UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ARTICULO CIENTIFICO

PROYECTO DE INVESTIGACION

MONITOREO Y EVALUACION DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE Y RUIDO EN PRINCIPALES CIUDADES DE LA REGION UCAYALI

Autor:

Ing. M.Sc. Tedy Tuesta Torrejón
Docente Asociado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales
Correo electrónico: ttuesta7@hotmail.com

Pucallpa-Perú
2015

MONITOREO Y EVALUACION DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE Y RUIDO EN PRINCIPALES CIUDADES DE LA REGION UCAYALI

MONITORING AND EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL QUALITY OF AIR AND NOISE IN MAIN CITIES OF THE UCAYALI REGION

Tedy Tuesta Torrejón

Profesor Asociado Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el ámbito de la jurisdicción de los distritos de Calleria, Yarinacocha, Manantay de la Provincia de Coronel Portillo y distrito de Aguaytía en la Provincia de Padre Abad. El objetivo fue evaluar la calidad ambiental de aire y ruido, determinando los niveles de presión sonora y la concentración de material particulado (PM10). Para evaluar los niveles e presión sonora, se usó como herramienta el "Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental" (MINAM, 2011), donde se establece la metodología, técnicas y procedimientos, cuyos resultados fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA-Ruido) vigentes. Mientras, que para la evaluación de material particulado (PM10), se realizó bajo las condiciones del "Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Gestión de Datos" (DIGESA, 2005) cuyos resultados fueron comparados con el Reglamento Nacional de Calidad Ambiental del Aire (D.S. 085-2003-PCM). Los resultados muestran que el nivel de presión sonora es más crítico en el cruce de las Avenidas de Salvador Allende y Centenario con 81.28 decibeles y en el cruce con Jirón Las Mercedes con Túpac Amaru cuyo valor fue de 78.19 decibeles, lugares que se encuentran en el Distrito

de Calleria y Manantay respectivamente. Por su parte, la concentración de PM10 promedio en Yarinacocha fue de 366 ug/m3 superando los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de aire, llegando a tener un estado de alerta “Peligroso” y un índice de calidad de Aire “Muy Malo”. Asimismo, la concentración de material particulado en el distrito de Manantay también supera los Estándares de Calidad Ambiental con 279.2 ug/m3; en ambos casos, se observa que la causa principal de contaminación por PM10, se debe al excesivo flujo vehicular y a otras condiciones de la zona como calles no pavimentadas.

Palabras clave. Emisiones, Material Particulado, Parametros,Escandares de Calidad Ambiental

ABSTRACT

The present investigation was carried out within the jurisdiction of the districts of Calleria, Yarinacocha, Manantay of the Province of Coronel Portillo and district of Aguaytía in the Province of Padre Abad. The objective was to evaluate the environmental quality of air and noise, determining the sound pressure levels and the concentration of particulate material (PM10). To evaluate sound pressure levels, the "National Environmental Noise Monitoring Protocol" was used as a tool (MINAM, 2011), which establishes the methodology, techniques and procedures, whose results were compared with the National Environmental Quality Standards (ECA-Noise) in force. Meanwhile, for the evaluation of particulate material (PM10), it was carried out under the conditions of the "Protocol for Air Quality Monitoring and Data Management" (DIGESA, 2005) whose results were compared with the National Regulation of Environmental Quality of Air (DS 085-2003-PCM). The results show that the sound pressure level is more critical at the intersection of

Salvador Allende and Centenario Avenues with 81.28 decibels and at the intersection with Jirón Las Mercedes with Túpac Amaru whose value was 78.19 decibels, places that are located in the District of Calleria and Manantay respectively. On the other hand, the concentration of average PM10 in Yarinacocha was 366 ug / m3 exceeding the National Environmental Quality Standards for air, reaching a "Dangerous" alert status and a "Very Bad" air quality index. Likewise, the concentration of particulate material in the Manantay district also exceeds the Environmental Quality Standards with 279.2 ug / m3; In both cases, it is observed that the main cause of contamination by PM10 is due to excessive traffic flow and other conditions in the area such as unpaved roads.

Keywords. Emissions, Particulate Material, Parameters, Environmental Quality Standards

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas de las ciudades es el incremento de las externalidades ambientales como el ruido, contaminación por material particulado menores de 10 micras (PM10), la polución en general, los desechos tóxicos, entre otras; las externalidades aumentan a medida que crecen las ciudades. El ruido, está relacionado con el aumento del número de automóviles, industrias, etc, causando impactos importantes, que tienen dos receptores: los habitantes de la ciudad que reciben el impacto, generando problemas de salud; y, la infraestructura física de la ciudad, en especial el valor de mercado de las propiedades residenciales.

La contaminación atmosférica constituye un problema ambiental, por cuanto la acción antrópica e industrial genera un efecto sobre un componente ambiental (aire) y el deterioro de éste afecta la supervivencia y calidad de vida del hombre. En la actualidad, el resultado del desarrollo, el progreso tecnológico, como también la presencia de polvos y gérmenes microbianos provenientes de los desechos de la actividad del ser humano, ha originado diversas formas de contaminación, las cuales alteran el equilibrio físico y mental del ser humano.

Uno de los contaminantes que resulta de interés por sus afecciones al sistema respiratorio es el material particulado en sus diferentes tamaños aerodinámicos principalmente material particulado suspendido total (TSP), material particulado de tamaño menor a 10 micras (PM10) y material particulado de tamaño menor a 2.5 micras (PM2.5), para los cuales existen normas de calidad del aire tanto en la legislación nacional como internacional, por su gran generación en procesos de combustión en fuentes fijas y móviles.

Las ciudades de Pucallpa, Yarinacocha, Manantay y Aguaytía por sus características de población (340,000 habitantes), crecimiento del parque automotor (tasa de 1.5% por año desde 2009 en Pucallpa) y actividad industrial (más de 100 empresas), han experimentado a través de los años un incremento en la contaminación del aire y ruido.

