido.

Son aquellos que consideran los niveles máximos de ruido en el ambiente exterior, los cuales no deben excederse a fin de proteger la salud humana. Dichos niveles corresponden a los valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A (AMC N° 031-2011-MINAM/OGA).

Fuentes fijas

Elemento o conjunto de elementos capaces de producir emisiones de ruido desde un inmueble, ruido que es emitido hacia el exterior, a través de la colindancias del predio, por el aire y/o por el suelo. La fuente fija puede encontrarse bajo la responsabilidad de una sola persona física o social (Lescano 2002).

Horario diurno.

Período comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas (DS N° 085-2003/PCM).

Horario nocturno.

Período comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente (DS N° 085-2003/PCM).

Inmisión.

Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación A, que percibe el receptor en un determinado lugar, distinto al de la ubicación del o los focos ruidosos (OMS 1995).

Instrumentos económicos.

Instrumentos que utilizan elementos de mercado con el propósito de alentar conductas ambientales adecuadas (competencia, precios, impuestos, incentivos, etc.) (DS N° 085-2003/PCM).

Monitoreo.

Acción de medir y obtener datos en forma programada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno (AMC N° 031-2011-MINAM/OGA).

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT).

Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido (DS N° 085-2003/PCM).

Ruido

El ruido es cualquier sonido que sea calificado por quien lo recibe como algo molesto, indeseado, inoportuno o desagradable. El ruido experimentado por personas que no lo producen se denomina "ruido ajeno". Puede tener un impacto negativo sobre las personas sin su consentimiento. Los ruidos no son sólo una cuestión de molestia o incomodidad. Su presencia implica graves daños en la salud de los seres humanos. (OMS 1995).

Sonido.

Energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición (OMS 1995)

Sonoridad

La sonoridad es una característica subjetiva que no se puede apreciar con un equipo de medida. Estudios realizados sobre un gran número de oyentes normales ha permitido tabular un conjunto de curvas de igual sonoridad (curvas isofónicas) que indican, para cada nivel de sonoridad, el nivel sonoro de los distintos tonos puros que producen la misma sensación sonora (Cattaneo 2010).

Sonómetro

El sonómetro es un instrumento diseñado para medir el nivel de presión acústica de los ruidos ambientales. La mayoría de los sonómetros son portátiles y su manejo no es difícil. Lo que permite realizar cómodamente las medidas necesarias para valorar las distintas situaciones de exposición al ruido (Kogan 2004).

Zona comercial.

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios (DS N° 085-2003/PCM).

Zonas críticas de contaminación sonora.

Son aquellas zonas que sobrepasan un nivel de presión sonora continuo equivalente de 80 dB(A) (DS N° 085-2003/PCM).

Zona industrial.

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales (DS N° 085-2003/PCM).

Zonas mixtas.

Áreas donde se combinan dos o más zonificaciones, es decir: Residencial - Comercial, Residencial - Industrial, Comercial - industrial o Residencial - Comercial – Industrial (DS N° 085-2003/PCM).

Zona de protección especial.

Es aquella de alta sensibilidad acústica, que requieren una protección especial contra el ruido: establecimientos de salud, educativos, asilos y orfanatos (DS N° 085-2003/PCM).

Zona residencial.

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para el uso identificado con viviendas o residencias, que permiten la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblacionales (DS N° 085-2003/PCM).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Como se trata de un tipo de contaminación difícil de medir, cuantificar y escasamente tratada. El hecho de que sólo se perciba con el sentido del oído hace que se subestime. Además, existe la idea generalizada de que el ruido es una consecuencia inevitable a pagar por el progresivo desarrollo de la sociedad urbana, una especie de residuo producido por nuestras actividades, sin que se pueda hacer nada para controlarlo (Cattaneo 2010).

La investigación de acuerdo al fin que se persigue es “Aplicada” y de acuerdo al diseño de investigación es “Descriptiva y Correlativa”.

Operativamente el presente trabajo consiste en un análisis inferencial, debido a que se plantea la hipótesis de investigación y aplicación de pruebas estadísticas para contrastar la aceptación o rechazo de las hipótesis planteadas. Asimismo se utiliza las leyes ambientales del país y las ordenanzas dadas por la Municipalidad

Provincial de Tacna, para proponer las medidas correctivas al sistema de gestión ambiental sobre ruido con que cuenta esta ciudad.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población: El universo de estudio en esta investigación es el Cercado del distrito de Tacna, compuesta por las calles y avenidas formando manzanas irregulares, la población que viven en ella y los turistas que nos visitan, unidades automotrices que circulan en ella, centros comerciales, centros educativos y las diferentes actividades que se realizan en ella. (Ver Figura 2 y Plano Catastral del Cercado de Tacna P1).

La muestra: Es un subconjunto de la población en que se pretende que represente a esta. Con el objetivo de sacar conclusiones de la contaminación sonora por fuentes móviles y fijas en diferentes zonas y horarios en el cercado de Tacna.

Tipos de muestras: Los distintos tipos de muestras pueden ser descritos como:

- Simple al azar
- Sistemática
- Estratificada

- Proporcional
- No proporcional
- Por conglomerados

Muestras probabilísticas. En las muestras probabilísticas, cada elemento de la población tiene una probabilidad conocida de integrar la muestra. Los distintos tipos de muestras probabilísticas son:

- Simple al azar, es la muestra en la que se eligen los integrantes al azar entre el total de la población. Requiere de un listado de los elementos de la población, su numeración y elegir al azar (por ejemplo usando una tabla de números aleatorios los que integraran la muestra). Sus ventajas son: es una metodología muy simple desde el punto de vista estadístico, tanto para llevar a cabo como para interpretar y utilizar; es insesgada, especialmente está libre de los sesgos que introducirían las ponderaciones incorrectas que se puedan utilizar, no supone un conocimiento previo de la población de la cual se va a extraer la muestra; y, como consecuencia de esto, tiende a reflejar todas las características del universo. No obstante la simplicidad conceptual, puede ser muy difícil de llevar a la práctica a veces y entonces aparecen las otras.

- Muestreo sistemático, es el que se sigue cuando se elige según un orden determinado, por ejemplo cada 10, se eligen el 1^{ro}, el 11^{avo}, el 21^{avo}, etc. Se menciona la ventaja en la selección de la muestra y la desventaja es que puede haber un sesgo en los resultados.
- Muestreo estratificado, es cuando la población se divide en estratos y se hace un muestreo aleatorio simple dentro de cada estrato. Ventajas: el estrato necesita una muestra más pequeña que el muestreo aleatorio simple. Desventaja: hay que saber hacer bien los estratos. Hay dos variantes acá: proporcional o no. En el primer caso el tamaño de la muestra de cada estrato es proporcional al tamaño del estrato ("la fracción de muestreo es igual para cada estrato"), en el segundo no.
- Muestreo por conglomerados, utilizado en aquellos casos donde el universo a estudiar está disperso a lo largo de áreas geográficas extensas o situaciones similares. Luego se elige un conglomerado; es decir, uno de los grupos formados. Por ejemplo, se elige una manzana de casas y en ella se entrevista a todas las personas que habitan en las casas de la manzana.

Diseño de los puntos de muestreo para esta investigación:

Para recolectar la información sonora de las unidades de transporte en el Cercado de Tacna, se determinó los puntos de muestreo utilizando el criterio de reticulado, el tamaño de cada cuadrícula fue de 400 x 400 metros, definiéndose 44 puntos de muestreo (Ver figura 3); método similar fue utilizado por De la Torre (2003) al evaluar la contaminación acústica en el centro histórico del Cusco, quien dividió el centro histórico en cuadrículas de 225 x 225 metros.

Se realizaron medidas agrupadas en tres franjas horarias. La primera franja de 7:00 a 8:00 horas, la segunda franja de 12:00 a 13:00 horas y la última franja de 18:00 a 19:00 horas. Se realizaron tres mediciones por punto en fechas diferentes (Ver Tabla 1). La duración de cada medida por punto fue de 3 minutos, efectuando 36 lecturas sonoras (cada 5 segundos). Las mediciones se realizaron en días laborables de lunes a viernes, realizando el monitoreo del 05 de abril al 06 de junio de 2013 (60 días de muestreo).

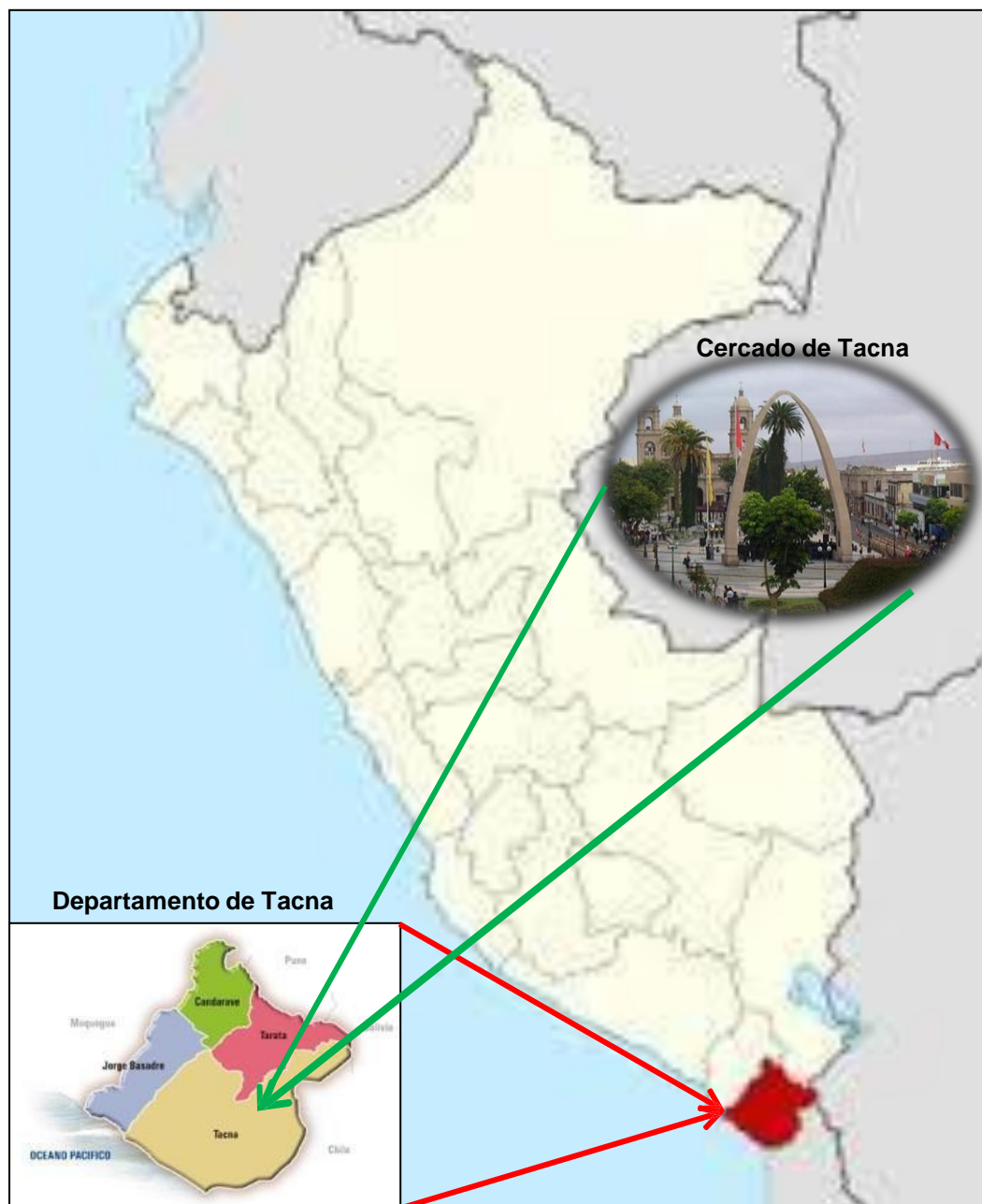


Figura 2.- Ubicación del Cercado de Tacna.

Fuente: *Elaboración propia.*

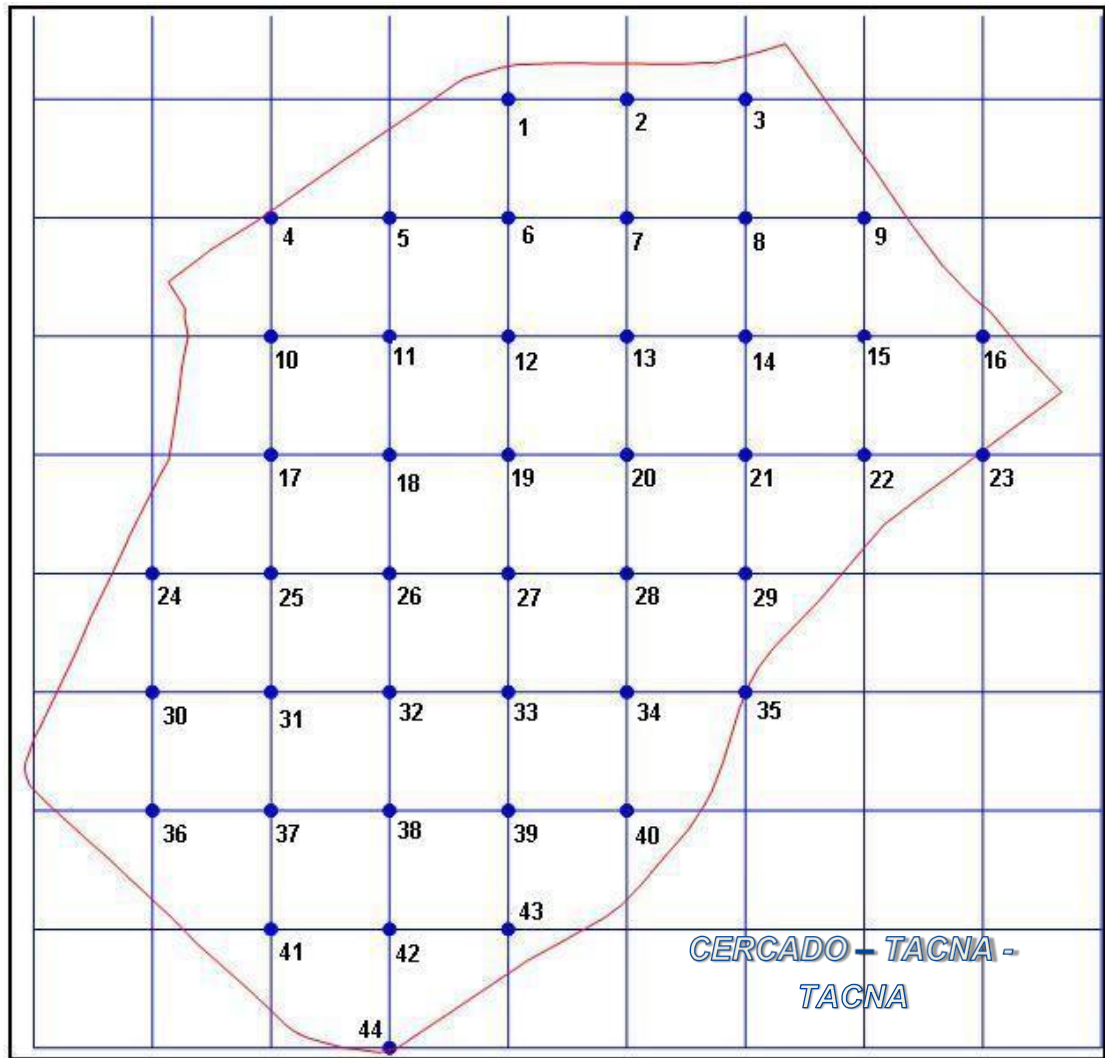


Figura 3.- Diseño de los 44 puntos de muestreo del Cercado de Tacna.

Fuente: Plano catastral del Cercado de Tacna P1.

Tabla 1:

Ubicación UTM de los puntos de muestreo en la zona geográfica 19K, y la programación de las fechas de muestreo de fuentes móviles.

Punto Muest.	Esquina		Coordenadas UTM		Fechas de muestreo		
	De	A	X (m)	Y (m)	1ra	2da	3ra
1	Calle Alto de la Alianza	Calle 2 de Diciembre	368253	8009914	05/05/2013	28/05/2013	22/06/2013
2	Calle Espinoza Cuéllar	Calle Amazonas	368625	8009887	05/05/2013	28/05/2013	22/06/2013
3	Calle Sinchi Roca	Calle Olga Grohmann	369004	8009893	05/05/2013	28/05/2013	22/06/2013
4	Av. Industrial	Calle Brasil	367400	8009521	05/05/2013	28/05/2013	22/06/2013
5	Calle San Marcos	Calle Perú	367786	8009526	05/05/2013	28/05/2013	22/06/2013
6	Calle Pérez Gamboa	Calle Modesto Molina	368241	8009483	06/05/2013	29/05/2013	23/06/2013
7	Av. Gustavo Pinto	Av. Vigil	368553	8009446	06/05/2013	29/05/2013	23/06/2013
8	Calle Roma	Prolong. Espinoza Cuéllar	368924	8009515	06/05/2013	29/05/2013	23/06/2013
9	Calle José Rosa Ara	Calle José Díaz	368405	8009507	06/05/2013	29/05/2013	23/06/2013
10	Calle Deustua	Calle Enrique Quijano	367395	8009073	06/05/2013	29/05/2013	23/06/2013
11	Calle San Félix	Calle San Pedro	367840	8009110	07/05/2013	01/06/2013	24/06/2013
12	Calle General Varela	Av. Augusto B. Leguía	368231	8009069	07/05/2013	01/06/2013	24/06/2013
13	Av. Augusto B. Leguía	Calle Alemania	368537	8009054	07/05/2013	01/06/2013	24/06/2013
14	Calle Piura	Calle Alto Lima	368034	8009227	07/05/2013	01/06/2013	24/06/2013
15	Av. Bolognesi	Calle Cajamarca	369428	8009143	07/05/2013	01/06/2013	24/06/2013
16	Av. Basadre y Forero	Calle Los Álamos	369823	8009186	08/05/2013	02/06/2013	25/06/2013
17	Av. Augusto B. Leguía	Calle Hipólito Unánue	367438	8008697	08/05/2013	02/06/2013	25/06/2013
18	Calle Julio Mac Lean	Calle Arias y Aragüéz	367776	8008691	08/05/2013	02/06/2013	25/06/2013
19	Calle Modesto Basadre	Calle G. Vizquerria	368242	8008727	08/05/2013	02/06/2013	25/06/2013
20	Av. Bolognesi	Calle Puno	368539	8008699	08/05/2013	02/06/2013	25/06/2013
21	Calle Santa Rosa	Calle Crnl. Vidal	369092	8008620	11/05/2013	03/06/2013	26/06/2013
22	Calle Crnl. Vidal	Callejón Carolina Freyre	369270	8009755	11/05/2013	03/06/2013	26/06/2013
23	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Calle Cajamarca	369733	8009680	11/05/2013	03/06/2013	26/06/2013
24	Calle 17 (Urb. El Bosque)	Calle 18	367000	8008344	11/05/2013	03/06/2013	26/06/2013
25	Av. Gregorio Albarracín	Av. 2 de Mayo	367419	8008311	11/05/2013	03/06/2013	26/06/2013
26	Calle 28 de Julio	Calle San Martín	367834	8008292	12/05/2013	04/06/2013	30/06/2013
27	Av. Bolognesi	Calle Miller	368087	8008277	12/05/2013	04/06/2013	30/06/2013
28	Calle Crnl. Bustíos	Calle Gil de Herrera	368584	8008342	12/05/2013	04/06/2013	30/06/2013
29	Prolong. Pacheco Céspedes	Callejón Pago Ayca	364025	8008233	12/05/2013	04/06/2013	30/06/2013
30	Prolong. 2 de Mayo	Av. Luis Basadre Flores	366919	8007911	12/05/2013	04/06/2013	30/06/2013

Continuación de la tabla 1.

31	Calle Huancavelica	Calle Callao	367387	8007878	13/05/2013	05/06/2013	01/07/2013
32	Av. Bolognesi	Calle Arica	367702	8007936	13/05/2013	05/06/2013	01/07/2013
33	Calle Crnl. Bustíos	Av. Billinghurst	368092	8007893	13/05/2013	05/06/2013	01/07/2013
34	Calle Gregorio Albarracín	Av. Miraflores	368724	8007925	13/05/2013	05/06/2013	01/07/2013
35	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Prolong. Gil de Herrera	368955	8007840	13/05/2013	05/06/2013	01/07/2013
36	Av. Manuel A. Odría	Grifo Melsa	367049	8007524	14/05/2013	08/06/2013	02/07/2013
37	Calle Capricornio	Calle Ecuador	367427	8007508	14/05/2013	08/06/2013	02/07/2013
38	Calle Las Dalias	Calle Tarapacá	367788	8007534	14/05/2013	08/06/2013	02/07/2013
39	Calle San José	Calle San Hilarión	368205	8007553	14/05/2013	08/06/2013	02/07/2013
40	Av. Miraflores	Local Comunal Urb. Patty	368513	8007528	14/05/2013	08/06/2013	02/07/2013
41	Av. Luis Basadre	Calle Prolong. Bolivia	367418	8007141	15/05/2013	09/06/2013	03/07/2013
42	Av. Miraflores	Calle s/n	367806	8007118	15/05/2013	09/06/2013	03/07/2013
43	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Calle 28	368379	8007081	15/05/2013	09/06/2013	03/07/2013
44	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Av. Cusco	367800	8006717	15/05/2013	09/06/2013	03/07/2013

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2:

Programa de muestreo de fuentes fijas: mercado 2 de Mayo y mercado Central

Punto Muest.	Centro Comercial	Coordenadas UTM		Fechas de muestreo		
		X (m)	Y (m)	1ra	2da	3ra
1	Mercado 2 de Mayo	varios	varios	18/05/2013	10/06/2013	06/07/2013
2	Mercado Central	varios	varios	18/05/2013	10/06/2013	06/07/2013

Fuente: Elaboración propia.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables

Identificación de las variables

Variable dependiente (V.D): Nivel de contaminación sonora (dB) por fuentes móviles y fijas.

Variable independiente (V.I): Zonas y horarios

Caracterización de las variables

VARIABLE	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente (VI) Zonas y horarios	➤ Día = 65 dB (De la Torre, 2003)	Según Platzer (2007): 03 mediciones de 03 minutos de duración en cada punto seleccionado.
Variable dependiente (VD) Nivel de contaminación sonora (dB) por fuentes móviles y fijas.	➤ 70 dB en el día ECA D.S. Nro 085-2003-PCM	Según Cattaneo et al (2010): <ul style="list-style-type: none">➤ Muy bajo entre 10 y 30 dB.➤ Bajo entre 30 y 55 dB➤ Ruidoso entre 55 y 75 dB➤ Ruido fuerte entre 75 y 100 dB.➤ Ruido intolerante a partir de 100 dB.➤ Daño al oído, más de 120 dB

3.3.1 Definición operacional de las variables

PREGUNTAS SIGNIFICATIVAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	MÉTODO	PRUEBA ESTADÍSTICA
¿Cuál será el nivel de contaminación sonora producida por fuentes móviles y fijas en diferentes zonas y horarios en el Cercado de Tacna – año 2013?	Determinar el nivel de contaminación sonora por fuentes móviles y fijas en diferentes zonas y horarios de mayor concentración en el Cercado de Tacna en el año 2013.	El nivel de contaminación sonora por fuentes móviles es mayor que las fuentes fijas en diferentes zonas y horarios de mayor concentración en el Cercado de Tacna en el año 2013.	Variable Independiente	Número de unidades y personas	Muestreo predeterminado	
			Fuente contaminador.			
¿Cuál será el nivel de contaminación sonora (dB) ocasionado por fuentes móviles (transporte público, y privado) en diferentes horarios y zonas en el Cercado Tacna – año 2013?	Determinar el nivel de contaminación sonora (dB) emitida por fuentes móviles (transporte público y privado) en diferentes zonas y en horarios: 7:00–8:00, 12:00–13:00 y 18:00–19:00 horas, en el Cercado de Tacna - 2013	El nivel de contaminación sonora (dB) emitida por las fuentes móviles en el horario de 7:00–8:00, 12:00–13:00 y 18:00–19:00 horas, supera largamente los límites máximos permisibles (LMP) exigidos por la norma peruana.	Variable Independiente	Número de unidades	Muestreo predeterminado	ANOVA
			Unidades de transporte privado y público.			
¿Cuál será el nivel de contaminación sonora (dB) ocasionado por fuentes fijas en relación a los mercados de abastos: Dos de Mayo y Mercado Central en diferentes horarios y zonas en el Cercado de Tacna – año 2013?	Determinar el nivel de contaminación sonora (dB) emitida por fuentes fijas (mercados Dos de Mayo y Mercado Central) en relación a zonas y en horarios: 7:00–8:00 y 12:00–13:00 horas, en el Cercado de Tacna - año 2013.	El nivel de contaminación sonora (dB) emitida por las fuentes fijas (Mercado Central, mercado Dos de Mayo), en el horario de 7:00–8:00 y 12:00–13:00 horas es superior a la contaminación ocasionada por fuentes móviles.	Variable independiente	Número de personas	Muestreo predeterminado	ANOVA
			Grupo de compradores y vendedores presentes en el mercado			
			Variable dependiente:	ECA DS 085-2003 PCM	Uso de Sonómetro	ANOVA
			Contaminación sonora por fuentes móviles			
			Variable dependiente:	ECA DS 085-2003 PCM	Uso de Sonómetro	ANOVA
			Contaminación sonora por fuentes fijas			

3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

Implementando la normativa peruana “Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental” (AMC N° 031-2011-MINAM/0GA) y las diferentes experiencias encontradas en la bibliografía relacionados con los estudios de ruido urbano provocado por tráfico vehicular. Una vez revisada la bibliografía extensamente sobre el tema en cuanto a estudios realizados. Se determinó una metodología propia, tomando en cuenta factores propios de los sitios para poder dar cumplimiento a los objetivos pactados. (Ruffa F. 2001), (Petiti Y. 2010), (Berglund B. 1999).

A continuación se presenta el diagrama de flujo de la metodología empleada (ver Figura 4).

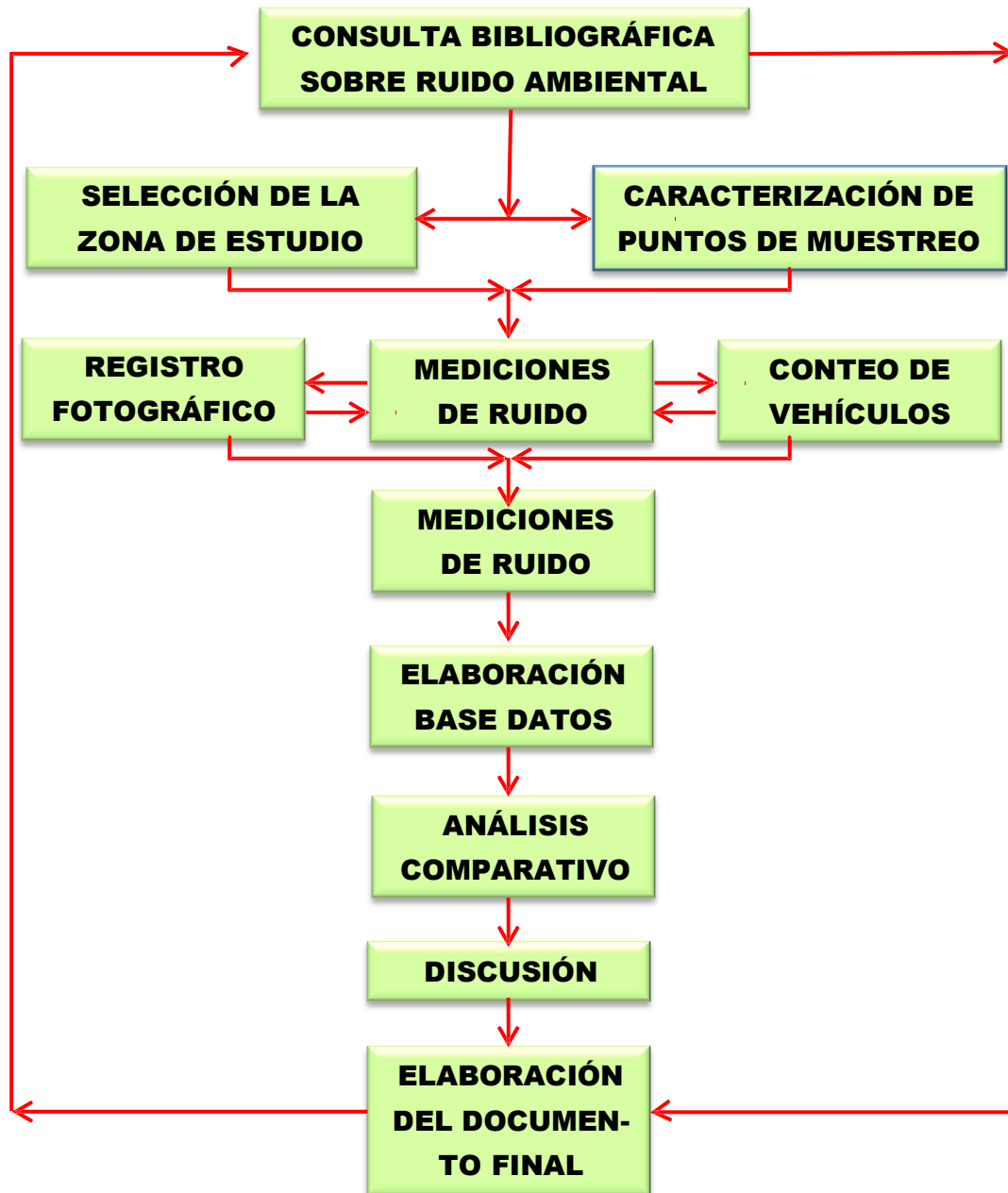


Figura 4.- Diagrama de flujo de la metodología empleado para el muestreo sonoro.

Fuente: Bañuelos M. 2005.

Para realizar las mediciones de la contaminación acústica en el Cercado de Tacna, se utilizó un sonómetro marca TENMARS modelo TM-103 Lux/FC Light Meter y su respectivo calibrador también marca TENMARS modelo TM-100, las características de cada uno de ellos se detallan a continuación:

Especificaciones técnicas del Sonómetro:

- ❖ Marca
TENMARS modelo TM-103 Lux/FC Light Meter.
- ❖ Micrófono
Microfono condensador eléctrico de ½ pulgada.
- ❖ Resolución
0,1 dB
- ❖ Exactitud
± 1,5 dB
- ❖ Rangos de evaluación: de 30 a 130 dB
 - Bajo (LO) : 30 a 80 dB
 - Medio (MED) : 50 a 100 dB
 - Alto (HI) : 80 a 130 dB
 - Autorango : 30 a 130 dB: bajo, medio y alto
- ❖ Estándar aplicado
IEC651 Tipo 2, ANSI S 1.4

Calibrador Acústico de Sonómetros:

- ❖ Marca
TENMARS modelo TM-100.
- ❖ Adaptador de micrófono de ½"
- ❖ Exactitud
± 0,5 dB
- ❖ Estándar aplicado
IEC942 1988 Clase 2, ANSI S 1.4 - 1984
- ❖ Dos niveles de Calibración del Sonómetro
94 dB y 114 dB

Calibración del sonómetro en el campo:

Es la que se realiza durante el monitoreo de ruido ambiental, antes y después de cada serie de mediciones, en la que se verifica la calidad de lectura del sonómetro empleando. El calibrador del sonómetro clase 2, es el calibrador marca TENMARS modelo TM-100, acorde a IEC 60942:2003. El calibrador empleado tiene dos niveles de ruidos patrones: Uno a 94 dB y la otra a 114 dB.

Las lecturas de calibración han estado dentro del rango $\pm 1,5$ dB, cumpliendo con las especificaciones técnicas del fabricante.

3.5. Monitoreo de ruido ambiental implementado

❖ Ubicación del punto de monitoreo

Los puntos de muestreo que ya han sido definidas, como se aprecia en la figura 3, y se han determinado la ubicación exacta respondiendo a su accesibilidad y ser una zona de tránsito vehicular (ver tabla 1).

Todos estos puntos de muestreo cumplieron con los requerimientos que exige el Protocolo Nacional de Ruido Ambiental:

❖ Metodología de monitoreo

Para realizar el monitoreo de ruido ambiental, se tuvo las siguientes consideraciones:

El sonómetro fue alejado lo más que se pudo de las superficies reflectantes (paredes, suelo, techo, objetos, etc.).

El sonómetro se ubicó en las aceras a 0,50 m del borde, montado sobre un trípode con nivelador, y a una altura constante de 1,50 metros.

El operador estuvo lo más alejado posible del sonómetro durante la medición sonora para evitar interferencia en la lectura

Se evitó hacer el monitoreo en los días con fenómenos climatológicos adversos que generen ruido: lluvia, vientos, etc.

Se tomó nota de cualquier episodio inesperado que genere ruido. En cada punto de monitoreo se tomó 36 lecturas de ruido durante 3 minutos, tomadas cada 5 segundos.

❖ **Medición del ruido**

Durante el monitoreo se tuvo el cuidado de tener el control del sonómetro, lectura, carga de la batería y tiempo de respuesta en la pantalla como respuesta de la variación del sonido.

Se evaluó la cantidad y tipo de unidades de móviles que transitan por la zona de monitoreo, para lo cual se utilizó el formato de recolección de información (Ver anexo A).

En los mercados se aplicó el mismo concepto de monitoreo, y se contó el número de personas que generan el ruido, para esta recolección se utilizó el formato que se presenta en el anexo B.

