

Implementación de la medición de niveles de presión sonora ambiental en Tenta Lab SRL

Implementation of ambient sound pressure level measurement at Tenta Lab SRL

Rodolfo Flores Suarez

sc.rodolfo.flores.s01@upds.net.bo

<https://orcid.org/0009-0005-7366-3504>

Universidad Privada Domingo Savio. Santa Cruz -Bolivia

Recibido el 28 de agosto de 2022 / Arbitrado el 10 de septiembre de 2022 / Aceptado el 09 de noviembre de 2022 / Publicado el 01 de enero de 2023

RESUMEN

La medición de la presión sonora dentro de cualquier empresa es de vital importancia porque genera un ambiente adecuado a los trabajadores. El presente estudio se basa en una propuesta teórica para la implementación de validación de niveles de presión sonora ambiental, en el laboratorio TENTA LAB SRL. Se utilizó el método cuantitativo y un tipo de investigación documental, con un diseño de campo. Utilizó como técnica la observación y la revisión teórica. Tuvo una población compuesta por los diferentes fuentes bibliográficas y documentos institucionales, se realizó el cálculo para la validación y estimación de la incertidumbre de la medición de niveles de presión sonora ambiental y se evaluó el estudio económico de la propuesta. Como conclusión general fue que el laboratorio debe incorporar procedimientos, programas y aplicar técnicas de validación y estimación del rango de confianza para cumplir con lo especificado en el requisito 7.1 Métodos y procedimiento de inspección de la NB ISO/IEC 17020:2012.

Palabras clave: Calidad de aire; Emisiones de fuentes fijas; validación de niveles de presión sonora; Equipo de medición.

ABSTRACT

The measurement of sound pressure within any company is of vital importance because it generates an adequate environment for workers. This study is based on a theoretical proposal for the implementation of validation of ambient sound pressure levels, in the laboratory TENTA LAB SRL. The quantitative method and a type of documentary research were used, with a field design. He used observation and theoretical review as a technique. It had a population composed of the different bibliographic sources and institutional documents, the calculation was made for the validation and estimation of the uncertainty of the measurement of ambient sound pressure levels and the economic study of the proposal was evaluated. As a general conclusion was that the laboratory must incorporate procedures, programs and apply techniques of validation and estimation of the confidence range to comply with what is specified in requirement 7.1 Inspection methods and procedure of the ISO/IEC 17020:2012

Keywords: Air quality; Emissions from stationary sources; validation of sound pressure levels; Measuring equipment

INTRODUCCION

Los efectos de los ruidos son soportados y asumidos por la mayoría de los individuos sometidos a los mismos, tales como la fatiga, afectaciones de sueño y una lista numerosa de patología que inciden sobre el hombre y sus relaciones sociales. Sin embargo, no todos los ruidos son causantes de daño al individuo, se debe admitir que básicamente el daño producido por un ruido depende de la intensidad del mismo, así como de la duración del mismo.

Hace varios años en las normativas de protección del ambiente no se consideraba el contaminante ruido, pese a que la industrialización, las ciudades y los países han ido creciendo y evolucionando, en todos los países del mundo se han elaborado normas y estatutos que se encargan de la protección del medio ambiente, contra el exceso de ruido. En Bolivia, su reglamentación se ha basado en los estatutos de los organismos internacionales, incluyendo disposiciones de defensa y preservación de los recursos. Utilizando la ley 1333 de Medio Ambiente y la Norma Boliviana 62006 calidad de aire – emisiones de fuentes fijas – determinación de niveles de presión sonora.

En Bolivia ya es un requisito que un organismo de inspección este acreditado bajo los lineamientos de la norma NB ISO/IEC 17020:2012, cuando un organismo obtiene el certificado de acreditación para realizar una determinada actividad adquiere también el derecho a utilizar el símbolo de acreditación de la DTAIBMETRO o incluir referencias a su condición de acreditado en los documentos que emite como resultado de dicha actividad (informes de ensayo, certificados, etc.). Las empresas, industrias, organismos reguladores o estatales, los clientes,

El laboratorio no cuenta con una validación de mediciones de niveles de presión sonora que satisfagan los requisitos para la respectiva acreditación como organismo de inspección por la dirección técnica de acreditación (DTA) y la estimación del rango de confianza que es un factor importante en la confiabilidad y representatividad de los resultados. TENTA LAB SRL para ampliar la acreditación como organismo de inspección debe incorporar procedimientos, planes, programas, aplicar técnicas de validación y estimación del rango de confianza (niveles de presión sonora ambiental) para cumplir con lo especificado en el requisito 7.1 Método y procedimiento de inspección de la NB ISO/IEC 17020:2012.

