UNIVERSIDAD NACION DEL COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN

OFICINA DE PLANEACIÓN

ESTUDIO DE LOS NIVELES DE RUIDO EN LAS AULAS DE CLASE

RESUMEN DE DATOS DE PRÁCTICAS DE ESTUDIANTES

MEDELLÍN, DICIEMBRE DE 2007

PRESENTACIÓN

En un estudio preliminar que contó con la asesoría del profesor Julián Bedoya de la Facultad de Minas, la Oficina de Planeación realizó una estimación con parámetros estadísticos de los niveles de ruido en las aulas de clase a partir de la identificación de las distintas fuentes de ruido en el campus universitario y las distancias de las aulas de dichas fuentes. El resultado preliminar indicaba altos niveles de ruido en muchas áreas del campus y hacía evidente la necesidad de una medición más precisa. El profesor Bedoya ofreció a la Oficina su colaboración con la asignación de un trabajo académico a los estudiantes del curso de "Higiene y seguridad industrial" en el que se haría la medición técnica de los niveles de ruido en el grupo principal de aulas destinado a la programación académica de la Sede. Por el valor de los trabajos, que describen en detalle la metodología seguida, por el importante número de mediciones que se hizo y las conclusiones que los estudiantes formularon, se han incluido en su totalidad en el presente documento.

En la primera parte de este documento se presenta una tabla estadística de resumen de los datos recogidos en campo y gráficos ilustrativos de las tablas.

Este trabajo forma parte de los diagnósticos que la Oficina de Planeación conjuntamente con la Dirección Académica han adelantando sobre diversos aspectos de la gestión académica de la universidad.

Agradecemos al profesor Bedoya y sus estudiantes por la colaboración brindada en este trabajo.

EFECTOS DEL RUIDO EN LAS PERSONAS

"El ruido es uno de los responsables de perturbar algunas de las actividades fundamentales para el ser humano como conciliar el sueño, trabajar y estudiar. Éste, además de generar esfuerzo y fatiga en las personas, puede llegar a producir sordera temporal o permanente y psicológicamente tiene efectos adversos, ya que ayuda a disminuir la productividad y eficiencia en la realización de las actividades y aumenta la probabilidad de cometer errores debido a la distracción.

Debe advertirse que la ausencia de ruido también afecta a la persona a nivel mental, es por eso que el organismo necesita cierta cantidad de ruido para mantenerse sano."[1]

Valor	Efectos
>30	Dificultad para conciliar el sueño
>45	Dificultad en la comunicación verbal
>50	Probable interrupción del sueño
>55	Malestar moderado
>65	Malestar fuerte
>70	Comunicación verbal extremadamente difícil
>75	Pérdida del oído a la largo plazo
>110-140	Pérdida del oído a corto plazo

EL CONTROL DEL RUIDO:

El problema del control de la contaminación sonora ha llamado la atención del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el cual ha expedido la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido para todo el territorio nacional.

"La norma establece por primera vez en el país, estándares máximos permisibles de emisiones de nivel de ruido expresado en decibeles. Considerando cuatro sectores con sus respectivos subsectores (Capítulo I, artículo 9 de dicha resolución).

La resolución indica además, que corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales elaborar, revisar y actualizar en los municipios de su jurisdicción con poblaciones mayores de 100000 habitantes, mapas de ruido ambiental para aquellas áreas que sean consideradas como prioritarias y expone el procedimiento para realizar la medición de ruido emitido por las diferentes fuentes."[2]

La siguiente tabla establece los estándares de niveles de ruido permisibles entre otras en las instituciones educativas.

[1] Toro, Diana y otros, "Práctica 1 Ruido Ambiental", septiembre de 2007
[2] Ídem.

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido en db	
		Día	Noche
Sector A Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
Sector D Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

TABLA RESUMEN DE DATOS

De la gran cantidad de datos se ha construido la siguiente tabla que se resume en algunos indicadores por aula. La columna LP (medidos) corresponde a los decibeles o niveles de ruido promedio día de la respectiva aula. Luego se presenta el promedio de las mediciones en la mañana y en la tarde. Como hubo variadas medidas por espacio en la columna siguiente se calculó el promedio aritmético simple de todas las medidas –que no coincide siempre con el LP medido por los estudiantes, la desviación estándar de las mediciones y se calculó con ésta un intervalo de confianza del 95%. Como complemento se agregó el valor de la medición mínima y la máxima. La tabla es la siguiente.

Resumen de Mediciones de los niveles de ruido en las aulas de clase

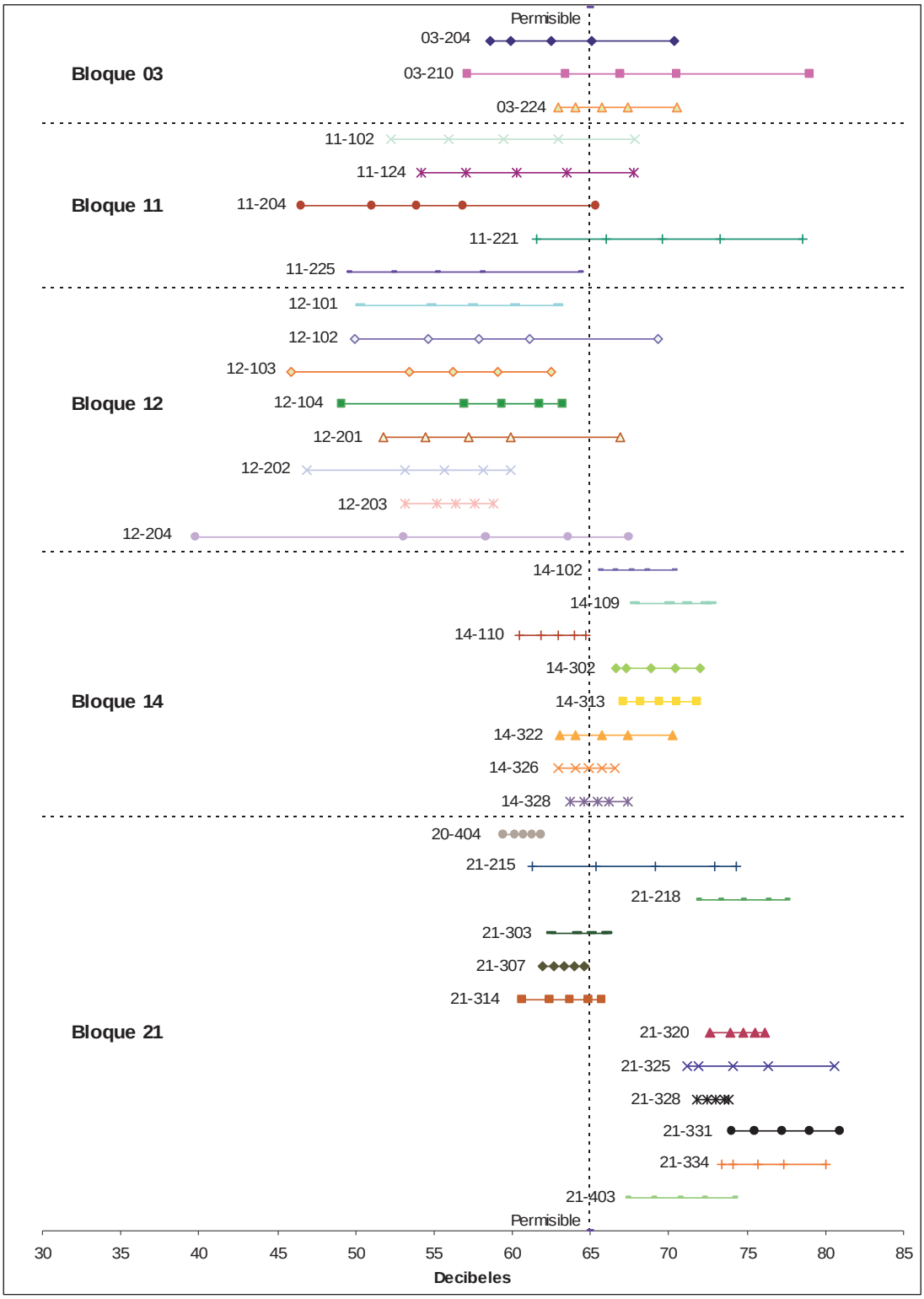
Salón	Lp (Medidos)	Mañana	Tarde	Promedio	Desviacion	Minimo	Maximo	Lim Inf	Lim Sup
03-204	64,52	59,75	65,18	62,47	4,19	58,59	70,29	59,87	65,07
03-210	65,50	69,68	64,24	66,96	5,80	57,10	78,98	63,37	70,55
03-224	61,75	67,98	63,42	65,70	2,64	62,93	70,47	64,06	67,34
11-102	62,02	56,12	62,72	59,42	5,67	52,20	67,80	55,91	62,93
11-124	61,51	61,68	58,88	60,28	5,17	54,20	67,70	57,08	63,48
11-204	61,19	52,88	55,00	53,94	4,73	46,50	65,30	51,01	56,87
11-221	69,01	74,54	64,68	69,61	5,91	61,60	78,50	65,95	73,27
11-225	59,32	52,72	57,56	55,14	4,58	49,50	64,20	52,30	57,98
12-101	62,30	55,88	59,10	57,49	4,36	50,30	62,90	54,79	60,19
12-102	65,63	59,46	56,30	57,88	5,23	49,90	69,30	54,64	61,12
12-103	65,51	56,14	56,36	56,25	4,52	45,90	62,50	53,45	59,05
12-104	59,82	58,24	60,40	59,32	3,88	49,10	63,20	56,91	61,73
12-201	62,30	57,06	57,32	57,19	4,40	51,80	66,90	54,46	59,92
12-202	67,19	54,28	57,00	55,64	3,97	46,90	59,90	53,18	58,10
12-203	61,96	56,04	56,76	56,40	1,90	53,20	58,80	55,22	57,58
12-204	62,46	53,18	63,56	58,37	8,50	39,80	67,50	53,10	63,64
14-102	76,87	72,61	67,46	67,46	1,66	65,50	70,20	66,43	68,49
14-109	78,23	76,07	71,20	71,20	1,89	67,83	72,71	70,03	72,38
14-110	77,16	77,15	62,90	62,90	1,69	60,48	64,71	61,85	63,95
14-302	78,95	66,87	68,85	68,85	2,49	66,66	71,97	67,30	70,39
14-313	79,17	75,09	69,37	69,37	1,86	67,06	71,80	68,22	70,52
14-322	79,54	75,28	65,70	65,70	2,67	63,02	70,20	64,05	67,36
14-326	80,46	68,04	64,87	64,87	1,31	62,92	66,57	64,06	65,68
14-328	81,09	75,08	65,42	65,42	1,28	63,66	67,42	64,62	66,21
20-404	74,84	73,08	60,72	60,72	0,92	59,45	61,82	60,15	61,28
21-215	78,46	76,76	69,14	69,14	6,07	61,31	74,30	65,38	72,91
21-218	79,30	72,38	74,69	74,69	2,45	71,84	77,40	73,17	76,21
21-303	78,00	77,63	65,07	65,07	1,42	62,48	66,04	64,19	65,95
21-307	74,70	74,76	63,31	63,31	1,03	61,95	64,65	62,67	63,95
21-314	75,58	72,86	63,65	63,65	2,02	60,60	65,72	62,39	64,90
21-320	80,33	73,19	74,73	74,73	1,24	72,64	76,11	73,96	75,50
21-325	79,90	73,12	74,13	74,13	3,60	71,14	80,54	71,90	76,36
21-328	79,52	75,96	73,04	73,04	0,90	71,78	73,80	72,48	73,59
21-331	81,36	77,24	77,24	77,24	2,80	74,02	80,93	75,50	78,97
21-334	81,33	75,71	75,71	75,71	2,58	73,35	80,05	74,11	77,31
21-403	83,71	70,57	70,57	70,57	2,66	67,29	74,11	68,92	72,22
24-105	61,20	54,90	57,16	55,81	2,14	52,50	58,90	54,49	57,13
24-107	65,30	55,30	69,32	61,71	8,51	50,40	72,70	56,43	66,99
24-201	64,20	61,70	59,84	60,22	10,96	31,40	69,40	53,43	67,01
24-202	71,20	73,00	71,62	71,89	3,47	65,50	75,70	69,74	74,04
24-203	58,90	58,90	60,66	58,85	3,74	54,30	64,20	56,53	61,17
24-204	58,80	59,10	53,32	55,87	3,54	51,60	61,20	53,68	58,06
24-301	68,40	70,80	67,94	68,91	2,93	63,80	74,70	67,09	70,73
24-302	67,00	70,90	61,68	65,96	5,10	58,10	74,20	62,80	69,12
41-103	61,71	62,31	61,52	61,92	3,07	57,27	66,13	60,01	63,82
41-104	65,20	60,57	64,28	62,42	4,81	57,60	71,67	59,45	65,40
46-101	59,45	47,24	57,94	52,59	7,57	36,66	62,47	47,90	57,28
46-103	68,27	66,99	60,16	65,85	4,46	60,16	72,03	62,28	69,42
46-104	69,74	66,67	69,80	68,24	4,52	58,59	73,87	65,43	71,04
46-105	59,16	55,66	59,95	57,81	3,46	52,67	64,37	55,67	59,95
46-106	63,88	62,82	61,90	62,67	3,12	58,63	67,60	60,17	65,17
46-112	60,32	60,20	62,14	60,52	2,47	56,93	62,74	58,55	62,50

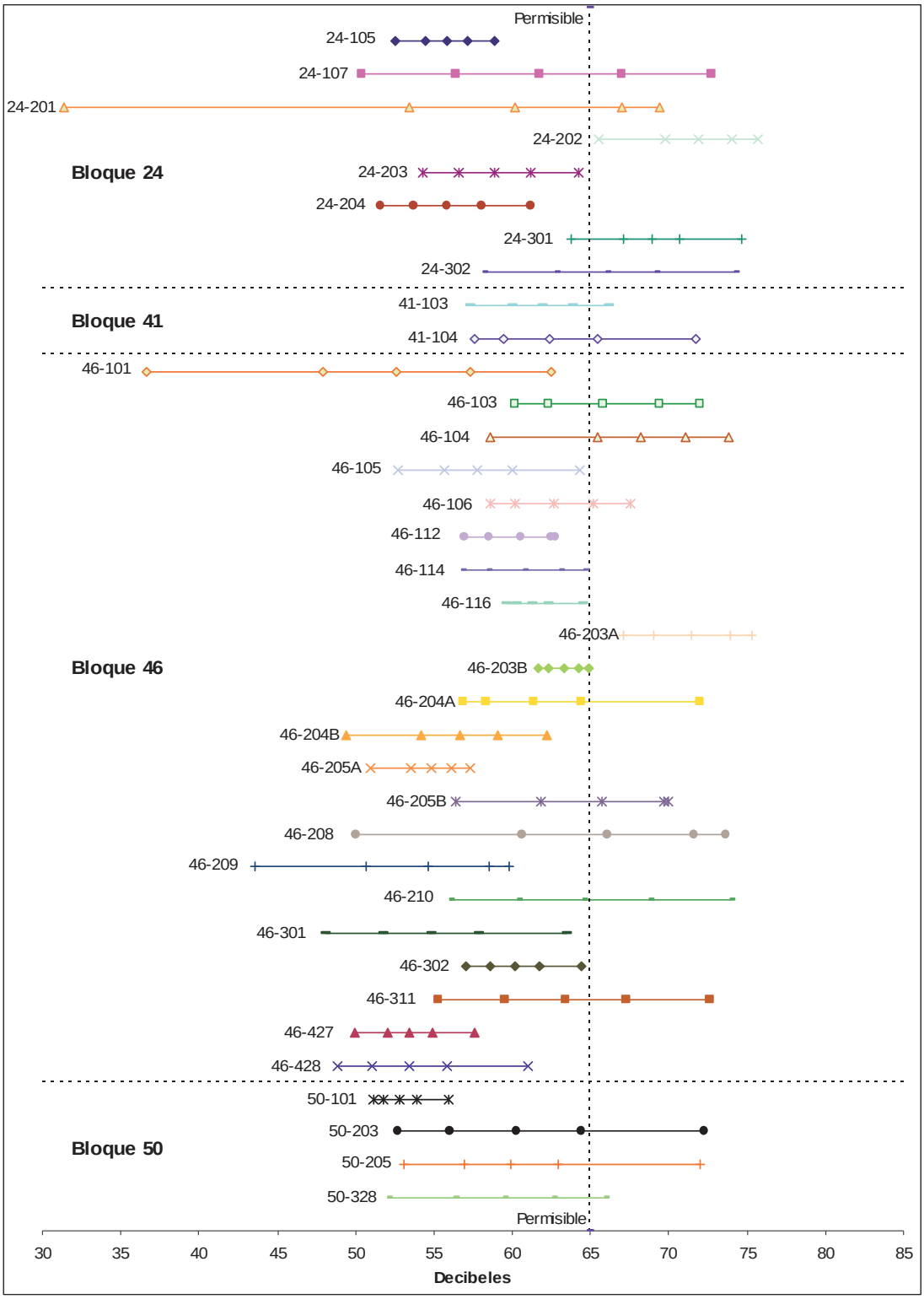
Salón	Lp (Medidos)	Mañana	Tarde	Promedio	Desviacion	Minimo	Maximo	Lim Inf	Lim Sup
46-114	62,58	60,31	62,97	60,76	2,88	56,74	64,63	58,45	63,06
46-116	61,30	60,30	62,32	61,31	1,63	59,66	64,49	60,30	62,32
46-203A	71,97	72,35	67,07	71,47	3,09	67,07	75,31	69,00	73,94
46-203B	63,74	63,37	62,77	63,27	1,18	61,69	64,89	62,33	64,21
46-204A	65,60	59,12	63,64	61,38	4,95	56,84	71,99	58,31	64,45
46-204B	58,22	59,56	53,74	56,65	3,93	49,39	62,23	54,21	59,08
46-205A	54,98	55,35	54,26	54,80	2,04	50,96	57,31	53,54	56,07
46-205B	67,65	67,62	56,40	65,75	4,92	56,40	69,96	61,81	69,68
46-208	70,02	72,74	59,49	66,12	8,84	50,06	73,66	60,64	71,60
46-209	57,09	59,24	49,99	54,62	6,34	43,56	59,83	50,68	58,55
46-210	67,16	70,61	58,49	64,55	6,78	56,03	73,96	60,35	68,75
46-301	58,40	50,20	60,70	54,84	4,92	48,10	63,50	51,79	57,89
46-302	59,90	61,10	58,20	60,18	2,59	57,00	64,40	58,58	61,78
46-311	65,70	56,90	68,40	63,40	6,30	55,30	72,60	59,49	67,31
46-427	52,90	53,10	52,70	53,45	2,29	49,90	57,60	52,03	54,87
46-428	54,50	56,40	50,20	53,40	3,87	48,80	61,00	51,00	55,80
50-101	51,60	50,90	52,90	52,83	1,71	51,10	55,90	51,77	53,89
50-203	63,50	54,67	67,71	60,23	6,82	52,70	72,26	56,00	64,45
50-205	62,40	65,96	58,46	59,94	4,89	53,04	71,98	56,91	62,97
50-328	63,20	63,88	56,70	59,42	5,09	52,09	65,94	56,27	62,58
M1-121	71,80	53,20	74,80	62,36	12,32	45,90	78,70	54,73	69,99
M1-212	62,50	65,50	59,60	61,39	4,20	56,15	69,41	58,79	64,00
M1-220	61,50	61,60	61,68	60,62	3,72	56,22	65,90	58,32	62,93
M1-313	63,03	63,74	62,20	62,67	1,88	59,72	65,93	61,50	63,84
M2-110	62,70	62,86	60,80	61,87	2,39	56,57	64,77	60,39	63,35
M2-203	62,79	64,70	62,38	63,29	2,90	57,91	66,56	60,97	65,61
M2-304	55,45	56,71	54,28	54,71	2,37	52,00	57,74	52,81	56,61
M2-326	54,80	56,68	53,70	54,24	1,65	51,80	56,69	52,92	55,56
M3-102	58,90	67,85	54,70	61,38	8,25	53,19	78,14	56,27	66,49
M3-103	61,80	61,66	68,90	65,57	4,86	54,70	71,47	62,56	68,58
M3-108	57,36	64,66	55,02	59,40	5,20	53,93	67,59	56,18	62,63
M3-112	55,98	56,24	53,30	54,89	2,71	51,04	59,05	53,21	56,57
M3-113	58,96	58,09	58,20	58,16	2,90	52,83	61,81	56,36	59,96
M3-115	56,44	58,29	57,49	57,90	2,11	54,20	61,51	56,59	59,21
M3-116	57,56	54,92	56,28	55,61	1,48	53,63	58,11	54,70	56,53
M3-212	59,76	59,36	58,18	60,20	3,85	54,57	67,54	57,81	62,58
M3-223	61,78	63,28	60,72	61,93	3,17	57,49	67,07	59,97	63,89
M3-224	55,91	58,98	55,16	54,28	1,31	52,43	57,24	53,47	55,09
M3-225	58,99	61,09	55,60	58,16	4,08	51,11	64,71	55,63	60,69
M3-227	57,54	60,56	55,76	58,16	3,30	53,10	63,63	56,12	60,21
M3-228	59,11	66,37	54,34	60,36	7,68	51,91	71,97	55,60	65,12
M3-229	56,88	56,64	56,20	56,48	1,85	54,47	59,83	55,33	57,63
M3-230	56,44	57,43	55,27	56,35	3,09	52,51	63,23	54,44	58,27
M3-232	61,84	63,23	57,09	60,16	4,17	54,10	65,47	57,58	62,75
M8-116	61,30	60,80	62,70	61,17	2,47	57,80	65,10	59,64	62,70
M8-117	60,70	57,90	64,50	59,78	6,25	45,20	66,50	55,91	63,65
M8-201	64,90	63,60	57,10	62,48	5,88	55,20	70,10	58,84	66,12
M8-208	63,90	66,00	65,00	65,27	1,66	62,90	67,90	64,24	66,30
21-420	79,90								
24-305	62,30								
24-308	60,10								
24-309	62,10								
24-310	58,40								
24-312	59,10								

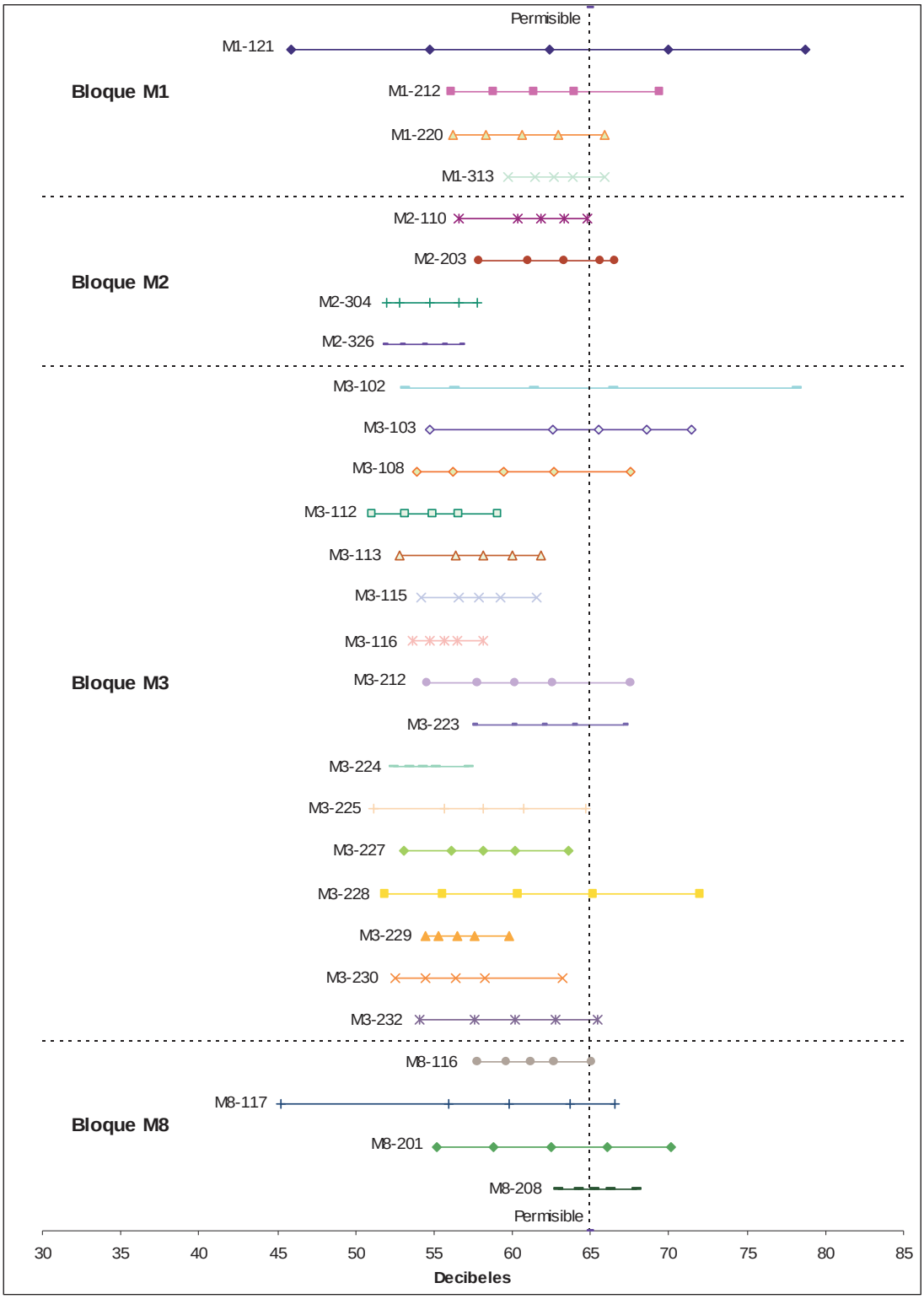
Salón	Lp (Me-didos)	Mañana	Tarde	Prome-dio	Desvia-cion	Minimo	Maximo	Lim Inf	Lim Sup
24-313	64,20								
24-401-02	58,30								
24-403-01	60,40								
24-403-11	55,00								
24-407	62,00								
24-408	64,70								
24-409	59,40								
24-410	56,80								
24-412	63,80								
24-413	55,40								
24-414	57,90								
24-415	55,20								
25-103	57,80								
25-104	57,80								
25-105	58,10								
25-106	58,00								
M8-202	63,90								

GRÁFICOS

La información de esta tabla se aprecia en los siguientes gráficos. Para cada aula se presenta una línea con cinco puntos, el primero y el último son los valores mínimo y máximo de la medición, el punto 3 o central es el promedio aritmético y los puntos 2 y 4 corresponden al límite inferior y superior de un intervalo de confianza del 95%. La línea vertical punteada es el límite de 65 decibeles de los niveles de ruido aceptables en instituciones educativas. Cuanto más corta la línea existe menos variación en los datos. Las líneas que superan en 3 o más puntos el límite de 65 decibeles son las que están en estado más crítico en los niveles de ruido.


Permisible
03-204
Bloque 03
03-210
03-224
11-102
11-124
Bloque 11
11-204
11-221
11-225
12-101
12-102
12-103
Bloque 12
12-104
12-201
12-202
12-203
12-204
14-102
14-109
14-110
14-302
Bloque 14
14-313
14-322
14-326
14-328
20-404
21-215
21-218
21-303
21-307
21-314
Bloque 21
21-320
21-325
21-328
21-331
21-334
21-403
Permisible
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
Decibeles


Permisible
24-105
24-107
24-201
24-202
Bloque 24
24-203
24-204
24-301
24-302
41-103
Bloque 41
41-104
46-101
46-103
46-104
46-105
46-106
46-112
46-114
46-116
46-203A
Bloque 46
46-203B
46-204A
46-204B
46-205A
46-205B
46-208
46-209
46-210
46-301
46-302
46-311
46-427
46-428
50-101
50-203
Bloque 50
50-205
50-328
Permisible
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
Decibeles

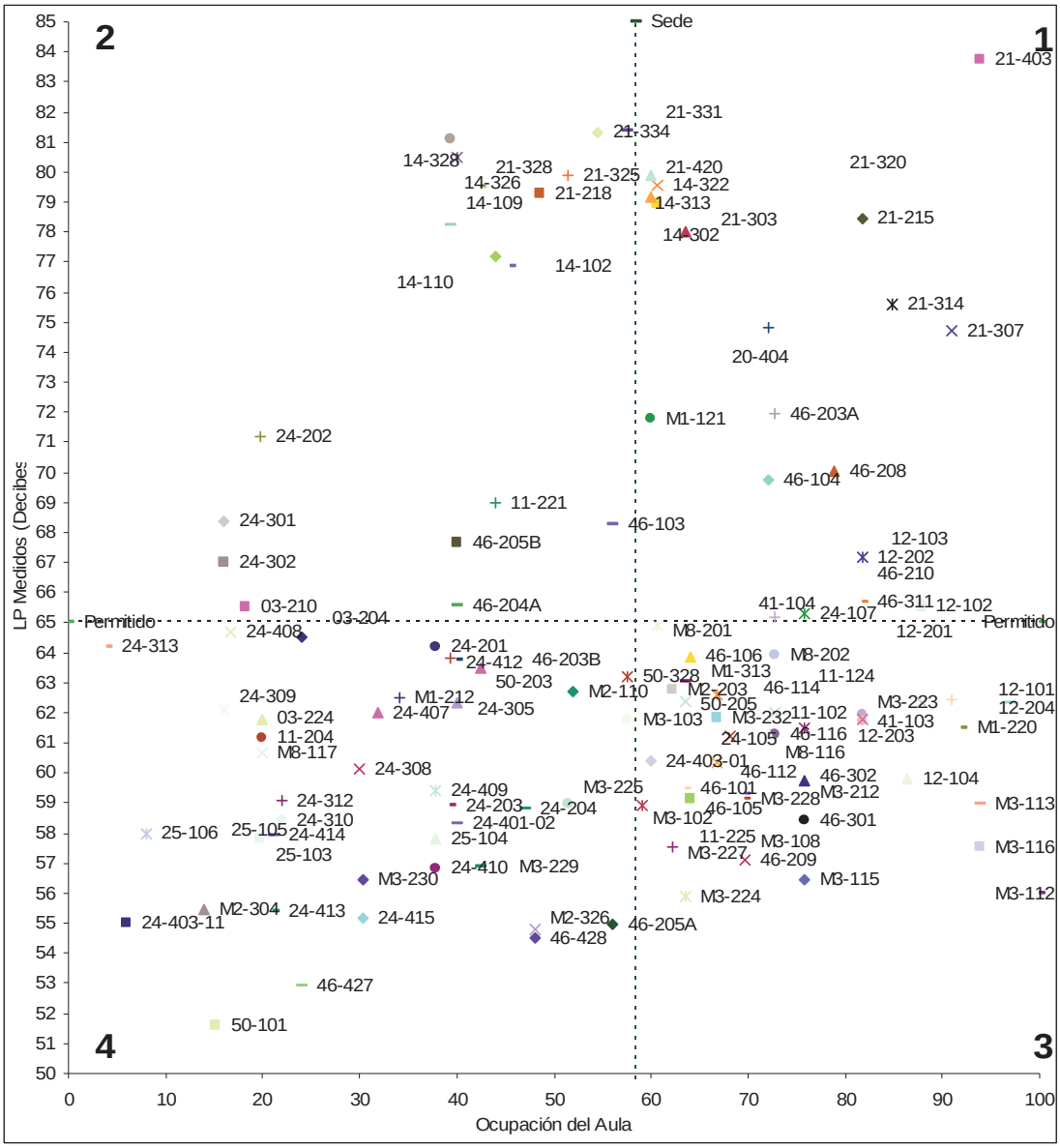

Permisible
M1-121
Bloque M1
M1-212
M1-220
M1-313
M2-110
M2-203
Bloque M2
M2-304
M2-326
M3-102
M3-103
M3-108
M3-112
M3-113
M3-115
M3-116
Bloque M3
M3-212
M3-223
M3-224
M3-225
M3-227
M3-228
M3-229
M3-230
M3-232
M8-116
M8-117
Bloque M8
M8-201
M8-208
Permisible
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
Decibeles

AULAS CRÍTICAS CON PROBLEMAS DE RUIDO

Conforme a estos resultados y comparando con los niveles de ocupación que presentan las aulas se las clasificó en 4 grupos según estos criterios:

Situación	Grupo
Aulas con alto ruido y alta ocupación	1
Aulas con alto ruido y ocupación por debajo de la media	2
Aulas con ruido por debajo del nivel permitido y alta ocupación	3
Aulas con ruido por debajo del nivel permitido y ocupación por debajo de la media	4

La clasificación de las aulas según este orden de criterios se puede apreciar a continuación.



La tabla respectiva se presenta también a continuación.

En caso de que se decidiese algún tipo de intervención para controlar los niveles de ruido, la prelación de las aulas estaría dada por el grupo en que se han clasificado, ameritando sólo los grupos 1 y 2 y por los niveles de ruido en orden descendente.

Salón	Lp (Medidos)	Ocupación	Grupo Prioridad
21-403	83,71	93,9	1
21-320	80,33	78,8	1
21-420	79,90	60	1
14-322	79,54	60,6	1
14-313	79,17	60	1
14-302	78,95	60,6	1
21-215	78,46	81,8	1
21-303	78,00	63,6	1
21-314	75,58	84,8	1
20-404	74,84	72	1
21-307	74,70	90,9	1
46-203A	71,97	72,7	1
M1-121	71,80	60	1
46-208	70,02	78,8	1
46-104	69,74	72	1
12-202	67,19	81,8	1
46-210	67,16	81,8	1
46-311	65,70	81,8	1
12-102	65,63	87,9	1
12-103	65,51	87,9	1
24-107	65,30	75,8	1
41-104	65,20	72,7	1
21-331	81,36	57,6	2
21-334	81,33	54,5	2
14-328	81,09	39,4	2
14-326	80,46	40	2
21-325	79,90	51,5	2
21-328	79,52	42,4	2
21-218	79,30	48,5	2
14-109	78,23	39,4	2
14-110	77,16	44	2
14-102	76,87	45,5	2
24-202	71,20	19,7	2
11-221	69,01	44	2
24-301	68,40	16	2
46-103	68,27	56	2
46-205B	67,65	40	2
24-302	67,00	16	2
46-204A	65,60	40	2
03-210	65,50	18,2	2
M8-201	64,90	60,6	3
M8-202	63,90	72,7	3
M8-208	63,90	72,7	3
46-106	63,88	64	3
M1-313	63,03	63,6	3
M2-203	62,79	62,1	3
46-114	62,58	66,7	3
12-204	62,46	90,9	3
50-205	62,40	63,6	3
12-101	62,30	97	3

Salón	Lp (Medidos)	Ocupación	Grupo Prioridad
12-201	62,30	87,9	3
11-102	62,02	72,7	3
12-203	61,96	81,8	3
M3-232	61,84	66,7	3
M3-223	61,78	81,8	3
41-103	61,71	81,8	3
11-124	61,51	75,8	3
M1-220	61,50	92	3
46-116	61,30	72,7	3
M8-116	61,30	72	3
24-105	61,20	68,2	3
24-403-01	60,40	60	3
46-112	60,32	66,7	3
46-302	59,90	75,8	3
12-104	59,82	86,4	3
M3-212	59,76	75,8	3
46-101	59,45	63,6	3
11-225	59,32	69,7	3
46-105	59,16	64	3
M3-228	59,11	69,7	3
M3-113	58,96	93,9	3
M3-102	58,90	59,1	3
46-301	58,40	75,8	3
M3-116	57,56	93,9	3
M3-227	57,54	62,1	3
M3-108	57,36	69,7	3
46-209	57,09	69,7	3
M3-115	56,44	75,8	3
M3-112	55,98	100	3
M3-224	55,91	63,6	3
24-408	64,70	16,7	4
03-204	64,52	24	4
24-201	64,20	37,9	4
24-313	64,20	4	4
24-412	63,80	39,4	4
46-203B	63,74	40	4
50-203	63,50	42,4	4
50-328	63,20	57,6	4
M2-110	62,70	52	4
M1-212	62,50	34	4
24-305	62,30	40	4
24-309	62,10	16	4
24-407	62,00	31,8	4
M3-103	61,80	57,6	4
03-224	61,75	20	4
11-204	61,19	20	4
M8-117	60,70	20	4
24-308	60,10	30	4
24-409	59,40	37,9	4
24-312	59,10	22	4

Salón	Lp (Medidos)	Ocupación	Grupo Prioridad
M3-225	58,99	51,5	4
24-203	58,90	39,4	4
24-204	58,80	47	4
24-310	58,40	22	4
24-401-02	58,30	40	4
46-204B	58,22	56	4
25-105	58,10	15,2	4
25-106	58,00	8	4
24-414	57,90	21,2	4
25-104	57,80	37,9	4
25-103	57,80	19,7	4
M3-229	56,88	42,4	4
24-410	56,80	37,9	4

Salón	Lp (Medidos)	Ocupación	Grupo Prioridad
M3-230	56,44	30,3	4
M2-304	55,45	14	4
24-413	55,40	21,2	4
24-415	55,20	30,3	4
24-403-11	55,00	6	4
46-205A	54,98	56	4
M2-326	54,80	48	4
46-428	54,50	48	4
46-427	52,90	24	4
50-101	51,60	15,2	4

ANEXOS

ESTUDIO Y PRÁCTICAS DE ESTUDIANTES

PRÁCTICA 1. RUIDO AMBIENTAL

DIANA CAROLINA TORO dctoroc@unalmed.edu.co
CAMILO PATIÑO RESTREPO capatinore@unalmed.edu.co
MONICA MARIA VALDIVIESO mmvaldiv@unalmed.edu.co
ALEJANDRA MARIA ORTIZ amortizb@unalmed.edu.co
JUAN CAMILO ZAPATA jczapata@unalmed.edu.co
MELISA PEREZ POSADA mperezp@unalmed.edu.co
MARIO ALBERTO OCHOA O. maochoao@unalmed.edu.co
JAMES QUINTERO DRADA jsquinte@unalmed.edu.co
MONICA BEATRIZ TORO GOMEZ mbtorog@unalmed.edu.co
ANDRES LOPERA aloperava@unalmed.edu.co
JHONATAN REVELO jarevelo@unalmed.edu.co
DANIEL GALLEGO drgalleg@unalmed.edu.co

PROFESORES:
BEATRIZ HENAO
JULIAN BEDOYA V.

CURSO
HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PREGRADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN
JUEVES, 27 DE SEPTIEMBRE DE 2007

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN……1
ABSTRACT……1
2. OBJETIVOS……3
2.1 OBJETIVO GENERAL……3
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS……3
3. DESCRIPCION DEL ESPACIO DE ESTUDIO Y DEL PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL……4
3.1 ZONA DE ESTUDIO……4
3.2 METODOLOGIA PARA LA RECOLECCION DE DATOS……6
4. MARCO TEORICO……8
4.1 DEFINICIONES……8
4.2 PRINCIPALES FUENTES DE RUIDO……8
4.3 INSTRUMENTO DE MEDICION ACUSTICA……9
4.4 NORMATIVIDAD PARA EL CONTROL DEL RUIDO……9
4.5 EFECTOS DEL RUIDO EN LAS PERSONAS……11
4.6 ACCIONES CORRECTIVAS……11
5. RESULTADOS……12
6. ANALISIS DE RESULTADOS……19
7. ANALISIS GENERAL……20
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……21
ANEXOS……24

RESUMEN

El ruido ambiental produce efectos negativos tanto en la salud como en los diferentes aspectos de la vida cotidiana de las personas, siendo este fenómeno particularmente perjudicial en los núcleos urbanos. En el presente trabajo se evaluará la influencia de este problema que tanto afecta a la sociedad actual, en este caso a la comunidad estudiantil de la Universidad Nacional Sede Medellín. Para la realización del estudio se eligieron 24 salones pertenecientes a los bloques 14, 20, 21 y 3 salones del núcleo del rio (Mecánica) y se tomaron mediciones en cada uno con sonómetros tres veces durante un día; a partir de los resultados obtenidos se elaboran una serie de tablas con las estadísticas de la zona estudiada; el cuál se compara con datos previos de 130 salones proporcionados por la oficina de planeación de la Sede, se analizan las consecuencias del problema y se proponen acciones correctivas y recomendaciones para disminuir la contaminación acústica en los bloques estudiados.

ABSTRACT

The environmental noise produces negative effects as much in the health as in the different aspects of the daily life of people, being this phenomenon particularly damaging in the urban nucleus. In this paper will be evaluated the influence of this problem that strongly affects to the current society, in this case to the student community of the University National Headquarters Medellin. For the realization of the study 24 class rooms belonging to the blocks 14, 20, 21 and nucleus of the river(mechanic block 3) rooms were chosen, and measurements where taken in each one with sound level meters three times during one day; starting from the obtained results a noises statistical tables is elaborated about the studied area and then it is compared with previous data of 130 class rooms provided by the office of gliding of the Headquarter, the consequences of the problem are analyzed and they are propose corrective actions and recommendations to reduce the acoustic contamination in the studied blocks.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a que el oído humano no tiene una respuesta igual a los diferentes tipos de sonido se considera como ruido a cualquier sonido calificado por quien lo sufre como algo irritante y molesto. La contaminación acústica es aquella generada por un sonido indeseado que afecta la calidad de vida de un individuo causándole no solo problemas de tipo psicológico (subjetivos) sino también fisiológicos (como la pérdida de audición) e inclusive problemas sociales y económicos.

El ruido siempre ha existido, pero solamente a partir del siglo pasado aparece el problema de la contaminación acústica; esta llegó con la revolución industrial, el crecimiento de las ciudades y el desarrollo de nuevas formas para transportarse a través de ellas.

Al incremento de los niveles sonoros no se le ha dado la importancia que merece en el pasado a pesar de que afecta a prácticamente todos los ciudadanos, esto se debe en buena parte a las características que posee el ruido: es solamente percibido por un sentido no como la contaminación del agua que se puede percibir por tres sentidos haciendo de la contaminación acústica algo superficialmente poco importante para la comunidad; además su emisión es la más barata, no requiere casi energía para su transmisión y no genera partículas o desechos. Pero a medida que los agentes contaminantes se han masificado y sus efectos son cada vez más frecuentes y evidentes en la población la investigación en este campo ha tomado una nueva dimensión y se ha motivado una lucha para la prevención y contra este tipo de contaminación que no es menos importante que los otros tipos de contaminación presentes en nuestra sociedad.

Es importante entonces evaluar las condiciones en las que se encuentra la universidad y tener conocimientos de los riesgos que puede estar corriendo la comunidad universitaria a nivel acústico realizando de esta manera un diagnóstico que nos permita tomar medidas correctivas y/o preventivas.

2. OBJETIVOS.

2.1 OBJETIVO GENERAL:

Analizar los niveles de ruido de la universidad nacional núcleo el volador, específicamente en los bloques 14, 20, 21 y 3 salones del núcleo del río (mecánica). Y de esta manera entender la problemática actual de le contaminación acústica de la universidad y encontrar y proponer medidas correctivas.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Realizar las mediciones de los niveles de ruido en los 24 salones seleccionados en el núcleo el volador y hacer 7 mediciones en 5 puntos del aula en tres diferentes franjas horarias.
- Analizar las principales fuentes de contaminación sonora que afectan a estos cuatro bloques de la sede de agronomía.
- Estudiar las consecuencias que este fenómeno de contaminación pueda ocasionar a nivel económico y social.
- Proponer medidas correctivas y elaborar recomendaciones, para disminuir la contaminación acústica del núcleo el Volador. Teniendo presente los niveles de ruido tolerados por la comunidad universitaria.

3. DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO DE ESTUDIO Y DEL PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

3.1 ZONA DE ESTUDIO

Figura 1: Mapas del Núcleo el volador y el Río

El área de estudio es una zona de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, delimitada por los bloques 14, 20, 21 del núcleo El Volador los cuales tienen cuatro niveles y el bloque 03 del nucleo del rio; en cada uno de ellos se escogieron una serie de salones que en total sumarian 24 para realizar las mediciones.

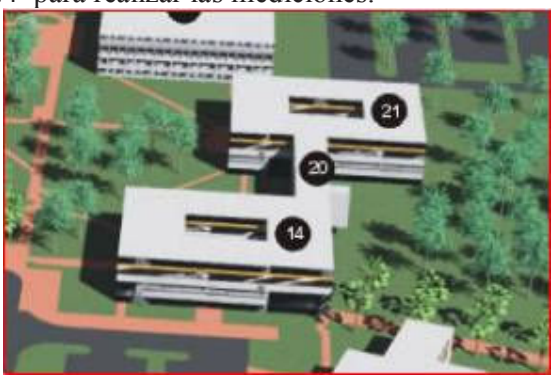


Figura 2: Bloques 14, 20 y 21 (Vista Ampliada)

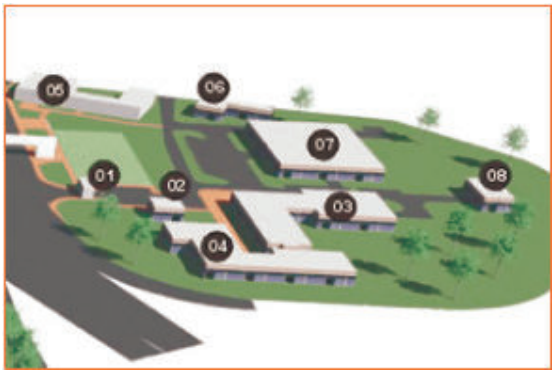


Figura 3: bloque 3, Núcleo del Río

En estos bloques se encuentran las siguientes dependencias de la universidad:

Bloque14:
Las oficinas administrativas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos.
Escuela de Geociencias- Facultad de Ciencias.
Posgrados en: Gestión Agroambiental, Alimentos, Geomorfología y Suelos.
Laboratorios de: Ecología y Conservación Ambiental, de Procesos Agrícolas, de Riesgos y Drenajes, Conservación de Suelos, de Ciencias del Suelo, Génesis del Suelo y de Secciones Delgadas e Impregnaciones.
Oficina de Planeación y Oficina de Procesos Disciplinarios.
Áreas de estudio.
Servicio de fotocopiado.

Bloque 20
Posgrado en Bosques y Conservación Ambiental
Oficinas de profesores
Áreas de proyectos especiales del Departamento de Ciencias Forestales
Centro de documentación
Posgrados en Matemáticas y Estadística.
Área de Estudio.

Bloque 21
Oficina de Registro y Matrícula.
Centro de Informática y Telecomunicaciones de la Sede.
Oficinas administrativas de la Facultad de Ciencias.
Escuela de Estadística, Escuela de Física, Escuela de Matemáticas. Posgrados en Estadística, en Física, en Óptica y en Matemáticas.
Laboratorios de Física, laboratorio de Biofísica, laboratorio de Termodinámica.
Salas de Informática.
Aulas y oficinas de profesores.
Áreas de estudio.
Servicios de fotocopiado.

Bloque 03 (Mecánica)
Laboratorio de mecanización agrícola
Transporte y mantenimiento mecánico
Taller de maquinaria pesada

Taller de fundición

Como podemos observar el área de estudio puede definirse como una zona dedicada a actividades académicas, en las cuales es necesario contar con condiciones de serenidad y tranquilidad. Cabe notar el hecho de que la mayoría de estos bloques se encuentran muy cercanos a vías que presentan gran flujo vehicular y por tanto una gran emisión de ruidos, también existen terrazas de estudio, diferentes laboratorios, salas de computadores, cafeterías y fotocopiadoras aledañas a dichos bloques que influyen de manera significativa a la hora de considerar la contaminación acústica del lugar.

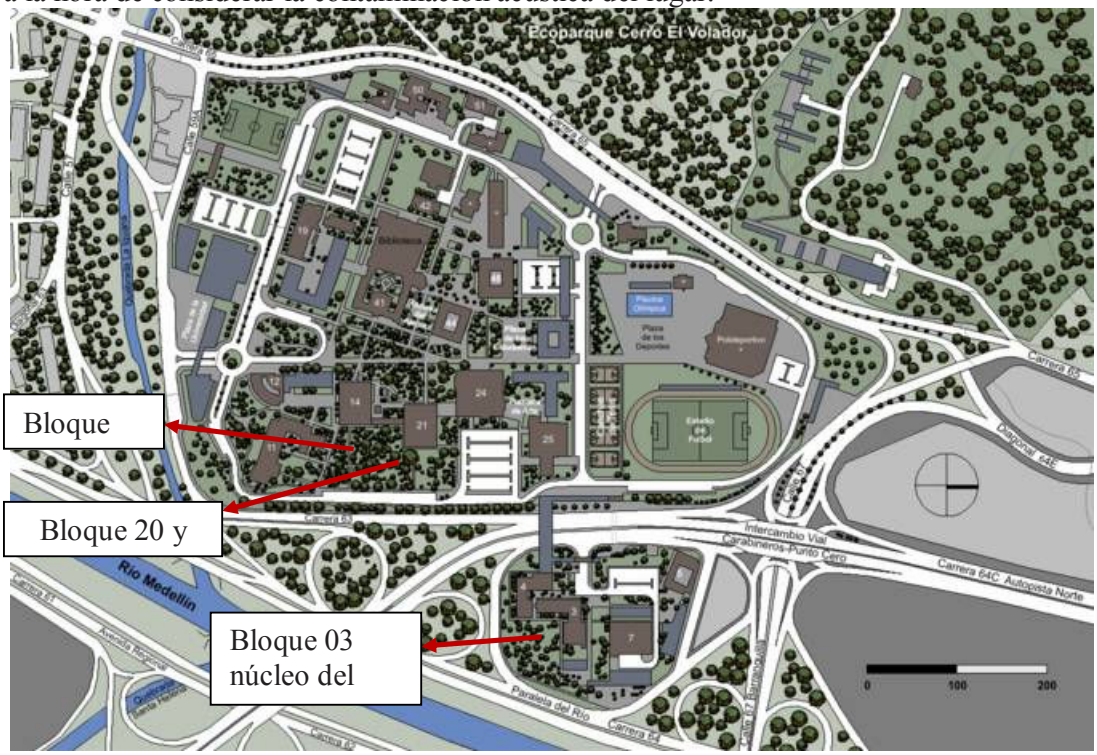


Figura 3: Bloques 03, 14, 20 y 21 (Vista Aérea)

3.2 METODOLOGIA PARA LA RECOLECCION DE DATOS.

- La toma de datos se realizó a lo largo de un día de actividades académicas normales (miércoles 29 de Agosto de 2007).
- Se obtuvo un listado de las 21 aulas seleccionadas para el estudio.
- Se realizó con anterioridad la reserva y posterior préstamo del equipo en las oficinas de Redaire.
- Se realizaron las mediciones en los siguientes intervalos horarios
  8:00 - 10:00
  14:00 - 16:00
  16:00 p.m. - 18:00 p.m.
- Durante estos horarios se trabajo simultáneamente con los tres sonómetros y bajo las mismas condiciones en subgrupos de dos personas por equipo.