❖ **Procesamiento y análisis de datos**

El procesamiento y análisis de la información se realiza en el capítulo IV, resultados que han sido comparados con los resultados de otras investigaciones, para la validación de esta investigación (capítulo V).

Para la evaluación de la información se utilizó los software: Analizador y graficador de datos SigmaPlot v 12.0, el software estadístico SPSS v 17.0 y el optimizador Solver de Microsoft Excel 2010.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. EVALUACIÓN DE LOS DATOS

A continuación se presentan y analizan los datos obtenidos de los monitoreos realizados, con la finalidad de evaluar la contaminación sonora en cada uno de los puntos seleccionados.

Tabla 3:

Total de unidades de transporte evaluados en el monitoreo sonora realizada en el Cercado de Tacna, por turnos de muestreo

Tipo de unidad de transporte	De 7 a 8 horas		De 12 a 13 horas		De 18 a 19 horas	
	Cantidad	Distribución	Cantidad	Distribución	Cantidad	Distribución
Móviles de uso particular						
Motos, moto taxis, etc.	74	6,44%	78	6,61%	62	5,15%
Autos, station wagon, camionetas pickup, etc.	374	32,55%	415	35,17%	447	37,10%
Camiones, remolcadores, volquetes, etc.	41	3,57%	57	4,83%	52	4,32%
Móviles de servicio urbano						
Ómnibus, minibús, etc.	126	10,97%	143	12,12%	121	10,04%
Taxis	534	46,48%	487	41,27%	523	43,40%
Total	1149		1180		1205	

Fuente: Recopilación propia

Análisis:

En la tabla 3, se puede apreciar el total de unidades monitoreados en 60 días y evaluados cada 3 minutos en cada punto: se han contabilizados 3534 unidades, de los cuales 1149 unidades corresponden al turno de 7 a 8 horas, 1180 unidades al turno de 12 a 13 horas y 1205 unidades al turno de 18 a 19 horas.

De 46,48% al 41,27% corresponden a unidades utilizados como taxis, del 37,10% al 32,55% son unidades de uso particular, seguidos por 12,12% al 10,04% conformado por los minibús, que son utilizados para servicio público. El detalle de lo expuesto se puede apreciar en las figuras 5, 6 y 7.

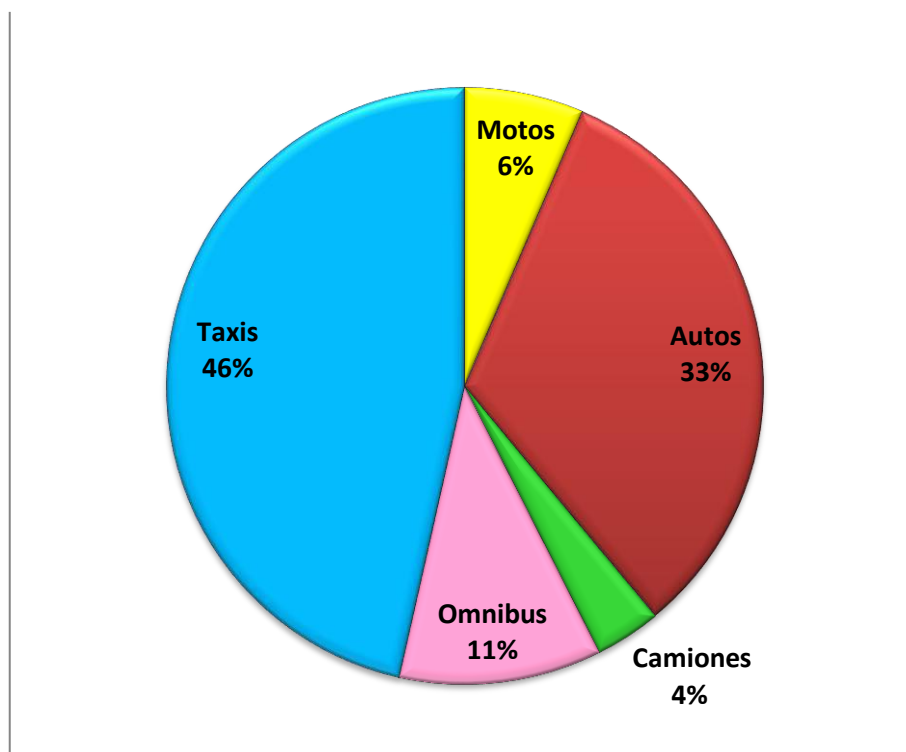


Figura 5: Distribución porcentual de unidades que circulan en las mañanas en el Cercado de Tacna.

Fuente: Extraído de la tabla 3

Análisis:

En la figura se aprecia de las unidades vehiculares que circulan en las mañanas corresponde el 32,55% a autos.

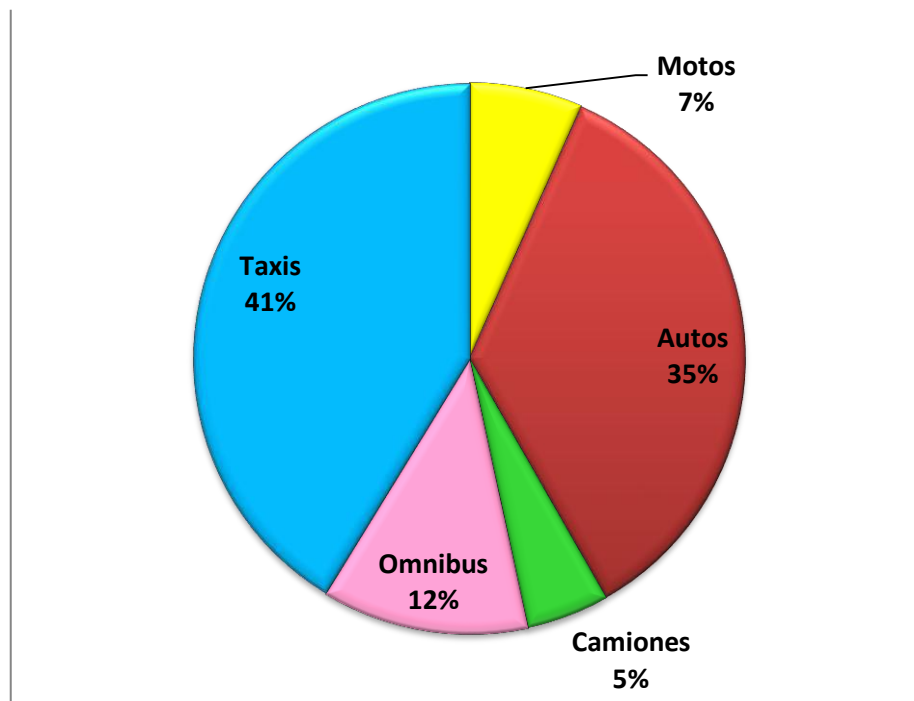


Figura 6: Distribución porcentual de unidades que circulan al medio día en el Cercado de Tacna.

Fuente: Extraído de la tabla 3

Análisis:

En la figura se aprecia de las unidades vehiculares que circulan al medio día corresponde el 35,17% a autos.

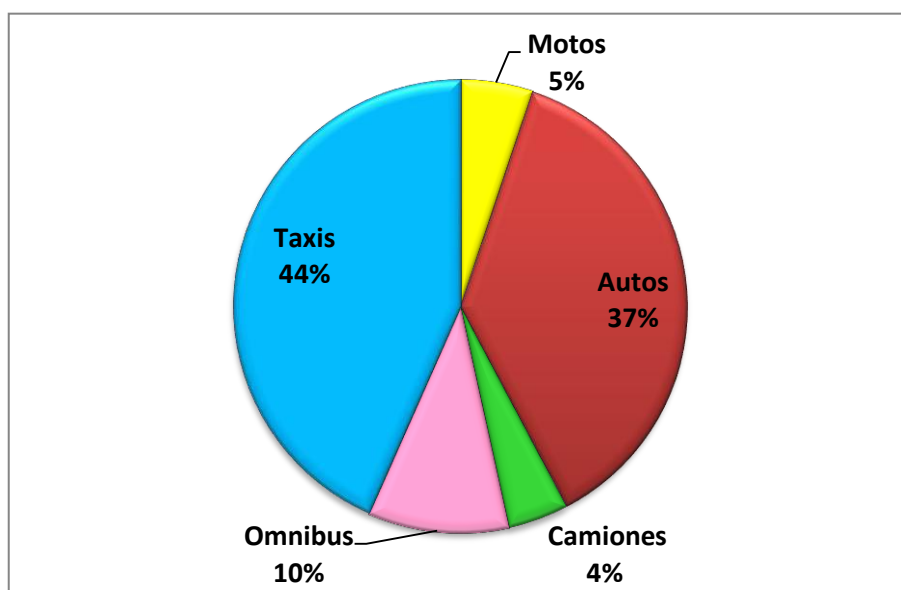


Figura 7: Distribución porcentual de unidades que circulan en las tardes en el Cercado de Tacna.

Fuente: Extraído de la tabla 3

Análisis:

En la figura se aprecia de las unidades vehiculares que circulan en las tardes, el 37,1% son autos.

Tabla 4:

Compradores evaluados que acuden a los mercados cada 3 minutos, en el turno de 7:00 a 8:00 horas.

Lugar	Zona de monitoreo	Coordenadas UTM		Compradores evaluados por fechas			
		X (m)	Y (m)	1er día	2do día	3er día	Total
Mercado Central	Entrada	368281	8009419	54	16	32	102
	Centro	368310	8009419	16	4	3	23
	Salida	368316	8009449	24	7	3	34
	Total			94	27	38	159
Mercado Dos de Mayo	Entrada	367986	8009712	23	16	12	51
	Centro	367967	8009742	24	27	31	82
	Salida	367947	8009764	10	7	5	22
	Total			57	50	48	155

Fuente: Recopilación propia.

Análisis:

En la tabla 4 se puede apreciar en las mañanas concurren igual cantidad de compradores al mercado Central y al mercado Dos de Mayo.

Tabla 5:

Compradores evaluados que acuden a los mercados cada 3 minutos, en el turno de 12:00 a 13:00 horas.

Lugar	Zona de monitoreo	Coordenadas UTM		Compradores evaluados por fechas			
		X (m)	Y (m)	1er día	2do día	3er día	Total
Mercado Central	Entrada	368281	8009419	80	86	13	179
	Centro	368310	8009419	12	30	12	54
	Salida	368316	8009449	17	23	44	84
	Total			109	139	69	317
Mercado Dos de Mayo	Entrada	367986	8009712	36	20	12	68
	Centro	367967	8009742	30	22	25	77
	Salida	367947	8009764	20	3	6	29
	Total			86	45	43	174

Fuente: Recopilación propia.

Análisis:

En la tabla 5 se puede apreciar que al medio día se duplica la concurrencia al mercado Central, esto es debido a que en la primera y segunda planta funcionan varios comedores, centros comerciales, a las que concurren turistas chilenos.

Tabla 6:

Compradores evaluados que acuden a los mercados cada 3 minutos, en el turno de 18:00 a 19:00 horas.

Lugar	Zona de monitoreo	Coordenadas UTM		Compradores evaluados por fechas			
		X (m)	Y (m)	1er día	2do día	3er día	Total
Mercado Central	Entrada	368281	8009419	42	37	30	109
	Centro	368310	8009419	0	5	4	9
	Salida	368316	8009449	20	9	1	30
	Total			62	51	35	140
Mercado Dos de Mayo	Entrada	367986	8009712	0	0	0	0
	Centro	367967	8009742	0	0	0	0
	Salida	367947	8009764	0	0	0	0
	Total			0	0	0	0

Fuente: Recopilación propia.

Análisis:

En la tabla 6 se puede apreciar que en las tardes la cantidad de compradores que acuden al mercado Central es ligeramente menor a los que acuden en la mañana.

No hay información para el mercado Dos de Mayo debido a que lo cierran a las 2:30 p.m.

Tabla 7:

Brecha de la contaminación sonora de fuentes móviles en el Cercado de Tacna de 7:00 a 8:00 h

Punto Muestreo	Esquina		Zonificación para evaluación sonora	Leq (dB)	ECA (D.S. N° 085-2003-PCM)		
	De	A			50	60	70
1	Calle Alto de la Alianza	Calle 2 de Diciembre	Residencial	76,73	-26,73	-16,73	-6,73
2	Calle Espinoza Cuéllar	Calle Amazonas	Residencial	74,48	-24,48	-14,48	-4,48
3	Calle Sinchi Roca	Calle Olga Grohmann	Protección especial ^a	73,43	-23,43	-13,43	-3,43
4	Av. Industrial	Calle Brasil	Comercial	74,27	-24,27	-14,27	-4,27
5	Calle San Marcos	Calle Perú	Residencial	64,14	-14,14	-4,14	5,86
6	Calle Pérez Gamboa	Calle Modesto Molina	Residencial	69,35	-19,35	-9,35	0,65
7	Av. Gustavo Pinto	Av. Vigil	Residencial comercial	74,06	-24,06	-14,06	-4,06
8	Calle Roma	Prolong. Espinoza Cuéllar	Residencial	70,94	-20,94	-10,94	-0,94
9	Calle José Rosa Ara	Calle José Díaz	Residencial	72,97	-22,97	-12,97	-2,97
10	Calle Deustua	Calle Enrique Quijano	Comercial	68,99	-18,99	-8,99	1,01
11	Calle San Félix	Calle San Pedro	Residencial	64,50	-14,50	-4,50	5,50
12	Calle General Varela	Av. Augusto B. Leguía	Residencial comercial	75,96	-25,96	-15,96	-5,96
13	Av. Augusto B. Leguía	Calle Alemania	Residencial comercial	76,61	-26,61	-16,61	-6,61
14	Calle Piura	Calle Alto Lima	Protección especial ^b	80,70	-30,70	-20,70	-10,70
15	Av. Bolognesi	Calle Cajamarca	Residencial	66,64	-16,64	-6,64	3,36
16	Av. Basadre y Forero	Calle Los Álamos	Residencial	77,36	-27,36	-17,36	-7,36
17	Av. Augusto B. Leguía	Calle Hipólito Unanue	Residencial comercial	79,05	-29,05	-19,05	-9,05
18	Calle Julio Mac Lean	Calle Arias y Aragón	Residencial	69,66	-19,66	-9,66	0,34
19	Calle Modesto Basadre	Calle G. Vizquerra	Residencial	79,21	-29,21	-19,21	-9,21
20	Av. Bolognesi	Calle Puno	Residencial	72,62	-22,62	-12,62	-2,62
21	Calle Santa Rosa	Calle Crnl. Vidal	Residencial	68,40	-18,40	-8,40	1,60
22	Calle Crnl. Vidal	Callejón Carolina Freyre	Residencial	77,12	-27,12	-17,12	-7,12

Continuación de la Tabla 7

Punto Muestreo	Esquina		Zonificación para evaluación sonora	Leq (dB)	ECA (D.S. N° 085-2003-PCM)		
	De	A			50	60	70
23	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Calle Cajamarca	Residencial	73,60	-23,60	-13,60	-3,60
24	Calle 17 (Urb. El Bosque)	Calle 18	Residencial	56,02	-6,02	3,98	13,98
25	Av. Gregorio Albarracín	Av. 2 de Mayo	Residencial comercial	75,20	-25,20	-15,20	-5,20
26	Calle 28 de Julio	Calle San Martín	Residencial comercial	73,15	-23,25	-13,15	-3,15
27	Av. Bolognesi	Calle Miller	Residencial comercial	78,84	-28,84	-18,84	-8,84
28	Calle Crnl. Bustíos	Calle Gil de Herrera	Residencial	70,11	-20,11	-10,11	-0,11
29	Prolong. Pacheco Céspedes	Callejón Pago Ayca	Residencial	57,79	-7,79	2,21	12,21
30	Prolong. 2 de Mayo	Av. Luis Basadre Flores	Residencial	73,71	-23,71	-13,71	-3,71
31	Calle Huancavelica	Calle Callao	Residencial	69,06	-19,06	-9,06	0,94
32	Av. Bolognesi	Calle Arica	Residencial	76,13	-26,13	-16,13	-6,13
33	Calle Crnl. Bustíos	Av. Billinghamurst	Residencial	74,68	-24,68	-14,68	-4,68
34	Calle Gregorio Albarracín	Av. Miraflores	Residencial	73,13	-23,13	-13,13	-3,13
35	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Prolong. Gil de Herrera	Residencial	76,45	-26,45	-16,45	-6,45
36	Av. Manuel A. Odría	Grifo Melsa	Residencial comercial	81,26	-31,26	-21,26	-11,26
37	Calle Capricornio	Calle Ecuador	Residencial	69,32	-19,32	-9,32	0,68
38	Calle Las Dalias	Calle Tarapacá	Protección especial ^c	58,37	-8,37	1,63	11,63
39	Calle San José	Calle San Hilarión	Residencial	57,27	-7,27	2,73	12,73
40	Av. Miraflores	Local Comunal Urb. Patty	Residencial	61,69	-11,69	-1,69	8,31
41	Av. Luis Basadre	Prolong. Bolivia	Residencial	65,82	-15,82	-5,82	4,18
42	Av. Miraflores	Calle s/n	Residencial comercial	77,73	-27,73	-17,73	-7,73
43	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Calle 28	Protección especial ^d	71,76	-21,76	-11,76	-1,76
44	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Av. Cusco	Comercial	76,31	-26,31	-16,31	-6,31

Fuente: Tabla del anexo F y DS N° 085-2003-PCM

Nota de la Tabla 7: Zonas de protección especial en el Cercado de Tacna.





a.- C.E. 42020 Rosalina Herazo Morla.

b.- C.E. Francisco Antonio de Zela.

c.- Asilo de Ancianos.

d.- Ciudad Universitaria – UNJBG

Descripción del código de colores empleados en la tabla:

Color	Descripción	Color	Descripción
	Cumple con el DS 085-2003-PCM		No cumple, con un exceso (10%) - Compatible
	No cumple, con un exceso (20%) - Moderado		No cumple, con un exceso (>20%) - Severo

Análisis:

De los 44 puntos evaluados, 4 corresponden a lugares de protección especial, 28 corresponden para uso residencial, 9 para uso mixto (residencial y comercial), y 3 de uso exclusivo comercial.

Se comparó los niveles de ruido del lugar con el ECA que determina el D.S. N° 085-2003-PCM, en la que establece que para las zonas mixtas (residencial-comercial) para el horario diurno debe ser menor o igual a 60 dB.

Analizando lo observado de las 7:00 a 8:00 horas tenemos:

En la tabla 7 se observa el ruido mínimo es 56,02 dB, en la urbanización privada “El Bosque” calles 17 y 18. El ruido máximo generado es de 81,26 dB en la esquina de la Av. Manuel A. Odría y el grifo Melsa.

Según la zonificación que le corresponde, se concluye:

❖ Cumple con el ECA	9,09%
❖ Es compatible con el ECA	13,63%
❖ Se excede en forma moderada	20,45%
❖ Se excede en forma severa	56,82%

Hay contaminación sonora en un 77,27% en el Cercado de Tacna en el horario de las 7:00 a 8:00 horas.

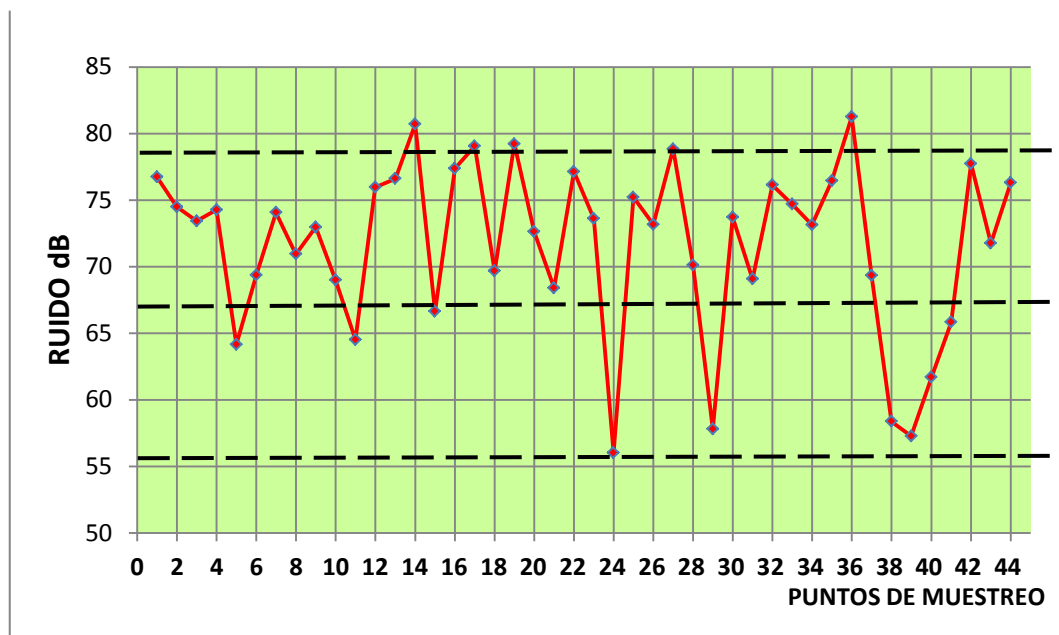


Figura 8: Gráfico del nivel de ruido equivalente (Leq) en los 44 puntos de muestreo en el Cercado de Tacna, de 7:00 a 8:00 horas.

Fuente: Extraído de la tabla 7

Análisis:

En la figura 8 se observa el ruido mínimo es 56,02 dB, en el punto de muestreo 24. (Urbanización privada “El Bosque” calles 17 y 18).

El ruido máximo generado es de 81,26 dB en el punto 36 (esquina de la Av. Manuel A. Odría y el grifo Melsa).

Tabla 8:

Brecha de la contaminación sonora de fuentes móviles en el Cercado de Tacna de 12:00 a 13:00 h

Punto Muestreo	Esquina		Zonificación para evaluación sonora	Leq (dB)	ECA (D.S. N° 085-2003-PCM)		
	De	A			50	60	70
1	Calle Alto de la Alianza	Calle 2 de Diciembre	Residencial	75,04	-25,04	-15,04	-5,04
2	Calle Espinoza Cuéllar	Calle Amazonas	Residencial	78,87	-28,87	-18,87	-8,87
3	Calle Sinchi Roca	Calle Olga Grohmann	Protección especial ^a	76,49	-26,49	-16,49	-6,49
4	Av. Industrial	Calle Brasil	Comercial	72,26	-22,26	-12,26	-2,26
5	Calle San Marcos	Calle Perú	Residencial	66,79	-16,79	-6,79	3,21
6	Calle Pérez Gamboa	Calle Modesto Molina	Residencial	71,28	-21,28	-11,28	-1,27
7	Av. Gustavo Pinto	Av. Vigil	Residencial comercial	78,84	-28,84	-18,84	-8,84
8	Calle Roma	Prolong. Espinoza Cuéllar	Residencial	79,94	-29,94	-19,94	-9,94
9	Calle José Rosa Ara	Calle José Díaz	Residencial	81,04	-31,04	-21,04	-11,04
10	Calle Deustua	Calle Enrique Quijano	Comercial	67,51	-17,51	-7,51	2,49
11	Calle San Félix	Calle San Pedro	Residencial	66,94	-16,94	-6,94	3,06
12	Calle General Varela	Av. Augusto B. Leguía	Residencial comercial	77,56	-27,56	-17,56	-7,56
13	Av. Augusto B. Leguía	Calle Alemania	Residencial comercial	74,98	-24,98	-14,98	-4,98
14	Calle Piura	Calle Alto Lima	Protección especial ^b	77,73	-27,73	-17,73	-7,73
15	Av. Bolognesi	Calle Cajamarca	Residencial	67,37	-17,37	-7,37	2,63
16	Av. Basadre y Forero	Calle Los Álamos	Residencial	77,90	-27,90	-17,90	-7,90
17	Av. Augusto B. Leguía	Calle Hipólito Unánue	Residencial comercial	78,30	-28,30	-18,30	-8,30
18	Calle Julio Mac Lean	Calle Arias y Aragüez	Residencial	70,63	-20,63	-10,63	-0,63
19	Calle Modesto Basadre	Calle G. Vizquerra	Residencial	78,95	-28,95	-18,95	-8,95
20	Av. Bolognesi	Calle Puno	Residencial	74,61	-24,61	-14,61	-4,61
21	Calle Santa Rosa	Calle Crnl. Vidal	Residencial	67,41	-17,41	-7,41	2,59
22	Calle Crnl. Vidal	Callejón Carolina Freyre	Residencial	74,63	-24,63	-14,63	-4,63

Continuación de la Tabla 8

Punto Muestreo	Esquina		Zonificación para evaluación sonora	Leq (dB)	ECA (D.S. N° 085-2003-PCM)		
	De	A			50	60	70
23	Av. Circunvalación S-O	Calle Cajamarca	Residencial	74,90	-24,90	-14,90	-4,90
24	Calle 17 (Urb. El Bosque)	Calle 18	Residencial	63,85	-13,85	-3,85	6,15
25	Av. Gregorio Albarracín	Av. 2 de Mayo	Residencial comercial	73,28	-23,28	-13,28	-3,28
26	Calle 28 de Julio	Calle San Martín	Residencial comercial	76,77	-26,77	-16,77	-6,77
27	Av. Bolognesi	Calle Miller	Residencial comercial	74,68	-24,68	-14,68	-4,68
28	Calle Crnl. Bustíos	Calle Gil de Herrera	Residencial	71,30	-21,30	-11,30	-1,30
29	Pro. Pacheco Céspedes	Pas. Callejón Pago Ayca	Residencial	68,26	-18,26	-8,26	1,74
30	Pro. 2 de Mayo	Av. Luis Basadre Flores	Residencial	73,40	-23,40	-13,40	-3,40
31	Calle Huancavelica	Calle Callao	Residencial	65,82	-15,82	-5,82	4,18
32	Av. Bolognesi	Calle Arica	Residencial	74,71	-24,71	-14,71	-4,71
33	Calle Crnl. Bustíos	Av. Billinghamurst	Residencial	71,63	-21,63	-11,63	-1,63
34	Calle Gregorio Albarracín	Av. Miraflores	Residencial	70,28	-20,28	-10,28	-0,28
35	Av. Circunvalación S-O	Calle Pro. Gil de Herrera	Residencial	73,39	-23,39	-13,39	-3,39
36	Av. Manuel A. Odría	Grifo Melsa	Residencial comercial	82,97	-32,97	-22,97	-12,97
37	Calle Capricornio	Calle Ecuador	Residencial	68,73	-18,73	-8,73	1,27
38	Calle Las Dalias	Calle Tarapacá	Protección especial ^c	56,11	-6,11	3,89	13,89
39	Calle San José	Calle San Hilarión	Residencial	60,97	-10,97	-0,97	9,03
40	Av. Miraflores	Local Comunal Urb. Patty	Residencial	63,85	-13,85	-3,85	6,15
41	Av. Luis Basadre	Calle Pro. Bolivia	Residencial	61,76	-11,76	-1,76	8,24
42	Av. Miraflores	Calle s/n	Residencial comercial	77,64	-27,64	-17,64	-7,64
43	Av. Circunvalación S-O	Calle 28	Protección especial ^d	72,51	-22,51	-12,51	-2,51
44	Av. Circunvalación S-O	Av. Cusco	Comercial	76,69	-26,69	-16,69	-6,69

Fuente: Tabla del anexo G y DS N° 085-2003-PCM

Nota de la Tabla 8: Zonas de protección especial en el Cercado de Tacna.



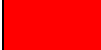
a.- C.E. 42020 Rosalina Herazo Morla.

b.- C.E. Francisco Antonio de Zela.

c.- Asilo de Ancianos.

d.- Ciudad Universitaria – UNJBG

Descripción del código de colores empleados en la tabla:

Color	Descripción	Color	Descripción
	Cumple con el DS 085-2003-PCM		No cumple, con un exceso (10%) - Compatible
	No cumple, con un exceso (20%) - Moderado		No cumple, con un exceso (>20%) - Severo

Análisis:

Del monitoreo del turno 12:00 a 13:00 horas se observa en la tabla 8 el ruido mínimo es 56,11 dB, en la intersección de las calles Las Dalias y Tarapacá.

El ruido máximo generado es de 82,97 dB en la esquina de la Av. Manuel A. Odría y el grifo Melsa.

Se tiene que 12 puntos (27,27%) están en el rango de 60-69 dB, 28 puntos (63,63%) en el rango 70-79 dB, 3 puntos (6,81%) superan 80 dB y solamente 1 punto (2,27%) están por debajo de 60 dB.

Según la zonificación que le corresponde y la comparación con el D.S. N° 085-2003-PCM, se concluye:

- ❖ Cumple con el ECA 4,54%
- ❖ Es compatible con el ECA 15,91%
- ❖ Se excede en forma moderada 25,00%
- ❖ Se excede en forma severa 54,55%

Se concluye que hay contaminación sonora en un 79,55% en el Cercado de Tacna en el horario de las 12:00 a 13:00 horas.

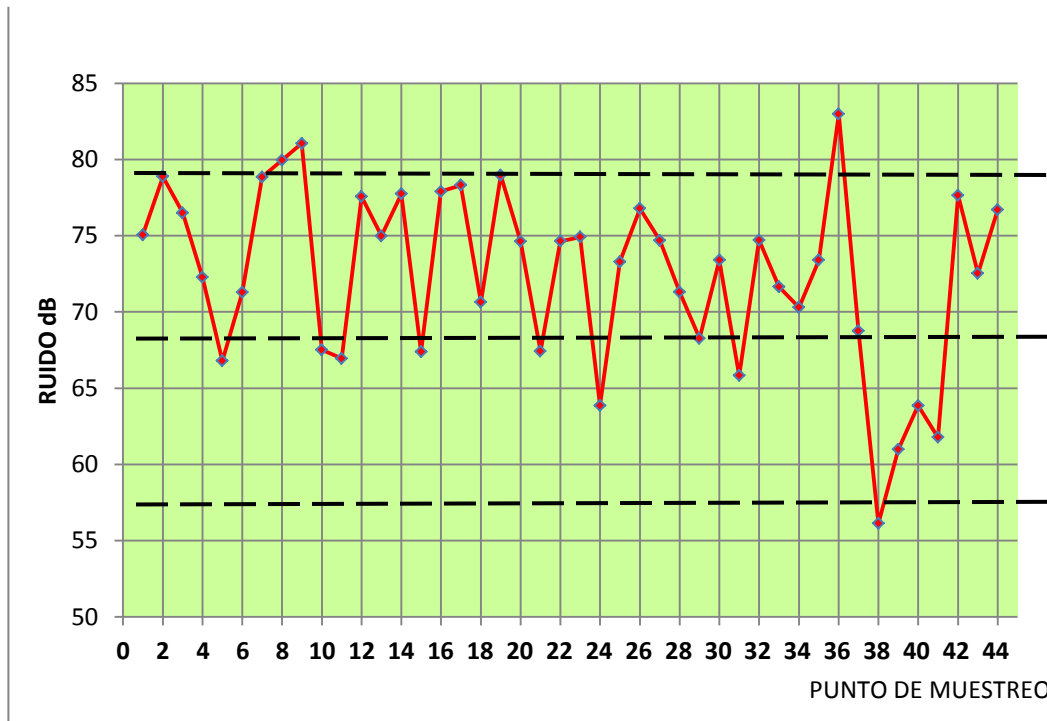


Figura 9: Gráfico del nivel de ruido equivalente (Leq) en los 44 puntos de muestreo en el Cercado de Tacna, de 12:00 a 13:00 horas.

Fuente: Extraído de la tabla 8.

Análisis:

Del monitoreo del turno 12:00 a 13:00 horas se observa en la figura 9 el ruido mínimo es 56,11 dB en el punto de muestreo 38 (Las Dalias y Tarapacá). El ruido máximo generado es de 82,97 dB en la esquina de la Av. Manuel A. Odría y el grifo Melsa (Punto 36).