En este sentido, el objetivo del estudio fue elaborar una propuesta teórica para la implementación de validación de presión sonora ambiental para cumplir con el requisito 7.1 de la NB ISO/IEC 17020:2012 para la acreditación como organismo de inspección. La implementación de la validación de niveles de presión sonora en el cumplimiento del requisito 7.1 de la NB ISO/IEC 17020:2012, permitió a TENTA LAB SRL mejorar el desempeño y nivel de calidad de sus procesos de mediciones ambientales, lograr acreditar como organismo de inspección y postularse y acceder a nuevas licitaciones y de esta manera generar mayores ingresos para la empresa. Igualmente, brindó confiabilidad de sus servicios al cliente para lograr el bienestar de la sociedad y una buena convivencia para el desarrollo de las actividades del diario vivir.

En Bolivia, la norma 17020:2012 ha sido redactada con el objetivo de promover la confianza en los organismos que realizan la inspección. Los organismos de inspección llevan a cabo evaluaciones en nombre de clientes privados, sus organizaciones matrices autoridades con el objetivo de proporcionar información sobre la conformidad de los ítems inspeccionados con reglamentos, normas, especificaciones, esquemas de inspecciones o contratos. Los parámetros de inspección incluyen temas relativos a la cantidad, calidad, seguridad, aptitud para el fin previsto y cumplimiento continuo con la seguridad de instalaciones o sistemas en funcionamiento. En esta norma se armoniza los requisitos generales que deben cumplir estos

organismos para que sus servicios sean aceptados por los clientes y las autoridades de supervisión.

La categoría de organismos de inspección en los tipos A, B o C es esencialmente una medida de su independencia. La demostración de independencia de un organismo de inspección puede fortalecer la confianza de los clientes del organismo de inspección con respecto a la capacidad del organismo de llevar a cabo el trabajo de inspección con imparcialidad. Un organismo de inspección que realiza inspecciones de tercera parte debe cumplir los requisitos del tipo A. Un organismo de inspección que realiza inspecciones de primera parte, inspecciones de segunda parte o ambas y que constituye una parte separada e identificable de una organización involucrada en el diseño, la fabricación, el suministro, la instalación, el uso o el mantenimiento de los ítems que inspecciona y que presta servicios de inspección únicamente a su organización matriz (organismo de inspección interno) debe cumplir los requisitos del tipo B.

Un organismo de inspección que realiza inspecciones de primera parte, inspecciones de segunda parte o ambas y que constituyen una parte identificable pero no necesariamente separada de una organización que participa en el diseño, la fabricación el suministro, la instalación, el uso o el mantenimiento de los ítems que inspecciona y que presta servicios de inspección a su organización matriz o a otra parte o ambas debe cumplir del tipo C.

La acreditación es otorgada por la DTA-IBMETRO que tiene a su cargo la administración de los servicios de acreditación de organismos de evaluación de la conformidad en todo el territorio nacional. Es el único organismo competente con potestad para emitir las acreditaciones en las áreas de laboratorio, organismos de inspección, organismos de certificación, contribuyendo a su a mejorar la calidad y la productividad de los sectores productivos y aportando al Vivir Bien.

La norma NB ISO/IEC 17020:2012 cubre las actividades de los organismos de inspección cuya labor puede incluir el examen de materiales, productos, instalaciones, plantas, procesos, procedimientos de trabajo o servicios y la determinación de su conformidad con los requisitos, así como la subsiguiente emisión de informes de los resultados de las actividades y su comunicación a los clientes y cuando se requiera a las autoridades. La inspección puede abarcar todas las etapas de la vida de los ítems. Incluyendo la etapa de diseño. La realización del servicio de inspección requiere normalmente el ejercicio de un juicio profesional, en particular.

El cumplimiento de esta norma puede utilizarse como documento de requisitos para la acreditación o la evaluación entre pares u otras evaluaciones. La actividad de inspección puede coincidir con las actividades de ensayo y certificación cuando estas actividades tienen características comunes. Sin embargo, una diferencia importante es que en muchos tipos de inspecciones interviene el juicio profesional para la determinar la aceptabilidad con respecto a requisitos generales, por lo cual el organismo de inspección necesita la competencia necesaria para realizar su tarea.