- Se trazaron 5 puntos dentro de cada aula y en cada uno de ellos se hicieron 7 mediciones con el sonómetro a un intervalo de 20 segundos.
- Se realizo una unificación de los datos de los diferentes grupos de trabajo.
- Se culminó con el análisis de los resultados en el informe.

4. MARCO TEORICO.

4.1 DEFINICIONES.

dB(A): Es la ponderación frecuencial utilizada para la medición del nivel sonoro.

Control de ruido: Es la tecnología para obtener un ruido ambiental aceptable, de acuerdo con consideraciones económicas y operativas.

Decibel (dB): Unidad apropiada para medir los niveles de presión sonora (NPS). Es una unidad de intensidad sonora que denota la relación entre dos cantidades que son proporcionales en su potencia; el número de decibeles es diez veces el logaritmo (de base diez) de esta relación.

$$NPS(dB) = 10\log\left(\frac{P}{P_0}\right)^2 = 20\log\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

Fuente sonora: Dispositivo que produce sonido. Elemento que origina la energía mecánica vibratoria, definida como ruido o sonido. Puede considerarse estadísticamente como una familia de generadores de ruido que pueden tener características físicas diferentes, distribuidas en el tiempo y en el espacio.
Norma de emisión de ruido: Es el valor máximo permisible de presión sonora, definido para una fuente, por la autoridad ambiental competente, con el objeto de cumplir la norma de ruido ambiental.
Receptor: Una persona (o personas) o equipamiento que se ve afectado por el ruido.

Ruido: Sonido con naturaleza general aleatoria, cuyo espectro no exhibe componentes de frecuencia claramente definidos. Cualquier sonido molesto. Describe sonidos distordantes o no deseados.
Ruido ambiental: El ruido envolvente asociado con un ambiente determinado en un momento específico, compuesto habitualmente del sonido de muchas fuentes en muchas direcciones, próximas y lejanas; ningún sonido en particular es dominante. Este instrumento de medición detecta pequeños cambios generados por la fuente que vibre y transmitidos a través del aire lo que hace vibrar el diafragma del micrófono con una amplitud.
Sonido: Onda acústica que se propaga en el aire, agua y otros medios, cuya frecuencia está comprendida entre 20 hz y 20 Khz capaz de provocar sensación auditiva.

Sonómetro: Es un instrumento de medición de presión sonora, compuesto de micrófono, amplificador, filtros de ponderación e indicador de medida, destinado a la medida de niveles sonoros, siguiendo unas determinadas especificaciones.

4.2 PRINCIPALES FUENTES DE RUIDO:

La contaminación por el ruido esta determinada por la intensidad (dB), el lugar donde se produce (rural o urbano) y las fuentes de ruido que existen en el medio. Las fuentes pueden ser interiores o exteriores o bien móviles o fijas.
Entre las fuentes externas encontramos:

- Todo el tránsito automotor (depende de las bocinas, la carga y el estado del vehículo), ferroviario y aéreo incluyendo el aeropuerto en el cual los niveles más altos de ruido los presenta en el aterrizaje y despegue de los aviones.

- Las construcciones de obras públicas debido a que la maquinaria que para ella se utiliza es muy pesada.

- Las actividades industriales en las que el nivel del ruido es muy variado dependiendo de la actividad que desempeñe la empresa.

- Actividades urbanas colectivas como las discotecas, mercados, teatros, concentraciones deportivas, etc.

Dentro de las fuentes internas se destacan:

- Ruido debido a las personas.

- Ruido de impactos: pasos, saltos, movimiento de objetos, golpes, etc.

- Aparatos electrodomésticos: televisores, radios, lavadoras, etc.

- Los sistemas de ventilación.

- Los ascensores.

4.3 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN ACÚSTICA

El instrumento utilizado para realizar las mediciones de ruido fue el sonómetro. Este es un aparato que se utiliza para medir el nivel sonoro (nivel de presión sonora ponderado en frecuencia y tiempo). Consta de un micrófono, un amplificador y un indicador del nivel de potencia. El micrófono detecta las pequeñas variaciones de la presión del aire producidas por las ondas de compresión del sonido y las transforma en diferencias de potencial. Éstas se amplifican y se registran. La escala del indicador del nivel de potencia está en dB: cero dB corresponde a un cambio de presión del aire de 20 μPa (micro pascales) y 120 dB equivale a un cambio de 20 pascales (Pa).
El sonómetro mide la sensación sonora o intensidad fisiológica, que se expresa en decibeles y que no es proporcional a la intensidad física o flujo de energía por unidad de tiempo.

4.4 NORMATIVIDAD PARA EL CONTROL DEL RUIDO:

Con el propósito de enfrentar el problema de la contaminación sonora en Colombia, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expidió el 7 de abril de 2006 la Resolución 0627, por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido para todo el territorio nacional.
La norma establece por primera vez en el país, estándares máximos permisibles de emisiones de nivel de ruido expresado en decibeles. Considerando cuatro sectores con sus respectivos subsectores (Capítulo I, artículo 9 de dicha resolución).
La resolución indica además, que corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales elaborar, revisar y actualizar en los municipios de su jurisdicción con poblaciones mayores de 100000 habitantes, mapas de

ruido ambiental para aquellas áreas que sean consideradas como prioritarias y expone el procedimiento para realizar la medición de ruido emitido por las diferentes fuentes.

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido en db	
		Día	Noche
Sector A Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
Sector D Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Tabla 1. Estándares máximos permisibles

Valor	Efectos
>30	Dificultad para conciliar el sueño
>45	Dificultad en la comunicación verbal
>50	Probable interrupción del sueño

>55	Malestar moderado
>65	Malestar fuerte
>70	Comunicación verbal extremadamente difícil
>75	Pérdida del oído a la largo plazo
>110-140	Pérdida del oído a corto plazo

Tabla 2. Valores críticos de ruido.

4.5 EFECTOS DEL RUIDO EN LAS PERSONAS

El ruido es uno de los responsables de perturbar algunas de las actividades fundamentales para el ser humano como conciliar el sueño, trabajar y estudiar. Éste, además de generar esfuerzo y fatiga en las personas, puede llegar a producir sordera temporal o permanente y psicológicamente tiene efectos adversos, ya que ayuda a disminuir la productividad y eficiencia en la realización de las actividades y aumenta la probabilidad de cometer errores debido a la distracción.
Debe advertirse que la ausencia de ruido también afecta a la persona a nivel mental, es por eso que el organismo necesita cierta cantidad de ruido para mantenerse sano.

4.6 ACCIONES CORRECTIVAS

- **Tratamiento en la fuente:** Es controlar el problema tratando directamente al causante del ruido.

- **Planeamiento urbano:** Ubicar estratégicamente las edificaciones para evitar el ruido o modificar la parte afectada para mitigarlo (aislamientos, zonas verdes, etc.)

- **Planeamiento arquitectónico:** Está relacionado con el diseño y ubicación de los recintos dentro de las edificaciones.

No sólo se necesita un buen recurso económico para poder tomar acciones correctivas frente a los altos niveles de ruido, sino que también se debe tomar conciencia de los perjuicios que éstos causan y evitar las altas emisiones que puedan afectar a la sociedad.

5. RESULTADOS.

SALÓN	PUNTOS					PROMEDIO
BLOQUE 14	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	
102	72,2935	76,1472	68,6941	71,5315	74,368	**80,2984**
109	76,0331	77,5295	73,8523	77,5488	75,3717	**83,2701**
110	77,3345	77,402	76,3099	77,1652	77,5244	**84,1577**
302	58,8309	68,3242	65,2713	77,1818	64,7535	**78,2071**
313	75,6426	73,4252	73,9908	75,0835	77,2891	**82,2928**
322	77,8172	77,7755	71,0374	72,9292	76,8324	**83,0311**
326	71,3922	77,9448	58,7486	66,9943	65,1351	**79,299**
328	78,8354	75,4999	72,6844	76,7448	71,6378	**82,841**
BLOQUE 20						
404	68,4124	69,1045	78,4074	69,9636	79,4945	**82,6318**
BLOQUE 21						
215	75,0533	80,2938	77,3129	77,6241	73,5339	**84,3664**
218	73,1468	73,7557	79,8282	68,6545	66,5132	**81,8276**
303	76,9936	77,4604	79,6776	77,3299	76,7098	**84,7649**
307	77,5304	73,214	72,8799	77,6956	72,4834	**82,3939**
314	67,621	69,8303	72,4808	72,8884	81,4994	**82,8732**
320	66,9254	69,6374	72,6635	72,9502	83,7606	**84,6245**
325	73,4506	69,8748	69,218	69,6969	83,3451	**84,2415**
328	77,52	74,9655	75,5556	75,2666	76,5102	**83,0579**
331	71,0719	72,3756	74,3692	73,4956	84,6976	**85,7375**
334	72,363	83,8778	84,0981	70,2327	71,5893	**87,3508**
403	68,5705	68,5373	82,3562	72,545	82,7416	**85,9366**
420	77,5304	73,214	72,8799	77,6956	72,4834	**82,3939**

Tabla 3. Mediciones 8:00 - 10:00 (bloques 14, 20 y 21)

SALÓN	PUNTOS					PROMEDIO
BLOQUE 03	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	
224	59,871	58,586	59,757	59,714	60,843	**59,754**
210	78,984	64,957	67,957	67,743	68,771	**69,683**
204	70,471	68,529	66,729	67,343	66,843	**67,983**

Tabla 3. Mediciones 8:00 - 10:00 (bloques 03 en mecánica)

SALÓN	PUNTOS					PROMEDIO
BLOQUE 14	1	2	3	4	5	
102	70,1976	66,4765	67,3148	67,8253	65,4987	74,7574
109	72,1527	72,7116	72,3978	70,9286	67,8253	78,5065
110	64,7068	60,4758	63,1296	64,4242	61,7654	70,1697
302	66,6573	71,4809	66,8645	71,97	67,262	76,4949
313	67,0573	70,6884	69,5127	71,7954	67,7777	76,707
322	70,2009	64,4679	66,6313	64,2035	63,0183	73,524
326	62,9162	65,749	64,658	64,4613	66,5736	72,0341
328	65,6579	65,4715	67,4164	63,6607	64,8834	72,5821
BLOQUE 20						
404	59,4494	61,1442	59,9678	61,8172	61,1992	67,7906
BLOQUE 21						
215	61,3102	73,318	74,2983	73,8436	62,9468	78,8039
218	72,472	77,2685	74,4692	71,8448	77,4021	82,2851
303	64,9952	66,0434	65,9416	62,4803	65,8738	72,2389
307	63,0098	64,1846	62,757	61,9527	64,6495	70,4109
314	60,5964	62,9804	65,7198	65,6999	63,2424	71,0349
320	76,1129	75,4593	72,6441	74,5026	74,9321	81,8675
325	71,1417	72,7881	80,5448	71,6057	74,5758	82,7537
328	72,2521	71,7753	73,7977	73,7167	73,6462	80,1076
331	78,984	74,0226	74,4316	80,9337	77,809	85,0037
334	74,4314	80,0487	76,7244	74,007	73,3485	83,4769
403	70,563	72,5063	68,3759	74,111	67,2939	78,274
420						

Tabla5: mediciones 14:00 - 16:00 (bloques 14, 20 y 21)

SALÓN	PUNTOS					PROMEDIO
BLOQUE 03	1	2	3	4	5	
224	60,8285	70,294	65,2787	69,0211	60,5	65,1873
210	69,1331	60,4	57,1	68,6695	65,8738	64,2353
204	63,1857	64,3	63,3142	62,9285	63,3714	63,42

Tabla 6. Mediciones tomadas en el núcleo de mecánica de 14:00 – 16:00 p.m.

SALÓN	PUNTOS					PROMEDIO
BLOQUE 14	1	2	3	4	5	
102	65,9064	66,0042	65,6952	69,0211	72,126	**75,5497**
109	66,0038	63,576	66,9145	66,9129	65,3781	**72,9091**
110	73,3586	70,4169	64,589	70,6654	66,7284	**77,1532**
302	70,294	62,3367	81,6552	65,7645	61,8601	**82,1514**
313	71,0923	72,0597	74,3362	68,6695	68,8555	**78,5195**
322	81,5821	64,3721	65,2787	64,6136	69,1768	**82,0743**
326	89,9073	62,1628	67,6552	72,4492	68,3447	**90,0465**
328	73,4431	66,8792	83,9589	85,233	63,2391	**87,8643**
BLOQUE 20						
404	62,6415	80,4549	63,4309	69,6779	66,2532	**81,092**
BLOQUE 21						
215	63,2921	69,4053	62,1139	63,754	62,3888	**72,198**
218	63,5798	64,0837	63,1605	64,5616	63,3801	**70,7729**
303	68,9831	68,9428	71,9351	70,0843	69,2827	**76,9931**
307	62,9278	63,7452	61,9675	66,1321	61,3989	**70,5646**
314	65,7906	61,928	66,429	67,3859	65,9452	**72,823**
320	71,9921	68,329	67,6351	67,9552	69,9665	**76,4929**
325	66,0076	65,4189	64,6516	66,1554	66,0733	**72,6867**
328	69,1332	68,4776	68,6766	68,0344	67,6219	**75,4096**
331	67,0703	66,2377	66,7835	65,9563	65,4855	**73,3333**
334	65,1786	65,5473	66,7744	65,8803	65,9072	**72,8802**
403	84,337	76,4618	74,9465	77,0787	79,7922	**86,9314**
420	67,8916	68,8825	69,6451	71,7227	71,1702	**77,0809**

Tabla7: mediciones 16:00 - 18:00 (bloques 14, 20 y 21)

SALÓN	PUNTOS					PROMEDIO
BLOQUE 03	1	2	3	4	5	
224	60,1571	61,3142	60,8142	60,2142	59,0428	60,3085
210	61,9857	61,3714	61,8571	63,5142	63,6428	62,4742
204	61,6571	61,7142	61,7285	61,5285	62,5857	61,8428

Tabla 8. Mediciones tomadas en el núcleo de mecánica de 16:00 – 18:00

GRAFICAS DE RUIDO 8 – 10 A.M.

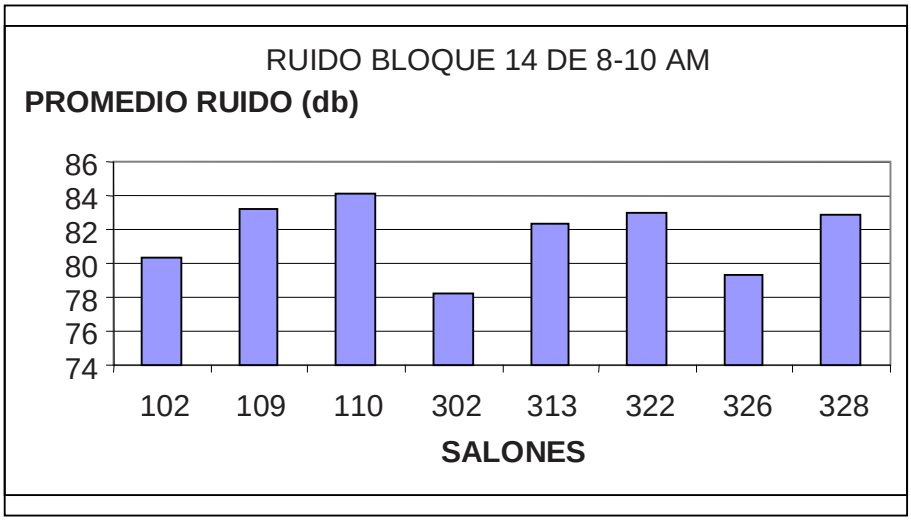


Grafico 1. Promedios de ruido Bloque 14.

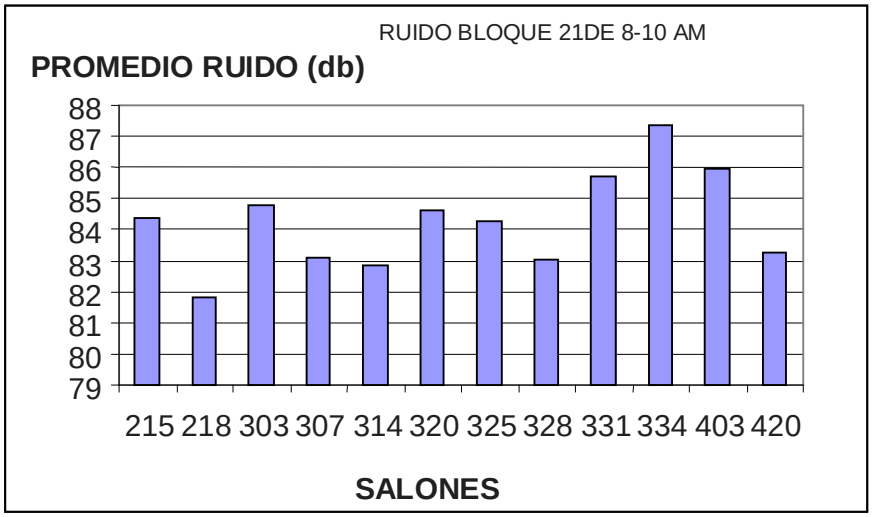


Grafico 2. Promedios de ruido Bloque 21.

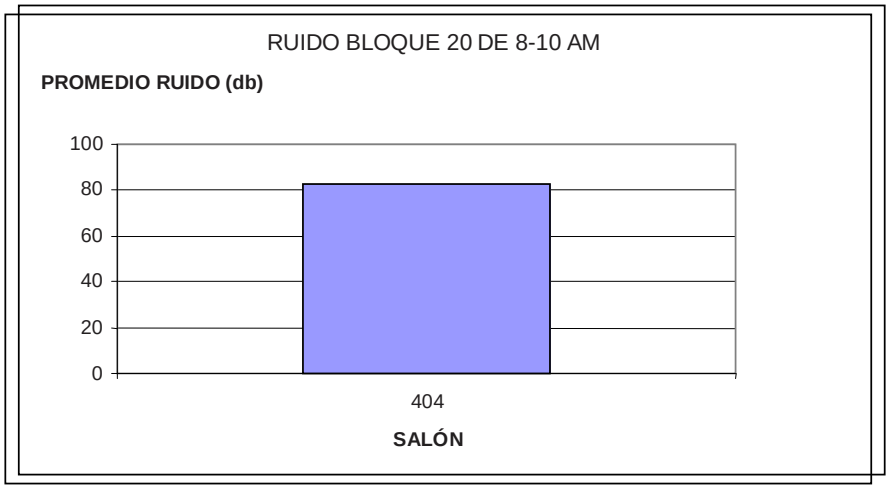


Grafico 3. Promedio de ruido Bloque 20.

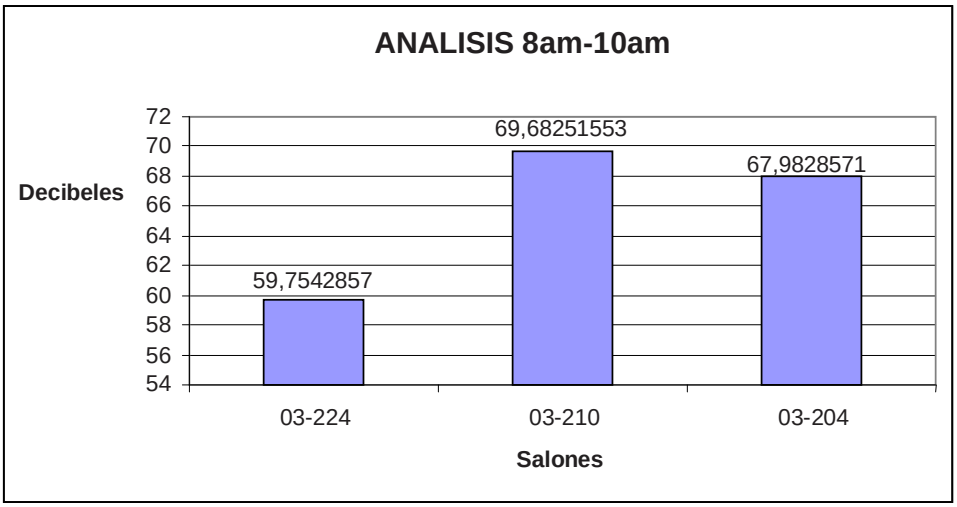


Grafico 4. Promedios de ruido Bloque 03.

GRAFICAS DE RUIDO 14:00 – 16:00

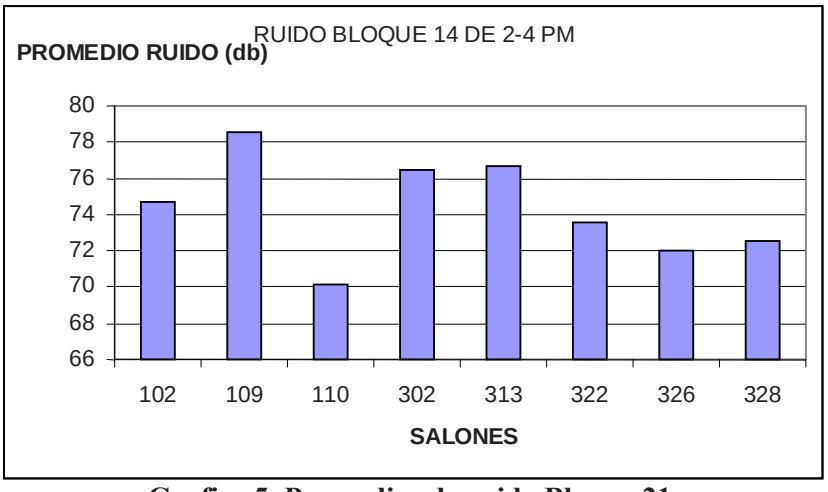


Grafico 5. Promedios de ruido Bloque 21.

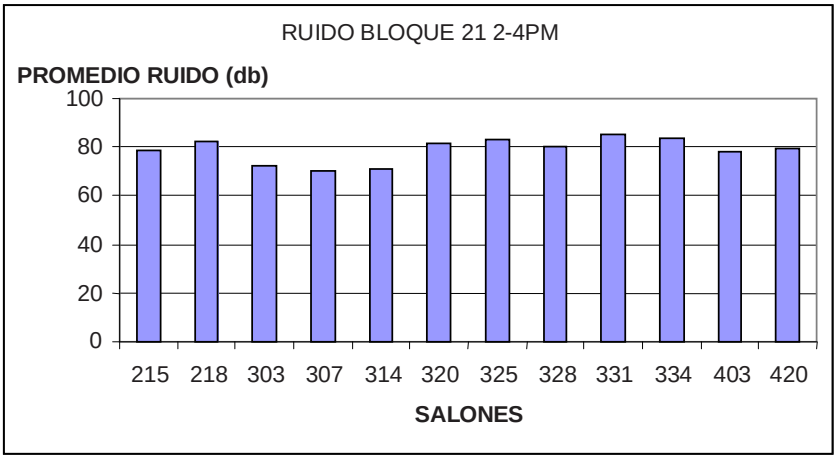


Grafico 6. Promedios de ruido Bloque 21.

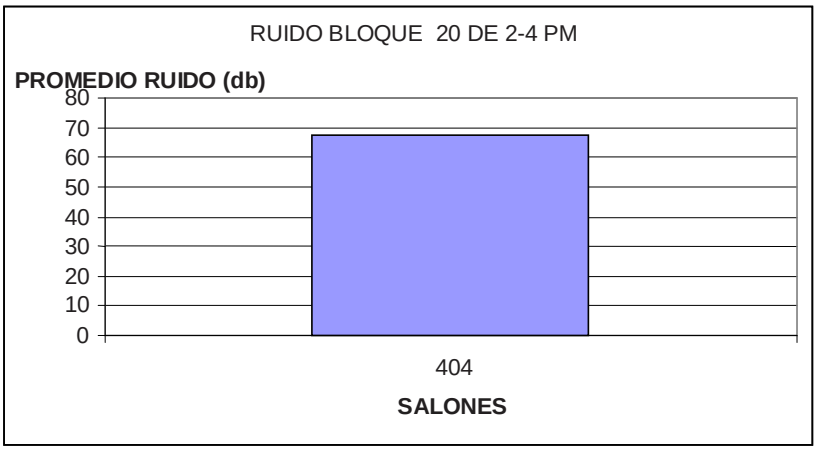


Grafico 7. Promedio de ruido Bloque 20.

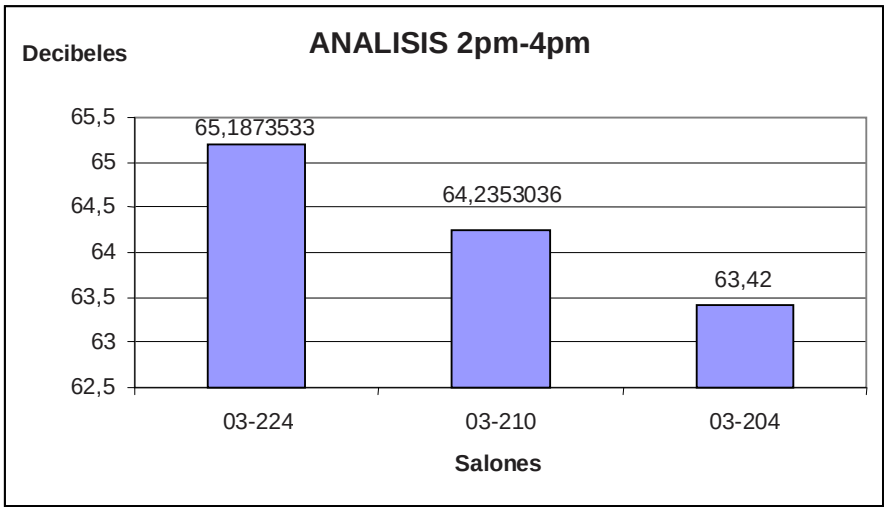


Grafico 8. Promedios de ruido Bloque 03.

GRAFICAS DE RUIDO 16:00 – 18:00.

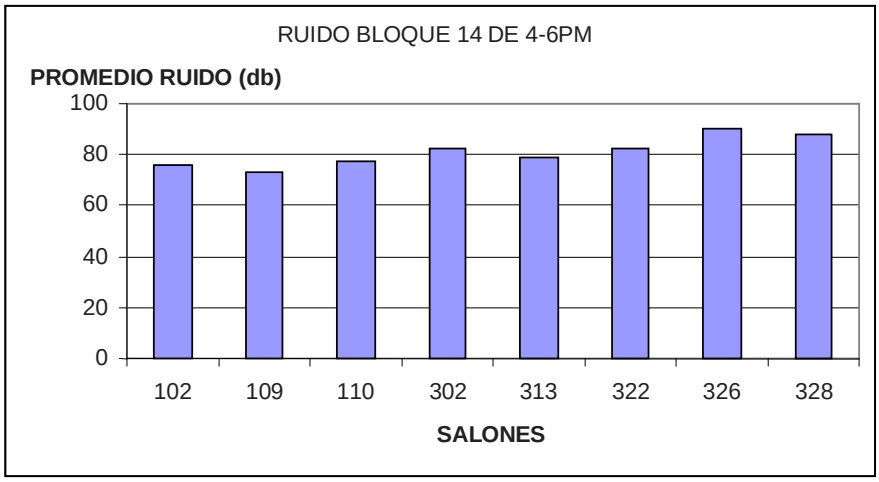


Grafico 9. Promedios de ruido Bloque 14

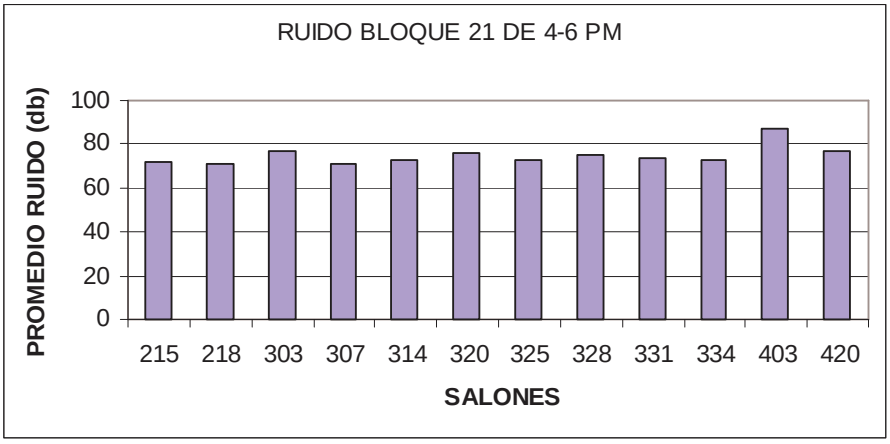


Grafico 10. Promedios de ruido Bloque 21.

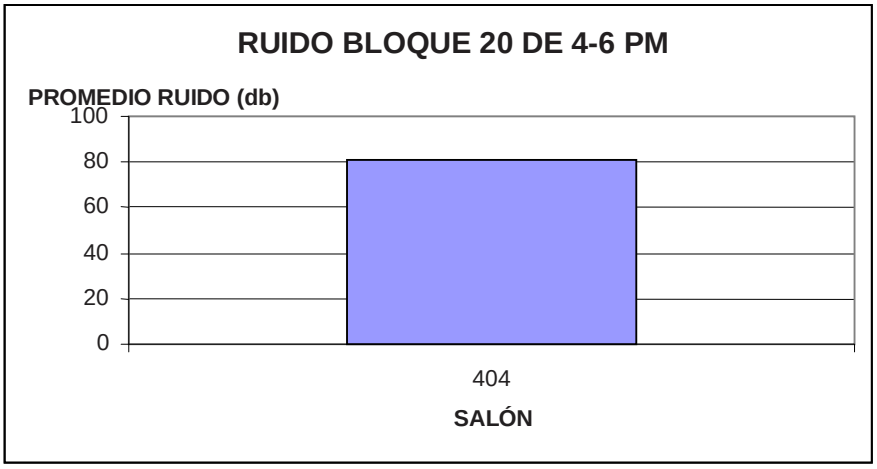


Grafico 11. Promedio de ruido Bloque 20.

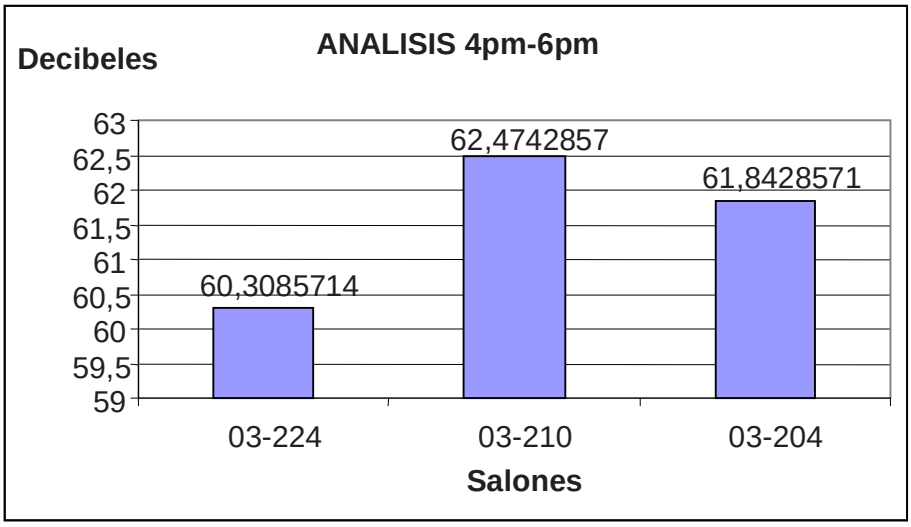


Grafico 12. Promedios de ruido Bloque 03.

6. ANALISIS DE RESULTADOS.

POR FRANJAS HORARIAS.

8 – 10

En las horas de la mañana vemos unos muy altos niveles de ruido en las aulas de los bloques 14, 20 y 21. La mayor medición de todas la dio el aula 21-334 con una medida de **87,3508394** dB promedio, mientras que las menores medidas las dio el aula 14-302 con una medida de **78,2071849** dB promedio. En cuanto a las mediciones de mecánica los resultados fueron **69,683** el más alto para el aula 03-210 y el más bajo es **59,754** para el aula 03-224. Como se puede apreciar en los promedios de las mediciones de la mañana, los bloques estudiados presentan un alto nivel de contaminación por ruido, las medidas exceden de gran manera los estándares permitidos, cafeterías llenas, el gran numero de clases que se dictan a esta hora y el gran numero de afluencia de estudiantes para desarrollar actividades extra clase son los principales factores contaminantes.

14:00 – 16:00

En las horas de la tarde las medidas máximas promedio fueron: **85,0037711** dB para el aula 21-331 y **65,1873533** para el aula 03-224 de mecánica y las medidas mínimas serian **67,7906352** para el aula 20-404 y **63,42** para el aula 03-204 de mecánica, como vemos aunque algunos de los valores se acercan mas a los niveles permitidos por la norma para zonas tipo B como universidades (65 dB Max n el día), los valores aun superan los limites, la afluencia de publico en las cafeterías y salas de estudio, así como el gran flujo vehicular por las autopistas, son los principales factores de ruido a estas horas.

16:00 – 18:00

En la tercera medición del día tenemos valores máximos de **90,047** para el aula 14-326 y **62,4742857** para el aula 03-210 de mecánica. Mientras los valores mínimos serian **72,198** para el aula 21-215 y **60,3085714** para el aula 03-224 de mecánica. A esta hora del día la gente comienza a irse a sus casas y el ruido debería disminuir, el hecho de que el aula 14-326 presente un nivel de ruido tan alarmante se debe a que durante esa hora se realizaba la reparación la cerradura y el uso de herramientas como martillo y taladro generaron grandes ruidos a esas horas de la tarde. La razón por la que la contaminación auditiva aumenta nuevamente puede ser debido a la algarabía de las pocas clases de esa hora y al flujo vehicular que empieza a entrar en el fenómeno de la hora pico.

7. ANALISIS GENERAL.

COMPARACIÓN ENTRE DATOS PROPORCIONADOS POR LA OFICINA DE PLANEACIÓN DE LA SEDE Y LOS DATOS TOMADOS

Datos proporcionados por la oficina de planeación de la sede

Bl-Salón	Promedio Db
03-204	63,6
03-210	62,4
03-224	60
14-102	62,5
14-109	58,4
14-110	59
14-302	62,3
14-313	56,9
14-322	58,1
14-326	57,6
14-328	57,3
20-404	59,5
21-215	64,9
21-218	64,5
21-303	60,7
21-307	60,3
21-314	64,7
21-320	58,6
21-325	59,2
21-328	59,8
21-331	60,4
21-334	60,9
21-403	60,4
21-420	58,8

Datos tomados para la práctica

Bl-Salón	Promedio Db
03-204	64.52
03-210	65.50
03-224	61.75
14-102	76.87
14-109	78.23
14-110	77.16
14-302	78.95
14-313	79.17
14-322	79.54
14-326	80.46
14-328	81.09
20-404	74.84
21-215	78.46
21-218	79.30
21-303	78.00
21-307	74.70
21-314	75.58
21-320	80.33
21-325	79.90
21-328	79.52
21-331	81.36
21-334	81.33
21-403	83.71
21-420	79.90

Con las tablas anteriores se puede hacer una comparación salón por salón y se va a notar que los niveles actuales de ruido son más altos que los suministrados por la oficina de planeación de la sede, por ende se podría inferir un incremento de los niveles con el paso del tiempo, ya sea por deterioro del espacio (paredes de las aulas, suelo, ventanas y puertas) ya que estos son los que permiten la transmisión del ruido desde y hacia las aulas de clase, otro factor que puede influir en los aumentos de los niveles es el creciente paso de vehículos por la autopista, la cual esta a menos de 150 metros de las partes traseras de los bloques 14, 20, 21, para el caso del bloque 3 se puede inferir lo mismo (aunque este bloque está demasiado cerca de los parqueaderos de los buses universitarios y de la avenida regional), además de esto están las cafeterías aledañas a los bloques, otro aspecto de interés es el aumento en el tráfico aéreo que cruza por encima del espacio aéreo de la universidad; para el caso de los datos en la jornada de la mañana se tuvo presente las condiciones climáticas (en el momento de las tomas se presentaron algunas lluvias).

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- De los datos, gráficos, y tablas anteriores se puede ver una tendencia casi lineal entre los valores promedio de los niveles de ruido para los bloques 14, 20, 21, debido a su ubicación tan cercana entre sí.

- Otro aspecto que influye en los niveles de ruido es, la geometría del salón, porque hay algunos más grandes que otros, en los cuales de manera aleatoria entran cierta cantidad de alumnos, los cuales pueden saturar un poco los niveles auditivos, en este mismo aspecto se tiene en cuenta la ubicación y la forma de la ventanas (si están cerradas o abiertas o si tienen celosías o son deslizantes), las puertas abiertas o cerradas, el estado de mantenimiento de los mismos; también para el estudio de ruido influye la hora en la que se toman las medidas, esto puede ser por: Los ánimos de los estudiantes a ciertas horas de la mañana, la tarde y el comienzo de la noche.

- A modo de recomendación podría incorporarse al interior de los salones algunos materiales aislantes de ruido (similares a los que se usan en salas de ensayo de música, como espumas acústicas, tapetes)

- El sentido del oído en el ser humano es fundamental para su vida, la contaminación auditiva puede llevar a enfermedades del oído e incluso una sordera, esta puede afectar seriamente el desarrollo social y la calidad de vida de las personas.

- Puede que el factor económico y social no sea muy tenido en cuenta a la hora de evaluar la contaminación por ruido, pero es muy difícil que alguien quiera adquirir bienes en un lugar con mucha contaminación de este tipo como sectores industriales, grandes avenidas, discotecas, entre otras.

- Los altos niveles de ruido en las aulas de los bloques 14 y 21 afectan el normal desempeño de una clase, ya que estos ruidos puede ser causal de interrupciones, problemas en la concentración y bajos rendimientos académicos.

- Es preocupante que las medidas promedios de decibles en los bloques 14 y 21 sobrepasen la norma establecida por el decreto 0627 del 7 de abril de 2006 que califica a las universidades como una zona tipo B, donde en las horas del día el nivel máximo permisible de ruido será de 65 dB. Tal vez la norma mire a la universidad como un espacio abierto y el hecho de que las medidas fueran hechas en ambientes cerrados sea causal de los altos niveles de ruido encontrados.

- De todas formas, es necesario disminuir los niveles de ruido con el fin de mejorar la calidad de vida y los ambientes de la universidad, para esto seria recomendable:

  - Las ventas de los bloques presentan un diseño antiguo de celosías, es sabido que este diseño no es muy bueno a la hora de combatir el ruido, inclusive hay ventanas que carecen de algunas celosías, lo recomendable seria colocar las celosías faltantes y mejor aun empezar a pensar en modificar las ventanas de estos bloques por ventanas fijas.

- Evitar la construcción de nuevos bloques cerca de las avenidas que circundan la universidad.
- Las nuevas salas de estudio deberían pensarse en un lugar mas aislado que no perturbe el normal desarrollo de las clases, ya que estas zonas son sitio de conversaciones y debates académicos que generan ruidos molestos para las personas que se encuentran en clase.
- Se podrían experimentar con materiales aislantes con el fin de buscar ambientes más tranquilos para las actividades académicas.
- Realizar campañas de reflexión para disminuir los niveles de ruido.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BEDOYA, Julián. El hombre y su ambiente. Universidad Nacional de Colombia. 2da. Ed. 1997. Pag. 107-113.

- BEDOYA, Julián. Administración de Seguridad Industrial. SOCIA. 1982. Pags. 123-160.

- BEDOYA V.J *Niveles de monóxido de carbono y ruído em El centro de Medellín.* Boletín informativo17 de Redaire. Universidad Nacional de Colombia. Ed Julio de 2005. Pág. 29 – 45.

- *Resolución 0627 del 7 de Abril de 2006 (consulta entre 16 y 24 de Septiembre)* http://www.epm.com.co/epmcom/elementos_comunes/archivos_extras/RESOLUCION627RUIDO.pdf http://www.minambiente.gov.co/juridica_normatividad/normatividad/2006/res_627_070406.pdf

ANEXOS.

14-102	punto1	punto 2	punto 3	punto4	punto5	
TOMA 1	58,3	60,8	53,3	61,3	69,8	
TOMA 2	57,6	67,2	50,7	62,8	67,6	
TOMA 3	61,3	64,8	55,2	64,1	64,3	
TOMA 4	64,3	70,2	58,1	63,2	63,2	
TOMA 5	68,5	63,8	61,3	60,8	61,3	
TOMA 6	59,8	69,1	64,6	65	66,2	
TOMA 7	65,6	70,3	62,7	62,9	62,4	
PROMEDIO	72,2935546	76,1472755	68,6941672	71,5315919	74,3680826	80,2984392
14-109	punto1	punto 2	punto 3	punto4	punto5	
TOMA 1	60,3	70,2	59,8	70,1	67,3	
TOMA 2	66,1	71,1	61,5	68,7	64,6	
TOMA 3	70,2	68,4	64,7	71,3	61,9	
TOMA 4	68,7	69,3	66,7	71,6	70,3	
TOMA 5	69,3	65,2	69,8	67,6	69,3	
TOMA 6	64,7	68,3	64,3	65,3	63,8	
TOMA 7	67,5	68,9	63,1	63,3	64,8	
PROMEDIO	76,0331451	77,5295516	73,8523597	77,5488981	75,3717062	83,2701641
14-110	punto1	punto 2	punto 3	punto4	punto5	
TOMA 1	65,3	66	67,6	72,2	61,5	
TOMA 2	68,7	68,2	68,1	63,5	64,5	
TOMA 3	67,3	62,5	72,1	66,8	63,4	
TOMA 4	70,2	72,3	64,3	67,2	70,2	
TOMA 5	72,3	73	69,2	62,2	73,1	
TOMA 6	69,3	66,3	62,8	71,6	70,6	
TOMA 7	63	61,5	61,5	68,5	68,9	
PROMEDIO	77,3345589	77,4020219	76,3099924	77,1652425	77,5244301	84,1577752
14 - 302	punto1	punto 2	punto 3	punto4	punto5	
TOMA 1	51,1	62,6	54,1	70	58	
TOMA 2	51,8	62,4	53	68,7	56,4	
TOMA 3	49,3	60,2	55,8	68,8	58,5	
TOMA 4	49,9	58	59,6	66,9	54,6	
TOMA 5	50,2	57,2	53,9	67,9	53,5	
TOMA 6	50,3	57,3	54,4	68,5	54,8	
TOMA 7	49,5	57	60,4	69,6	56	
PROMEDIO	58,8309818	68,3242039	65,2713192	77,1818754	64,7535102	78,2071849
14-313	punto1	punto 2	punto 3	punto4	punto5	
TOMA 1	68,2	69,1	63,2	71,1	66,3	
TOMA 2	63,5	64,2	67,7	68,3	64,8	
TOMA 3	63,9	66,7	65,2	64,6	67,6	
TOMA 4	68,1	63,8	62,6	65,8	64,7	
TOMA 5	70,3	61,2	63,2	59,9	61,8	
TOMA 6	62,4	60,9	68,7	64,3	64,7	
TOMA 7	68,1	62,1	63,9	63,5	75,2	
PROMEDIO	75,6426878	73,4252321	73,9908247	75,0835117	77,2891547	82,2928081
14-322	punto1	punto 2	punto 3	punto4	punto5	
TOMA 1	69,7	70,8	58,9	62,2	63,2	
TOMA 2	69,2	65,2	62,3	65,3	66,4	
TOMA 3	71,6	66,1	65,1	64,1	69,7	
TOMA 4	67,9	64,2	62,2	68,1	68,2	

TOMA 5	68,6	68,2	59,2	63,6	72,3	
TOMA 6	70,3	71,3	63,1	63,2	63,5	
TOMA 7	66,3	72,5	63,9	60,7	68,2	
PROMEDIO	**77,8172577**	**77,7755284**	**71,0374301**	**72,9292092**	**76,8324544**	**83,0311727**
14 - 326	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	
TOMA 1	57,2	69,7	53,3	56,8	56,3	
TOMA 2	57,9	69,6	48,4	58	44,4	
TOMA 3	59,3	69,3	51	58,6	53,3	
TOMA 4	61,2	67,5	43,7	57,8	47,7	
TOMA 5	64,2	69,2	49,5	61,3	48,3	
TOMA 6	68,5	69,3	49,7	58	53,6	
TOMA 7	58,8	71,1	51,3	57,7	63,5	
PROMEDIO	**71,3922087**	**77,9448079**	**58,7486489**	**66,9943418**	**65,1351306**	**79,299055**
14-328	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	
TOMA 1	69,7	67,5	68	65,2	64,3	
TOMA 2	71,6	65,9	63,5	68,7	61,8	
TOMA 3	70,8	66,1	64,1	64,3	62,3	
TOMA 4	73,2	64,3	62,8	65,3	60,9	
TOMA 5	67,5	66,5	60,8	65,9	59,8	
TOMA 6	67,8	68,2	63,2	70,3	60,5	
TOMA 7	69,1	69,1	63,5	72	67,3	
PROMEDIO	**78,8354709**	**75,4999925**	**72,6844768**	**76,7448422**	**71,6378545**	**82,8410455**
20 - 404	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	
TOMA 1	63,2	60,1	71	56	72,6	
TOMA 2	60,1	62,5	70,2	57,8	68,6	
TOMA 3	59,4	63	68,3	56,9	71,8	
TOMA 4	55,8	58,3	69,5	62,1	72,1	
TOMA 5	57	60	70,5	63	70,6	
TOMA 6	58,2	59,1	67,9	63,5	69,9	
TOMA 7	61,5	59,3	71,2	64,1	70,4	
PROMEDIO	**68,4124433**	**69,1045824**	**78,4074941**	**69,9636432**	**79,4945721**	**82,631815**
21 - 215	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	
TOMA 1	69,1	72	68,3	64,2	63,5	
TOMA 2	64,6	70,8	60,3	74,2	67,2	
TOMA 3	61,4	70,7	67,2	67,9	68,4	
TOMA 4	62,5	68,7	64,6	71,6	64,2	
TOMA 5	65,8	66,5	69,8	55,1	65	
TOMA 6	70,9	72,2	65,8	64,9	60,2	
TOMA 7	62,4	75,9	73,9	66,9	61,2	
PROMEDIO	**75,0533157**	**80,2938732**	**77,3129347**	**77,6241575**	**73,5339754**	**84,3664858**
21 - 218	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	
TOMA 1	71,4	61,9	73	57,8	53,1	
TOMA 2	63,6	63,1	77	59,6	55,7	
TOMA 3	60,9	72,5	66,5	63,2	54,4	
TOMA 4	60,7	55,8	66,7	57,7	58	
TOMA 5	59,9	56,4	68,4	60	58,8	
TOMA 6	58,2	55,8	67,5	59	59	
TOMA 7	57	60,7	66,4	61,3	61,6	
PROMEDIO	**73,1468854**	**73,7557475**	**79,8282467**	**68,654594**	**66,5132016**	**81,8276545**
31 - 303	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	
TOMA 1	65,2	71,3	64,1	63,7	69,7	
TOMA 2	69,1	70,2	65,8	66,1	70,1	

TOMA 3	68,6	69	68,7	69,9	68,2	
TOMA 4	71,1	63,6	70,3	70,2	70,1	
TOMA 5	62,4	65,5	75,2	66,9	67,6	
TOMA 6	67,8	70,5	74,3	69,7	63,2	
TOMA 7	70,3	68,3	69,2	71,2	64,2	
PROMEDIO	**76,9936122**	**77,4604394**	**79,6776639**	**77,3299322**	**76,7098113**	**84,764981**
21-307	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	
TOMA 1	65,8	65,7	70,1	69,3	64,5	
TOMA 2	65	63,2	68,1	70	67,2	
TOMA 3	69,6	63,8	71,2	72,6	68,1	
TOMA 4	67,3	65,2	65,3	62,6	67,2	
TOMA 5	61,5	60,8	64,6	66,5	60,5	
TOMA 6	71,2	69,7	66,5	63,8	62,7	
TOMA 7	64,7	70,1	71,3	68,8	65,3	
PROMEDIO	**75,9107476**	**75,0896756**	**77,3320511**	**77,2410814**	**74,1736575**	**83,107094**
21 - 314	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	
TOMA 1	57	54,1	55,5	69	70,7	
TOMA 2	21,3	54,4	70,5	59	68,2	
TOMA 3	51,3	67,7	53	63,9	74,7	
TOMA 4	53	57	53,7	66,5	74,7	
TOMA 5	56,3	59,2	59,9	65	74,4	
TOMA 6	66,4	60,8	57,4	57,4	36,6	
TOMA 7	51,9	58,2	66,2	48,8	75,6	
PROMEDIO	**67,6210544**	**69,8303094**	**72,4808168**	**72,8884886**	**81,4994159**	**82,8732056**
21 - 320	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	
TOMA 1	56,7	60,2	61,4	65,8	73,3	
TOMA 2	57,6	51,4	58,8	61,5	77,9	
TOMA 3	52,7	57,2	60,2	60,5	71,2	
TOMA 4	57,9	66	67,8	56,5	75	
TOMA 5	61,7	62,6	65,5	67,8	75,2	
TOMA 6	56,3	58,9	64,4	67,8	75,2	
TOMA 7	60,7	59,6	64,7	59,5	76,4	
PROMEDIO	**66,9254415**	**69,6374085**	**72,6635538**	**72,950297**	**83,7606987**	**84,6245591**
21 - 325	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	
TOMA 1	61,3	61,4	57,8	52,3	73,7	
TOMA 2	57,5	53,9	63,7	52,6	76,9	
TOMA 3	61	62,4	56,2	62,2	76,1	
TOMA 4	66,3	62,2	63,9	61	72,2	
TOMA 5	69,9	65,7	60,9	63,5	76,1	
TOMA 6	66,6	66,4	57,5	65,6	73,1	
TOMA 7	55,5	59,9	58,7	52,7	74	
PROMEDIO	**73,4506172**	**69,8748031**	**69,2180541**	**69,6969621**	**83,3451073**	**84,2415706**
21-328	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	
TOMA 1	63,8	67,3	63,6	67,2	64,3	
TOMA 2	67,5	62,5	62,5	63,9	61,9	
TOMA 3	64,9	68,9	61,3	68,7	68,9	
TOMA 4	69,7	64,9	59,8	64,9	69,6	
TOMA 5	72,3	70,2	66,3	67,2	62,3	
TOMA 6	70,6	62,3	69,2	69,3	70,6	
TOMA 7	68,8	60,8	72,3	62,2	70,2	
PROMEDIO	**77,5200873**	**74,9655823**	**75,5556565**	**75,2666518**	**76,5102586**	**83,0579443**
21 - 331	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	