Tabla 9:

Brecha de la contaminación sonora de fuentes móviles en el Cercado de Tacna de 18:00 a 19:00 h

Punto Muestreo	Esquina		Zonificación para evaluación sonora	Leq (dB)	ECA (D.S. N° 085-2003-PCM)		
	De	A			50	60	70
1	Calle Alto de la Alianza	Calle 2 de Diciembre	Residencial	76,84	-26,84	-16,84	-6,84
2	Calle Espinoza Cuéllar	Calle Amazonas	Residencial	79,44	-29,44	-19,44	-9,44
3	Calle Sinchi Roca	Calle Olga Grohman	Protección especial ^a	81,77	-31,77	-21,77	-11,77
4	Av. Industrial	Calle Brasil	Comercial	60,11	-10,11	-0,11	9,89
5	Calle San Marcos	Calle Perú	Residencial	76,44	-26,44	-16,44	-6,44
6	Calle Pérez Gamboa	Calle Modesto Molina	Residencial	77,04	-27,04	-17,04	-7,04
7	Av. Gustavo Pinto	Av. Vigil	Residencial comercial	81,06	-31,06	-21,06	-11,06
8	Calle Roma	Prolong. Espinoza Cuéllar	Residencial	78,10	-28,10	-18,10	-8,10
9	Calle José Rosa Ara	Calle José Díaz	Residencial	82,96	-32,96	-22,96	-12,96
10	Calle Deustua	Calle Enrique Quijano	Comercial	66,35	-16,35	-6,35	3,65
11	Calle San Félix	Calle San Pedro	Residencial	69,24	-19,24	-9,24	0,76
12	Calle General Varela	Av. Augusto B. Leguía	Residencial comercial	80,16	-30,16	-20,16	-10,16
13	Av. Augusto B. Leguía	Calle Alemania	Residencial comercial	81,34	-31,34	-21,34	-11,34
14	Calle Piura	Calle Alto Lima	Protección especial ^b	72,01	-22,01	-12,01	-2,01
15	Av. Bolognesi	Calle Cajamarca	Residencial	72,24	-22,24	-12,24	-2,24
16	Av. Basadre y Forero	Calle Los Álamos	Residencial	81,85	-31,85	-21,85	-11,85
17	Av. Augusto B. Leguía	Calle Hipólito Unánue	Residencial comercial	82,91	-32,91	-22,91	-12,91
18	Calle Julio Mac Lean	Calle Arias y Aragüez	Residencial	70,00	-20,00	-10,00	0,00
19	Calle Modesto Basadre	Calle G. Vizquerra	Residencial	79,20	-29,20	-19,20	-9,20
20	Av. Bolognesi	Calle Puno	Residencial	80,89	-30,89	-20,89	-10,89
21	Calle Santa Rosa	Calle Crnl. Vidal	Residencial	67,62	-17,62	-7,62	2,38
22	Calle Crnl. Vidal	Callejón Carolina Freyre	Residencial	75,05	-25,05	-15,05	-5,05

Continuación de la Tabla 9

Punto Muestreo	Esquina		Zonificación para evaluación sonora	Leq (dB)	ECA (D.S. N° 085-2003-PCM)		
	De	A			50	60	70
23	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Calle Cajamarca	Residencial	80,40	-30,40	-20,40	-10,40
24	Calle 17 (Urb. El Bosque)	Calle 18	Residencial	56,62	-6,62	3,38	13,38
25	Av. Gregorio Albarracín	Av. 2 de Mayo	Residencial comercial	79,12	-29,12	-19,12	-9,12
26	Calle 28 de Julio	Calle San Martín	Residencial comercial	81,48	-31,48	-21,48	-11,48
27	Av. Bolognesi	Calle Miller	Residencial comercial	82,96	-32,96	-22,96	-12,96
28	Calle Crnl. Bustíos	Calle Gil de Herrera	Residencial	68,21	-18,21	-8,21	1,79
29	Pro. Pacheco Céspedes	Pas. Callejón Pago Ayca	Residencial	68,55	-18,55	-8,55	1,45
30	Pro. 2 de Mayo	Av. Luis Basadre Flores	Residencial	72,85	-22,85	-12,85	-2,85
31	Calle Huancavelica	Calle Callao	Residencial	77,15	-27,15	-17,15	-7,15
32	Av. Bolognesi	Calle Arica	Residencial	80,04	-30,04	-20,04	-10,04
33	Calle Crnl. Bustíos	Av. Billinghamurst	Residencial	71,84	-21,84	-11,84	-1,84
34	Calle Gregorio Albarracín	Av. Miraflores	Residencial	72,92	-22,92	-12,92	-2,92
35	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Calle Pro. Gil de Herrera	Residencial	78,42	-28,42	-18,42	-8,42
36	Av. Manuel A. Odría	Grifo Melsa	Residencial comercial	78,46	-28,46	-18,46	-8,46
37	Calle Capricornio	Calle Ecuador	Residencial	62,04	-12,04	-2,04	7,96
38	Calle Las Dalías	Calle Tarapacá	Protección especial ^c	59,44	-9,44	0,56	10,56
39	Calle San José	Calle San Hilarión	Residencial	67,65	-17,65	-7,65	2,35
40	Av. Miraflores	Local Comunal Urb. Patty	Residencial	57,96	-7,96	2,04	12,04
41	Av. Luis Basadre	Calle Pro. Bolivia	Residencial	63,08	-13,08	-3,08	6,92
42	Av. Miraflores	Calle s/n	Residencial comercial	82,41	-32,41	-22,41	-12,41
43	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Calle 28	Protección especial ^d	76,85	-26,85	-16,85	-6,85
44	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Av. Cusco	Comercial	79,66	-29,66	-19,66	-9,66

Fuente: Tabla del anexo H y DS N° 085-2003-PCM

Nota de la Tabla 9: Zonas de protección especial en el Cercado de Tacna.




a.- C.E. 42020 Rosalina Herazo Morla.

b.- C.E. Francisco Antonio de Zela.

c.- Asilo de Ancianos.

d.- Ciudad Universitaria – UNJBG

Descripción del código de colores empleados en la tabla:

Color	Descripción	Color	Descripción
	Cumple con el DS 085-2003-PCM		No cumple, con un exceso (10%) - Compatible
	No cumple, con un exceso (20%) - Moderado		No cumple, con un exceso (>20%) - Severo

Análisis:

Del monitoreo del turno 18:00 a 19:00 horas se observa en la tabla 9 el ruido mínimo es 56,62 dB (punto 24), en la urbanización privada “El Bosque” calles 17 y 18.

El ruido máximo generado es de 82,96 dB, se han detectado en las esquinas de la Av. Bolognesi y la calle Miller (punto 27) y la calle José Rosa Ara con la calle José Díaz (punto 9).

Se tiene que 9 puntos (20,45%) están en el rango de 60-69 dB, 19 puntos (43,18%) en el rango 70-79 dB, 13 puntos (29,55%) superan 80 dB y solamente 3 puntos (6,82%) están por debajo de 60 dB.

Según la zonificación que le corresponde y la comparación con el D.S. N° 085-2003-PCM, se concluye:

❖ Cumple con el ECA	9,09%
❖ Es compatible con el ECA	2,28%
❖ Se excede en forma moderada	20,45%
❖ Se excede en forma severa	68,18%

Se concluye que hay contaminación sonora en un 88,63% en el Cercado de Tacna en el horario de las 18:00 a 19:00 horas.

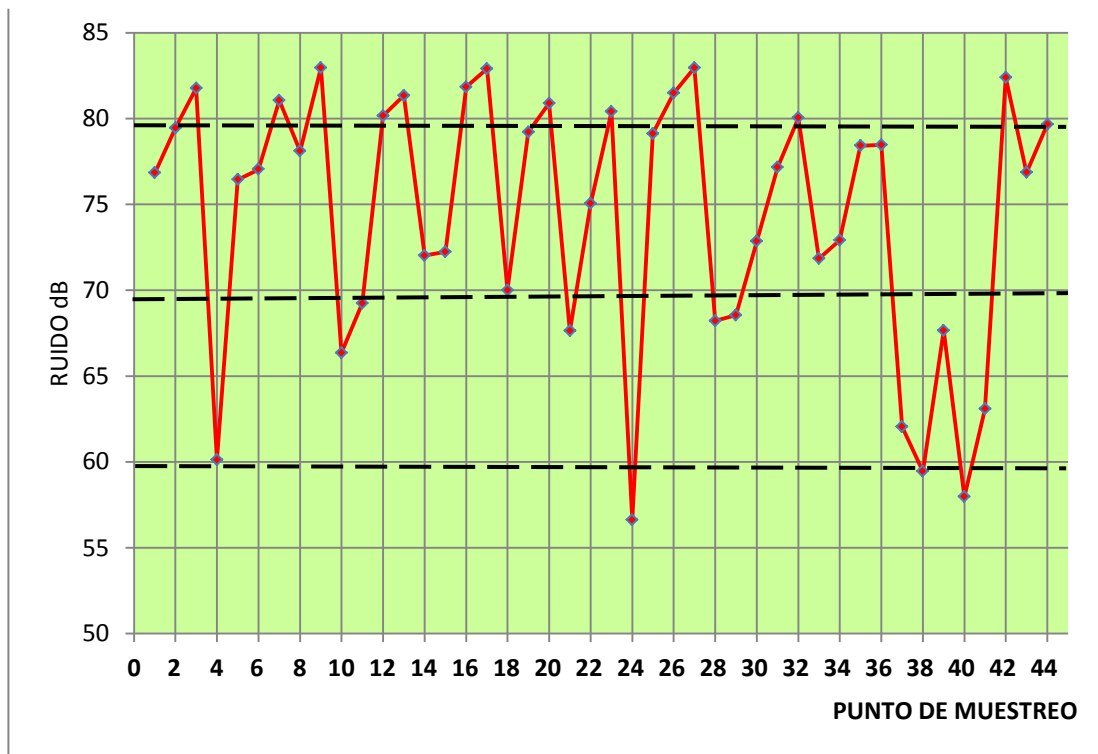


Figura 10: Gráfico del nivel de ruido equivalente (Leq) en los 44 puntos de muestreo en el Cercado de Tacna, de 18:00 a 19:00 horas.

Fuente: Extraído de la tabla 9.

Análisis:

Del monitoreo del turno 18:00 a 19:00 horas se observa en la figura 10 el ruido mínimo es 56,62 dB (punto 24), en la urbanización privada “El Bosque” calles 17 y 18. El ruido máximo generado es de 82,96 dB, se han detectado en las esquinas de la Av. Bolognesi y la calle Miller (punto 27) y la calle José Rosa Ara con la calle José Díaz (punto 9).

4.2. Evaluación de los niveles de contaminación sonora

A continuación presentamos la evaluación de contaminación sonora en el Cercado de Tacna.

Se evaluará los siguientes indicadores de contaminación sonora:

- ❖ Leq = Nivel de ruido equivalente.
- ❖ L10 = Presión sonora superior al 10% de tiempo de exposición.
- ❖ L90 = Presión sonora superior al 90% de tiempo de exposición.
- ❖ TFI = Traffic Noise Index = Índice de ruido del tránsito.
- ❖ NPLL= Noise Pollution Level=Nivel de contaminación sonora

Tabla 10:

Resultado de los niveles de contaminación en el Cercado de Tacna, en el turno de 7:00 a 8:00 horas

Punto Muestreo	Esquina		Contaminación sonora en dB				
	De	A	Leq	L10	L90	TFI	NPLL
1	Calle Alto de la Alianza	Calle 2 de Diciembre	76,73	80,57	73,22	70,61	84,08
2	Calle Espinoza Cuéllar	Calle Amazonas	74,48	77,85	71,33	66,63	80,99
3	Calle Sinchi Roca	Calle Olga Grohmann	73,43	76,90	69,78	67,38	80,54
4	Av. Industrial	Calle Brasil	74,27	80,47	68,13	88,17	86,60
5	Calle San Marcos	Calle Perú	64,14	72,35	57,50	85,60	78,99
6	Calle Pérez Gamboa	Calle Modesto Molina	69,35	73,20	65,67	64,31	76,88
7	Av. Gustavo Pinto	Av. Vigil	74,06	77,18	70,48	66,78	80,76
8	Calle Roma	Prolong. Espinoza Cuéllar	70,94	74,67	67,45	64,35	78,16
9	Calle José Rosa Ara	Calle José Díaz	72,97	76,80	69,52	65,34	80,25
10	Calle Deustua	Calle Enrique Quijano	68,99	77,62	62,40	98,21	84,21
11	Calle San Félix	Calle San Pedro	64,50	70,78	58,83	86,00	76,45
12	Calle General Varela	Av. Augusto B. Leguía	75,96	81,70	71,67	88,09	86,00
13	Av. Augusto B. Leguía	Calle Alemania	76,61	84,77	70,65	94,28	90,73
14	Calle Piura	Calle Alto Lima	80,70	93,45	67,05	138,29	107,10
15	Av. Bolognesi	Calle Cajamarca	66,64	76,45	56,87	102,48	86,22
16	Av. Basadre y Forero	Calle Los Álamos	77,36	88,87	64,48	131,61	101,75
17	Av. Augusto B. Leguía	Calle Hipólito Uáanue	79,05	84,82	73,43	87,94	90,44
18	Calle Julio Mac Lean	Calle Arias y Aragüéz	69,66	77,27	61,62	92,93	85,31
19	Calle Modesto Basadre	Calle G. Vizquerra	79,21	86,55	73,12	98,14	92,64
20	Av. Bolognesi	Calle Puno	72,62	78,33	66,93	84,99	84,02
21	Calle Santa Rosa	Calle Crnl. Vidal	68,40	76,62	59,63	97,55	85,38
22	Calle Crnl. Vidal	Callejón Carolina Freyre	77,12	88,56	65,71	119,62	99,97
23	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Calle Cajamarca	73,60	83,46	63,57	107,65	93,49
24	Calle 17 (Urb. El Bosque)	Calle 18	56,02	59,17	50,92	83,08	64,27
25	Av. Gregorio Albarracín	Av. 2 de Mayo	75,20	82,00	68,02	94,85	89,19
26	Calle 28 de Julio	Calle San Martín	73,15	78,15	67,97	82,61	83,34
27	Av. Bolognesi	Calle Miller	78,84	84,10	74,05	89,64	88,89
28	Calle Crnl. Bustíos	Calle Gil de Herrera	70,11	77,65	63,05	91,02	84,71

Continuación de la Tabla 10

Punto Muestreo	Esquina		Contaminación sonora en dB				
	De	A	Leq	L10	L90	TFI	NPLL
29	Prolong. Pacheco Céspedes	Callejón Pago Ayca	57,79	63,62	54,25	74,21	67,16
30	Prolong. 2 de Mayo	Av. Luis Basadre Flores	73,71	80,87	67,97	89,00	86,61
31	Calle Huancavelica	Calle Callao	69,06	77,50	62,58	92,40	83,98
32	Av. Bolognesi	Calle Arica	76,13	80,68	70,63	88,60	86,18
33	Calle Crnl. Bustíos	Av. Billinghurst	74,68	80,65	69,68	86,34	85,65
34	Calle Gregorio Albarracín	Av. Miraflores	73,13	78,32	68,48	81,35	82,97
35	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Prolong. Gil de Herrera	76,45	87,38	65,47	121,78	98,37
36	Av. Manuel A. Odría	Grifo Melsa	81,26	88,95	72,80	105,90	97,41
37	Calle Capricornio	Calle Ecuador	69,32	76,68	61,85	97,06	84,15
38	Calle Las Dalias	Calle Tarapacá	58,37	68,20	49,10	92,69	77,47
39	Calle San José	Calle San Hilarión	57,27	70,05	47,37	104,01	79,95
40	Av. Miraflores	Local Comunal Urb. Patty	61,69	69,58	56,30	83,19	74,97
41	Av. Luis Basadre	Calle Prolong. Bolivia	65,82	75,47	55,32	109,69	85,97
42	Av. Miraflores	Calle s/n	77,73	84,67	71,38	94,02	91,01
43	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Calle 28	71,76	78,93	65,40	90,94	85,29
44	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Av. Cusco	76,31	80,90	71,90	80,92	85,31

Fuente: *Elaboración propia*

Nota:

Leq = Nivel de ruido equivalente.

L10 = Presión sonora superior al 10% de tiempo de exposición.

L90 = Presión sonora superior al 90% de tiempo de exposición.

TFI = Traffic Noise Index = Índice de ruido del tránsito.

NPLL = Noise Pollution Level = Nivel de contaminación sonora.

Análisis:

En el Cercado de Tacna de las 7 a 8 horas, las zonas que soportan la máxima presión sonora durante los 10% del tiempo que transcurre, son:

Calle Piura y Alto Lima es de 93,45 dB; Av. Manuel A. Odría y Grifo Melsa es de 88,95 dB; Av. Basadre y Forero y Calle Los Álamos es de 88,87 dB; Calle Crnl. Vidal y Callejón Carolina Freyre es de 88,56 dB; Av. Circunvalación Sur-Oeste y Calle Pro. Gil de Herrera es de 87,58 dB.

De los 44 puntos evaluados, 40 puntos superan los 70 dB. Y el promedio de máxima presión sonora es de 78,70 dB.

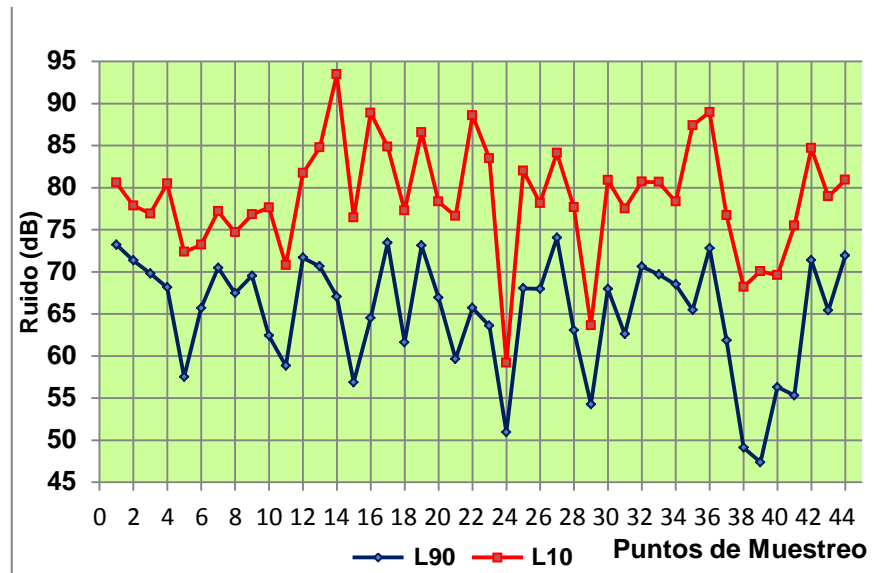


Figura 11: Gráfico de la presión sonora superior al 10% y 90% del tiempo de exposición al ruido de 7:00 a 8:00 horas en el Cercado de Tacna.

Fuente: Extraído de la tabla 10

Análisis:

En el Cercado de Tacna de las 7 a 8 horas, las zonas que soportan la máxima presión sonora durante los 10% del tiempo que transcurre, son:

Calle Piura y Alto Lima es de 93,45 dB; Av. Manuel A. Odría y Grifo Melsa es de 88,95 dB; Av. Basadre y Forero y Calle Los Álamos es de 88,87 dB; Calle Crnl. Vidal y Callejón Carolina Freyre es de 88,56 dB; Av. Circunvalación Sur-Oeste y Calle Pro. Gil de Herrera es de 87,58 dB.

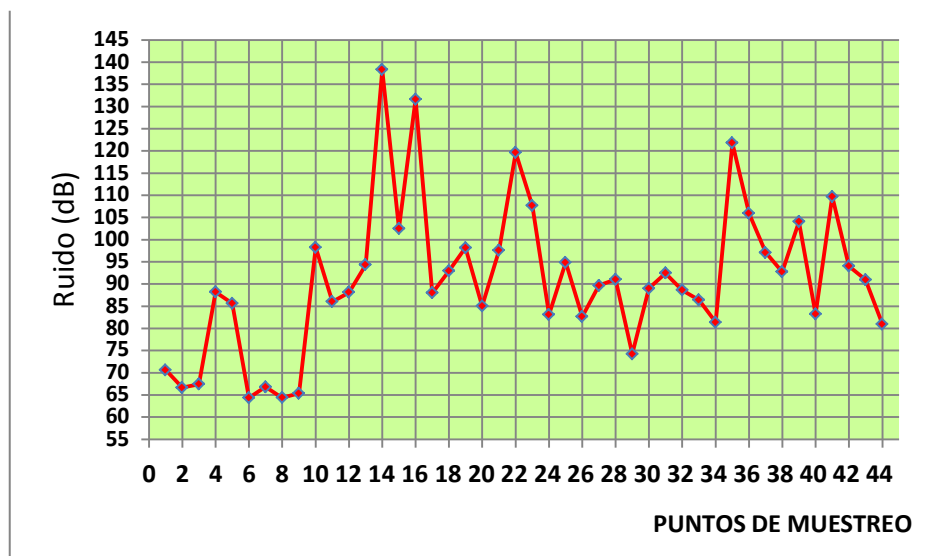


Figura 12: Gráfico del índice de tránsito (TFI) en el Cercado de Tacna, evaluados de 7:00 a 8:00 horas.

Fuente: Extraído de la tabla 10.

Análisis:

En el Cercado de Tacna de las 7:00 a 8:00 horas las zonas más ruidosas, según los valores del índice de tránsito (TFI) son:

La Calle Piura y Alto Lima tiene 138,29 dB; Av. Basadre y Forero y Los Álamos con 131,61 dB; Av. Circunvalación Sur-Oeste y Calle Prolongación Gil de Herrera con 121,78 dB; Calle Crnl. Vidal y Callejón Carolina Freyre con 119,62 dB; Av. Luis Basadre y Prolongación Bolivia con 109,69 dB. En este horario de 44 puntos evaluados, 38 puntos (86,36%) superan los 70 dB.

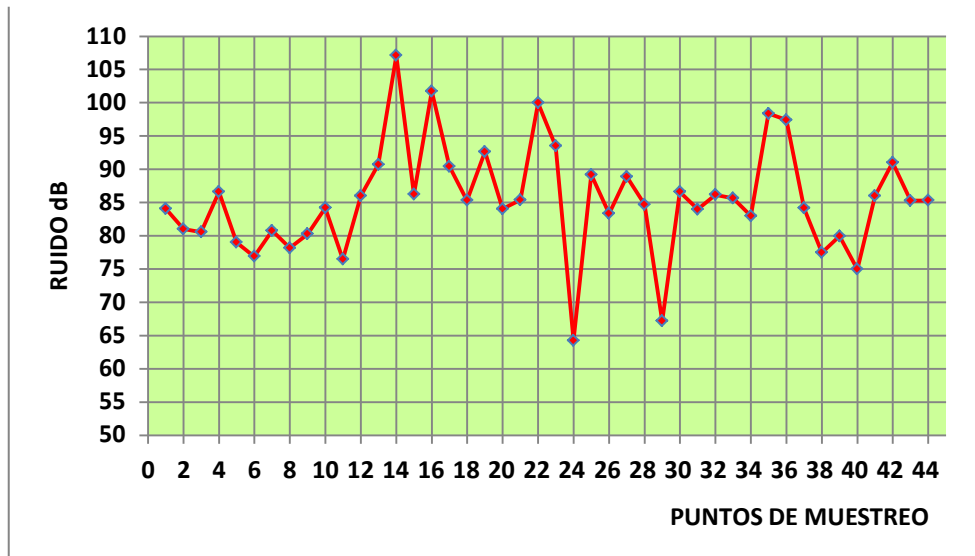


Figura 13: Gráfico del nivel de contaminación sonora (NPLL) en el Cercado de Tacna, evaluados de 7:00 a 8:00 horas.

Fuente: Extraído de la tabla 10.

La mayor molestia que afecta a las personas originadas por el nivel de contaminación sonora (NPLL) que se percibe en el Cercado de Tacna en el turno de 7:00 a 8:00 horas son:

La calle Piura y Alto Lima produce 107,75 dB de NPLL; Av. Basadre y Forero y Calle Los Álamos tiene 101,75 dB; Calle Crnl. Vidal y Callejón Carolina Freyre tiene 99,97 dB; Av. Circunvalación Sur-Oeste y Calle Pro. Gil de Herrera tiene 98,37 dB; Av. Manuel A. Odría y Grifo Melsa tiene 97,41 dB. De los 44 puntos evaluados 35 puntos (79,55%) están altamente contaminados por que sobrepasan los 80 dB.

Tabla 11:

Resultado de los niveles de contaminación en el Cercado de Tacna, en el turno de 12:00 a 13:00 horas

Punto Muestreo	Esquina		Contaminación sonora en dB				
	De	A	Leq	L10	L90	TFI	NPLL
1	Calle Alto de la Alianza	Calle 2 de Diciembre	75,04	81,70	69,63	86,50	87,11
2	Calle Espinoza Cuéllar	Calle Amazonas	78,87	85,45	72,67	92,64	91,65
3	Calle Sinchi Roca	Calle Olga Grohmann	76,49	82,62	70,32	89,23	88,79
4	Av. Industrial	Calle Brasil	72,26	80,25	65,62	94,27	86,89
5	Calle San Marcos	Calle Perú	66,79	74,00	57,70	92,44	83,09
6	Calle Pérez Gamboa	Calle Modesto Molina	71,28	77,13	65,77	79,73	82,64
7	Av. Gustavo Pinto	Av. Vigil	78,84	84,35	73,15	88,14	90,04
8	Calle Roma	Prolong. Espinoza Cuéllar	79,94	87,95	73,83	97,97	94,06
9	Calle José Rosa Ara	Calle José Díaz	81,04	87,95	74,20	97,13	94,79
10	Calle Deustua	Calle Enrique Quijano	67,51	76,78	59,57	97,72	84,73
11	Calle San Félix	Calle San Pedro	66,94	74,18	60,60	87,65	80,52
12	Calle General Varela	Av. Augusto B. Leguía	77,56	83,55	72,77	93,40	88,34
13	Av. Augusto B. Leguía	Calle Alemania	74,98	80,92	69,83	85,42	86,06
14	Calle Piura	Calle Alto Lima	77,73	88,87	67,78	118,37	98,82
15	Av. Bolognesi	Calle Cajamarca	67,37	76,10	60,52	91,54	82,95
16	Av. Basadre y Forero	Calle Los Álamos	77,90	89,97	65,58	130,14	102,28
17	Av. Augusto B. Leguía	Calle Hipólito Unánue	78,30	83,73	73,48	87,81	88,55
18	Calle Julio Mac Lean	Calle Arias y Aragüéz	70,63	78,43	63,17	99,99	85,90
19	Calle Modesto Basadre	Calle G. Vizquerra	78,95	86,75	71,78	100,96	93,92
20	Av. Bolognesi	Calle Puno	74,61	81,00	67,58	93,09	88,02
21	Calle Santa Rosa	Calle Crnl. Vidal	67,41	75,40	59,13	101,97	83,67
22	Calle Crnl. Vidal	Callejón Carolina Freyre	74,63	85,38	61,20	122,05	98,81
23	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Calle Cajamarca	74,90	88,35	61,13	135,59	102,12
24	Calle 17 (Urb. El Bosque)	Calle 18	63,85	72,60	59,78	81,42	76,67
25	Av. Gregorio Albarracín	Av. 2 de Mayo	73,28	80,10	65,00	95,20	88,38
26	Calle 28 de Julio	Calle San Martín	76,77	82,38	73,00	90,33	86,15
27	Av. Bolognesi	Calle Miller	74,68	80,47	69,52	84,07	85,63
28	Calle Crnl. Bustíos	Calle Gil de Herrera	71,30	80,83	61,50	103,86	90,63

Continuación de la Tabla 11

Punto Muestreo	Esquina		Contaminación sonora en dB				
	De	A	Leq	L10	L90	TFI	NPLL
29	Prolong. Pacheco Céspedes	Callejón Pago Ayca	68,26	73,72	61,70	79,19	80,27
30	Prolong. 2 de Mayo	Av. Luis Basadre Flores	73,40	82,42	66,53	99,59	89,28
31	Calle Huancavelica	Calle Callao	65,82	74,52	59,22	92,81	81,12
32	Av. Bolognesi	Calle Arica	74,71	80,25	69,42	85,10	85,54
33	Calle Crnl. Bustíos	Av. Billinghurst	71,63	78,72	65,93	91,44	84,42
34	Calle Gregorio Albarracín	Av. Miraflores	70,28	76,75	64,55	84,40	82,48
35	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Prolong. Gil de Herrera	73,39	86,28	62,70	122,94	96,98
36	Av. Manuel A. Odría	Grifo Melsa	82,97	87,32	78,18	86,86	92,10
37	Calle Capricornio	Calle Ecuador	68,73	76,37	60,50	91,69	84,60
38	Calle Las Dalias	Calle Tarapacá	56,11	66,62	49,40	92,07	73,33
39	Calle San José	Calle San Hilarión	60,97	71,25	53,57	106,35	78,65
40	Av. Miraflores	Local Comunal Urb. Patty	63,85	75,05	58,48	94,31	80,42
41	Av. Luis Basadre	Prolong. Bolivia	61,76	70,68	54,37	91,67	78,08
42	Av. Miraflores	Calle s/n	77,64	84,97	70,07	102,73	92,54
43	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Calle 28	72,51	82,33	64,63	106,30	90,21
44	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Av. Cusco	76,69	81,80	72,17	82,69	86,33

Leyenda: *Elaboración propia*

Nota:

Leq = Nivel de ruido equivalente.

L10 = Presión sonora superior al 10% de tiempo de exposición.

L90 = Presión sonora superior al 90% de tiempo de exposición.

TFI = Traffic Noise Index = Índice de ruido del tránsito.

NPLL = Noise Pollution Level = Nivel de contaminación sonora.

Análisis:

En el Cercado de Tacna de las 12:00 a 13:00 horas, las zonas que soportan la máxima presión sonora durante de los 10% del tiempo que transcurre, siendo:

Av. Basadre y Forero y Los Álamos es de 89,97 dB; Piura y Alto Lima es de 88,87 dB; Av. Circunvalación Sur-Oeste y Cajamarca es de 88,35 dB; Roma y Prolongación Espinoza Cuellar es de 87,95 dB; José Rosa Ara y José Díaz es de 87,95 dB. De los 44 puntos, 43 puntos superan los 70 dB.

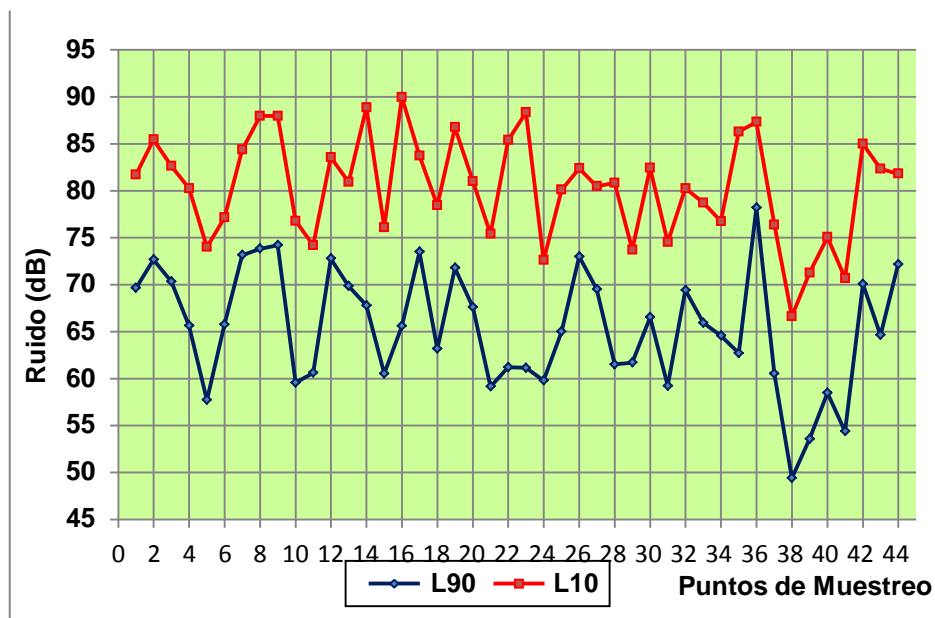


Figura 14: Gráfico de la presión sonora superior al 10% y 90% del tiempo de exposición al ruido de 12 a 13 horas en el Cercado de Tacna.

Fuente: Extraído de la tabla 11.

Análisis:

En el Cercado de Tacna de las 12:00 a 13:00 horas, las zonas que soportan la máxima presión sonora durante de los 10% del tiempo que transcurre, son: Av. Basadre y Forero y Los Álamos es de 89,97 dB; Piura y Alto Lima 88,87 dB; Av. Circunvalación Sur-Oeste y Cajamarca 88,35 dB; Roma y Prolongación Espinoza Cuellar 87,95 dB; José Rosa Ara y José Díaz 87,95 dB.

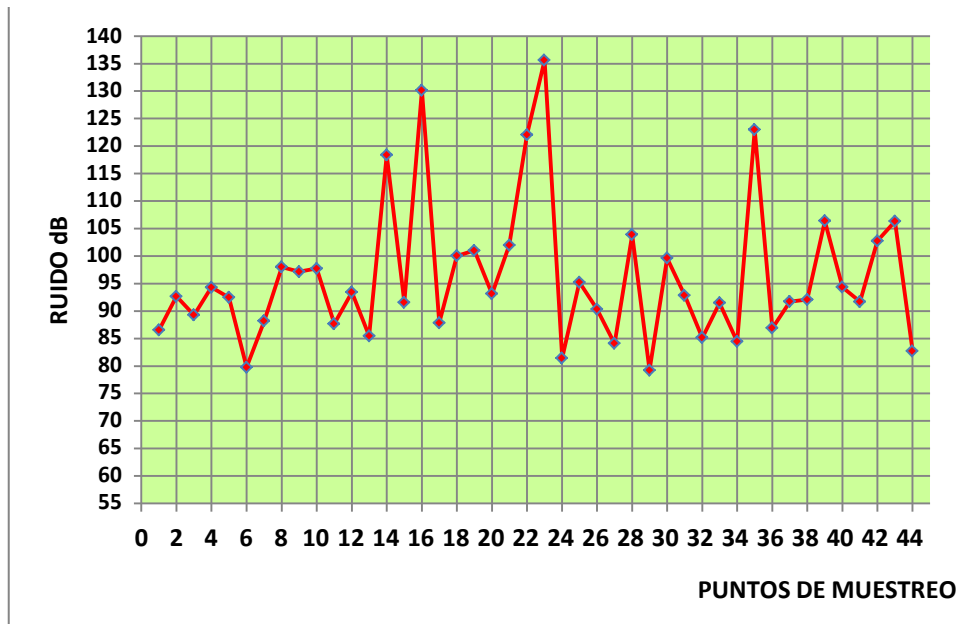


Figura 15: Gráfico del índice de tránsito (TFI) en el Cercado de Tacna, evaluados de 12:00 a 13:00 horas.

Fuente: Extraído de la tabla 11.

En el Cercado de Tacna de las 12:00 a 13:00 horas las zonas más ruidosas, determinadas con los valores del índice de tránsito (TFI) son:

Av. Circunvalación Sur-Oeste y Cajamarca con 135,59 dB, Av. Basadre y Forero y Los Álamos con 130,14 dB; Av. Circunvalación Sur-Oeste y Prolongación Gil de Herrera con 122,94 dB; Calle Crnl. Vidal y Callejón Carolina Freyre con 122,05 dB; Calle Piura y Alto Lima con 118,37 dB. En este horario los 44 puntos superan los 70 dB.