En ese marco, la Universidad Nacional de Ucayali cumple un rol primordial en la investigación de la contaminación ambiental y en la implementación de medidas que contribuyan a la gestión ambiental de la región para una mejor calidad de vida de la población; es por ello, importante evaluar la calidad ambiental de ruido y aire en principales ciudades del departamento de Ucayali como Pucallpa (Callería), Manantay, Yarinacocha y Aguaytía (Padre Abad), donde se hicieron evaluaciones para cuantificar los niveles de presión sonora (dB) y material particulado menores a 10 micras (PM10)

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de ejecución

El proyecto de investigación se desarrolló en el ámbito de la jurisdicción de los distritos de Callería, Yarinacocha, Manantay de la Provincia de Coronel Portillo y distrito de Aguaytía en la Provincia de Padre Abad en el departamento de Ucayali y los puntos de evaluación de aire y ruido se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 1. Puntos de evaluación de nivel de presión sonora, según Distritos

DISTRITO	PUNTO	DIRECCION	COORDENADAS	
			NORTE	ESTE
CALLERIA	C1	Jr.9 de diciembre / Jr. Ucayali	9072863.27	551817.02
	C2	Jr. Mariscal Castilla / Jr. Manco Cápac	9074018.00	552195.00
	C3	Jr. Comandante Suárez / Jr. Arequipa	9074803.00	551067.00
	C4	Jr. Guillermo Sisley / Av. La Marina	9074422.69	550009.62
	C5	Jr. 9 de octubre / Jr. Lloque Yupanqui	9072361.46	550029.28
	C6	Av. Centenario / Jr. Salvador Allende	9073135.19	549701.17
	C7	Jr. Lloque Yupanqui / Av. Aviación	9072137.32	548010.92
	C8	Km 8,700 AA.HH Magdalena	9071651.00	543557.00
	C9	Jr. Iquitos / Jr. Serafín Filomeno	9073179.00	550594.00
YARINACOCHA	Y1	Av. Unión / Jr. Pachacutec	9073513.50	548334.93
	Y2	Av. Arborización / Jr. Lagunas (Arco de Fonavi)	9073513.50	547563.54
	Y3	Av. Yarinacocha /Jr. José Gálvez	9075726.12	547397.93
	Y4	Jr. Palmeras / Jr. José Gálvez	9075130.79	546805.04
	Y5	Av. Yarinacocha / Jr. 7 de Junio	9076439.31	546615.13
	Y6	Jr. Palmeras / Jr. Miguel Grau	9075608.00	546282.00
	Y7	Jr. 2 de Mayo / Jr. La Perla de Yarinacocha	9075217.00	545595.00
	Y8	Jr. San Alejandro Km 3 (UNIA)	9076900.00	545285.00
	Y9	Jr. Masi sea / Av. Arborización	9073256.00	547397.00

MANANTAY	**M1**	Jr. Los mangos / Av. Bellavista	9071686.00	551025.99
	M2	Jr. Túpac Amaru / Jr. Las Mercedes	9071580.52	549326.66
	M3	Jr. Las sauces / Jr. José Balta	9070793.64	549379.49
	M4	Jr. Los eucaliptos / Jr. Pachacutec	9070425.63	548218.31
	M5	Av. Manantay (AA.HH Muestra Sra de Guadalupe)	9070468.69	550490.35
	M6	Av. Evitamiento / Jr. Dámaso Dávila	9069769.77	549449.72
	M7	Av. Evitamiento / Jr. Pachacutec	9069531.62	548463.62
	M8	Av. Aviación / Jr. Orellana	9069072.00	548816.00
	M9	Av. Forestación / Jr. Santiago Saboya	9071064.00	547819.00
AGUAYTIA	**A1**	C.F.B (Puente Aguaytía)	9000935.00	444261.00
	A2	Jr. Simón Bolívar Cd. 5 Plaza menor frente a la municipalidad	9001024.00	444110.00
	A3	Jr. Simón Bolívar - Boulevard de Aguaytía	9001140.00	444350.00
	A4	Jr. Los rosales	9000502.00	443889.00
	A5	Plaza mayor de Aguaytía	9000840.00	444027.00
	A6	Loma	9001206.00	443777.00

Puntos para la evaluación de material particulado menores a 10 micras (PM10)

Tabla 2. Puntos para la evaluación de material particulado menores a 10 micras(PM10), según Distritos.

DISTRITO	PUNTO	DIRECCION	COORDENADAS	
			NORTE	ESTE
CALLERIA	C1	Jr. Salvador Allende / Av. Yarina	9074547.00	549302.00
	C2	Jr. Dos de Mayo / Jr. Madre de Dios	9074952.67	550697.59
	C3	Av. Amazonas / Jr. Mayer Cohen	9073469.15	549754.19
	C4	Jr. Inmaculada Cdra. 4	9073766.73	551551.96
YARINACOCHA	Y1	Jr. San Alejandro Km 3 (UNIA)	9076896.47	545274.5
	Y2	Jr. Dos de Mayo / Jr. La Perla	9075216.00	545598.00
	Y3	Jr. Las Palmeras / Jr. Miguel Grau	9075611.00	546283.00
	Y4	Av. Arborización / Jr. Los Rosales	9074450.39	547534.96
MANANTAY	M1	Jr. Las maderas / Jr. Atalaya	9071502.00	550847.00
	M2	Av. Túpac Amaru Mz.16 Lt. 8	9071504.07	547662.88
	M3	Av. Túpac Amaru / Av. Manantay	9071308.4	550988.34
AGUAYTIA	A1	C.F.B (Puente Aguaytía)	9000968	444308
	A2	Jr. Rio Negro Cd 3 (Frente Colegio 64108- José Carlos Mariátegui)	9000813.00	443759.00
	A3	Jr. Simón Bolívar Cd 5 (Plaza menor de Aguaytía)	9001035.00	444100.00

Materiales

- Formato encuesta
- Plano del distrito de Calleria, Yarinacocha, Manantay y la ciudad de Aguaytia
- Útiles de escritorio
- Ficha de trabajo (cartulina)
- Materiales para el taller (papelotes, cinta Masking tape, plumones, etc)
- Gigantografía para los talleres
- Documentos técnicos

Equipos

- Cámara Fotográfica
- GPS
- Termómetro ambiental
- Kit de medición de ruido(Sonómetro no Integrador clase 2)
- Muestreador de alto volumen (HIVOL)
- Estabilizador y extensión
- Filtros de cuarzo
- Barómetro de pulgada de agua
- Balanza analítica
- Estufa para el secado
- 2 Laptops
- Proyector Multimedia
- Impresora

METODOLOGÍA

Se empleó el método descriptivo, el cual consistió en observar y medir el nivel de presión sonora (LeqAT) y la concentración de material particulado menores a 10 micras (PM10).