TOMA 1	60,6	57,9	72,3	61	74,9	
TOMA 2	65,2	60,4	63,3	66,9	75,7	
TOMA 3	64,8	66,1	56,9	62,6	74,5	
TOMA 4	62,7	67,7	64,5	66,9	78,8	
TOMA 5	61,2	62,1	56,6	63,3	74,2	
TOMA 6	58,2	62	65,6	66,9	75,6	
TOMA 7	61,7	63,8	59,2	63,9	77,8	
PROMEDIO	**71,0719512**	**72,3756507**	**74,3692863**	**73,4956234**	**84,6976976**	**85,7375065**
21 - 334	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	
TOMA 1	59,1	76,9	63,1	61	62,3	
TOMA 2	63,1	74,8	83,5	54,5	65,3	
TOMA 3	69,2	73,8	55,7	56,7	63,8	
TOMA 4	62,2	77	63,9	57,8	60,9	
TOMA 5	60	74,7	61,8	54,2	60	
TOMA 6	63,8	75,6	65,1	65,2	65,9	
TOMA 7	60	74	73,7	66,4	59,1	
PROMEDIO	**72,3630106**	**83,8778694**	**84,09818**	**70,232753**	**71,5893722**	**87,3508394**
21 - 403	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	**Prom salon**
TOMA 1	66,3	57,4	75,8	56	71,5	
TOMA 2	58	58,9	72,9	59,9	72,6	
TOMA 3	57,7	59,8	75,4	56	74,2	
TOMA 4	53,7	57,3	74,2	70,1	74,9	
TOMA 5	59,2	60,8	72,6	60,7	71,1	
TOMA 6	56	58,9	71,6	65,7	77,2	
TOMA 7	53,9	63,7	73,2	60,3	75,2	
PROMEDIO	**68,5705258**	**68,5373183**	**82,3562468**	**72,5450338**	**82,7416795**	**85,9366984**
21-420	**punto1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto4**	**punto5**	**Prom salon**
TOMA 1	58,9	63,2	66,7	65,3	65,9	
TOMA 2	69,1	72,3	69,7	70,2	67,8	
TOMA 3	62,8	66,3	65,9	65,4	67,3	
TOMA 4	61,9	67,8	70,3	70,7	68,1	
TOMA 5	63,3	65,6	69,4	68,1	63,4	
TOMA 6	63,1	66,7	62,8	63,4	70,5	
TOMA 7	66,2	66	68,1	71	72,6	
PROMEDIO	**73,1612187**	**76,1963927**	**76,5979433**	**77,0165112**	**77,2711702**	**83,2572952**

Tabla A1. Mediciones 8:00 a.m. - 10:00 a.m. (bloques 14, 20 y 21)

SALÓN 03-224	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROM**
PUNTO 1	58,1	60,5	61	61,7	59,3	57,8	60,7	59,871
PUNTO 2	60	58,8	57,1	58,5	55,7	59,7	60,3	58,586
PUNTO 3	59,6	60,4	58	57,3	61,7	61,2	60,1	59,757
PUNTO 4	62,5	58	57,2	61,2	59,3	61,4	58,4	59,714
PUNTO 5	63,4	56,3	60,4	68,6	62	56,3	58,9	60,843
PROM SALÓN								59,754
SALÓN 03-210	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROM**
PUNTO 1	70,2	77,1	67	65,8	66,7	61,4	64	78,984

PUNTO 2	67,8	63,8	64,9	59,8	67,3	62,8	68,3	64,957
PUNTO 3	69,8	68,8	67,5	69,2	64,5	67,5	68,4	67,957
PUNTO 4	70,2	68,4	64,7	71,3	61,9	67,3	70,4	67,743
PUNTO 5	69,4	68,3	67,5	69,1	65,9	70,2	71	68,771
PROM SALON								69,683
SALÓN 03-204	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROM**
PUNTO 1	73,1	71,2	69,5	69,8	70,4	68,4	70,9	70,471
PUNTO 2	69,4	68,4	67,9	67,8	70,3	69,4	66,5	68,529
PUNTO 3	66,5	66,1	66,3	67,4	66,5	68,3	66	66,729
PUNTO 4	64,9	68,3	67,5	69,1	66,5	66,7	68,4	67,343
PUNTO 5	68,7	66,4	65,9	67,4	65,8	66,2	67,5	66,843
PROM SALON								67,983

Tabla A2. Mediciones tomadas en el núcleo de mecánica en el horario de 8:00 – 10:00

SALON 14-102	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	65,3	56	62,3	58,4	62,8	62,4	58,1	70,1976161
PUNTO 2	61,5	55,9	53	53,8	55,6	56,9	61,3	66,4765793
PUNTO 3	61,8	57,1	59	58,2	54,8	56,6	60,6	67,314825
PUNTO 4	57,7	57,9	55,2	60,3	58,2	63,6	57	67,8253263
PUNTO 5	62,5	54,2	56	55,1	54	55,4	52,7	65,4987848
PROMEDIO SALON								**74,7574397**
SALON 14-109	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	63	68,3	55,9	58,2	66,5	60,4	60,2	72,1527457
PUNTO 2	70,7	62,5	57,5	59,2	60,3	64	52,2	72,7116117
PUNTO 3	57,3	52,6	51,3	65,8	69,5	56,9	65,2	72,3978461
PUNTO 4	61,9	61,9	63,7	64,1	54,8	65,2	58,8	70,9286592
PUNTO 5	59,9	64,2	63,1	62,2	61,1	59,3	55,5	67,8253263
PROMEDIO SALON								**78,5065462**
SALON 14-110	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	51,8	52,3	54,8	61,8	54,1	52,8	55,7	64,7068354
PUNTO 2	53,9	53,5	50,3	49,8	51,8	51,7	51,6	60,4758836
PUNTO 3	54,1	55,5	56	53,5	57,2	52,1	51,3	63,1296333
PUNTO 4	55,6	54,6	55,2	55,9	58	56,8	54,6	64,4242459
PUNTO 5	52,6	53,3	54,2	54	53,4	52,9	52,5	61,7654567
PROMEDIO SALON								**70,169748**
SALON 14-302	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**

PUNTO 1	56,2	59,4	58,2	55	61,1	57,7	56,9	66,657335
PUNTO 2	61,6	67,1	63,8	59,1	59,2	60,2	63,8	71,4809164
PUNTO 3	57,5	60,4	61,9	54,5	59,1	53,2	55,4	66,8645495
PUNTO 4	70,4	56,5	59,9	53,4	57,5	58,5	62,7	71,9700068
PUNTO 5	57	53,4	52,4	64	55,3	56,6	60,5	67,2620384
PROMEDIO SALON								**76,4949524**
SALON 14-313	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	56,6	59,8	58,6	55,4	61,5	58,1	57,3	67,057335
PUNTO 2	57,5	60,7	67	60,3	63,7	58,8	59	70,6884479
PUNTO 3	63,1	60,4	58,8	60,3	59	63,7	59,2	69,5127115
PUNTO 4	61	62,9	60,1	68,4	64,5	56,3	58,6	71,7954522
PUNTO 5	55,9	63,2	58,5	55,3	60,3	60	56	67,7777163
PROMEDIO SALON								**76,7070408**
SALON 14-322	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	59,3	57,1	60,3	59,8	66,6	57,5	62,9	70,2009512
PUNTO 2	56,6	54,3	57,6	55,6	57,5	54,4	54,7	64,4679257
PUNTO 3	61,5	56	55,2	51,4	53,9	62,9	51,1	66,6313104
PUNTO 4	55,8	58,2	57,3	57,6	52,3	52,7	50,9	64,2035428
PUNTO 5	54,9	52,2	53,3	54,6	57,5	52,1	54,8	63,018338
PROMEDIO SALON								**73,5240054**
SALON 14-326	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	54,3	51,2	53,4	51,3	57,5	54,9	55,2	62,9162491
PUNTO 2	51,7	54	56,2	59,3	61,6	50,8	57,2	65,749083
PUNTO 3	59,4	53,6	53,7	54,2	55,9	58,7	52,9	64,6580502
PUNTO 4	55,9	54,4	52,4	56,7	52,9	60,1	54,3	64,4613533
PUNTO 5	61,3	55,2	56,7	61,7	52,1	56,1	55,4	66,5736527
PROMEDIO SALON								**72,0341977**
SALON 14-328	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	53,2	57,1	61,8	57,7	54,7	54	54,9	65,6579294
PUNTO 2	55,1	61,4	55,9	55,5	55,2	53,2	57,3	65,4715037
PUNTO 3	62,3	56,8	60,6	55,5	58,5	58,2	56,7	67,416412
PUNTO 4	54,9	55,1	55,8	56,7	54,8	54,7	53,9	63,660744
PUNTO 5	57,8	51,9	56,4	55,5	59,5	54,4	55,6	64,8834231
PROMEDIO SALON								**72,5821418**
SALÓN 20-404	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	47,7	53,2	53	47,4	49,8	52,3	49,7	59,4494798

PUNTO 2	49	53,3	52,7	57,6	49,2	47,5	50,3	61,1442419
PUNTO 3	44,5	49,3	55,3	52,3	49,9	51,3	51,4	59,9678503
PUNTO 4	53,2	48,6	47,9	59	49	51,9	51,7	61,8172536
PUNTO 5	50	55,3	55,4	53,1	52,5	43,9	51	61,1992278
PROMEDIO SALON								**67,7906352**
SALÓN 21-215	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	52,8	51,7	49,1	51,1	46,8	56,5	54,9	61,31022
PUNTO 2	51	60	65,7	51	54,8	69,6	68,5	73,3180572
PUNTO 3	62,5	62,6	65,5	67,5	66	68,4	65,1	74,298305
PUNTO 4	65,3	55,9	58,5	49,2	70,5	64,5	67,5	73,8436398
PUNTO 5	54,8	49,9	49,8	57,1	54	48,2	58,1	62,9468481
PROMEDIO SALON								**78,8039777**
SALÓN 21-218	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	60,9	59,2	61,5	55,5	68,2	67,3	62,7	72,4720516
PUNTO 2	69,1	65,9	72,7	67,4	70,4	62,9	66,3	77,2685315
PUNTO 3	64,8	60,4	71,7	61,1	62	62,4	66,5	74,4692986
PUNTO 4	62,1	62,6	61,2	63,9	61,2	62,7	66,9	71,8448158
PUNTO 5	66	60	72,4	72,5	69,6	62,4	66	77,4021149
PROMEDIO SALON								**82,2851056**
SALÓN 31-303	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	56,6	59,2	55,2	54,4	55	58	55	64,9952472
PUNTO 2	57,6	60,2	56,4	56,8	58,9	54,9	56	66,0434468
PUNTO 3	51,6	55	59,5	60,4	56,6	59,4	51,8	65,9416139
PUNTO 4	52,7	55,3	54,1	54,5	54,8	53,3	52,8	62,4803907
PUNTO 5	52,7	53,1	64,3	50,9	54,2	52,9	53,1	65,8738869
PROMEDIO SALON								**72,2389094**
SALÓN 21-307	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	59,8	48,8	49,8	54,7	54,3	50,4	53	63,0098614
PUNTO 2	51,5	51,6	51,2	56,3	49,6	59,5	59	64,1846423
PUNTO 3	56,8	49,8	52,9	54,4	54,8	48,6	56,7	62,7570529
PUNTO 4	50,6	52,6	56,8	52,4	48,7	49,9	56,5	61,9527237
PUNTO 5	58,6	52,4	57,4	59,2	54,9	52,8	51,4	64,6495649
PROMEDIO SALON								**70,4109096**
SALÓN 21-314	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	53,8	53,4	47,7	48,1	51,5	54,9	50,6	60,5964213

PUNTO 2	60,2	51,3	51,5	49,8	51,8	54,9	50,3	62,9804822
PUNTO 3	52,5	52,8	60,1	58,9	58,3	55,3	57,4	65,719861
PUNTO 4	55,7	52,4	54,7	53,2	62,9	49,3	58	65,6999174
PUNTO 5	55,2	58,2	56	51,2	51,9	54,7	51,4	63,2424096
PROMEDIO SALON								**71,0349535**
SALÓN 21-320	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	72	64,8	69,2	57,6	68,7	67,2	56,4	76,1129469
PUNTO 2	71,8	67,5	56,7	59	68	59	67,8	75,4593258
PUNTO 3	65,4	62,6	65,4	59,4	66,7	65,3	58,4	72,6441699
PUNTO 4	69,5	63	62	63,7	64,8	69,8	59	74,5026604
PUNTO 5	67,2	70,2	65,3	67,6	62,7	62,5	64,2	74,9321868
PROMEDIO SALON								**81,8675072**
SALÓN 21-325	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	65,6	60,7	60,2	67,1	59,7	57,8	56,9	71,1417758
PUNTO 2	60,7	58,8	65,8	61,8	69,3	61,4	62,7	72,7881719
PUNTO 3	70,1	75,6	69,8	74,3	70,2	68,8	70,9	80,544819
PUNTO 4	63,5	62,7	57,4	65,4	62,7	65,8	58,4	71,6057446
PUNTO 5	71,1	68,3	61,5	64,6	64,3	60,3	59,9	74,5758196
PROMEDIO SALON								**82,7537878**
SALÓN 21-328	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	68,2	65,4	59,1	64,3	61,4	56,6	61,4	72,2521944
PUNTO 2	64,3	62,4	63,1	67,1	62,1	59,3	59,9	71,7753283
PUNTO 3	62,9	57,9	59,8	64	69,8	60,6	68,6	73,7977234
PUNTO 4	64,2	58,3	61,4	69,5	61,7	68,9	58,4	73,7167093
PUNTO 5	70,9	59,5	64	64,9	62,2	60	62,3	73,6462511
PROMEDIO SALON								**80,1076099**
SALÓN 21-331	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	70,2	77,1	67	65,8	66,7	61,4	64	78,984005
PUNTO 2	69,9	63,3	63,4	59	65,8	63,2	66,5	74,0226913
PUNTO 3	66,3	64,8	67,6	64,7	66	68,5	58,4	74,4316463
PUNTO 4	66,5	79,9	70,1	64	61,8	67,4	63,1	80,9337294
PUNTO 5	69,2	64,7	71,6	67,6	65,8	62,2	73,7	77,8090327
PROMEDIO SALON								**85,0037711**
SALÓN 21-334	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	65	63,7	71,4	64,3	63,9	62,8	61,4	74,4314462
PUNTO 2	62,4	60,4	79,5	65,3	63,3	62,4	62,8	80,0487588

PUNTO 3	66,1	65,8	74,9	62,4	65,6	62,2	60,9	76,7244043
PUNTO 4	64,4	59,7	65,1	68,8	67,6	65,2	62	74,0070717
PUNTO 5	68,1	64,3	65,2	62,3	64,3	64,7	62,6	73,3485723
PROMEDIO SALON								**83,4769767**
SALÓN 21-403	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	63,4	57,4	62,5	61,1	65,6	61,5	57,3	70,5630181
PUNTO 2	62,5	56,3	58	62,9	66,7	68,3	62	72,5063308
PUNTO 3	59,6	56,8	60,4	61,9	57,7	61,7	58,9	68,3759695
PUNTO 4	59,3	62,8	69,2	68,6	62	65,1	64,2	74,1110926
PUNTO 5	60,2	60,1	57,2	55,4	61,2	56,3	58,3	67,2939849
PROMEDIO SALON								**78,2740566**
SALÓN 21-420	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	67,5	65,2	64	62,5	63,9	61,3	63,1	72,8035753
PUNTO 2	60,2	62,5	69,4	65,2	61,9	68,2	61,2	73,8597005
PUNTO 3	65,3	61,8	60,8	59,2	60	58,9	56,2	69,6043023
PUNTO 4	64,1	69,2	63,5	64,1	62,8	62,5	62,9	73,2900582
PUNTO 5	62,5	63,9	60,4	63,2	64,2	60,8	59,2	70,8217689
PROMEDIO SALON								**79,3416303**

Tabla A3. Mediciones 2:00 p.m. - 4:00 a.m. (bloques 14, 20 y 21)

SALÓN 03-224	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	60,2	63,4	62,1	60,9	61,5	58,4	59,3	60,8285714
PUNTO 2	65,9	56	66,4	57,5	57,5	55,4	57,6	70,2940717
PUNTO 3	60	54,2	52,1	55,8	57,3	52	59,4	65,2787236
PUNTO 4	61,7	56,7	65,9	59,8	57,6	54	55,6	69,0211141
PUNTO 5	58,5	59,4	60,3	61,5	62,4	61,2	60,3	60,5
PROMEDIO SALON								**65,1873533**
SALÓN 03-210	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	58,5	59,4	60,3	61,5	62,4	61,2	60,3	69,133127
PUNTO 2	61,2	61	57,5	59,7	58,2	69,9	55,6	60,4
PUNTO 3	58,3	56,7	55,9	56,4	60,4	58	53,7	57,1
PUNTO 4	57,5	63,6	56,2	59,7	56	62	60,7	68,6695042
PUNTO 5	52,7	53,1	64,3	50,9	54,2	52,9	53,1	65,8738869
PROMEDIO SALON								**64,2353036**
SALÓN 03-204	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**

PUNTO 1	63,4	66,4	67,2	59,7	61,4	63,2	61	63,1857143
PUNTO 2	62,4	66,2	63,7	65,1	64,9	63,1	64,7	64,3
PUNTO 3	65,4	62,6	65,4	59,4	66,7	65,3	58,4	63,3142857
PUNTO 4	60,7	58,8	65,8	61,8	69,3	61,4	62,7	62,9285714
PUNTO 5	62,9	57,9	59,8	64	69,8	60,6	68,6	63,3714286
PROMEDIO SALON								**63,42**

Tabla A4. Mediciones tomadas en el núcleo de mecánica de 2:00 p.m. – 4:00 p.m.

14-102	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	58,7	58,4	57,3	58,3	54,7	54,2	58,4	65,906
PUNTO 2	57,9	57,8	56,6	58,1	59,7	54,0	56,8	66,004
PUNTO 3	58,0	57,5	56,2	56,1	59,7	54,5	56,8	65,695
PUNTO 4	61,7	56,7	65,9	59,8	57,6	54,0	55,6	69,021
PUNTO 5	69,6	67,3	54,6	55,3	53,6	57,0	56,7	72,126
Prom salon								**75,550**
14-109	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	58,7	57,8	58,3	56,8	54,2	57,5	58,2	66,004
PUNTO 2	52,5	54,3	55,0	56,8	54,6	55,2	56,2	63,576
PUNTO 3	56,3	60,2	59,3	58,8	56,9	57,9	58,6	66,915
PUNTO 4	60,3	59,2	58,6	57,2	58,4	58,2	56,1	66,913
PUNTO 5	55,9	56,3	55,4	57,8	58,0	57,6	56,8	65,378
Prom salon								**72,909**
14-110	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	66,7	62,5	56,8	53,5	67,9	68,7	59,7	73,359
PUNTO 2	57,3	63,9	64,9	56,4	64,4	56,5	61,1	70,417
PUNTO 3	60,6	53,9	55,7	54,3	53,2	51,9	56,8	64,589
PUNTO 4	59,4	60,8	63,2	66,5	63,7	55,8	54,8	70,665
PUNTO 5	62,4	56,5	58,7	56,4	56,0	56,0	57,4	66,728
Prom salon								**77,153**
14-302	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	65,9	56,0	66,4	57,5	57,5	55,4	57,6	70,294
PUNTO 2	52,6	52,6	54,0	53,6	54,5	53,8	55,4	62,337
PUNTO 3	56,2	54,0	52,0	52,8	56,0	56,4	81,6	81,655
PUNTO 4	54,8	55,0	51,6	55,2	54,5	62,8	56,9	65,765
PUNTO 5	53,9	53,0	52,1	53,9	52,8	54,1	53,7	61,860
Prom salon								**82,151**
14-313	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**

PUNTO 1	68,6	58,5	60,6	60,5	60,2	59,2	58,8	71,092
PUNTO 2	68,7	57,8	59,9	63,7	64,9	58,5	59,7	72,060
PUNTO 3	58,4	60,4	70,0	57,2	63,4	69,8	64,9	74,336
PUNTO 4	57,5	63,6	56,2	59,7	56,0	62,0	60,7	68,670
PUNTO 5	60,4	63,2	59,4	62,0	59,0	58,0	57,9	68,856
Prom salon								**78,520**
14-322	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	60,3	54,2	81,5	56,0	55,2	55,0	55,0	81,582
PUNTO 2	60,7	55,2	53,2	54,2	53,7	53,6	54,7	64,372
PUNTO 3	60,0	54,2	52,1	55,8	57,3	52,0	59,4	65,279
PUNTO 4	59,4	54,4	53,3	54,1	55,5	54,4	58,1	64,614
PUNTO 5	60,8	55,7	52,8	55,2	67,2	54,3	58,2	69,177
Prom salon								**82,074**
14-326	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	58,5	54,0	50,7	53,3	49,8	89,9	54,4	89,907
PUNTO 2	54,9	54,2	54,6	51,7	54,8	52,8	51,6	62,163
PUNTO 3	57,4	65,9	54,6	52,9	54,6	56,1	53,2	67,655
PUNTO 4	59,1	63,8	54,1	52,9	53,2	53,3	71,3	72,449
PUNTO 5	66,8	55,4	55,8	57,1	54,1	55,3	53,2	68,345
Prom salon								**90,047**
14-328	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	72,7	57,3	57,8	56,7	59,0	56,6	57,9	73,443
PUNTO 2	63,5	56,6	55,2	56,7	55,6	54,4	58,7	66,879
PUNTO 3	63,1	55,8	54,5	52,9	53,4	83,9	53,7	83,959
PUNTO 4	65,5	53,1	83,6	54,7	80,0	55,3	52,7	85,233
PUNTO 5	54,4	54,7	57,5	54,4	54,1	53,3	53,6	63,239
Prom salon								**87,864**
20-404	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	53,4	55,5	53,9	54,4	52,8	54,1	54,7	62,642
PUNTO 2	80,4	54,1	53,2	53,2	53,5	54,6	53,2	80,455
PUNTO 3	57,6	55,2	53,6	55,2	53,3	54,6	53,7	63,431
PUNTO 4	57,9	67,7	58,5	56,3	57,8	57,6	56,7	69,678
PUNTO 5	64,8	54,4	52,2	54,0	52,8	52,1	51,9	66,253
Prom salon								**81,092**
21-215	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	58,5	54,2	54,6	52,9	54,1	53,3	53,2	63,292
PUNTO 2	52,8	49,8	51,7	54,6	63,8	66,8	59,1	69,405
PUNTO 3	55,4	54,1	52,9	54,8	53,3	50,7	52,9	62,114

PUNTO 4	53,3	53,2	51,9	54,6	57,5	58,3	54,3	63,754
PUNTO 5	52,5	52,1	55,0	54,3	54,2	55,2	53,3	62,389
Prom salon								**72,198**
21-218	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	54,2	53,2	55,8	55,5	54,3	58,1	52,0	63,580
PUNTO 2	53,7	56,0	53,2	54,2	59,4	55,7	53,3	64,084
PUNTO 3	55,8	53,7	55,0	54,7	52,0	55,5	55,2	63,161
PUNTO 4	53,3	54,2	60,7	54,2	53,2	55,8	55,5	64,562
PUNTO 5	54,3	58,1	52,0	53,7	56,0	53,2	54,2	63,380
Prom salon								**70,773**
21-303	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	61,5	59,7	61,7	58,6	61,2	55,4	62,3	68,983
PUNTO 2	58,5	61,1	56,0	64,8	57,9	61,6	55,6	68,943
PUNTO 3	68,7	62,9	64,7	60,4	56,8	56,4	61,1	71,935
PUNTO 4	56,5	58,1	61,0	64,4	63,8	63,2	57,8	70,084
PUNTO 5	63,8	56,5	60,3	60,7	62,7	59,2	58,4	69,283
Prom salon								**76,993**
21-307	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	50,5	50,4	54,1	54,6	51,2	58,6	55,3	62,928
PUNTO 2	48,3	53,9	60,3	53,2	56,3	51,3	53,3	63,745
PUNTO 3	49,7	54,8	54,7	55,9	50,1	52,1	53,6	61,968
PUNTO 4	52,0	55,6	59,0	54,0	54,8	57,6	62,2	66,132
PUNTO 5	49,8	52,9	48,2	49,6	51,8	49,5	58,4	61,399
Prom salon								**70,565**
21-314	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	56,2	58,1	55,6	57,0	61,6	54,2	52,0	65,791
PUNTO 2	51,2	50,8	52,5	51,8	54,6	54,5	56,1	61,928
PUNTO 3	58,6	59,1	62,2	49,8	49,8	56,6	57,4	66,429
PUNTO 4	54,3	62,1	63,8	50,7	53,9	54,4	57,4	67,386
PUNTO 5	58,3	56,7	55,9	56,4	60,4	58,0	53,7	65,945
Prom salon								**72,823**
21-320	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	60,2	66,3	65,2	58,6	63,5	63,9	62,5	71,992
PUNTO 2	59,8	56,8	59,3	61,2	62,5	59,6	57,1	68,329
PUNTO 3	56,3	58,9	57,6	59,4	58,6	60,2	61,4	67,635
PUNTO 4	58,4	57,5	60,3	62,6	59,8	56,4	58,5	67,955
PUNTO 5	59,8	60,8	63,2	65,5	58,4	59,6	57,2	69,967
Prom salon								**76,493**
21-325	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**

PUNTO 1	55,2	56,4	59,2	54,3	58,6	55,1	60,3	66,008
PUNTO 2	54,3	56,2	57,9	57,6	58,4	57,4	55,6	65,419
PUNTO 3	53,2	55,9	55,4	55,0	57,6	58,1	56,4	64,652
PUNTO 4	55,4	60,2	57,3	54,7	56,3	59,4	57,8	66,155
PUNTO 5	57,2	56,8	59,3	54,8	58,7	56,3	58,6	66,073
Prom salon								**72,687**
21-328	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	58,5	59,4	60,3	61,5	62,4	61,2	60,3	69,133
PUNTO 2	61,5	58,4	59,6	57,4	60,1	59,0	62,2	68,478
PUNTO 3	63,4	59,4	58,7	57,0	58,3	60,2	61,3	68,677
PUNTO 4	58,4	59,2	59,7	60,5	60,3	59,7	58,9	68,034
PUNTO 5	60,2	61,3	58,4	57,2	57,6	58,6	59,4	67,622
Prom salon								**75,410**
21-331	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	58,7	56,4	57,2	58,1	59,3	60,1	59,4	67,070
PUNTO 2	57,6	56,4	58,2	57,7	57,9	58,6	57,8	66,238
PUNTO 3	58,4	57,6	58,0	58,4	59,3	58,6	57,8	66,784
PUNTO 4	56,9	57,8	58,0	57,4	56,2	58,3	57,6	65,956
PUNTO 5	58,2	57,6	56,4	55,3	57,6	57,1	56,4	65,486
Prom salon								**73,333**
21-334	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	55,1	57,4	58,1	56,3	55,0	57,9	56,2	65,179
PUNTO 2	57,8	57,6	55,4	55,4	57,3	55,4	59,2	65,547
PUNTO 3	59,3	58,7	57,1	59,2	59,5	58,2	54,3	66,774
PUNTO 4	58,2	57,5	57,8	55,4	56,3	58,6	57,4	65,880
PUNTO 5	56,4	57,6	57,2	58,3	58,0	57,9	56,4	65,907
Prom salon								**72,880**
21-403	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	60,6	77,6	65,2	67,4	65,1	74,9	82,3	84,337
PUNTO 2	60,6	59,7	74,8	68,0	64,2	63,9	57,8	76,462
PUNTO 3	63,4	60,4	71,2	67,5	64,6	59,5	67,3	74,947
PUNTO 4	70,1	65,4	70,2	73,3	65,1	57,7	62,2	77,079
PUNTO 5	65,3	64,6	60,1	68,2	72,5	77,8	65,3	79,792
Prom salon								**86,931**
21-420	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	57,3	60,5	64,1	57,1	58,5	55,1	55,8	67,892
PUNTO 2	58,2	58,2	62,3	56,0	60,7	61,7	62,2	68,883
PUNTO 3	65,4	56,6	60,3	54,7	64,0	60,1	55,9	69,645

PUNTO 4	61,2	61,0	57,5	59,7	58,2	69,9	55,6	71,723
PUNTO 5	66,8	51,7	64,4	64,2	60,2	61,0	56,7	71,170
Prom salon								**77,081**

Tabla A5. Mediciones 4:00 p.m. - 6:00 a.m. (bloques 14, 20 y 21)

SALÓN 03-224	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	59,7	60,3	62,4	58,4	61,2	60,4	58,7	60,1571429
PUNTO 2	60,9	62,4	60,1	58,7	61,8	63,1	62,2	61,3142857
PUNTO 3	59,4	58,1	60,2	59,8	65,7	62,1	60,4	60,8142857
PUNTO 4	61,4	58,7	59,3	60,1	61,3	60,3	60,4	60,2142857
PUNTO 5	60,1	58,3	57,4	58	61,2	58,1	60,2	59,0428571
PROMEDIO SALON								**60,3085714**
SALÓN 03-210	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	61,7	62,5	60,4	63,1	64	61,8	60,4	61,9857143
PUNTO 2	62,2	61,8	60,3	63,1	61,4	60,8	60	61,3714286
PUNTO 3	59,4	62,5	59,9	61,8	63,3	62,7	63,4	61,8571429
PUNTO 4	60,2	65,7	62,3	64,1	67,1	63,3	61,9	63,5142857
PUNTO 5	62,4	65,3	64,9	66,2	61,8	61,5	63,4	63,6428571
PROMEDIO SALON								**62,4742857**
SALÓN 03-204	**TOMA 1**	**TOMA 2**	**TOMA 3**	**TOMA 4**	**TOMA 5**	**TOMA 6**	**TOMA 7**	**PROMEDIO**
PUNTO 1	61,3	62,7	60,3	62,2	60,9	63,4	60,8	61,6571429
PUNTO 2	63,7	60,9	61,2	63,7	60,8	59,9	61,8	61,7142857
PUNTO 3	60,9	62,4	63,4	60,9	60,7	62,3	61,5	61,7285714
PUNTO 4	61,3	60,9	63,4	60,3	62,5	61,4	60,9	61,5285714
PUNTO 5	60,5	62,5	60,2	67,1	61,7	62,9	63,2	62,5857143
PROMEDIO SALON								**61,8428571**

Tabla A6. Mediciones tomadas en el núcleo de mecánica de 4:00 p.m. – 6:00 p.m.

EVALUACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL DEL BLOQUE 11 Y 12 DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA.

EMERSON CELADA LÓPEZ 200621643 ecelada@unalmed.edu.co

PAULA TATIANA GIRALDO MORALES 200669567 ptgirald@unalmed.edu.co

JULIO CESAR HERNADEZ 9804429 jchernan@unalmed.edu.co

HORACIO ANTONIO GAVIRIA MONTOYA 200053239 hagaviri@unalmed.edu.co

SANTIAGO PILATAXI SANCHEZ 200621349 fspilata@unalmed.edu.co

JUAN ESTEBAN POLO YESPES 200310283 jepoloy@unalmed.edu.co

SANDRA LILIANA RODRIGUEZ MUNERA 200258198 Slrodri0@unalmed.edu.co

Trabajo Técnico presentado como requisito para el curso

Presentado a:

JULIAN BEDOYA V. PH.D

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
FACULTAD NACIONAL DE MINAS
27 septiembre de 2007

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN……iii

ABSTRACT……iii

1. INTRODUCCION……4

2. OBJETIVOS……5

3. MARCO TEORICO

3.1 Escala de ruidos y efectos que producen…… 6

3.2 Fuentes principales de ruido……6

3.3 Normatividad del ruido en Colombia……8

3.3.1 sanciones……8

4. EQUIPOS UTILIZADOS PARA MEDIR RUIDO……10

5. RESULTADOS

5.1Datos Teóricos suministrados por el profesor……11

5.2 Datos tomados en la práctica……11

5.3 Cálculos Nivel de Presión sonoro promedio para la superficie de medida…… 26

6. ANALISIS DE RESULTADOS

6.1 Comparación entre los datos teóricos y los datos prácticos……29

6.2 Comparación entre los datos prácticos y el Estándar máximo permisible……30

6.3 Comparación entre los promedios de los salones para las tres jornadas……31

6.4 Inventario de las fuentes sonoras que afectan los bloques estudiados……31

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……33

8. BIBLIOGRAFIA. ……35

9. ANEXO…… 36

RESUMEN

El siguiente trabajo práctico presenta y analiza la realidad de un problema que afecta a la sociedad en general; los niveles de ruido causados por la contaminación acústica en los bloques 11 y 12 de la facultad de agronomía son muy importantes y se deben tener en cuenta. Además se encontró que dentro de dicha área existen variados niveles de ruido en todos los salones escogidos, donde los valores promedios están entre 59.32 y 69.01 dB demuestran las zonas de menor y mayor grado de contaminación acústica.

Básicamente, el presente trabajo de investigación trata de dar a conocer y poner en conocimiento el alcance de la contaminación acústica sobre la población de este centro de estudio y sus posibles repercusiones: nivel de vida, salud, etc.

La colaboración del personal de Redaire, quienes facilitaron los medios (sonómetro, información y asesoría) para analizar las posibles repercusiones en la sociedad y el posible planteamiento de soluciones fue muy importante para el buen desarrollo de esta práctica.

ABSTRACT

The following practice work presents and analyzes the reality of a problem that affect to the society in general, the noise levels caused by the acoustic contamination at the blocks 11 and 12 of the agronomy faculty are very important and to consider. However, it was found that in this area exist varied noise levels in everything the classrooms chosen; where the average values are between 59.32 y 69.01 dB, they show the zones of smaller and greater degree of acoustic contamination.

Basically, the present work of investigation treat of known and put in knowledge it reaches of the acoustic contamination on the people of this training center and your possible repercussions:
Standard of life, health.

The collaboration of the personnel of Redaire, who facilitated the instruments (sound level meter, information and consultant's office) to analyze the possible repercussions in the society and the possible exposition of solutions, was very important for nice development of this practice.

1. INTRODUCCIÓN

Diariamente, el ser humano se encuentra expuesto a un alto grado de contaminación acústica ocasionado por actividades rutinarias humanas, como es el transporte, camiones de recolección de residuos, de equipos y maquinarias de la construcción, de los procesos industriales de fabricación, de cortadoras de césped, de equipos de sonidos fijos o montados en automóviles, por mencionar sólo unas pocas.

La contaminación acústica es considerada por la mayoría de la población de las grandes ciudades como un factor medioambiental muy importante, que incide de forma principal en su calidad de vida. La contaminación ambiental urbana o ruido ambiental es una consecuencia directa no deseada de las propias actividades que se desarrollan en las grandes ciudades.

Por lo anterior se fundamenta la importancia del presente informe, pues este busca investigar cuales son las repercusiones económicas y sociales para la comunidad universitaria, en especial aquella que hace uso de los bloques 11 y 12 de la Facultad de Agronomía.

Para llevar a cabo este proceso de recolección de datos y su respectivo análisis en los bloques antes mencionados, se realizó un muestreo en 5 puntos de cada salón analizado en diferentes franjas horarias (mañana, medio día y tarde). Para lo cual, se contó con la asesoría de REDAIRE y con la disposición de dos sonómetros para las respectivas mediciones.

Existe documentación sobre las molestias de los ruidos en las ciudades desde la antigüedad, pero es a partir del siglo pasado, como consecuencia de la Revolución Industrial, del desarrollo de nuevos medios de transporte y del crecimiento de las ciudades cuando comienza a aparecer realmente el problema de la contaminación acústica urbana. Las causas fundamentales son, entre otras, el aumento espectacular del parque automovilístico en los últimos años y el hecho particular de que las ciudades no habían sido concebidas para soportar los medios de transporte, con calles angostas y firmes poco adecuados.

Hasta la fecha en la Facultad de Agronomía no se habían realizado inventarios de las fuentes de contaminación sonora que la afectan. Por ende, el análisis esta fundamentado en la comparación entre los datos teóricos suministrados por el profesor y los datos recolectados en la práctica.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar los efectos ocasionados por el ruido en los bloques 11 y 12 a partir del análisis de las diferentes mediciones tomadas en cada uno de ellos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Definir el área de estudio y sus usos del suelo, cuantificando el número de personas expuestas (aprox. 1 cuadra – 6400 m^2 por estudiante),
2. Elaborar un inventario de las fuentes de contaminación sonora que afectan dicha área.
3. Definir acciones correctivas viables para disminuir la contaminación por ruido en el sitio de estudio.
4. Analizar la repercusión económica y social del problema de la contaminación acústica en la zona de estudio. Inicialmente este impacto se cuantificará en forma teórica, pero se debe plantear los procedimientos metodológicos para tener información mas precisa sobre el impacto (por ejemplo audiometrías o encuestas socioeconómicas).
5. Elaborar recomendaciones viables en cuanto a los niveles de ruido aceptables por la población en estudio, independiente de los niveles establecidos por las normas nacionales e internacionales.

3. MARCO TEORICO.

3.1 Escala de ruido y efectos que producen.

La presión del sonido se vuelve dañina a unos 75 dBA y dolorosa alrededor de los 120 dBA. Puede causar la muerte cuando llega a 180 dBA. El límite de tolerancia recomendado por la Organización Mundial de la Salud es de 65 dBA. El oído necesita algo más de 16 horas de reposo para compensar 2 horas de exposición a 100 dB (discoteca ruidosa). Los sonidos de más de 120 dB (banda ruidosa de rock o volumen alto en los auriculares) pueden dañar a las células sensibles al sonido del oído interno provocando pérdidas de audición. (Ver tabla 1, fig.1)

***Tabla 1**. Escala de ruidos y efectos que producen*

dBA	Ejemplo	Efecto. Daño a largo plazo
10	Respiración. Rumor de hojas	Gran tranquilidad
20	Susurro	Gran tranquilidad
30	Campo por la noche	Gran tranquilidad
40	Biblioteca	Tranquilidad
50	Conversación tranquila	Tranquilidad
60	Conversación en el aula	Algo molesto
70	Aspiradora. Televisión alta	Molesto
80	Lavadora. Fábrica	Molesto. Daño posible
90	Moto. Camión ruidoso	Muy molesto. Daños
100	Cortadora de césped	Muy molesto. Daños
110	Bocina a 1 m. Grupo de rock	Muy molesto. Daños
120	Sirena cercana	Algo de dolor
130	Cascos de música estrepitosos	Algo de dolor
140	Cubierta de portaaviones	Dolor
150	Despegue de avión a 25 m	Rotura del tímpano

3.2 Fuentes principales de ruido.

Determinar de forma fehaciente las posibles fuentes de ruido urbano conlleva un trabajo minucioso de campo, consistente en ir tomando apuntes de aquellas causas que, a juicio de los técnicos, actúan en el origen de los niveles de ruido que se estaban produciendo.

Aquellas causas aleatorias y puntuales se contabilizan individualmente, como puede ser el ejemplo del paso de una ambulancia, la activación de una alarma de coche o de un local comercial o el paso de los servicios de limpieza nocturna.

También se tiene en cuenta las posibles variaciones por el estado atmosférico y climatológico durante el periodo de medida.

Las fuentes más frecuentes de los niveles de ruido se presentan porcentualmente a continuación. (Ver figura 2.)

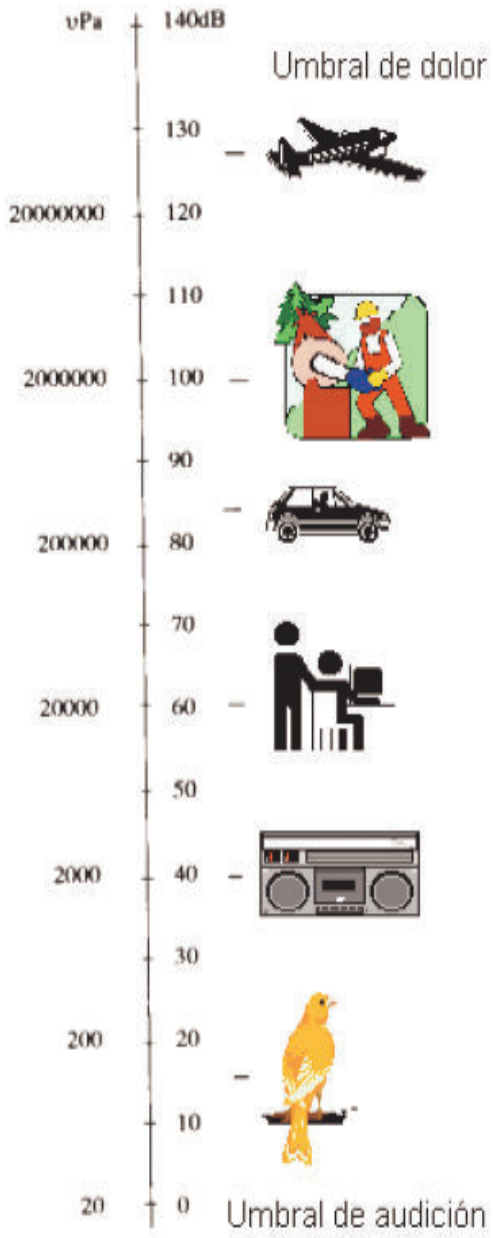


Fig. 1 *umbral del dolor grafico*.

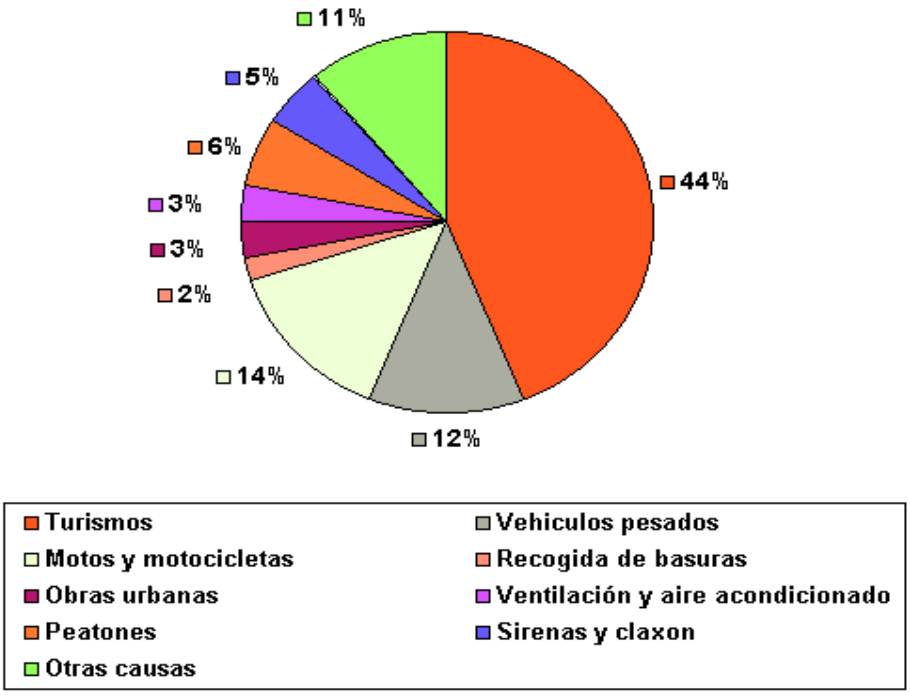


***Figura 2**. Fuentes principales de los niveles de ruidos*

3.3. Normatividad del ruido en colombia

Según la *Resolución 0627 del 7 de abril de 2006* establecida por la ministra Sandra Suárez Pérez del ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental para todo el territorio nacional; estipula los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresado en decibeles ponderados A dB(A) y presentados en la siguiente tabla según el artículo 9 de dicha resolución. (Ver Tabla 2.)

33.1 Sanciones.

En caso de violación a las disposiciones ambientales contempladas en la resolución, las autoridades ambientales competentes, impondrán las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar, de conformidad con el artículo 85 de la ley 99 de 1993 y sus disposiciones reglamentarias, o las que las modifiquen o sustituyan, sin perjuicio de las demás acciones a que hay lugar", enfatizó.

Según esto se podrán imponer:

- Multas diarias hasta por una suma equivalente a 300 salarios mínimos mensuales, liquidados al momento de dictarse la respectiva resolución.

- Suspensión del registro o de la licencia, la concesión, permiso o autorización.
- Cierre temporal o definitivo del establecimiento, edificación o servicio respectivo y revocatorio o caducidad del permiso o concesión.
- Suspensión de obra o actividad, cuando de su prosecución pueda derivarse daño o peligro para los recursos naturales renovables o la salud humana, o cuando la obra o actividad se haya iniciado sin el respectivo permiso, concesión, licencia o autorización.

Tabla 2. *Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido dB.*

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruído Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	60
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruído Moderado	Residencial suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

4. EQUIPOS UTILIZADOS PARA MEDIR RUIDO.

EL SONOMETRO BASICO (Ver fig. 4.) se utilizó en este caso para las mediciones de esta practica a continuación se describen los bloques funcionales de este equipo para la medida del nivel de presión sonora. En la Figura 3 se muestran los distintos bloques que integran un medidor genérico: micrófono, preamplificador, red de ponderación en frecuencia (R.P.F.), banco de filtros, amplificador, detector RMS, red de ponderación temporal (Fast/Slow/Impulse), y finalmente un elemento o display que permita la representación de la señal captada. En sucesivos apartados se describen las funciones de cada elemento.

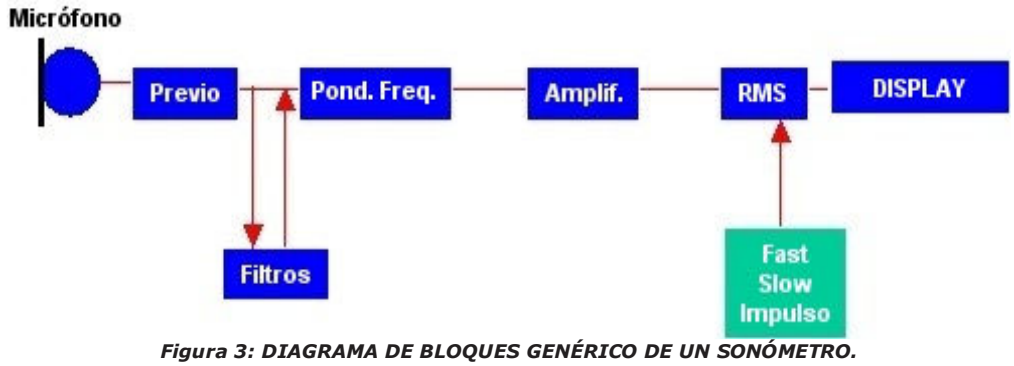


Figura 3: DIAGRAMA DE BLOQUES GENÉRICO DE UN SONÓMETRO.

Tiene un rango de medición de 30 a 70 dB y una valoración de frecuencia A y C.

Figura 4. Sonómetro digital

5. RESULTADOS

5.1. Datos Teóricos suministrados por el profesor

Tabla 3. *Datos Teóricos*

Espacio	Disponibilidad	Hacinamiento	Iluminacion Artificial	Ruido Db	Condiciones Climaticas	Puntaje Aula	Intervenciones	Estado Pintura	Hacinamiento	Punto De Red	Iluminacion Artificial	Ruido	Condiciones Climaticas
11-102	G	0,98	0,24	**62,9**	0,51	32,4	2				1	1	
11-124	G	1,04	0,33	**61,6**	0,57	38,1	2					1	
11-204	R	0,45	0,32	**60,6**	0,44	33,6	1					1	
11-221	R	1,12	0,35	**62,5**	0,54	37,3	3		1	1		1	
11-225	G	1,07	0,28	**61,1**	0,31	27,8	3				1	1	
12-101	G	0,99	0,26	**57,2**	0,34	29,6	2	1			1		
12-102	G	0,99	0,26	**58,0**	0,34	29,3	2	1			1		
12-103	G	0,99	0,26	**58,6**	0,34	29,1	2	1			1		
12-104	G	0,99	0,26	**58,6**	0,34	29,1	2	1			1		
12-201	G	1,25	0,17	**57,2**	0,54	33,5	3	1	1		1		
12-202	G	1,25	0,17	**58,0**	0,54	33,2	3	1	1		1		
12-203	G	1,25	0,17	**58,6**	0,54	33,0	3	1	1		1		
12-204	G	1,25	0,17	**58,6**	0,54	33,0	3	1	1		1		

5.2. Datos Tomados en la práctica

Los datos registrados de los salones se tomaron de acuerdo al siguiente gráfico, en donde el tablero se encuentra entre los puntos 3 y 4.

PROPUESTA DE INFORME TÉCNICO DE MEDICIÓN DE RUIDO

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha de la medición: Lunes 3 de septiembre de 2007
Hora de Inicio: 8:00 a.m.
Hora de Finalización: 6:00 p.m.
Responsables del Informe: Equipo #1
Ubicación de la Medición: Bloque 11 y 12
Propósito de la Medición: Realizar un inventario de las fuentes de contaminación sonora que afectan dicha área.

INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA

Tipo de Instrumentación Utilizada: Sonómetro
Marca del equipo: SPER SCIENTIFIC
Modelo del equipo: 840029

JORNADA DE LA MAÑANA
8AM - 10 AM

SALON 11-102

DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO

DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	52,20	52,40	64,5	53,9	57,6
2	52,60	51,90	57,6	52	58,3
3	50,80	53,60	54,7	55,2	57
4	48,30	49,70	61,3	54,8	57,5
5	52,70	54,30	52,2	56,3	57,9
6	51,20	51,90	57,8	59,1	57,6
7	51,20	52,40	56,3	56,8	55,3

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*
Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos)*

SALON 11-124

DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO

DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	64,40	61,00	55,1	61,9	66,00
2	49,80	49,60	60,9	65,1	50,40
3	49,00	58,70	54,9	65,6	59,00
4	47,60	51,40	62,8	58,3	53,40
5	52,70	50,80	55,4	53,4	52,80
6	65,40	53,30	69,8	54,4	48,90
7	53,80	59,50	64,7	55	49,40

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*
Nota2*: Salón con clase y después termino (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos)*

SALON 11-204

DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO

DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	54	54,9	52,3	51,1	52,1
2	51	50,1	55,4	53,3	51,3
3	48,2	50,2	51,4	53,1	53,2
4	48,6	50,3	55,4	53,8	49
5	53,2	50,6	54,8	51	50,3
6	51	50,5	54,4	51,6	52,2
7	50,1	51,8	58,3	53,5	52,3

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*
Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: ventanas, puerta, hall de estudiantes, autopista)*

SALON 11-221					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	71,40	78,50	71,80	78,20	72,80
2	76,40	76,80	74,00	73,80	47,00
3	77,10	76,00	69,20	75,10	50,00
4	73,00	69,70	73,60	73,00	56,60
5	61,90	71,80	59,70	75,80	54,60
6	70,30	72,30	64,90	76,10	49,60
7	71,10	61,20	72,10	77,00	48,10
Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*					
Nota2*: Salón con clase y después termino (fuentes de ruido: hall con personas, autopista)*					

SALON 11-225					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	54,6	49,2	57	54,8	41,8
2	52,5	51,2	56	54,4	49,5
3	50,4	52,9	55,1	52,8	52,9
4	52,6	53,7	52,5	56,5	53,2
5	50,9	52	54,5	55,1	53,7
6	49,6	54,8	61,4	55,4	52
7	52,4	57	60,3	55,4	50,9
Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*					
Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*					

SALON 12-101					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	50,30	53,10	61,8	58,6	55,6
2	52,80	51,60	54,9	61,2	58,6
3	53,90	51,90	58,8	58,2	62,3
4	52,40	52,80	56,2	57,9	55,9
5	53,20	48,20	57,6	58,5	54,8
6	53,80	50,40	55,8	56,2	56,5
7	50,30	49,50	59,6	56,7	57,3
Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*					
Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: buses de la universidad, estudiantes en los pasillos)*					

SALON 12-102					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	57,1	57,6	63,4	69,3	49,9
2	57,3	60,1	68,2	72,5	53,1
3	65,4	51,3	55,6	64,1	60
4	61,9	59,4	65,3	50,5	59,9

5	58,2	57,1	69	62,3	55,5
6	59	56,8	63,6	67	46
7	61	50,8	58,5	56,6	53,8

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón con clase (fuentes de ruido: buses de la universidad, estudiantes en los pasillos)*

SALON 12-103

DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO

DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	45,9	58,6	59,4	54,3	62,5
2	48,3	52,6	57,5	59,2	52,3
3	48,7	54	62	63,1	57,6
4	59,3	72,3	59,4	63,9	53,6
5	47,4	55,5	56,3	66,2	59,3
6	48,9	47	52,8	56,8	60,5
7	47,1	61,5	60,5	56,2	56,8

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: buses de la universidad, estudiantes en los pasillos)*

SALON 12-104

DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO

DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	49,1	61,7	58,8	63,2	58,4
2	48,2	49,5	59,3	62,2	59
3	53,9	50,3	59	61,9	59,9
4	48,7	47,7	59,2	60,3	58,6
5	49,2	46,1	59,6	61,1	58,1
6	50,5	47,1	59,3	60,9	58,7
7	50,1	48,6	59,4	61,2	58,5

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*

SALON 12-201

DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO

DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	57,6	59	52,9	59,6	56,2
2	69,6	56,7	45,6	56,9	54,1
3	55,3	60	56,2	58,4	59,1
4	48,3	56,4	52,6	67,1	62,7
5	48,9	58	63,3	52,5	60,8
6	55,4	53,3	39,1	54,3	52,2
7	55,6	68	53,1	67	58,3

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón con clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*

SALON 12-202

DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO

DATOS	1	2	3	4	5
1	52,3	59,9	53,4	46,9	58,9
2	48,2	81,8	75,9	47,3	61,7
3	59,3	71,4	62,6	48,1	65,5
4	55	75	63,8	48,2	68
5	49,5	72,3	53,8	48,7	71,9
6	48,7	64	62,2	52	79
7	52,4	66,6	60,8	54,4	52

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*

SALON 12-203

DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO

DATOS	1	2	3	4	5
1	56,2	58,8	53,8	56,5	54,9
2	56,4	55,7	55	53,5	55
3	56,2	55,9	59,4	53,4	56,8
4	56,3	55,3	54,2	54,5	55,1
5	56,3	55,9	53,3	54,2	57,8
6	57,5	57,5	53,1	53,2	55,5
7	56,5	56,9	54,3	53,8	55,9

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*

SALON 12-204

DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO

DATOS	1	2	3	4	5
1	49,6	58,6	55,5	62,4	39,8
2	51,7	46,1	52,3	61	40,4
3	56	53,3	55,6	55,5	54,2
4	53	53,4	59,1	53,8	42,3
5	45,8	43,6	66,4	63	41,8
6	45,2	59,6	54,1	60,2	37,9
7	53,1	56,3	54,3	54,6	32,2

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón con clase (fuentes de ruido: buses de la universidad, estudiantes en los pasillos)*

JORNADA MEDIO DIA

12PM - 2 PM

SALON 11-102					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	51,8	62,6	54,2	56,3	58,9
2	46	52	58,9	51	68,1
3	48	53,5	54,1	54,7	62,5
4	44,1	49,9	45,2	52,1	44,8
5	49	44,6	47,3	57,6	60
6	60,1	47,5	48,1	55,4	51,1
7	71	55,6	44,3	55,5	54,3
Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*					
Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos)*					

SALON 11-124					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	56,4	63,3	44,1	44,5	45,60
2	57,9	64,9	56,8	48	48,10
3	64,3	55	60	45,6	46,30
4	55,9	59,7	53,7	56,1	48,90
5	54,4	56,9	60	53,1	55,60
6	54,9	55,8	54,1	54,6	54,70
7	54,8	56,9	55,9	58,7	57,60
Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*					
Nota2*: Salón con clase y después termino (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos)*					

SALON 11-204					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	60,8	62	59,9	67,3	64,4
2	68,5	61,8	59	61	63,4
3	60	64,1	64,2	64,2	71
4	59	59,7	68	58,7	66,6
5	60,5	60,5	64,3	59	64,3
6	60,8	63,4	65,8	54,6	42,5
7	58,2	61,3	60	55,5	60,3
Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*					
Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: ventanas, puerta, hall de estudiantes, autopista)*					

SALON 11-221					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	50,9	51,5	54,30	53,80	54,00

2	53,2	49	55,60	54,10	55,80
3	51,9	50,2	54,70	60,00	54,20
4	54,3	49,9	60,10	57,90	53,80
5	56,6	51,8	63,20	54,80	56,60
6	50,4	54,7	54,70	53,10	54,90
7	50,8	62,4	59,80	64,00	60,70

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón con clase y después termino (fuentes de ruido: hall con personas, autopista)*

SALON 11-225					
			DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO		
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	53,5	55,4	55,4	55,6	65,3
2	67,1	55,1	57,9	54,3	61,2
3	58,7	56,3	62,2	61	55,5
4	60,4	59,3	45,8	60	58,9
5	61,7	64,3	46,1	58,3	64,1
6	60,6	62,5	48	54,4	61,2
7	60,5	62,1	49,9	56,6	62,3

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*

SALON 12-101					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	64,8	63	64,7	71,8	73,2
2	59,5	64,1	55,6	67,6	65,5
3	65	55,8	61,7	67,2	63,5
4	60,5	67	55,8	61,1	70,7
5	62	60,1	65,3	63,9	65,7
6	66	66,7	61,4	66,4	73,9
7	61,6	64	66,2	64,5	60,3

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón con clase (fuentes de ruido: buses de la universidad, estudiantes en los pasillos, guadaña)*

SALON 12-102					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	64,3	60,9	62,4	64,6	71,6
2	63,1	63	69,2	69,3	74,8
3	63,8	62,1	70,3	61,6	78,7
4	68,9	68,3	63,6	66,1	68,9
5	66,5	67,3	64,3	68,3	66,4
6	63,4	72,7	64,8	71,2	64,5
7	60,1	72,2	67,5	70,6	66,3

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón con clase (fuentes de ruido: buses de la universidad, estudiantes en los pasillos, guadaña)*

SALON 12-103					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	66,6	67,4	70,4	70,9	70
2	64,8	62,7	67,4	69	71,5
3	61,3	64,6	65,9	65,9	71,4
4	62,2	62,2	77,1	71,3	68,6
5	65,5	61,1	70,6	58,9	74,8
6	66,6	64,7	71	56,6	74,8
7	67,1	62,4	70,6	69,2	70,8
Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*					
Nota2*: Salón con clase (fuentes de ruido: buses de la universidad, estudiantes en los pasillos, guadaña)*					

SALON 12-104					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	60,8	57,2	52,5	61	65,7
2	60,9	57,2	62,1	58,2	59,2
3	60,2	57	62,3	59,5	58,5
4	61,1	58,7	61	60,2	65,9
5	61,1	59,3	61	60,1	60,7
6	60,5	59,1	62,5	62,1	68
7	59,9	59,8	61,5	59,8	59,6
Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*					
Nota2*: Salón con clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*					

SALON 12-201					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	61,2	54,8	64,5	63,9	63,8
2	61,5	64,2	64,4	61,9	71,2
3	63,3	58,2	57,2	66,1	68,9
4	70,8	58,5	62,4	62,1	65,9
5	61	61,9	62,6	64,6	63,2
6	62,2	62,8	65,2	62,2	72,1
7	61,7	60,6	65,6	63	70,5
Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*					
Nota2*: Salón con clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*					

SALON 12-202					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	78,9	62,2	69,8	60,6	61,1
2	65,6	62,8	63,9	60,4	63,7
3	67	61,9	62,9	62,9	59,8
4	64,7	65	60,7	63,9	60,4

5	67,4	56,3	65,1	61,1	61,5
6	65,4	59,3	62,6	60,6	61,6
7	64,5	58	64,3	60,7	59,9

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*

SALON 12-203					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	70,1	70,9	63,2	60,8	63
2	61,7	64,3	66,4	62,7	64,4
3	66,8	60,2	66,8	63,5	62,2
4	61,5	56,9	67,6	55,3	65,7
5	62,3	57,5	69	60,4	69,3
6	64,7	72,3	67,5	63,5	60,1
7	60	69	66,5	67,7	60,6

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*

SALON 12-204					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	63,4	68,6	62,9	65	61,5
2	63	69,1	58	65,8	66,4
3	59,5	56,3	57,3	55	56,6
4	56,1	65,4	66	66	53,6
5	70,9	60,3	71	52,6	53,3
6	68	56	60,5	55,6	50,1
7	62,8	68,1	64,2	69,3	64,2

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón con clase (fuentes de ruido: buses de la universidad, estudiantes en los pasillos)*

JORNADA TARDE

4PM - 6 PM

SALON 11-102					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	57,5	67,8	61,6	60,3	66,4
2	63,2	64	59,9	65,8	64,2
3	59,3	59,6	65,5	70	71
4	60,5	58,2	60,4	67	69,7
5	62,7	59,5	62,2	60,7	64,2
6	63	72	56,3	56	62,2
7	62,8	70,8	60,9	55,3	68,4

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos)*

SALON 11-124					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	55,2	54,2	54,3	63	67,70
2	60	64,5	42,3	64,3	61,20
3	46,3	56,3	61,3	56,2	63,30
4	8,9	71,1	67,1	64,7	64,10
5	64,1	54,8	56,9	68,9	62,10
6	62,5	64,3	68,7	54,8	68,00
7	67,9	64,3	45,6	56,4	62,40

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón con clase y después termino (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos)*

SALON 11-204					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	65,3	54,9	53,6	54,7	46,5
2	62,4	56,1	46,8	54,2	54,3
3	60	55,5	55,6	64,5	69
4	55,9	55	64,3	68,9	60,8
5	54,1	54,7	49,9	64,3	60
6	57,8	59,8	56,8	62,3	68,9
7	51,2	53,6	56,4	54,3	64,6

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: ventanas, puerta, hall de estudiantes, autopista)*

SALON 11-221					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	63,3	61,6	64,60	66,50	67,40
2	56,1	64,4	66,50	60,40	60,40
3	63,9	64,2	60,50	63,00	63,00
4	62,1	62,3	59,20	66,50	58,10
5	63,6	57	66,90	54,00	62,40
6	65,1	61,4	64,90	63,20	62,80
7	65,2	51,9	64,20	68,30	54,40

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón con clase y después termino (fuentes de ruido: hall con personas, autopista)*

SALON 11-225					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***

1	57	60,8	64,2	54,6	51,2
2	54,4	56,3	58,7	51,4	53,2
3	52,3	65,2	54,2	53,8	52,6
4	68,9	67,4	64,2	58,6	57,8
5	57	54,8	63,4	57,8	59,4
6	54,3	60,8	67,9	56,3	51,2
7	50	54,8	60	49,5	46,6

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*

SALON 12-101

DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO

DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	62,5	54,5	62,9	60,4	55,2
2	54,3	54,1	60	56,9	58
3	55,3	57,9	60,8	55,5	62,9
4	57,1	55,7	64,1	54	55,4
5	58,2	54,8	59,9	52,7	52,5
6	55,2	54,4	58,8	56,5	60,2
7	60,4	64,3	58,1	55,1	58,6

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón con clase (fuentes de ruido: buses de la universidad, estudiantes en los pasillos, guadaña)*

SALON 12-102

DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO

DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	55,2	56,3	56,1	58,7	55,2
2	54,7	56,6	54	55,9	53,7
3	55,1	60,8	55,4	55,8	53,8
4	54,5	54,2	58,4	56,1	53,8
5	53,8	54,5	57,7	55,2	53,8
6	53,9	54,5	58,6	54,4	55
7	54,2	57,6	54,7	52,8	56,5

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón con clase (fuentes de ruido: buses de la universidad, estudiantes en los pasillos, guadaña)*

SALON 12-103

DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO

DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	55,6	58,2	54,1	59	54,9
2	55,2	56	49	52,8	56,6
3	55,4	54,3	53,5	65,6	58,9
4	55	56,6	51,7	62	55,1
5	53,7	56,1	50,5	59,1	51
6	55,7	55,2	49,6	57	53,7
7	53,2	58,9	49,6	55,6	51,8

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

***Nota2**: Salón con clase (fuentes de ruido: buses de la universidad, estudiantes en los pasillos, guadaña)*

SALON 12-104					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	60	59,3	61,9	60,2	60,6
2	58,3	58,9	57,5	56,8	58,6
3	58,1	58,3	58,8	58	58,9
4	58,5	58,8	58,5	57,3	58,5
5	59,1	58,8	58,9	56,7	63,3
6	58,6	59,7	62,5	57,8	60,6
7	58,5	57,6	58,7	57,6	60,1
***Nota1:** datos tomados cada 20 segundos*					
***Nota2**: Salón con clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*					

SALON 12-201					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	55,1	59,3	66,9	51,8	53,5
2	52,1	60	52	63,9	51,2
3	56,6	60,1	53,8	49,6	58,6
4	51,1	54	55,5	48,2	53,5
5	54,7	52,1	50,9	51,7	56,2
6	52,5	49,7	50,2	53,2	55,3
7	51,8	50,8	51,3	53,6	50,1
***Nota1:** datos tomados cada 20 segundos*					
***Nota2**: Salón con clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*					

SALON 12-202					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	58,4	57,1	58,6	54,4	56,5
2	56,2	58,1	55,5	54,5	54,9
3	55,6	56,6	55,5	55,2	55,8
4	55,2	56,4	59,6	55,1	55
5	55,9	57,2	62,5	57	58,8
6	55,4	57	54,7	54,6	58,9
7	59,5	56,5	54,7	54,1	61,4
***Nota1:** datos tomados cada 20 segundos*					
***Nota2**: Salón sin clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*					

SALON 12-203					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	57,7	57,8	53,2	56,8	58,3
2	55,7	56,7	54,2	56	54,9

3	57,8	56,4	54,6	54,9	54,7
4	58,7	57,7	54,2	54	56,8
5	58,9	57,1	59,6	54	56,1
6	56,7	56,3	53,6	55,5	55,5
7	56,3	57	53,9	56,9	54,3

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón sin clase (fuentes de ruido: autopista, estudiantes en los pasillos, buses de la universidad)*

SALON 12-204					
DATOS CORRESPONDIENTES A CADA PUNTO					
DATOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	57,4	67,2	67,5	62,1	63,6
2	57,5	63,3	64,1	60,4	54,5
3	57,5	51,9	60,5	57	59,1
4	59,9	55,6	55,1	58,8	55,2
5	61,8	62,2	49,1	64,6	56
6	51,6	56,4	54,3	71,1	64,7
7	54,8	62	51,6	68,7	58,5

Nota1: *datos tomados cada 20 segundos*

Nota2*: Salón con clase (fuentes de ruido: buses de la universidad, estudiantes en los pasillos)*

5.3. Cálculos Nivel de Presión sonoro promedio

Para realizar los cálculos de nivel de presión sonoro promedio se utilizó la siguiente fórmula:

$$\bar{Lp} = 10\log_{10}\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}10^{0.1Lp_i}\right]$$

En donde:

$\bar{Lp}$ = Nivel de presión sonora promediado para la superficie de medida, dB; el nivel de presión sonora de referencia es 20μPa.

Lp_i = Nivel de presión sonora con ponderación A o de banda resultado de las i medidas en los puntos designados, dB.

N = Número de mediciones.

A continuación se mostrara como calcular el nivel de presión sonora promedio del día para el salón del **Bl** 11-102

1) Se calculan los promedios por punto (para cada jornada por separado)

Para el punto 1

$$\sum_{i=1}^{7} 10^{0.1Lp_i} = 10^{0.1*5220} + 10^{0.1*5260} + 10^{0.1*5080} + 10^{0.1*4830} + 10^{0.1*5270} + 10^{0.1*5120} + 10^{0.1*5120}$$

$$\sum_{i=1}^{7} 10^{0.1Lp_i} = 985623.58$$

$$\bar{Lp} = 10 \log_{10}\left[\frac{1}{7}\sum_{i=1}^{7} 10^{0.1Lp_i}\right] = 51.48613045$$

Así sucesivamente para los demás puntos del salón y obtenemos los siguientes datos

SALON 11-102 JORNADA DE LA MAÑANA 8 AM- 10AM					
puntos	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
$\bar{Lp}$	51,48613045	52,51425858	59,49599398	55,95043525	57,39903399

SALON 11-102 JORNADA DE MEDIO DIA 12 PM- 2PM					
puntos	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
$\bar{Lp}$	63,00158873	55,93908971	53,23579299	55,14123339	61,7357112

SALON 11-102 JORNADA TARDE 4 PM- 6PM					
puntos	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
$\bar{Lp}$	*61,71*	*67,45*	*61,71*	*64,93*	*67,58*

2) Después se calculan promedios por salón (para cada jornada por separado)

Jornada de la mañana

$$\sum_{i=1}^{5} 10^{0.1Lp_i} = 10^{0.1*51,4861304} + 10^{0.1*52,5142588} + 10^{0.1*59,4959938} + 10^{0.1*55,9504352} + 10^{0.1*57,3990339}$$

$$\sum_{i=1}^{5} 10^{0.1Lp_i} = 2152653.487$$

$$\bar{Lp} = 10 \log_{10}\left[\frac{1}{5}\sum_{i=1}^{5} 10^{0.1Lp_i}\right] = 56.34004123$$

Así sucesivamente para las otras dos jornadas y obtenemos los siguientes datos.

SALON 11-102			
JORNADA	**MAÑANA 8 AM- 10AM**	**MEDIO DIA 12 PM- 2PM**	**TARDE 4 PM- 6PM**
$\bar{Lp}$	56,34004123	59,46178555	65,4074717

3) Por ultimo luego de calcular los promedios por jornada, estos resultados se utilizan para calcular el promedio del salón

Promedio del día para el salón del **Bl** 11-102

$$\sum_{i=1}^{3} 10^{0.1Lp_i} = 10^{0.1*56,34004123} + 10^{0.1*59,46178555} + 10^{0.1*65,4074717}$$

$$\sum_{i=1}^{3} 10^{0.1Lp_i} = 4787312.732$$

$$\bar{Lp} = 10 \log_{10}\left[\frac{1}{3}\sum_{i=1}^{3} 10^{0.1Lp_i}\right] = 62.02970544$$

El procedimiento mostrado anteriormente es aplicado para cada uno de los salones, con el cual se obtienen los siguientes datos del Nivel de Presión sonoro promedio para cada salón.

Espacio	Ruido Db
11-102	62.02
11-124	61.51
11-204	61.19

Espacio	Ruido Db
11-221	69.01
11-225	59.32
12-101	62.30
12-102	65.63
12-103	65.51
12-104	59.82
12-201	62.30
12-202	67.19
12-203	61.96
12-204	62.46

Nivel de Presión sonoro promedio por día (lunes 3 de septiembre de 2007)

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. Comparación entre los datos teóricos y los datos prácticos

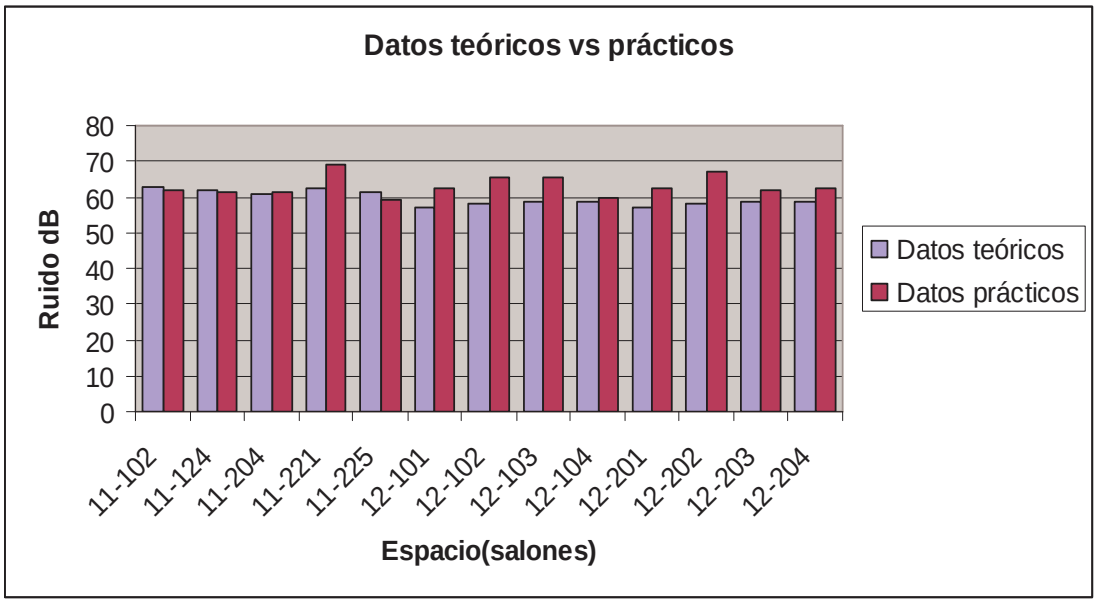


Grafico # 1 Datos Teóricos Vs Prácticos

En la grafica anterior, se comparan los niveles de ruido suministrados por el profesor JULIAN BEDOYA V. PH.D, los cuales son pronósticos teóricos ya que antes no se habían desarrollado trabajos de campo para extraer estas mediciones en dichos salones. Por lo cual, si se analiza la grafica anterior, se puede observar que para los salones del bloque 11 analizados, las oscilaciones de los datos extraídos de la práctica son muy similares con los teóricos, excepto para el salón 221 ya que presentan una diferencia de 6.51 Db.

Pero si se analiza el bloque 12, este muestra un comportamiento en el cual se observa gran variabilidad de los datos prácticos respecto a los teóricos.

Es importante recalcar que dentro de la universidad existen fuentes tales como: construcciones, disparo de alarmas de automóviles, gritos por parte de los estudiantes, entre otros, que alteran la tranquilidad de los habitantes en la Universidad. Así mismo, la concentración de estudiantes en una determinada área como la cafetería del bloque 12, ha traído consigo una disminución en la atención debido al aumento de voz a la hora de la comunicación entre los estudiantes.

Además, se debe tener en cuenta que en el momento de tomar las mediciones se presentaron algunos factores externos que alteraron dichas mediciones, tales como: ruido generado por los aviones, personal de servicios varios que en el momento utilizaban la guadaña y los niños de la escuela de la universidad que en el momento se encontraban alrededor del bloque 12.

Así mismo, el ruido generado por los celulares y de la lluvia en el momento de las mediciones contribuyeron a que el rango de los datos medidos aumentara. Al igual que la voz de algunos expositores y del aire acondicionado.

6.2 Comparación entre los datos prácticos y el Estándar máximo permisible de niveles de emisión de ruido (dB).

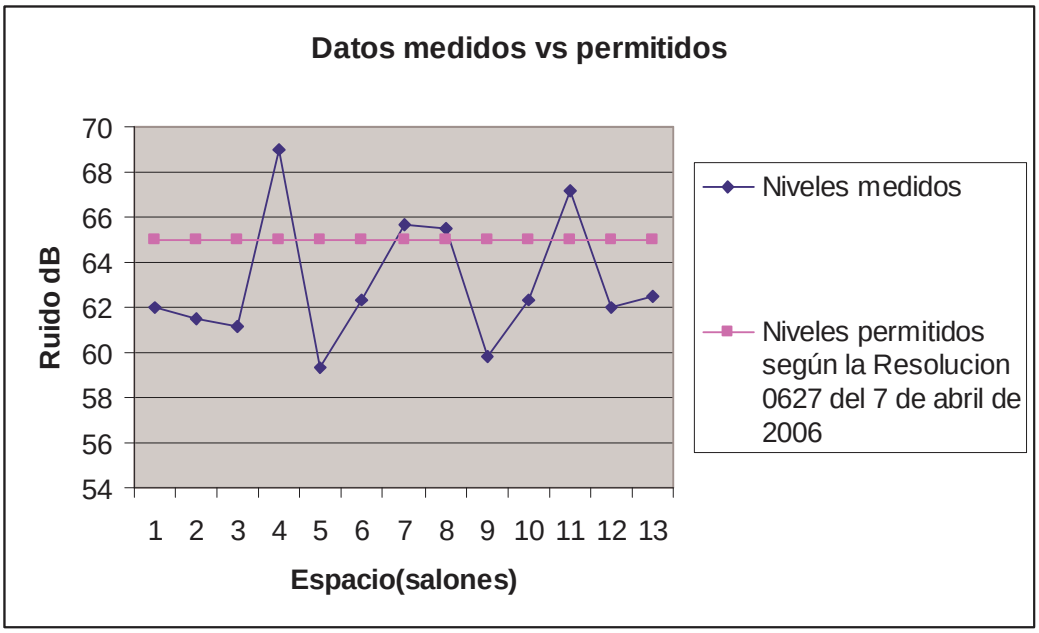


Grafico # 2 Datos Medidos Vs Prácticos

En la figura anterior, se compara el nivel de ruido permitido según la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 para universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación en horario diurno, con los resultados obtenidos en las mediciones de la práctica para los 13 salones los cuales se muestran en el mismo orden del grafico # 1.

Se puede apreciar en el grafico anterior, que los niveles de ruido registrados para las diferentes aulas de clase, la mayoría están por debajo de los niveles permitidos, excepto los salones 11-221, 12-102, 12-103 y 12-202, los cuales en general son del Bl 12, lo que es de esperar ya que este esta muy cerca del lugar por donde transitan los buses de la Universidad y los carros particulares que hacen uso del parqueadero.

Además en este bloque también hay una cafetería muy cerca de los salones. Por lo que se podría concluir que para estos salones que no cumplen la normatividad, sus ocupantes, alumnos y profesores, pueden estar sometidos a contaminación sonora que afecta la actividad que están

realizando, y por ende se esta comprometiendo su capacidad de aprendizaje y comunicación. Sin tener en cuenta los efectos en la salud que esto puede generar en las personas.

6.3 Comparación entre los promedios de los salones para las tres jornadas.

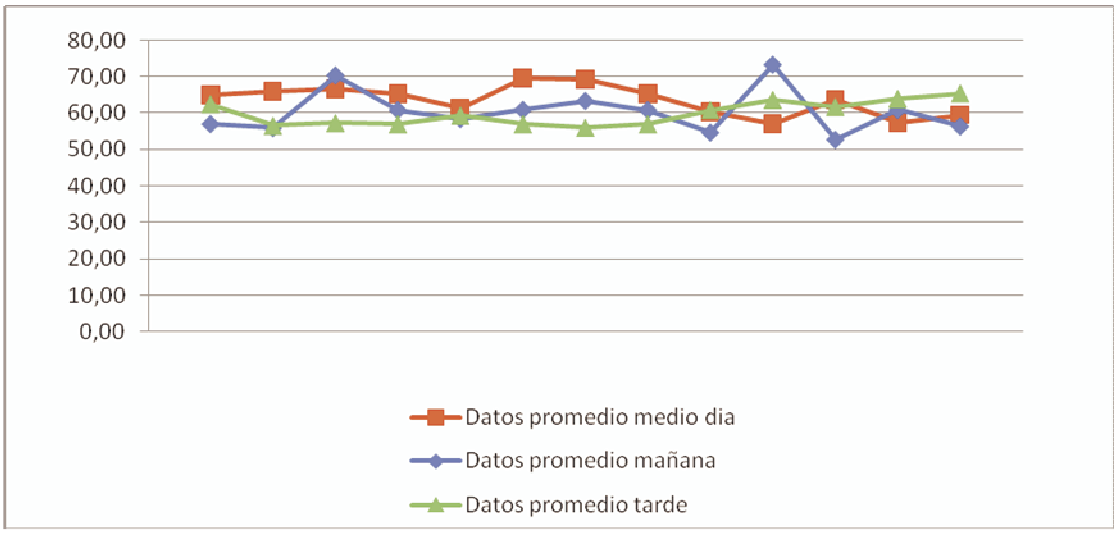


Grafico # 3 Datos promedios para las 3 jornadas.

- De 13 salones muestreados se encontro lo siguiente: en las horas de la mañana se registraron dos salones que sobrepasaron los niveles permitidos de ruido, dichos salones son 11-204 y el 12-201.
- Al medio dia se registraron tambien dos salones que sobrepasaron los niveles permitidos los cuales son: 12-101 y el 12-102 , según la grafica tambien podemos apreciar que los salones: 11-102,11-124, 12-103 presentan un nivel de ruido promedio un poquitico por encima de lo 65 deciveles permitidos.
- Se puede observar que al medio dia en promedio la contaminacion auditiva es mayor que en las otras jornadas.
- Se puede observar que en la jornada de la tarde, todos los salones se encuentran por debajo del nivel permitido.

6.4 Inventario de las fuentes sonoras que afectan los bloques 11 y 12

En los salones estudiados anteriormente, se nota una serie de elementos que ayudan a que el ruido sea notorio, estos son:

- La autopista
- Estudiantes en los pasillos
- Buses de la Universidad
- Guadaña
- Ventanas y puertas
- En algunos salones del 12, el aire acondicionado.
- Cafetería ubicada cerca de los salones del bloque 12.
- Ruido generado por los mismos estudiantes.

Un sonido molesto (ruido) puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para una persona o grupo de personas. Los efectos producidos por el ruido pueden ser fisiológicos, como la pérdida de audición, y psicológicos, como la irritabilidad exagerada.

La contaminación acústica perturba las distintas actividades comunitarias, interfiriendo la comunicación hablada, base esta de la convivencia humana, perturbando el sueño, el descanso y la relajación, impidiendo la concentración y el aprendizaje, y lo que es más grave, creando estados de cansancio y tensión que pueden degenerar en enfermedades de tipo nervioso y cardiovascular.

En la Facultad de Agronomía estas fuentes sonoras conllevan a que los estudiantes y profesores se distraigan a la hora de atender o de dar una clase, pues es difícil entender cuando no se esta en calma y en total concentración.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las consideraciones acerca del ruido y de la acústica son raramente tenidas en cuenta en su totalidad en la construcción de los salones, ya que generalmente solo se analizan algunas veces solo para el diseño de auditorios. Esto repercute finalmente de un modo negativo en la salud de docentes y alumnos y en la calidad del aprendizaje de estos últimos. Es importante reconocer esto como un problema, y plantear en cada caso ante las autoridades que correspondan la necesidad de introducir mejoras que tiendan a reducir la presencia y los efectos del ruido.
2. Según los estudios se puede observar que hay ciertas repercusiones económicas para reducción del ruido ya que esto implica un costo adicional que puede ser de mano de obra y de materiales y según las instituciones educativas no hay recursos para ello.
3. La normativa establecida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial indica que para universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación se tiene un nivel máximo de ruido de 65 dB durante el día. La Universidad, aunque en general se mantiene por debajo del nivel, teniendo en cuenta que dicho estudio fue realizado un lunes en donde en la mayoría del tiempo los bloques 11 y 12 se encontraban sin clase
4. Los salones más afectados son los del bloque 12 debido a que cerca de estos se encuentran más fuentes de contaminación sonora como son: la cafetería, el parqueadero, la guadaña, el aire acondicionado y el ruido generado por los autos que transitan por la autopista.
5. La única barrera que hay cerca de estos bloques son los arboles, los cuales no son muy adecuados y eficientes para el control del ruido.
6. Se debe concientizar a los constructores, arquitectos e ingenieros las consecuencias sociales y económicas que trae el ruido para que en el momento de la planeación de nuevas edificaciones se tengan en cuenta. Ya que el ruido es considerado como una enfermedad mundial.
7. Se deben hacer campañas para concientizar a los estudiantes que el ruido afecta el aprendizaje y puede traer consecuencias graves como el estrés, etc.
8. Se debe colocar material aislante en los salones para evitar que el ruido externo penetre en el salón y también lográndose evitar que el ruido interno afecte el área externa. Al igual que se debe prestar una gran atención a puertas, ventanas, y otras partes del salón que involucren un riesgo de fuga de sonido logrando así una vez mas una repercusión económica.
9. Gracias a los resultados arrojados por el estudio realizado es posible notar la necesidad de la comunidad universitaria de implementar campañas de concientización para que en los lugares de trabajo y esparcimiento se busquen los menores niveles de ruido, esto sería, indicándole a las personas que hablen en un tono adecuado, es decir, que no recurran a los gritos para llamar la atención de sus compañeros; que no utilicen equipos de sonido sin audífonos, si se quiere escuchar música no hay necesidad de incomodar a los demás y que disminuyan el timbre de celulares y otros instrumentos de comunicación.
10. En cuanto a infraestructura de la universidad, se debería evaluar la posibilidad de crear más zonas de estudio para que así no se presente tanta acumulación de personas en los mismos

lugares, aumentando mucho más el ruido, es claro que entre menos individuos se encuentren en determinado sitio, menores son los niveles sonoros.

8. BIBLIOGRAFÍA

BEDOYA, Julián. **El hombre y su ambiente**. Universidad Nacional de Colombia. 2da. Ed. 1997. pág. 107-113 Biblioteca de Minas

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. *Resolución 0627 del 7 de abril de 2006* [en línea]. Bogotá, D.C. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co [Consulta: 15 septiembre de 2007].

MIYARA, Federico. *Ruidos en establecimientos escolares* [en línea]. Disponible en: http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/biblio/ruiescue.htm [Consulta: 15 septiembre 2007].

9. ANEXO

Ver anexo en la siguiente hoja acerca de Norma Nacional de Ruido.

EVALUACIÓN DEL RUIDO

SEBASTIÁN ARGUELLO MONTEJO
jsarguellom@unalmed.edu.co

CAREN MEJÍA SALAZAR
cmejias@unalmed.edu.co

EDINSON RENTERÍA TORRES
erenter@unalmed.edu.co

JORGE ALEJANDRO ÚSUGA MONTOYA
jausuga@unalmed.edu.co

Profesores:
JULIÁN BEDOYA V., Ph.D.

BEATRIZ HENAO, I.I.

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE MINAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA ORGANIZACIÓN
MEDELLIN, 27 DE SEPTIEMBRE DE 2007

RESUMEN

Es un estudio sobre ruido ambiental en la facultad de arquitectura de la universidad nacional de Colombia sede Medellín, en algunos salones del bloque 24. Las medidas se tomaron en forma discreta en 5 puntos de cada salón en estudio en diferentes horarios.
Con estas medidas se estimo el ruido ambiental al que están expuestos los alumnos en estas aulas y se identificaron las fuentes de origen.

El estudio es más de carácter académico debido a que no se contó con los equipos, herramientas, ni con ciertas consideraciones para la realización de un estudio de ruido mas fino.

ABSTRACT

It is a study on environmental noise in the faculty of architecture of the national university of Colombia seat Medellín, in some classroom block 24. The measures were taken in discreet form in 5 points of each classroom in study in differents hours.

With these measures we are estimated the environmental noise to which are exposed the students in these classrooms and the origin sources were identified.

The study is more of academic character because it was not counted on the equipment, tools, nor with certain considerations for the realization of a study of noise finer.

1. INTRODUCCION

Uno de los principales motivos de preocupación en los centros educativos es el ruido, debido a que este genera falta de atención y por consiguiente un bajo rendimiento académico. Además de que por causa de éste se presentan alteraciones en la calidad de vida y comportamiento de los individuos, y en el metabolismo de los directamente implicados que se manifiesta en estrés y efectos nocivos para la salud. Por esto, el estudio del ruido para su control es por consiguiente una cuestión de considerable importancia económica y social.

En el presente informe se presentarán inicialmente algunas definiciones sobre los conceptos fundamentales en la evaluación del ruido en general y por qué la importancia de su estudio, con el fin de obtener más claridad y precisión en el contenido.

El bloque 24, el cual corresponde a la Facultad de Arquitectura, se encuentra situado en un punto de alta influencia en cuanto a contaminación del ruido, debido a que esta contiguo a una avenida de alta circulación y congestión vehicular. Por lo tanto se pretende hacer un estudio basado en investigaciones anteriores y recientes, buscando obtener así criterios propios de evaluación respecto a este problema.

Para poder hacer este análisis, se dispondrá de mediciones teóricas y mediciones experimentales, estas últimas se llevaran a cabo con ayuda de sonómetros digitales una vez definidas la zona de medidas y los puntos estratégicos.

Este informe buscar evaluar el ruido ambiental en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, para así apreciar y determinar medidas preventivas y correctivas para la disminución de esta problemática que afecta a la sociedad en general.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

RUIDO

Una melodía procedente de una radio puede resultar muy agradable a una familia en su casa, pero es una molestia para sus vecinos que intentan dormir; esto es desagradable, es ruido; por definición, el ruido es un sonido no deseado.

Puede interferir en la comunicación, en el trabajo y en las actividades diarias, en algunos casos puede afectar a la conducta, producir perdida temporal de oído y, si el nivel de ruido es suficientemente alto, puede ser responsable de un daño permanente en el mecanismo auditivo. (Harris, 1977, P.1.1)

CONTROL DEL RUIDO

El control del ruido es la técnica que obtiene un aceptable ambiente de ruido, para el receptor, concordando con aspectos operacionales y económicos. El control del ruido es simplemente la reducción del mismo. (Harris, 1977, P.1.3)

IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CONTROL DEL RUIDO

Dado que el ruido puede afectar a la capacidad del hombre de comunicarse con su prójimo oralmente, dado que el ruido puede afectar a su conducta y producir daños permanentes en su aparato auditivo, y, simplemente, dado que puede constituir una molestia, el ruido es un problema de importancia económica muy grande en la sociedad moderna. (Harris, 1977, P.1.4)

TÉCNICAS DEL CONTROL DE RUIDO

En general, estas medidas pueden ser clasificadas en tres categorías: 1) reducción del ruido en la fuente, 2) control de ruido en el medio de transmisión y 3) el uso de medidas protectoras contra el ruido por el receptor. Qué métodos o combinación de métodos se emplean dependerán del nivel de reducción de ruido que se requiere y de consideraciones económicas y operacionales. Para resolver un problema de control de ruido especifico, debe ser evaluado el beneficio relativo obtenido con la aplicación de cada técnica y comparado con su coste respectivo.

1) Control de ruido en la fuente

Como importantes métodos de control del ruido en la fuente, se incluyen métodos como:

- Reducción de la amplitud de las fuerzas excitantes.
- Reducción de la respuesta de varios componentes del sistema a esas fuerzas excitantes.
- Cambios en el procedimiento operacional.

2) Control del medio de transmisión

Otra técnica de reduccion del ruido consiste en controlar el medio de transmisión tanto como en reducir la energía que es comunicada al receptor. Este puede hacerse de muchas maneras:

- Emplazamiento. Al aire libre, la atenuación máxima se obtendrá incrementando- lo máximo posible- la distancia entre la fuente y el receptor.
- Planeamiento de la construcción.
- Deflexión del medio. Pueden ser efectivas barreras u obstáculos en el aire libre cuando sean de mayor tamaño que la longitud de onda del ruido que va a ser desviado.
- Cerramientos.
- Absorción.
- Mezcolanza de impedancias. Filtros acústicos, silenciadores.

3) Medidas protectoras para el receptor

Las siguientes técnicas de control de ruido pueden ser empleadas donde el nivel del ruido para el receptor es considerado como excesivo.

- Uso de equipo de protección personal.
- Educación y relaciones públicas.
- Control de exposición.

(Harris, 1977, P.1.5-8)

CUANTA REDUCCION DEL RUIDO SE REQUIERE

Los siguientes pasos son para determinar el nivel de reducción de ruido requerido en un problema específico:

- ❖ Determinar el nivel de ruido en el entorno cuando el receptor esta situado bajo condiciones esperadas o existentes. Esto se puede hacer por medidas o estimaciones basadas en datos existentes.
- ❖ Determinar que nivel de ruido es aceptable. Esta información se obtiene a través de criterio apropiado.
- ❖ Usar la diferencia entre los pasos anteriores como la reduccion de ruido que se debe conseguir para obtener un ambiente aceptable. Esta reduccion de ruido usualmente se determina en función de la frecuencia.

(Harris, 1977, P.1.9)

MEDIDA DEL RUIDO

El ruido se mide en decibeles (dB); los equipos de medida mas utilizados son los sonómetros.

El sonómetro es un medidor de sonido, el cual se compone de un micrófono, un amplificador, de baterías y unas escalas que dan los NPS (niveles de presión sonora) en decibeles. No hay separación de bandas de octava, sino que se utilizan tres circuitos de ponderación especial (A,B,C). Últimamente se ha generalizado el uso de la escala A para fijar normas de ruido, en este caso las normas se dan dB(A).

Los decibeles (dB) son más que todo una relación entre la cantidad medida y el nivel de referencia acordada. La escala en dB es logarítmica y utiliza 20 micropascales (umbral auditivo) como nivel de referencia.

La razón para usar escalas logarítmicas en acústica se debe al amplio rango de sonidos que el oído humano puede percibir, tanto en amplitud como en frecuencia. Además, el odio responde a los cambios de una forma no lineal, reacciona a un cambio logarítmico de nivel, en toda la escala de audición.

1.1.1.1.1.1 EMISION DE RUIDO

El ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial en su resolución número 0627 del 07 de abril del 2006 Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental resuelve de la emisión del ruido lo siguiente:

ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NIVELES DE EMISIÓN DE RUIDO EXPRESADOS EN DECIBELES dB(A).

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruído Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	60
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruído Moderado	Residencial suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Un informe publicado en 1995 por la Universidad de Estocolmo para la Organización Mundial de la Salud (OMS) [1], considera los 50 dB como el limite superior deseable, pero con respecto a esto, cada país, de acuerdo a sus actividades económicas y costumbres de vida, ha establecido y decretado legislaciones especificas correspondientes para regular el ruido y los problemas que conlleva.

[1]- Organización Mundial de la Salud (OMS), agencia especializada de la organización de las Naciones Unidas (ONU), establecida en 1984. Según su constitución es “la autoridad directiva y

coordinada en materia de labor sanitaria mundial", siendo responsable de ayudar a todos los pueblos a alcanzar el máximo nivel posible de salud.

MEDIDA DEL NIVEL DE POTENCIA SONORA EN UN CAMPO LIBRE.

La potencia sonora de una fuente, es la energía sonora irradiada por unidad de tiempo, se acostumbra a expresar en escala logarítmica utilizando el nivel de potencia sonora. Para realizar esta medición se sigue el siguiente procedimiento:

Se rodea la fuente con una esfera de radio hipotético r, con la fuente colocada en el centro de la misma.

Se mide el nivel de presión sonora en puntos determinados sobre la esfera hipotética, con ponderación A, o en octavas o tercios de octavas. Se obtiene la medida de los niveles de presión sonora, hallando el promedio de las medidas en el paso anterior, a partir de la expresión. (Harris, 1977, P.13.5)

$$\overline{L}_p = 10\,Log_{10}\left[{}^{1}\!/_{N} \sum_{i=1}^{N} 10^{0.1 L_{pi}} \right]$$

Ecuación 1.

Donde:

$\overline{L}_p$ **:** es el nivel de presión sonora promedio para la superficie de medida, dB; el nivel de presión sonora de referencia es de 20 micropascales.

Lpi: es el nivel de presión sonora resultado de la medición i.

N: es el número total de medidas.

CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

Este termino hace referencia al ruido cuando este se considera como contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos fisiológico (perdida audición) y psicológicos (irritabilidad exagerada) nocivos para una persona. La causa principal de la contaminación acústica es la actividad humana: el transporte, la construcción, la industria, entre otras.

3. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.1. Metodología

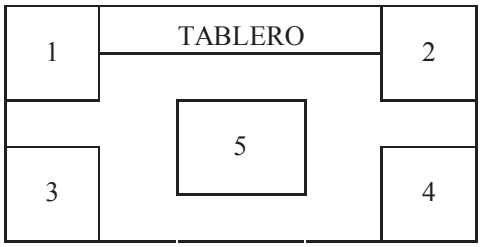
Con el propósito de obtener niveles de ruido en diferentes horarios se realizaron mediciones en el día distribuidas principalmente así:

1. Entre las 6:00 y las 9:00 a.m.
2. Entre las 10:00 a.m. y las 2:00 p.m.
3. Entre las 4:00 y las 6:00 p.m.

Para dicha medición se tomo como lugar de muestra algunos salones de la Facultad De Arquitectura que corresponde al bloque 24, estos salones fueron:

- 24-105
- 24-107
- 24-201
- 24-202
- 24-203
- 24-204
- 24-301
- 24-302

Para la lectura de estas mediciones en cada salón se tomaron cinco puntos de referencia, ubicando siempre como norte la dirección del tablero; los puntos tomados se especifican mejor en la siguiente grafica.



Grafica 1. Posiciones de medición.

En cada punto de los especificados anteriormente, se realizaron 7 mediciones con intervalos de 20 segundos cada una, sumando así un total de 2 minutos por cada punto.

Para realizar las mediciones se utilizaron sonómetros facilitados por REDAIRE (Red de Vigilancia de la calidad del Aire), el sonómetro puede medir el nivel de presión sonora ponderado con filtro "A", en unidades llamadas dB(A). Este fue programado para entregar la respuesta de forma lenta, facilitando así la lectura del valor requerido.

El sonómetro debe estar calibrado en un valor 94 dB(A). En muchas de las mediciones el sonómetro estuvo en otro valor al ser calibrado, la diferencia respecto a este tuvo que ser corregida al valor medido.

3.2 DATOS Y RESULTADOS REGISTRADOS

Para la obtención de los promedios tanto por punto de medición dentro de cada salón, para los del salón en general y para los diferentes horarios de medición, se aplico la ecuación de medida de nivel de potencia sonora explicada anteriormente.

La forma de aplicación de esta ecuación será explicada a continuación para el primer horario de medición en el salón 24-105, ubicados en el punto 1 indicado en la tabla de posiciones que se mostró con anterioridad (grafica 1), y luego el promedio del salón durante ese mismo horario y por ultimo durante el día. Esto con el fin de demostrar los pasos que se siguieron para el cálculo de las medidas registradas en las tablas con ayuda del programa Excel.

MODELO DE CÁLCULO

$$\overline{L}_p = 10 Log_{10}\left[1/N \sum_{i=1}^{N} 10^{0.1 L_{pi}} \right]$$

Donde:

$\overline{L}_p$ **:** es el nivel de presión sonora promedio para la superficie de medida, dB; el nivel de presión sonora de referencia es de 20 micropascales.
Lpi: es el nivel de presión sonora resultado de la medición i.
N: es el número total de medidas.

	Lpi dB(A)	**10^(0.1*Lpi)**
SALON 24-105 (6:45 a.m) Punto 1	58,3	676082,9754
	52,7	186208,7137
	53,4	218776,1624
	62	1584893,192
	63,1	2041737,945
	69,4	8709635,9
	59,8	954992,586

Tabla2. Calculo nivel presión sonora salón 24-105 horario mañana, punto de ubicación 1.

Donde: Σ 10^(0.1*Lpi) = 14372327,47

Luego

$$\overline{L}_{24-105,6:45-P1} = 10Log_{10}\left[\frac{1}{7} \sum_{i=1}^{7} 10^{0.1L_{pi}} \right] = 63,12$$

Para determinar el nivel promedio de presión sonora del salón se procedió de la misma forma teniendo en cuenta los promedios obtenidos por cada punto de medición, de la siguiente forma:

	POSICION	**Lpi dB(A)**	**10^(0.1*Lpi)**
SALON 24-105 (6:45 a.m)	**1**	63,1	2053189,64
	2	66,1	4088966,55
	3	67,8	6076953,85
	4	59,6	921304,631
	5	64	2523700,03

Tabla3. Calculo nivel presión sonora salón 24-105 horario mañana.

Donde: Σ 10^(0.1*Lpi) = 15664114,7

Luego

$$\overline{L}_{24-105,6:45} = 10Log_{10}\left[\frac{1}{5} \sum_{i=1}^{5} 10^{0.1L_{pi}} \right] = 65,0$$

Por ultimo se tiene el promedio del nivel de presión sonora del salón en los tres horarios tomados para estas mediciones, esto una vez calculado el nivel de presión sonora del salón teniendo en cuenta cada punto, además de haber tenido en un principio las correcciones por errores en la calibración, de la siguiente forma:

	HORARIO	Lpi dB(A)	10^(0.1*Lpi)
SALON 24-105	6:00-9:00 a.m	66,4	4324499,49
	10:00 a.m - 2:00 p.m	56,3	424799,497
	4:00 - 6:00 p.m	56,8	478626,652

Tabla4. Calculo nivel presión sonora salón 24-105 promedio día.
Donde: Σ 10^(0.1*Lpi) = 5227925,638

Luego

$$\overline{L}_{24-105} = 10Log_{10}\left[\frac{1}{3} \sum_{i=1}^{3} 10^{0.1L_{pi}} \right] = 62,4$$

De esta forma se demuestra como se calculan los promedios de presión sonora en cada punto, cada salón y por cada respectivo horario.

3.3. TABLAS DE CÁLCULOS

Dentro de las siguientes tablas se muestran los datos registrados en cada uno de los salones de estudio con sus respectivas correcciones por calibración.

AULA	HORA	CALIBRACIÓN ESTANDAR dB(A)	CALIBRACIÓN EXPERIMENTAL dB(A)	DIFERENCIA
24 - 105	06:45	94,0	92,6	1,4
24 - 107	06:30	94,0	93,5	0,5
24 - 201	07:00	94,0	94,2	-0,2
24 - 202	07:15	94,0	92,8	1,2
24 - 203	07:30	94,0	93,8	0,2
24 - 204	07:45	94,0	94,1	-0,1
24 - 301	08:30	94,0	94,0	0,0
24 - 302	08:00	94,0	94,0	0,0

Tabla 5. Corrección por calibración aplicada a las mediciones en el horario de la mañana.