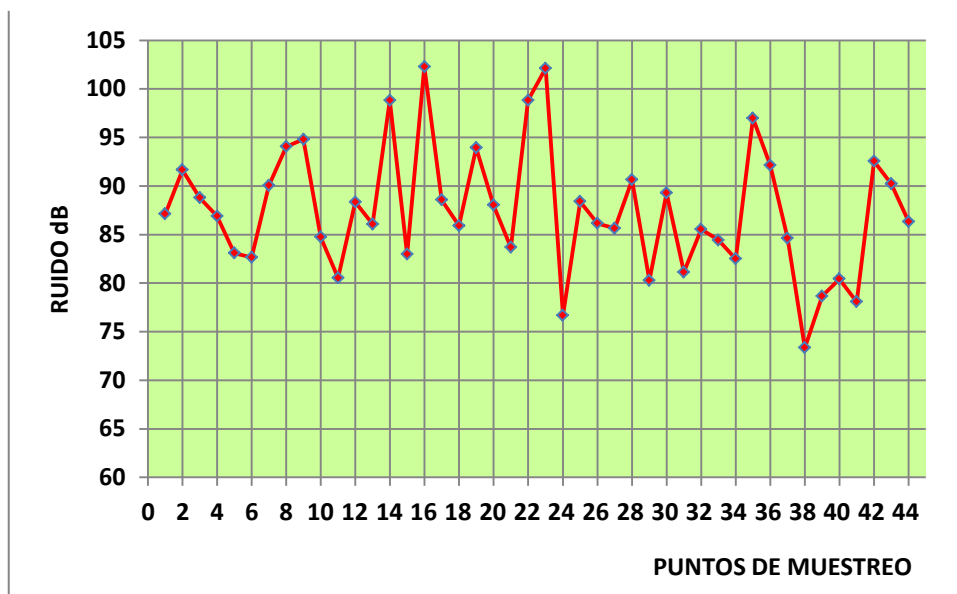


Figura 16: Gráfico del nivel de contaminación sonora (NPLL) en el Cercado de Tacna, evaluados de 12:00 a 13:00 horas.

Fuente: Extraído de la tabla 11.

Análisis del nivel de contaminación sonora (NPLL) que se percibe en el Cercado de Tacna en el turno de 12:00 a 13:00 horas son:

Av. Basadre y Forero y Los Álamos tiene 102,28 dB; Cajamarca y Av. Circunvalación Sur-Oeste con 102,12 dB; Piura y Alto Lima con 98,82 dB; Crnl. Vidal y Callejón Carolina Freyre con 98,81 dB; Av. Circunvalación Sur-Oeste y Prolongación Gil de Herrera con 96,98 dB. De los 44 puntos evaluados 40 puntos han sobrepasado los 80 dB (a partir de este nivel el ruido es peligroso).

Tabla 12:

Resultado de los niveles de contaminación en el Cercado de Tacna, en el turno de 18:00 a 19:00 horas

Punto Muestreo	Esquina		Contaminación sonora en dB				
	De	A	Leq	L10	L90	TFI	NPLL
1	Calle Alto de la Alianza	Calle 2 de Diciembre	76,84	86,27	77,18	83,20	90,73
2	Calle Espinoza Cuéllar	Calle Amazonas	79,44	88,58	78,07	92,03	93,97
3	Calle Sinchi Roca	Calle Olga Grohmann	81,77	83,43	73,08	84,75	89,03
4	Av. Industrial	Calle Brasil	60,11	74,75	57,48	96,26	82,19
5	Calle San Marcos	Calle Perú	76,44	81,35	68,83	89,73	87,11
6	Calle Pérez Gamboa	Calle Modesto Molina	77,04	82,03	72,50	79,99	87,02
7	Av. Gustavo Pinto	Av. Vigil	81,06	82,90	71,97	85,81	88,58
8	Calle Roma	Prolong. Espinoza Cuéllar	78,10	88,57	76,10	95,44	94,02
9	Calle José Rosa Ara	Calle José Díaz	82,96	93,62	72,72	118,56	104,23
10	Calle Deustua	Calle Enrique Quijano	66,35	74,90	59,08	91,18	82,19
11	Calle San Félix	Calle San Pedro	69,24	74,67	61,58	86,97	80,96
12	Calle General Varela	Av. Augusto B. Leguía	80,16	85,10	76,47	83,39	89,36
13	Av. Augusto B. Leguía	Calle Alemania	81,34	85,78	74,23	94,43	90,96
14	Calle Piura	Calle Alto Lima	72,01	78,87	66,22	85,03	85,25
15	Av. Bolognesi	Calle Cajamarca	72,24	79,28	60,83	98,70	88,03
16	Av. Basadre y Forero	Calle Los Álamos	81,85	93,30	71,85	125,32	103,58
17	Av. Augusto B. Leguía	Calle Hipólito Unánue	82,91	89,22	78,23	96,90	94,06
18	Calle Julio Mac Lean	Calle Arias y Aragüéz	70,00	78,05	64,25	92,73	84,47
19	Calle Modesto Basadre	Calle G. Vizquerra	79,20	85,82	72,22	96,94	92,36
20	Av. Bolognesi	Calle Puno	80,89	85,80	75,03	101,08	91,59
21	Calle Santa Rosa	Calle Crnl. Vidal	67,62	75,92	61,42	92,79	83,51
22	Calle Crnl. Vidal	Callejón Carolina Freyre	75,05	85,70	68,17	108,10	95,01
23	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Calle Cajamarca	80,40	88,73	70,13	117,39	98,03
24	Calle 17(Urb. El Bosque)	Calle 18	56,62	59,45	52,72	54,04	62,52
25	Av. Gregorio Albarracín	Av. 2 de Mayo	79,12	85,72	69,28	100,99	95,03
26	Calle 28 de Julio	Calle San Martín	81,48	85,65	75,62	93,36	90,43
27	Av. Bolognesi	Calle Miller	82,96	86,28	75,18	87,54	91,34
28	Calle Crnl. Bustíos	Calle Gil de Herrera	68,21	76,63	62,87	90,10	83,23

Continuación de la Tabla 12

Punto Muestreo	Esquina		Contaminación sonora en dB				
	De	A	Leq	L10	L90	TFI	NPLL
29	Prolong. Pacheco Céspedes	Callejón Pago Ayca	68,55	78,07	58,72	103,00	86,69
30	Prolong. 2 de Mayo	Av. Luis Basadre Flores	72,85	80,57	66,57	91,98	86,35
31	Calle Huancavelica	Calle Callao	77,15	84,00	68,95	102,86	91,27
32	Av. Bolognesi	Calle Arica	80,04	84,70	74,78	85,07	89,11
33	Calle Crnl. Bustíos	Av. Billinghurst	71,84	79,25	66,20	89,87	85,53
34	Calle Gregorio Albarracín	Av. Miraflores	72,92	75,95	63,62	84,84	81,99
35	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Prolong. Gil de Herrera	78,42	87,68	64,13	125,73	98,38
36	Av. Manuel A. Odría	Grifo Melsa	78,46	84,92	73,10	94,01	90,64
37	Calle Capricornio	Calle Ecuador	62,04	71,55	52,88	95,60	81,13
38	Calle Las Dalías	Calle Tarapacá	59,44	66,58	52,02	82,53	73,32
39	Calle San José	Calle San Hilarión	67,65	70,97	52,88	105,11	78,14
40	Av. Miraflores	Local Comunal Urb. Patty	57,96	70,02	57,95	80,28	74,25
41	Av. Luis Basadre	Prolong. Bolivia	63,08	74,82	55,32	100,71	84,51
42	Av. Miraflores	Calle s/n	82,41	89,28	74,38	111,09	95,74
43	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Calle 28	76,85	82,85	69,45	96,59	88,40
44	Av. Circunvalación Sur-Oeste	Av. Cusco	79,66	84,53	74,85	81,73	89,51

Leyenda: *Elaboración propia*

Nota:

Leq = Nivel de ruido equivalente.

L10 = Presión sonora superior al 10% de tiempo de exposición.

L90 = Presión sonora superior al 90% de tiempo de exposición.

TFI = Traffic Noise Index = Índice de ruido del tránsito.

NPLL = Noise Pollution Level = Nivel de contaminación sonora.

Análisis:

En el Cercado de Tacna de las 18:00 a 19:00 horas, las zonas que soportan la máxima presión sonora durante los 10% del tiempo que transcurre, siendo:

José Rosa Ara y José Díaz es de 93,62 dB; Av. Basadre y Forero y Los Álamos es de 93,30 dB; Calle Miraflores y calle s/n es de 89,28 dB; Av. Circunvalación Sur-Oeste y Cajamarca es de 88,73 dB; Av. Circunvalación Sur-Oeste y Prolongación Gil Herrera es de 87,68 dB. De los 44 puntos evaluados, 41 puntos superan los 70 dB.

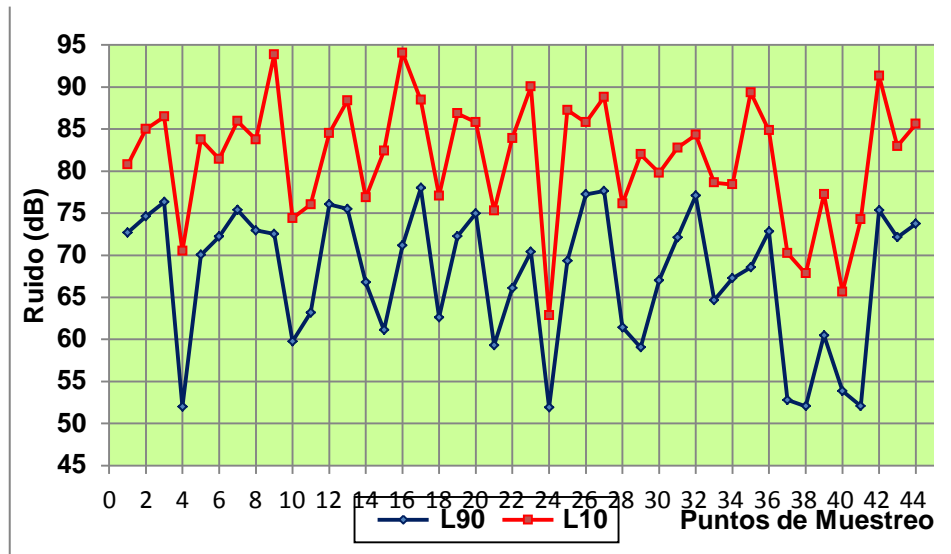


Figura 17: Gráfico de la presión sonora superior al 10% y 90% del tiempo de exposición al ruido de 18 a 19 horas en el Cercado de Tacna.

Fuente: Extraído de la tabla 12.

Análisis:

En el Cercado de Tacna de las 18:00 a 19:00 horas, las zonas que soportan la máxima presión sonora durante los 10% del tiempo que transcurre, son: José Rosa Ara y José Díaz es de 93,62 dB; Av. Basadre y Forero y Los Álamos 93,30 dB; Calle Miraflores y calle s/n 89,28 dB; Av. Circunvalación Sur-Oeste y Cajamarca 88,73 dB; Av. Circunvalación Sur-Oeste y Prolongación Gil Herrera 87,68 dB.

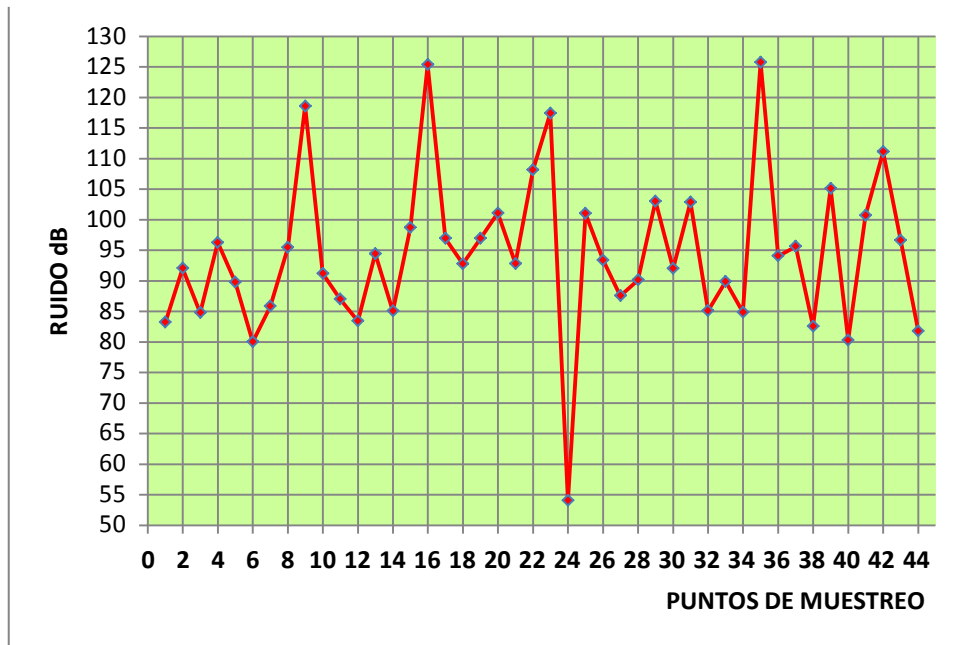


Figura 18: Gráfico del índice de tránsito (TFI) en el Cercado de Tacna, evaluados de 18:00 a 19:00 horas.

Fuente: Extraído de la tabla 12.

En el Cercado de Tacna de las 18:00 a 19:00 horas las zonas más ruidosas, determinadas con los valores de TFI calculados son:

Av. Circunvalación Sur-Oeste y Prolongación Gil de Herrera con 125,73 dB; Av. Basadre y Forero y Los Álamos con 125,32 dB; José Rosa Ara y José Día con 118,52 dB; Av. Circunvalación Sur-Oeste y Cajamarca con 117,39 dB; Av. Miraflores y calle s/n con 111,09 dB. En este horario 43 puntos superan los 70 dB.

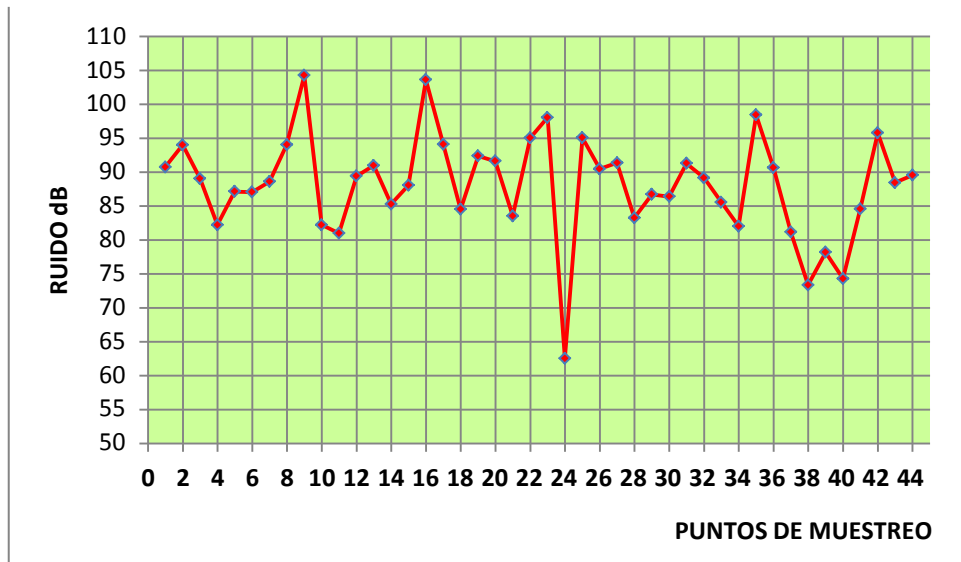


Figura 19: Gráfico del nivel de contaminación sonora (NPLL) en el Cercado de Tacna, evaluados de 18:00 a 19:00 horas.

Fuente: Extraído de la tabla 12.

Análisis del nivel de contaminación sonora (NPLL) que se percibe en el Cercado de Tacna en el turno de 18:00 a 19:00 horas son:

Calle José Rosa Ara y José Díaz produce 104,22 dB; Av. Basadre y Forero y Los Álamos tiene 103,58 dB; Av. Circunvalación Sur-Oeste y Prolongación Gil de Herrera con 98,38 dB; Cajamarca y Av. Circunvalación Sur-Oeste con 98,08 dB; Av. Miraflores con calle s/n tienen 95,74 dB. De los 44 puntos evaluados 40 puntos han sobrepasado los 80 dB (a partir de este nivel el ruido es peligroso).

Tabla 13:

Resultado de los niveles de contaminación en los mercados “Central” y “2 de Mayo”, según lugar de muestreo y horario de evaluación.

Lugar de muestreo		Hora de Muestreo	Contaminación en dB			DS 085-2003-PCM	
Lugar	Punto		Leq	L10	L90	70 dB	Brecha
Mercado Central	Zona Entrada	7:00 a 8:00 horas	65,89	69,00	62,75	4,11	Cumple
		12:00 a 13:00 horas	65,08	70,60	62,05	4,92	Cumple
		18:00 a 19:00 horas	69,39	75,35	64,35	0,61	Cumple
	Zona Central	7:00 a 8:00 horas	71,15	77,45	68,40	-1,15	Compatible
		12:00 a 13:00 horas	71,73	76,05	69,25	-1,73	Compatible
		18:00 a 19:00 horas	71,01	72,20	68,35	-1,01	Compatible
	Zona Salida	7:00 a 8:00 horas	66,77	72,35	63,30	3,23	Cumple
		12:00 a 13:00 horas	67,81	71,75	64,25	2,19	Cumple
		18:00 a 19:00 horas	66,96	70,75	63,85	3,04	Cumple
Lugar	Punto	Hora de Muestreo	Leq	L10	L90	70 dB	Brecha
Mercada 2 de Mayo	Zona Entrada	7:00 a 8:00 horas	67,00	69,30	64,20	3,00	Cumple
		12:00 a 13:00 horas	70,28	76,95	66,00	-0,28	Compatible
	Zona Central	7:00 a 8:00 horas	65,24	67,95	63,20	4,76	Cumple
		12:00 a 13:00 horas	66,22	69,85	63,40	3,78	Cumple
	Zona Salida	7:00 a 8:00 horas	64,01	65,45	62,30	5,99	Cumple
		12:00 a 13:00 horas	65,69	68,65	63,45	4,31	Cumple

Leyenda: Elaboración propia

Nota:

Leq = Nivel de ruido equivalente.

L10 = Presión sonora superior al 10% de tiempo de exposición.

L90 = Presión sonora superior al 90% de tiempo de exposición.

4.3. Modelamiento de la contaminación sonora

Con el objetivo de contar con una herramienta que ayude a pronosticar la contaminación sonora, se ha modelado la contaminación.

Tabla 14:

Contaminación sonora y número de unidades que circulan de 7:00 a 8:00 h

Punto	Día 1		Día 2		Día 3		Punto	Día 1		Día 2		Día 3	
	dB	Móviles	dB	Móviles	dB	Móviles		dB	Móviles	dB	Móviles	dB	Móviles
1	75.46	28	70.05	32	84.67	53	23	68.34	18	76.06	16	76.40	22
2	75.41	28	63.18	20	84.84	48	24	54.45	0	56.13	0	57.47	0
3	66.76	26	69.85	26	83.67	45	25	72.45	25	76.57	27	76.59	25
4	78.22	45	71.81	24	72.78	28	26	72.01	39	72.88	31	74.57	38
5	63.82	10	65.75	7	62.86	10	27	81.11	68	79.42	53	75.98	49
6	63.52	13	65.25	23	79.27	12	28	74.42	23	66.78	11	69.13	11
7	73.91	22	80.08	24	68.18	6	29	57.69	0	56.83	0	58.86	7
8	68.89	24	78.20	19	65.73	16	30	70.82	28	74.16	30	76.15	31
9	75.06	23	78.02	24	65.83	24	31	69.57	10	67.70	7	69.91	5
10	69.81	13	71.08	11	66.09	14	32	76.02	36	76.27	50	76.11	41
11	65.91	7	61.70	4	65.89	4	33	74.29	27	74.83	35	74.93	16
12	75.48	45	75.77	50	76.65	30	34	73.72	44	73.60	27	72.08	37
13	78.16	40	75.29	24	76.38	23	35	77.31	56	76.43	38	75.62	32
14	80.86	32	82.42	23	78.81	37	36	82.13	78	79.36	46	82.29	73
15	67.39	23	65.55	23	66.98	24	37	72.23	27	69.62	16	66.11	6
16	78.13	24	79.49	27	74.48	34	38	59.10	6	53.63	1	62.38	8
17	81.78	63	81.31	57	74.07	37	39	59.04	4	56.17	4	56.59	4
18	68.86	18	70.56	18	69.57	16	40	61.94	8	61.37	7	61.74	7
19	79.04	40	79.79	43	78.81	28	41	65.16	11	62.38	11	69.92	8
20	71.30	24	74.46	41	72.10	26	42	79.05	23	75.95	23	78.18	18
21	68.46	20	69.17	13	67.56	12	43	72.65	16	72.18	8	70.44	8
22	72.07	22	79.61	14	79.70	11	44	77.18	58	76.53	30	75.23	50

Fuentes: Tablas del anexo C y anexo F.

En la figura se observa que la presión sonora incrementa con el incremento del número de unidades, y se ajusta al valor calculado con la ecuación 1.

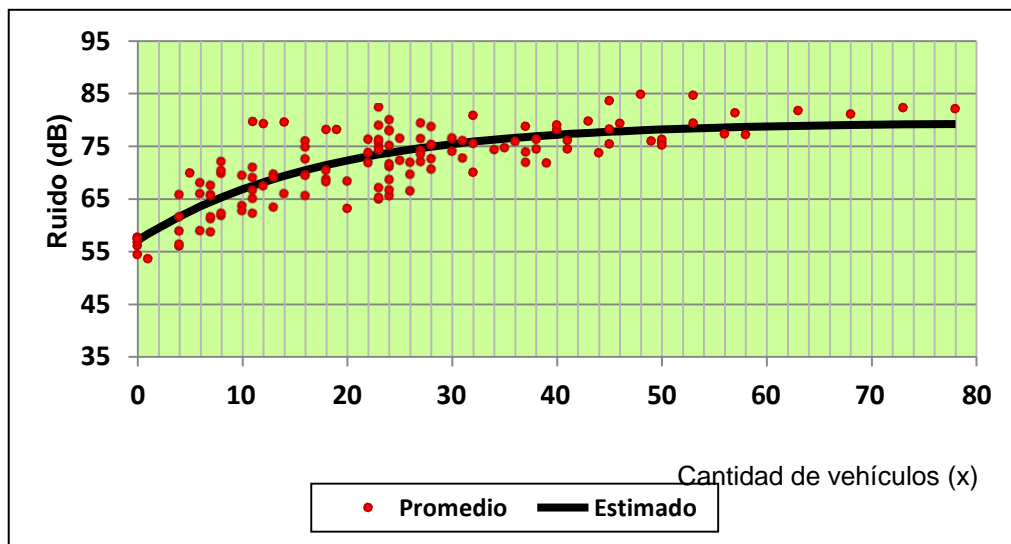


Figura 20: Gráficos de la contaminación sonora evaluada y proyectada en el Cercado de Tacna, 7:00 a 8:00 horas.

Fuente: Extraído de la tabla 14 y modelada con Solver de Excel.

Modelo de Contaminación de 7:00 a 8:00 horas:

$$Leq_{\text{proyectado}} = 57,126(1 + 0,392(1 - e^{(-x/17,642)}) \quad \text{-----}(1)$$

- Donde:
- $Leq_{\text{proyectado}}$ = Contaminación sonora proyectada en dB.
 - X = Número de vehículos contaminantes.
 - e = Base de logaritmos neperianos = 2,718281828...

Tabla 15:

Cantidad de veces de contaminación sonora en relación al número de unidades que circulan en el Cercado de Tacna de 7:00 a 8:00 horas

Unidades que circularon por punto	Lectura en dB (cantidad de veces que se presentó)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	54,45	57,69	56,13	56,83	57,47				
1	58,36								
4	59,04	61,70	56,17	65,89	56,59				
5	69,91								
6	59,10	68,18	66,11						
7	65,91	65,75	67,70	61,37	58,86	61,74			
8	61,94	72,18	62,38	69,92	70,44				
10	63,82	69,57	62,86						
11	65,16	71,08	66,78	62,38	79,70	69,13			
12	79,27	67,56							
13	63,52	69,81	69,17						
14	79,61	66,09							
16	72,65	76,06	69,62	65,73	69,57	74,93			
18	68,86	68,34	70,56	78,18					
19	78,20								
20	68,46	63,18							
22	73,91	72,07	76,40						
23	75,06	67,39	74,42	79,05	65,25	82,42	65,55	75,95	76,38
24	68,89	78,13	71,30	71,81	80,08	78,02	75,29	65,83	66,98
25	72,45	76,59							
26	66,76	69,85	72,10						
27	74,29	72,23	79,49	76,57	73,60				
28	75,46	75,41	70,82	72,78	78,81				
30	74,16	76,53	76,65						
31	72,88	76,15							
32	80,86	70,05	75,62						
34	74,48								
35	74,83								

Continuación de la Tabla 15

Unidades que circularon por punto	Lectura en dB (Cantidad de veces que se presentó)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
36	76,02								
37	78,81	74,07	72,08						
38	76,43	74,57							
39	72,01								
40	78,16	79,04							
41	74,46	76,11							
43	79,79								
44	73,72								
45	78,22	75,48	83,67						
46	79,36								
48	84,84								
49	75,98								
50	75,77	76,27	75,23						
53	79,42	84,67							
56	77,31								
57	81,31								
58	77,18								
63	81,78								
68	81,11								
73	82,29								
78	82,13								

Fuente: Tabla 14.

Tabla 16:

Matriz para el cálculo del ANOVA de un factor (K indica el número de veces que se presenta de un tipo de unidades y N la cantidad total de veces que se evalúa).

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza	F _{cal}
Por el modelo	Σ	K - 1	—	—
Por las repeticiones	$\Sigma \Sigma$	N - K	—	
Total	$\Sigma \Sigma$	N - 1	—	

Fuente: *Diseño y Análisis de experimento – Douglas C. Montgomery*

Tabla 17:

ANOVA de un factor (K indica el número de veces que se presenta de un tipo de unidades y N la cantidad total de veces que se evalúa). Para el turno de 7:00 a 8:00 horas.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza	F _{cal}
Por el modelo	351,68	8	43,96	0,146
Por las repeticiones	36 942,53	123	300,35	
Total	37 294,21	131		

El F_{Tab} para 8,123 grados de libertad, y 5% de certidumbre es igual a 1,94. Por lo que se concluye que el modelo estadísticamente no tiene aceptación, solamente es una tendencia, por ser $F_{cal} < F_{Tab}$.

Esto se debe posiblemente a que circulen igual número de vehículos, pero realizan diferentes ruidos, que están relacionados con el año de fabricación, tamaño, etc.

Tabla 18:

Resultado de la contaminación sonora en relación al número de unidades que circulan en el Cercado de Tacna de 12:00 a 13:00 horas

Punto	Día 1		Día 2		Día 3		Punto	Día 1		Día 2		Día 3	
	dB	Móviles	dB	Móviles	dB	Móviles		dB	Móviles	dB	Móviles	dB	Móviles
1	80.60	40	76.80	27	67.73	12	23	67.10	19	76.40	16	81.20	44
2	84.30	54	84.60	51	67.70	20	24	62.81	14	69.85	26	58.89	6
3	74.44	15	83.37	43	71.65	29	25	72.56	19	72.21	23	75.07	25
4	72.26	25	71.74	22	72.78	28	26	76.85	31	76.48	30	76.98	41
5	66.69	11	63.65	8	70.02	34	27	72.02	27	77.08	52	74.94	50
6	68.18	15	78.57	30	67.08	20	28	73.27	24	69.85	24	70.77	10
7	72.65	18	81.49	24	82.37	50	29	60.11	6	72.16	8	72.49	12
8	81.31	32	77.99	19	80.53	46	30	69.71	15	75.83	28	74.66	32
9	84.24	55	78.02	26	80.86	48	31	67.94	13	65.01	5	64.50	3
10	67.79	5	67.96	10	66.78	7	32	75.97	32	73.47	37	74.68	41
11	69.05	14	66.58	4	65.19	4	33	71.72	13	72.28	19	70.90	20
12	79.76	58	76.82	53	76.09	30	34	70.26	15	71.94	22	68.65	17
13	75.01	39	74.59	34	75.33	21	35	69.43	19	79.78	56	70.98	30
14	79.91	34	73.62	24	79.67	33	36	81.06	45	84.44	60	83.42	67
15	64.40	17	66.10	23	71.60	26	37	63.16	7	64.99	5	78.04	43
16	81.04	37	72.61	38	80.04	35	38	53.47	1	57.81	6	57.06	4
17	80.24	62	80.75	64	73.92	38	39	60.45	14	60.83	4	61.63	3
18	73.17	20	70.36	16	68.36	11	40	69.60	22	61.53	10	60.43	8
19	78.72	36	79.63	36	78.51	20	41	67.46	7	60.63	4	57.19	1
20	80.14	55	70.73	18	72.95	29	42	75.65	16	77.24	20	80.04	26
21	68.78	19	66.32	14	67.12	14	43	74.79	17	73.41	14	69.33	8
22	72.62	19	78.60	24	72.68	12	44	74.84	47	81.01	60	74.23	35

Fuentes: Tablas del anexo D y anexo G

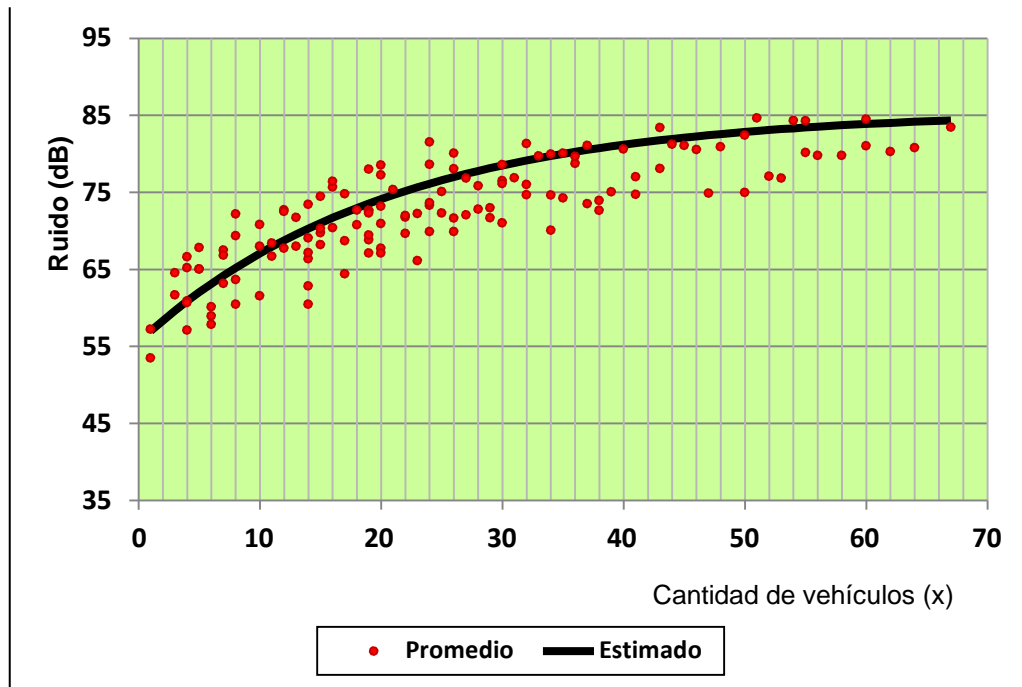


Figura 21: Gráficos de la contaminación sonora evaluada y proyectada en el Cercado de Tacna, 12:00 a 13:00 horas.

Fuente: Extraído de la tabla 18 y modelada con Solver de Excel.

Modelo de Contaminación de 12:00 a 13:00 horas:

$$Leq_{\text{proyectado}} = 58,43(1 + 0,423(1 - e^{(-x/24,87)})$$

Donde:

$Leq_{\text{proyectado}}$ = Contaminación sonora proyectada en dB.

X = Número de vehículos contaminantes.

e = Base de logaritmos neperianos = 2,718281828...

Tabla 19:

ANOVA de un factor (K indica el número de veces que se presenta de un tipo de unidades y N la cantidad total de veces que se evalúa). Para el turno de 12:00 a 13:00 horas.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza	F _{cal}
Por el modelo	691,78	6	115,30	2,742
Por las repeticiones	5 214,68	124	42,05	
Total	5 906,47	130		

El F_{Tab} para 6,124 grados de libertad, y 5% de certidumbre es igual a 2,1. Por lo que se concluye que el modelo estadísticamente si tiene aceptación, por tener $F_{cal} > F_{Tab}$.