Para evaluar los niveles de presión sonora en los puntos evaluados, el procedimiento se basó bajo condiciones metodológicas del Ministerio del Ambiente **"Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental" (MINAM, 2011)**, donde se establece las metodologías, técnicas y procedimientos, cuyos resultados podrán ser comparados con los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido vigentes. **(D.S. 085-2003-PCM).**

Para la evaluación PM10, el procedimiento se basó bajo condiciones metodológicas del Ministerio del Ambiente **"Protocolo de Monitoreo de Calidad del Aire y Gestión de Datos" (DIGESA, 2005)**, cuyos resultados podrán ser comparados con el reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire **(D.S. 085-2003-PCM) y** con el reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire **(D.S. 009-2003-SA).**

Determinación de los niveles de presión sonora en los puntos de evaluación

- **Metodología para la evaluación del nivel de ruido en los puntos**

  Para determinar el nivel de ruido, se siguió las siguientes directrices generales:

  - El sonómetro se colocó en un trípode de sujeción a 1.5 m sobre el piso.
  - El sonómetro se alejó al máximo posible de fuentes de generación de ruido ajenas al tránsito vehicular, así como de superficies reflectantes (pared, techo, objetos, etc.)
  - Se desistió de la medición si hubo fenómenos climatológicos adversos que generen ruido (lluvia, vientos, etc.).

- **Identificación de las fuentes y ubicación de puntos**

- Se realizó en gabinete el planteamiento de las fuentes (avenida, calle, Jr.).
- Se realizó el recorrido a lo largo de la zona verificando los puntos elegidos para la ubicación del sonómetro,

- **Instalación del sonómetro**
  - El Sonómetro en el punto de evaluación, se ubicó en el límite de la calzada (Ver Figura 1).

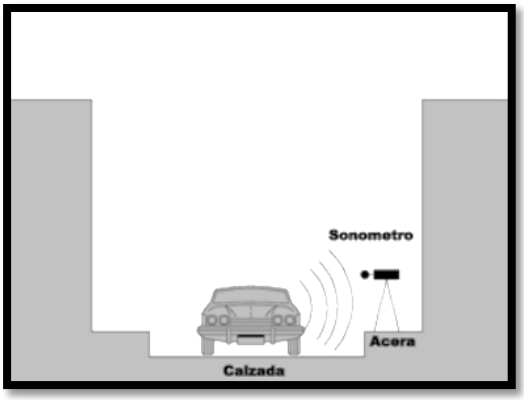


Figura 1. Medición para fuentes vehiculares

  - Se consideró la dirección del viento debido a que, a través de éste, la propagación del ruido puede variar.
  - Antes de iniciar la medición, se verificará que el sonómetro esté en ponderación A y modo Fast.

- **Medición del Ruido y Tiempo**
  - Se realizó 10 mediciones de un (01) minuto por cada punto de evaluación.
  - El intervalo para la evaluación en los puntos se realizó en horario de mayor tráfico u hora punta.
  - 7:00 a 9:00
  - 12:00 a 14:00
  - 17:00 a 19:00

- Se realizó un conteo de los vehículos (autos, camionetas, motokar, motos y carga pesada) simultáneamente a la medición con el sonómetro, por un lapso de 10 minutos.
- La evaluación de ruido se realizó con dos (02) repeticiones por punto, es decir un punto se evaluó dos días, posteriormente se promedió el resultado con el objeto de tener un promedio de presión sonora representativo por punto.
- Se anotó en una hoja de campo los valores para Lmax, Lmin y Leq asociado a cada tiempo de medición.
- Se anularon datos (cuando en el tiempo de la medición hubo presencia de lluvia y vientos fuertes) en las interferencias para la toma de datos.

Procesamiento de datos

- **Determinar los niveles de ruido**
  - En el estudio se utilizó el ***Sonómetro no integrador digital***, por lo que el nivel de presión sonora continúo equivalente ponderado A del intervalo de tiempo T (LAeqT) no es posible determinarlo directamente por lo que se aplicó la siguiente ecuación.

$$LAeqT = 10log[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} 10^{0.1Li}]$$

Dónde:

- L=Nivel de presión sonora ponderado A instantáneo o en un tiempo T de la muestra i.
- N=Cantidad de mediciones en la muestra i.

El sonómetro utilizado Center 322 sound, tiene una función Rec, que permitió grabar los valores obtenidos por el intervalo de diez (10) minutos;

- **Determinar la relación entre las variable flujo vehicular y niveles de presión sonora**

  Con los resultados obtenidos del conteo del número de vehículos y los niveles de presión sonora promedio de los tres (03) horarios evaluados, en los diez (10) minutos respectivamente, se usó el programa ofimático Microsoft Excel con dichos valores para crear un gráfico de dispersión donde se determinó la correlación existente entre ambas variables, obteniéndose el Coeficiente de correlación (R).

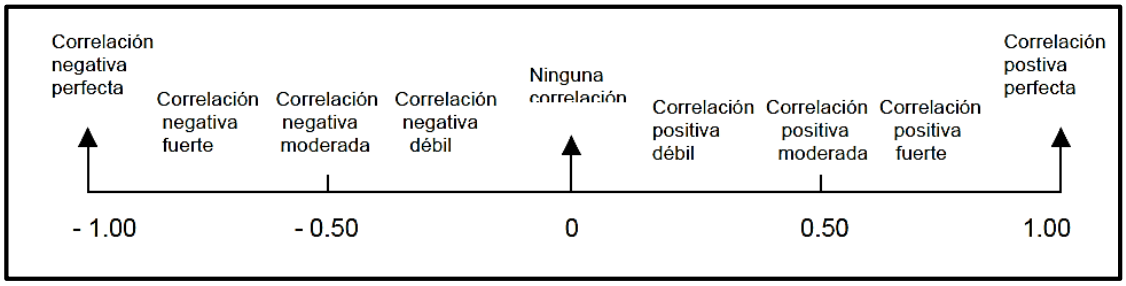


Figura 2. Descripción del coeficiente de correlación (r)

Determinación de la concentración de material particulado menores a 10 micras (PM10)

Se hizo un muestreo de 24 horas, utilizando filtros de cuarzo (para las muestras) en el equipo Hi-VoL, que fueron pesados, antes y después de cada muestreo en una balanza analítica, y por diferencia de pesos se determinó el nivel de la concentración de material particulado en el sector.