AULA	HORA	NUMERO POSICION	1	2	3	4	5	6	7	PROMEDIO	PROMEDIO POR SALÓN	RANGO	NOTA
24 - 105	06:45	1	58,3	52,7	53,4	62,0	63,1	69,4	59,8	63,1	65,0	30 - 80	Salon en clase
		2	60,9	52,6	64,6	60,8	71,1	68,5	65,0	66,1			
		3	68,2	60,7	74,1	66	66,2	58,8	51,6	67,8			
		4	56,6	54,9	55,1	63,4	57,9	59,7	62,1	59,6			
		5	67,5	51,9	54,3	59,2	64,4	68,8	56,5	64,0			
24 - 107	06:30	1	49,6	49,4	49,1	51,5	48,6	48,5	48,5	49,4	51,4	30 - 80	Salon solo
		2	46,2	48,9	51,7	51,0	49,5	49,6	49,3	49,7			
		3	51,6	50,5	51,1	51,3	49,6	49,6	51,4	50,8			
		4	50,8	54,3	54,8	52,7	53,7	53,1	51,6	53,2			
		5	57,1	50,6	53,6	51,3	50,9	49,3	49,8	52,7			
24 - 201	07:00	1	54,9	53,0	55,5	62,9	62,1	58,5	60,1	59,4	62,3	30 - 80	Salon en clase
		2	59,3	58,5	61,0	58,8	61,8	62,5	62,8	61,0			
		3	58,0	63,5	59,9	66,3	61,5	63,6	60,4	62,7			
		4	64,9	58,3	59,6	64,2	69,9	62,0	63,5	64,8			
		5	56,3	61,8	59,9	63,8	57,5	66,9	55,5	62,0			
24 - 202	07:15	1	56,2	64,3	53,5	53,9	53,9	53,8	55,0	58,0	56,9	30 - 80	Salon solo
		2	65,3	54,0	52,8	53,0	52,6	53,7	53,8	58,3			
		3	54,8	53,0	56,3	56,5	59,2	56,0	54,1	56,1			
		4	54,8	56,9	53,3	57,0	52,7	54,6	56,3	55,4			
		5	57,9	56,1	54,5	55,4	55,8	56,6	53,7	55,9			
24 - 203	07:30	1	52,2	49,8	51,8	53,6	50,0	52,6	50,8	51,7	52,8	30 - 80	Salon solo
		2	51,7	51,6	51,4	52,8	56,4	51,8	53,3	53,1			
		3	50,5	53,2	50,2	52,7	50,5	50,0	51,0	51,3			
		4	55,4	52,2	52,1	52,8	51,0	54,6	52,9	53,2			
		5	51,3	53,8	54,8	53,5	56,0	54,5	52,9	54,0			
24 - 204	07:45	1	54,8	57,3	61,0	57,5	57,1	54,7	57,2	57,6	60,9	30 - 80	Salon en clase
		2	60,2	57,7	62,1	59,7	52,0	56,9	59,1	59,1			
		3	68,2	61,0	59,7	62,6	58,0	68,2	57,4	64,2			
		4	66,5	57,5	50,8	64,4	59,6	64,4	54,2	62,3			
		5	52,9	62,3	51,9	60,0	52,3	55,5	50,0	57,2			
24 - 301	08:30	1	58,7	59,4	60,3	61,2	58,4	59,3	60,1	59,7	62,1	30 - 80	Salón con gente trabajando
		2	61,2	61,7	60,8	61,4	62,1	60,8	62,8	61,6			
		3	60,3	61,2	63,4	59,7	58,9	60,7	61,3	61,0			
		4	63,4	62,8	66,3	65,4	63,8	62,9	62,5	64,1			
		5	58,7	59,2	60,7	60,3	65,2	66,7	60,4	62,7			
24 - 302	08:00	1	58,4	59,2	60,3	54,8	56,4	58,9	60,4	58,7	60,3	30 - 80	Salón con gente trabajando
		2	60,1	60,5	58,4	58,6	57,5	56,3	60,3	59,0			
		3	57,8	58,2	56,5	60,1	59,3	60,6	64,2	60,2			
		4	60,3	59,8	60,5	61,2	63,2	60,7	60,6	61,0			
		5	61,3	62,8	63,4	62,5	61,3	60,2	60,7	61,9			

Tabla 6. Mediciones de ruido en el horario de la mañana y promedio presión sonora.

AULA	HORA	CALIBRACIÓN ESTANDAR dB(A)	CALIBRACIÓN EXPERIMENTAL dB(A)	DIFERENCIA
24 - 105	10:30	94	92,6	1,4
24 - 107	11:05	94	93,5	0,5
24 - 201	10:45	94	94,2	-0,2
24 - 202	10:45	94	92,8	1,2
24 - 203	11:15	94	93,8	0,2
24 - 204	11:05	94	94,1	-0,1
24 - 301	02:00	94	94	0
24 - 302	02:30	94	94	0

Tabla 7. Corrección calibración aplicada a las mediciones en el horario del medio día.

AULA	HORA	NUMERO POSICION	1	2	3	4	5	6	7	PROMEDIO	PROMEDIO POR SALÓN	RANGO	NOTA
24 - 105	10:30	1	52,1	51,6	52,9	53,1	53,8	55	53,5	53,3	54,9	30 - 80	salón en parcial
		2	49,6	54,2	48,9	55,2	57,7	47,9	51,7	53,5			
		3	50,2	57,1	55,5	55,8	58,0	54,5	51,6	55,4			
		4	54,3	51,8	46,7	49,5	48,0	54,1	55,7	52,5			
		5	56,3	58,1	54,0	51,1	55,9	53,6	63,0	57,6			
24 - 107	11:05	1	47,0	50,2	50,1	61,8	50,8	59,4	55,1	56,4	55,3	30 - 80	salon en taller individual, el ruido subió en un momento al llegar el profesor
		2	51,7	58,2	51,8	53,4	61,4	63,4	58,7	58,9			
		3	49,2	56,7	52,6	47,6	52,0	52,6	46,8	52,3			
		4	50,2	50,2	46,8	50,8	48,8	53,2	50,3	50,4			
		5	52,6	56,0	51,3	51,4	49,4	48,1	53,9	52,5			
24 - 201	10:45	1	58,4	56,1	58,3	55,4	59,0	64,8	**74,1**	66,6	61,7	50 - 100	**Paso de un avión,** Salon solo
		2	53,8	60,0	56,1	56,4	54,7	54,6	55,9	56,4			
		3	56,8	54,8	54,0	53,2	56,7	59,2	67,9	60,9			
		4	54,8	55,2	55,3	56,6	54,4	57,9	56,7	56,0			
		5	58,6	61,2	59,8	59,2	57,7	57,1	59,1	59,1			
24 - 202	10:45	1	71,4	67,7	68,2	69,6	68,5	65,8	74,1	70,1	73,0	50 - 100	**Paso de un avión.** Musica
		2	65,2	65,0	68,7	61,4	70,2	67,3	81,3	73,8			
		3	70,1	73,5	63,9	74,5	76,8	74,1	74,2	73,7			
		4	65,8	67,8	64,4	72,3	65,7	66,7	61,5	67,5			
		5	73,2	62,7	71,8	65,1	65,4	68,0	**83,2**	75,7			
24 - 203	11:15	1	58,2	55,2	50,3	53,3	54,2	54,6	50,1	54,5	58,9	30 - 80	Salon solo
		2	56,4	52,5	55,3	53,1	54,5	54,1	53,0	54,3			
		3	63,0	58,9	52,1	54,1	53,4	50,1	49,2	57,1			
		4	58,3	50,3	52,1	52,6	58,1	55,1	54,5	55,3			
		5	62,0	56,6	56,5	68,8	63,3	63,9	64,4	64,0			
24 - 204	11:05	1	55,4	52,2	52,9	52,5	52,8	51,9	53,5	53,2	59,1	50 - 100	Salon en clase
		2	59,6	59,5	54,6	61,4	61,4	64	62,8	61,2			
		3	62,7	61,4	58	60,9	60,9	56,4	58,2	60,3			
		4	60,6	55	60,1	56,9	56,9	59,1	58,4	58,5			
		5	57,4	59,1	58,6	55,3	55,3	63,3	57,6	58,9			
24 - 301	02:30	1	68,7	73,1	74,5	76,8	75,6	75,8	74,2	74,7	70,8	30 - 80	Salón en taller, lleno
		2	70,5	69,1	70,4	72,1	70,2	69,8	69,5	70,3			
		3	68,4	67,8	69,4	69,7	66,8	70,2	66,9	68,6			
		4	66,3	60,5	64,2	67,8	70,2	69,4	68,7	67,6			
		5	67,5	69,1	67,3	70,3	66,8	69,2	65,4	68,2			
24 - 302	02:00	1	68,9	70,2	72,4	71,8	70,8	70,3	66,5	70,5	70,9	30 - 80	Salón en taller, lleno
		2	67,8	66,4	63,8	65,6	67,2	66,3	66,8	66,4			
		3	70,2	70,5	71,8	72,6	70,7	70,2	69,1	70,9			
		4	69,4	63,2	66,8	69,3	70,1	68,9	72,1	69,2			
		5	72,4	73,8	73,9	74,1	73,2	74,6	76,2	74,2			

Tabla 8. Mediciones de ruido en el horario del medio día y promedio presión sonora.

AULA	HORA	CALIBRACIÓN ESTANDAR dB(A)	CALIBRACIÓN EXPERIMENTAL dB(A)	DIFERENCIA
24 - 105	04:10	94	94,5	-0,5
24 - 107	04:10	94	94,2	-0,2
24 - 201	04:25	94	94,3	-0,3
24 - 202	04:25	94	93,9	0,1
24 - 203	04:45	94	94,3	-0,3
24 - 204	04:40	94	93,6	0,4
24 - 301	04:30	94	94	0
24 - 302	04:50	94	94	0

Tabla 9. Corrección calibración aplicada a las mediciones en el horario de la tarde.

AULA	HORA	NUMERO POSICION	1	2	3	4	5	6	7	PROMEDIO	PROMEDIO POR SALÓN	RANGO	NOTA
24 - 105	04:10	1	57,2	59,6	57,3	55,7	58,9	57,3	56,5	57,7	57,3	50-100	Salón vacío
		2	57,2	58,4	57,9	55,9	58,1	57	54,9	57,2			
		3	56,1	55,2	56,2	56,9	55,6	57,1	54,4	56,0			
		4	56,3	57	57,9	54,7	54,7	54,8	55,8	56,0			
		5	55,6	59,7	58	60,6	59	60,5	56,1	58,9			
24 - 107	04:10	1	68,5	66,4	65,2	66	69,2	71,4	71,1	68,9	69,9	50-100	Salón en clase
		2	65,7	71	71,4	72,6	75,6	74,3	72,6	72,7			
		3	69,2	66,6	65,1	65,3	63,7	66,4	70	67,1			
		4	65,6	67,2	68,8	63,4	68,3	67,4	65,7	66,9			
		5	66,2	64,1	73,8	67,2	70,6	73,2	72,8	71,0			
24 - 201	04:25	1	60,2	60,2	59,3	63,9	61,2	60,4	62,6	61,4	66,7	50 - 100	Salón en clase, los estudiantes hablan entre sí.
		2	63,6	57,8	55,8	61,2	59,3	71,8	55,5	64,8			
		3	72	65,9	64,3	72,4	62,3	69,4	63	68,7			
		4	65,5	64,5	65	66,1	67,3	61,5	60,5	64,9			
		5	64,6	63,3	61,5	68,7	64,7	68,6	75,7	69,4			
24 - 202	04:25	1	70,6	78,9	77	77,4	75,4	71,1	71,2	75,6	72,8	50 - 100	Salón en clase
		2	67,1	66,6	63,7	67,6	62,8	64	64,3	65,5			
		3	64,8	65,1	69,4	66	72,9	75,7	77	72,5			
		4	66,9	72,7	69,2	64,1	64,7	66,9	74,7	70,1			
		5	76,1	70,1	72,4	68,8	77,4	77,1	70,8	74,4			
24 - 203	04:45	1	62,5	56,9	56,2	58,5	62,4	58	59,1	59,7	61,3	50 - 100	6 personas en el salón
		2	57,2	68,2	59,8	67,4	62,9	61	61,9	64,2			
		3	63,5	58,9	55,2	55,9	61	55	67,5	61,9			
		4	59	54,6	56,4	56	54,9	58,2	58,3	57,1			
		5	57,7	58,4	62,7	62	61,4	58	60	60,4			
24 - 204	04:40	1	53,2	60,7	53,3	50,7	52	54,8	55	55,5	53,5	30 - 80	Salón vacío y con la puerta cerrada
		2	52,8	55,8	53,6	54,1	52,3	53,1	52,9	53,7			
		3	55,9	56,3	51	50,7	51,5	53	51,9	53,5			
		4	52,8	51,9	50,8	50,8	52,8	53,7	52,5	52,3			
		5	53,7	51,9	50,9	52,1	49,8	49,7	51,7	51,6			
24 - 301	04:30	1	66,4	72	72,6	71,6	76,6	65,5	61,1	71,7	68,7	30 - 80	Salón con gente trabajando y escuchando música
		2	70,1	67,6	69,4	64,6	68,3	64,1	64,1	67,5			
		3	65,1	66,6	69,5	64,7	65,6	67,1	68,6	67,1			
		4	62,3	58,4	61,2	66,6	63,1	61,7	67,1	63,8			
		5	64,2	68	67,1	71,1	68,1	72,8	70,7	69,6			
24 - 302	04:50	1	62,1	58,2	60,1	65	61,9	59,5	57,9	61,3	62,0	30 - 80	Salón con gente trabajando y escuchando música a bajo volumen
		2	63,8	63,2	61,2	61,5	61,4	62,7	64,9	62,9			
		3	64,9	61,3	62,9	56	62,1	67	63,5	63,5			
		4	58,9	54,8	58,2	57	57,4	58,1	60,4	58,1			
		5	56	61,1	56	63,8	63,1	66,4	62,6	62,6			

Tabla 10. Mediciones de ruido en el horario de la tarde y promedio presión sonora.

PROMEDIO DIARIO Y COMPARACIÓN CON VALOR TEÓRICO

ESPACIO	RUIDO dB
24 - 105	56,6
24 - 107	57,8
24 - 201	56,8
24 - 202	57,0
24 - 203	57,4
24 - 204	58,0
24 - 301	0,0
24 - 302	56,8

Tabla 11. Valores promedio diario por salón teórico

AULA	*PROMEDIO MAÑANA*	*PROMEDIO MEDIO DÍA*	*PROMEDIO TARDE*	*PROMEDIO TOTAL*	*VALOR TEÓRICO*	*DIFERENCIA PORCENTUAL*
24 - 105	65,0	54,9	57,3	**61,2**	56,6	-8,2%
24 - 107	51,4	55,3	69,9	**65,3**	57,8	-13,0%
24 - 201	62,3	61,7	66,7	**64,2**	56,8	-13,1%
24 - 202	56,9	73,0	72,8	**71,2**	57,0	-24,9%
24 - 203	52,8	58,9	61,3	**58,9**	57,4	-2,6%
24 - 204	60,9	59,1	53,5	**58,8**	58,0	-1,4%
24 - 301	62,1	70,8	68,7	**68,4**	0,0	
24 - 302	60,3	70,9	62,0	**67,0**	56,8	-18,0%

Tabla 12. Valores de promedio diario y comparación con datos teóricos.

3.4. FUENTES DE CONTAMINACION SONORA IDENTIFICADAS

Las fuentes de contaminación sonora que se detectaron en la zona de estudio fueron las siguientes:

- Automóviles
- Grabadoras
- Zona deportiva
- Aviones
- Guadañadora
- Movimiento de sillas
- Personas: El profesor y los estudiantes
- Viento

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con base en el siguiente gráfico y a la experiencia recolectada durante la práctica de medición del ruido, se realizará una comparación entre los niveles obtenidos experimentalmente y los teóricos.

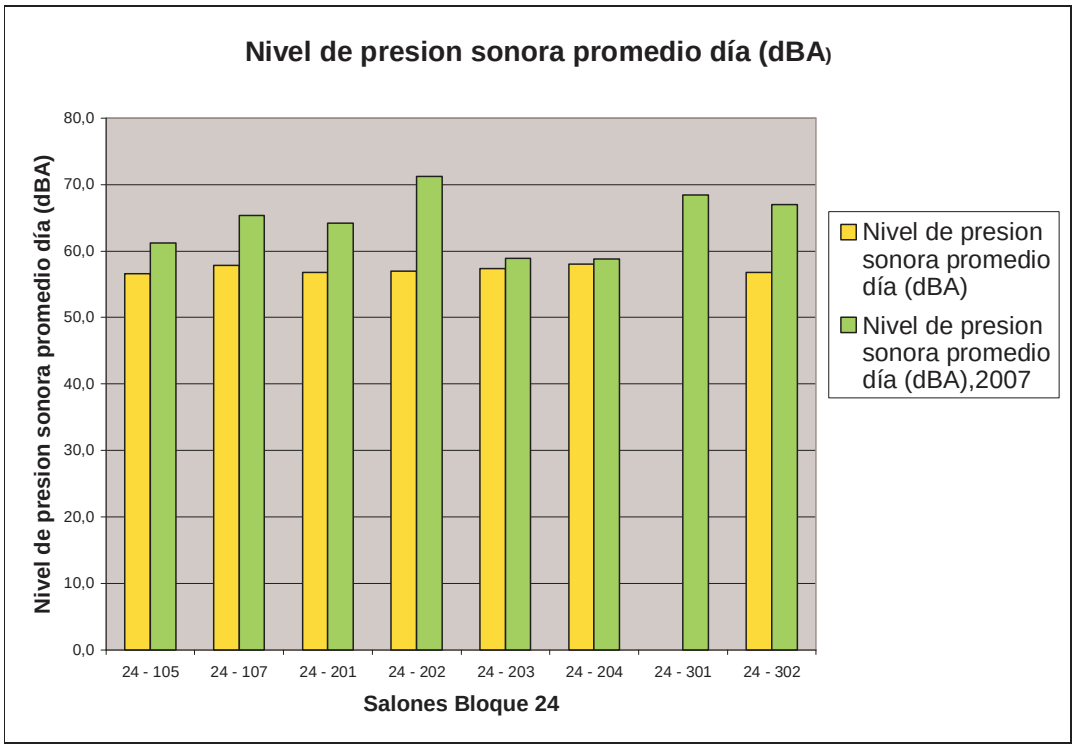


Figura 1. Comparación de los niveles de presión sonora Bloque 24.

- Al hacer hallar una diferencia porcentual entre los valores medidos y los valores teóricos que se tenían establecidos para la zona de estudio se observa que para los salones 24-202 y 24-302 las diferencias fueron muy altas, 24,9% y 18,0% respectivamente.

- En los salones 24-105, 24-107, 24-201,24-203 y 24-204 se presentaron diferencias porcentuales muy bajas entre los valores medidos y los teóricos, todas las diferencias están por debajo de 13,1%.

- Al salón 24-301, debido a que no se tenía el valor teórico, no se le hizo la comparación realizada a los otros.

- Las mediciones en el salón 24-203 en los tres horarios se tomaron bajo condiciones similares de ruido, en los tres horarios en el salón no se estaba dando clase, por lo cual se puede decir que el nivel de ruido en un aula de clase vacía es aproximadamente de 58,9 dB(A).

- Con base en las mediciones hechas en el salón 24-203 en el horario de la mañana y con el salón vacío se puede afirmar que bajo estas condiciones el nivel de ruido máximo aproximado es de 52,8 dB(A).
- El salón 24-105 en el horario de la mañana se encontraba en una clase totalmente llena, bajo estas condiciones el nivel de ruido sería de 65,0 dB(A) aproximadamente.

- Bajo las condiciones de salón vacío y en el horario del medio día podemos percibir que el nivel de ruido es de 58,9 dB(A), como se nota el salón 24-203 en ese horario.

- Un salón vacío en el horario de la tarde, comprendido entre las 4:00 y las 6:00 presenta un nivel de ruido de 57,3 dB(A), basándonos en el salón 24-105. Esta medida difiere mucho de las obtenidas en los demás horarios debido tanto al aumento del flujo vehicular como al de las actividades extraclase que se presentan en la unidad deportiva. Por estos mismos motivos, un salón lleno en ese mismo horario, según los datos obtenidos en el salón 24-202, son extremadamente altos y muy por encima de las normas ambientales.

- Se presenta un aumento en los niveles de ruido desde el último estudio realizado, aunque en algunos puntos de medición este aumento es mínimo, hay lugares donde este aumento es bastante insignificante, pero esto no quiere decir que no exista una problemática.

5. CONCLUSIONES

- A pesar de que el bloque 24 se encuentra cerca de una vía con alta circulación de vehículos, esta fuente no genera una cantidad tal de ruido que haga que se supere el nivel de presión sonora permitido.

- Se pudo observar que los salones del Bloque 24 que se encuentran al costado norte presentan mayor ruido que los que están al costado sur, esto se puede presentar debido a que este costado se encuentra en dirección a la avenida y a las chanchas deportivas, fuentes que si no generan una emisión muy fuerte de ruido, si son considerables.

- El costado sur del bloque es menos ruidoso ya que se encuentra junto al bloque 21, lo que hace mas dificil la transmisión libre de las ondas sonoras. Además esta bastante rodeado de árboles, aunque esto no implique una disminución del ruido, si opaca el viaje de estas ondas.

- Aunque en la mayoría de las mediciones los salones no se encontraron llenos, si se notó que el ruido del camino hacia la salida posterior de la universidad, que es bastante concurrido, el generado por el paso frecuente de aviones, las grabadoras en diferentes salones, la congestión vehicular y las actividades en la zona deportiva, hicieron aportes significantivos al ruido.

- Arriesgándonos a predecir el nivel de contaminación del ruido del Bloque completo, solo basándonos en los 8 salones utilizados para la medición de éste, se presenta que el bloque excede los niveles permitidos para el ruido en las universidades, ya que su promedio es de 66.3 dB(A), lo que representa una problemática tanto social como económica.

- Las comparaciones basadas en las mediciones teóricas no resultan ser muy precisas, ya que estas fueron tomadas bajo condiciones desconocidas, incluso un salón no registra medida de ruido, y por ende no se tuvieron en cuenta las mismas condiciones para realizar las mediciones experimentales, como por ejemplo que la ubicación del receptor fuera la misma para ambos casos o los puntos donde se realizaron.

- El nivel de ruido ambiental en el bloque 24 es alto, como se puede comprobar con las mediciones realizadas en los salones vacíos, el cual sumado a otros ruidos generados en clases promedio demuestra que las personas que estén presentes en estas estarán expuestas a niveles de ruido que podrían considerarse indeseables.

- En nuestra ciudad estamos adaptados a uno niveles altos de ruido, incluso percibimos como silenciosos sitios con niveles de ruido entre 50 y 55 dB(A), como los casos de salones vacíos, que para otros países son considerados altos.

- Es dificil encontrar soluciones a una problemática que no es particular de la Universidad sino de toda la ciudad, incluso del país. Las soluciones podrían radicar en medidas que no le competen directamente a la Universidad sino a la ciudad en sí; medidas como la reducción de la circulación de vehículos o un cambio cultural en los habitantes serían la solución al problema.

- La posibilidad de usar barreras en la Universidad para atenuar el nivel de ruido que se percibe en las aulas se ve poco probable. Medidas como sellar ventanas traerían más perjuicios que beneficios.

- La única posición que podría tomar la Universidad en este aspecto es el control o la eliminación de ruidos que se generen al interior de sus instalaciones.

- Los estudiantes como receptores del ruido pueden tomar la posición de no exponerse durante periodos largos a niveles altos de ruido, en caso de ser posible, y adicionalmente procurar no ser fuentes generadoras del mismo.

- Los niveles de presión sonora han venido aumentando con el paso del tiempo, como se pudo percibir con esta practica, lo que nos hace pensar que en un futuro no muy lejano existan graves daños por causa de tal problema, y lo que es mas preocupante aún, es que mientras mas aumentan estos niveles , mas nos adaptamos a ellos.

6. REFERENCIAS

HARRIS, Cryl M. Manual para el control del ruido. Editorial Mc. Graw Hill. Tomo I, edición español. España. ISBN 84-7088-202-3.1977.

HARRIS, Cryl M. Manual de medios acústicos y control del ruido. Editorial Mc. Graw Hill. Tercera edición. España. ISBN 84-481-0304-1.1995.

Resolución 0627, artículo 9, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Colombia, 7 de Abril de 2006.
www.minambiente.gov.co/juridica_normatividad/normatividad/**2006**/res_627_070406.pdf -

DUQUE CAMPERO, Sara Eugenia; FÉLIX VELANDIA, Manuel Fernando; RODRÍGUEZ VANEGAS, Ricardo José; TORRES CADAVID, Lorena; VANEGAS HENAO, Mauricio Andrés; ÚRAN, Andrés Julián. EVALUACIÓN DEL RUIDO EN LA FACULTAD DE MINAS. Trabajo Práctico Curso de Higiene y Seguridad Industrial, Universidad Nacional de Colombia, Facultad De Minas, Escuela de Ingeniería de la Organización. Medellín, 16 Mayo 2006. 27 p. En la sección de reserva de la biblioteca.

BEDOYA, Julián. El hombre y su ambiente. Universidad Nacional de Colombia.
2da. Ed. 1997. pag. 107-113 Biblioteca de Minas.

ESTUDIO DE RUIDO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL SEDE MEDELLÍN
(Práctica de ruido)

JEISMAN ANAYA - (jpanaya@unalmed.edu.co)
MARÍA ALEJANDRA DÍAZ - (madiaz@unalmed.edu.co)
MARÍA ALEJANDRA GÓMEZ - (magomezp@unalmed.edu.co)
CINDY HERNANDEZ - (cphernan@unalmed.edu.co)
ANDRES MARCELO JÍMENEZ - (amjimeneg@unalmed.edu.co)
CLAUDIA MORALES CASTRILLON - (cpmorale@unalmed.edu.co)
PAULA ANDREA OSPINA LOPEZ - (paospinal@unalmed.edu.co)
PAULA ANDREA RUIZ LOPERA - (paruiz@unalmed.edu.co)

Julián Bedoya - Beatriz Henao
Profesores

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE MINAS
MEDELLIN, 25 de Septiembre
2007

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS……..……..……vii

LISTA DE FIGURAS……..viii

RESUMEN…….…...…ix

1. INTRODUCCIÓN……..2
2. OBJETIVOS……3
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA…….4
4. TRABAJO DE CAMPO…….8

4.1.AREA DE ESTUDIO…….8
4.2.MEDOLOGÍA EMPLEADA…….8
4.3.RESULTADOS DE LAS MEDICIONES……..9
4.4.MODELO DE CALCULO…….21
4.5.INTENSIDAD PROMEDIO POR DIA PARA CADA PUNTO..21
4.6.INTENSIDAD PROMEDIO POR DIA PARA CADA SALON..22

5. MAPA DEL RUIDO……...…24

5.1.MAPA DEL RUIDO DEL BLOQUE 41……....22
5.2.MAPA DEL RUIDO DEL BLOQUE 46……26

6. ANALISIS DE RESULTADOS…….…….28
7. CUMPLIMIETNO DE LOS OBJETIVOS DE LA PRACTICA…30
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……...32
9. REFERENCIAS……...……33

LISTA DE TABLAS

1. Tabla 1. Medición tomada a las 8:00 am……..9
2. Tabla 2. Medición tomada a las 2:00 pm.……12
3. Tabla 3. Medición tomada a las 6:00 pm.…….16
4. Tabla 4. Promedio de medidas……..20
5. Tabla 5. Intensidad Promedio por día para cada punto…….21
6. Tabla 6. Intensidad Promedio por día para cada salón……22

1. INTRODUCCIÓN

El bienestar individual y colectivo en el campo personal, profesional y laboral debe estar en concordancia con la buena calidad de vida, cumpliendo con todos los requerimientos necesarios para que las personas estén integralmente bien. Tomando esto como premisa, el medio donde habita una persona debe cumplir con parámetros de silencio, tranquilidad, no contaminación, buen olor, adecuadas condiciones ambientales, riesgos de accidentalidad y enfermedad mínimas, para que en primer lugar esté sano y pueda realizar sus labores de manera eficiente y eficaz.

Nos encontramos en una ciudad muy ruidosa, donde los niveles de ruido tienen gran impacto en la realización de nuestras actividades y bienestar en general. Caminar por una avenida, trabajar en una planta o cerca de una fuente de ruido de magnitud considerable y molesta, son algunas de las situaciones que enfrentamos y hacen que los niveles de desempeño disminuyan y nuestra salud desmejore sin darnos cuenta de inmediato. La Universidad Nacional no se encuentra alejada de esta situación y presenta en sus sedes algunos inconvenientes que algunas veces frustran las actividades propias de estudiantes, docentes y trabajadores.

Por ello, es necesario considerar la problemática que se vive en las aulas, para evaluar las implicaciones negativas existentes a causa de ruido, y dar posibles soluciones que contribuyan en el adecuado desarrollo de la labor educativa.

RESUMEN

Aunque no lo creamos día a día estamos expuestos a muchos factores que alteran la función normal de nuestros sentidos. El oído es uno de ellos y se ve afectado en su máxima extensión por el ruido, que es un contaminante muy común en nuestro medio. El ruido se define como un sonido indeseable y perturbador que puede resultar perjudicial para quien lo percibe y se transmite por compresiones y vacío.

La práctica de ruido nos ayudó a conocer como los bloques 41 y 46 del núcleo el volador de nuestra universidad, son afectados por este contaminante, en la muestra tomada en dichos lugares se pudo observar los niveles de contaminación acústica a los cuales están sometidos los estudiantes, docentes y demás personal que pasa la mayor parte del tiempo en estos sitios.

Las muestras fueron tomadas con un instrumento llamado sonómetro, este instrumento consta de un micrófono, un amplificador y un indicador de nivel de potencia, el micrófono detecta las pequeñas variaciones de la presión del aire producidas por las ondas de compresión del sonido éstas se amplifican y se registran mostrándolas en la pantalla, en unidades de decibeles. Para realizar las mediciones los integrantes se dividieron en tres grupos: el de las 8:00a.m., el de las 2:00p.m. y el de las 6:00p.m. El día martes 4 de septiembre.

El trabajo de investigación nos mostró como se propaga el ruido, como depende de cada hora del día y cuales son sus principales fuentes, también se observó como el ruido conlleva efectos físicos, sicológicos y sus respectivas consecuencias.

Las mediciones de este semestre comparadas con la evaluación preliminar del nivel de ruido que realizó la oficina de planeación, mostraron un aumento a tener en cuenta ilustrados en las tablas y gráficos expuestos en este trabajo.

Tomar correcciones frente a este tipo de contaminante es algo muy complejo ya que depende de una previa planeación, de la disposición de estudiantes, docentes y empleados a contribuir con el silencio y a crear conciencia del daño que se está produciendo en nuestro ambiente.

ABSTRACT

Although we did not believe day to day we are exposed to many factors that alter the normal function of our senses, the ear is one of them and one is affected in its maxim extension by the noise that is a polluting agent very common in our means. The noise is defined as an undesirable and disturbing sound that can be detrimental for who perceives and it transmits by compressions and emptiness.

The noise practice helped us to know like the buildings 41 and 46 of the "núcleo el volador" of our university are affected by this polluting agent, in the sample taken in these places could be observed the levels of acoustic contamination which the students, teachers and other personnel are put under who happens most of the time in these sites.

The samples were taken with an instrument called sound level meter, this instrument consists of a microphone, an amplifier and a level of power, the microphone detects the small variations of the pressure of the air produced by the waves pressure of the sound, these are amplified and they are registered showing them in the screen in decibeles. To make the measurements the members were divided in three groups: of the 8:00 o'clock, of the 2:00 o'clock and of the 6:00 o'clock. September 4.

The investigation showed us as the noise propagates, as it depends on hourly on the day and as they are his main sources, also was observed as the noise entails physical and psychological effects and their respective consequences.

The compared measures of this semester with the preliminary evaluation of the noise level that made the planning office, showed an increase to consider which acquire knowledge in the tables and graphs exposed in this work.

To take corrections as opposed to this type of polluting agent is something very complex since it depends on a previous planning; the disposition of the students, teachers and employees to contribute with silence and create conscience of the damage that is taking place in our atmosphere.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Emplear los conocimientos vistos en clase y revisados en la bibliografía, para el análisis de ruido en las aulas de clase de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín -.

Objetivos Específicos

- Identificar el área de estudio y las principales fuentes de ruido que la rodean.

- Hacer mediciones que nos muestren la cantidad de ruido presente en las aulas estudiadas.

- Analizar los datos obtenidos en la medición, para llegar a conclusiones y proceder a la realización de recomendaciones que actúen sobre la problemática, facilitando el control de los niveles de ruido que superen los márgenes permitidos y el buen desempeño de docentes, alumnos y trabajadores.

- Conocer que consecuencias trae el ruido en nuestra sociedad, especialmente en el área de estudio.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

¿Qué es el ruido?
El ruido es una noción subjetiva aplicada a cualquier sonido no deseado, que puede resultar perjudicial, perturbador o dañino para quien lo percibe.
La contaminación acústica debida al ruido es un grave problema medioambiental, que afecta al hombre en numerosas facetas (su oído, su capacidad de comunicación y su conducta), por lo que el control del mismo, desde el punto de vista económico, médico y legal, ha llegado a ser enormemente importante, por favorecer el mejoramiento de la calidad de vida, y lograr sustancialmente, que el mundo sea un lugar más agradable para vivir.

¿Cómo se transmite el ruido?
El ruido puede llegar al receptor por muchos medios. Por ejemplo, cuando se escucha música del apartamento contiguo, algo del sonido es transmitido al receptor a través del aire que sale de la ventana de dicho apartamento, actuando el aire exterior como medio. Por otra parte, algo del sonido transmitido golpeará en las paredes, forrándolas de una breve vibración, de la cual, una fracción irá a través de la estructura del edificio y hará que otras superficies de las paredes vibren e irradien el sonido, mientras que la otra fracción, puede ser comunicada al suelo a través de un medio sólido, haciéndolo vibrar, y por consiguiente transmitiendo el sonido al apartamento de abajo.

Por aplicaciones prácticas, se representa la transmisión del sonido de una fuente al receptor, mediante el siguiente diagrama:

Aquí, las líneas continuas representan la transmisión de sonido de una fuente al receptor; las líneas discontinuas, la interacción entre los elementos del diagrama, pues se sabe que el sonido no es siempre constante, y que se ve afectado tanto por la fuente, como por el medio que se utilice para transmitirlo y el tipo de receptor. Los medios pueden ser el aire, el agua, entre otros; el receptor puede ser una persona, un grupo de personas, o una delicada pieza que se vea afectada por el ruido; y la fuente (puede haber más de una fuente de sonido) bien puede ser una máquina, el tráfico vehicular o aéreo, sistemas de ventilación, o las conversaciones y murmullos de los otros.

Efectos del ruido
El ruido actúa a través del órgano del oído sobre los sistemas nerviosos central y autónomo. Cuando el estímulo sobrepasa determinados límites, se produce sordera y efectos patológicos en ambos sistemas, tanto instantáneos como diferidos. A niveles mucho menores, el ruido produce malestar y dificulta o impide la atención, la comunicación, la concentración, el descanso y el sueño. La reiteración de estas situaciones puede ocasionar estados crónicos de nerviosismo y estrés lo que, a su vez, lleva a trastornos psicofísicos, enfermedades cardiovasculares y alteraciones del sistema inmunológico.
Se pueden resumir los efectos del ruido en las siguientes categorías:

- **Malestar:** este es quizá el efecto más común del ruido sobre las personas y la causa inmediata de la mayor parte de las quejas. La sensación de malestar procede no sólo de

la interferencia con la actividad en curso o con el reposo, sino también de otras sensaciones, menos definidas pero a veces muy intensas, de estar siendo perturbado. Las personas afectadas hablan de intranquilidad, inquietud, desasosiego, depresión, desamparo, ansiedad o rabia. Todo aquello, contrasta con la definición de "salud" dada por la OMS: "Un estado de completo bienestar físico, mental y social, no la mera ausencia de enfermedad".

- **Interferencia con la comunicación**: el nivel del sonido de una conversación en tono normal es, a un metro del hablante, de entre 50 y 55 dBA. Hablando a gritos se puede llegar a 75 u 80. Por otra parte, para que la palabra sea perfectamente perceptible es necesario que su intensidad supere en alrededor de 15 dBA al ruido de fondo.
  Por lo tanto, un ruido superior a 35 ó 40 decibelios provocará dificultades en la comunicación oral que sólo podrán resolverse, parcialmente, elevando el tono de voz. A partir de 65 decibelios de ruido, la conversación se torna extremadamente difícil.
  Situaciones parecidas se dan cuando el sujeto esta intentando escuchar otras fuentes de sonido (televisión, música, etc.). Ante la interferencia de un ruido, se reacciona elevando el volumen de la fuente creándose así una mayor contaminación sonora sin lograr totalmente el efecto deseado.

- **Pérdida de atención, de concentración y de rendimiento**: es evidente que cuando la realización de una tarea necesita la utilización de señales acústicas, el ruido de fondo puede enmascarar estas señales o interferir con su percepción. Por otra parte, un ruido repentino producirá distracciones que reducirán el rendimiento en muchos tipos de trabajos, especialmente en aquellos que exijan un cierto nivel de concentración.
  En ambos casos se afectará la realización de la tarea, apareciendo errores y disminuyendo la calidad y cantidad del producto de la misma.
  Algunos accidentes, tanto laborales como de circulación, pueden ser debidos a este efecto.
  En ciertos casos las consecuencias serán duraderas, por ejemplo, los niños sometidos a altos niveles de ruido durante su edad escolar no sólo aprenden a leer con mayor dificultad sino que también tienden a alcanzar grados inferiores de dominio de la lectura.

- **Trastornos del sueño:** el ruido influye negativamente sobre el sueño de tres formas diferentes que se dan, en mayor o menor grado según peculiaridades individuales, a partir de los 30 decibelios:

  1. Mediante la **dificultad o imposibilidad de dormirse.**
  2. Causando **interrupciones del sueño** que, si son repetidas, pueden llevar al insomnio. La probabilidad de despertar depende no solamente de la intensidad del suceso ruidoso sino también de la diferencia entre ésta y el nivel previo de ruido estable. A partir de 45 dBA la probabilidad de despertar es grande.
  3. Disminuyendo la **calidad del sueño**, volviéndose éste menos tranquilo y acortándose sus fases más profundas, tanto las de sueño paradójico (los sueños) como las no-paradójicas. Aumentan la presión arterial y el ritmo cardiaco, hay vasoconstricción y cambios en la respiración.

Como consecuencia de todo ello, la persona no habrá descansado bien y será incapaz de realizar adecuadamente al día siguiente sus tareas cotidianas. Si la situación se prolonga, el equilibrio físico y psicológico se ven seriamente afectados.
Con frecuencia se intenta evitar o, al menos atenuar, estas situaciones mediante la ingestión de tranquilizantes, el uso de tapones auditivos o cerrando las ventanas para dormir. Las dos primeras prácticas son, evidentemente, poco saludables por no ser naturales y poder acarrear dependencias y molestias adicionales. La tercera hace también perder calidad al sueño por desarrollarse éste en un ambiente mal ventilado y/o con una temperatura demasiado elevada.

- **Daños al oído:** el efecto descrito en este apartado (**pérdida de capacidad auditiva**) no depende de la cualidad más o menos agradable que se atribuya al sonido percibido ni de que éste sea deseado o no. Se trata de un efecto físico que depende únicamente de la intensidad del sonido, aunque sujeto naturalmente a variaciones individuales.

    - En la sordera transitoria o **fatiga auditiva** no hay aún lesión. La recuperación es normalmente casi completa al cabo de dos horas y completa a las 16 horas de cesar el ruido, si se permanece en un estado de confort acústico (menos de 50 decibelios en vigilia o de 30 durante el sueño).
    - La **sordera permanente** está producida, por exposiciones prolongadas a niveles superiores a 75 dBA, ó por sonidos de corta duración de más de 110 dBA, o bien por acumulación de fatiga auditiva sin tiempo suficiente de recuperación. Hay lesión del oído interno (células ciliadas externas de la superficie vestibular y de las de sostén de Deiters). Se produce inicialmente en frecuencias no conversacionales, por lo que el sujeto no la suele advertir hasta que es demasiado tarde, salvo casos excepcionales de auto observación. Puede ir acompañada de zumbidos de oído (**acúfenos**) y de trastornos del equilibrio (**vértigos**).

- **El estrés (sus manifestaciones y consecuencias):** Las personas sometidas de forma prolongada a situaciones como las anteriormente descritas (ruidos que hayan perturbado y frustrado sus esfuerzos de atención, concentración o comunicación, o que hayan afectado a su tranquilidad, su descanso o su sueño) suelen desarrollar algunos de los síndromes siguientes:
    - **Cansancio** crónico
    - **Tendencia al insomnio**
    - **Enfermedades cardiovasculares**: hipertensión, cambios en la composición química de la sangre, isquemias cardiacas, etc. Se han mencionado aumentos de hasta el 20% o el 30% en el riesgo de ataques al corazón en personas sometidas a más de 65 decibelios en periodo diurno.
    - **Trastornos del sistema inmune** responsable de la respuesta a las infecciones y a los tumores.
    - **Trastornos psicofísicos** tales como ansiedad, manía, depresión, irritabilidad, náuseas, jaquecas, y neurosis o psicosis en personas predispuestas a ello.
    - **Cambios conductuales**, especialmente comportamientos antisociales tales como hostilidad, intolerancia, agresividad, aislamiento social y disminución de la tendencia natural hacia la ayuda mutua.

- **Efectos sociales y económicos:** La combinación de todos los factores anteriormente descritos ha convertido en inhóspitas muchas ciudades, deteriorando en ellas fuertemente los niveles de comunicación y las pautas de convivencia. En consecuencia,

un número creciente de ciudadanos ha fijado su residencia en lugares inicialmente más sosegados.

Actualmente, las pérdidas económicas anuales por los niveles de ruido son altísimas, y a esto contribuye la pérdida del valor en los inmuebles, la baja productividad laboral, la disminución de ingresos por turismo de algunas ciudades líderes en este sector y hasta los daños materiales producidos en algunos edificios por sonidos de baja frecuencia y vibraciones.

Medida Del Ruido

La intensidad de los distintos ruidos se mide en decibeles, unidad de medida de la presión sonora. El umbral de audición está en 0dB (Mínima intensidad del estímulo), el umbral de dolor está entre 130 y 140 dB, y la ruptura de tímpano se presenta a 160 dB. El oído humano tiene la capacidad de soportar cierta intensidad de los ruidos; si estos sobrepasan los niveles aceptables, provocan daños en el órgano de la audición. En la ciudad, los niveles de ruido oscilan entre 35 y 85 dBA, estableciéndose que entre 60 a 65 dBA se ubica el umbral del ruido diurno que comienza a ser molesto. Por ejemplo en una biblioteca se tienen 40 dBA, en una conversación en voz alta 70 dBA, el tráfico en una calle con mucho movimiento sobre 85 dBA y el despegue de un avión 120 dBA.

4. TRABAJO DE CAMPO

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

El área delimitada para la evaluación fueron los salones de los bloques 46 (primero y segundo piso) y 41 (auditorios del primer piso), los cuales se encuentran ubicados en la sede de agronomía de la Universidad Nacional. Los salones difieren en tamaño, algunos pueden albergar de 60 a 90 personas y otras tan solo de 25 a 35 personas.

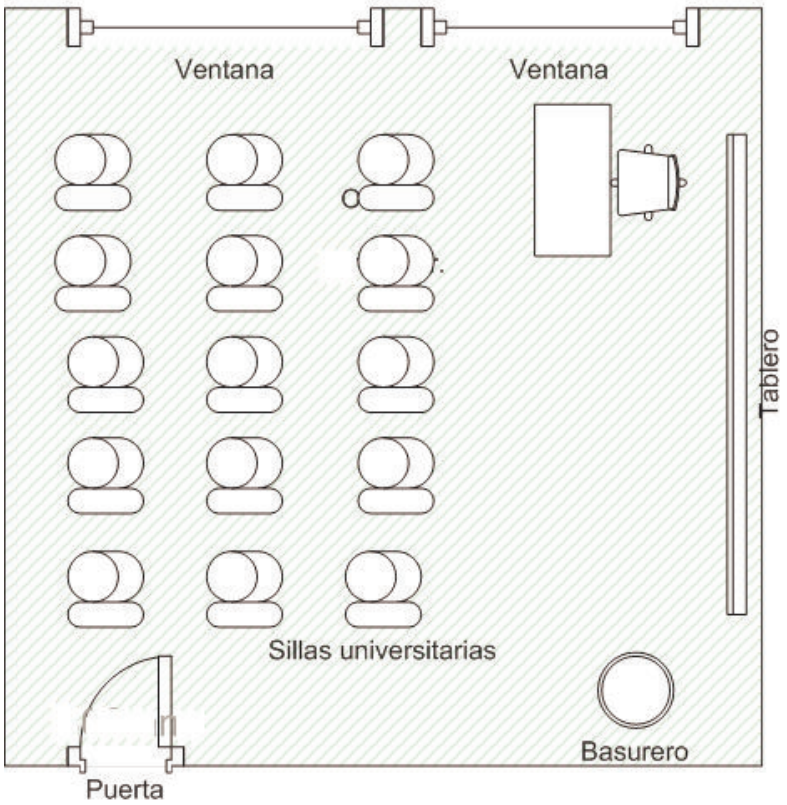


Grafico 1. Gráfico de una aula modelo donde fueron realizados los estudios

4.2. METODOLOGÍA EMPLEADA

Para realizar el estudio de ruido utilizamos el sonómetro como instrumento de medida, en el rango de 50 a 100 dB, en la escala A, y en el modo lento (slow), para obtener datos más precisos. Tomamos mediciones desde las 8:00 a.m. hasta las 7: 00 p.m., unas en las horas de la mañana, otras en la tarde, y las últimas en la noche. Para cada salón, tomamos siete mediciones cada 20 segundos, en 5 puntos diferentes (las cuatro esquinas y el centro).
Seguidamente, hicimos un reconocimiento del entorno, de la ubicación de los salones, las fuentes contaminantes y condiciones de los salones en si, como tamaño y mecanismos que pueden contribuir a aislar el ruido.

Nota: el trabajo de campo fue realizado el 4 de septiembre, y los sonómetros fueron prestados por Redaire.

4.3. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

Las tablas siguientes presentan los datos de las mediciones realizadas el martes 4 de septiembre de 2007 en los bloques 41 y 46, con la metodología descrita anteriormente.