Tabla 20:

Resultado de la contaminación sonora en relación al número de unidades que circulan en el Cercado de Tacna de 18:00 a 19:00 horas

Punto	Día 1		Día 2		Día 3		Punto	Día 1		Día 2		Día 3	
	dB	Móviles	dB	Móviles	dB	Móviles		dB	Móviles	dB	Móviles	dB	Móviles
1	66.18	15	84.03	46	80.31	33	23	70.01	10	80.55	17	90.64	60
2	72.25	33	85.82	69	80.25	64	24	65.29	20	53.04	0	51.52	0
3	80.05	22	83.71	72	81.55	36	25	74.12	11	81.28	30	81.96	29
4	57.84	3	60.18	4	62.32	12	26	80.09	20	79.78	42	84.56	62
5	72.23	22	76.46	28	80.64	27	27	80.20	38	87.11	56	87.11	47
6	66.84	27	82.95	45	81.32	38	28	69.53	20	71.09	19	64.02	9
7	82.91	40	84.84	37	75.44	26	29	63.74	3	69.56	7	72.35	18
8	80.71	34	71.05	25	66.55	25	30	71.18	32	75.19	32	72.16	29
9	83.15	36	84.69	32	81.05	29	31	70.71	18	70.79	11	89.94	50
10	67.72	9	66.78	7	64.56	5	32	78.53	21	81.16	34	80.45	42
11	73.16	8	66.48	9	68.09	18	33	69.80	12	72.04	16	73.67	19
12	78.06	52	85.14	74	77.29	25	34	80.04	30	67.27	8	71.44	22
13	80.80	32	81.96	43	81.27	28	35	80.19	31	79.31	49	75.75	28
14	78.16	24	71.63	16	66.25	25	36	79.99	35	74.84	35	80.56	48
15	72.36	14	73.30	18	71.05	16	37	61.91	4	64.41	6	59.81	6
16	80.20	25	84.91	30	80.42	30	38	55.55	5	60.75	8	62.03	7
17	79.73	30	88.25	46	80.74	26	39	83.24	52	60.92	3	58.80	5
18	71.16	24	69.86	28	68.98	16	40	56.93	2	56.26	1	60.70	14
19	80.05	39	79.72	52	77.84	23	41	61.68	5	62.10	9	65.46	6
20	80.33	34	81.23	38	81.12	29	42	80.35	18	82.96	31	83.90	35
21	64.63	12	67.51	14	70.74	13	43	80.33	20	77.28	12	72.95	8
22	65.32	11	75.21	10	84.61	54	44	74.35	35	84.67	42	79.96	76

Fuentes: Tablas del anexo E y anexo H

En la tabla se observa muy difuso el nivel de ruido, respecto al número de unidades móviles que circulan.

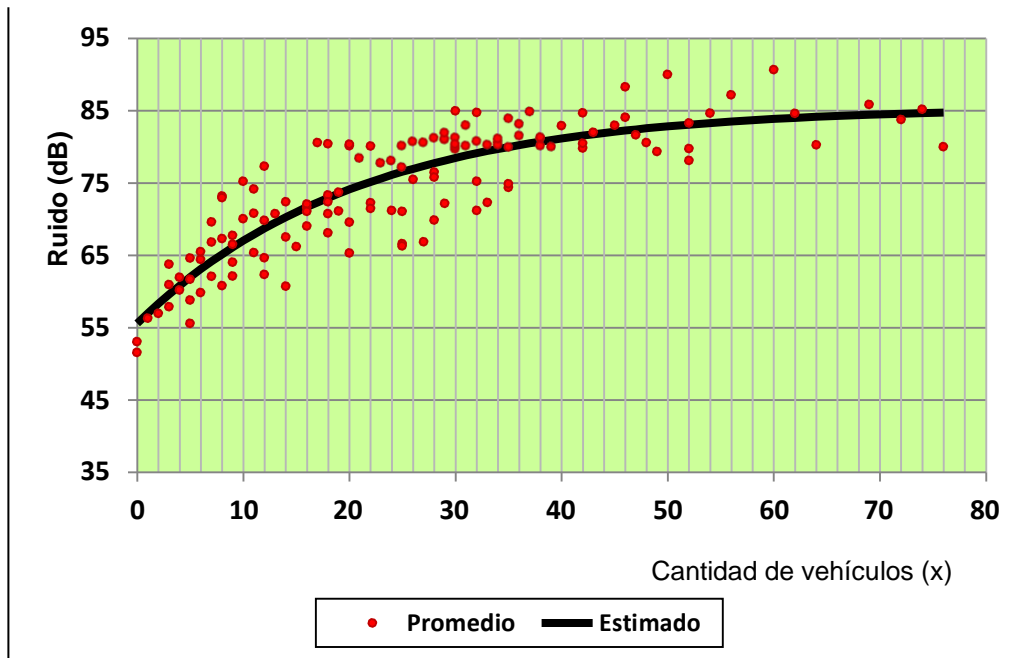


Figura 22: Gráficos de la contaminación sonora evaluada y proyectada en el Cercado de Tacna, 18:00 a 19:00 horas.

Fuente: Extraído de la tabla 16 y modelada con Solver de Excel.

Modelo de Contaminación de 18:00 a 19:00 horas:

$$Leq_{\text{proyectado}} = 55,587(1 + 0,538(1 - e^{(-x/20,738)})$$

Donde:

$Leq_{\text{proyectado}}$ = Contaminación sonora proyectada en dB.

X = Número de vehículos contaminantes.

e = Base de logaritmos neperianos = 2,718281828...

Tabla 21:

ANOVA de un factor (K indica el número de veces que se presenta de un tipo de unidades y N la cantidad total de veces que se evalúa). Para el turno de 18:00 a 19:00 horas.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza	F _{cal}
Por el modelo	285,17	4	71,29	0,981
Por las repeticiones	9 156,45	126	72,67	
Total	9 441,62	130		

El F_{Tab} para 4, 126 grados de libertad, y 5% de certidumbre es igual a 2,37. Por lo que se concluye que el modelo estadísticamente no tiene aceptación, por tener $F_{cal} < F_{Tab}$

Esto también se debe posiblemente a que circulen igual número de vehículos, pero realizan diferentes ruidos, que están relacionados con el año de fabricación, tamaño, etc.

Tabla 22:

Resultado de la contaminación sonora en el interior de los mercados en relación al número de compradores que concurren a ellas.

Lugar de muestreo		Hora de Muestreo	Día 1		Día 2		Día 3	
Lugar	Punto		Leq (dB)	Personas	Leq (dB)	Personas	Leq (dB)	Personas
Mercado Central	Zona Entrada	7:00 a 8:00 horas	69,84	54	65,21	16	65,89	32
		12:00 a 13:00 horas	69,77	80	70,96	86	65,08	13
		18:00 a 19:00 horas	66,94	42	66,18	37	69,39	30
	Zona Central	7:00 a 8:00 horas	73,17	16	70,68	4	71,15	3
		12:00 a 13:00 horas	74,12	12	72,70	30	71,73	12
		18:00 a 19:00 horas	70,08	0	69,97	5	71,01	4
	Zona Salida	7:00 a 8:00 horas	66,83	24	65,46	7	66,77	3
		12:00 a 13:00 horas	67,46	17	68,53	23	67,81	44
		18:00 a 19:00 horas	66,88	20	66,23	9	66,96	1
Lugar de muestreo		Hora de Muestreo	Día 1		Día 2		Día 3	
Lugar	Punto		Leq (dB)	Personas	Leq (dB)	Personas	Leq (dB)	Personas
Mercada 2 de Mavo	Zona Entrada	7:00 a 8:00 horas	68,56	23	68,27	16	67,00	12
		12:00 a 13:00 horas	72,13	36	64,81	20	70,28	12
	Zona Central	7:00 a 8:00 horas	65,33	24	65,76	27	65,24	31
		12:00 a 13:00 horas	67,30	30	68,48	22	66,22	25
	Zona Salida	7:00 a 8:00 horas	65,01	10	63,93	7	64,01	5
		12:00 a 13:00 horas	67,84	20	69,69	3	65,69	6

Fuentes: Tablas 4, 5, 6, y Tablas del anexo I y anexo J.

En la tabla se observa que es muy difuso el nivel de ruidos respecto al número de personas que lo generan.

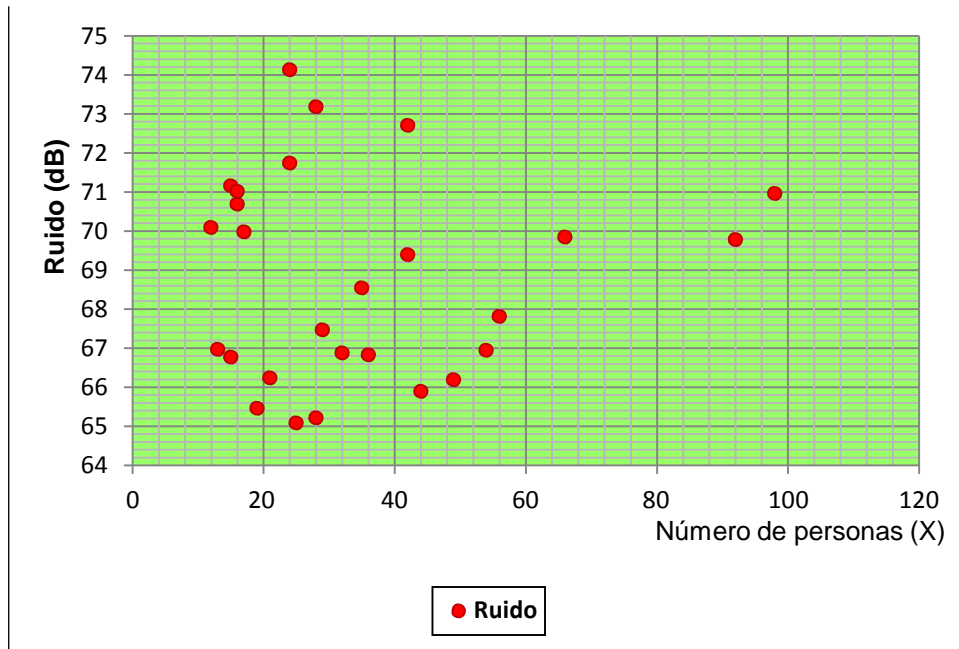


Figura 23: Gráfico de la contaminación sonora evaluada en el interior del mercado Central en el Cercado de Tacna.

Fuente: Extraído de la tabla 22.

En la figura 23 se observa que hay mucha dispersión entre el ruido generado y la circulación de los compradores en los mercados; por lo tanto, no se puede modelar esta relación.

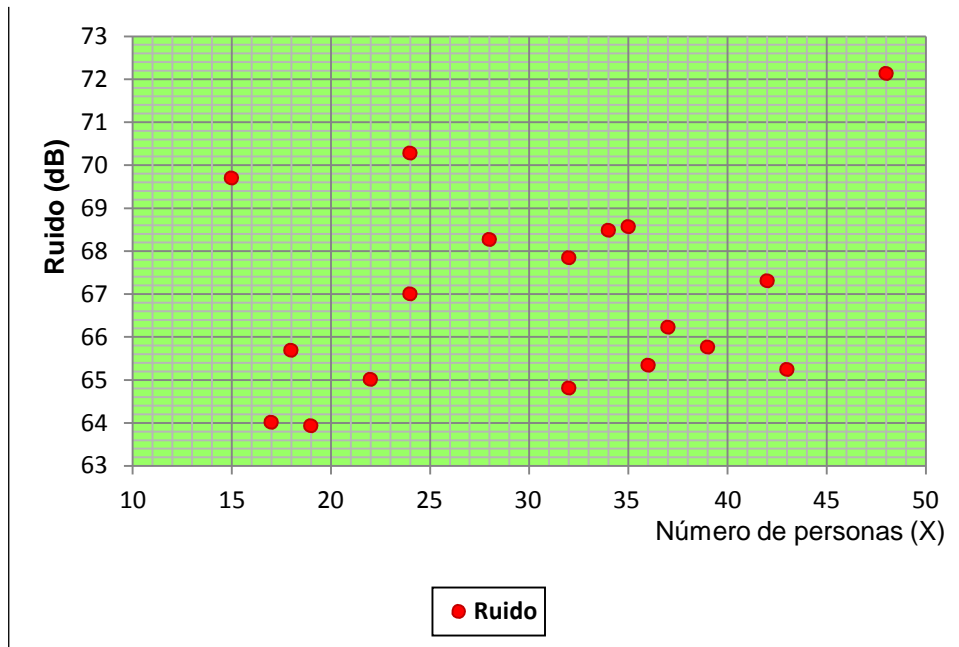


Figura 24: Gráfico de la contaminación sonora evaluada en el interior del mercado 2 de Mayo en el Cercado de Tacna.

Fuente: Extraído de la tabla 22.

En la figura 24 se observa que hay mucha dispersión entre el ruido generado y la circulación de los compradores en los mercados; por lo tanto, no se puede modelar esta relación.

4.4. Mapeo de la contaminación sonora

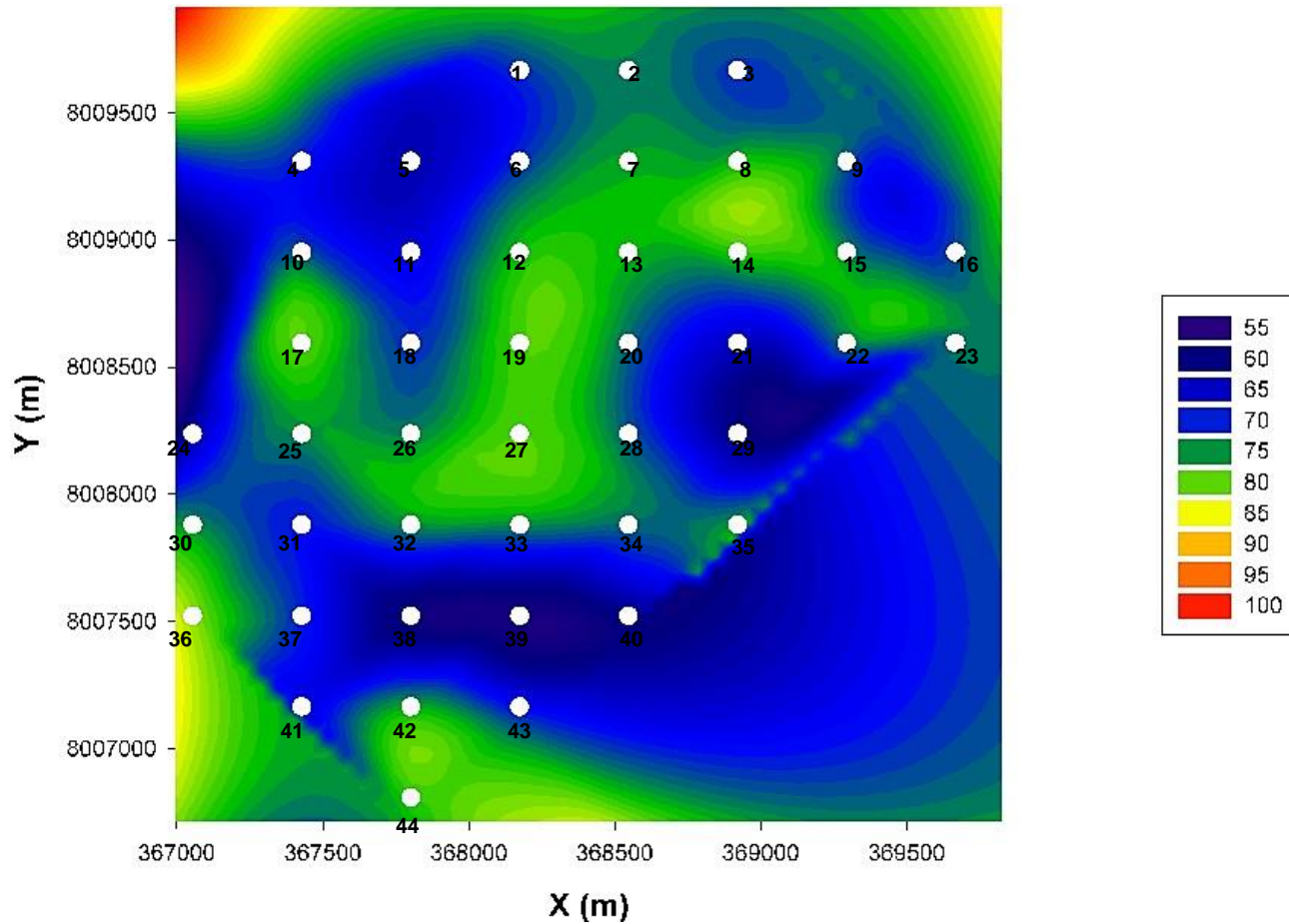


Figura 25.- Mapeo de la contaminación sonora en el Cercado de Tacna – 7:00 a 8:00 horas

Fuente: Tabla del anexo "F"

Ver: En anexo N – Plano A01

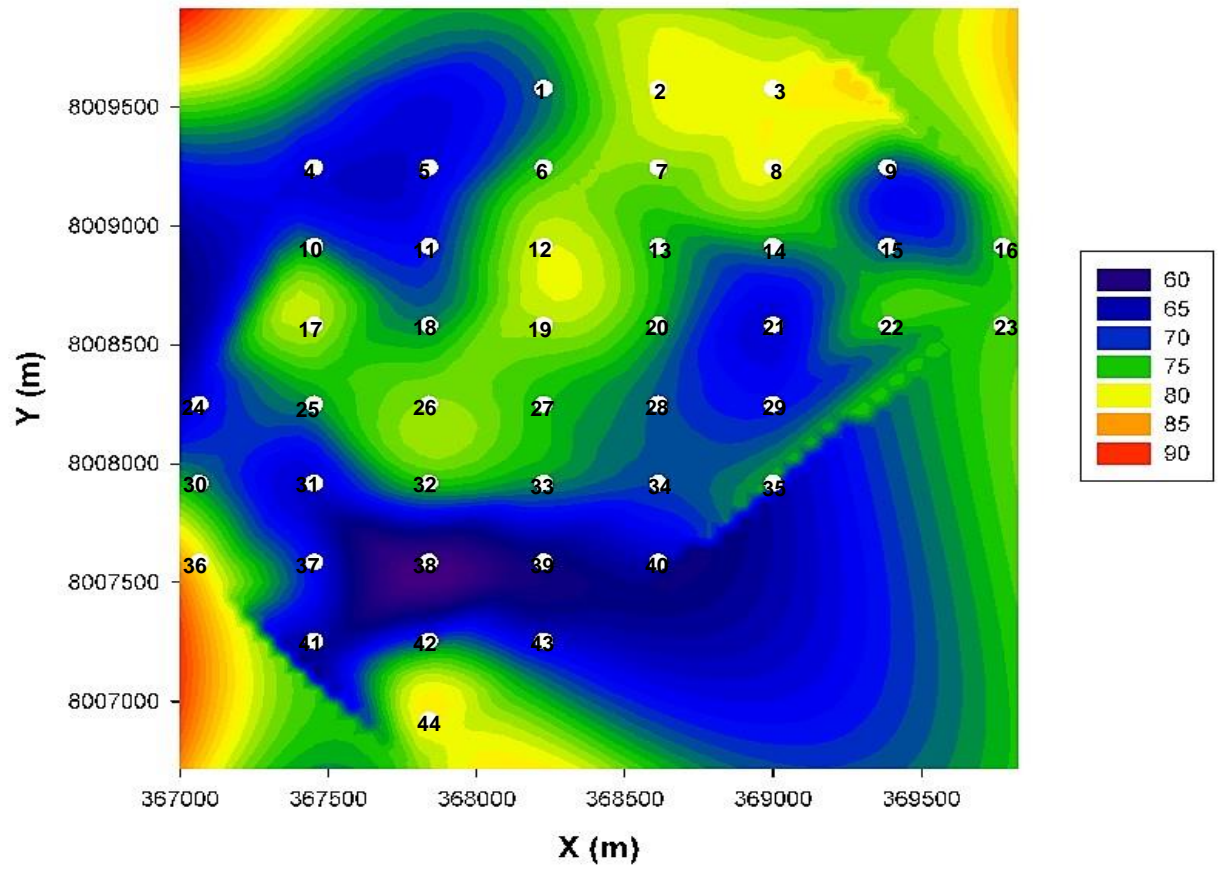


Figura 26.- Mapeo de la contaminación sonora en el Cercado de Tacna – 12:00 a 13:00 horas

Fuente: Tabla del anexo "G"

Ver: Anexo N – Plano A02

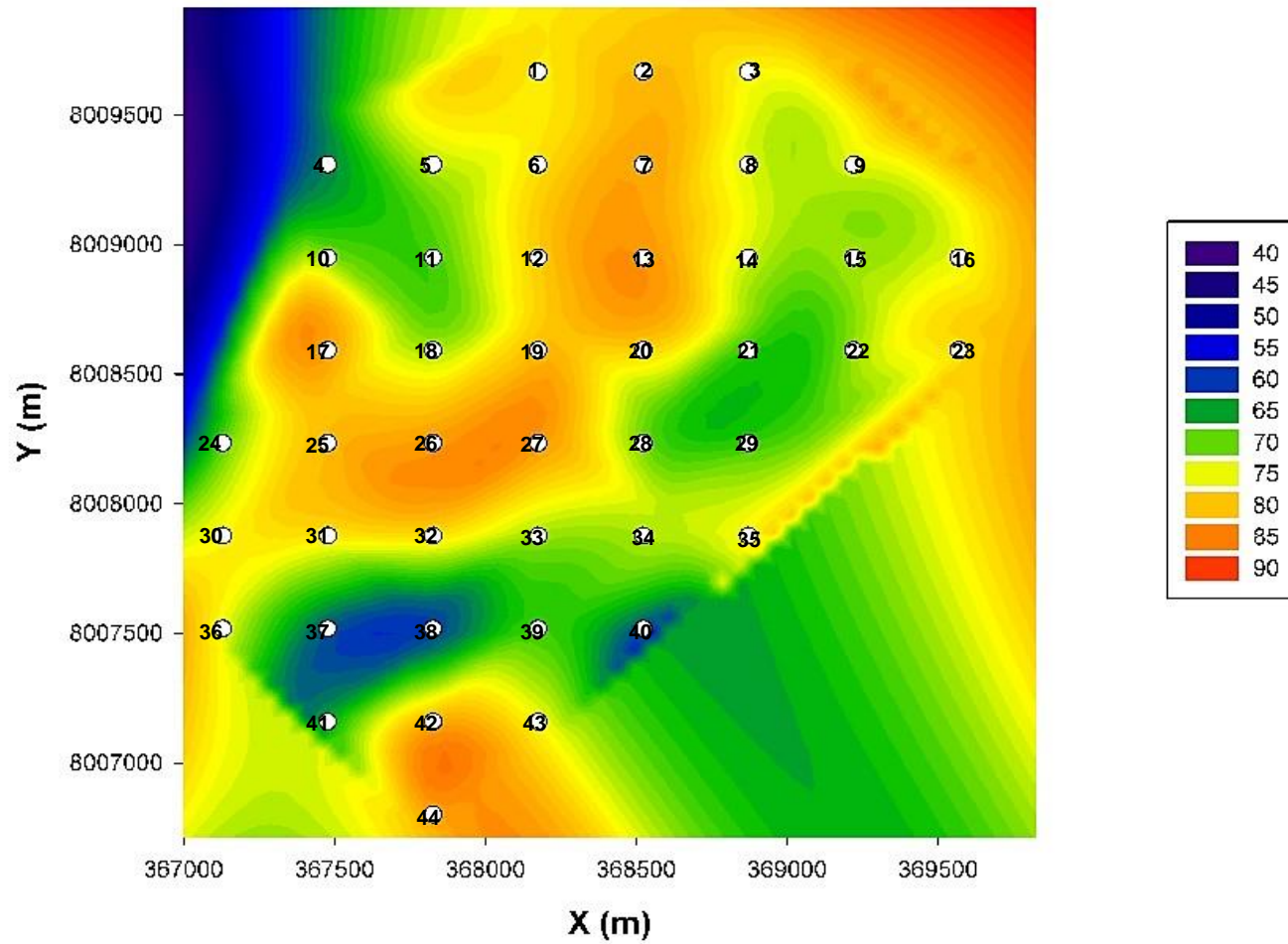


Figura 27.- Mapeo de la contaminación sonora en el Cercado de Tacna – 18:00 a 19:00 horas

Fuente: Tabla del anexo "H"

Ver: Anexo N – Plano A03

ANÁLISIS:

- ❖ En el mapeo de 7:00 a 8:00 horas se aprecia los lugares que están más expuestos a la presión sonora son la intersección de la calle Roma y Prolong. Espinoza Cuéllar (8), General Varela y Augusto B. Leguía (12), Calle Piura con Alto Lima (14), Augusto B. Leguía con Hipólito Unánue (17), Calle Modesto Basadre y General Vizquerra (19), Av. Bolognesi y calle Miller (27), Av. Miraflores y calle s/n (42) y Av. Circunvalación y calle 28 (43).
- ❖ En el mapeo de 12:00 a 13:00 horas se aprecia los lugares que están más expuestos a la presión sonora son la intersección de la calle Espinoza y la calle Amazonas (2), Calle Sinchi Roca y calle Olga Grohman (3), calle Roma y Prolong. Espinoza Cuéllar (8), General Varela y Augusto B. Leguía (12), Augusto B. Leguía con Hipólito Unánue (17), Calle Modesto Basadre y General Vizquerra (19), Calle 28 de Julio y calle San Martín (26) y Av. Circunvalación y Av. Cusco (44)
- ❖ En el mapeo de 18:00 a 19:00 horas se aprecia los lugares que están más expuestos a la presión sonora son la intersección Av. Gustavo Pinto y Av. Vigil (7), Av. Augusto B. Leguía y calle Alemania (13), Augusto B.

Leguía con Hipólito Unánue (17), Calle Modesto Basadre y General Vizquerra (19), Calle 28 de Julio y calle San Martín (26), Av. Bolognesi y calle Miller (27), Av. Miraflores y calle s/n (42) y Av. Circunvalación y Av. Cuzco (44)

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. DISCUSIÓN y VALIDACIÓN

Para poder validar los resultados que se han obtenido en este monitoreo, se ha tenido que comparar con otros trabajos realizados en Tacna, y en otras ciudades en condiciones similares.

- ❖ En esta investigación se ha detectado que la zona más ruidosa del Cercado de Tacna es la esquina de la avenida Odría con el Grifo Melsa, siendo los niveles de ruidos máximos alcanzados de 81,26 a 82,97 dB. El Ing. Segundo Roncal del OEFA (2011) en la evaluación sonora que realizaron en Tacna determinó que el nivel sonoro máximo fue de 79,4 dB en la esquina de la av. Cusco con la av. Odría, punto cercano al lugar detectado en esta investigación (a 400 metros), siendo el nivel de ruido 3,5% superior, esto posiblemente se debe al incremento actual del parque automotor en Tacna. Resultados casi

similares por la ubicación y nivel sonoro que validan la presente investigación.

- ❖ Para determinar los puntos de monitoreo, el Cercado de Tacna se dividió en cuadrículas de 400 x 400 metros, haciendo un total de 44 puntos de monitoreo equidistantes. De la torre Olintho (2003) para evaluar la contaminación sonora del Centro Histórico del Cusco, dividió en cuadrículas de 225 x 225 metros, con un total 25 puntos de monitoreo equidistantes. Siendo los resultados de la evaluación comprendidos de 65 a 76,9 dB, niveles de contaminación sonora muy similares a los de Tacna.
- ❖ Maricel Cattaneo *et al* (2010) en el estudio realizado de la contaminación sonora de la ciudad de Buenos Aires, la presión sonora superior al 10% de tiempo de exposición (L10) promedio fue 76,41 dB y la presión sonora superior al 90% de tiempo de exposición (L90) promedio fue 68,61 dB, mientras que en Tacna L10 es 74,37 dB y L90 es 65,48 dB, valores muy similares a los evaluados por Cattaneo.
- ❖ Alberto Ramírez (2011) en la investigación que realiza en Colombia del “Ruido vehicular urbano” no logran elaborar un modelo con

aceptación estadística que relacione el ruido con el número de unidades que circulan por sus calles. En esta investigación los modelos propuestos no se ha podido validar estadísticamente, solamente siendo una tendencia, estas conclusiones similares validan esta investigación.

5.2 OTROS ANÁLISIS

A continuación presentamos otras deducciones resultantes del estudio realizado:

- ❖ De las unidades vehiculares monitoreadas se han encontrado que el 46,48% al 41,27% corresponden a unidades utilizados como taxis, del 37,10% al 32,55% son unidades de uso particular, seguidos por 12,12% al 10,04% conformado por los minibús, que son utilizados para servicio público. Los que se encuentra dentro de la distribución registrada en la Oficina Registral Tacna – Registro de propiedad vehicular.

❖ En el horario de 7:00 a 8:00 horas, según la zonificación que le corresponde y la comparación con el D.S. N° 085-2003-PCM, se tiene que el ruido generado es:

- Cumple con el ECA 9,09%
- Es compatible con el ECA 13,63%
- Se excede en forma moderada 20,45%
- Se excede en forma severa 56,82%

Se concluye que en este horario hay contaminación sonora en un 77,27%.

❖ En el horario de 12:00 a 13:00 horas, según la zonificación que le corresponde y la comparación con el D.S. N° 085-2003-PCM, se tiene:

- Cumple con el ECA 4,54%
- Es compatible con el ECA 15,91%
- Se excede en forma moderada 25,00%
- Se excede en forma severa 54,55%

Hay contaminación sonora en un 79,55% en el Cercado de Tacna en el horario de las 12:00 a 13:00 horas.

❖ En el horario de 18:00 a 19:00 horas se observa, según la zonificación que le corresponde y la comparación con el D.S. N° 085-2003-PCM, se tiene:

- Cumple con el ECA 9,09%
- Es compatible con el ECA 2,28%
- Se excede en forma moderada 20,45%
- Se excede en forma severa 68,18%

Hay contaminación sonora en un 88,63% en el Cercado de Tacna en el horario de las 18:00 a 19:00 horas.

❖ La mayor molestia que afecta a las personas originadas por el nivel de contaminación sonora (NPLL), que son percibidos en el Cercado de Tacna en el turno de 7:00 a 8:00 horas, el 79,55% de las calles están altamente contaminadas porque sobrepasan los 80 dB.

❖ Análisis del nivel de contaminación sonora (NPLL) que se percibe en el Cercado de Tacna en el turno de 12:00 a 13:00 horas, el 90,91 % de las calles sobrepasan los 80 dB (a partir de este nivel el ruido es peligroso).

- ❖ Análisis del nivel de contaminación sonora (NPLL) que se percibe en el Cercado de Tacna en el turno de 18:00 a 19:00 horas, el 90,91% sobrepasan los 80 dB.

- ❖ En el Cercado de Tacna de las 7:00 a 8:00 horas las zonas más ruidosas, según los valores del índice de tránsito (TFI), el 86,36% de las calles superan los 70 dB.

- ❖ En el Cercado de Tacna de las 12:00 a 13:00 horas las zonas más ruidosas, determinadas con los valores del índice de tránsito (TFI), la totalidad de calles superan 70 dB.

- ❖ En el Cercado de Tacna de las 18:00 a 19:00 horas las zonas más ruidosas, determinadas con los valores de TFI calculados el 97,73% superan los 70 dB.

- ❖ Al medio día el ruido en el Mercado Central supera el nivel de LMP permitido para las zonas comerciales (menor de 70 dB) fijadas por la

normativa peruana, esto es debido a que los restaurantes de la primera y segunda planta son muy concurridos por turistas chilenos:

- Cumple con el ECA 73,33%
- Es compatible con el ECA 26,67%

Se concluye que no hay contaminación sonora en los mercados durante las horas de funcionamiento.

CONCLUSIONES

Primera:

Se ha demostrado que el nivel de contaminación sonora por fuentes móviles es mayor que las fuentes fijas en el Cercado de Tacna y en horarios de mayor concentración, siendo el nivel de ruido equivalente (L_{eq}) generado por el parque automotor igual a 72,77 dB, mayor al nivel de ruido generado en el Mercado Central (68,77 dB) y la del Mercado 2 de Mayo (66,97 dB).

Segunda:

El nivel de contaminación sonora (dB) emitida por las fuentes móviles en el Cercado de Tacna, en diferentes horarios se han detectado que superan los límites máximos permisibles (LMP) exigidos por la norma peruana para la zonificación que le corresponde (70 dB).

- ❖ Se concluye que hay contaminación sonora en un 77,27% en el horario de las 7:00 a 8:00 horas.
- ❖ Se concluye que hay contaminación sonora en un 79,55% en el horario de las 12:00 a 13:00 horas.

- ❖ Se concluye que hay contaminación sonora en un 88,63% en el horario de las 18:00 a 19:00 horas.

Tercera:

El nivel de contaminación sonora (dB) emitida en el mercado Central y el mercado Dos de Mayo, es **inferior a la contaminación ocasionada por fuentes móviles.**

Comparando con el ECA del D.S. N° 085-2003-PCM, se tiene:

- ❖ Cumple con el ECA 73,33%
- ❖ Es compatible con el ECA 26,67%

Se concluye que la contaminación que existe en los mercados, legalmente es aceptado, durante las horas de funcionamiento.

RECOMENDACIONES

Primera:

Se sugiere a la Municipalidad Provincial de Tacna, implementar el servicio de revisión técnica a bajo precio, con el objetivo de obligar un mayor número de revisión técnica a las unidades de servicio público durante el año, y así reducir la contaminación sonora ocasionada por estas unidades.

Segunda:

Se recomienda a Municipalidad Provincial de Tacna, implementar en el más corto plazo la elaboración del mapa de ruido de la ciudad de Tacna, a fin de lograr una mejor gestión en el ordenamiento del tránsito vehicular, y mejorar la calidad de vida del poblador.

Tercera:

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Tacna, planificar e implementar un ordenamiento del tránsito vehicular en la ciudad, instalando semáforos inteligentes, fijando zonas de paraderos obligatorios para las unidades de servicio público, así evitar la congestión vehicular que nos afectan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSO DE ESTEBAN, A. 2003. Contaminación Acústica y Salud, observatorio medioambiental, vol. 6, abril, p. 73-95. ISSN 1139-1987.

BAÑUELOS Miguel, 2005. Análisis de los niveles de ruido ambiental por tráfico vehicular en los puntos críticos de la zona Metropolitana de Guadalajara y actualización del mapa de ruido. Tesis para optar el Grado de Maestro en Protección Ambiental. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías CUCEI.