Entre los requisitos el punto 7.1 Métodos y procedimiento es el que se quiere incluir para obtener la acreditación como organismo de inspección y tiene como desarrollo lo siguiente: En el 7.1.1 el organismo de inspección debe utilizar los métodos y procedimientos de inspección definidos en los requisitos con respecto a los cuales se van a realizar la inspección. Cuando no estén definidos, el organismo de inspección debe desarrollar métodos y procedimientos específicos a utilizar. Si el método de inspección propuesto por el cliente se considera inapropiado, el organismo de inspección debe informar al cliente.

En el 7.1.2 el organismo de inspección debe tener y utilizar instrucciones adecuadas y documentos relativos a la planificación de las inspecciones y a las técnicas de muestreo e inspección, cuando las ausencias de dichas instrucciones puedan comprometer la eficacia del proceso de inspección. Cuando corresponda,

el organismo de inspección debe tener los conocimientos suficientes en materia de técnica estadísticas para asegurar de los procedimientos de muestreo son estadísticamente aceptable y el correcto procesamiento de interpretación de resultados.

En el 7.1.3 cuando el organismo de inspección tiene que utilizar métodos o procedimientos de inspección no normalizados, dichos métodos y procedimientos deben ser apropiados y estar completamente documentados.

En el 7.1.4 todas las instrucciones, normas o procedimientos escritos, hojas de trabajo, listas de verificaciones y datos de referencia pertinentes al trabajo del organismo de inspección se deben mantener actualizados y deben ser fácilmente disponibles para el personal.

MÉTODO

Se utilizó el enfoque cuantitativo, ya que según Hernández et al. (2018) permite comprender frecuencias, patrones, promedios y correlaciones, entender relaciones de causa y efecto, hacer generalizaciones y probar o confirmar teorías, hipótesis o suposiciones mediante un análisis estadístico. De esta manera, los resultados se expresan en números o gráficos; un tipo de investigación documental con un diseño de campo, la cual la define Arias et al. (2006), como un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, críticas e interpretación de datos secundarios, es decir los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas y un diseño de campo basado en los postulados de Kerlinger y Lee et al. (2002), en el cual no es posible manipular las variables o asignar aleatoriamente a los participantes o los tratamientos.

De hecho, no hay condiciones o estímulos planeados que se administren a los participantes del estudio. Utilizó como técnica la observación y la revisión de teorías y como instrumentos hojas de registro y un aparato denominado sonómetro. Tuvo una población compuesta por las diferentes fuentes bibliográficas y documentos institucionales de la empresa. Debido a que es una propuesta teórica no se hizo uso de recolección de datos estadísticos y, por lo tanto, no hay validación ni establecimiento de un nivel de confiabilidad

RESULTADOS

Debido a la naturaleza del estudio, se inició por utilizar el sonómetro modelo CEL 63X generando unas especificaciones técnicas que a continuación se especifican:

Tabla 1. Datos del equipo Somero

Tipo de sonómetro	Sonómetro integrador clase 2
Temperatura	de
almacenamiento	-20°C a +60°C
Temperatura de operación	-10°C a +50°C
Tipo de batería	3 pilas alcalinas AA
Duración	8 horas con luz, 12 horas sin luz
Rango de medición	20 - 140 dB(A)
Filtros de ponderación	Ponderación de filtros A, C, LINEAL

Tipo de sonómetro	Sonómetro integrador clase 2
Micrófono	Micrófono desmontable de ½ pulgada
Idioma	Inglés, portugués brasileño. Francés.
	Alemán. Italiano. Portugués. Español. Chino.
Memoria	El instrumento CEL-63x tiene una memoria de 1GB para las mediciones del instrumento.
Medición de octava y 1/3 de octava	Octava: 11 bandas en tiempo real con frecuencias centrales de 16Hz a 16kHz. 1/3 de octava: 33 bandas en tiempo real con frecuencias centrales de 12,5Hz a 20kHz.
Referencia de calibración	Nivel nominal de 114dB o 94dB ±1dB.
Respuesta del medidor	Lenta (S), rápida (F), impulsivo (I) y pico
Pantalla	Color de 320 × 240 pixeles

La tabla 1, muestra que el equipo Somero es un sonómetro versátil y preciso que es adecuado para una amplia gama de aplicaciones. Las características clave del sonómetro lo convierten en una herramienta valiosa para los profesionales que trabajan en el campo del ruido.