Salon	punto 1	punto 2	punto 3	punto 4	punto5
41-103	52,7	66,2	66,8	65,6	57,4
	59,0	73,4	59,3	64,6	66,4
	68,7	71,3	53,8	55,1	57,8
	61,0	59,7	64,4	62,9	59,3
	60,4	58,2	70,8	65,9	52,9
	55,2	59,8	61,2	69,1	56,8
	71,4	74,3	50,8	69,5	59,2
41-104	64,0	61,4	71,0	68,7	60,8
	52,7	63,8	58,7	59,3	58,2
	55,3	54,7	68,2	56,0	54,5
	66,1	54,1	64,2	65,5	53,0
	53,8	53,1	65,6	69,5	63,1
	63,7	60,0	56,1	64,2	69,9
	54,7	56,1	63,1	65,4	51,3
46-101	40,4	65,3	33,1	58,5	57,9
	34,7	47,5	26,7	43,2	48,5
	39,6	56,4	65,1	50,8	49,4
	46,6	51,6	39,9	52,0	46,6
	50,5	55,7	33,6	52,6	56,0
	50,0	48,4	30,4	46,7	57,5
	49,0	48,0	27,8	43,2	50,2
No había clase					
46-103	59,4	64,3	69,0	66,7	60,6
	60,8	69,2	67,0	71,8	67,0
	66,7	74,1	59,0	72,0	72,1
	61,1	72,1	67,7	75,3	65,0
	61,6	70,2	70,5	76,2	66,5
	62,8	65,3	65,1	72,7	58,0
	65,2	74,4	55,8	69,5	69,9
46-104	59,1	67,7	54,5	71,6	62,8
	60,7	66,5	55,9	74,6	78,5
	59,3	67,3	62,3	66,2	75,9
	60,2	76,5	58,4	66,1	61,3
	79,5	80,4	62,1	68,5	73,5
	68,5	72,8	51,3	67,1	66,4
	61,4	68,6	65,6	74,3	68,0
46-105	55,3	61,0	50,1	65,4	58,0

Salon	punto 1	punto 2	punto 3	punto 4	punto5
	56,3	53,8	50,2	57,5	56,8
	52,7	52,5	51,4	55,6	53,9
	56,0	66,0	51,0	59,4	54,5
	57,6	52,1	56,7	57,5	54,6
	57,8	53,2	55,9	52,5	53,2
	58,2	57,9	53,4	58,6	51,7
No había clase.					
46-106	60,2	55,2	61,1	65,2	76,6
	76,2	64,4	55,7	59,5	65,4
	55,8	57,7	57,6	58,1	79,6
	51,7	71,5	54,7	69,5	72,7
	54,0	68,4	55,3	68,1	60,6
	57,0	62,1	55,1	73,3	60,1
	69,0	61,0	70,9	57,3	58,2
46-112	59,7	63,5	67,7	67,4	59,8
	61,7	54,3	53,7	59,1	61,0
	60,0	59,0	60,0	57,1	61,8
	62,9	56,9	59,5	57,8	60,2
	69,2	54,0	53,9	64,2	64,8
	62,6	57,8	57,9	63,9	65,0
	63,1	53,0	52,4	62,3	59,8
46-114	60,4	52,5	52,6	61,3	62,2
	56,6	66,6	57,6	59,9	56,0
	63,5	65,6	60,9	63,5	62,0
	57,1	61,0	60,9	57,4	62,2
	64,4	55,8	57,7	66,1	64,2
	58,0	67,7	57,0	66,9	65,8
	49,1	57,5	50,5	50,5	80,0
46-116	63,7	64,6	61,4	69,8	62,7
	55,3	61,1	55,7	58,8	58,1
	59,4	59,6	56,9	61,0	60,5
	58,1	61,1	63,0	58,5	62,2
	57,5	63,9	57,9	59,3	63,2
	62,7	60,4	62,7	60,6	54,8
	60,9	57,3	60,1	57,5	60,1
46-203-A	80,7	72,9	76,5	71,6	75,9
	76,6	69,1	73,0	70,3	74,4
	73,5	70,9	76,4	76,6	62,8
	71,3	68,2	74,1	70,9	72,9
	72,4	60,2	75,0	77,0	68,5
	77,1	71,7	67,4	67,3	68,3
	75,6	70,5	73,9	76,6	72,3

Salon	punto 1	punto 2	punto 3	punto 4	punto5
46-203-B	63,8	60,0	62,9	63,3	64,6
	66,9	68,0	62,7	63,6	62,5
	62,8	63,3	59,7	55,5	64,6
	58,5	59,9	73,2	76,2	62,4
	67,0	65,7	56,9	61,0	67,7
	61,2	63,7	66,4	71,1	61,6
	51,6	68,9	63,1	63,5	54,0
46-204-A	57,0	57,5	71,7	68,2	55,9
	59,1	62,9	68,2	63	61,9
	65,5	60,4	52,3	51,1	51,5
	56,7	62,9	57,1	53,9	66,1
	57,2	56,7	55,0	50,7	50,5
	57,9	57,8	53,9	52,8	67,8
	66,2	60,0	58,0	58,2	63,7
46-204-B	54,1	62,7	59,9	64,6	56,0
	57,5	56,2	63,2	53,3	54,1
	59,6	58,8	50,4	61,7	62,2
	65,6	65,7	53,2	54,7	65,0
	65,1	66,1	58,2	52,1	65,8
	63,6	62,0	52,5	53,6	59,2
	62,9	64,1	53,3	68,7	58,8
46-205-A	56,1	61,0	53,8	68,8	55,5
	53,6	52,3	57,4	57,3	54,1
	55,9	51,3	51,4	49,9	51,9
	59,9	50,7	53,2	51,9	53,5
	60,7	51,7	54,2	53,8	54,3
	55,1	56,3	60,2	57,4	59,3
	57,6	53,0	56,8	54,9	52,2
46-205-B	56,3	60,3	69,9	59,4	76,7
	60,0	78,9	62,8	81,4	58,9
	67,3	82,2	71,1	80,7	59,7
	59,4	66,5	65,7	68,4	72,1
	70,5	61,1	69,2	60,8	61,3
	74,3	64,5	73,2	63,3	72,0
	71,7	65,7	77,8	66,4	57,0
46-208	70,5	73,4	73,2	68,5	74,3
	70,4	68,9	69,0	73,6	69,0
	70,7	75,1	74,9	68,7	70,0
	71,0	74,3	74,4	73,7	70,8
	83,6	72,0	71,4	73,9	72,4
	69,5	74,5	77,6	67,9	68,9

Salon	punto 1	punto 2	punto 3	punto 4	punto5
	75,9	77,1	75,1	77,6	74,2
46-209	55,9	57,7	58,8	58,0	64,1
	57,8	64,0	62,6	60,8	57,5
	64,3	60,5	61,8	62,0	58,0
	60,8	58,2	60,8	61,5	65,7
	55,9	61,5	52,3	52,8	52,9
	64,9	57,7	61,5	64,1	64,6
	59,2	55,9	53,9	53,5	52,0
46-210	73,0	80,3	63,2	70,1	71,2
	73,6	72,4	65,4	64,8	73,4
	71,3	69,3	69,8	73,6	70,7
	79,1	78,2	75,1	66,6	65,6
	75,6	72,5	67,8	73,8	66,1
	72,4	73,1	68,1	66,8	72,8
	72,7	69,1	68,0	70,4	55,4
46-212	58,6	57,8	58,3	59,4	60,6
	53,8	56,1	55,6	54,5	57,8
	55,9	56,3	59,5	58,4	61,5
	56,5	60,3	55,3	57,5	56,4
	57,9	56,2	58,7	59,6	53,1
	57,6	59,9	53,8	59,2	60,4
	59,0	54,0	55,0	59,1	49,2
No había clase					

TABLA 1. Medición tomada a 8 am

Salon	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
41-103	53,8	61,9	61,7	63,7	62,2
	59,8	58,9	61,8	62,7	54,8
	67,2	66,6	64,8	67,1	51,8
	62,8	63,7	71,1	64,3	67,4
	63,0	63,0	57,1	62,9	54,5
	53,4	62,2	62,6	68,6	57,4
	50,6	65,4	63,9	67,8	52,8
41-104	50,3	59,1	67,2	61,9	69,1
	56,3	75,2	58,1	60,7	60,1
	65,3	65,9	56,4	68,9	74,7
	61,8	71,8	66,6	68,5	75,7
	71,0	73,2	62,2	55,5	73,5
	53,6	74,4	58,6	60,9	76,7
	54,1	65,6	52,7	52,4	71,9
46-101	66,4	59,2	59,1	61,3	56,0

	60,7	53,4	57,7	52,1	62,6
	56,5	51,1	56,1	60,2	54,5
	54,3	51,2	63,9	54,7	59,3
	63,5	51,0	58,8	55,3	61,6
	46,6	52,7	57,6	56,5	77,1
	54,9	55,3	59,2	61,2	66,2
46-103	67,8				
	58,9				
	60,2				
	56,9				
	56,4				
	61,1				
	59,8				
Salon cerrado					
46-104	71,6	75,6	73,6	68,7	67,8
	70,2	77,9	72,7	73,5	68,0
	60,2	70,8	74,1	71,0	65,6
	58,7	67,6	65,5	65,4	67,9
	63,6	73,7	71,8	73,3	65,8
	70,4	72,3	74,2	64,9	65,3
	69,5	79,2	76,2	71,6	64,8
46-105	61,0	51,8	62,0	60,0	61,1
	51,7	52,6	66,4	65,2	62,7
	52,6	57,2	67,8	66,5	57,1
	58,6	53,1	71,2	65,5	58,5
	60,6	49,4	64,7	59,1	57,1
	60,8	68,8	61,0	56,0	64,5
Salón cerrado.	56,7	58,6	57,5	55,7	65,3
46-106	64,3				
	63,9				
	63,0				
	61,0				
	61,1				
	59,6				
	60,4				
Salón cerrado.					
46-112	63,3				
	60,4				
	62,0				
	61,4				
	64,1				
	60,9				
	62,9				

Salón cerrado.					
46-114	64,2				
	64,9				
	66,0				
	60,7				
	64,1				
	59,8				
	61,1				
Salón cerrado.					
46-116	67,4	64,3	58,1	55,6	62,0
	68,2	70,6	66,6	60,1	58,2
	60,8	53,5	52,6	61,5	57,4
	62,5	63,7	68,1	66,0	56,6
	69,9	62,4	72,1	58,2	68,8
	60,2	57,2	65,0	64,6	62,2
	62,4	62,6	63,0	61,6	57,3
46-203-A	67,4				
	70,0				
	65,2				
	65,5				
	68,5				
	67,3				
	65,6				
Salón cerrado.					
46-203-B	60,8				
	63,7				
	60,3				
	64,4				
	65,0				
	62,0				
	63,2				
Los estudiantes estaban saliendo de la clase mientras se tomaban las mediciones.					
46-204-A	71,7	53,2	81,9	71,5	56,8
	70,5	48,4	67,8	56,1	63,2
	68,7	68,8	73,1	61,3	59,3
	71,3	54,3	72,7	58,1	56,2
	69,7	57,1	69,8	54,7	56,0
	68,9	58,3	72,1	56,6	62,5
	61,5	62,6	66,5	63,0	63,0
Salón vacío.					
46-204-B	47,1	49,7	63,0	55,9	59,8
	54,0	48,1	52,9	50,1	60,5
	62,0	48,5	52,9	58,0	58,0

	56,2	46,2	50,6	61,3	57,3
	49,1	50,5	50,9	56,3	50,4
	56,4	56,1	51,2	55,6	50,5
	53,8	46,6	52,0	56,4	52,8
Solo se encontraba el profesor.					
46-205-A	66,3	60,5	66,4	62,2	55,0
	68,7	51,2	61,5	47,2	51,9
	54,3	50,4	51,5	56,6	59,2
	53,8	50,6	65,4	45,7	50,9
	53,5	49,0	49,1	43,1	52,4
	52,3	48,3	48,4	48,2	50,1
	52,3	46,7	53,7	68,9	53,8
El salón estaba cerrado, por lo tanto la medición se tomo en la puerta					
46-205-B	55,4				
	56,6				
	54,7				
	56,2				
	54,9				
	57,9				
	59,1				
46-208	60,9	47,6	58,5	66,5	64,8
	55,3	44,1	66,2	48,0	63,5
	71,4	41,8	66,7	59,9	58,0
	65,4	64,3	66,0	45,3	72,1
	55,4	53,8	55,5	41,4	71,0
	73,7	48,6	60,7	52,6	72,1
	75,1	50,2	64,0	48,8	73,1
El salón estuvo vacío mientras se tomaban las mediciones.(Estaban fumigando)					
46-209	46,7	57,8	41,9	55,7	50,3
	45,3	56,4	40,8	59,6	45,6
	46,5	57,6	44,4	54,5	52,0
	49,0	58,6	45,7	56,3	44,7
	47,0	59,6	42,9	54,5	50,8
	46,5	55,8	45,7	55,3	43,0
	43,6	55,5	43,5	53,0	43,5
No había empezado clase pero se encontraba gente en el salón.					
46-210	61,8	62,4	59,8	57,8	59,4
	61,5	58,8	57,6	51,8	56,1
	59,1	59,5	54,7	55,9	55,6
	59,6	59,3	56,6	55,7	56,7
	61,7	59,6	56,2	54,8	58,8
	57,9	62,0	66,1	59,3	57,2
	58,7	60,2	56,6	56,9	61,6
46-212	48,1	62,4	56,0	64,0	56,0

	50,7	58,9	58,0	60,2	57,9
	64,7	64,8	56,1	61,9	64,1
	58,7	64,3	53,9	68,5	51,0
	58,2	63,7	59,2	62,9	53,5
	61,6	65,5	58,3	62,6	54,3
	64,0	66,7	59,0	57,9	57,3

TABLA 2. Medición 2 PM

Salón	**punto 1**	**punto 2**	**punto 3**	**punto 4**	**punto 5**
41-103	53,6				
	53,9				
	53,5				
	53,4				
	56,2				
	25,0				
	57,5				
Salón cerrado.					
41-104	53,4				
	52,9				
	53,2				
	51,5				
	52,5				
	55,2				
	54,6				
Salón cerrado					
46-101	69,9	64,1	63,7	50,7	62,8
	68,1	64,1	60,1	58,8	61,4
	63,2	56,5	60,1	55,0	60,7
	64,0	63,4	61,0	61,4	59,9
	64,0	62,0	61,4	62,4	63,9
	65,5	54,2	61,1	67,0	62,6
	68,0	53,2	57,7	61,4	65,7
46-103	53,7				
	55,4				
	55,1				
	57,4				
	53,4				
	54,6				
	56,2				
Salón cerrado.					
46-104	58,0				
	56,3				
	56,2				
	57,1				
	54,4				
	65,5				
	54,9				

Salón	punto 1	punto 2	punto 3	punto 4	punto 5
Salón cerrado					
46-105	56,8				
	58,1				
	58,2				
	54,7				
	59,7				
	59,8				
	53,7				
Salón cerrado**.**					
46-106	52,6				
	53,9				
	53,5				
	56,9				
	59,5				
	55,6				
	55,5				
Salón cerrado.					
46-112	53,8				
	56,1				
	57,2				
	55,8				
	56,9				
	54,7				
	54,9				
Salón cerrado.					
46-114	72,2	59,4	62,9	53,4	58,9
	70,4	66,7	67,0	59,6	58,5
	77,1	69,8	60,0	58,2	56,6
	73,2	64,0	60,1	60,0	52,2
	64,6	64,2	59,4	61,7	60,0
	66,2	63,4	56,5	58,4	53,4
	61,5	58,1	52,9	58,2	74,3
46-116	54,2				
	54,6				
	54,8				
	57,4				
	55,3				
	57,1				
	54,3				
Salón cerrado.					
46-203-A	71,5	67,7	69,4	63,6	75,3
	68,4	70,5	66,4	67,9	60,2
	80,7	64,7	73,7	66,9	76,3
	77,5	72,1	69,8	63,6	69,7
	72,7	70,0	54,4	72,9	78,5
	58,8	63,6	77,7	79,2	69,6

Salón	punto 1	punto 2	punto 3	punto 4	punto 5
	73,8	79,2	65,4	72,4	72,5
46-203-B	53,2				
	52,3				
	69,2				
	65,2				
	75,5				
	65,5				
	71,0				
Salón cerrado.					
46-204-A	58,7	60,5	72,2	68,6	63,9
	52,6	70,8	68,1	72,4	68,3
	69,1	62,0	65,7	54,8	71,0
	55,2	70,9	66,0	72,8	74,3
	67,0	69,4	58,3	52,8	70,3
	61,3	57,0	50,4	55,6	78,9
	62,1	72,6	74,1	54,7	74,0
46-204-B	60,2				
	58,4				
	60,6				
	65,6				
	57,5				
	63,3				
	57,1				
Salón cerrado.					
46-205-A	59,1				
	59,4				
	51,6				
	51,0				
	52,4				
	51,7				
	55,3				
Salón Cerrado					
46-205-B	53,8				
	53,0				
	52,6				
	51,0				
	55,2				
	51,6				
	58,9				
Salón Cerrado					
46-208	54,9				
	60,3				
	54,8				
	57,6				
	55,8				

Salón	punto 1	punto 2	punto 3	punto 4	punto 5
	74,5				
	67,9				
Salón cerrado.					
46-209	51,6				
	55,4				
	52,2				
	56,4				
	58,9				
	56,0				
	55,9				
Salón cerrado.					
46-210	67,1	60,7	58,3	62,4	63,9
	61,6	68,3	65,1	66,9	60,8
	66,8	67,1	65,1	62,0	66,9
	61,3	65,8	58,5	59,1	65,1
	68,6	66,7	57,1	55,5	66,4
	65,4	63,0	60,2	59,5	63,7
	67,5	69,9	58,0	68,6	70,0
46-212	55,5	53,0	68,4	53,4	53,4
	55,0	52,5	69,8	53,4	52,1
	55,3	53,3	68,2	52,4	54,3
	55,8	54,1	68,4	55,1	53,9
	54,6	54,7	69,5	53,9	55,1
	54,8	52,2	68,4	54,7	53,9
	55,0	53,6	69,0	54,1	54,4
El salón estaba abierto pero solo					

TABLA 3. Medición 6 PM

A continuación se muestran los resultados obtenidos promedios obtenidos en cada punto cada hora del día.

	HORA	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
41-103	8:00	61,20	66,13	61,01	64,67	58,54
	14:00	58,66	63,10	63,29	65,30	57,27
	18:00	54,3				
41-104	8:00	58,61	57,60	63,84	64,09	58,69
	14:00	58,91	69,31	60,26	61,26	71,67
	18:00	53,3				
46-101	8:00	44,40	53,27	36,66	49,57	52,30
	14:00	57,56	53,41	58,91	57,33	62,47
	18:00	66,1	59,6	60,7	59,5	62,4
46-103	8:00	62,51	69,94	64,87	72,03	65,59
	14:00	60,16				
	18:00	55,1				
46-104	8:00	64,10	71,40	58,59	69,77	69,49
	14:00	66,31	73,87	72,59	69,77	66,46

	HORA	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
	18:00	57,5				
46-105	8:00	56,27	56,64	52,67	58,07	54,67
	14:00	57,43	55,93	64,37	61,14	60,90
	18:00	57,3				
46-106	8:00	60,56	62,90	58,63	64,43	67,60
	14:00	61,90				
	18:00	55,4				
46-112	8:00	62,74	56,93	57,87	61,69	61,77
	14:00	62,14				
	18:00	55,6				
46-114	8:00	58,44	60,96	56,74	60,80	64,63
	14:00	62,97				
	18:00	69,3	63,7	59,8	58,5	59,1
46-116	8:00	59,66	61,14	59,67	60,79	60,23
	14:00	64,49	62,04	63,64	61,09	60,36
	18:00	55,4				
46-203A	8:00	75,31	69,07	73,76	72,90	70,73
	14:00	67,07				
	18:00	71,9	69,7	68,1	69,5	71,7
46-203B	8:00	61,69	64,21	63,56	64,89	62,49
	14:00	62,77				
	18:00	64,6				
46-204A	8:00	59,94	59,74	59,46	56,84	59,63
	14:00	68,90	57,53	71,99	60,19	59,57
	18:00	60,9	66,2	65,0	61,7	71,5
46-204B	8:00	61,20	62,23	55,81	58,39	60,16
	14:00	54,09	49,39	53,36	56,23	55,61
	18:00	60,4				
46-205A	8:00	56,99	53,76	55,29	56,29	54,40
	14:00	57,31	50,96	56,57	53,13	53,33
	18:00	54,4				
46-205B	8:00	65,64	68,46	69,96	68,63	65,39
	14:00	56,40				
	18:00	53,7				
46-208	8:00	73,09	73,61	73,66	71,99	71,37
	14:00	65,31	50,06	62,51	51,79	67,80
	18:00	60,8				
46-209	8:00	59,83	59,36	58,81	58,96	59,26
	14:00	46,37	57,33	43,56	55,56	47,13
	18:00	55,2				
46-210	8:00	73,96	73,56	68,20	69,44	67,89
	14:00	60,04	60,26	58,23	56,03	57,91
	18:00	59,2	60,1	59,6	59,6	61,4
46-212	8:00	57,04	57,23	56,60	58,24	57,00
	14:00	58,00	63,76	57,21	62,57	56,30
	18:00	58,6	60,3	57,9	59,1	58,2

TABLA 4.Promedio de medidas

4.4. MODELO DE CÁLCULO

$$\overline{L_P} = 10 Log\left[1/N \sum_{i=1}^{N} 10^{0.1 l_{pi}}\right]$$ DONDE

$\overline{L_P}$ = El nivel de presión sonora promedio para la superficie de medida, db el nivel de presión sonora es de 20 micropascales

L_{pi} = Nivel de presión sonora resultado de la i medición
N = Numero de medidas totales

4.5. INTENSIDAD PROMEDIO POR DIA PARA CADA PUNTO

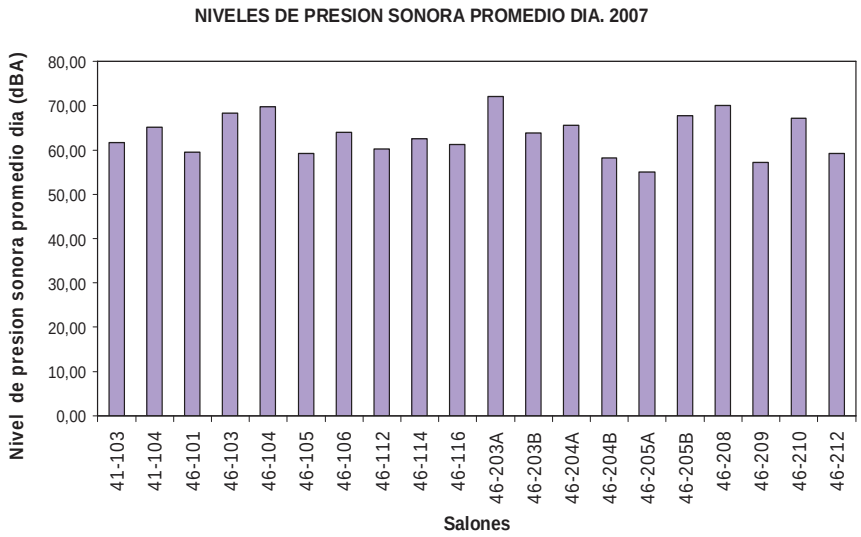
		1	2	3	4	5
41-103	Lp	58,89	60,65	62,30	65,00	57,95
41-104	Lp	57,58	66,59	62,41	62,90	68,87
46-101	Lp	61,92	56,54	58,16	57,07	60,89
46-103	Lp	60,21	69,94	64,87	72,03	65,59
46-104	Lp	63,93	72,81	69,74	69,77	68,23
46-105	Lp	57,02	56,30	61,65	59,87	58,82
46-106	Lp	60,05	62,90	58,63	64,43	67,60
46-112	Lp	61,12	56,93	57,87	61,69	61,77
46-114	Lp	65,73	62,51	58,55	59,80	62,70
46-116	Lp	61,33	61,62	62,10	60,94	60,29
46-203A	Lp	74,36	69,39	71,79	71,52	71,26
46-203B	Lp	63,17	64,21	63,56	64,89	62,49
46-204A	Lp	65,21	62,75	68,20	59,99	67,28
46-204B	Lp	59,49	59,44	54,76	57,44	58,45
46-205A	Lp	56,41	52,58	55,98	54,99	53,90
46-205B	Lp	61,60	68,46	69,96	68,63	65,39
46-208	Lp	69,20	70,62	70,97	69,02	69,94
46-209	Lp	56,49	58,46	55,93	57,58	56,51
46-210	Lp	69,50	69,17	64,36	65,27	64,34
46-212	Lp	57,92	61,23	57,28	60,40	57,22

TABLA 5. Intensidad Promedio por día para cada punto

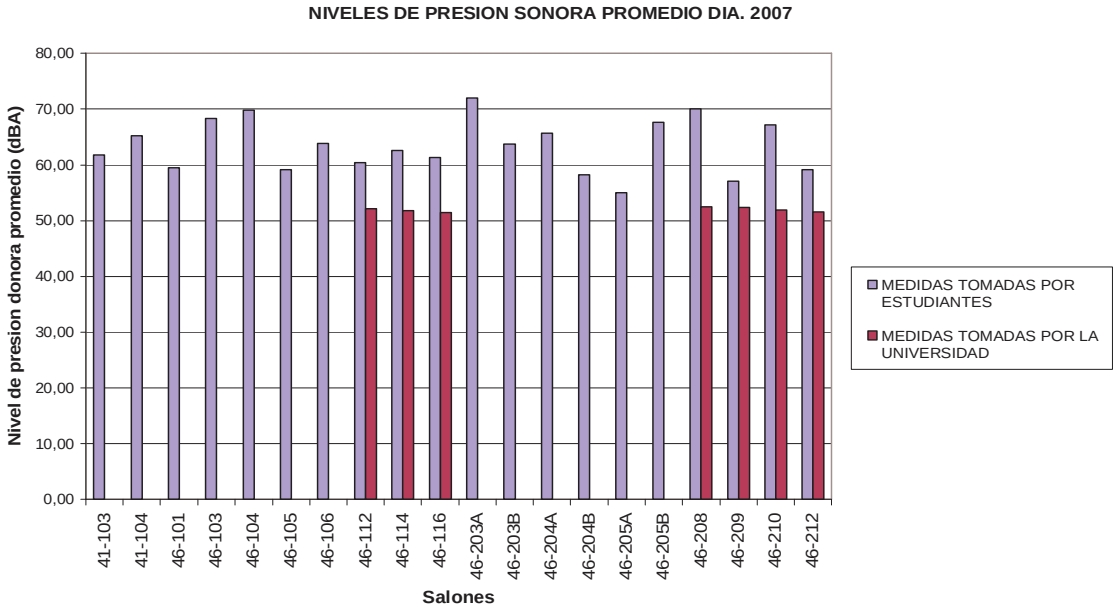
4.6. INTENSIDAD PROMEDIO POR DIA PARA CADA SALON

Salón	Lp (Medidos)	Lp (Estimado por la Universidad)
41-103	61,71	-
41-104	65,20	-
46-101	59,45	-
46-103	68,27	-
46-104	69,74	-
46-105	59,16	-
46-106	63,88	-
46-112	60,32	52,1
46-114	62,58	51,8
46-116	61,30	51,4
46-203A	71,97	-
46-203B	63,74	-
46-204A	65,60	-
46-204B	58,22	-
46-205A	54,98	-
46-205B	67,65	-
46-208	70,02	52,5
46-209	57,09	52,3
46-210	67,16	51,9
46-212	-	51,5

TABLA 6. Intensidad Promedio por día para cada salón



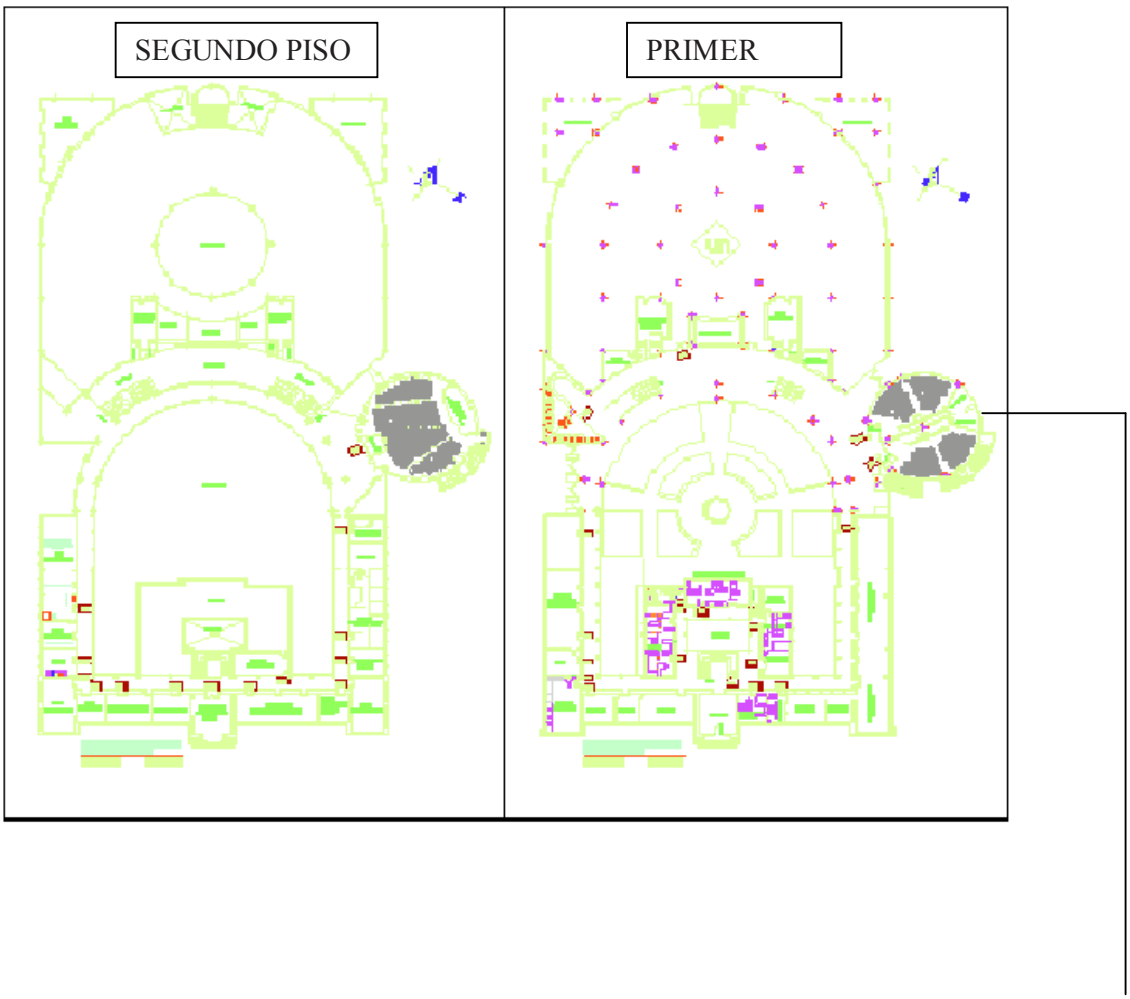
Grafica 2. Nivel de presión sonora promedio día.

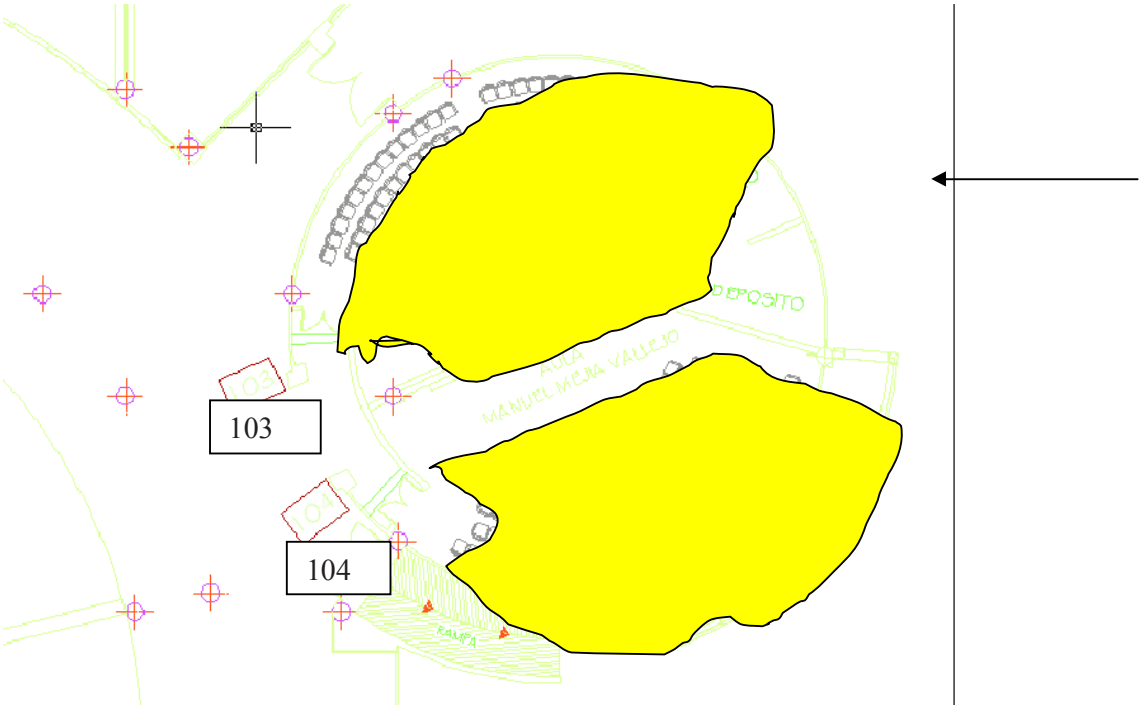


GRAFICA 3. Comparación de datos tomados por la universidad y estudiantes.

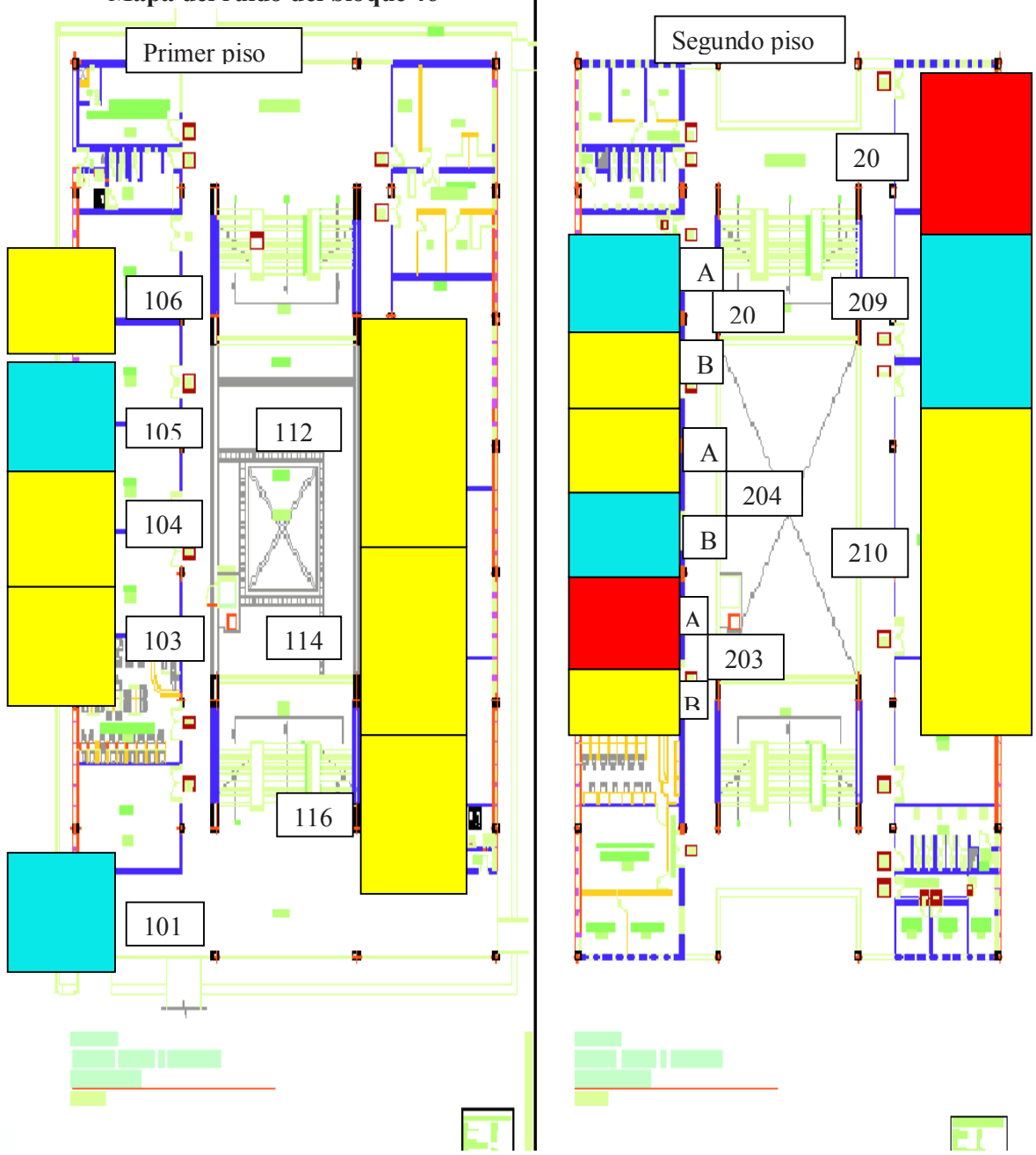
5. MAPA DEL RUIDO

Mapa del ruido del bloque 41




103
104

Mapa del ruido del bloque 46



RANGO	CATEGORIA
50 – 59	Intensidad baja
60 – 69	Intensidad media
70 – 79	Intensidad alta

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Analizando minuciosamente los resultados obtenidos en las mediciones de niveles de ruido del bloque 46 y del bloque 41 con la metodología expuesta anteriormente, el estudio nos da una idea de la situación real del ambiente sonoro en estos sectores de la universidad, teniendo en cuenta los posibles factores que pudieron intervenir a la hora de tomar dichas mediciones.

Remitiéndonos a la gráfica 1. en donde se encuentra la intensidad promedio por día para cada salón, se puede observar que algunos de los datos sobrepasan el máximo de decibeles (65 db) permitidos por la norma de emisión de ruido para las zonas de tranquilidad y ruido moderado, donde se encuentran incluidas las universidades.

Para los salones 103 y 104 del bloque 41 se obtuvieron unos niveles de intensidad promedio de 61.71 db y 65.20 db respectivamente, lo cuales son niveles que están alrededor del límite permitido, pero considerando que estas áreas son muy concurridas por el personal universitario, gracias a la proximidad a la biblioteca "EFE Gómez", a las salas de sistema de este bloque, y por ser un punto estratégico de circulación dentro de la universidad, dichos resultados eran de esperarse.

En el bloque 46, el nivel de intensidad promedio mínima medida fue 54,98 db y la máxima de 71,97 db, con lo cual se percibe un grado de contaminación sonora en este sector, que se explica también por la alta concurrencia del personal universitario en estas instalaciones.

Como podemos observar en el mapa de ruido para el primer y segundo piso del bloque en mención, la mayoría de los salones tienen una intensidad promedio media, pero se encuentran algunos con intensidad baja y alta que se puede explicar en ambos casos, siendo que algunos de ellos se encontraban cerrados o por la actividad académica que se realizaba en el momento de hacer la medición.

En este bloque existe un gran problema en los salones del segundo piso utilizados por el programa "ALEX", en donde se dictan clases de lenguas extranjeras, ya que estos eran salones grandes que fueron divididos en dos para dicho fin y por tanto en estos reducidos salones el nivel de ruido es mayor, lo que podemos corroborar en la tabla de intensidad promedio y en el mapa de ruido.

Por otro lado se hizo un paralelo de los resultados obtenidos por la universidad y la reportada por nosotros los estudiantes en esta práctica (Gráfica 2), en donde se puede visualizar que estos datos son muy diferentes.

Según el reporte de la universidad que es un promedio estimado, este sector no tiene problemas de contaminación sonora, ya que el nivel de intensidad promedio no sobrepasa los 52.5 db y por tanto se cataloga en intensidad baja, situación muy distinta a la que se vive realmente, pues como se mencionó el nivel de intensidad máxima medida fue de 71, 97 db.

Esto se convierte en un gran problema, pues si la universidad cuenta con un reporte incorrecto e inexacto no tomará las medidas necesarias para corregir esta situación innegable, lo que con el tiempo se notará en la incomodidad de trabajar en estos ambientes.

Ahora para un mejor entendimiento del problema analizaremos que distribución siguen los datos, para esto realizamos pruebas de bondad de ajustes en nuestro caso el test Chi-cuadrado el cual divide el rango de los tiempos de llegada en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada.

Para esto plantearemos la siguiente hipótesis:
H_0: Los niveles de ruido siguen una distribución gamma. VS.
H_1: Los niveles de ruido no siguen una distribución gamma.

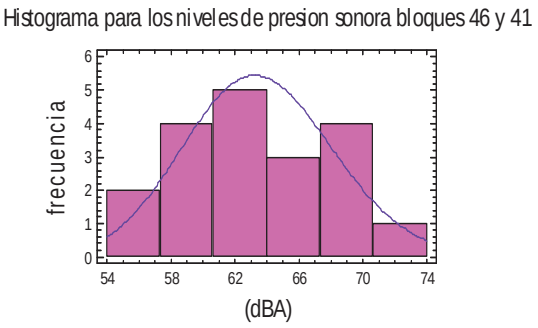
Y obtuvimos
Chi-cuadrado = 0,399722 con 3 grados de libertad P-Valor = 0,940299

Dado que p-valor más pequeño de los tests realizados es superior a 0.10, no podemos rechazar que los niveles de ruido procedan de una
Distribución gamma con un nivel de confianza de 90%.

CONCLUSION

Por lo tanto podemos concluir que los datos
Siguen una distribución gama con
Forma = 186,849
Escala = 2,93875

Además podemos corroborar con la gráfica que los niveles de ruido siguen una Distribución gamma.



7. CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA.

Área de estudio y usos del suelo

El área delimitada para la evaluación son salones situados en primero y segundo piso. Los salones difieren en tamaño, algunos pueden albergar de 60 a 90 personas y otras tan solo de 25 a 35 personas. No se cuenta con la infraestructura que permita una acústica adecuada para las actividades de la docencia.

El área esta alejada del transito vehicular, mas no del transito de personas y la presencia de aulas taller. Las personas que realizan actividades son trabajadores, pero en su mayoría docentes y estudiantes La tarea que mayor se realiza es la de aprendizaje que es de un grado alto de dificultad y requiere de una alta concentración.

Fuentes de contaminación

El bloque 46 esta ubicado en una zona lejana a las vías de transporte que rodean la universidad, por lo cual no tiene interferencias sonoras mayores, lo cual facilita el desarrollo de las actividades académicas.

Sin embargo, este sitio no se encuentra exento de los efectos del factor ruido. Su ubicación cercana a zonas verdes que deben ser podadas con cierta periodicidad afecta el desarrollo de las labores en el aula cada cierto período, ese sonido lucha con las voces de los docentes y estudiantes, haciendo que estos aumenten su tono de voz y ambos factores se combinen para afectar las aulas aledañas.

Otras fuentes de ruido significativas son el paso de personas cerca de las aulas y las zonas de estudio ubicadas en el tercer piso del bloque 46 y segundo piso del 41.

Acciones correctivas viables para disminuir la contaminación por ruido

El ruido se debe reducir en la fuente de origen, en este caso no hay transito vehicular pero sí existen ruidos tales como la podadora, las personas que pasan alrededor de las aulas, etc.

Para controlar estos ruidos se debe de tener en cuenta:

- Podar las zonas verdes aledañas en horarios que no hayan demasiadas aulas en clase o hacerlo en días como sábados, domingos o días que no haya clase (semana santa, fiestas de la universidad, entre otras.)
- Las personas que transiten por las aulas cuando éstas estén en clase deben de tener siempre en cuenta el hablar en voz baja ya que interfiere con el ruido en dichas aulas, al igual que las personas ubicadas en las zonas de estudio deben de tener en cuenta que varios salones pueden estar en clase.
- La biblioteca es un gran factor de ruido de los salones 41-103 y 41-104, para evitar tales niveles de ruido se aconseja ajustar las puertas para evitar que las ondas sonoras se transmitan con mayor intensidad, igualmente para los salones del bloque 46.
- Crear conciencia del alto peligro al que nos exponemos con este enemigo contaminante, es uno de los mejores correctivos que se pueden hacer, ya que dará resultados a corto, mediano y largo plazo. Realizar campañas, conferencias, charlas y talleres de cómo el ruido afecta nuestro organismo es la mejor forma de que todas las personas contribuyamos con su control y su disminución en cualquier lugar.
- Una reubicación de las aulas no es viable debido a su alto costo, al igual que el cambio de materiales de los cuales están hechas las aulas, por ello no son incluidas en nuestras acciones correctivas.

Repercusión económica y social del problema

En la economía podemos ver como las casas, edificaciones y lugares pierden valor de acuerdo a los ruidos a su alrededor que denoten niveles por encima de unos decibeles preestablecidos. En cuanto al precio para la sociedad o el estado se presenta costos directos

como pérdida de productividad e inversiones para medidas de insonorización, y costos indirectos como consecuencia de los efectos negativos sobre la salud.

Debido a que este problema es muy complicado y cualquiera sea la forma de resolverlo requieren de una gran inversión, ya sea que la adecuación de la infraestructura, promover un cultura de menos ruido o establecer un paso de personal por las estas áreas. Sin embargo el problema radica mas precisamente en la cultura de las personas que utilizan el lugar y no tanto en el lugar mismo pues la causa del problema es social. Las personas que se afectan por tal contaminación son las mismas personas que después de terminar sus actividades de aprendizaje originan el ruido.

La reacción de la comunidad universitaria ante el ruido que se está originando puede explicar algo más que un simple malestar, entre lo efectos sociales están que los individuos sienten una diversidad de emociones negativas al ser expuestos a este ruido comunitario, esto les hace sentirse insatisfechos, irritados, indefensos para la labor del aprendizaje, ansiosos, y agresivos. Se presentan efectos en la comunicación, hay aislamiento pues ante la incapacidad de comunicarse adecuadamente el organismo tiende cada vez más a evitar la comunicación y se presenta menos labores participativas.

Recomendaciones viables en cuanto a los niveles de ruido aceptables por la población de estudio

Para un ambiente de estudio los niveles de ruido deben ser propicios para que los estudiantes puedan aprovechar al máximo los espacios destinados por la universidad para el aprendizaje; tanto salones como aulas de estudio, así una recomendación seria concienciar a los estudiantes de las consecuencias que tiene el ruido en nuestra salud y como afecta en la concentración, el sueño y en las demás rutinas diarias. Hacer campañas dentro de la universidad motivando a un ambiente con menos ruido, mediante estimulación visual, para que al salir de del aula de clase no se aumente el ruido de forma considerable.

Los niveles recomendados para las personas que se comunican poca distancia de entre 50 y 55 dB, pero para los docentes que necesitan que todo el personal los escuche deberían ser de entre 60 y 65 dB. El ruido no afecta a todos por igual y por esto para aquellas personas, como algunos trabajadores que realizan actividades más automáticas, el ruido es menos molesto.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los salones estudiados se encuentran en una posición privilegiada con respecto a otras aulas o facultades de la universidad, que tienen que soportar el molesto ruido del tráfico vehicular o el de las construcciones que se han ido adelantando. No obstante, en ocasiones se presentan niveles de ruido altos, fundamentalmente por los mismos estudiantes que transitan por la zona ó que se encuentran en las aulas, quienes hacen que su mismo ambiente no resulte "sano", ni propicio para el estudio y la concentración.

- Existe en el bloque 46, particularmente, un problema en la distribución de los salones, pues como se cuenta con poco espacio para el centro de idiomas y sus dependencias, se optó por hacer divisiones en las aulas, que dejan que el sonido se transmita fácilmente de un salón al otro, haciendo que en algunos casos haya interferencia y se trate de aumentar el tono de voz para mejorar la comunicación, pero logrando aumentar el ruido en el sector. Por eso, recomendamos que cómo es difícil por ahora hacer más salones, sería bueno que éstas paredes divisoras fueran o más gruesas (lo cual es difícil por el poco espacio que hay) ó contaran con materiales aislantes del ruido, como el látex (utilizando tapices) o materiales porosos como el corcho.

- Para evitar que el ruido de un salón interfiera con el otro, recomendamos que si se piensa en remodelar o en construir nuevos salones, se tenga en cuenta el acondicionamiento acústico, con el uso de materiales aislantes tanto en paredes como en techos (corcho, aglomerados de madera, fibras minerales:fibra de vidrio o lana de roca, poliestireno expandido, vidrio celular, espuma de poliuretano o espumas fenólicas), y con ventanas de doble acristalamiento y un perfecto ajuste, que permitan la entrada de aire, pero que impidan la propagación del ruido. Entre esos materiales aislantes que mencionamos, se encuentran los ligantes de poliuretano, que aplicados a la composición de placas para los techos, puede reducir el "taconeo" y el movimiento de sillas que se siente de los pisos superiores. También, se pueden instalar bafles absorbentes en cada salón, haciendo que las fuentes de ruido queden encerradas parcialmente en estos dispositivos y que no se propaguen en el edificio.

- En definitiva, como la principal fuente de ruido en estos bloques es la actividad misma de los estudiantes, lo que se debe hacer es tratar de concientizarlos de que en últimas, los perjudicados son ellos mismos, y que de su control a la hora de hablar y movilizarse, depende su propio bienestar.

9. REFERENCIAS

- OMS, Organización mundial de la salud, 2006. http:/www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/ruido/ruido2.pdf
- http://www.menosruido.com/prod063.htm
- http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido_efectos.html
- HARRIS, Cryil M. Manual de medios acústicos y control del ruido. Editorial Mc.Graw Hill. Tercera edición .España. ISBN 84-481-0304-1.1995

EVALUACION DEL RUIDO AMBIENTAL EN LAS AULAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL (SEDE MEDELLIN)

JULIANA ARBOLEDA RODRÍGUEZ
ERIKA ARISTIZABAL GALVIS
JEHAN FELIPE CARDONA MARIN
MAURICIO ESPINAL SANCHEZ
ELIZABETH HOYOS TAMAYO
EDISON OROZCO URIBE
ALEXANDER PALACIO MUÑOZ
ESTEBAN QUIJANO ZAPATA
JESSICA ALEXANDRA RESTREPO RÍOS
CAMILO ANDRES ZAPATA

PROFESOR JULIAN BEDOYA V. PH.D

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
FACULTAD DE MINAS
Medellín, Septiembre 2007

TABLA DE CONTENIDO

		Pág.
LISTA DE TABLAS		iii
DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO		iv
OBJETIVOS		v
RESUMEN		vi
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MARCO TEÓRICO	2
2.1	CONCEPTOS BÁSICOS	2
2.1.1	Sonido	2
2.1.2	Ruido	3
2.1.3	Cualidades del sonido	3
2.2	PRINCIPALES EFECTOS DEL RUIDO	4
2.2.1	Interferencia	4
2.2.2	Pérdida de atención, concentración y rendimiento	4
2.2.3	Daños al oído	4
2.2.4	Estrés	5
2.2.5	Efectos sociales y económicos	5
2.2.6	Molestias	5
2.3	VALORES CRÍTICOS DEL RUIDO	6
2.4	ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE RUIDO EN COLOMBIA	7
3.	RESULTADOS	8
3.1	DATOS MEDIDOS	8
3.1.1	Bloque 46	8
3.1.2	Bloque 50	10
3.1.3	Bloque M1	13
3.1.4	Bloque M8	15
3.2	RESULTADOS PROMEDIO	18
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	29
4.1	PARA EL BLOQUE 46	29
4.2	PARA EL BLOQUE 50	29
4.3	PARA EL BLOQUE M1	29
4.4	PARA EL BLOQUE M8	30
5.	CONCLUSIONES	31

6. RECOMENDACIONES 32

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS…… 33

LISTA DE TABLAS

TABLA Pág.

1. Valores críticos de ruido (OMS, 2005) 6
2. Límites de valores de exposición al ruido (OMS, 2005) 6
3. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles db(a) 7
4. Medición de ruido bloque 46-301 8
5. Medición de ruido bloque 46-302 9
6. Medición de ruido bloque 46-311 9
7. Medición de ruido bloque 46-427 10
8. Medición de ruido bloque 46-428 10
9. Medición de ruido bloque 50-101 11
10. Medición de ruido bloque 50-203 12
11. Medición de ruido bloque 50-205 12
12. Medición de ruido bloque 50-328 13
13. Medición de ruido bloque M1-121 13
14. Medición de ruido bloque M1-212 14
15. Medición de ruido bloque M1-220 15
16. Medición de ruido bloque M1-313 15
17. Medición de ruido bloque M8-116 16
18. Medición de ruido bloque M8-117 16
19. Medición de ruido bloque M8-201 17
20. Medición de ruido bloque M8-208 18

DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

Este estudio se llevó a cabo en diecisiete salones de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, nueve de los cuales pertenecen al núcleo El Volador y ocho a la Facultad de Minas. Por cada salón se realizaron tres mediciones a distintas horas del día, cada una con resultados acerca del nivel de ruido en el centro y en los cuatro extremos del salón; se anotaron los datos arrojados por el sonómetro cada veinte segundos, siete veces por cada uno de los cinco lugares de interés. En el momento de medir se procuró que hubiera clase en los salones, pero esto no fue posible que se cumpliera en todos los casos. Las mediciones fueron tomadas con tres sonómetros o medidores de sonido, compuestos por un micrófono, un amplificador de baterías y la escala "A" que da los niveles de presión sonora ponderada en decibles, todos debidamente calibrados y facilitados por el Laboratorio de Redaire de la Facultad de Minas.

OBJETIVOS

- Medir los niveles de ruido en las diferentes aulas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, tanto en el núcleo el Volador como en la Facultad de Minas.
- Identificar las fuentes de contaminación sonora que afecten los salones visitados.
- Analizar la repercusión social y económica del problema de la contaminación acústica.
- Plantear posibles soluciones para el control y manejo del ruido.