Levantamiento de información

- Para ubicar el sector de muestreo se hizo un recorrido de los distritos de teniendo en cuenta la ubicación de lugares públicos (establecimientos de salud, instituciones educativas, etc) de mayor concentración de personas, tránsito vehicular, considerando también la dirección del viento

predominante en la zona (norte - sur), y las principales fuentes sospechosas de contaminantes, tanto naturales como antrópicas.

- Para la determinación de las concentraciones de partículas, se ha tomado como referencia la metodología de evaluación de muestras del estudio del *protocolo de monitoreo DIGESA-2005* y el *Manual del Hi-Vol* para lo cual:
- Se consideró un radio de 100 metros alrededor del sector de muestreo.
    - Se realizó 2 muestras (repetidas) para el mismo sector (cabe resaltar que el protocolo deja a criterio la frecuencia y muestras de las evaluaciones).
    - Se instaló el equipo HIVOL de acuerdo a barlovento y sotavento de los contaminantes; es decir, de dónde proviene y hacia dónde se dirige el viento.
- Para determinar la concentración de material particulado (PM10) se siguió las siguientes directrices generales:
    - Antes de empezar cada monitoreo se registró cada filtro con número de identificación (ID) y se calculó el peso seco de los filtros de cuarzo .Para ello se utilizó una estufa a una temperatura de 105°C por un tiempo de 24 horas para el secado del filtro; se pesó el filtro posteriormente se colocó en una bolsa hermética.
    - se ubicaron las coordenadas y coloco el equipo Hi-Vol. Seguidamente se limpió interna y externamente con una franela, se retiró la malla metálica para el roseo de silicona.
    - Luego se midió la presión barométrica después del programado y antes que termine el monitoreo de 24 horas.

- Durante el periodo de cada monitoreo se obtuvo el registro de parámetros de campo siguiente:

Tabla 3. Parámetros de monitoreo

Datos	Unidad
Presión de Flujo del equipo	Pulgadas de agua (IN H2O)
Presión barométrica	Milibar
Presión barométrica	mm Hg
Temperatura ambiente	ºC
Tiempo	Horas

- Después del término de la evaluación se retiró el filtro con cuidado para posteriormente llevarlo al laboratorio de la Universidad Nacional de Ucayali
- En el laboratorio, se colocó el filtro con la muestra en la estufa eléctrica a una temperatura de 105 °C por un tiempo de 24 horas para secar la muestra. Posteriormente se retira la muestra de la estufa.
- Luego por diferencia de peso se calculó el peso de la muestra

Tabla 4.registro de parámetros de laboratorio

Datos	Unidad
Peso seco filtro (PSF)	Gramos (g)
Peso seco filtro con muestra (PSFM)	Gramos (g)
Muestra (M)	Gramos (g)
Muestra (M)	Microgramos(ug)

Finalmente se determinó la concentración del material particulado (PM10)

Para el cálculo de la velocidad del viento y temperatura se promedió de las tres recopilación de datos del día de las horas 07:00 am, 13:00 pm y 19:00 pm, de cada sector de muestra, para luego ser promediado por sector y se utilizó el Microsoft Excel para determinar la influencia de la velocidad del viento y la temperatura, a través de gráficos.

III.RESULTADOS

Nivel de presión sonora (db) en puntos del Distrito de Callería-Ciudad de Pucallpa. De los 9 puntos evaluados se ha determinado que los niveles de presión sonora promedio se encuentran entre 69.8 db y 81.28 db, ubicados en el Jr. Mariscal Castilla/Jr. Manco Cápac y Jr. Salvador Allende/Jr. Centenario respectivamente.

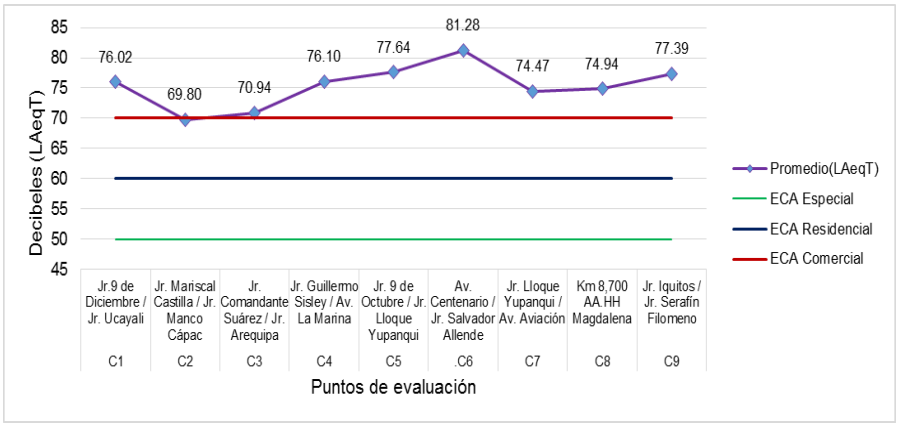


Figura 3. Promedio del nivel de presión sonora en ciudad de Pucallpa-Callería

Nivel de presión sonora (db) en puntos del Distrito de Yarinacocha-Puerto Callao. De los 9 puntos evaluados se ha determinado que los niveles de presión sonora promedio se encuentran entre **65.58 db** y **76.73 db,** ubicados en el Jr. 2 de mayo/Jr. La Perla de Yarinacocha y Av. Arborización / Jr. Las Lagunas (Arco de Fonavi) respectivamente.