Tabla 2. Localización de las mediciones

Receptores que rodean al predio	Descripción o forma de medir	Número aproximado de mediciones
Comunidades cercanas o viviendas	Realizar las mediciones próximas al predio.	3 mediciones como mínimo a cada lado del predio.
	Realizar las mediciones próximo a la comunidad o la vivienda afectada	3 mediciones como mínimo a cada lado del predio
Terrenos con actividades agrícolas	Realizar las mediciones próximas al predio.	1 medición como mínimo a cada lado del predio.
Camino o carretera vecinal	Realizar las mediciones próximas al predio.	1 medición como mínimo a cada lado del predio.
Montañas o vegetación	Realizar las mediciones próximo al predio	1 medición como mínimo a cada lado del predio.
Zona escolar	Realizar las mediciones próximo al predio	3 mediciones como mínimo a cada lado del predio
	Realizar las mediciones en interiores de la institución.	3 mediciones como mínimo a cada lado del predio
Zona industrial	Realizar las mediciones próximo al predio	1 medición como mínimo a cada lado del predio.
Zona hospitalaria	Realizar las mediciones próximo al predio	3 mediciones como mínimo a cada lado del predio
	Realizar las mediciones en interiores de la institución.	3 mediciones como mínimo a cada lado del predio

Se consideran 3 mediciones, cuando el perímetro no excedan los 60 metros de longitud (cada 20 metros una medición). Se deben realizar las mediciones cerca de la comunidad o de las viviendas afectadas cuando sea coordinada con las mismas

La localización de las mediciones se debe tomar en cuenta las características del predio de la fuente emisora y de las características de las colindancias receptoras, como se muestra en la tabla anterior.

Tabla 3. Exactitud del método

Monitor	VR	114
Rodolfo	113,9	114,0
Rodolfo	113,4	114,5
Andrés	114,6	114,0
Andrés	114,6	114,5
Javier	114,0	114,0
Javier	114,1	114,1
kenji	113,6	114,0
kenji	114,0	113,8
Pedro	114,6	114,0
Pedro	113,9	113,9

DATOS		
q :	1	
n :	2	
p :	10	
Grubbs tab	99%	2,482
Grubbs tab	95%	2,290
Cochrans	95%	0,602
VR	114,00	

En la tabla 3 se presentaron los datos de la distribución de los monitores dentro de los ambientes de la empresa obteniendo Grubbs Tab de 2,482 y 2,290 con un coeficiente de Cochrans de ,602 y un VR de 114

Tabla 4. Método

EXACTITUD DEL MÉTODO						
Monitor	V1	V2	\bar{y}	Sij	$\delta = \bar{y} - VR$	$(\delta)^2$
Rodolfo	113,9	114,0	113,95	0,0707	-0,05	0,0025
Rodolfo	113,4	114,5	113,95	0,7778	-0,05	0,0025
Andrés	114,6	114,0	114,30	0,4243	0,30	0,0900
Andrés	114,6	114,5	114,55	0,0707	0,55	0,3025
Javier	114,0	114,0	114,00	0,0000	0,00	0,0000
Javier	114,1	114,1	114,10	0,0000	0,10	0,0100
kenji	113,6	114,0	113,80	0,2828	-0,20	0,0400
kenji	114,0	113,8	113,90	0,1414	-0,10	0,0100
Pedro	114,6	114,0	114,30	0,4243	0,30	0,0900
Pedro	113,9	113,9	113,90	0,0000	-0,10	0,0100
						0,5575

Sj=	0,236	Ec. 5
S ² j=	0,05569	Ec. 6
y=	114,08	Ec. 4
ECMR %	0,22	Ec. 11
DESR	0,23611	Ec. 12
% CONF	99,78	
Texp	1,00498	Ec.13
Ttab	1,894	Anexo 1

$\delta = \bar{y} - VR$	0,0750	Ec. 10
$(\delta)^2$	0,005625	

CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Precisión

PRECISIÓN INTERNA														
Monitor	VR	114												
Rodolfo	114,6	114,0												
Rodolfo	114,6	114,5												
Andrés	114,0	114,0												
Andrés	114,1	114,1												
Javier	113,6	114,0												
Javier	114,0	113,8												
kenji	113,9	114,0												
kenji	113,9	113,9												
Pedro	114,0	113,8												
Pedro	113,8	114,0												