RESUMEN

En la facultad de Minas y el núcleo El Volador de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, se realizó en algunos salones, a diferentes horas del día una serie de mediciones del nivel de ruido, con el fin de evaluar las condiciones en que se encuentra expuesta la comunidad universitaria. La información obtenida de las mediciones se tabuló y graficó para facilitar el análisis y determinar los niveles máximos, mínimos y promedios de ruido que se encontraron en los distintos salones que cubrió el muestreo. En la toma de mediciones se pudo observar que el número de personas afectadas por el ruido en la facultad de Minas y el núcleo El Volador, no lo ven como un problema, incluso algunos ni siquiera dan por sentado que realmente lo sea. A partir de los resultados obtenidos se pudo concluir que en la gran mayoría de los casos los niveles de ruido están contemplados dentro de la norma colombiana.

ABSTRACT

In Minas faculty and the Volador nucleus of the National University of Colombia-Medellín, was made in some halls at different hours of the day a series of noise level measurements, with the purpose of evaluating the conditions which are exposed the university community. The obtained data was organized in tables and graphed to facilitate the analysis and to determine the maximum, minimum and average levels of noise that were found in the different halls that sampling covered. At taking of measurements it was possible to observe that the number of affected people by the noise in faculty of Minas and the Volador nucleus, does not see it like a problem, even, some of them do not think that in fact there is a problem. From the obtained results it was possible to be concluding that in the great majority of the cases the noise levels are contemplated within the Colombian norm.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo que se muestra a continuación es una serie de mediciones acerca del nivel de ruido en algunos salones de la facultad de Minas y el núcleo El Volador de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, con el fin de analizar las condiciones en las que se encuentra la población universitaria y determinar si estos niveles de ruido cumplen o no con las normas establecidas por el Estado. Para ello se hizo uso de sonómetros, además se tuvo en cuenta las pautas y bibliografía recomendada por el profesor. La información obtenida se tabuló y se graficó para facilitar la interpretación de los datos. Se espera pues, que este estudio permita identificar las fuentes de contaminación sonora y se pueda plantear posibles soluciones para mitigar el ruido.

1.1.2 2. MARCO TEÓRICO

"...La sensación del sonido se produce cuando las variaciones de presión con cierto rango de características en un medio elástico alcanzan el oído. Estas variaciones de presión las puede producir cualquier objeto que vibra en un medio conductor con la frecuencia y amplitud apropiadas. El sonido puede tener una amplitud y una frecuencia única, sin embargo, el espectro del ruido común tiene muchos componentes de diferentes frecuencias y amplitudes. Los términos de sonido y ruido se utilizan a menudo intercambiablemente, aunque generalmente, el primero describe sonidos útiles para la comunicación o agradables, mientras que el ruido se utiliza para describir sonidos discordantes o no deseados..." (Julián Bedoya, 1982)

2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

2.1.1 Sonido

Consiste en un movimiento ondulatorio producido en un medio elástico (sólido, líquido o gaseoso) por una vibración. El desplazamiento complejo de moléculas de aire se traduce en una sucesión de variaciones muy pequeñas de la presión; estas alteraciones de presión pueden percibirse por el oído y se denomina "presión sonora". Su velocidad de propagación varía de acuerdo al medio por el cual se transmite; es más rápida en los sólidos, menos en los líquidos y aún más baja en los gases.

La velocidad de propagación de la onda viene dado por la expresión:

$V = \lambda \cdot f$ De donde:

V = velocidad en metros por segundo
f = frecuencia en hertz
λ = longitud de onda en metros

"La Frecuencia describe la tasa de producción de ciclos completos de presión alta y baja en la fuente sonora. La unidad de frecuencia es el ciclo por segundo (cps) que también se conoce comúnmente como Hertz (Hz)" (Julián Bedoya, 1982, Administración de Seguridad Social)

La frecuencia de las ondas sonoras está comprendida en el intervalo de 20 a 20000 Hz. Las ondas de frecuencia inferior a 20 Hz y superior a 20000 Hz se llaman infrasónicas y ultrasónicas respectivamente, y no son captadas por el oído humano.

"...El periodo es tiempo requerido para realizar un ciclo completo; por lo tanto, es el recíproco de la frecuencia. El periodo se mide en segundos..." (Julián Bedoya, 1982, Administración de Seguridad Social)

2.1.2 Ruido

Combinación desordenada de sonidos que puede ser fisiológicamente dañina para el oído, además de producir una sensación desagradable. El daño producido por el ruido depende de lo fuerte e intenso que este sea, del tiempo que dure la exposición y de la frecuencia o tono del mismo. La duración hace referencia al tiempo de exposición al ruido y de ella depende en gran parte el daño que le pueda causar a la persona expuesta.

2.1.3 Cualidades del sonido

Las cualidades del sonido son aquellas características que permiten diferenciar unos sonidos de otros. En la audición se distinguen tres cualidades del sonido: tono o altura, intensidad y timbre.

Tono o altura
Es la característica del sonido por la cual una persona distingue sonidos graves y agudos. El tono está relacionado con la frecuencia del sonido: cuanto mayor es la frecuencia más aguda es el sonido y si la frecuencia es baja, el tono es grave.

Timbre

Si dos objetos diferentes emiten simultáneamente sonidos del mismo tono e intensidad podemos diferenciar el sonido producido por cada uno. Esta cualidad que tienen los sonidos producidos por diferentes cuerpos es el timbre.

Intensidad
Es la característica del sonido por la cual el oído distingue sonidos fuertes y sonidos débiles, o qué tan cerca o lejos está la fuente sonora.

a. Intensidad física

La intensidad física está relacionada con la cantidad de energía que transporta la onda sonora, en la unidad de tiempo, a través de la unidad de superficie, tomada perpendicularmente a la dirección en que se propaga. Viene expresada por la relación:

$$Intensidad = \frac{Potencia}{Área} \quad \text{ó} \quad I = \frac{P}{A}$$

Pero $Potencia = \frac{Energía}{tiempo}$ ó $P = \frac{E}{t}$

De donde $I = \frac{E}{A.t}$

Se acostumbra utilizar las unidades del S.I.

$[I] = [E] / [A].[t] = 1J / 1m^2.1s$
$[I] = 1W / m^2$

La intensidad física se mide en watios por metro cuadrado y depende de la cantidad de energía que transporta la onda; y ésta a su vez es proporcional al cuadrado de la amplitud de la onda.

b. Intensidad Auditiva

Corresponde a la sensación percibida por nuestro oído, depende de la intensidad física y de otros factores característicos de nuestro aparato auditivo.

La intensidad auditiva (B) que produce un sonido determinado será proporcional al logaritmo decimal de la relación entre la intensidad física (I) del sonido que se quiere medir y la intensidad (I_0) del sonido mínimo audible para el hombre, o sea:

$B = log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ donde

$I_0 = 10^{-12} W / m^2$ o $I_0 = 10^{-16} W / cm^2$

La cantidad B se suele llamar nivel de intensidad del sonido.

EL nivel de intensidad de un sonido se mide en beles (b) o en decibeles (dB); por lo tanto:

$B = log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ b $\qquad$ $B = 10.log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ Db

2.2 PRINCIPALES EFECTOS DEL RUIDO

El ruido es una consecuencia de la civilización y de la vida urbana que afecta a todo lo viviente, e incluso a la resistencia de los materiales de construcción, por eso a continuación se mostrarán algunos de los efectos que éste produce:

2.2.1 Interferencia

Los ruidos producen distracción e interferencia de la comunicación, entonces para que se pueda dar una conversación completamente clara es necesario que su intensidad supere en alrededor de 15 dB al ruido de fondo. (Bedoya, 1982)

2.2.2 Pérdida de atención, concentración y rendimiento

El ruido de fondo puede distorsionar las señales sonoras o interferir con su percepción, así como el ruido repentino que produce distracciones reduciendo de tal forma el rendimiento de los estudiantes y profesores, ya que sus tareas exigen un cierto nivel de concentración. En ambos casos se afectará la realización de la tarea, dando lugar a la aparición de errores y disminuyendo así la calidad y cantidad de ésta.

2.2.3 Daños al oído

Se pueden presentar dos tipos de sorderas:

-Sordera transitoria o fatiga auditiva, en la cual no hay aún lesión del oído. La recuperación es casi general al cabo de dos horas y completa a las 16 horas de cesar el ruido, si se permanece en un estado de confort acústico (menos de 50 dB). (Bedoya, 1982)
-Sordera permanente, que se produce ya sea por exposiciones prolongadas a niveles superiores a los 75 dB, por sonidos de corta duración y que superen los 110 dB, o por acumulación de fatiga auditiva sin tiempo suficiente de recuperación. En esta se presenta una lesión del oído interno y se produce inicialmente en frecuencias no conversacionales, por lo que el sujeto no la suele advertir hasta que es demasiado tarde; puede ir acompañada de zumbidos de oído y de trastornos del equilibrio (vértigos). Ninguna persona debe sufrir exposición instantánea o impulsiva de más de 140 dB. (Bedoya, 1982)

2.2.4 Estrés

Las personas sometidas de forma prolongada a situaciones como las anteriormente descritas, como ruidos que hayan perturbado y frustrado sus esfuerzos de atención, concentración o comunicación, o que hayan afectado su tranquilidad o descanso, suelen desarrollar algunos de los siguientes síndromes:

- Cansancio crónico y tendencia al insomnio.
- Enfermedades cardiovasculares como hipertensión, cambios en la composición química de la sangre, isquemias cardíacas, entre otras.
- Trastornos del sistema inmune y psicofísicos tales como la ansiedad, manía, depresión, irritabilidad, náuseas, jaquecas y neurosis o psicosis en personas predispuestas a ello.
- Cambios conductuales, especialmente comportamientos antisociales como la hostilidad, intolerancia, agresividad, aislamiento social y disminución de la tendencia natural hacia la ayuda mutua.

2.2.5 Efectos sociales y económicos

Deterioro de los niveles de comunicación y las pautas de convivencia. A estos efectos también se le atribuyen pérdidas económicas como por ejemplo la pérdida de valor comercial de las propiedades cercanas a las rutas de ruido, los daños materiales producidos en edificios por sonidos de baja frecuencia y vibraciones, ente otros. (Bedoya, 1982)

2.2.6 Molestias

Son subjetivas y por ende difíciles de cuantificar. (Bedoya, 1982)

2.3 VALORES CRÍTICOS DE RUIDO

A partir de los valores indicados en la primera columna se empiezan a sentir, dependiendo de la sensibilidad individual, los efectos señalados en la segunda.

Decibeles	Efectos nocivos para la salud humana
30	Dificultad para conciliar el sueño, y pérdida de la calidad de éste.
40	Dificultad en la comunicación verbal
45	Probable interrupción del sueño
50	Malestar diurno moderado
55	Malestar diurno fuerte
65	Comunicación verbal extremadamente difícil
75	Pérdida de la capacidad auditiva a largo plazo
110-140	Pérdida de la capacidad auditiva acorto plazo

Tabla 1. Valores críticos de ruido (OMS, 2005)

Los límites recomendados por la OMS (Organización Mundial de la Salud) para lugares relacionados con éste ruido son:

Recinto	Efectos en la salud	Límite recomendado (dB)	Tiempo (horas)
Exterior habitable	Malestar fuerte: día y anochecer Malestar moderado: día y anochecer	55 50	16 16
Aulas de clase, interior	Interferencia en la comunicación. Perturbación en la extracción de información. Inteligibilidad del mensaje.	35	Durante la clase
Terrenos de juego	Malestar (fuentes externas)	55	Durante el juego
Cafeterías en horas pico	Daños al oído	85	1

Tabla 2. Límites de valores de exposición al ruido (OMS, 2005)

2.4 ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NIVELES DE EMISIÓN DE RUIDO EXPRESADOS EN DECIBELES DB(A).

Según la resolución 0627 expedida el 7 de abril del 2006 por la ministra de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, Sandra Suárez Pérez se establece la norma nacional de emisión de ruido para todo el territorio nacional como se muestra en la tabla 3.

	Residencial suburbana.		
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.	**Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en decibeles**	
	Subsector Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.	55	45
		Día	**Noche**
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderias, sanatórios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre		
Sector C. Ruído Intermédio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70

Tabla 3, Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles

3. RESULTADOS

A continuación se muestran los datos obtenidos en la medición del ruido de acuerdo al lugar y a la hora, además los promedios, valores máximos y mínimos.

3.1 DATOS MEDIDOS

3.1.1 Bloque 46

AULA 301					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
09:15 a.m.	53	43,1	50,5	51,4	51
	49,4	55,9	42,5	51	49,5
	48,7	51,4	56,1	45,6	40,6
	51,3	47,8	51,5	47,1	42,8
	52,4	54,7	56,5	44,6	47,9
	51,8	53,4	54,5	48,2	46,2
	52,3	52,2	53,2	44,9	50,2
01:40 p.m.	56,4	57,6	54,8	58,3	54
	63	59	57,2	58	64,8
	62,7	57,3	59,2	57,5	61,2
	57,9	57,2	57,3	57,5	62,9
	71,1	58,2	57,7	60,6	64,5
	55,4	57,3	57,4	60,2	64,2
	65,5	56,8	58	58,2	63,2
03:45 p.m.	71,1	59,8	59,9	58,5	59,9
	57,6	60	58,9	59,5	58,9
	55,9	53,7	57,9	62	57,9
	54,3	58,8	53,4	63,2	53,4
	57,6	57,6	52,4	52,1	52,4
	56	54,3	53,2	54	54,2
	57,1	57	56,2	54,3	55

Tabla 4. Medición de ruido bloque 46-301

AULA 302					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
09:45 p.m.	61,3	55,2	59,8	59	58,5
	66,5	62,1	63,9	58,3	68,8
	63,1	54,2	57,2	60,5	67,4
	62,2	61,5	61	59,5	65,3
	60,5	60	60,6	56,5	59,3
	65,1	60,8	63,4	58,2	56,8
	63,6	59,2	58,2	59,4	58,2
12:30 p.m.	cerrado				
03:55 p.m.	61,4	55,5	53,4	62	58,5
	62,5	54,3	54,6	63,9	59,6

	65,2	59,9	53,7	61,1	57,3
	54,4	58,7	58,9	59,9	53,7
	53,3	55,3	61	60,2	54,5
	59,8	54,5	57,5	58,9	58
	58,2	57,3	54,8	61,2	57,8

Tabla 5. Medición de ruido bloque 46-302

AULA 311					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
10:00 a.m.	cerrado				
11:50 p.m.	53,7	54,5	57	59,8	60,1
	51,3	54,9	58,4	59,6	59,7
	56	59,4	53,3	58,2	61,4
	54,8	58,3	58,3	58,2	64,4
	54,7	57,6	57	57,2	59,9
	58,2	58,2	54,2	56	60,2
	55,4	54,9	57,1	58,4	58
04:10 p.m.	68,8	68,3	65,7	67,2	68,1
	71,4	67,3	69,8	66,7	68,5
	69	69	66,5	66,2	66,7
	66,8	70,2	68,4	67,5	65,4
	69,7	69,2	70,2	67,1	67,2
	68,2	68,5	79,4	68,1	66,2
	69,4	69,9	66,2	66,7	68,5

Tabla 6. Medición de ruido bloque 46-311

AULA 427					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
09:00 a.m.	Cerrado				
11:40 p.m.	53,5	53,4	53,7	53,5	53
	53,4	52,1	51	52,4	53,6
	53,4	53	53,4	53,9	54
	53,7	52,2	53,4	52,2	58,8
	52,5	52,8	51,8	53,3	53,4
	51,9	51,5	50,8	52,1	54,3
	53,4	54,5	51,7	52,2	63,3
04:00 p.m.	56,9	53	52	48,2	50,2
	56,8	52,1	54,9	49,3	48,8
	52,3	62,6	51,4	50,1	49,4
	53,9	57,3	51,4	51,8	51,6
	53,3	52	51,7	49,3	48,9
	53,3	53	52,9	55,3	48,7
	51,4	52,6	55,3	51,5	50,9

Tabla 7. Medición de ruido bloque 46-427

AULA 428					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
09:15 a.m.	58,2	57,2	51,4	56,8	52,2
	64,5	57,8	51,3	56,7	50,9
	52,4	59,3	52,5	55,5	52,9
	53,7	56,1	55	60	52,1
	59,6	55,3	55,8	55,7	52,5
	65,9	53,4	51,2	56,8	52
	52,7	53,7	53,4	54,8	50,6
12:00 p.m.	59	57,7	56,1	53,4	54,5
	55,1	54,5	53,8	53,4	53,8
	56,8	53,9	52,5	52,9	54,5
	60,4	54,5	53,9	53,6	54
	59,6	54,4	58,1	53,2	53,5
	55	51,1	56,2	53,1	53,9
	56,8	57,9	55,9	54,7	53,4
04:15 p.m.	52,6	52,1	51,2	49,5	49
	50,7	52,6	55,9	47	48,6
	49,7	48,5	59,4	46,5	51,4
	49,9	49,4	52,6	47,5	49,1
	48,9	48,6	51,5	49,2	49,6
	48,9	49,2	52,9	48,9	49,7
	49,7	52,5	50	51,8	50,7

Tabla 8. Medición de ruido bloque 46-428

3.1.2 Bloque 50

AULA 101					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
11:10 a.m.	53	50,4	51,3	51,7	52,1
	51,2	50,1	50,5	51,1	51,2
	51,1	50,5	53	50,8	51,6
	51,3	51,2	51,2	51,6	52,4
	50,6	52,6	52	52,7	57,7
	52,1	51,4	53,3	50,9	54,2
	51,3	50,7	50,8	52,1	53,4
12:00 p.m.	51,3	58,8	50,6	51,3	51,2
	50,4	52,1	50,4	50,9	50,3
	51,4	51,7	51,2	50,3	52,7
	51,8	51,7	51,4	51,1	51,8
	51	52,6	50,7	51,4	51,3
	52,1	54,9	51,8	50,2	51
	52,4	52,3	50,6	50,3	52,2

AULA 101					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
04:30 p.m.	59,4	62,5	62,5	53,8	53,4
	47,6	47,8	54,2	49,4	56,1
	46,6	54,2	49,2	50,7	48,7
	57,1	50,2	54,6	55	47,9
	47,2	46,7	50,6	48,5	50,2
	48,2	45,2	50,1	49,6	50,6
	49	46,9	49,4	50,2	48,2

Tabla 9. Medición de ruido bloque 50-101

AULA 203					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
10:15 a.m.	55,7	53,6	53,3	53,2	54,8
	54,3	53,4	50,2	53,4	54,8
	51,4	52,2	52,1	53,1	57,9
	52,5	52,1	59,8	55,8	52,1
	50,5	49,1	58,1	52	52,8
	49,6	54	54,8	54,7	56,7
	54,4	52,6	60,5	55,4	53,9
01:05 p.m.	45,6	59,6	53,9	52,7	51,7
	49,3	52,8	48,5	53	64,6
	48,9	52,3	50,7	49,9	64,9
	58,8	64,9	58	54	59,2
	53,2	51,7	54,5	45,9	46,8
	54,4	51	56,1	55,3	44,6
	51,7	50,9	49,6	50,4	65,8
03:10 p.m.	76,3	65,5	71,7	62,1	69,9
	65,4	61,4	60	65,9	65,9
	71,9	63,1	67,6	63,6	63,3
	75,5	58	61,9	59,5	55,8
	65,1	62,2	66,5	62,1	69,2
	61,3	58,4	63,3	55,3	65,9
	72,1	51,9	66,6	65,3	63,8

Tabla 10. Medición de ruido bloque 50-203

AULA 205					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
10:05 a.m.	62,1	62,9	57,7	60,9	58,9
	60,1	63,1	57,9	61,2	59,9
	54,3	59,6	56,6	63	60,9
	53,9	58,7	59	59,3	58,7
	55,9	65,5	58,8	58,4	76,6
	54,8	62,2	57	60,2	77,8
	54,9	60,2	56,6	57	59,2

	62,1	64,8	56,5	57,1	53
	60,1	53,1	47,1	55,5	58,8
	54,3	57,1	52,8	54,5	56,3
12:40 p.m.	53,9	56,6	50,5	58,9	55,8
	55,9	53,7	56	61,1	62,5
	50,1	58	55,2	58,2	61
	50,2	57,1	53,1	60	57,2
	60,9	53,3	60,1	54,9	66
	52,8	53,7	50,6	52,6	56,7
	53,1	52,1	53,1	58,5	55,9
03:35 p.m.	66,6	55	60,1	55,9	54
	53	52,3	56,7	60,6	53,5
	54	53,2	58,8	57,1	54,2
	60,1	50,2	59,2	60,1	60,1

Tabla 11. Medición de ruido bloque 50-205

AULA 328					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
	65,2	54	61,1	53,1	60,6
	66,6	59,5	63,5	64,9	61,5
	67,2	56,6	58,1	59,2	62,2
10:20 a.m.	63,8	65,9	68,5	61,9	55,5
	61,1	66,7	61,9	62,5	61,1
	66,6	64	61,3	58,5	59,1
	60,7	61	53,3	53,5	58,4
	62,3	62,9	58,1	57,6	63
	63,9	65,2	66	71,5	66,9
	61,1	65,1	70,3	66	69,4
01:20 p.m.	61,8	61,4	65,5	68,8	66,4
	52	57,9	59,3	61,6	64,1
	52,3	59,6	60,1	62	58,7
	60,7	64,6	68,8	59,3	52,4
	54,2	68,8	52,4	50,5	56,9
	54,7	58,8	59,9	51,3	51,1
	53,4	50,5	48,6	52,4	54,9
03:20 p.m.	62,3	49,3	47,2	55,3	51,7
	52,4	43	52,2	49,4	54,3
	49,4	48,8	53,7	53,9	50,4
	52,3	56,2	47,7	46,2	51,3

Tabla 12. Medición de ruido bloque 50-328

3.1.3 Bloque M1

	AULA 121				
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**

	AULA 121				
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
09:53 a.m.	50,3	52,7	48,9	55,8	53,2
	42,5	48,7	47,8	51,5	52,4
	46,2	44,3	59,5	55	61
	47,1	39,5	46,7	63	53,7
	45,7	43	47,8	52	51,5
	39,9	38,7	49,5	50,3	50,6
	37,3	38,8	51,5	52,1	51,3
12:18 p.m.	71,6	69,6	74,8	69,2	72,3
	66,5	74,1	71,5	80,2	67,9
	74,7	70,5	67,1	77,3	62,2
	70,1	75,3	80,7	70,9	59,9
	63,9	69	74,1	84,7	56,1
	75,5	72,2	69,1	70	53,8
	68	75,8	77,3	75,9	71,3
03:45 p.m.	cerrado				

Tabla 13. Medición de ruido bloque M1-121

AULA 212					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
09:19 a.m.	67,8	72,2	60,3	61,2	54,7
	65,4	61,8	57,3	57,7	60,3
	57,3	60,3	60,4	63,9	61,1
	70,9	68,9	58,2	59,4	55,3
	73,7	58,2	55,3	60,3	63,9
	61,1	60	58,7	61,3	60,3
	71,5	69	61,8	55,6	67,8
11:42 p.m.	57,3	60	58,2	61,1	50,7
	55,6	58,2	60,2	67,8	54,6
	58,2	61,1	55,2	63,3	58,2
	59,9	55,2	53,2	60,3	58,4
	55,3	59,9	59,5	59,9	54,1
	53,3	55,6	55,3	63,7	55,7
	61,1	61,8	56,4	58,7	56,9
03:09 p.m.	56,3	54,3	60	60,1	58,7
	51,5	52,1	62,2	60,7	58,9
	55,3	64,5	60,3	62,5	53,2
	50,8	62,3	55,2	60,8	55,3
	59,2	65,4	59,9	63,5	53,2
	55,7	60,1	58,1	57,9	57,5
	58,2	57,2	59,3	60,7	54,7

Tabla 14. Medición de ruido bloque M1-212

AULA 220					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
08:45 a.m.	60,9	61,4	50,6	48,1	55,7
	66,4	56,3	60,3	53,6	63,2
	63	56,6	54,2	50,5	68,1
	59	57,1	51,1	53,2	58,9
	59,1	59,7	53,3	62,7	59,8
	60,9	58,1	50,3	47,9	69,1
	63,5	53,2	61,9	56	69,3
11:25 p.m.	59,2	55,7	59,1	48,1	63,5
	56,7	59,8	54,3	56,3	59,7
	60,3	58,9	58,2	57,7	55,7
	63,7	56	61,8	49,9	63,7
	59	69,1	55,3	53,6	66,4
	66,9	59,7	59,1	55,6	62,3
	60,9	61,9	60,3	50,6	61,1
02:50 p.m.	62,7	69,3	60,3	53,6	60,3
	63,2	55,7	56	61,1	59,4
	61,9	68,1	58,2	53,3	56,3
	69,3	56	61,9	55,3	65,6
	63,2	58,9	55,3	50,6	60
	68,1	63,2	58,9	53,2	61,8
	59,8	59,3	55,7	60,3	58,2

Tabla 15. Medición de ruido bloque M1-220

AULA 313					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
09:36 a.m.	59,2	63,3	61,1	60	57,6
	59,4	56	69,9	66,7	60,3
	58,2	60	59,3	50,8	62
	59,5	59,4	61,5	65,5	53
	53	62	67	69,7	57,7
	63,3	56,6	61,9	58,3	56,9
	59,9	69,7	53,7	69,1	69,3
12:00 p.m.	62,3	59	58,2	63,2	63,2
	61,7	59,8	59,8	57,6	61,5
	60,1	60,7	59,6	59,4	64,9
	58,5	60,1	60,1	61,3	59,5
	58,3	58,9	66,5	58,6	60,8
	63,1	63,2	67,8	60,5	60,1
	61,6	61,4	51,2	61,3	59,3
03:00 p.m.	Cerrado				

Tabla 16. Medición de ruido bloque M1-313

3.1.4 Bloque M8

AULA 116					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
08:23 a.m.	57,2	57,3	62,9	58,8	50
	63,7	49,1	59,9	50,2	49,5
	53,1	56,4	61,3	58,1	63,3
	66,1	53,7	68,7	61,6	55,6
	62,5	61,1	59,3	57,2	59,2
	50	59,1	60,9	57,3	63,6
	51,5	64,7	63,3	52,2	60,2
11:10 a.m.	60,3	50	58,9	60,3	50,2
	59,4	52,3	60,3	64,5	51,3
	55,8	57,6	59,7	50	59,4
	54,3	55,8	64,5	51,2	60,1
	57,9	54,3	60	53,4	63,2
	61,7	60,1	59,8	59,8	60,4
	60	57,2	57,6	65,5	64,9
02:25 p.m.	63,5	54,5	64,2	65,9	53
	65,9	59,8	61	66,7	59,9
	58,7	57,9	59,1	63,3	60,3
	59,3	63,3	55,4	61,8	67,8
	59,5	60	50	56,7	65,4
	51,8	58,9	53,2	64,5	64,3
	57,3	61,4	49,9	66,7	69,2

Tabla 17. Medición de ruido bloque M8-116

AULA 117					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
11:05 a.m.	46,4	60	49,4	65,4	53,3
	39,3	48,6	55	46,2	57,3
	45,4	52,37	50,6	52,2	59,5
	45	43,8	55,1	63,8	51,6
	49,2	56,3	64,3	53	56,3
	42	58,8	66,3	53,2	60,1
	41,1	57,7	51,4	55,8	53,7
10:50 a.m.	48,9	51	53,2	51,3	45,4
	44,3	49,8	47,2	50	45
	51	50,1	50,9	45,5	49,2
	49,3	50,8	46	44,2	43,5
	50,8	50,3	48,9	48,9	42,9
	53,5	46,7	49,1	50,9	42,8
	40,7	48,9	48,7	49,3	45,6
02:08 p.m.	61,3	57,9	69,3	55,8	68,9
	67,9	56,8	66,2	60,9	67,6

AULA 117					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
	60	57,7	65,5	59,3	59,9
	62,8	60,1	63,1	62,4	60,3
	64,1	59,3	62	65,8	64,5
	63,2	59,8	68,9	64,3	67,8
	62	57,2	65,6	67,9	66,3

Tabla 18. Medición de ruido bloque M8-117

AULA 201					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
07:45 a.m.	57,9	65,2	61,2	63,3	60,9
	51,6	60,9	63,1	66,1	59,8
	55,8	59,4	63	60,8	62,9
	63,1	63,4	62,2	58,9	66,1
	67,2	72,9	59,9	55,9	64,9
	58,3	64,5	63,6	56,1	60,3
	57,3	64,6	60,7	65,8	59,7
10:37 a.m.	60	68,7	67,9	72,3	59,9
	63,5	60,1	64,3	71	63,5
	68,9	65,3	68,1	68,9	69,8
	73,3	64,7	70,1	70,1	72,3
	61,3	64,3	65,4	67,9	67,9
	65,9	66,7	65,6	69,8	65,1
	59,9	70,9	69,8	65,4	60
01:50 p.m.	56,4	59,9	55,4	57,8	55,5
	58,9	52,3	56,3	59,1	53,2
	51,3	56,3	55,2	55,6	54,5
	60,1	57,1	58,1	55,8	52,3
	57,7	57,8	57,9	54,3	51,1
	55,2	56,9	59,3	57,8	52,8
	58,9	58,4	60,1	56,9	59,9

Tabla 19. Medición de ruido bloque M8-201

AULA 208					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
07:30 a.m.	62,4	63,4	69,3	67,6	57,5
	67,4	59,2	66,8	62,8	64
	56,6	62,1	66,9	58,3	59,3
	60,7	66,4	55,3	68,7	69,7
	61,9	62,5	59,9	63,9	74,4
	63,4	66,7	57,4	68	61,2
	61	70	66,6	68,8	61,3
10:20 a.m.	59,9	54,2	56,9	50,4	52,8
	47,6	49,2	50,8	55,3	50,3
	50,4	59,7	51,4	51,1	48
	53,6	53,8	49,1	50,8	47,6
	49,2	49,3	56,3	50,7	50,1
	50,4	51,3	57,8	49,5	51,7
	48,2	47,8	58,3	59,6	54,7
01:30 p.m.	62,3	63,7	69,3	56,7	59
	65,7	56,8	63,1	58,2	62,5
	58,9	65,9	62,8	60,3	59,8
	63,4	66,4	59,9	65,9	67,7
	60,1	68,9	62,1	68,8	72,8
	62,8	63,1	57,4	68	60,1
	63,5	61	56,2	68,7	64,9

Tabla 20. Medición de ruido bloque M8-208

3.2 RESULTADOS PROMEDIO

A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada punto promedio hora, para esto se usa la siguiente ecuación:

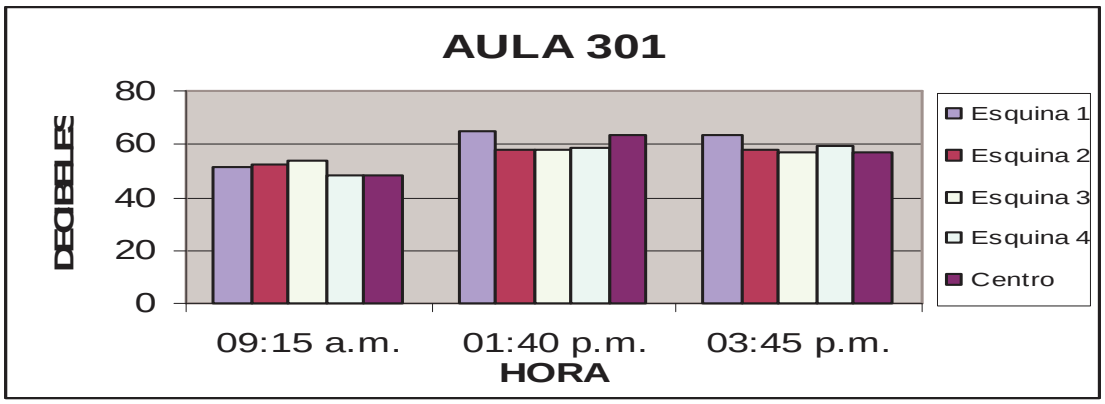
$$\overline{L}_p = 10\log_{10}\left[\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} 10^{0.1L_{pi}}\right]$$

BLOQUE 46

AULA 301					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
09:15 a.m.	51,5	52,6	53,6	48,3	48,1
01:40 p.m.	64,9	57,7	57,5	58,8	63
03:45 p.m.	63,5	57,9	56,8	59,3	56,8

Prom./hora	Prom. total
50.2	58,4
60.7	
59	

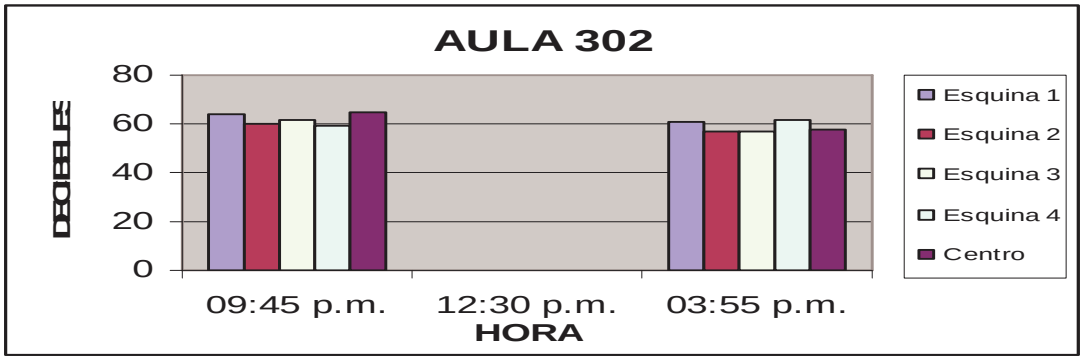
Valor max: 60.7 DB (01:40 p.m.) Valor min: 50.2 DB (09.15 am)
Promedio: 58.4 DB



AULA 302					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
09:45 a.m.	63,6	59,8	61,2	58,9	64,4
12:30 p.m.	Cerrado				
03:55 p.m.	60,9	57	57,2	61,3	57,5

Prom./hora	**Prom. total**
61,1	59,9
58,2	

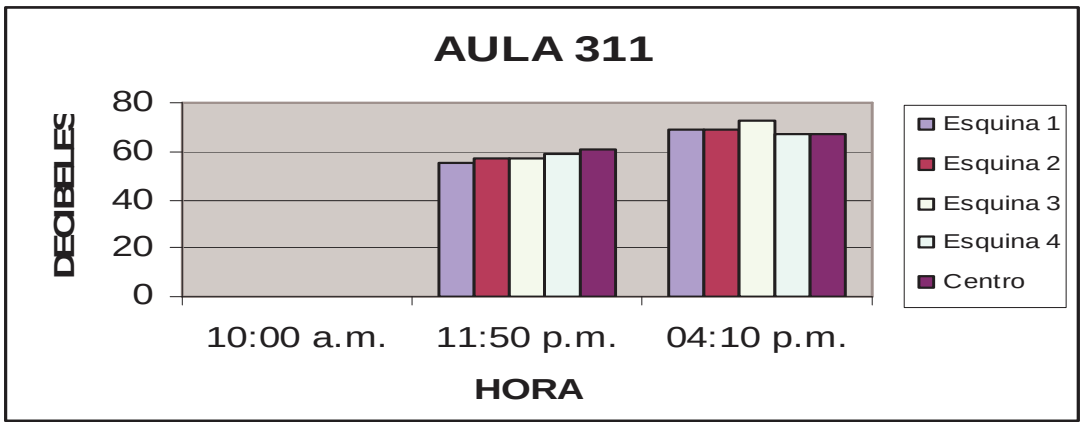
Valor máx.: 61.1 DB (09.45 a.m.) Valor min.: 58.2 DB (03.55 p.m.)
Promedio: 59.9 DB



AULA 311					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
10:00 a.m.	Cerrado				
11:50 a.m.	55,3	57,2	56,8	58,4	61
04:10 p.m.	69,2	69	72,6	67,1	67,4

Prom./hora	**Prom. Total**
56,9	65,7
68,4	

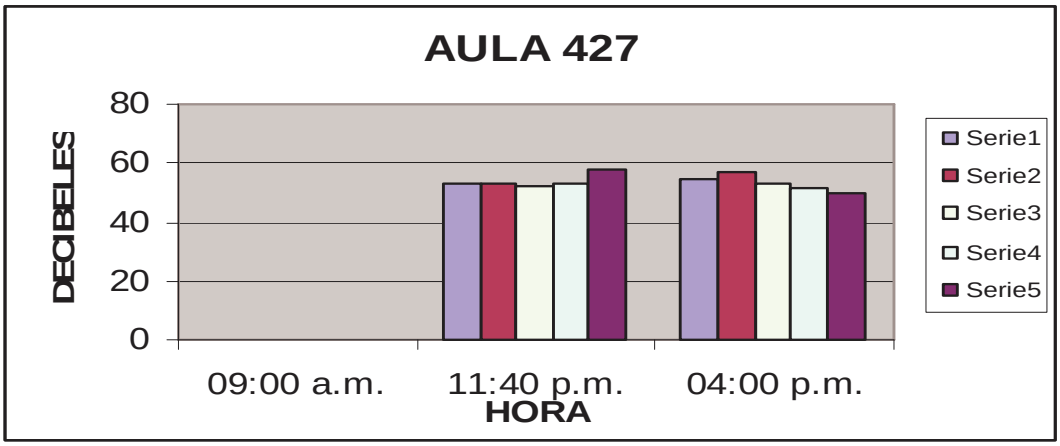
Valor máx.: 68.4 DB (04.10 p.m.) Valor min.: 56.9 DB (11.50 a.m.)
Promedio: 65.7 DB



AULA 427					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
09:00 a.m.	Cerrado				
11:40 a.m.	53,2	52,9	52,4	52,9	57,6
04:00 p.m.	54,4	56,7	53,1	51,4	49,9

Prom./hora	**Prom. total**
53,1	52,9
52,7	

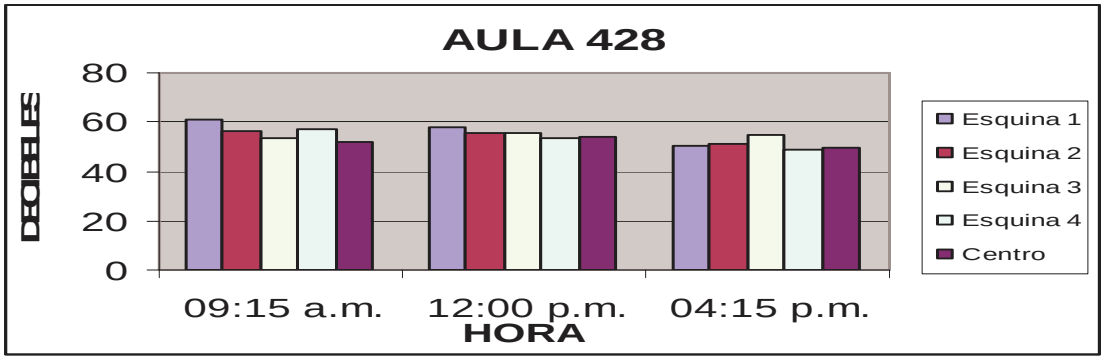
Valor máx.: 53.1 DB (11.40 a.m..) Valor min.: 52.7 DB (04.00 p.m.)
Promedio: 52.9 DB



AULA 428					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
09:15 a.m.	61	56,6	53,3	56,9	52
12:00 p.m.	58	55,3	55,6	53,5	54
04:15 p.m.	50,2	50,8	54,6	48,8	49,8

Prom./hora	**Prom. total**
56,4	54,5
54,7	
50,2	

Valor máx.: 56.4 DB (09:15 a.m.) Valor min.: 50.2 DB (04:15 p.m.)
Promedio: 54.5 DB

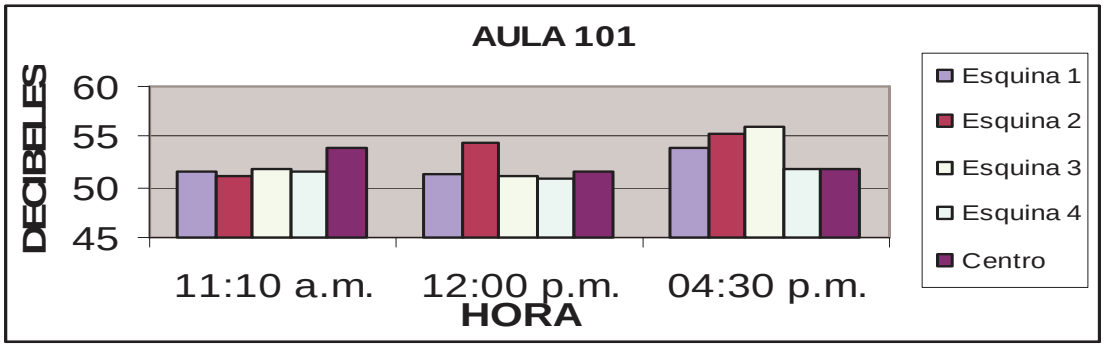


BLOQUE 50

AULA 101					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
11:10 a.m.	51,6	51,1	51,8	51,6	53,8
12:00 p.m.	51,3	54,3	51	50,8	51,6
04:30 p.m.	53,8	55,2	55,9	51,7	51,8

Prom./hora	Prom. total
50,9	51,6
50,8	
52,9	

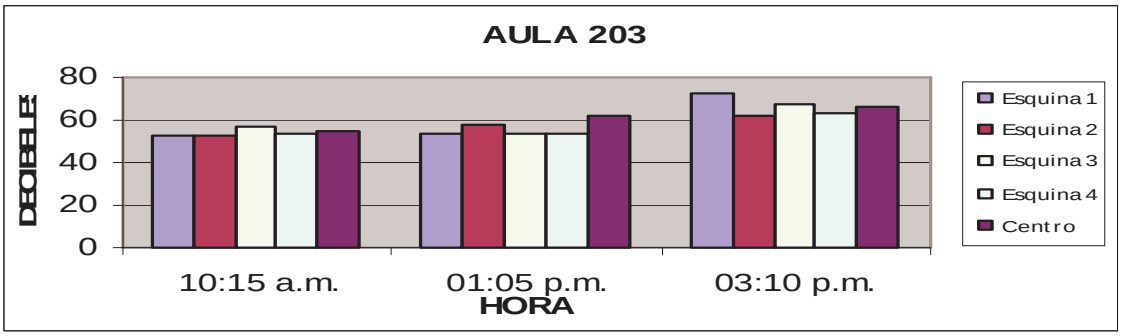
Valor máx.: 52.9 DB (04:30 p.m.) Valor min.: 50.8 DB (12:00 p.m.)
Promedio: 51.6 DB



AULA 203					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
10:15 a.m.	53,1	52,7	56,99	54,13	55,14
01:05 p.m.	53,56	58,32	54,2	54,13	61,89
03:10 p.m.	72,26	61,59	66,89	63,02	66,43

Prom./hora	Prom.Total
54,67	63,54
57,74	
67,71	

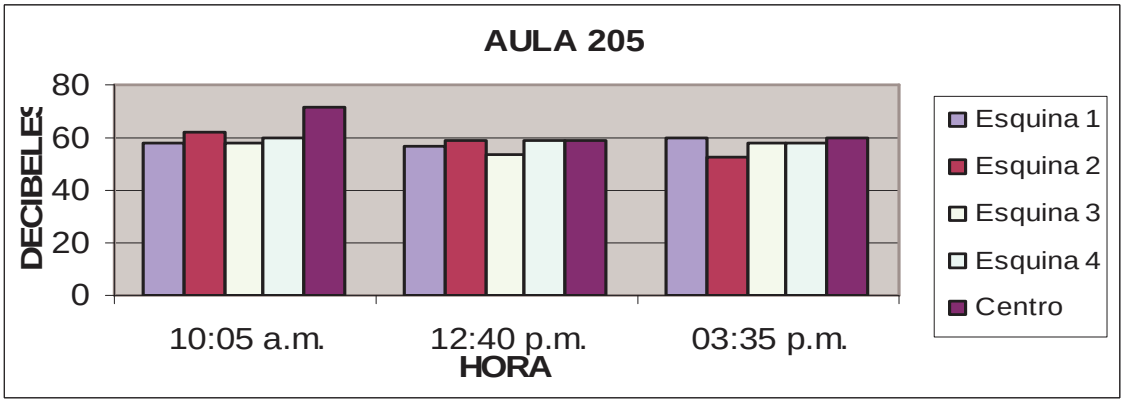
Valor máx.: 67.7 DB (03:10p.m.) Valor min.: 54.7 DB (10:15 a.m.)
Promedio: 63.4 DB



AULA 205					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
10:05 a.m.	57,74	62,3	57,78	60,38	71,98
12:40 p.m.	57,29	59	53,94	58,43	58,8
03:35 p.m.	60,39	53,04	58,2	57,86	59,74

Prom./hora	Prom.Total
65,96	62,42
57,8	
58,46	

Valor máx.: 65.9 DB (10:05 a.m.) Valor min.: 57.8 DB (12:40 p.m.)
Promedio: 62.4 DB

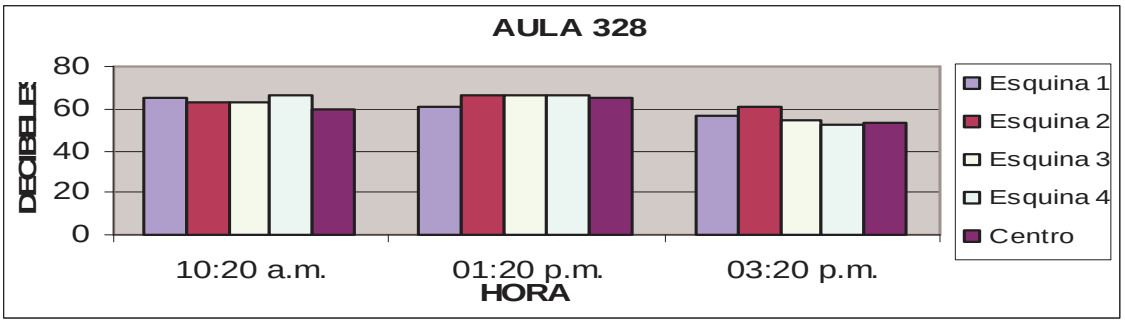


AULA 328					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
10:20 a.m.	65,08	62,99	63,12	65,94	60,22
01:20 p.m.	60,82	66,07	66,07	66,34	65,25
03:20 p.m.	56,18	61,11	53,94	52,09	53,56

Prom./hora	Prom.Total
63,88	63,22
65,3	
56,7	

Valor máx.: 65.3 DB (01:20 p.m.) Valor min.: 56.7 DB (03:20 p.m.)