BARTÍ, R. 2007. Acústica Medioambiental. Vol.1.Editorial Club Universitario. San Vicente (Alicante). España.

BELLO MARTINEZ, W. 2009. Evaluación de los Niveles de Contaminación Acústica del centro de la ciudad de Talca, RIAT Revista Interamericana de Ambiente y Turismo. Volumen 5, número 1, p. 1-10.

BERGLUND B. et al. 1999. Guía para el ruido urbano. Traducción del documento original de la OMS efectuado por OPS/CEPIS.

- BRAVO Luis Alberto, 2002. Propuesta de modelo de gestión de ruido para el distrito metropolitano de Quito, Ecuador. Tesis para optar el grado de Licenciada en Acústica, Universidad Austral de Chile. Valdivia Chile.
- CAMPOS GÓMEZ, I. 2003. Saneamiento Ambiental, I edición, Costa Rica, Universidad Estatal a distancia, 248 pág.
- CATTANEO, M. *et al.* 2010. Estudio de la contaminación sonora en la ciudad de Buenos Aires.
- CHÁVEZ MIRANDA, J. 2006. Ruido: Efectos Sobre la Salud y Criterio de su Evaluación al Interior de Recintos, 42/46. [www.cienciaytrabajo.cl/año 8/número 20/abril / junio/Ciencia & Trabajo](http://www.cienciaytrabajo.cl/año8/número20/abril%20junio/Ciencia%20Trabajo).
- CORREA F. *et al.*, 2010. Valoración económica del ruido: Una revision analítica de estudios. Universidad de Medellín, Colombia. Redalyc – Sistema de información científica.
- CORREA RESTREPO, F *et al.* 2011. Valoración económica del ruido, vol. 14, núm. 29, diciembre, pp. 53-75, Medellín, Colombia.

DE LA CRUZ Eulogio, 2007. Contaminación Sonora por ruido vehicular en la avenida Javier Prado. Departamento de Diseño y Tecnología Industrial. UNMSM – Perú.

DE LA TORRE, O. *et al.* 2003. Contaminación acústica en el Centro Histórico de Cusco (Perú), Revista de acústica, ISSN-e 0210-3680, Vol. 34, Nº. 3-4, págs. 4-6.

DEMETRIO LOPERANA, Rota “Los derechos al Medio Ambiente adecuado y a su protección”.

DI PAOLA, M. *et al.* 2000. La calidad del aire y el ruido en la ciudad de Buenos Aires. Programa Buenos Aires Sustentable, hacia la construcción de Regimens Jurídicos de Calidad Ambiental en la ciudad de Buenos Aires, financiado por AVINA - FARN.

ESPINOZA, S. 2006. Ecología acústica y educación. Editorial GRAÓ, Barcelona, España.

GARCÍA FERRANDIS X. *et al.* 2010. Los efectos de la contaminación acústica en la salud: conceptualizaciones del alumnado de Enseñanza

Secundaria Obligatoria de Valencia, Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Nº 24., 123-137 (ISSN 0214-4379)

GONZALEZ Alice, 2005. Evaluación de impacto acústico: Modelos predictivos sencillos que podrían dar complicaciones. Departamento de Ingeniería Ambiental – Facultad de Ingeniería . Universidad de la República – Uruguay.

KOGAN, P. 2004. Análisis de la eficiencia de la ponderación “A” para evaluar efectos de ruidos en el ser humano. Facultad de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile Pág. 178.

LEGGÉ Allan, 2009. Air Quality and Ecological Impacts: Relating Sources to Effects. Edited by Elsevier New York.

LESCANO, J. *et al.* 2002. Monitoreo y medidas de mitigación de los niveles de ruido alrededor de centros hospitalarios de Lima Metropolitana. Facultad de Ingeniería Geográfica y Ambiental y Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Federico Villarreal. Revista WIÑAY YACHAY. 2002 6 (1):1 – 4.

LIMACHE, Mauro. 2010. Diagnóstico de la contaminación sonora emitida por el tráfico vehicular que permita proponer medidas correctivas al sistema de gestión ambiental en el Distrito de Tacna, Perú. Escuela de Post Grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

LLOSAS ALBUERN, Yolanda, et al. 2009. Algunas consideraciones sobre el ruido industrial como una forma de contaminación ambiental, tecnología química vol. XXIX, no. 2

LUDLOW Jimena, 2010. La revalorización de los sonidos y la calidad Sonora ambiental del Barrio Gótico, Barcelona. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya. España.

MARTINEZ Avelino, 2005. Ruido por tráfico urbano: conceptos, medidas descriptivas y valoración económica. Departamento de Economía de la Universidad de Alcalá – Madrid – España.

MINAM 2011. Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. Informe Final AMC N° 031-2011-MINAM/OGA.

- MONTBRUN Nila, et al. 2006 Medición del impacto ocasionado por ruidos esporádicos de corta duración. INCI [revista en la Internet]. v.31 n.6. Caracas. 31(6): 411-416.
- MOREIRA D. and VILHEMA, 2010. Air Pollution and Turbulence, Modeling and Applications. Edited by Taylor & Francis Group, New York.
- OLIVERA L. et al. 2009. Estudio de los Niveles de ruido en la ciudad universitaria de San Marcos – Lima. Centro de Desarrollo e Investigación en Termofluidos CEDIT – UNMSM – Lima, Perú.
- OMS, 1995. Guía para el ruido urbano. Documento publicado por la Stockholm University y el Karolinska Institute. Traducida por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, OPS/CEPIS.
- ORTEGA B. et al. 2005. Metodología para evaluación del ruido ambiental urbano en la ciudad de Medellín, Revista de la Facultad Nacional de Salud Pública, Vol. 23, Núm. 2, julio-diciembre, 2005, pp. 70-77

PACHECO, José, et al. 2009. Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto, revista de ingeniería, N° 30, Noviembre, ISSN. 0121-4993.

PARRONDO, J. et al. 2006. Acústica Medioambiental. Ediciones de la Universidad de Oviedo (Asturias). España.

PASTOR, J. A. 2005. Efectos de la contaminación acústica sobre la capacidad auditiva de los pobladores de la ciudad de Trujillo- Perú., Escuela de Post Grado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. Pág. 150.

PETITI Y. et al. 2010. Evaluación de un entorno sonoro urbano. 2do. Congreso Internacional de Acústica UNTREF. Argentina.

PLATZER M. et al. 2007. Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile, Revista Otorrinolaringo; 67: 122-128, ISSN 0718-4816.

POSADA, Martha et al. 2009. Influencia de la vegetación en los niveles de ruido urbano, Revista EIA ISSN 1794-1237, Diciembre 2009, Número 12, p. 79-89.

RABINOWITZ J. 1990. Los efectos fisiológicos del ruido. España, Mundo Científico Número 112, Volumen II.

RAMÍREZ Alberto et al 2010. El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. Revista Académica Colombiana de Ciencias. 35 (137): 509-530.

RAMÍREZ Alberto et al. 2011. El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción del flujo de automóviles, Revista Académica Colombiana de Ciencias 35 (135): 143-156, 2011. ISSN 0370-3908.

RODRÍGUEZ FLORES, Jessika Susan. 2010. El tráfico vehicular como fuente de contaminación acústica, engineering 2010-Argentina october, 17th–20th, Buenos Aires, AR.

RODRIGUEZ, C.R. 2010. Niveles sonoros en discotecas y actividades sociales en el distrito de Tumbes. Facultad de Ciencias agrarias, Universidad Nacional de Tumbes, Tumbes, Perú. Pág. 43.

RONCAL VERGARA, Segundo *et al.* 2011. Evaluación rápida del nivel de ruido ambiental en las ciudades de Lima, Callao, Maynas, Coronel

Portillo, Huancayo, Huánuco, Cusco y Tacna, Edición William Betalleluz Cueva, Julio.

RUFFA F., et al. 2001. Mediciones de ruido urbano en zona de tránsito pesado. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería.

RUIZ, D. P. 2003. Comentarios sobre los distintos tipos de sonómetros, sus especificaciones técnicas y su uso. Departamento de Física Aplicada, Universidad de Granada, España.

SEGUÉS Fernando. 2008. Estrategia de Elaboración de un mapa de ruido. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Ministerio de Fomento – Ministerio de Medio Ambiente. España.

SEOÁNEZ CALVO, Mariano. 2000. Tratado de Gestión del Medio Ambiente Urbano, Ediciones Mundi Prensa, ISBN: 84-7114-959-1. Impreso en España. A.G Cuesta. S.A.-Seseña.

SIMIONI Daniela, 2003. Contaminación atmosférica y conciencia ciudadana. Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL. Santiago de Chile.

TARNOPOLSKY A. et al 1980. Aircraft Noise and Prevalence of Psychiatric Disorders. Resert repors: Social and Community Planning Research: London.

TYLER, G. 2004. Ciencia Ambiental. Cengage Learning Editores. España.

VILLARREAL, Y., et al. 2003. Nivel de ruido en la ciudad de Panamá, Tecnociencia, Vol. 5, N° 2.

ZANNIN, M y SZEREMETTA, B. 2006. Evaluación de la contaminación acústica en los parques urbanos. Environ Monit Assess. 2006 Jul; 118(1-3): 423-33.

ANEXO A:

Formato empleado para recolectar información de la contaminación sonora del parque automotor en el Cercado de Tacna.

Lugar de muestreo:					
Punto de Muestreo:		Coordenada UTM			
Fecha de Muestreo:				Hora de muestreo:	
Evaluación sonora 3 minutos				Evaluación Número vehicular:	
Lectura	1ra	2da	3ra	Vehículo	Cantidad
1				Motos, vehículo menor	
2				Autos y camionetas	
3				Camiones	
4				Ómnibus	
5				Taxis	
6					
7				Observaciones:	
8					
9					
10					
11					
12					

Fuente: Diseño propio

ANEXO B:

Formato empleado para recolectar información de la contaminación sonora de los mercados en el Cercado de Tacna.

Centro Comercial					
Punto de Muestreo:		Coordenada UTM			
Fecha de Muestreo:				Hora de muestreo:	
Evaluación sonora de 3 minutos:				Evaluación de Número de clientes:	
Lectura	1ra	2da	3ra	Personas	Cantidad
1				Ingresan	
2				Salen	
3				Circulan	
4					
5					
6					
7				Observaciones:	
8					
9					
10					
11					
12					

Fuente: Diseño propio

ANEXO C:

Unidades monitoreadas en los 44 puntos de evaluación en el Cercado de Tacna, en el turno de 7:00 a 8:00 h

Punto muestreo	1er día de monitoreo					2do día de monitoreo					3er día de monitoreo					Tránsito promedio					Total
	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	
1	3	11	1	2	11	3	12	3	0	14	2	25	0	2	24	3	16	2	2	17	40
2	3	10	1	4	10	1	5	3	4	7	1	18	3	3	23	2	11	3	4	14	34
3	3	5	1	3	14	2	7	2	3	12	3	27	0	2	13	3	13	1	3	13	33
4	4	16	4	2	19	1	9	0	1	13	3	6	2	5	12	3	11	2	3	15	34
5	0	2	0	0	8	1	3	0	0	3	2	4	0	1	3	1	3	0	1	5	10
6	0	10	0	0	3	4	10	3	0	6	4	4	1	1	2	3	8	2	1	4	18
7	2	7	0	4	9	3	7	1	0	13	1	3	0	0	2	2	6	1	2	8	19
8	4	2	3	3	12	3	5	2	1	8	1	7	1	1	6	3	5	2	2	9	21
9	4	8	2	1	8	1	12	3	3	5	1	9	4	4	6	2	10	3	3	7	25
10	0	2	0	4	7	1	1	0	3	6	1	4	0	6	3	1	3	0	5	6	15
11	1	4	0	0	2	0	3	0	0	1	0	0	0	0	4	1	3	0	0	3	7
12	3	7	0	1	34	1	10	0	1	38	1	3	1	2	23	2	7	1	2	32	44
13	3	10	0	10	17	0	10	0	6	8	3	5	0	6	9	2	9	0	8	12	31
14	2	10	0	2	18	0	12	1	2	8	3	12	0	3	19	2	12	1	3	15	33
15	1	7	0	0	15	0	10	0	1	12	1	10	0	2	11	1	9	0	1	13	24
16	1	9	0	0	14	1	9	0	4	13	0	7	0	4	23	1	9	0	3	17	30
17	5	25	0	4	29	1	23	2	3	28	1	12	2	3	19	3	20	2	4	26	55
18	1	11	0	0	6	0	3	3	1	11	0	5	0	1	10	1	7	1	1	9	19
19	1	14	0	4	21	2	10	1	9	21	1	4	1	5	17	2	10	1	6	20	39
20	2	8	0	4	10	5	17	1	3	15	1	8	0	3	14	3	11	1	4	13	32
21	0	13	0	0	7	0	5	0	0	8	1	3	0	0	8	1	7	0	0	8	16

Punto muestreo	1er día de monitoreo					2do día de monitoreo					3er día de monitoreo					Tránsito promedio					
	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1
22	1	12	1	0	8	0	6	0	0	8	1	5	0	0	5	1	8	1	0	7	17
23	0	11	0	0	7	1	5	0	0	10	2	8	0	2	10	1	8	0	1	9	19
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	2	8	1	4	10	0	9	0	3	15	1	6	1	4	13	1	8	1	4	13	27
26	2	12	2	0	23	0	10	2	0	19	1	10	0	0	27	1	11	2	0	23	37
27	0	10	0	25	33	0	21	0	19	13	0	15	1	12	21	0	16	1	19	23	59
28	0	2	0	1	20	1	4	0	0	6	1	3	0	1	6	1	3	0	1	11	16
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	3	1	1	0	0	1	3
30	2	11	1	7	7	2	12	0	5	11	4	6	0	11	10	3	10	1	8	10	32
31	2	1	0	1	6	0	2	0	0	5	0	3	0	0	2	1	2	0	1	5	9
32	2	8	0	8	18	1	14	1	11	23	1	15	0	5	20	2	13	1	8	21	45
33	0	5	0	1	21	2	20	1	0	12	0	5	1	1	9	1	10	1	1	14	27
34	1	9	1	4	29	1	8	0	1	17	1	23	0	3	10	1	14	1	3	19	38
35	2	19	3	2	30	3	41	1	2	41	1	12	2	2	15	2	15	3	2	20	42
36	3	26	1	7	41	2	43	2	1	21	6	30	2	6	29	4	23	2	6	32	67
37	2	10	0	1	14	1	1	4	0	7	1	3	0	0	2	3	6	1	1	8	19
38	0	4	0	0	2	0	4	0	0	0	1	4	0	0	3	1	3	0	0	2	6
39	0	1	0	0	3	0	3	0	0	4	0	1	0	0	3	0	2	0	0	3	5
40	1	4	0	0	3	4	1	0	0	2	0	6	0	0	1	1	5	0	0	2	8
41	1	4	0	1	5	0	1	0	0	6	0	3	0	0	5	1	4	0	1	6	12
42	0	10	0	3	10	4	3	0	6	43	1	3	0	5	9	1	6	0	5	11	23
43	0	5	0	2	9	4	2	0	4	1	1	1	0	3	3	1	3	0	2	6	12
44	8	17	3	4	26	0	6	2	6	46	3	15	4	4	24	4	13	3	5	22	47
Total	72	380	25	119	599	50	349	38	103	478	58	356	26	113	481	74	374	41	126	534	1149
Distribuc.	6,03%	31,80%	2,09%	9,96%	50,13%	4,91%	34,28%	3,73%	10,12%	46,95%	5,61%	34,43%	2,51%	10,93%	46,52%	6,44%	32,55%	3,57%	10,97%	46,48%	

Fuente: Recopilación propia.

Nota: Empleados en los anexos C, D y E.

M1.- Motos, moto taxis, etc.

M2.- Autos, station wagon, camionetas pickup, etc.

M3.- Camiones, remolcadores, volquetes, etc.

M4.- Ómnibus, minibús, etc.

M5.- Taxis

ANEXO D:

Unidades monitoreadas en los 44 puntos de evaluación en el Cercado de Tacna, en el turno de 12:00 a 13:00 h

Punto muestreo	1er día de monitoreo					2do día de monitoreo					3er día de monitoreo					Tránsito promedio					Total
	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	
1	2	22	3	1	12	4	3	4	3	13	4	4	1	1	2	4	10	3	2	9	28
2	3	27	3	3	18	4	22	4	4	17	2	12	0	0	6	3	21	3	3	14	44
3	4	5	2	1	3	4	18	3	4	14	3	5	3	4	14	4	10	3	3	11	31
4	2	8	0	1	14	1	11	2	1	7	0	10	2	5	11	1	10	2	3	11	27
5	0	3	0	4	4	0	4	1	2	1	1	16	2	3	12	1	8	1	3	6	19
6	3	3	2	4	3	2	8	4	7	9	3	2	3	0	12	3	5	3	4	8	23
7	2	2	3	4	7	4	10	2	2	6	2	22	4	4	18	3	12	3	4	11	33
8	1	13	3	4	11	4	2	2	3	8	4	21	0	4	17	3	12	2	4	12	33
9	2	25	0	9	19	1	11	2	4	8	3	23	2	5	15	2	20	2	6	14	44
10	0	1	0	3	1	0	4	0	5	1	0	3	0	3	1	0	3	0	4	1	8
11	1	4	0	1	8	2	1	0	0	1	0	2	0	0	2	1	3	0	1	4	9
12	1	5	0	3	49	5	8	0	2	38	2	7	1	2	18	3	7	1	3	35	49
13	1	16	0	6	16	0	11	0	5	18	1	7	1	4	8	1	12	1	5	14	33
14	0	14	0	4	16	0	11	1	0	12	1	9	1	3	19	1	12	1	3	16	33
15	1	7	0	3	6	1	8	0	3	11	1	11	0	2	12	1	9	0	3	10	23
16	1	14	0	1	21	1	16	1	1	19	1	12	0	4	18	1	14	1	2	20	38
17	2	10	0	12	38	3	17	3	6	35	4	14	0	5	15	3	14	1	8	30	56
18	1	5	1	3	10	1	5	2	2	6	0	2	1	2	6	1	4	2	3	8	18
19	2	5	0	7	22	2	7	0	6	21	0	5	0	5	10	2	6	0	6	18	32
20	2	17	0	6	30	3	8	0	4	3	1	9	0	6	13	2	12	0	6	16	36
21	0	9	0	0	10	2	11	1	0	0	1	4	0	0	9	1	8	1	0	7	17
22	0	8	0	3	8	1	10	0	1	12	1	6	0	1	4	1	8	0	2	8	19

Punto muestreo	1er día de monitoreo					2do día de monitoreo					3er día de monitoreo					Tránsito promedio					
	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1
23	1	9	2	0	7	2	3	1	3	7	3	21	3	2	15	2	11	2	2	10	27
24	1	4	2	2	5	1	12	2	2	9	0	4	0	0	2	1	7	2	2	6	18
25	0	7	0	2	10	1	6	1	3	12	0	10	0	4	11	1	8	1	3	11	24
26	3	7	4	0	17	4	4	4	0	18	3	14	3	0	21	4	9	4	0	19	36
27	0	8	0	8	11	0	15	1	13	23	2	14	0	17	17	1	13	1	13	17	45
28	3	5	1	3	12	0	9	0	4	11	2	2	0	0	6	2	6	1	3	10	22
29	0	4	0	0	2	0	4	0	0	4	0	7	0	0	5	0	5	0	0	4	9
30	0	8	0	2	5	1	11	1	6	9	3	12	0	7	10	2	11	1	5	8	27
31	1	5	2	0	5	1	2	1	0	1	0	2	0	0	1	1	3	1	0	3	8
32	0	10	4	6	12	0	10	3	7	17	3	11	4	7	16	1	11	4	7	15	38
33	0	5	0	1	7	1	8	1	3	6	3	8	1	1	7	2	7	1	2	7	19
34	4	1	0	2	8	4	6	1	4	7	1	5	1	1	9	3	4	1	3	8	19
35	1	6	1	0	11	3	27	4	2	20	0	16	2	0	12	2	17	3	1	15	38
36	3	15	0	7	20	6	26	2	6	20	3	27	0	6	31	4	23	1	7	24	59
37	1	3	0	2	1	0	3	0	1	1	2	21	1	2	17	1	9	1	2	7	20
38	0	1	0	0	0	0	4	0	0	2	0	3	0	0	1	0	3	0	0	1	4
39	1	7	0	0	6	0	0	0	0	4	0	1	0	0	2	1	3	0	0	4	8
40	1	11	1	0	9	1	6	0	0	3	0	5	0	0	3	1	8	1	0	5	15
41	1	2	0	0	4	0	2	0	0	2	1	0	0	0	0	1	2	0	0	2	5
42	0	10	0	3	3	2	9	0	3	6	2	15	0	4	5	2	12	0	4	5	23
43	1	4	0	4	8	1	4	0	5	4	0	5	0	1	2	1	5	0	4	5	15
44	5	18	2	6	16	2	24	2	10	22	2	11	2	4	16	3	18	2	7	18	48
Total	58	373	36	131	505	75	401	56	137	468	65	420	38	119	451	78	415	57	143	487	1180
Distribuc.	5,26%	33,82%	3,26%	11,88%	45,78%	6,60%	35,27%	4,93%	12,05%	41,16%	5,95%	38,43%	3,48%	10,89%	41,26%	6,61%	35,17%	4,83%	12,12%	41,27%	

Fuente: Recopilación propia.

ANEXO E:

Unidades monitoreadas en los 44 puntos de evaluación en el Cercado de Tacna, en el turno de 18:00 a 19:00 h

Punto muestreo	1er día de monitoreo					2do día de monitoreo					3er día de monitoreo					Tránsito promedio					
	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	Total
1	0	2	3	4	6	4	24	0	2	16	3	16	1	3	10	3	14	2	3	11	33
2	4	9	4	3	13	3	29	11	5	21	4	32	3	3	22	4	24	6	4	19	57
3	2	18	2	2	10	0	10	2	1	12	3	10	2	2	8	2	13	2	2	10	29
4	1	1	0	0	1	1	0	0	0	3	0	2	3	4	3	1	1	1	2	3	8
5	0	2	0	4	16	1	9	1	3	14	1	10	1	0	15	1	7	1	3	15	27
6	1	10	2	3	11	2	24	4	3	12	1	13	2	3	19	2	16	3	3	14	38
7	2	8	6	5	19	1	15	2	4	15	0	8	2	2	14	1	11	4	4	16	36
8	1	9	3	0	9	3	29	2	5	33	1	18	0	3	14	2	19	2	3	19	45
9	0	14	2	8	12	1	17	0	2	12	0	11	1	2	15	1	14	1	4	13	33
10	0	1	0	5	3	0	2	0	3	2	0	0	0	1	4	0	1	0	3	3	7
11	1	2	1	0	4	1	2	0	0	6	1	10	1	0	6	1	5	1	0	6	13
12	1	14	0	1	36	4	35	1	1	33	0	5	0	0	20	2	18	1	1	30	52
13	1	7	0	9	15	2	10	0	9	22	3	8	0	2	15	2	9	0	7	18	36
14	4	6	4	4	6	1	8	3	0	4	3	9	2	4	7	3	8	3	3	6	23
15	1	5	0	2	6	1	8	0	3	6	0	7	1	0	8	1	7	1	2	7	18
16	0	10	0	4	11	1	15	0	0	14	0	12	1	0	17	1	13	1	2	14	31
17	0	17	1	6	6	2	10	4	6	24	1	8	0	2	15	1	12	2	5	15	35
18	0	9	0	1	14	1	14	0	1	12	0	4	0	1	11	1	9	0	1	13	24
19	4	5	0	7	23	2	13	2	7	28	0	3	0	6	14	2	7	1	7	22	39
20	0	12	1	6	15	2	11	0	6	19	2	7	0	1	19	2	10	1	5	18	36
21	0	7	0	1	4	1	5	0	0	8	1	7	0	0	5	1	7	0	1	6	15
22	0	6	0	1	4	1	3	0	0	6	4	33	3	2	12	2	14	1	1	8	26

Punto muestreo	1er día de monitoreo					2do día de monitoreo					3er día de monitoreo					Tránsito promedio					
	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1
23	0	5	0	0	5	2	5	2	0	8	1	35	3	0	21	1	15	2	0	12	30
24	0	3	4	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	8
25	0	3	0	0	8	1	14	0	3	12	0	11	0	4	14	1	10	0	3	12	26
26	0	8	0	0	12	1	16	0	0	25	3	32	2	4	21	2	19	1	2	20	44
27	0	1	0	8	29	2	15	0	20	19	0	6	0	12	29	1	8	0	14	26	49
28	0	7	0	0	13	2	8	0	0	9	0	2	0	0	7	1	6	0	0	10	17
29	0	2	0	0	1	0	4	0	0	3	2	8	1	0	7	1	5	1	0	4	11
30	1	10	1	3	17	1	10	1	6	14	2	11	1	5	10	2	11	1	5	14	33
31	0	6	4	1	7	0	3	4	1	3	3	29	1	3	14	1	13	3	2	8	27
32	0	6	0	4	11	0	13	0	6	15	0	16	6	1	19	0	12	2	4	15	33
33	0	4	0	0	8	2	5	0	0	9	1	4	0	2	12	1	5	0	1	10	17
34	2	19	0	2	7	0	3	0	1	4	0	8	0	0	14	1	10	0	1	9	21
35	3	13	0	0	15	3	17	1	2	26	2	12	0	0	14	3	14	1	1	19	38
36	0	14	0	6	15	0	20	2	3	10	1	26	0	6	15	1	20	1	5	14	41
37	0	1	0	0	3	1	2	0	0	3	0	4	0	0	2	1	3	0	0	3	7
38	0	2	1	0	2	0	5	0	0	3	1	3	0	0	3	1	4	1	0	3	9
39	1	28	3	3	17	0	0	0	0	3	0	3	0	0	2	1	11	1	1	8	22
40	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	0	0	6	0	4	0	0	3	7
41	1	3	0	0	1	0	4	0	0	5	0	1	0	0	5	1	3	0	0	4	8
42	0	5	0	4	9	1	9	0	7	14	0	10	0	7	18	1	8	0	6	14	29
43	1	10	0	1	8	0	5	0	2	5	1	2	0	2	3	1	6	0	2	6	15
44	2	11	2	3	17	4	13	2	4	19	5	35	2	10	24	4	20	2	6	20	52
Total	34	337	44	116	457	55	464	44	116	532	50	499	39	97	533	62	447	52	121	523	1205
Distribuc.	3,44%	34,11%	4,45%	11,74%	46,26%	4,54%	38,32%	3,63%	9,58%	43,93%	4,11%	40,97%	3,20%	7,96%	43,76%	5,15%	37,10%	4,32%	10,04%	43,40%	

Fuente: Recopilación propia.

ANEXO F:

Lectura de ruidos en dB de los 44 puntos de evaluación en el Cercado de Tacna de 7:00 a 8:00 horas (las 18 primeras mediciones)

Punto	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18
1	74,9	75,5	78,3	75,9	77,0	81,4	77,9	73,5	76,7	76,4	78,1	75,3	75,6	77,7	78,0	78,0	75,9	75,2
2	75,7	74,9	74,4	76,1	73,5	75,8	72,5	73,6	76,2	73,3	73,8	70,9	76,4	72,5	73,3	74,7	76,4	74,0
3	71,7	74,2	73,2	70,6	72,1	71,9	72,9	74,7	74,2	69,6	75,2	71,9	74,4	76,0	71,1	72,6	74,4	73,6
4	71,7	70,5	70,2	73,5	74,1	70,8	74,4	71,7	72,5	76,4	76,8	78,2	80,3	81,4	73,0	75,3	71,7	74,1
5	65,3	61,0	67,9	64,1	62,7	60,2	58,3	57,3	58,7	59,9	68,4	62,6	67,2	62,8	60,5	63,2	63,3	62,2
6	71,1	71,1	70,6	68,9	71,1	67,2	71,2	71,4	66,5	69,5	66,5	69,4	65,6	72,6	68,1	70,2	72,6	70,7
7	76,3	74,4	71,7	74,6	77,1	72,8	74,0	75,0	75,9	75,4	75,7	74,3	72,5	75,1	75,4	74,9	71,5	71,7
8	70,6	72,9	70,2	71,1	71,0	71,0	70,2	68,0	73,0	72,2	69,6	72,1	69,6	70,6	69,7	69,4	73,9	70,3
9	70,8	73,2	73,7	74,5	73,8	72,5	73,0	71,3	72,6	72,4	72,6	72,3	72,2	73,0	74,4	72,4	71,5	74,1
10	69,7	64,3	71,5	63,3	65,7	67,2	71,2	66,7	68,1	68,1	69,5	68,7	70,2	67,2	70,5	68,0	69,2	68,2
11	72,4	64,0	70,0	63,8	63,2	65,2	72,7	62,7	63,5	68,8	63,7	64,9	62,1	59,7	60,3	67,2	61,7	67,2
12	79,4	76,2	73,7	73,5	79,3	74,6	72,0	73,3	75,8	77,7	77,9	73,8	84,4	77,6	74,9	75,5	79,3	78,9
13	79,2	77,1	79,6	77,5	73,9	72,7	76,4	77,7	73,5	77,1	81,4	78,1	74,4	80,6	77,5	79,8	74,7	76,4
14	84,5	85,6	66,9	74,2	91,4	86,7	72,7	79,0	94,4	68,3	74,6	79,7	74,6	79,7	82,6	79,0	86,3	78,2
15	67,5	65,0	64,4	66,2	61,1	64,1	64,4	65,6	61,7	59,6	74,3	68,9	68,3	74,3	70,7	63,5	70,4	68,6
16	76,9	79,0	75,7	84,8	77,5	72,0	77,1	68,0	80,4	74,2	65,0	78,2	83,7	82,6	77,1	75,3	69,8	79,3
17	80,6	81,1	76,3	76,4	74,9	76,5	78,0	76,1	80,3	81,8	80,6	83,1	81,7	80,0	81,0	78,8	78,8	80,0
18	71,8	71,0	69,3	65,5	64,3	72,7	74,4	70,6	71,2	73,4	74,9	72,5	72,1	70,8	69,5	71,1	73,3	67,1
19	80,6	80,2	79,1	79,5	82,3	76,2	81,8	80,7	74,3	80,8	82,3	88,7	79,6	78,8	81,2	84,2	81,6	82,5
20	72,4	73,4	75,7	72,2	73,0	75,9	74,4	74,1	74,3	70,7	68,6	76,7	73,7	73,6	69,9	66,9	72,3	69,5
21	71,5	71,4	69,0	70,5	75,0	72,4	63,1	67,1	66,0	70,0	68,7	68,3	68,2	67,8	68,9	68,8	69,7	72,6

Punto	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18
22	70,8	83,9	74,3	80,4	79,1	76,0	75,6	67,6	73,2	69,4	81,7	73,6	77,6	76,9	82,3	81,1	76,5	81,6
23	67,3	74,3	70,2	69,3	79,6	80,6	76,5	77,2	71,9	71,5	68,1	77,1	71,0	76,8	77,1	79,4	76,3	75,7
24	51,8	51,3	56,0	56,1	53,8	62,2	55,0	54,3	61,9	65,4	57,3	54,3	54,2	64,4	55,3	60,9	53,4	53,2
25	75,9	76,9	76,3	74,8	75,3	79,3	74,6	75,7	77,7	77,7	72,9	72,6	75,9	73,4	73,9	75,9	75,2	75,0
26	73,2	73,8	73,6	74,3	72,0	72,8	72,4	71,4	72,9	74,2	73,7	72,4	74,0	75,2	71,7	70,2	71,2	69,0
27	74,4	72,7	75,9	80,1	81,3	78,7	77,7	76,8	78,6	76,7	84,2	80,4	81,3	79,6	79,0	78,9	78,1	78,3
28	71,2	69,5	74,4	73,9	74,3	71,9	67,2	68,6	72,7	73,0	68,2	69,8	68,0	67,7	70,0	65,7	65,2	70,4
29	60,7	57,0	58,9	58,3	59,3	56,8	55,4	58,7	64,2	59,0	55,4	57,5	59,6	56,0	57,8	55,8	57,5	55,6
30	75,5	74,4	72,0	69,4	71,8	74,0	74,9	71,2	71,4	70,7	72,4	73,9	72,4	78,3	75,9	74,3	74,7	72,7
31	67,5	67,6	70,6	65,6	64,6	63,4	72,4	66,9	70,2	77,4	79,0	76,1	73,1	69,8	67,7	65,4	66,2	68,0
32	77,5	76,9	75,2	77,1	73,9	76,1	83,4	77,4	76,0	74,0	73,3	86,0	71,8	73,6	71,2	75,3	72,9	73,3
33	76,5	73,9	77,3	77,1	79,6	75,8	74,8	74,8	72,6	71,5	74,9	77,6	71,3	73,0	76,4	76,3	74,7	76,1
34	76,6	78,2	71,9	72,4	72,6	73,9	75,2	74,3	71,4	72,3	75,2	77,2	74,0	75,6	78,7	80,2	75,5	73,4
35	75,9	72,7	75,7	74,4	79,0	75,2	79,9	78,8	73,0	69,4	67,5	65,4	79,1	80,8	75,3	81,1	79,1	82,3
36	81,8	86,7	82,4	84,0	82,8	80,5	82,7	80,1	83,0	83,5	80,3	76,8	78,6	83,4	84,4	85,7	84,0	89,6
37	71,8	71,7	73,0	68,2	67,7	73,4	67,3	67,1	67,7	68,2	67,1	63,8	68,0	65,8	70,9	63,1	64,8	73,4
38	64,0	58,3	59,3	48,2	52,8	65,2	62,3	59,2	50,5	61,1	56,5	59,9	56,3	59,9	59,7	63,9	66,7	64,7
39	64,0	63,4	60,6	61,4	65,0	63,9	61,2	61,4	57,5	57,4	63,8	64,3	65,7	59,6	58,1	56,7	54,0	49,5
40	59,1	61,0	60,6	61,4	56,5	56,6	59,4	60,0	60,3	58,8	57,8	65,6	69,9	67,4	57,7	58,1	58,8	58,9
41	65,4	65,7	73,6	69,8	70,5	74,6	72,4	70,1	69,6	70,0	72,1	72,8	75,7	72,4	68,5	70,3	62,7	62,0
42	75,7	73,4	76,0	77,7	79,3	78,9	81,3	79,2	73,9	78,2	80,1	81,6	79,9	78,6	76,1	79,6	77,9	79,2
43	69,8	72,5	72,0	72,5	70,1	73,4	73,2	74,6	72,1	78,1	70,9	73,8	71,9	77,6	70,2	68,6	68,6	72,4
44	79,1	79,0	78,1	75,0	74,4	75,4	74,3	75,0	78,4	77,8	76,5	74,6	74,3	75,8	75,0	74,0	74,9	76,3

Fuente: Recopilación propia.