Monitor	V1	V2	\hat{y}	Sij	{Sij} ²	Grubbs	Eval	(n-1)*(Sij) ²	(n-1)	n	n * \hat{y}	(\hat{y}) ²	n*(\hat{y}) ²	n ²
Rodolfo	114,6	114,0	114,30	0,424	0,18	1,1740	ACEPTADO	0,180	1	2	228,6	13064,49	26128,98	4
Rodolfo	114,6	114,5	114,55	0,071	0,00	2,2611	ACEPTADO	0,005	1	2	229,1	13121,70	26243,41	4
Andrés	114,0	114,0	114,00	0,000	0,00	0,1304	ACEPTADO	0,000	1	2	228,0	12996,00	25992	4
Andrés	114,1	114,1	114,10	0,000	0,00	0,3044	ACEPTADO	0,000	1	2	228,2	13018,81	26037,62	4
Javier	113,6	114,0	113,80	0,283	0,08	1,0001	ACEPTADO	0,080	1	2	227,6	12950,44	25900,88	4
Javier	114,0	113,8	113,90	0,141	0,02	0,5653	ACEPTADO	0,020	1	2	227,8	12973,21	25946,42	4
Kenji	113,9	114,0	113,95	0,071	0,00	0,3479	ACEPTADO	0,005	1	2	227,9	12984,60	25969,21	4
Kenji	113,9	113,9	113,90	0,000	0,00	0,5653	ACEPTADO	0,000	1	2	227,8	12973,21	25946,42	4
Pedro	114,0	113,8	113,90	0,141	0,02	0,5653	ACEPTADO	0,020	1	2	227,8	12973,21	25946,42	4
Pedro	113,8	114,0	113,90	0,141	0,02	0,5653	ACEPTADO	0,020	1	2	227,8	12973,21	25946,42	4
					0,33			0,33	10	20	2280,6		260057,8	40
								T5		T3	T1		T2	T4

Precisión Interna e Incertidumbre

$T_2 * T_3 = 5E+06$

$T_1^2 = 5E+06$ 114,03

$T_2 * T_3 - T_1^2 / T_3 = 0,952$ 0,22998

$T_2 * T_3 - T_1^2 / T_3 - S_{r2} = 0,919$ 0,545

$T_3 * (P-1) = 180$

$T_3 * (P-1) / T_3^2 - T_4 = 360$

0,5

\bar{y}
Si
COCHRAN

Sr2	0,033000
Sl2	0,45950
SR2	0,49250

Incetidumbre

Nivel	VR	DESδ	DESδ %	SI	SI %	u rel	uexp
1	114,00	0,2361	0,2071	0,6779	0,5946	0,6297	1,44

Los resultados muestran que los dos monitores están en general de acuerdo. El valor medio de las mediciones de Rodolfo es de 113,9 dB, y el valor medio de las mediciones de Andrés es de 114,3 dB. La diferencia entre los dos valores medios es de 0,4 dB, que es menor que el valor de Grubbs para un nivel de confianza del 95% (2,290 dB).

Sin embargo, hay dos valores atípicos en los datos de Rodolfo. El primer valor atípico es de 113,4 dB, que es 0,6 dB por debajo del valor medio de Rodolfo. El segundo valor atípico es de 114,5 dB, que es 0,5 dB por encima del valor medio de Rodolfo.

Estos valores atípicos podrían deberse a errores de medición o a factores ambientales que afectaron la precisión de las mediciones. Para confirmar la precisión de los monitores, se recomienda realizar más mediciones en condiciones controladas.

DISCUSIÓN

El laboratorio TENTA LAB SRL realiza la calibración externa del sonómetro integrador CEL-63X, utilizando los servicios de IBMETRO, institución acreditada para la realización de la calibración requerida para la conformidad y confiabilidad de los resultados. También el laboratorio acepta el uso de una fuente de calibración externa (siempre que la misma está certificada), así como calibración realizada por la casa matriz o fabricante del equipo.

A partir de la base de datos obtenida en la medición se debe graficar todas las mediciones registradas. La grafica resultante, debe ser confrontada con la información registrada en el protocolo de campo (TL-FR-02). La gráfica es evaluada en el programa de Excel donde se grafican los tipos de ruidos según las características determinadas. Se considera ruido estable cuando la diferencia entre el límite superior e inferior de una medición no sobrepasan los 5 dB.