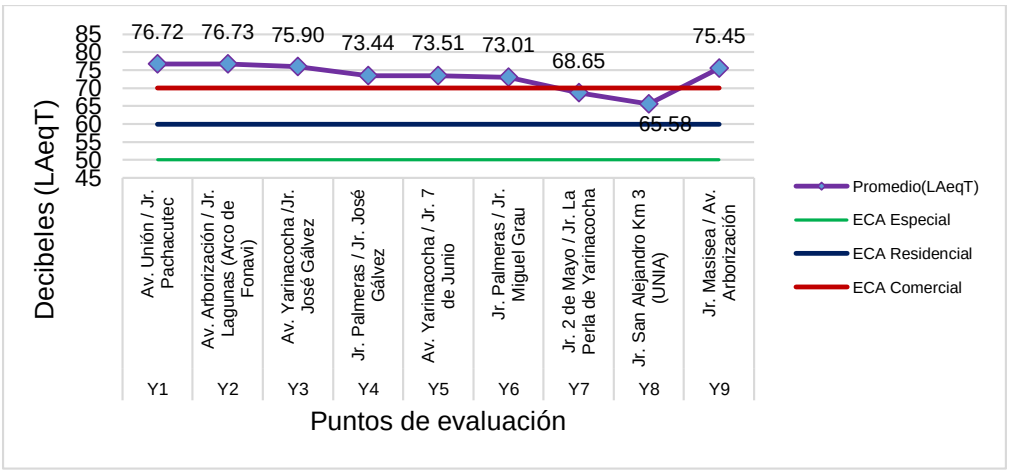


Figura 4. Niveles de presión sonora (db) promedio en Puerto Callao-Yarinacocha

Nivel de presión sonora (db) en puntos del Distrito Manantay. De los 9 puntos evaluados se ha determinado que los niveles de presión sonora promedio se encuentran entre 63.76 db y 78.19 db, ubicados en la Av. Aviación/ Jr. Orellana y Jr. Túpac Amaru/ Jr. Las mercedes respectivamente.

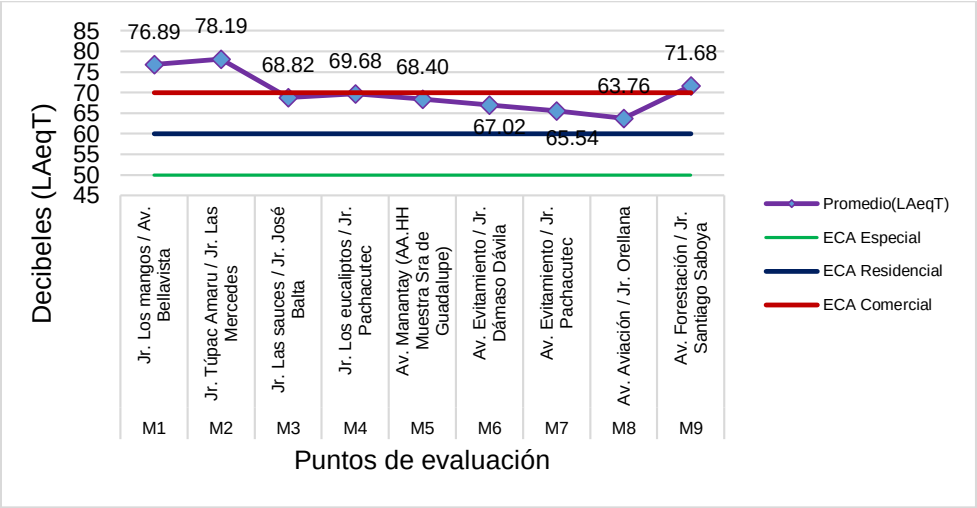


Figura 5. Niveles de presión sonora (db) en Manantay

Nivel de presión sonora (db) en puntos del Distrito de Padre Abad-Ciudad de Aguaytía. De los 6 puntos evaluados se ha determinado que los niveles de presión sonora promedio se encuentran entre 68.50 db y 73.82 db, ubicados en el Jr. Bolivar con Boulevard de Aguaytía y Puente de Aguaytía respectivamente.

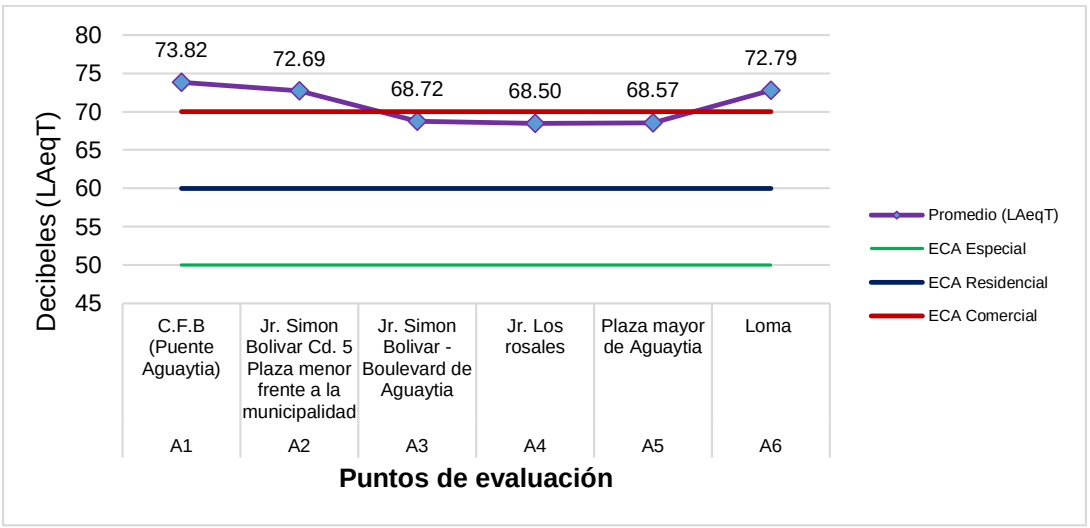


Figura 6. Niveles de presión sonora (db) en Manantay

Niveles de concentración de material particulado (PM10)

A continuación se muestran los valores de la concentración de material particulado (PM10) realizado en un periodo de 96 horas (4 días) ininterrumpidamente.