Nota: L1 a L18 = Son las 18 primeras lecturas en un punto de evaluación.

Continuación del ANEXO F

Lectura de ruidos en dB de los 44 puntos de evaluación en el Cercado de Tacna de 7:00 a 8:00 horas (las 18 últimas mediciones)

Punto	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30	L31	L32	L33	L34	L35	L36
1	75,2	78,2	74,7	78,9	75,7	80,6	78,3	77,8	75,2	77,1	74,4	75,7	77,4	77,1	75,4	76,4	76,2	76,7
2	75,9	71,7	74,6	74,7	75,1	78,3	72,8	75,6	78,0	77,8	74,9	71,3	72,9	75,7	72,7	73,0	74,1	74,0
3	76,3	72,1	74,9	74,2	71,2	75,5	71,2	73,7	75,3	76,0	72,2	75,4	72,6	76,9	74,5	73,7	71,4	71,9
4	75,6	75,4	73,6	72,6	71,6	71,5	71,6	74,3	74,9	75,0	72,1	75,9	74,1	75,0	81,8	74,7	73,2	74,1
5	65,9	65,2	66,6	65,9	68,5	69,6	69,2	68,2	65,0	70,3	64,6	61,6	59,8	69,3	60,3	62,8	66,6	64,0
6	68,5	70,3	68,1	66,7	71,6	67,2	70,0	70,1	69,6	69,1	69,0	66,4	69,4	67,1	68,8	70,0	69,5	70,7
7	75,3	74,8	75,3	73,3	74,3	74,4	72,9	70,7	73,8	73,5	73,2	75,4	72,3	74,5	75,1	73,4	71,0	74,6
8	72,6	69,3	70,6	73,0	70,7	70,6	72,4	69,5	71,4	71,3	71,4	69,5	71,4	72,6	70,8	68,9	71,2	71,5
9	71,2	73,0	72,9	74,0	72,3	72,7	73,3	71,5	76,0	74,3	75,3	70,3	76,7	71,4	74,4	73,4	72,8	70,8
10	66,3	72,0	71,7	68,2	68,3	65,2	69,0	78,4	69,2	69,0	67,3	71,5	65,2	67,5	71,6	69,8	71,6	74,8
11	66,0	66,2	63,9	63,5	63,3	63,7	64,1	66,2	63,8	64,6	64,9	62,3	62,6	64,5	62,4	64,6	63,1	59,1
12	73,8	74,2	75,7	76,8	78,2	77,1	75,6	75,1	72,1	81,2	74,7	73,7	76,4	72,6	74,5	73,8	73,0	78,5
13	79,3	80,6	79,8	81,4	79,3	77,7	74,1	75,1	73,1	73,9	74,0	74,0	74,1	74,6	73,3	77,7	75,1	73,2
14	80,1	80,8	85,2	88,1	83,0	84,5	81,2	86,3	88,1	79,7	85,2	74,2	75,7	74,2	73,5	77,5	83,4	86,3
15	62,0	69,2	63,5	73,4	59,9	68,6	65,9	70,1	67,4	76,1	62,6	72,5	60,5	72,8	64,7	62,9	58,7	70,7
16	79,7	76,4	74,6	71,3	80,4	81,5	70,2	83,4	77,1	80,8	83,0	84,8	78,6	81,2	70,5	79,7	76,0	79,0
17	81,4	79,9	76,4	76,5	83,4	80,1	79,2	80,6	80,7	82,9	81,0	82,9	77,4	75,2	76,0	75,0	75,8	75,4
18	64,2	70,8	70,5	63,9	64,7	68,1	61,9	66,9	67,9	71,5	69,8	67,6	69,4	70,2	69,8	70,1	72,4	72,6
19	77,6	82,5	79,0	76,4	80,5	81,4	75,1	74,1	74,4	75,9	78,2	77,1	80,1	79,3	75,9	76,2	77,8	75,5
20	69,5	74,6	76,0	69,8	69,6	71,7	73,8	76,3	71,6	71,1	71,7	72,9	70,6	73,3	75,4	72,9	71,4	74,8
21	71,3	65,7	66,5	68,0	69,5	66,7	67,3	66,0	68,6	68,9	69,0	64,7	64,7	61,7	61,9	68,1	74,1	70,4

Punto	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30	L31	L32	L33	L34	L35	L36
22	78,9	69,7	80,0	78,8	86,4	70,9	77,3	76,0	83,5	77,6	69,4	88,9	81,3	70,8	72,8	77,8	76,2	78,7
23	78,6	79,9	76,1	78,5	65,4	72,5	71,8	71,6	65,7	71,8	74,6	69,8	73,6	67,0	72,0	71,5	78,3	71,0
24	53,3	54,8	57,9	53,7	63,1	53,2	55,2	54,2	53,2	54,0	56,2	54,3	62,0	55,7	53,2	55,3	53,2	53,4
25	70,8	73,7	75,8	75,8	73,4	78,3	73,8	74,4	74,7	73,3	73,9	84,8	77,3	77,4	72,0	72,1	71,9	74,8
26	67,8	69,8	72,0	77,1	71,8	80,5	73,1	74,2	71,6	75,8	73,2	70,5	77,8	73,3	76,0	76,4	72,4	72,2
27	77,1	77,1	77,9	76,0	81,1	77,2	77,8	75,6	80,6	79,2	78,8	82,9	78,2	78,7	79,8	81,8	83,1	82,7
28	69,8	74,4	63,9	68,2	65,8	70,1	69,0	79,4	71,3	74,5	66,5	69,7	67,9	67,2	66,7	71,4	74,4	71,8
29	55,4	56,7	60,7	58,1	56,6	55,5	58,3	56,2	59,1	54,4	59,5	54,0	55,5	70,6	55,0	56,8	55,5	59,0
30	73,5	74,1	80,3	79,6	77,3	73,4	74,8	71,3	74,0	71,9	73,8	73,7	70,5	68,3	75,9	75,2	73,0	73,3
31	69,2	65,1	66,3	65,3	68,3	74,4	72,2	72,9	66,0	64,8	66,2	70,9	72,2	67,8	68,4	70,0	67,7	67,1
32	73,3	75,8	76,5	78,4	76,3	76,8	76,9	74,5	74,0	73,8	76,1	75,7	74,1	78,1	76,1	79,5	80,8	79,2
33	78,5	73,5	71,4	70,1	74,8	75,1	73,9	78,8	75,7	70,2	69,4	70,2	73,3	78,6	78,6	75,0	72,9	74,3
34	72,5	75,3	70,3	72,7	73,2	71,1	70,0	70,3	68,9	73,0	72,5	70,8	71,4	71,3	67,5	71,0	71,3	71,0
35	75,3	81,8	78,1	80,6	73,0	67,0	66,4	73,8	72,8	77,8	75,7	84,3	72,6	76,5	81,8	83,2	82,4	84,8
36	82,8	80,5	85,5	85,5	76,5	74,7	76,9	80,4	76,8	81,0	81,3	77,7	75,4	76,6	78,9	82,9	79,1	82,3
37	70,9	70,6	67,8	71,0	69,4	72,0	68,4	68,3	67,0	76,8	68,2	69,5	69,7	67,8	74,6	70,2	76,0	64,4
38	64,9	56,3	55,6	57,5	55,3	59,9	53,6	53,5	56,6	50,7	54,5	61,1	61,7	60,6	57,0	57,6	60,1	56,3
39	49,3	50,6	49,2	48,4	48,5	47,4	50,1	48,9	57,8	60,4	58,9	60,4	59,3	59,6	58,5	56,6	56,2	54,1
40	61,9	66,9	61,6	60,6	61,2	70,7	60,1	59,2	64,6	65,1	60,8	61,8	65,5	61,4	64,1	60,6	62,1	64,5
41	62,4	67,2	75,8	65,4	62,3	61,1	57,8	58,2	52,8	59,8	57,1	55,8	54,9	60,1	62,7	64,1	66,5	67,1
42	80,4	77,2	76,8	74,6	75,9	76,0	76,9	74,5	74,0	76,6	74,5	77,7	76,9	76,6	82,6	79,9	78,3	82,3
43	70,6	67,4	68,9	66,1	70,8	71,8	73,2	71,3	67,6	76,5	71,4	74,5	71,4	70,1	73,6	73,8	69,7	72,4
44	77,2	79,4	78,2	79,1	77,4	77,4	77,5	76,8	79,8	76,7	74,5	72,5	73,3	72,5	76,9	75,5	77,8	76,6

Fuente: Recopilación propia.

Nota: L19 a L36 = Son las 18 últimas lecturas en un punto de evaluación.

ANEXO G

Lectura de ruidos en dB de los 44 puntos de evaluación en el Cercado de Tacna de 12:00 a 13:00 horas (las 18 primeras mediciones)

Punto	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18
1	76,1	77,3	75,8	73,7	73,7	68,1	75,0	75,2	78,4	73,5	73,3	76,1	72,5	76,7	77,9	72,5	75,8	72,9
2	80,1	78,4	76,1	79,9	78,7	81,6	78,1	81,3	81,4	75,6	80,2	77,2	82,1	75,4	79,8	79,1	77,8	81,6
3	77,0	75,8	77,9	71,8	76,4	80,6	77,5	71,5	80,1	77,1	79,1	76,7	78,7	74,9	74,3	71,2	78,3	69,1
4	72,7	73,5	77,0	74,4	71,0	73,0	75,7	77,3	75,9	77,5	80,8	76,0	70,2	71,5	68,1	68,2	67,1	71,9
5	72,6	62,9	71,6	67,0	71,4	66,6	66,7	65,8	67,2	64,3	61,4	67,4	69,2	61,9	67,3	66,3	68,0	63,5
6	70,1	73,3	71,2	70,9	75,9	72,7	70,1	67,8	73,4	68,6	73,3	74,4	70,2	73,9	68,7	69,3	73,5	76,6
7	84,2	83,0	77,3	79,5	77,5	76,0	72,7	76,0	79,9	80,1	78,4	79,5	77,9	82,2	79,6	79,6	81,4	76,6
8	79,6	82,3	81,5	81,9	85,9	85,6	76,8	77,5	85,2	75,7	77,9	81,2	83,7	79,0	79,3	79,7	77,5	78,2
9	82,2	77,9	80,1	78,2	76,0	86,3	80,4	83,0	87,0	80,8	81,9	76,4	86,3	79,0	80,8	84,1	83,0	80,4
10	62,7	62,8	67,6	68,2	69,9	65,5	64,4	65,2	64,7	65,9	66,1	66,1	70,6	70,0	70,6	72,8	74,3	74,1
11	63,8	65,2	67,7	68,3	68,5	67,0	68,4	63,5	66,2	66,1	62,9	63,5	66,1	63,3	59,8	73,7	65,2	65,4
12	79,8	76,4	73,0	77,6	77,5	75,5	75,3	80,6	73,6	79,4	79,4	74,3	75,1	74,3	79,1	83,4	82,8	76,6
13	76,5	77,9	75,4	75,7	74,4	70,2	74,6	75,1	73,4	75,7	72,7	72,2	75,0	76,4	77,4	76,5	77,9	76,0
14	80,8	73,5	75,3	73,8	80,1	75,7	73,8	73,1	73,5	80,8	73,5	87,0	79,3	80,8	71,3	86,7	73,8	74,2
15	70,1	63,5	68,3	70,1	73,1	70,7	68,6	61,8	65,6	63,5	75,5	70,4	66,4	69,5	65,6	70,8	63,5	64,1
16	80,7	74,9	79,3	88,1	74,2	77,5	76,0	74,9	88,5	85,9	79,7	69,4	74,6	77,1	70,2	89,6	74,2	85,2
17	81,9	78,3	79,8	79,9	76,4	77,5	78,0	77,3	75,1	75,8	74,2	78,8	77,4	84,4	80,5	81,5	80,0	79,9
18	74,0	73,3	69,8	70,7	74,9	75,2	72,8	75,4	70,9	76,9	77,2	71,9	65,4	65,1	67,4	72,7	70,4	73,3
19	83,0	83,2	82,9	77,4	78,2	77,9	82,7	75,6	80,8	77,5	75,4	74,1	72,8	76,2	80,3	80,8	77,6	75,8
20	76,0	74,0	72,5	74,8	74,7	70,9	79,3	75,3	73,8	73,5	72,9	71,7	73,1	70,1	75,4	72,0	75,9	76,6
21	72,6	67,1	67,8	67,4	68,1	64,3	64,8	64,4	61,6	63,3	68,6	67,9	69,5	77,1	75,3	63,3	62,9	61,0

Punto	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18
22	72,3	69,0	76,5	88,7	67,4	65,9	74,0	76,3	67,7	74,0	70,3	81,5	81,4	83,8	75,9	70,1	76,4	71,7
23	74,1	64,3	82,5	74,1	68,5	80,6	74,0	77,6	85,0	77,2	75,2	71,8	79,5	82,0	66,4	61,8	73,3	73,9
24	57,9	64,1	63,8	64,0	60,6	63,1	61,8	69,7	65,4	63,3	62,8	61,8	59,9	61,9	59,1	65,0	60,6	60,9
25	73,2	71,3	70,1	70,6	70,2	66,5	68,2	73,1	78,3	75,2	73,2	74,7	72,3	70,8	76,5	72,5	70,8	72,6
26	81,4	76,5	74,7	79,4	75,7	70,1	76,0	75,2	73,8	74,1	76,0	75,7	76,7	77,3	78,9	78,2	81,5	76,7
27	77,7	75,8	75,1	80,5	75,6	75,8	76,0	76,9	73,7	77,0	75,5	72,7	72,0	70,6	71,6	77,5	72,1	72,6
28	75,5	71,6	70,4	72,1	79,8	78,2	76,8	76,3	76,6	74,4	66,5	64,4	64,0	66,5	63,1	68,0	73,0	68,4
29	67,0	67,4	69,5	67,4	64,5	67,8	63,5	65,6	65,5	65,1	64,5	68,3	63,7	66,8	67,0	66,5	64,9	70,3
30	75,9	69,6	68,8	72,3	71,1	73,4	74,5	81,1	75,2	75,5	78,6	77,2	75,2	74,4	73,8	73,4	73,0	72,2
31	67,1	66,3	65,1	70,4	66,7	68,9	63,8	61,6	63,8	60,4	63,0	60,7	62,8	63,5	65,8	59,9	64,2	68,1
32	75,7	73,8	73,2	73,0	72,6	73,2	70,6	73,2	74,9	76,3	75,8	75,0	75,6	78,4	76,1	74,1	73,3	75,8
33	73,7	71,8	69,8	69,7	68,9	70,6	78,0	73,9	70,6	69,9	67,9	68,6	73,3	77,5	73,4	71,0	76,3	82,3
34	73,4	69,4	68,5	71,0	70,2	74,1	70,6	70,8	73,1	71,5	69,6	70,3	73,3	71,3	72,2	69,7	71,1	74,9
35	73,1	74,6	72,2	69,8	72,3	64,9	67,0	74,1	68,0	68,4	71,6	66,7	72,4	73,6	77,4	77,5	77,4	85,8
36	84,3	82,3	86,9	80,9	84,9	87,6	82,8	80,9	78,7	84,7	86,3	80,8	81,7	78,5	84,2	82,1	83,1	83,8
37	67,9	68,3	67,7	68,8	67,6	65,9	62,7	67,5	64,4	61,9	63,0	67,8	69,1	67,4	66,8	70,6	65,9	67,0
38	54,8	63,9	49,2	52,6	53,0	60,5	51,7	51,9	63,9	65,7	57,6	57,3	52,8	54,0	52,8	54,4	56,0	53,8
39	55,9	57,0	56,4	57,3	59,8	56,3	58,0	60,0	58,5	64,5	58,7	60,3	69,9	67,1	64,4	60,7	61,5	72,9
40	62,2	68,2	60,2	74,4	59,8	61,4	63,4	66,3	62,2	65,7	67,1	62,8	61,3	64,3	63,8	66,6	61,5	62,1
41	62,9	60,6	61,2	59,9	60,0	57,4	61,7	58,0	59,3	61,9	61,8	59,5	62,4	59,5	66,0	66,1	70,7	65,8
42	81,2	80,2	83,8	77,9	77,4	73,5	71,8	74,1	74,0	78,8	78,1	80,5	73,4	74,2	74,9	78,9	81,5	84,1
43	73,3	73,0	66,3	67,4	74,1	75,6	79,0	76,6	74,5	69,9	66,4	71,8	76,9	71,2	78,1	77,4	76,4	79,0
44	81,3	75,0	75,2	74,4	78,2	81,3	78,4	78,9	80,5	77,9	75,7	79,5	77,8	77,3	78,1	75,7	76,3	77,8

Fuente: Recopilación propia.

Nota: L1 a L18 = Son las 18 primeras lecturas en un punto de evaluación.

Continuación del ANEXO G

Lectura de ruidos en dB de los 44 puntos de evaluación en el Cercado de Tacna de 12:00 a 13:00 horas (las 18 últimas mediciones)

Punto	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30	L31	L32	L33	L34	L35	L36
1	73,7	72,7	76,7	77,6	75,4	80,0	72,4	75,8	73,7	72,2	76,0	78,1	76,0	76,8	73,6	72,8	74,9	78,7
2	77,1	76,3	79,9	82,0	79,6	77,4	79,5	75,9	78,2	79,6	78,8	86,5	75,6	80,5	76,1	79,9	75,8	76,1
3	75,2	78,1	75,1	77,4	80,3	75,4	76,0	73,5	76,7	75,0	77,8	72,2	79,7	80,6	82,1	76,9	75,2	79,5
4	71,2	70,4	71,1	67,8	71,4	72,9	70,1	72,6	73,0	71,7	71,8	71,4	70,8	73,5	70,7	68,5	68,5	72,0
5	63,2	73,9	70,6	64,7	67,0	67,3	66,6	63,8	58,3	61,0	64,1	66,1	65,5	77,6	71,3	67,0	66,5	68,6
6	73,3	71,5	70,5	74,5	69,9	65,1	72,7	71,5	67,3	73,1	70,8	66,7	71,0	70,2	69,2	74,2	72,2	68,2
7	75,5	83,0	80,0	78,9	77,8	73,6	80,3	79,2	80,5	80,5	79,5	79,8	78,7	74,3	79,5	76,9	83,1	75,5
8	79,0	78,2	77,9	85,6	79,7	79,3	78,6	74,6	78,6	79,3	80,1	76,4	76,4	81,2	85,2	80,4	77,5	81,5
9	78,6	87,0	80,1	80,1	87,0	84,5	79,0	80,8	79,3	80,4	85,9	78,6	76,8	84,8	81,5	80,1	75,3	73,8
10	69,8	68,7	69,4	69,7	66,2	61,8	66,0	61,9	64,2	61,4	60,5	62,5	68,2	73,3	71,0	69,6	70,2	74,2
11	68,7	68,4	66,4	64,3	65,7	68,0	76,0	66,5	68,2	72,7	65,9	68,1	64,7	66,5	69,4	69,6	67,6	68,3
12	78,9	74,9	76,6	76,1	76,9	80,2	78,5	77,0	78,8	76,3	75,5	77,5	77,2	79,8	82,4	78,8	76,1	76,9
13	73,6	72,1	72,0	75,3	76,0	81,0	77,9	73,6	71,5	71,2	76,1	77,9	74,0	75,2	73,6	75,3	76,2	73,6
14	70,9	79,7	72,0	80,1	82,3	77,5	81,9	76,4	78,6	83,0	84,1	73,8	75,3	79,0	82,6	84,8	74,2	75,3
15	65,9	71,3	71,9	65,6	65,1	66,3	64,7	60,9	62,9	63,2	71,4	68,3	71,3	68,9	63,5	68,3	68,9	65,6
16	73,5	75,3	76,4	82,3	72,4	66,1	72,4	79,0	83,0	84,8	89,6	82,6	79,3	71,3	74,6	73,5	83,4	64,7
17	79,0	80,2	77,0	82,6	78,0	77,2	77,6	76,5	80,2	76,9	77,1	75,9	76,6	75,1	77,9	78,1	77,3	79,1
18	68,9	73,0	71,4	68,8	71,9	64,9	72,1	64,4	66,9	71,4	69,4	66,6	67,0	69,9	70,7	69,5	67,3	71,4
19	80,1	83,8	79,2	81,1	82,6	80,3	79,0	77,5	75,3	75,4	75,9	80,7	77,4	78,1	77,3	78,7	82,4	85,2
20	79,0	77,6	70,5	76,0	73,9	72,1	69,3	77,5	74,1	75,2	76,7	74,5	73,9	77,5	74,8	74,9	78,4	77,1
21	60,3	62,0	69,5	63,8	62,4	64,4	67,3	68,2	72,3	73,7	68,2	71,9	69,2	71,0	66,8	72,6	67,3	68,7

Punto	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30	L31	L32	L33	L34	L35	L36
22	77,9	71,6	71,9	77,5	60,9	81,0	73,5	73,0	65,9	77,0	78,8	72,5	75,4	81,2	69,1	70,3	83,6	82,6
23	82,9	85,3	73,0	76,3	77,5	80,5	74,3	75,9	73,3	79,0	83,3	71,0	59,5	72,4	72,8	72,6	80,5	64,4
24	71,5	64,7	68,1	65,9	65,1	64,3	66,6	73,4	64,3	61,8	61,6	65,2	65,2	63,0	69,0	63,2	61,9	58,2
25	68,5	69,3	73,4	71,0	71,9	76,2	75,1	70,8	76,4	78,3	76,2	74,1	73,1	76,1	78,7	78,8	75,9	74,3
26	76,6	82,8	77,7	75,1	78,1	75,5	73,0	77,9	74,2	75,0	79,2	76,4	79,3	73,8	74,5	75,0	81,9	79,6
27	73,1	71,9	72,9	73,6	72,0	71,9	74,5	73,6	72,3	72,6	72,9	73,5	79,3	76,0	80,1	75,2	77,8	76,5
28	70,6	70,9	72,4	68,6	68,6	69,3	72,0	70,9	72,0	72,0	69,9	69,0	68,8	68,1	70,0	76,6	75,3	75,9
29	67,8	71,8	71,8	70,2	72,3	72,9	73,0	71,8	70,0	68,8	70,0	69,4	74,1	69,4	67,1	68,9	68,9	63,6
30	68,6	66,8	70,6	73,9	71,8	71,7	69,1	73,3	76,9	77,1	79,3	67,8	75,6	72,4	70,7	73,4	70,8	77,3
31	70,3	69,7	70,0	65,5	64,8	68,7	67,8	67,0	67,8	70,5	66,4	64,1	64,6	63,9	66,7	68,0	64,4	66,9
32	72,3	78,8	77,3	76,3	75,2	74,8	77,1	75,2	73,2	74,3	74,2	77,8	71,3	76,2	74,8	69,5	73,1	77,4
33	77,5	77,6	73,5	73,3	71,0	68,8	68,7	67,5	66,5	66,9	69,3	70,4	72,6	71,1	71,9	69,6	68,6	66,9
34	72,2	69,2	67,8	66,5	67,7	66,5	67,2	70,4	71,5	69,0	71,3	71,6	72,2	68,9	66,5	66,8	65,4	74,9
35	78,1	78,3	69,7	75,7	69,6	67,7	76,0	74,6	80,0	74,4	72,3	73,4	70,1	72,4	70,7	71,2	82,1	79,1
36	82,3	78,4	82,9	84,3	80,8	83,5	83,6	88,2	86,4	84,8	82,1	81,0	82,3	83,5	81,8	80,9	83,3	82,4
37	73,4	69,9	70,4	71,0	69,9	68,3	70,3	71,9	72,1	72,4	77,8	75,7	73,8	69,7	67,1	64,9	68,6	67,0
38	49,3	55,5	59,2	54,4	57,3	62,6	55,8	65,5	54,1	53,6	51,0	52,6	61,8	55,7	57,4	60,2	55,2	52,9
39	63,3	59,0	57,8	66,2	61,5	73,6	66,2	61,8	62,5	64,5	58,7	56,9	55,6	54,9	54,4	55,4	61,8	61,5
40	66,5	57,7	58,9	61,0	67,0	67,0	67,6	61,7	61,9	62,1	62,6	62,7	57,0	70,2	60,3	69,8	63,2	68,2
41	66,9	66,8	67,2	66,3	66,0	70,0	56,7	62,1	56,8	59,7	57,2	63,0	55,7	53,5	60,9	64,4	58,6	57,0
42	82,3	77,5	75,9	74,2	76,6	76,8	80,4	80,5	79,3	78,3	77,9	75,5	79,4	80,6	79,5	76,6	74,2	71,4
43	76,9	76,6	75,0	78,5	71,8	71,8	71,5	68,7	66,0	68,5	70,4	68,4	71,2	69,9	73,7	68,0	67,8	69,0
44	76,7	75,3	72,7	74,3	73,5	76,0	79,2	81,7	76,5	75,4	78,8	73,4	74,4	74,3	73,6	74,8	75,4	75,7

Fuente: Recopilación propia.

Nota: L19 a L36 = Son las 18 últimas lecturas en un punto de evaluación.

ANEXO H

Lectura de ruidos en dB de los 44 puntos de evaluación en el Cercado de Tacna de 18:00 a 19:00 horas (las 18 primeras mediciones)

Punto	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18
1	75,5	73,2	75,1	79,7	79,0	78,8	76,2	73,7	79,9	73,6	73,9	78,5	74,0	76,0	78,0	77,4	78,9	74,0
2	78,7	77,8	83,7	78,6	78,7	76,7	79,4	79,5	79,8	80,5	84,2	79,4	75,7	81,1	83,8	77,7	76,5	82,2
3	80,0	83,1	83,7	83,0	81,7	85,9	79,6	84,7	84,7	80,3	76,1	81,8	78,0	78,4	80,0	83,2	80,5	77,4
4	59,2	56,6	58,7	54,7	51,9	53,0	52,8	53,3	55,3	63,4	56,1	64,8	64,8	61,9	57,2	57,3	57,1	61,8
5	74,6	78,6	80,9	76,9	75,7	75,3	71,7	81,1	76,8	79,1	75,6	77,9	77,9	78,6	75,1	77,5	77,1	75,0
6	79,7	78,4	77,1	76,3	76,6	71,2	76,0	76,5	80,7	74,9	78,2	78,7	76,5	76,2	74,3	78,3	78,0	74,1
7	79,1	83,0	81,0	82,3	83,1	76,9	81,3	84,5	79,2	79,0	79,1	81,4	82,5	84,5	74,4	83,9	85,5	85,7
8	80,1	76,6	79,3	76,3	76,8	77,3	78,3	78,4	71,5	78,1	79,5	79,8	81,0	80,7	81,3	74,8	77,0	76,7
9	79,2	81,4	83,2	81,3	81,0	80,7	76,7	85,8	88,4	85,4	86,4	78,1	78,1	88,7	79,0	81,0	85,5	75,9
10	66,3	65,6	68,4	71,0	72,5	69,8	68,0	67,1	63,5	63,0	63,4	63,0	60,5	60,5	67,5	61,0	62,1	65,1
11	69,8	70,7	70,3	69,0	66,8	70,3	71,3	75,0	70,4	70,7	64,9	68,6	68,2	71,2	72,0	68,7	65,4	70,7
12	81,8	75,9	78,5	77,5	77,5	79,1	78,4	77,4	82,7	82,0	79,6	81,7	84,3	79,6	81,8	80,8	81,9	79,7
13	82,0	82,5	83,7	82,7	83,8	84,8	78,9	79,3	78,7	81,8	88,2	80,5	79,5	80,5	81,2	81,6	78,0	77,0
14	70,9	72,4	73,1	75,0	67,8	70,1	72,6	70,1	71,1	73,6	70,6	74,5	70,4	66,5	73,8	72,6	73,2	73,2
15	77,7	66,2	68,0	75,8	68,0	77,9	70,4	68,3	73,4	70,1	71,6	74,6	73,7	75,8	70,4	73,1	64,7	80,3
16	87,2	77,7	91,7	83,6	81,8	86,2	83,2	88,4	80,7	85,1	85,1	82,1	73,3	88,0	82,9	83,6	88,4	77,0
17	77,2	80,7	83,6	84,0	86,3	83,4	82,8	82,8	83,9	83,7	85,1	84,1	85,2	82,7	83,7	81,8	80,8	81,4
18	70,8	76,1	74,5	75,6	68,5	70,5	71,6	67,3	64,2	65,1	68,8	67,3	66,5	71,3	66,3	69,0	68,8	77,0
19	79,7	77,4	75,4	75,1	80,2	79,3	80,1	76,9	76,8	77,9	78,5	79,2	77,7	76,6	77,4	76,5	85,4	79,9
20	83,5	80,1	82,2	76,8	77,7	79,6	79,3	83,6	78,3	81,9	81,9	79,1	77,5	78,3	86,9	78,5	78,3	80,1
21	70,2	62,5	61,0	61,8	65,8	67,1	73,1	70,5	70,0	69,0	66,4	68,9	69,1	69,1	70,4	67,0	73,1	69,6

Punto	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18
22	83,4	79,8	75,0	71,7	71,1	71,6	73,2	79,8	70,7	73,4	70,8	74,5	67,5	80,6	77,7	72,9	70,7	72,0
23	81,5	86,7	79,6	78,5	83,5	85,2	77,8	71,7	81,0	80,4	84,6	71,8	81,8	76,6	80,5	88,9	83,6	87,3
24	57,0	56,9	52,8	53,9	53,9	56,7	55,0	52,8	53,9	57,5	55,9	55,3	59,2	58,7	54,7	58,6	54,4	52,4
25	83,3	77,4	74,9	73,1	80,2	76,7	78,9	77,7	79,2	82,3	81,7	81,9	86,0	82,9	86,1	83,5	85,2	85,6
26	79,0	80,2	77,6	78,7	80,8	79,1	86,3	83,7	80,6	82,3	81,2	80,1	80,4	80,1	79,1	81,1	78,5	84,8
27	85,7	85,4	86,4	82,5	79,3	85,7	80,5	80,4	83,5	82,8	82,8	86,8	81,7	81,3	79,0	80,7	80,3	77,4
28	64,2	66,7	65,6	69,9	69,3	67,0	66,0	69,6	68,7	63,8	64,5	65,0	71,5	68,1	69,8	68,7	67,7	67,5
29	67,7	69,3	70,6	67,8	69,7	65,6	64,1	77,0	64,1	71,3	64,8	74,0	61,2	66,0	72,3	75,7	71,2	77,6
30	68,1	71,5	73,1	71,7	70,3	72,4	73,0	75,2	83,5	73,9	74,7	71,0	70,5	71,8	70,3	70,9	71,5	72,8
31	75,7	74,0	77,0	73,8	74,4	75,1	73,9	77,3	75,6	76,9	74,9	76,9	73,2	75,1	75,3	82,1	78,7	76,5
32	81,7	71,9	78,1	82,6	80,0	78,4	77,4	77,6	81,5	77,9	79,8	79,2	79,4	79,8	78,6	79,8	79,6	80,2
33	71,7	75,6	73,6	75,5	70,7	78,9	74,0	69,6	72,8	71,8	73,1	72,5	72,2	75,3	76,7	74,9	74,1	72,8
34	75,7	73,9	72,8	71,7	74,6	74,3	75,5	75,7	73,4	68,6	73,2	73,6	69,9	70,8	70,2	70,9	77,8	72,8
35	86,4	78,3	79,3	83,2	74,3	82,3	75,3	77,4	77,5	75,0	75,7	78,6	90,6	87,2	82,2	80,4	80,1	78,0
36	74,9	80,7	77,4	78,4	79,5	79,7	82,9	84,5	78,9	83,7	79,2	78,1	75,6	75,8	79,6	77,4	80,8	78,1
37	54,5	54,1	55,1	56,4	53,5	56,0	60,4	63,3	58,1	66,3	66,2	63,4	64,0	70,0	63,5	61,4	60,2	58,2
38	58,0	59,5	63,4	54,5	53,3	55,1	54,6	58,5	60,1	57,9	55,7	61,6	63,4	61,1	57,4	64,5	65,2	59,7
39	63,6	61,6	65,9	60,6	64,4	63,2	61,6	64,4	61,0	66,6	76,9	70,6	69,1	75,1	76,7	75,7	70,1	67,2
40	58,3	58,0	64,1	56,8	54,6	54,6	55,7	55,4	55,8	64,4	56,8	62,5	56,3	56,6	56,1	63,5	56,7	60,6
41	63,3	63,1	72,5	72,2	64,1	66,8	66,9	62,5	56,6	55,8	58,1	61,2	63,5	65,7	67,4	61,6	58,4	64,9
42	88,6	83,0	82,5	78,8	77,8	80,9	81,3	87,6	81,0	84,1	86,1	80,7	84,4	82,5	78,0	81,3	82,6	80,9
43	75,3	76,3	81,7	78,3	83,7	83,7	86,9	79,0	78,1	75,5	74,8	71,8	75,0	72,9	74,1	75,8	72,6	74,0
44	81,9	78,5	76,8	78,5	78,7	79,9	78,1	78,9	77,9	77,2	81,2	79,9	74,9	76,6	76,5	83,1	84,9	81,7

Fuente: Recopilación propia.