Ruido Inestable es cuando la diferencia entre el límite superior de una medición esta entre 5 y 10 dB. El ruido inestable es considerado cuando la diferencia entre en límite superior e inferior es mayor a 10 dB, moramente es de poca duración. Generalmente es debido a golpes o explosiones. Con base a las mediciones obtenidas y presentes en las tablas, se justifica el levantamiento de la propuesta, objetivo final del estudio.

Para la determinación de la validación se utiliza los valores de ruido obtenidos de las lecturas con el patrón y se realiza la prueba de precisión, exactitud e incertidumbre. Primeramente, se calcula la exactitud para ello se coloca los datos obtenidos en las tablas anteriores para proceder a realizar los cálculos de cada fila, iniciando por el promedio, la desviación estándar, el sesgo y el sesgo al cuadrado.

Con estos datos se determinaron los cálculos para determinar la exactitud del método realizando el cálculo del promedio, la desviación de los promedios, la desviación de los promedios al cuadrado con la ecuación, el sesgo del método, la ecuación media cuadrática, calculando también la desviación del y para verificar la exactitud del método se calcula el t experimental.

Para la determinación de la precisión interna se colocaron los datos y se calcula el promedio, la desviación estándar, la desviación al cuadrado, la evaluación de Grubbs para el análisis de errores sistemáticos, luego se procede al cálculo de la precisión interna o intermedia, se calcula el promedio de los promedios, la desviación de los promedios, también se realiza la evaluación de Cochran`s evaluación de los errores aleatorios.

Propuesta Teórica

La aplicación de las técnicas seleccionadas para la validación de ruido en fuentes fijas, la elaboración de planes, programas para la determinación de la cantidad de muestras que se deben tomar según la población, programa de capacitación para el personal de monitoreo, procedimientos para la elaboración de informe, con la finalidad de brindar un mejor servicio para la satisfaciendo las necesidades y exigencias del cliente.

Con la propuesta desarrollada se desea poder brindar un servicio completo al cliente desde la correcta medición de ruido perimetral, la correcta validación del método de ruido ocupacional, la forma correcta de reportar el resultado con la incertidumbre determinada.

La validación del método de medición debe incluir la determinación de la precisión, exactitud y

estimación de la incertidumbre, para la realización de la validación y cálculos estadísticos, se realizaron diez mediciones de ruido por duplicado con el patrón y reportados con una cifra significativas para una mejor la evaluación estadística.

Para la determinación de la validación se utiliza los valores de ruido obtenidos de las lecturas con el patrón y se realiza la prueba de precisión, exactitud e incertidumbre. Se procede a realizar los cálculos para determinar la exactitud del método realizando el cálculo del promedio.

Fotografía 1. Medición de ruido reproducibilidad (precisión interna)



Para la obtención de resultados de medición de ruido en condiciones de reproducibilidad se realizaron las mediciones en condiciones normales con diferentes monitores en diferentes días.

Para la presentación del informe de medición de ruido ambiental se incluirá el nombre del monitor encarado de la realización de las mediciones y se incluirá la presentación de la incertidumbre para cada resultado obtenido.

Tabla 6. Resultados De La Medición

Lugar o punto de medición	Unidad	Rango de medición	Tiempo de medición	Limite permisible	Resultados obtenidos	U exp
	dB A	20 - 140	15 min	68 D/65 N		±
	dB A	20 - 140	15 min	68 D/65 N		±
	dB A	20 - 140	15 min	68 D/65 N		±
	dB A	20 - 140	15 min	68 D/65 N		±

Límites Permisibles de emisión de ruidos provenientes de fuentes fijas de 06:00 a 22:00(diurno) y de 22:00 a 06:00(nocturno), medidos en forma continua o semicontinua en las colindancias del predio, durante un lapso no menor a 15 min por punto según el RMCA Anexo 6.

La propuesta posee un estudio económico dividido en las siguientes etapas: En la etapa de compromiso por la dirección se refiere a la impresión de los documentos propuestos y su respectiva

distribución. Estos gastos son de implementación, pero dentro de la política de la empresa está la revisión anual de los documentos, estos pueden sufrir cambios de mejora entonces se los tiene que volver a imprimir y distribuir.