Concentración de material particulado en yarinacocha

De los 4 puntos evaluados se ha encontrado que la concentración de material particulado (PM10) promedio es 366,87 ug/m3**,** cuyos valores tienen un rango de 554,86 ug/m3.Los puntos del Jr. San Alejandro-Frente a UNIA (Y1), Jr. Dos de Mayo / Jr. La Perla de Yarina (Y2) y Jr. Las Palmeras / Jr. Miguel Grau (Y3), superan los 150 ug/m^3 establecidos por las ECA de calidad de aire; sin embargo el punto de Av. Arborización / Jr. Los Rosales (Y4) muestran tan solo una concentración de 94,04 ug/m^3, siendo el único punto evaluado que cumple con la normativa establecida en el D.S 074-2003-PCM.

En los puntos (Y1) y (Y2) la concentración de PM-10 sobrepasa el ECA para aire en 333% y 261% respectivamente, esto podría deberse a que según la identificación con las hojas de campo, existe una significativa presencia de vehículos y las calles no están pavimentadas.

En el punto (Y3) se observa una disminución en la concentración de PM-10, respecto al punto (Y2), sin embargo, excede 23% con respecto al ECA para aire, siendo causado por la fuente móvil (tránsito vehicular),

En el punto de Av. Arborización / Jr. Los Rosales (Y4) la concentración de material particulado no excede el ECA para aire, esto posiblemente se debe a que las calles se encuentran pavimentadas y hacen que el material particulado en esta área sea menor, asimismo cabe destacar que días antes de la evaluación en este punto hubo precipitación influyendo en la concentración de PM-10 suspendido en el aire.

Los altos niveles de concentración de PM-10 en la ciudad de Yarinacocha se contrasta con el estudio realizado por GOREU (2010) en el distrito de Yarinacocha, cuyo valores oscilan desde 220.403 ug/m^3 en la Av. Yarinacocha/Jr. 2 de mayo a 308.374 ug/m^3 en la CFB con Av. Aeropuerto (Frente al cementerio), y cuyos puntos superan los ECA para aire; sin embargo comparando con el estudio realizado por DIGESA (2010), la concentración de PM10 está por debajo de los ECA para Aire.

Tabla 5. Concentración de material particulado en Yarinacocha

ID	UBICACIÓN	PM-10 ug/m^3	ECA Aire 150 ug/m^3	Exceso del ECA para Aire
Y1	Jr. San Alejandro (Frente a UNIA)	648,9	498,9	333 %
Y2	Jr. Dos de Mayo / Jr. La Perla de Yarinacocha.	540,74	390,74	261%
Y3	Jr. Las Palmeras / Jr. Miguel Grau.	183,77	33,77	23%
Y4	Av. Arborización / Jr. Los Rosales	94,04	-55,96	0%
	PROMEDIO	**366,87**		
	Rango	554,86		

Concentración de Material Particulado en Padre Abad-Aguaytia

De los 3 puntos evaluados se ha encontrado que la concentración de material particulado (PM10) promedio es 84,8 ug/m3**,** cuyos valores tienen un rango de 181,51 ug/m3.En el área de estudio de la C. F. B. Puente Aguaytia (Y1) / Jr. Sargento Lores superan los 150 ug/m^3 establecidos por los ECA de aire; sin embargo el punto Jr. Rio Negro cd. 3 - Frente al colegio 64108 (Y2) y Jr. Simón Bolívar cd 5 - Plaza menor de Aguaytia (Y3) muestra tan solo una concentración de 27.67 ug/m^3 y 22.60 ug/m^3 respectivamente, cumpliendo con la normativa establecida en el D.S 074-2003-PCM.

En la C. F. B. (Puente Aguaytia) / Jr. Sargento Lores la concentración de PM-10 sobrepasa el ECA para aire en 36%, esto se debería a que la zona evaluada hay

presencia de tránsito vehicular, cabe mencionar que esta área evaluada se encuentra en una de las vías más importantes de la región Ucayali, la carretera Federico Basadre, cuyo transito es continuo porque forma parte de la interconexión entre las ciudades de Pucallpa-Lima; de esta manera el aumento de la concentración de PM-10,

En Jr. Rio Negro cd. 3 (Frente al colegio 64108) y Jr. Simón Bolívar cd 5 (Plaza menor de Aguaytia), la concentración de PM-10 se muestra bajo, esto podría ser por la precipitación que hubo días antes de la evaluación, influyendo en la concentración de PM-10 suspendido en el aire. Cabe destacar que la ciudad de Aguaytía se caracteriza por tener un clima cálido y húmedo con abundantes precipitaciones. La ciudad de Aguaytía tiene un promedio de 84,80 ug/m^3 de concentración en material particulado, la cual no sobrepasa los ECA para aire.

Tabla 6. Concentración de material particulado en Aguaytia

ID	DIRECCION	PM-10 ug/m^3	ECA Aire 150 ug/m^3	Exceso del ECA para Aire
A1	CFB. (Puente Aguaytía) / Jr. Sargento Lores.	204,11	54,11	36%
A2	Jr. Rio Negro Cdra. 3 (Frente al colegio 64108)	27,67	-122,33	0%
A3	Jr. Simón Bolívar Cdra. 5 (Plaza menor de Aguaytia)	22,6	-127,4	0%
	PROMEDIO	**84,8**		
	Rango	181,51		

Concentración de Material Particulado en Calleria- Ciudad de Pucallpa

De los 4 puntos evaluados se ha encontrado que la concentración de material particulado (PM10) promedio es 366,87 ug/m3**,** cuyos valores tienen un rango de 296,07 ug/m3.

Tabla 7. Concentración de material particulado en Pucallpa - Callería

ID	UBICACIÓN	PM-10 ug/m^3	ECA Aire 150 ug/m^3	Exceso del ECA para Aire
C1	Jr. Salvador Allende / Av. Yarina	399,36	249,36	166 %
C2	Jr. Dos de Mayo / Jr. Madre de Dios	232,14	82,14	55%
C3	Av. Amazonas / Jr. Mayer Cohen	125,66	-24,34	0%
C4	Jr. Inmaculada Cdra. 4	103,29	-46,71	0%
	PROMEDIO	**215.12**		
	Rango	296,07		

Concentración de Material Particulado en Manantay

De los 3 puntos evaluados se ha encontrado que la concentración de material particulado (PM10) promedio es 279,22 ug/m3**,** cuyos valores tienen un rango de 81,78 ug/m3.