Nota: L1 a L18 = Son las 18 primeras lecturas en un punto de evaluación.

Continuación del ANEXO H

Lectura de ruidos en dB de los 44 puntos de evaluación en el Cercado de Tacna de 18:00 a 19:00 horas (las 18 últimas mediciones)

Punto	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30	L31	L32	L33	L34	L35	L36
1	77,1	78,4	77,1	75,9	77,2	78,3	78,3	79,5	79,3	76,0	79,0	78,0	76,5	74,2	76,4	78,3	77,7	73,8
2	78,5	78,7	80,0	79,4	77,7	84,0	85,4	78,9	78,6	75,1	74,3	76,2	80,9	80,1	80,0	79,0	77,2	81,7
3	84,7	83,0	81,1	78,2	83,2	82,5	83,9	83,3	77,4	81,0	81,8	79,2	80,1	85,2	85,0	80,6	86,3	85,1
4	59,4	60,2	61,2	61,5	70,9	60,3	61,6	62,8	63,4	66,1	71,4	70,1	63,6	62,6	59,5	57,8	53,4	58,4
5	77,0	70,4	69,8	70,4	72,2	78,5	75,3	79,2	76,4	76,7	78,9	77,5	76,8	79,9	78,4	77,7	77,5	73,9
6	75,6	78,3	77,0	76,2	77,8	77,9	75,5	75,5	80,0	78,0	80,0	75,1	79,2	74,5	78,3	76,8	74,8	81,1
7	79,0	80,6	80,5	81,0	81,2	80,6	77,3	80,6	78,5	80,6	76,6	85,9	82,5	82,6	78,2	83,0	80,9	82,3
8	74,4	77,7	79,3	76,1	80,3	77,0	77,4	77,5	81,8	79,7	81,1	75,9	77,0	76,5	78,2	76,2	81,3	81,0
9	82,7	86,5	83,6	90,2	89,7	85,4	77,4	88,0	88,7	86,5	79,6	78,1	83,6	84,2	79,2	78,1	81,8	87,3
10	64,9	63,9	72,4	70,6	69,6	66,8	65,8	64,1	61,6	67,0	66,1	66,2	63,0	62,4	64,9	70,2	72,6	78,4
11	67,9	67,3	69,1	69,3	67,5	69,0	71,1	71,8	71,3	67,5	68,5	76,8	65,4	70,3	68,5	65,4	65,2	66,9
12	81,0	80,2	82,2	83,4	81,3	78,5	80,3	81,8	80,2	79,6	81,2	80,7	78,4	80,0	81,6	77,0	77,8	80,3
13	76,7	76,7	77,6	76,3	77,9	81,4	79,5	77,2	78,3	78,0	80,5	81,9	82,4	86,9	94,1	88,6	84,9	84,6
14	70,7	72,4	70,7	73,0	71,3	73,0	74,3	73,4	73,4	71,8	73,1	69,8	73,9	75,0	70,5	70,3	68,2	76,2
15	78,2	76,7	71,9	71,9	70,1	71,6	82,1	67,4	67,1	77,6	71,0	74,6	72,8	60,2	71,6	70,7	73,4	71,6
16	82,9	81,0	71,9	82,9	74,1	86,2	76,3	80,7	76,6	73,3	81,4	76,3	88,0	82,5	92,0	80,7	75,9	78,1
17	80,2	81,1	80,2	82,5	82,0	82,9	87,5	86,6	88,7	84,1	85,6	82,3	81,2	81,6	81,5	80,3	82,6	80,4
18	70,6	72,3	67,6	72,3	71,2	68,1	68,2	69,4	72,6	67,1	75,4	67,8	73,7	73,0	69,7	64,7	69,4	67,9
19	78,8	77,4	74,6	74,1	76,8	80,2	88,8	84,6	83,8	87,7	85,6	82,5	80,4	78,3	75,8	77,9	77,3	76,9
20	81,1	79,5	77,5	76,7	80,7	83,1	80,6	79,4	82,8	80,9	81,2	82,1	86,8	82,4	84,4	83,9	82,9	82,6
21	66,4	67,3	67,8	65,8	67,0	67,3	65,9	69,0	72,9	71,3	69,3	68,2	63,1	64,2	63,3	66,4	63,2	71,7

Punto	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30	L31	L32	L33	L34	L35	L36
22	67,9	75,0	71,4	77,7	76,1	77,9	77,7	80,3	68,3	79,9	72,9	77,8	76,2	76,4	74,3	77,4	78,2	79,9
23	76,9	77,5	83,8	80,8	84,0	78,5	84,6	85,1	78,9	81,9	71,0	83,6	77,7	77,2	76,6	76,0	83,0	76,4
24	60,3	55,9	55,4	55,2	51,6	52,4	59,4	61,2	59,6	55,2	56,0	61,9	57,5	58,9	61,9	58,5	59,3	58,2
25	83,7	83,6	79,5	78,0	79,6	79,0	74,1	73,3	75,4	72,3	71,9	70,1	71,7	70,0	80,7	80,2	87,2	81,6
26	84,2	81,3	81,6	77,5	79,4	82,5	82,8	81,1	87,0	81,9	81,1	80,8	84,5	81,2	82,4	80,2	81,8	88,4
27	87,1	83,0	79,0	79,2	82,2	82,7	85,4	83,9	80,2	85,7	85,4	82,5	83,8	82,4	84,9	83,2	85,6	88,2
28	69,1	69,0	71,5	68,3	68,2	67,6	68,6	71,5	70,7	67,9	66,6	68,5	68,5	69,9	67,8	70,3	68,2	69,7
29	70,5	69,6	68,5	75,3	69,2	60,1	72,4	67,2	63,7	66,7	77,1	65,3	70,7	60,5	58,9	65,7	72,4	63,8
30	71,4	73,8	74,4	80,7	78,4	76,2	74,2	71,4	68,2	72,9	71,9	70,0	76,3	71,9	70,4	69,2	71,3	73,6
31	76,4	80,8	78,8	77,5	77,0	75,8	79,6	76,9	77,7	75,7	77,0	73,4	76,8	82,1	77,8	80,4	82,5	84,6
32	80,7	79,8	81,3	84,3	79,0	81,1	81,1	82,1	81,2	78,1	80,7	83,8	80,3	79,4	85,2	82,6	79,9	77,5
33	69,3	75,1	68,9	72,2	74,7	73,6	71,9	68,0	66,9	66,5	67,5	74,8	74,1	68,8	64,5	67,8	66,5	69,3
34	73,5	70,1	67,2	70,0	71,1	70,7	71,0	71,6	74,6	75,2	75,9	78,7	73,3	73,4	73,4	73,7	73,9	72,2
35	77,3	76,1	74,0	73,2	77,0	72,0	68,5	69,2	75,6	82,3	84,0	74,7	87,2	82,4	76,9	75,7	79,7	75,3
36	78,8	79,2	79,8	79,7	80,9	78,9	79,6	72,9	78,5	75,4	77,1	75,9	74,6	75,0	78,5	77,5	75,9	81,3
37	58,4	57,6	63,6	62,3	63,5	62,6	67,7	65,0	60,6	61,2	61,7	63,8	65,5	67,1	68,9	66,0	66,4	67,1
38	63,1	60,8	60,8	60,9	61,6	58,2	61,1	62,5	59,7	60,7	61,4	57,1	62,1	59,1	61,6	56,3	54,0	55,4
39	68,2	64,9	65,1	63,8	63,4	63,4	67,0	64,9	74,9	66,8	71,6	77,6	65,8	67,7	67,1	67,7	70,4	70,9
40	56,1	63,9	56,9	57,1	54,4	53,8	63,1	55,6	56,6	54,7	63,2	62,2	56,6	56,6	56,4	54,3	62,5	56,3
41	60,6	60,6	69,5	62,7	66,7	58,6	59,8	53,3	69,1	59,6	59,7	65,8	61,6	70,8	59,0	62,8	60,5	65,5
42	78,7	78,4	77,7	88,7	82,5	81,4	76,0	78,0	81,0	80,0	81,2	84,6	78,8	89,9	97,3	84,1	82,3	83,9
43	74,9	74,5	77,0	77,0	75,5	79,0	79,7	79,4	76,8	79,5	73,8	73,9	75,0	75,8	74,2	74,3	77,5	79,4
44	79,5	82,9	78,6	80,3	88,1	78,2	76,6	80,7	80,7	80,1	82,1	76,0	77,9	79,8	80,2	83,5	80,7	76,7

Fuente: Recopilación propia.

Nota: L19 a L36 = Son las 18 últimas lecturas en un punto de evaluación.

ANEXO I:

Lectura de ruidos en dB del Mercado Central - Cercado de Tacna (las 18 primeras mediciones)

Zona	Horas	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18
Entrada	7 a 8	66,2	64,9	67,2	69,5	65,1	71,2	65,5	66,9	68,2	68,0	67,3	66,8	62,8	70,0	64,3	64,3	68,2	64,9
	12 a 13	66,9	65,7	67,4	69,1	65,1	71,7	66,1	68,3	66,2	67,5	66,4	64,8	66,0	65,5	69,9	66,5	71,5	71,7
	18 a 19	71,0	71,0	71,7	71,9	66,4	73,8	70,2	66,0	68,2	70,0	64,7	65,5	66,3	67,0	64,5	68,6	66,3	70,5
Zona Central	7 a 8	71,0	71,5	70,3	70,6	70,0	70,7	70,8	75,4	72,8	75,2	71,9	70,8	73,6	72,2	71,0	72,7	70,1	71,2
	12 a 13	72,3	73,1	72,1	75,5	73,3	71,0	71,9	72,1	72,6	72,4	70,5	74,0	72,6	70,3	72,4	72,2	72,2	73,6
	18 a 19	70,5	71,5	69,3	69,5	69,3	69,1	70,3	70,5	69,5	69,6	70,3	70,1	70,7	72,5	69,4	69,6	69,9	70,4
Salida	7 a 8	65,9	65,6	68,5	64,1	64,7	66,4	66,6	66,5	68,1	64,9	72,5	67,5	64,8	65,5	70,5	66,3	63,6	67,3
	12 a 13	66,5	67,9	70,3	68,3	69,2	66,0	69,1	68,7	69,7	66,1	66,3	68,6	67,7	72,4	65,4	63,9	63,5	66,0
	18 a 19	70,6	64,9	65,4	67,5	66,0	64,5	65,4	64,4	64,7	66,4	73,2	69,0	64,8	65,2	66,5	68,4	64,3	71,3

Fuente: Recopilación propia.

Nota: L1 a L18 = Son las 18 primeras lecturas en un punto de evaluación.

Continuación del ANEXO I

Lectura de ruidos en dB del Mercado Central - Cercado de Tacna (las 18 últimas mediciones)

Zona	Horas	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30	L31	L32	L33	L34	L35	L36
Entrada	7 a 8	68,0	72,1	66,1	65,8	63,5	66,6	65,0	70,8	69,6	70,9	66,6	64,9	66,0	69,0	67,7	65,5	64,4	67,3
	12 a 13	68,0	73,0	74,1	69,5	65,2	69,0	67,7	68,9	70,6	68,6	67,5	70,5	66,7	70,6	71,7	68,9	72,2	70,7
	18 a 19	64,3	67,7	66,6	65,1	65,9	64,6	64,9	62,5	65,2	64,3	65,7	64,5	69,1	70,9	71,8	66,8	66,6	70,1
Zona Central	7 a 8	75,9	72,7	70,9	74,0	68,6	71,0	71,4	72,9	70,9	72,5	73,1	72,0	69,0	70,9	69,0	72,6	70,2	70,4
	12 a 13	70,9	70,7	72,4	72,0	70,9	72,4	71,6	72,5	77,5	76,3	74,7	74,6	72,4	77,1	73,3	70,9	76,3	71,8
	18 a 19	69,7	69,3	69,6	70,1	69,8	71,4	71,4	70,7	71,3	73,2	70,2	71,8	69,8	71,2	71,6	69,3	70,0	70,4
Salida	7 a 8	64,1	67,2	65,6	65,8	64,3	63,3	64,9	64,8	65,6	66,7	66,9	67,8	65,2	63,7	66,0	69,6	67,4	70,6
	12 a 13	69,4	72,0	64,2	64,5	68,4	68,1	70,0	67,0	72,1	67,0	69,3	70,1	72,7	66,2	66,0	70,3	65,9	66,8
	18 a 19	66,9	68,4	65,7	67,4	62,9	67,4	69,0	64,2	65,5	65,9	65,2	68,4	67,5	65,5	65,1	68,2	67,4	67,7

Fuente: Recopilación propia.

Nota: L19 a L36 = Son las 18 últimas lecturas en un punto de evaluación.

ANEXO J:

Lectura de ruidos en dB del Mercado 2 de Mayo - Cercado de Tacna (las 18 primeras mediciones)

Zona	Horas	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18
Entra- da	7 a 8	70,7	66,8	67,4	68,4	67,3	64,6	65,9	65,6	65,9	66,0	68,0	68,2	70,3	71,6	68,8	68,6	67,9	66,8
	12 a 13	68,6	67,7	69,1	71,2	69,7	73,0	75,0	66,5	71,0	67,6	68,8	68,2	67,4	68,2	70,9	68,7	72,4	70,9
Zona Central	7 a 8	66,2	67,2	63,7	64,4	64,4	63,6	65,5	65,9	63,3	65,0	65,8	67,0	64,4	64,4	69,0	65,1	65,6	66,7
	12 a 13	66,3	71,3	69,2	73,1	66,5	73,3	69,6	66,4	67,5	69,3	65,7	70,1	67,0	67,2	65,8	66,7	64,2	70,8
Salida	7 a 8	65,5	64,0	64,5	64,5	64,0	63,4	65,4	64,9	63,1	64,6	64,8	63,4	66,7	63,9	64,1	65,9	67,1	66,9
	12 a 13	65,9	66,0	69,5	65,2	65,9	72,2	66,5	71,1	68,4	67,2	68,3	66,7	66,3	66,5	69,2	68,5	72,8	69,9

Fuente: Recopilación propia.

Nota: L1 a L18 = Son las 18 primeras lecturas en un punto de evaluación.

Continuación del ANEXO J

Lectura de ruidos en dB del Mercado 2 de Mayo - Cercado de Tacna (las 18 últimas mediciones)

Zona	Horas	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30	L31	L32	L33	L34	L35	L36
Entra- da	7 a 8	68,5	70,5	69,1	67,3	68,0	66,3	68,7	66,1	68,3	68,5	68,9	68,9	69,3	68,3	68,3	66,8	68,2	67,0
	12 a 13	66,9	68,8	68,2	67,7	66,5	67,8	67,7	71,3	66,6	68,8	67,5	71,0	68,0	67,2	66,0	67,5	72,5	71,7
Zona Central	7 a 8	66,3	65,4	65,1	64,5	69,4	64,2	68,5	64,5	66,2	66,8	66,2	63,7	66,1	63,4	64,9	65,5	64,5	63,7
	12 a 13	66,1	70,6	66,3	65,3	66,6	67,2	64,7	65,3	68,2	66,5	66,9	64,8	65,2	64,8	66,6	66,5	64,9	67,6
Salida	7 a 8	64,3	64,9	63,6	65,9	62,9	64,6	63,0	63,6	64,0	63,9	64,6	63,7	63,4	63,3	63,5	62,6	63,2	63,8
	12 a 13	65,9	67,2	67,2	67,6	67,7	67,7	68,7	70,6	66,5	66,6	67,7	65,7	65,4	64,8	65,6	66,7	70,0	70,6

Fuente: Recopilación propia.

Nota: L19 a L36 = Son las 18 últimas lecturas en un punto de evaluación.

ANEXO K:

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Zona de Aplicación	Valores expresados en Leq	
	Horario diurno	Horario nocturno
Zona de Protección Especial	50 dB	40 dB
Zona Residencial	60 dB	50 dB
Zona Comercial	70 dB	60 dB
Zona Industrial	80 dB	70 dB

Fuente: Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

NOTA:

- 1) Las zonas residencial, comercial e industrial deberán haber sido establecidas como tales por la municipalidad correspondiente.
- 2) Donde exista zona mixta Residencial - Comercial, se aplicará el ECA de zona residencial; donde exista zona mixta Comercial - Industrial, se aplicará el ECA de zona comercial; donde exista zona mixta Industrial - Residencial, se aplicará el ECA de zona Residencial; y donde exista zona mixta que involucre zona Residencial - Comercial - Industrial se aplicará el ECA de zona Residencial.
- 3) Las municipalidades provinciales en coordinación con las distritales, deberán identificar las zonas de protección especial.
- 4) Las municipalidades provinciales en coordinación con las distritales identificarán las zonas críticas de contaminación sonora.

ANEXO L:

Valores guía para el ruido urbano

Ambiente específico	Efecto(s) crítico(s) sobre la salud	L _{Aeq} (dBA)	Base de tiempo (h)	L _{Afm(ax.)} (dBA)
Exteriores de zona de vivienda	-Sería molestia de día y al atardecer	55	16	-
	-Molestia moderada de día y al atardecer.	50	16	-
Interior de vivienda	-Inteligibilidad de la palabra y molestia moderada, de día y al atardecer.	35	16	-
Interior de dormitorios	-Perturbación del sueño, de noche.	30	8	45
Exterior de dormitorios	Perturbación del sueño, ventana abierta (valores exteriores)	45	8	60
Aulas escolares y preescolares, interior	Inteligibilidad de la palabra, perturbación de la extracción de información y la comunicación de mensajes.	35	Durante las clases	-
Dormitorios preescolares, interior	Perturbación del sueño.	30	En horas de sueño	45
Patio de recreo escolar, exterior	Molestia (fuentes externas)	55	Durante los juegos	-
Hospital, dormitorios de guardia, interior	Perturbación del sueño, de noche	30	8	40
	Perturbación del sueño, de día y atardecer	30	16	-
Hospitales, habitaciones, interior	Interferencia con el descanso y la recuperación	Lo menor posible	-	-
Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interior y exterior	Daño auditivo	70	24	110
Ceremonias, festivales y actos de entretenimiento	Daño auditivo (concurrentes :< 5 veces por año	100	4	110
Sistemas públicos de refuerzo sonoro, exteriores e interiores	Daño auditivo	85	1	110
Música y otros sonidos a través de auriculares	Daño auditivo (valor de campo libre)	85 ⁽²⁾	1	110
Sonidos impulsativos de juguetes, pirotecnia y armas de fuego	Daño auditivo (adultos)	-	-	140 ⁽¹⁾
	Daño auditivo (niños)	-	-	120 ⁽¹⁾
Exteriores en parques y reservas naturales	Perturbación de la tranquilidad	⁽³⁾		

Fuente: "Guía para el ruido urbano". Publicado por OMS y traducida por OPS/CEPIS

NOTA:

- (1) Presión sonora máxima (no LAF, máx) medida a 100 mm del oído
- (2) Con audífonos, adaptado a valores de campo libre
- (3) Debe preservar la de los parques y áreas de conservación y se debe mantener baja la relación entre el ruido intruso y el sonido natural de fondo.

ANEXO M:

Tabla de la Evaluación Sonora que realizó OEFA en la ciudad de Tacna – año 2010



OEFA

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla N° 8. Resultado de la Medición en Tacna-Tacna

PUNTOS DE MEDICIÓN TACNA (6 AL 9 DE DICIEMBRE DE 2010)						
PUNTO	LUGAR	DISTRITO	Leq (dBA)	ECA (D.S. N° 085-2003-PCM)		
				60	70	80
1	Av. Patricio Meléndez y Av. 2 de Mayo	Tacna	76.1	-16.1	-6.1	3.9
2	Av. 2 de Mayo y Ca. Inclán	Tacna	78.3	-18.3	-8.3	1.7
3	Av. Coronel Mendoza y Av. Gustavo Pinto	Tacna	74.8	-14.8	-4.8	5.2
4	Av. Gustavo Pinto y Av. Leguía	Tacna	72.9	-12.9	-2.9	7.1
5	Av. Gustavo Pinto y Ca. Lima	Tacna	77.1	-17.1	-7.1	2.9
6	Av. Bolognesi y Av. Pinto	Tacna	70.4	-10.4	-0.4	9.6
7	Av. Bolognesi y Av. Patricio Meléndez	Tacna	75.7	-15.7	-5.7	4.3
8	Av. 2 de Mayo e Hipólito Unanue	Tacna	76.7	-16.7	-6.7	3.3
9	Plaza Locomotora y Av. Grau	Tacna	72.3	-12.3	-2.3	7.7
10	Av. Grau y Av. Cusco	Tacna	79.4	-19.4	-9.4	0.6
11	Av. Municipal y Ca. Andrés Bello - Hospital Albanacino	Tacna	70.8	-10.8	-0.8	9.2
12	Av. San Martín y Av. Patricio Meléndez	Tacna	67.2	-7.2	2.8	12.8
13	Av. San Martín y Av. Patricio Meléndez	Tacna	72.4	-12.4	-2.4	7.6
14	Av. Jorge Basadre y Av. Pinto	Tacna	68.7	-8.7	1.3	11.3
15	Av. Jorge Basadre (entrada Tarata)	Tacna	63.3	-3.3	6.7	16.7
16	Av. Hipólito Unanue y Av. Industriales	Tacna	72.0	-12	-2	8
17	Av. Coronel Mendoza y Av. Gustavo Pinto	Tacna	76.1	-16.1	-6.1	3.9
18	Av. Coronel Mendoza y Av. Basadre y Forere	Tacna	75.5	-15.5	-5.5	4.5
19	Av. Celestino Vargas y Av. Basadre y Forere	Tacna	76.2	-16.2	-6.2	3.8
20	Av. Augusto B. Leguía y Av. General Varela	Tacna	72.7	-12.7	-2.7	7.3
21	Av. Gustavo Pinto y Ca. Lima	Tacna	75.5	-15.5	-5.5	4.5
22	Av. Miraflores y Ca. Arica	Tacna	74.9	-14.9	-4.9	5.1
23	Av. La Cultura y San Cristóbal	Tacna	72.0	-12	-2	8
24	Balneario Los Palos - Óvalo Tarapacá	Tacna	72.7	-12.7	-2.7	7.3

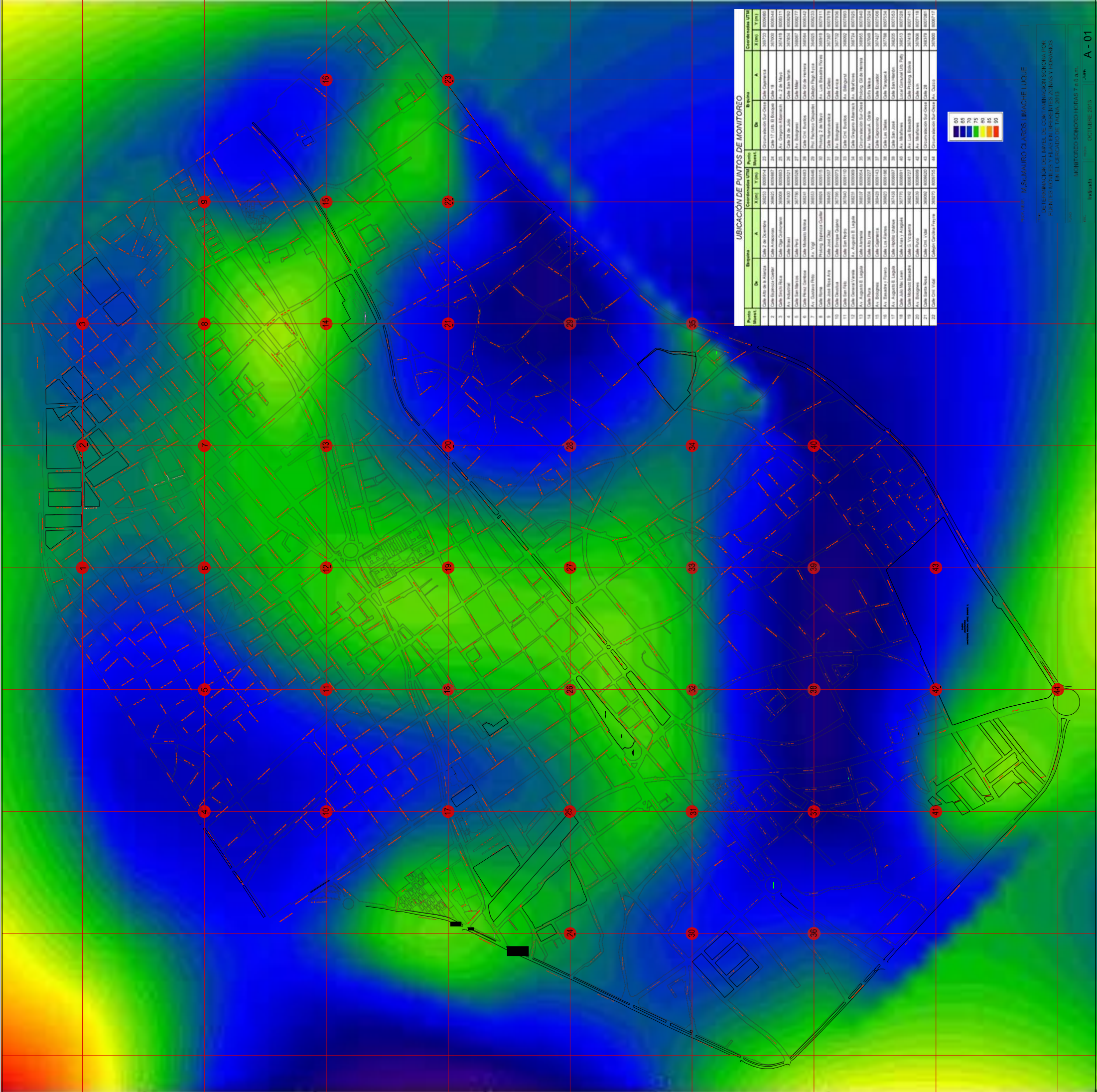
- Se comparó los niveles de ruido encontrados con el valor estándar nacional establecido para zonas mixtas (residencial-comercial), que de acuerdo al horario de la medición debe ser menor a 60 dB.
- Los niveles de ruido obtenidos durante el monitoreo en 24 puntos en la provincia de Tacna se encuentran entre 63.3 dB y 79.4 dB.

ANEXO N:

PLANO A01: Mapa de monitoreo sonoro de 7:00 a 8:00 horas

PLANO A02: Mapa de monitoreo sonoro de 12:00 a 13:00 horas

PLANO A03: Mapa de monitoreo sonoro de 18:00 a 19:00 horas



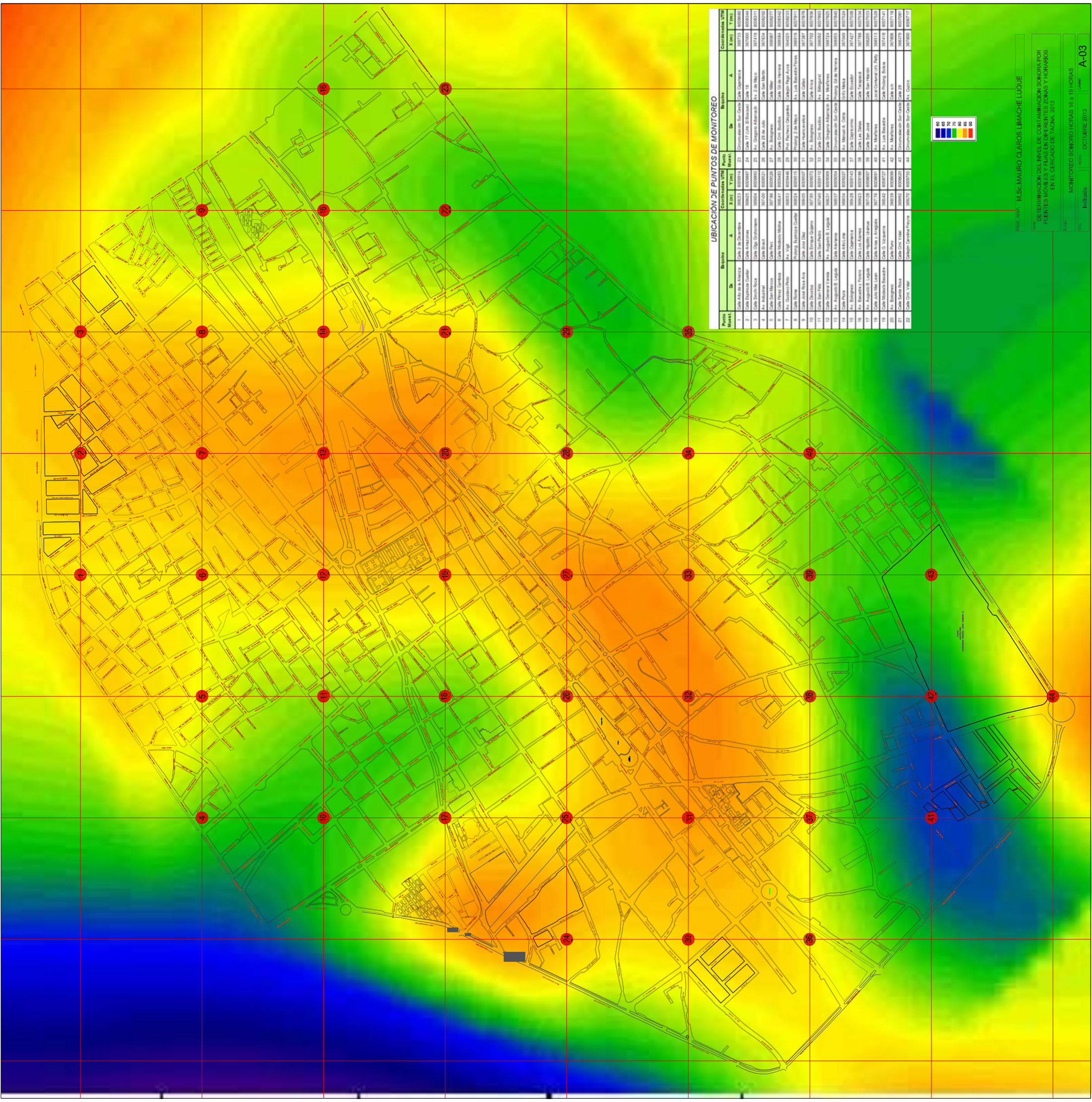
UBICACION DE PUNTOS DE MONITORIO

Punto Monitor	Sitio		Punto		Coordenadas UTM				
	De	A	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)			
1	Calle Alca de la Amalia	Calle 2 de Diciembre	365212	8059114	22	Comandancia Sur Oeste	Calle Comandancia Sur	365212	8059114
2	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365202	8059014	24	Calle 17 de Abril	Calle Benito Juárez	365202	8059014
3	Calle Benito Juárez	Calle Diego Yrizarraz	365208	8059014	25	Av. Gregorio Abadía	Av. 2 de Mayo	365190	8059114
4	Av. Independencia	Calle Benito Juárez	365202	8059114	26	Calle 28 de Julio	Calle Benito Juárez	365182	8059114
5	Calle San Martín	Calle Benito Juárez	365218	8059114	27	Av. Independencia	Calle Benito Juárez	365218	8059114
6	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114	28	Calle Cruz Buzeta	Calle Cruz Buzeta	365212	8059114
7	Av. Carlos Ochoa	Av. Vial	365212	8059114	29	Av. Carlos Ochoa	Calle Cruz Buzeta	365212	8059114
8	Calle Benito Juárez	Primer Edificio Central	365212	8059114	30	Primer 2 de Mayo	Av. Los Barrios Nuevos	365212	8059114
9	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114	31	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114
10	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114	32	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114
11	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114	33	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114
12	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114	34	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114
13	Av. Agustín B. Legido	Calle Benito Juárez	365212	8059114	35	Comandancia Sur Oeste	Calle Benito Juárez	365212	8059114
14	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114	36	Av. Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114
15	Av. Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114	37	Calle Comandancia Sur	Calle Benito Juárez	365212	8059114
16	Av. Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114	38	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114
17	Av. Agustín B. Legido	Calle Benito Juárez	365212	8059114	39	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114
18	Calle Juan José Lora	Calle Benito Juárez	365212	8059114	40	Av. Benito Juárez	Calle Comandancia Sur	365212	8059114
19	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114	41	Av. Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114
20	Av. Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114	42	Av. Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114
21	Calle Benito Juárez	Calle Benito Juárez	365212	8059114	43	Comandancia Sur Oeste	Calle Benito Juárez	365212	8059114
22	Calle Cruz Buzeta	Calle Cruz Buzeta	365212	8059114	44	Comandancia Sur Oeste	Av. Carlos Ochoa	365212	8059114



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN SONORA POR FUENTES MÓVILES Y FIJAS EN LAS AVENIDAS JOSEFA Y ROSARIO EN EL CANTÓN DE TUMAHORQUE



UBICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO

Punto Monit.	Dpto.	Región	Coordenadas UTM		Coordenadas GPS	
			X (m)	Y (m)	Latitud	Longitud
1	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
2	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
3	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
4	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
5	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
6	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
7	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
8	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
9	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
10	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
11	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
12	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
13	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
14	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
15	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
16	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
17	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
18	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
19	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
20	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
21	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W
22	Chile	Región de Valparaíso	308252	6008044	33° 28' 12" S	-70° 51' 32" W