En la etapa de acreditación se realiza primeramente una auditoría externa por un experto que determinara si la documentación está correctamente implementada y si la actividad de validación se cumple como dicen los procedimientos, esta auditoría da la autorización para realizar la auditoría externa realizada por la dirección técnica de acreditación (DTA). En la auditoría externa realizada por la DTA solo hay costos de pago al auditor líder y el experto técnico que desarrollaran la auditoría, en esta auditoría se decide si el laboratorio cumple con todo lo propuesto y si es apto para acreditar la validación.

Las auditorías internas y externas se deben realizar anualmente durante el tiempo que dura la acreditación que son de 3 años, en el tercer año la auditoría externa es llamada auditoría de reacreditación. Una vez obtenido los resultados favorables de que el laboratorio puede acreditar muestreo, el laboratorio debe cancelar un valor de acreditación anual.

Calculo Del Costo/Beneficio

Con base a los datos los costos de implementación, se realizó el cálculo costo beneficio de la gestión 2019 a la gestión 2028 y los resultados obtenidos indican que es conveniente invertir en esta propuesta ya que la relación de costo beneficio es mayor a 1 indicando que el proyecto generara ganancias para el organismo de inspección ver tabla 7.

Tabla 7. Costo/Beneficio

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Beneficio	15783	16944	17892	18694	19388
Costos	13779	13779	13779	13779	13779
C/B	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8

CONCLUSIONES

Se efectuó el diagnóstico de la situación inicial en TENTA LAB SRL en la cual se determina que no se cumple con el requisito 7.1 de la norma NB ISO/IEC 17020:2012 sin embargo la empresa tiene una sistemática para la realización de la medición de ruido perimetral (ambiental).

Se propone la técnica de validación en base a errores aleatorios y errores sistemáticos y la determinación del rango de confianza utilizando la técnica de estimación de la incertidumbre combinada. Se propone nuevos documentos, formulario para la presentación del informe final reportando la incertidumbre determinada por el organismo de inspección, programas, procedimientos, entre otros documentos resultantes de este trabajo que permiten al TENTA LAB SRL postularse a la acreditación como organismo de inspección.

Se determina, la viabilidad del estudio dejando claro que la incorporación de la validación en ruido perimetral (ambiental) para lograr la acreditación como organismo de inspección, no solo es necesario, sino que brindara a TENTA LAB SRL mayor rentabilidad en el ejercicio de su negocio, al aumentar sus beneficios y al obtener nuevos contratos.

REFERENCIAS

- Arias, F. G. (2012). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta. Fidiás G. Arias Odón. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=W5n0BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=El+Proyecto+De+Investigaci%C3%B3n.+Introducci%C3%B3n+a+la+metodolog%C3%Ada+cient%C3%ADfca&ots=kZjQapqop3&sig=pSruy6hP-Xb-t7QDK7oZU3p1Vp8>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. <https://www.academia.edu/download/64591365/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n.%20Rutas20cuantitativa,%20cualitativa%20y%20mixta.pdf>
- IBMETRO - DTA (2018). Criterio de aplicación de la norma NB/ISO/IEC 17025:2018, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. <https://www.ibmetro.gob.bo/sites/default/files/2023-06/DTA-CRI-031%20V4%20Criterio%20de%20aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20norma%20NB%20ISO%20IEC%2017025%202018.pdf>
- IBMETRO – DTA (2018). DTA-CRI-011 V7 Criterios Sobre La Estimación de La Incertidumbre K. <https://www.ibmetro.gob.bo/sites/default/files/2023-03/DTA-CRI-011%20V7%20Criterios%20sobre%20la%20estimaci%C3%B3n%20de%20la%20incertidumbre.pdf>
- Kerlinger, F. N. (2002). Investigación del comportamiento. <https://www.sidalc.net/search/Record/KOHA-OAI-TEST:43649/Description>
- Ley 1333 de 1998. (1992, 27 de abril). Congreso de la República. https://sea.gob.bo/digesto/CompendioII/N/129_L_1333_01.pdf
- Sonómetro medioambiental CEL-63x. (s.f) Manual de usuario. Casella. https://support.noisemeters.com/product/cel63x/CEL-63x%20User%20Manual%20HB3356_ES.pdf
- Norma Boliviana NB-ISO/IEC 17020. Requisitos generales para la competencia de organismos de inspección, edición 2012.