Tabla 8. Concentración de material particulado en Manantay

ID	UBICACIÓN	PM-10 ug/m^3	ECA Aire 150 ug/m^3	Exceso del ECA para Aire
M1	Jr. Las maderas / Jr. Atalaya	232,70	82,7	55 %
M2	Av. Túpac Amaru Mz.16 Lt. 8	290,48	140,48	94%
M3	Av. Túpac Amaru / Av. Manantay	314,48	164,48	110%
	PROMEDIO	**279.22**		
	Rango	81,78		

IV.DISCUCION

León & castillo (2012), en el plan integral de gestión de control de ruidos molestos en la provincia de coronel portillo **(PIGRM)**, indica que en el Jr. Ucayali/Jr. 9 de diciembre obtuvieron 69.99 db, este valor no excede el ECA comercial, encontrándose por debajo en 0.01 db; a comparación del estudio actual que

excede en 8% (6.02 db) el ECA, con un aumento de 6 db entre los dos estudios; esto puede deberse al incremento del flujo vehicular en el punto, posiblemente se triplico el número de unidades y esto se refleja en el aumento de decibeles(db) ya que la energía del sonido se duplica cada 3 dB **(OSHA,S.F).**

La evaluación realizada del presente trabajo en el punto Jr. Mariscal Castilla / Jr. Manco Cápac sobrepasa en 14% el Eca residencial; sin embargo para criterios de comparación se tomó en cuenta del estudio arriba mencionado (PIGRM) los puntos evaluados Jr. Mariscal Castilla/Jr. Bolognesi y Jr. Manco Cápac / Jr. Arica, donde obtuvieron un valor LAeqT de 63.83 y 63.14 db respectivamente, ambos exceden el Eca residencial en 6% y 5% aproximadamente; se distingue un aumento de 9%(5.97 db) y 11%(6.66 db) en los puntos comparados con respecto al estudio actual.

Asimismo, en 2012 en el Plan integral de gestión de control de ruidos molestos en la provincia de Coronel Portillo **(León & castillo, 2012),** en el km9 de la Carretera Federico Basadre (**C.F.B)** encontró un nivel de ruido de 66.30 db, excediendo el 10% el ECA residencial; actualmente en el estudio realizado en el punto 8, AA.HH Magdalena Km 8.700 aumentó en 13%(8 db) el valor LeqA; lo que conlleva a que posiblemente se esté aumentando la cantidad del flujo vehicular progresivamente año tras año.

En una evaluación rápida de nivel de ruido ambiental en ciudades de Lima, Callao, Maynas, Coronel Portillo, Huánuco, Cusco y Tacna **(OEFA,2011)**, el punto Av. Salvador Allende / Av. centenario registró un valor LeqAT de 79.9 db, excediendo en 25% el Eca residencial y 12% el Eca comercial ; en el estudio actual se obtuvo un aumento 2% (1.38 db) en los niveles de presión sonora sobrepasando de igual manera el ECA residencial y comercial.

Los valores con mayor LeqAT obtenidos en los diversos estudios fue de, 81.1 db en el Jr. 7 de Junio /Libertad **(OEFA,2011),** disminuyendo en 10.16 db según **León (2012)** con un valor LeqAT en 70.94 db en Av. Centenario Km. 4 (altura INIA); y en la evaluación del estudio actual se obtuvo un valor LeqAT de 81.28 db en el Jr. Salvador Allende/Av. Centenario, cuyo valor máximo es similar al estudio realizado por OEFA.

V. CONCLUSIONES

- Los rangos de niveles de ruido en valor de LAeqT oscilan entre 69.8 db y 81.28 db, ubicados en los cruces de Jr. Mariscal Castilla con Manco Cápac, y Salvador Allende con Av. Centenario.
- Existe contaminación sonora en todos los puntos evaluados, debido a que sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de ruido.
- Existe una alta relación logarítmica, entre las variables de flujo vehicular (número de vehículos) y nivel de presión sonora (db).
- El ruido de tránsito vehicular, es la principal molestia de la población, percibiendo al motor y/o tubo de escape de motokar como la fuente de mayor ruido y molestia.
- La concentración de PM-10 promedio en Yarinacocha fue de 366 ug/m^3 superando los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de aire, llegando a tener un estado de alerta “peligroso” y un Índice de Calidad de Aire “muy malo”. Mientras que en Aguaytía fue de 84,80 ug/m^3 la cual no supera los Estándares Nacionales de calidad Ambiental para aire y el Índice de Calidad Ambiental es moderado; identificándose en ambas ciudades como principal causa de contaminación de aire (PM-10) al tránsito vehicular y otras condiciones de la zona como calles no pavimentadas, estado de mantenimiento en la que se encuentra las vías y factores meteorológicos.

- La concentración de PM-10 promedio de la ciudad de Pucallpa-Callería (215,1 ug/m^3) supera los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de aire; y de acuerdo al estado de calidad del aire se clasifica como "Muy malo";
- Los valores de PM10 en Manantay (279,2 ug/m^3) supera los Estándares Nacionales de calidad Ambiental para aire, el tipo de alerta es de "Cuidado" y el estado de calidad de aire es "Muy malo"; observando que la causa principal por contaminación de PM-10, se debe al tránsito vehicular y otras condiciones de la zona como calles no pavimentadas, estado de mantenimiento en la que se encuentra las vías y factores meteorológicos.
- En los lugares donde supera los Estándares Nacionales de calidad Ambiental de aire son, la ciudad de Puerto Callao en Yarinacocha (366,1 ug/m3), Manantay (279,2 ug/m3) y la ciudad de Pucallpa en Callería (215,1 ug/m3); a excepción de la ciudad de Aguaytía (84,8 ug/m3) que no supera los niveles de contaminación por PM10.
- De las encuestas en ambas ciudades con respecto a los niveles de ruido se determinó que la mayoría de la población encuestada percibe ruidos molestos (90% Yarinacocha y 81% Aguaytia) y que asocian como causa principal al tránsito vehicular (88% Yarinacocha y 83% Aguaytia); asimismo los impactos a la salud más comunes que percibieron en ambas ciudades fueron la disminución de la concentración (87% Yarinacocha y 60% Aguaytia), interferencia de la comunicación (78% Yarinacocha y 62 % en Aguaytia), estrés (70% Yarinacocha y 71% Aguaytia) , irritabilidad (58% Yarinacocha y 69% Aguaytia) y trastorno del sueño (52% Yarinacocha y 62% Aguaytia).
- La población también asocia que la causa principal de contaminación por PM-10 es el tránsito vehicular (82% Yarinacocha y 62% Aguaytía), sin embargo el 35% de la población encuestada en Aguaytía no percibe contaminación; es así que la

mayoría de la población en Yarinacocha manifiesta que afecta su salud a diferencia de Aguaytia que es minoritario (91% Yarinacocha y 36% Aguaytia), siendo la irritación a los ojos y/o garganta como el principal impacto a la salud (82%), seguido de las alergias (65%<) y las enfermedades respiratorias (52%) en Yarinacocha. Asimismo expresan que el material particulado impacta negativamente la infraestructura de la vivienda por lo que tienen que tomar medidas que minimicen el impacto, siendo Yarinacocha la más perjudicada (85% Yarinacocha y 38% Aguaytia), esto se refleja y se relaciona con su alto nivel de PM-10 promedio evaluado.

VI. RECOMENDACIONES

- Para disminuir los niveles de ruido en la ciudad se recomienda controlar el mantenimiento de vehículos motorizados y las emisiones de ruido que estos generan, así como, se debe promocionar el uso de dispositivos que lo minimicen.
- Hacer mediciones de la presión sonora y conteo de vehículos durante las 24 horas y durante los siete días de la semana, para así obtener mayor cantidad de datos y una curva de las variaciones del flujo vehicular por hora y día; para que de esa manera los resultados sean más minucioso y así obtener lecturas de ruido en diferentes periodos de tiempo, variando los periodos de medición para lograr una amplia cobertura a lo largo de todo el día.
- Hacer un estudio en que se pueda relacionar el nivel de ruido vehicular urbano con medidas de restricción del flujo de vehículos, es decir determinar el ruido restringiendo el paso por ejemplo de vehículos de cierta cantidad de años en uso, camiones, etc. y así obtener la relación que existente en flujo vehicular obtenido y niveles de ruido generados.

- Realizar un estudio que permita determinar la influencia del intervalo de paso de vehículos de transporte ya sea motokar, camiones, autos, camionetas independientemente en los niveles de ruido vehicular.
- Relacionar las variables número de vehículos y niveles de ruido mediante otros métodos estadísticos mediante un análisis de correlación de Pearson,análisis de varianza Anova, Tau b de Kendall, Rho de Spearman, y programas de SPSS, Minitab (v.15), Stata y Kyplot.
- Promover la realización de mapas de ruido por parte de las municipalidades correspondientes.
- Fortalecimiento de los planes concienciación de la población y educación para el civismo, mediante la información y formación a la población sobre los efectos negativos del ruido sobre la salud y las formas de evitarlos. Para la ciudadanía conducir en forma eficiente, sin acelerones no frenazos bruscos.
- Ofrecer información a los conductores sobre una conducción eficiente no solo reduce el consumo de combustible sino que evita situaciones en las que el ruido producido por el motor y los neumáticos se incrementa.
- Incrementar los controles acústicos a vehículos a motor y motocicletas
- Llevar a cabo una adecuada gestión de tráfico, para evitar el tráfico denso en zonas de viviendas y desviando los vehículos pesados por el exterior de núcleos urbanos.

VII. AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de Ucayali por el financiamiento del proyecto “Niveles de implementación de buenas prácticas ambientales (BPA) en la industria de Pucallpa”.
- A estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental del curso de “Gestión integrada de empresas”(X ciclo), que colaboraron en la ejecución del proyecto de investigación formativa

VIII.REFERENCIAS

- BERGLUND, B. Y LINDVALL, T. (1995), Community Noise, Archives of the Center for Sensory Research, Vol. 2, Issue 1, Stockholm University and Karolinska Institute, Estocolmo.
- FALCH & AKUSTIKK (1997) .*Guía Ambiental "Manejo de Problemas de Ruido en la Industria Minera.* Recuperado de: http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/ruidominera.pdf
- FANG, G.C., *et al*. (2003). Characterization of particulate, metallic elements of TSP, PM2.5 and PM2.5-10 aerosols at a farm sampling site in Taiwan Taichung. The Science of the Total Environment, 308, 157-166.
- HONEYWELL (S.F). Termómetro de ruido-Límites Permisibles de exposición de la OSHA.
- LEON, D & CASTILLO, R. (2012).Plan Integral de Gestión de Control de Ruidos Molestos en la provincia de Coronel Portillo – PIGRM. Perú
- LAM, K.C.; *et al.* (2012). A large scale study of the health effects of transportation noise in Hong Kong. Acoustics 2012 Hong Kong.
- MADRID SALUD (2011)*.El ruido: el intruso silencioso. Recuperado de:* http://www.madridsalud.es/temas/ruido_intruso_silencioso.php
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial –MAVDT–. (2010). Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire. (2010). Resolución 610.

- MINAM (2003). *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*. Recuperado de: http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2014/07/D.S.-N%C2%B0-085-2003-PCM-Reglamento-de-Est%C3%A1ndares-Nacionales-de-Calidad-Ambiental-para-Ruido.pdf

- MINAM (2011).*PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL. Lima. Recuperado de: file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrador/Mis%20documentos/Downloads/Protocolo%20Nacional%20de%20Ruido%20Ambiental.pdf*

- OEFA (2010). *Evaluación Rápida del Nivel de Ruido Ambiental en las ciudades de Lima, Callao, Maynas, Coronel Portillo, Huancayo, Huánuco, Cusco y Tacna.* Recuperado de http://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=1934

- OMS (2001).*World Health Organization. Fact Sheet N° 258.Ocupational and community noise.*

- OMS (2004) Occupational Noise. Assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. Environmental Burden Diseases Series, No. 9. 2004.