Promedio: 63.2 DB

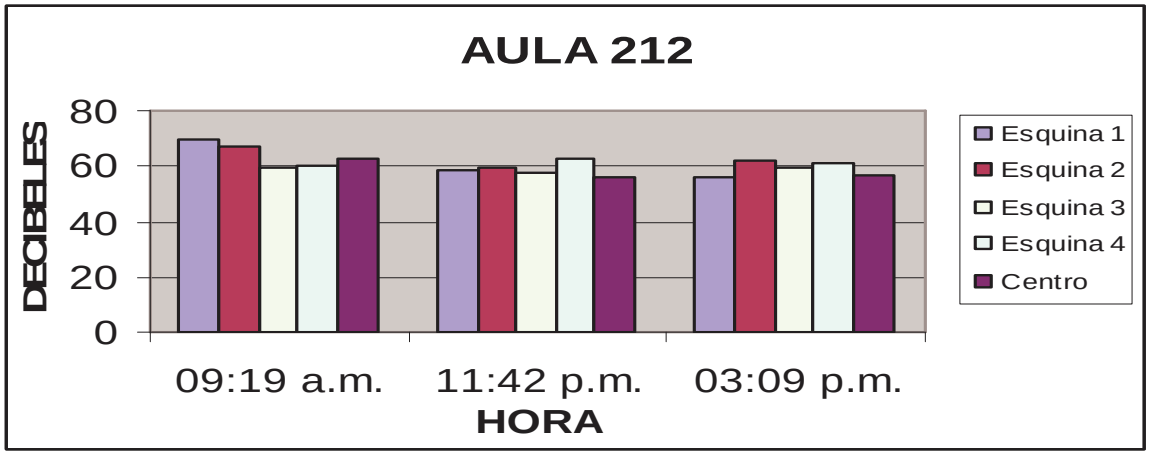


BLOQUE M1

AULA 212					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
09:19 a.m.	69,41	67,17	59,3	60,46	62,53
11:42 a.m.	58,08	59,42	57,74	63,18	56,13
03:09 p.m.	56,15	61,53	59,7	61,19	56,5

Prom./hora	**Prom.Total**
65,5	62,53
59,6	
59,6	

Valor máx.: 65.5 DB (09:19 a.m.) Valor min.: 59.6 DB (11.42 a.m.- 03:09 p.m.)
Promedio: 62.5 DB

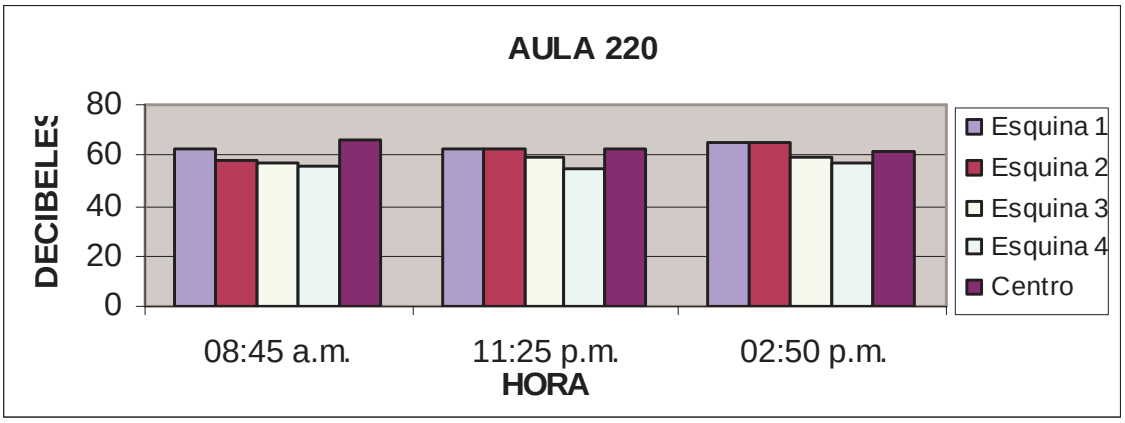


AULA 220					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
08:45 a.m.	62,57	58,14	56,92	56,22	65,9
11:25 a.m.	62,2	62,72	58,93	54,3	62,76
02:50 p.m.	65,26	64,43	58,68	56,94	61,17

Prom./hora	**Prom.Total**
61,6	61,5
61,11	

61,68	

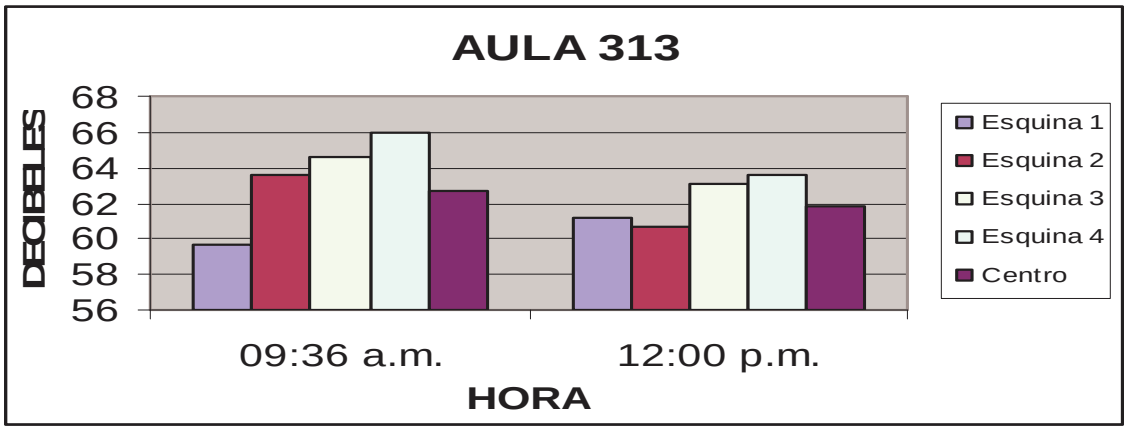
Valor máx.: 61.7 DB (02.:50 p.m.) Valor min.: 61.1 DB (11:25 a.m.)
Promedio: 61.5 DB



AULA 313					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
09:36 a.m.	59,72	63,53	64,58	65,93	62,69
12:00 p.m.	61,12	60,68	63,06	63,64	61,78
03:00 p.m.	Cerrado				

Prom./hora	Prom.Total
63,74	63,03
62,2	

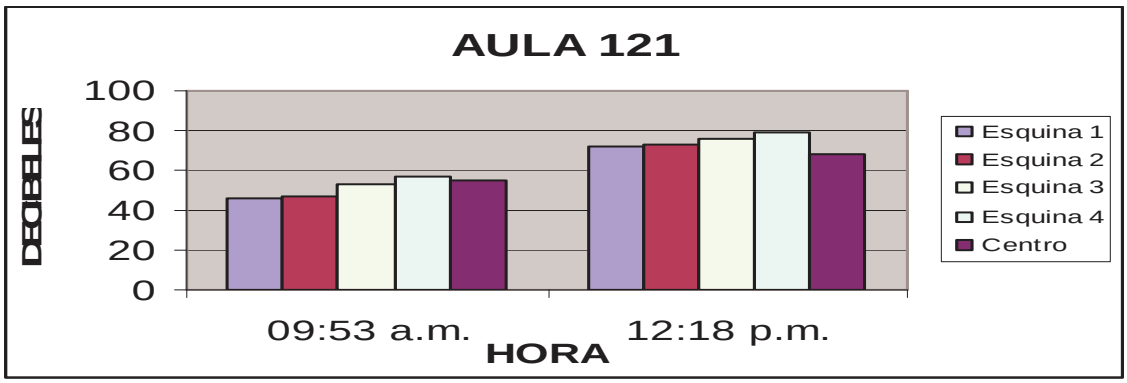
Valor máx.: 63.7 DB (09:36 a.m.) Valor min.: 62.2 DB (03:00 p.m.)
Promedio: 63.03 DB



AULA 121					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
09:53 a.m.	45,9	46,7	52,9	56,7	54,8
12:18 p.m.	71,6	73,1	75,6	78,7	67,6
03.20 p.m.	Cerrado				

Prom./hora	Prom.Total
53,2	71,8
74,8	

Valor máx.: 74.8 DB (12:18 p.m.) Valor min.: 53.2 DB (09:53 a.m.)
Promedio: 71.8 DB

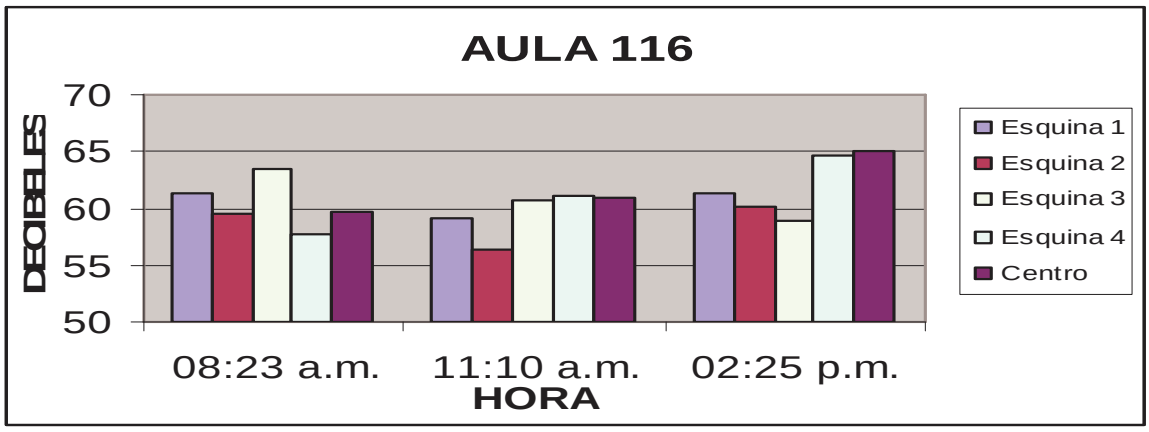


BLOQUE M8

AULA 116					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
08:23 a.m.	61,2	59,6	63,5	57,8	59,7
11:10 a.m.	59,1	56,4	60,6	61	60,8
02:25 p.m.	61,2	60,1	58,9	64,6	65,1

Prom./hora	Prom.Total
60,8	61,3
59,9	
62,7	

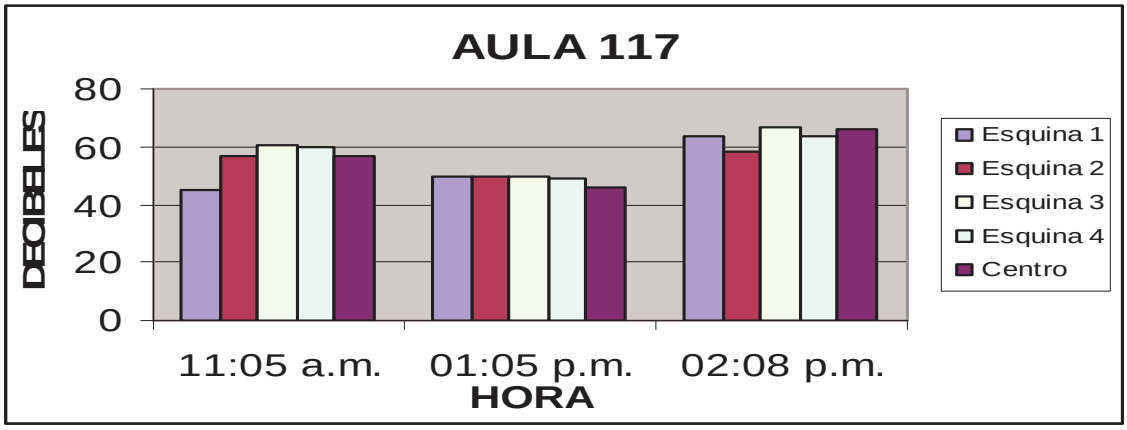
Valor máx.: 62.7 DB (02:25 p.m.) Valor min.: 59.9 DB (11:10 a.m.)
Promedio: 61.3 DB



AULA 117					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
11:05 a.m.	45,2	56,4	60,5	59,9	57
01:05 p.m.	49,8	49,8	49,7	49,2	45,5
02:08 p.m.	63,8	58,6	66,5	63,8	66,1

Prom./hora	Prom.Total
57,9	60,7
49,1	
64,5	

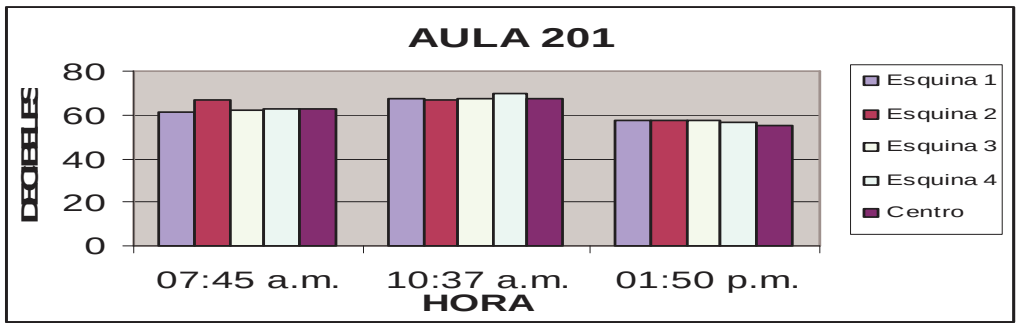
Valor máx.: 64.5 DB (02:08 p.m.) Valor min.: 49.1 DB (01:05 p.m.)
Promedio: 60.7 DB



AULA 201					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
07:45 a.m.	61,4	66,7	62,1	62,6	62,8
10:37 a.m.	67,4	66,9	67,8	70,1	67,6
01:50 p.m.	57,6	57,4	57,8	57	55,2

Prom./hora	Prom.Total
63,6	64,9
68,1	
57,1	

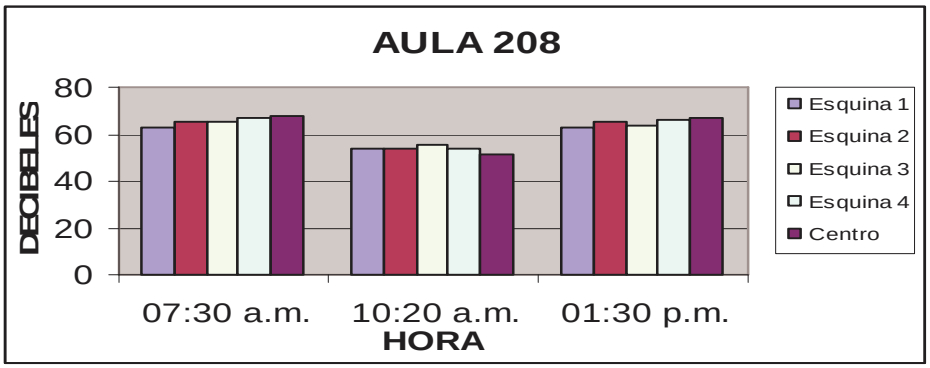
Valor máx.: 68.1 DB (10:37 a.m.) Valor min.: 57.1 DB (01:50 p.m.)
Promedio: 64.9 DB



AULA 208					
Hora	**Esquina 1**	**Esquina 2**	**Esquina 3**	**Esquina 4**	**Centro**
07:30 a.m.	63	65,6	65,5	66,6	67,9
10:20 a.m.	53,7	54,1	55,6	54,1	51,4
01:30 p.m.	62,9	65	63,6	65,9	66,7

Prom./hora	**Prom.Total**
66	63,9
54	
65	

Valor máx.: 66 DB (07:30 a.m.) Valor min.: 54 DB (10:20 a.m.)
Promedio: 63.9 DB



4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para interpretar los resultados obtenidos en las mediciones del ruido en cada salón, así como también los valores máximos y mínimos hallados; se deben usar las tablas 1 y 2 de valores críticos de ruido (OMS, 2005) y tabla 3 de estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB.

4.1 PARA EL BLOQUE 46.

De acuerdo con la tabla 1, se puede ver que el bloque 46 según las mediciones obtenidas, el ruido en promedio fue de 58.3 dB, el cual tiene efectos en la salud humana tales como: interferencia en la comunicación, perturbación en la extracción de información, inteligibilidad del mensaje, malestar diurno moderado y fuerte, y comunicación verbal difícil.
Según la tabla 3, el bloque 46 se encuentra en el Sector B. (Tranquilidad y Ruido Moderado) de acuerdo con las mediciones este bloque cumple con los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en decibeles, sin embargo hay ocasiones en que el ruido supera los 65 dB por razones ajenas al bloque, por ejemplo los carros en el parqueadero del 46, los horarios en cambios de clase, la construcción del coliseo de la universidad, etc.

4.2 PARA EL BLOQUE 50.

En promedio los niveles de ruido en este bloque fue de 60.2 dB, si se compara este dato con las tablas se encuentra que:
Según la tabla 1: el nivel de ruido en el bloque 50 tiene causas en la salud humana que se ven reflejados en una comunicación verbal difícil, y malestar diurno.
Según la tabla 3: los datos indican que el bloque 50 se encuentra en el Sector B. (Tranquilidad y Ruido Moderado) dentro de los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en decibeles, aunque el ruido en este bloque muchas veces supera los 65 dB, debido a que esta ubicado a todo el lado de la carrera 65, vía muy transitada y en ocasiones congestionada; otra razón es el ruido de los carros en el parqueadero y el que se forma en la cancha de fútbol.

4.3 PARA EL BLOQUE M1 (Facultad de Minas).

Para este bloque el ruido en promedio fue de 64.7 dB.
De acuerdo con la tabla 1 y 2, en este bloque el ruido causa en la salud humana una difícil comunicación, y malestar diurno moderado y fuerte.
Según la tabla 3, el bloque M1 se encuentra en el Sector B. (Tranquilidad y Ruido Moderado).
El nivel de ruido en este bloque esta dentro los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, en decibeles. Además, este sitio se encuentra en la mayor parte del día en el límite de los niveles de ruido permitido, principalmente porque esta ubicado en una de las partes mas congestionadas que hay en la ciudad de Medellín (carrera 80), la cual es transitada más que todo por vehículos grandes y pesados que generan demasiado ruido.

4.4 PARA EL BLOQUE M8 (Facultad de Minas).

El ruido promedio fue de 62.7 dB.
Según la tabla 1, el ruido en este bloque tiene efectos en la salud humana como: interferencia en la comunicación, perturbación en la extracción de información, inteligibilidad del mensaje malestar diurno moderado y en ocasiones malestar diurno fuerte, además de una comunicación verbal dificultosa.

Según la tabla 3, el bloque M8 se encuentra en el Sector B. (Tranquilidad y Ruido Moderado). Y cumple con los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en decibeles. Son muy pocas las veces en que el ruido se sale del rango permitido, ya que está aislado de las vías y hay algunas zonas verdes a su alrededor, pero estos niveles son superados cuando el número de estudiantes en el interior y exterior del salón aumenta.

Según lo anterior se pudo observar las diferentes fuentes de ruido, tanto internas como externas, entre las cuales podemos mencionar:

- Tráfico vehicular (carros, camiones, colectivos, motos) que transitan por la 65 y la 80.
- Una persona o un grupo de personas pueden ser una fuente importante de ruido y más si el nivel de ruido de fondo es elevado.
- Actividades de construcción: se destaca el ruido originado por la construcción del coliseo y de la piscina y otras que no se mencionan como mejoras en la infraestructura existente.
- Falta de mantenimiento de la dotación del salón (aire acondicionado, sillas, tubos de neón)
- Medio ambiente: vientos fuertes, truenos, fauna, entre otros, que se pueden percibir por las ventanas de las aulas.

CONCLUSIONES

- Al realizar cada una de las visitas a los diferentes salones asignados para la toma de mediciones de ruido, se pudo identificar plenamente las siguientes fuentes de contaminación sonora: los vehículos que transitan, el aire acondicionado, los estudiantes que hablan fuera y dentro de los salones, la ventanas que vibran como consecuencia del viento y del paso de los carros, sillas en mal estado, reproductores de música, celulares, entre otros.

- La repercusión económica y social de la contaminación acústica se puede medir ya sea mediante audiometrías, para determinar el nivel del daño causado al oído de la persona afectada, por medio de encuestas socioeconómicas que arrojen resultados acerca de la pérdida del valor comercial de las propiedades cercanas a las rutas de ruido, o también teniendo en cuenta la relación que existe entre la pérdida de materias y los altos niveles de ruido que son uno de los factores que interviene en la desconcentración y falta de atención de las personas.

- Gracias al estudio realizado, se ha comprobado que los bloques 46 y 50 en el volador y los bloques M1 y M8 en minas. Cumplen con los niveles máximos de ruido exigidos por la normatividad colombiana. Aunque hay excepciones en las cuales el ruido supera estos niveles, pero son por causas ajenas a la universidad, tales como el flujo vehicular.

- El problema del ruido se puede ver reflejado en los estudiantes, pues está demostrado que para un alto nivel de concentración se debe procurar que el ambiente sea de calma y de silencio. Sí no se garantiza esto, el nivel académico puede disminuir considerablemente, provocando pérdida de materias y causando por tanto un atraso en las materias de los estudiantes; lo cual genera costos para ellos mismos y para la universidad.

RECOMENDACIONES

Los problemas encontrados tanto al interior como al exterior de las aulas fueron:

- En el interior hay un aumento del ruido en especial en momentos de iniciación o finalización de clases, puesto que se genera una aglomeración de estudiantes que comparten sus experiencias y exponen sus ideas, arrastran las sillas y aumentan el tono de voz.

- A nivel exterior, en el núcleo El Volador se encuentra la carrera 65 y Autopista Norte y en la Facultad de Minas la carrera 80, las cuales son vías con un alto flujo vehicular.

Para el anterior problema de ruido se podría implementar acciones correctivas tales como:

- Motivación a la comunidad educativa mediante charlas de capacitación, educación ambiental, sensibilización y campañas para disminuir el ruido

- Tener en cuenta para la construcción de nuevas aulas o para el adecuación de éstas, medidas técnicas que proporcionen aislamiento con el exterior, y en sitios no aledaños a vías de gran congestión y flujo vehicular

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BEDOYA, Julián. El Hombre y su ambiente. Universidad Nacional de Colombia. 2da Ed. 1997. Págs. 107- 113.

BEDOYA, Julián. Administración de Seguridad Industrial. SOCIA. 1982. Págs 123 - 160.

RAMÍREZ, Ricardo. VILLEGAS, Mauricio. Investiguemos 11, Física 2.Editorial Voluntad. 1989. Sexta Ed. Págs. 41 - 42

HARRIS, Cyril M. *Manual para el Control de Ruido*, 3ra. Ed., Madrid, España. Editorial McGraw-Hill, 1997. Págs. 9-10.

MORENO, Jorge N. *Fundamentos del Control del Ruido*. BRÜEL & KJAR. 1998.

Organización Mundial de la Salud (OMS). *Guidelines for Community Noise*. Ginebra, 1999. (Consulta: entre 21 y 28 de febrero de 2007).

VÁZQUEZ, Beatriz A. *Contaminación Acústica.* (Consulta: entre 21 y 28 de febrero de 2007).

Limites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones. (Consulta: entre 21 y 28 de febrero de 2007) Ecuador.

2 ESTUDIO DE LOS NIVELES DE RUIDO EN LAS AULAS DE CLASE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

JUAN ESTEBAN ACHURY - jeachury@unalmed.edu.co
AURA MARCELA AGUIRRE AMELL-amaguirra@unalmed.edu.co
ERIKA BRACHO - edcbracho@unalmed.edu.co
ANDREA ECHEVERRI GARCÍA – aecheve@unalmed.edu.co
ELIZABETH MONTOYA HENAO – emontoyh@unalmed.edu.co
TATIANA OSPINA - ltospina@unalmed.edu.co
JUAN DAVID QUICENO – jdquicenp@unalmed.edu.co
SILVIO TANGARIFE – stangar@unalmed.edu.co

JULIAN BEDOYA

2.1 PROFESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Facultad de Minas - Higiene y Seguridad Industrial
Medellín
2007

2.2 TABLA DE CONTENIDO

2.3

2.4 RESUMEN/ABSTRACT

…… IV

1. Introducción……....1
2. **Objetivos……...4**
   Objetivo General…….....4
   Objetivos Específicos……...…..4

3. Metodología……...5
3.1 Definición del área de estudio y toma de datos experimentales……5
3.2 Número de personas expuestas……...5

3 3.3 METODOLOGÍA PARA EL TRABAJO DE CAMPO Y EL MUESTREO DE DATOS EXPERIMENTALES..5

4. Marco Teórico……7
4.1 Definiciones Importantes……..7
4.2 Principales fuentes de contaminación por ruido en la ciudad……..7
4.3 Instrumentos para medición del ruido (¿qué son?, ¿cómo se llaman?, ¿cómo se utilizan?)……...7
4.4 Normas Colombianas para control del ruido……8
4.5 Efectos del ruido en la salud humana……...10
4.5.1 Los efectos del ruido en el sistema auditivo……10
4.5.2 Efectos Extra-auditivos……11
4.6 Acciones correctivas usadas para mejorar el ambiente auditivo en los entornos laborales……...11
4.6.1. Tratamiento en la Fuente……11
4.6.2. Planeamiento Urbano……...12
4.6.3. Planeamiento Arquitectónico……..12
4.6.4. Diseño Mecánico y Eléctrico……12
4.6.5. Enmascaramiento……12
4.6.6. Evaluación del riesgo……12
4.7 Mapas de ruido……..12
5. Información experimental y mediciones……14
5.1. Análisis Gráfico Del Problema De Contaminación Auditiva evaluado……....14
6. Resumen de resultados……16
7. Análisis de resultados……21
7.1. Análisis por franjas horarias……...21
7.1.1. Franja 9:30 AM -12:00 PM……..21
7.1.2. Franja 12:00 PM-2:00 PM……21
7.1.3 Franja 2:00 PM-5:30 PM……..21
7.2. Análisis general……21
8.Conclusiones……...24
9.Recomendaciones……...25
BIBLIOGRAFÍA……..26
ANEXO

LISTA DE TABLAS

Tabla1. Componentes de un sonómetro y sus funciones más importantes ……8
Tabla2. Límites permisibles de ruido según Ministerio de Medio Ambiente Colombiano……...10
Tabla3. Resumen General de mediciones por aulas y Franjas Horarias……...16
Tabla4. Límites Recomendados de Exposición al ruido.....……20

LISTA DE FIGURAS Y GRÁFICAS

FIGURAS

Figura1. Efectos del Ruido……1
Figura2. Mapa Facultad de Minas ……14
Figura3. Bloque M3 Facultad de Minas……14
Figura4. Bloque M2 Facultad de Minas……15

GRÁFICAS

Gráfica1. Rangos en Db para Bloque M3 teniendo en cuenta las tres franjas Horarias……17
Gráfica2. Rangos en dB para Bloque M2 teniendo en cuenta las tres franjas Horarias……17
Gráfica3. Promedio de Ruido en dB(A) para Bloque M3 en franja de la mañana.....17
Gráfica4. Promedio de Ruido en dB(A) para Bloque M3 en franja del Mediodía.....18
Gráfica5. Promedio de Ruido en dB(A) para Bloque M3 en franja de la tarde.....18
Gráfica6. Promedio de Ruido en dB(A) para Bloque M2 en franja de la mañana 18
Gráfica7. Promedio de Ruido en dB(A) para Bloque M2 en franja del Mediodía.....19
Gráfica8. Promedio de Ruido en dB(A) para Bloque M2 en franja de la tarde.....19
Gráfica9. Distribución de los Promedios en Bloque M3.....19
Gráfica10. Distribución de los Promedios en Bloque M2 20

3.1

3.2 RESUMEN

Con el objetivo de conservar nuestra calidad auditiva y tener óptimas condiciones en el desarrollo de actividades académicas, en la Universidad Nacional de Colombia-sede Medellín- se realizaron mediciones para establecer la cantidad de ruido existente, observando claramente las fuentes de ruido y puntualizando posibles mejoras para minimizar el mismo. En este informe se analizó el ruido existente en la Facultad de Minas, específicamente en los bloques M2 y M3, las mediciones se realizaron en cada aula de clases, ubicando cinco puntos para cada medición. En el estudio se observó que el nivel de ruido para estos bloques esta dentro del intervalo permitido por la norma colombiana (Ruido permitido para universidades y/o ambientes similares)

3.3

3.4 ABSTRACT

Whit the objective to conserve our auditory quality and to have conditions in the development of academic activities, in the Nacional University of Colombia - Seat Medellín - measurements were made to establish the amount of existing noise, observing the noise sources clearly and specifying possible improvements to diminish this himself. In this report it was analyzed the existing noise in the Faculty of de Minas, specifically in the buildings M2 y M3, the measurements were made in each classroom the class, locating five points for each measurement. In the study it was observed that, the level of noise for these blocks is within the interval allowed by the colombian norm (Noise allowed in universities).

4 1. INTRODUCCIÓN

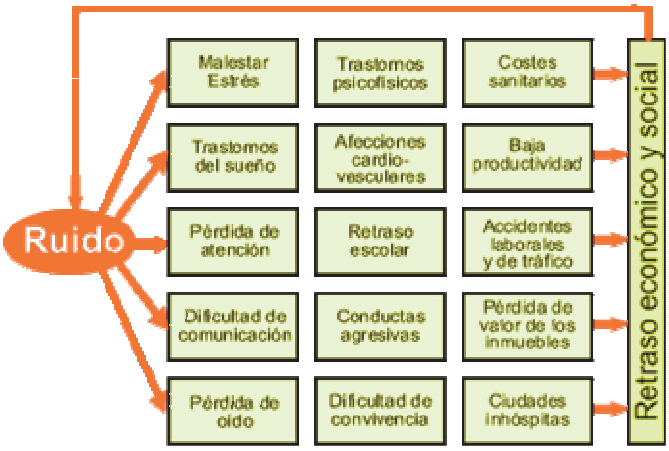
5

6

7 ***"NO TODOS LOS SONIDOS SON RUIDO; EL RUIDO ES UN SONIDO QUE NO LE GUSTA A LA GENTE. EL RUIDO PUEDE SER MOLESTO Y PERJUDICAR LA CAPACIDAD DE TRABAJAR AL OCASIONAR TENSIÓN Y PERTURBAR LA CONCENTRACIÓN. EL RUIDO PUEDE OCASIONAR ACCIDENTES AL DIFICULTAR LAS COMUNICACIONES Y SEÑALES DE ALARMA. EL RUIDO PUEDE PROVOCAR PROBLEMAS DE SALUD CRÓNICOS Y, ADEMÁS, HACER QUE SE PIERDA EL SENTIDO DEL OÍDO. EL RUIDO ES UN SONIDO INDESEABLE Y/O DESAGRADABLE"[(1)].***

El problema del ruido del pasado no es nada comparado con lo que es en la actualidad: la inmensa cantidad de coches que circulan en ciudades y carreteras, los camiones pesados sin motor silenciado, el ruido producido por aviones, trenes, el ruido industrial, etc..., son algunos ejemplos[(2)]. Dentro del estudio de la Seguridad Industrial, es de suma importancia valorar la contaminación auditiva dentro de los ambientes laborales, para comenzar a evaluar alternativas viables y efectivas que permitan reducir de manera considerable los niveles de ruido que se producen alrededor de los trabajadores y se eviten así las enfermedades profesionales de carácter auditivo.

Todo sonido o frecuencia sonora que definimos como ruido puede generar efectos de uno u otro tipo en la calidad auditiva de una persona, más que todo cuando permanece tiempos muy largos sometida a dichos sonidos desagradables e irritantes. De algún modo el ruido puede alterar en una persona sus habilidades sensoriales relacionadas con la audición, escucha, oído y concentración mental. Es importante entonces aprender a reducir los riesgos generados por el exceso de ruido a partir de alternativas que surjan del análisis de datos experimentales y prácticas representativas, que involucren mediciones de niveles de ruido en espacios específicos y zonas afectadas por contaminantes de tipo auditivo.



7.1.1.1 Figura1. Efectos del Ruido

(1)OIT. Organización Internacional del Trabajo. *El Ruido en el lugar de trabajo*. Modulo sobre la Salud y Seguridad en el trabajo. **Página WEB:** http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/noise/noiseat.htm **Consulta Realizada:** Septiembre 8 de 2007
(2)Página Web: http://www.elruido.com/. *Página Principal o Home.* **Consulta Realizada:** Septiembre 8 de 2007.

En este punto, podemos aclarar que las condiciones del ambiente definen el grado de contaminación por ruido existente en un lugar específico de trabajo o donde se encuentran personas confinadas la mayor parte de su tiempo (es el caso de los salones de clase de la Universidad Nacional), es decir, factores como el grado de industrialización de la zona, la afluencia de vehículos y personas a sitios circundantes o cercanos etc., son determinantes a la hora de evaluar el grado de contaminación auditiva de un lugar. Muchos elementos pueden ser contaminantes sonoros, desde una máquina electrónica hasta un automóvil, pasando por la voz humana en una conversación normal o en voz baja, o un susurro.

Actualmente existen medios electrónicos muy desarrollados para medir los niveles de ruido, medios realmente eficaces para leer dichos niveles desde las fuentes principales que lo producen; éste instrumento lo conocemos como sonómetro, cuyo trabajo es medir la intensidad del ruido o decibeles de ruido (dB) de una forma eficaz y en el lugar de trabajo afectado directamente. Al analizar los datos o medidas proporcionadas por un sonómetro se puede estudiar el ruido y detectar formas de mejorar el ambiente auditivo para los trabajadores o personas que hacen uso de los recintos afectados.

Como hemos dicho, toda persona sometida durante períodos de tiempo más o menos largos a ruidos intensos, puede verse afectada notablemente en el aspecto salud perdiendo parte de sus habilidades sensoriales y físicas. Debido a que dicha persona pertenece a un grupo social específico, una sociedad completa puede estar de igual modo perjudicada. Hoy en día, por ejemplo, la pérdida total o parcial y la pérdida definitiva de la audición son consideradas enfermedades de tipo profesional realmente frecuentes, que aparte de todo acarrean o traen consigo problemas de tipo psicológico, social y económico en sociedades completas.

Antes de buscar solución a problemas de contaminación auditiva, los expertos tratan de elaborar un mapa de ruido o mapa acústico para luego evaluar su estructura y lanzar propuestas sencillas, viables y efectivas que permitan solucionar los problemas que acarrea dicho tipo de contaminación. *"Se denomina mapa acústico de un entorno geográfico a un conjunto de medidas de nivel sonoro distribuidas adecuadamente en el espacio y tiempo"*[3]
Con el estudio de mapas de ruido, se puede llegar a la valoración y evaluación de causas y efectos de dichos sonidos indeseados y extremos en la salud humana, logrando determinar el porcentaje (%) de contaminación por ruido al que se ve sometido cierto espacio físico en el que se mueven permanentemente personas y grupos de personas como por ejemplo el caso de la Universidad.

Con el presente trabajo, pretendemos exponer las mediciones de ruido hechas en las aulas o salones de clase de la Universidad Nacional, más específicamente del Núcleo de Robledo o Facultad de Minas con el objeto de definir un mapa de ruido claro y específico para el sitio.

Al estudiar estas mediciones podemos determinar de una manera más acertada y exacta a qué niveles de ruido estamos sometidos diariamente los miembros de la comunidad universitaria e igualmente podemos evaluar los riesgos para nuestra salud y los efectos e impactos que puede tener el ruido para los aspectos social, psíquico y económico. El mapa de ruido expondrá las zonas más afectadas por las altas frecuencias e intensidades sonoras teniendo en cuenta los principales factores contaminantes y las opiniones de las personas afectadas. Entre los principales factores de ruido a los que estamos expuestos podemos definir los siguientes:

(3) **Página WEB:** http://www.ehu.es/acustica. **Artículo:** *Aplicaciones al estudio del ruido*. **Consulta Realizada:** Septiembre 8 de 2007.

- Motos y Vehículos que transitan por la carrera 80 (vía de flujo vehicular permanente; buses, motos, camiones pesados, automóviles, personas etc)
- Personas que transitan y se mueven por corredores y sitios de flujo peatonal dentro de la misma Universidad.
- Actividades de mantenimiento y reparaciones dentro de la Universidad para las cuales se utilizan diferentes tipos de maquinaria ruidosa.
- Alumnos y profesores dentro de las aulas y utilización de medios de proyección dentro de las mismas.

Para desarrollar el presente trabajo nos enfocamos hacia el cumplimiento de unos objetivos muy específicos:

- Elaboración de un Mapa de Ruido que nos permitiera valorar la calidad a nivel auditivo del ambiente en el que nos desenvolvemos diariamente.
- Utilización adecuada de sonómetros como herramientas esenciales para las mediciones de niveles de ruido en los lugares designados.
- Determinación de los niveles promedio de ruido dentro de las aulas o salones de clase para posteriormente realizar una comparación con los promedios estimados en estudios previos de niveles de ruido.
- Generación de propuestas y alternativas específicas y viables que permitieran mejorar las condiciones ambientales de carácter auditivo dentro de la Universidad y más específicamente dentro de las aulas de clase.

El cumplimiento de los anteriores objetivos se trabajó bajo una metodología específica que consistió en:

- ***Toma de Datos Experimentales:*** Toma de mediciones en veinte salones de la Facultad de Minas, teniendo en cuenta niveles de ruido en cinco puntos diferentes dentro del salón y durante tres horarios distintos (mañana, mediodía y tarde)
- ***Procesamiento de Datos Muestrales:*** determinación, después de registrados los datos experimentales, los valores específicos de items como: ruido máximo y mínimo registrado por ubicación, promedio nivel de ruido por salón etc.
- ***Presentación de Resultados:*** presentación de los datos, mediciones y análisis de los mismos de manera tabular y especificando lugares de los que provienen las respectivas mediciones.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL:

Analizar los niveles de ruido en un número específico de aulas/salones de clase de la Facultad de Minas, para elaborar un mapa de ruido ambiental y proponer medidas correctivas que faciliten un mejoramiento de las condiciones ambientales referentes a contaminación auditiva en el medio donde nos desenvolvemos diariamente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar mediciones de los niveles de ruido en los salones de clase preseleccionados dentro de la Facultad de Minas (que hace parte de la Universidad Nacional) y en diferentes franjas horarias durante el día.
- Elaborar un inventario de las principales fuentes de contaminación sonora y/o auditiva que afectan las diferentes aulas de clase de la Facultad específicamente.
- Analizar la repercusión económica y social del problema de la contaminación acústica en la Universidad y la Facultad.
- Definir acciones correctivas y elaborar recomendaciones viables para disminuir la contaminación por ruido en la Universidad y en la Facultad, según los niveles de ruido aceptables para la comunidad universitaria.

3. METODOLOGÍA

3.1 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y TOMA DE DATOS EXPERIMENTALES:

La práctica sobre ruido ambiental se realizó en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín. Las instalaciones físicas de la Facultad están distribuidas en 7 edificios, es vecina a un tramo importante de la carrera 80 (vía por la que transitan constantemente todo tipo de vehículos, con flujo vehicular constante especialmente en horas pico. Cabe resaltar que es una vía alterna para vehículos pesados). Alrededor de la facultad y en zonas muy cercanas se pueden encontrar zonas residenciales, otras instituciones universitarias, entes comerciales e industriales etc. Dentro de cada uno de los edificios de la facultad están ubicadas las aulas de clase, oficinas de carácter administrativo y grupos de investigación, laboratorios, auditorios, salas de estudio, cafeterías, fotocopiadoras etc., distribuidos en zonas amplias para la circulación del personal docente, trabajadores generales, visitantes y estudiantes. Los bloques o edificios muestreados comparten éstas características y sus áreas están distribuidas de acuerdo a las necesidades.

8

3.2 NÚMERO DE PERSONAS EXPUESTAS:

La Facultad cuenta con aproximadamente 3500 estudiantes, 134 profesores de planta (dedicación exclusiva y tiempo completo), 9 profesores de medio tiempo y 95 de cátedra, dando como resultado aproximadamente 3738 personas de la Facultad de minas expuestas al ruido ambiental [(4)]
Es importante aclarar que cada uno de los salones muestreados posee una capacidad definida que oscila entre 15 y 60 personas aproximadamente, por lo tanto, los números mencionados anteriormente pueden variar en nuestro caso, debido a que el muestreo no fue global sino por aulas determinadas.

9

10 3.3 METODOLOGÍA PARA EL TRABAJO DE CAMPO Y EL MUESTREO DE DATOS EXPERIMENTALES

11

12 LA TOMA DE DATOS EXPERIMENTALES CONSISTIÓ EN LO SIGUIENTE:

- Inicialmente se hizo la reserva del equipo de mediciones con la debida anticipación en la oficina de Redaire.
- Se eligieron los salones a muestrear por consenso grupal y teniendo en cuenta el listado de aulas suministrado por el profesor del área.
- SE REALIZÓ LA MEDICIÓN DE NIVELES DE RUIDO EN SALONES Y AULAS QUE ESTÁN SIENDO USADAS POR LA COMUNIDAD ACADÉMICA (PROFESORES Y ALUMNOS EN CLASES MAGISTRALES) UBICADOS(AS) EN LOS BLOQUES M2 Y M3 DE LA FACULTAD DE MINAS O NÚCLEO DE ROBLEDO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL. EN TOTAL SE MUESTREARON 20 SALONES DISTRIBUIDOS ASÍ:
    - Cuatro salones/aulas en el bloque M2 numerados así: 110-203-304-326
    - Dieciséis salones/aulas en el bloque M3 numerados así: 102-103-108-112-113-115-116-212-223-224-225-227-228-229-230-232

Se elaboró una planilla o tabla de muestreo para utilizar en la toma de datos. Se determinó el uso de una planilla por cada salón muestreado. Cada persona tuvo la planilla disponible a la hora de realizar las mediciones correspondientes. (Más adelante se mostrará dicha planilla)

(4)Página WEB: http://www.unalmed.edu.co/%7Ediracad/programas_pregrado.html#. **Consulta Realizada** el 9 de septiembre de 2007.

- EN CADA UNA DE LAS AULAS SE REALIZÓ EL TRABAJO DE CAMPO, MIDIENDO LOS NIVELES DE RUIDO CON LA AYUDA DE UN SONÓMETRO EN CINCO PUNTOS O LOCACIONES DIFERENTES DENTRO DE CADA SALÓN. EN CADA PUNTO SE TOMARON SIETE DATOS, UNO CADA 20 SEGUNDOS. LAS MEDICIONES SE LLEVARON A CABO EN TRES MOMENTOS (FRANJAS HORARIAS) DIFERENTES DEL DÍA DISTRIBUIDOS ASÍ:
  - VEINTE SALONES MUESTREADOS EN LA MAÑANA (ENTRE LAS 9:30 AM Y LAS 12 MERIDIANO)
  - Veinte salones muestreados a mediodía (entre las 12:00 am y las 2:00 pm)
  - Veinte salones muestreados en la tarde (entre las 2:00 pm y las 5:00 pm)

13

14 **NOTA:** PARA CADA SALÓN SE TUVIERON EN CUENTA DETALLES COMO:

- UBICACIÓN DE PUERTA, VENTANAS, CAPACIDAD ETC.
- Factores o fuentes principales de contaminación (automóviles, otros salones, corredores, motos etc.)
- Si se encontraba vacío o con personal en clase durante la realización de las mediciones.

- Los tres momentos del día destinados a realizar las mediciones se distribuyeron por grupos de 3 y 4 personas (dos grupos de 3 personas y un grupo de 4 personas) para realizar la medición del ruido ambiental en cada uno de los salones destinados para ello.
- Se unieron todos los datos planillados de los diferentes grupos al finalizar el muestreo de los salones correspondientes.
- Se realizó análisis grupal de los resultados teniendo en cuenta todas las variables implicadas (horas de medición, bloque, fuentes principales de ruido, estado del aula, capacidad etc.). De igual modo, se tuvieron en cuenta los valores estimados de niveles de ruido en estudio preliminar suministrados por el profesor para realizar las comparaciones pertinentes en cada caso.

4. MARCO TEÓRICO:

4.1 DEFINICIONES IMPORTANTES:

Decibel (dB): Es una unidad de intensidad sonora que denota la relación entre dos cantidades que son proporcionales en su potencia; el número de decibeles es diez veces el logaritmo (de base diez) de esta relación.

Audición: Uno de los cinco sentidos principales, por el cual el órgano auditivo, percibe las ondas de sonido. El proceso de la percepción del sonido o audición se debe a la vibración de un objeto material que actúa como estímulo físico.

Fuente sonora: Dispositivo que produce sonido.

Receptor: Una persona (o personas) o equipamiento que se ve afectado por el ruido

Ruido: Sonido con naturaleza general aleatoria, cuyo espectro no exhibe componentes de frecuencia claramente definidos. Cualquier sonido molesto.

Ruido ambiental: El ruido envolvente asociado con un ambiente determinado en un momento específico, compuesto habitualmente del sonido de muchas fuentes en muchas direcciones, próximas y lejanas; ningún sonido en particular es dominante.

Sonido: Onda acústica que se propaga en el aire, agua y otros medios, cuya frecuencia está comprendida entre 20 hz y 20 Khz capaz de provocar sensación auditiva.

Control de ruido: Es la tecnología para obtener un ruido ambiental aceptable, de acuerdo con consideraciones económicas y operativas.

4.2 PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO EN LA CIUDAD:

En general en la ciudad de Medellín podemos encontrar casos de contaminación por ruido gracias a:

- Tránsito automotor (Vehículos de todo tipo; automóviles pequeños, motos, buses, camiones de carga, volquetas etc.)
- Transito aéreo (aviones que salen y llegan al aeropuerto de la ciudad y los que la sobrevuelan en diferentes momentos del día)
- Construcción de obras públicas
- Comercio (vendedores ambulantes)
- Ruido industrial (industrias manufactureras)
- Sonidos provenientes de bocinas y pitos de los automóviles

4.3 INSTRUMENTOS PARA MEDICIÓN DEL RUIDO (¿qué son?, ¿cómo se llaman?, ¿cómo se utilizan?)

Los instrumentos para la medición del ruido son utilizados para medir el nivel de los ruidos en un determinado ambiente, de manera que se puedan mantener un nivel adecuado según los estándares internacionales de niveles de ruido, nos sirven para evaluar la calidad del ambiente auditivo de una zona determinada y para hacer estudios a nivel de ingeniería industrial.

Aunque cada equipo de medida del sonido es distinto, básicamente todos ellos consisten en un transductor (normalmente un micrófono), una sección de análisis compuesta de varios circuitos para acondicionar la señal eléctrica, ponderarla e integrarla si es necesario y una unidad de visualización que puede ser de lectura digital, de pantalla, impresora o de cualquier otro sistema.

- **Sonómetro:** Es un instrumento que responde ante un sonido de una forma aproximada a como lo haría el oído humano. Es una herramienta imprescindible para medir la presión sonora. Los sonómetros convencionales se emplean fundamentalmente para la medida del nivel de presión acústica con ponderación A del ruido estable. Los sonómetros integradores pueden emplearse para todo tipo de ruidos y pueden medir varios parámetros simultáneamente (nivel de presión sonora con promedio temporal lento L_s o rápido L_f , nivel de presión sonora equivalente L_{eq} e incluso el nivel de exposición sonora).El Sonómetro consta de micrófono, amplificador, filtros de frecuencia, detector de señal y un indicador en dB.

PARTE	FUNCIÓN
MICRÓFONO	Convierte las variaciones en presión de las ondas sonoras en una tensión eléctrica proporcional a la presión.
AMPLIFICADOR	Amplifica la señal del micrófono para permitir la medida de los niveles mas bajos de presión sonora y mantener la amplificación constante.
FILTROS DE FRECUENCIA	Simular la respuesta auditiva humana. Compensa la diferencia de sensibilidad del oído humano para distintas frecuencias audibles. Los sonómetros incorporan tres características de respuesta en frecuencia: las ponderaciones A,B,C.
DETECTOR DE SEÑAL(Convertidor)	Obtener el valor de la señal proporcional al valor medio cuadrático.
INDICADOR	Mostrar y hacer visible el valor de los dB de ruido, bien de forma analógica o digital

Tabla 1. Componentes de un sonómetro y sus funciones más importantes(*)

4.4 NORMAS COLOMBIANAS PARA CONTROL DEL RUIDO:

En Colombia, la normatividad vigente relacionada con los efectos contaminantes del ruido esta establecida en el Decreto 948 DEL 5 DE JUNIO DE 1995 instaurado por el Ministerio de Medio Ambiente y avalado por la Presidencia de la República. A continuación definimos las partes más importantes de este decreto que tienen relación directa con las emisiones de ruido

(*)Definiciones:

–Norma de emisión de ruido: Es el valor máximo permisible de presión sonora, definido para una fuente, por la autoridad ambiental competente, con el objeto de cumplir la norma de ruido ambiental.

–Norma de ruido ambiental: Es el valor establecido por la autoridad ambiental competente, para mantener un nivel permisible de presión sonora, según las condiciones y características de uso del sector, de manera tal que proteja la salud y el bienestar de la población expuesta, dentro de un margen de seguridad.

(**)Artículos y Normas:

Artículo 5: De las distintas clases de normas y estándares. Las normas para la protección de la calidad del aire son, entre otras:

a. Norma de calidad del aire o nivel de inmisión;

(*)Páginas WEB: http://www.ehu.es/acustica/espanol/ruido/inmes/inmes.html y http://www.comaudi.com/cruido/instru.php. Consulta Realizada: Septiembre 18 de 2007.
(**)Página WEB: http://encolombia.com/medioambiente/hume-decreto094895.htm. Consulta Realizada: Septiembre 19 de 2007.

b. Norma de emisión o descarga de contaminantes al aire;
c. Norma de emisión de ruido;
d. Norma de ruido ambiental, y
e. Norma de evaluación y emisión de olores ofensivos.

- **Artículo 14: Norma de emisión de ruido y norma de ruido ambiental.** El Ministerio del Medio Ambiente fijará mediante resolución los estándares máximos permisibles de emisión de ruido y de ruido ambiental, para todo el territorio nacional.
  Dichos estándares determinarán los niveles admisibles de presión sonora, para cada uno de los sectores clasificados por el artículo 15 de este decreto, y establecerán los horarios permitidos, teniendo en cuenta los requerimientos de salud de la población expuesta.

  Las normas o estándares de ruido de que trata este artículo se fijarán para evitar efectos nocivos que alteren la salud de la población, afecten el equilibrio de ecosistemas, perturben la paz pública o lesionen el derecho de las personas a disfrutar tranquilamente de los bienes de uso público y del medio ambiente.

  Las regulaciones sobre ruido podrán afectar toda presión sonora que, generada por fuentes móviles o fijas, aún desde zonas o bienes privados, trascienda a zonas públicas o al medio ambiente.

- **Artículo 15: Clasificación de sectores de restricción de ruido ambiental.** Para la fijación de las normas de ruido ambiental el Ministerio del Medio Ambiente atenderá a la siguiente sectorización:
  1. Sectores A. (Tranquilidad y silencio): áreas urbanas donde estén situados hospitales, guarderías, bibliotecas, sanatorios y hogares geriátricos.
  2. Sectores B. (Tranquilidad y ruido moderado): zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, parques en zonas urbanas, escuelas, universidades y colegios.
  3. Sectores C. (Ruido intermedio restringido): zonas con usos permitidos industriales y comerciales, oficinas, uso institucional y otros usos relacionados.
  4. Sectores D. (Zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado): áreas rurales habitadas destinadas a la explotación agropecuaria, o zonas residenciales suburbanas y zonas de recreación y descanso.

Lo referente al artículo 15, citado anteriormente se puede resumir en la siguiente tabla:

Sector	**Subsector**	**Estándares máximos permisibles de niveles de ruido en db**	
		Día	**Noche**
Sector A Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70

	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.		
	Zonas con usos institucionales.	65	50
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
Sector D ***14.1.1.1.1.1.1.1 Zona*** ***Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado***	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Tabla2. Límites Permisibles de Ruido según Ministerio de Medio Ambiente Colombiano(5)

4.5 EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD HUMANA:

El ruido puede afectar individualmente a las personas, es decir el mismo ruido que para una persona es inofensivo para otra podría ser muy dañino.

4.5.1 Los efectos del ruido en el sistema auditivo:

a). Cansancio auditivo: Es un descenso transitorio de la capacidad auditiva, la audición se recupera luego de un descanso auditivo.

Esta es una reacción fisiológica de protección del oído para sonidos muy fuertes (más de 90 bB) que se activa con una elevación del temporal del umbral de audición y que continúa un tiempo más después del ruido fuerte. El nivel de cansancio es proporcional al tiempo de exposición a ruido.

La recuperación depende de: *la intensidad del ruido recibido*, *El tiempo de exposición*, *las frecuencias afectadas.*

b). Efecto enmascarador: Se define como el efecto fisiológico en el que vemos disminuida la capacidad de percibir un sonido debido a la presencia simultánea de otro ruido. Normalmente el espectro de frecuencias del sonido de la voz humana esta entre 200 y 6000Hz con una intensidad variable entre 30 y 70 dB.

C). Hipoacusia:.Es la disminución del nivel de audición por debajo de lo normal, esto genera minusvalía con importantes repercusiones fisicas y psicológicas. Puede ser: *Leve* (cuando la pérdida es menor de 35 dB), *Moderada* (cuando la pérdida esta entre 35 y 60 dB), *Profunda* (cuando la pérdida esta entre 60 y 90 dB) y *Total* (cuando la pérdida es superior a 90 dB).

Según el grado de la hipoacusia se puede determinar un efecto en la comunicación:

(5) **Página WEB:** http://www.minambiente.gov.co/prensa/publicaciones/periodico_interno/ventana_131.pdf **Consulta Realizada**: Septiembre 15 de 2007

- **Hipoacusia leve:** Hay dificultad en la conversación en voz baja o a distancia.
- **Hipoacusia moderada:** Conversación posible a 1 o 1,5 metros
- **Hipoacusia marcada:** Requiere conversación en voz alta
- **Hipoacusia severa:** Voz alta y a 30 cm.

- **Hipoacusia profunda**: Escucha sonidos muy fuertes, pero no puede utilizar los sonidos como medio de comunicación

4.5.2 Efectos Extraauditivos:
El ruido es un estímulo que genera reflejo de defensa y efectos psíquicos, como alteraciones en el descanso, en el sueño en la capacidad de concentrarse, genera ansiedad, estrés, etc.

a). Sobre el rendimiento en el trabajo: Disminuye la concentración y por efecto el rendimiento a pesar de que muchas veces el hombre puede llegar a acostumbrarse al ruido sin que disminuya su rendimiento.

b).Sobre la comunicación humana. El proceso de comunicación depende de una variedad de factores como:

- Factores físicos inherentes al propio sonido, como la intensidad, las frecuencias y la duración.
- De las condiciones acústicas del lugar.
- De la distancia entre los interlocutores, así como la presencia o no del canal visual en el mismo momento del acto verbal
- Del uso de protectores acústicos
- Del uso por parte del hablante de señales verbales efectivas, es decir, hechas con una buena articulación, esfuerzo adecuado, etc.
- Del conocimiento y familiaridad del mensaje
- De las motivaciones

c). Interferencia con las actividades mentales y psicomotoras: Disminución del rendimiento intelectual y de la capacidad de concentración. También se ha demostrado que produce un estado de irritación y pueden ser origen de fatiga.

d). Otros efectos del ruido El ruido puede generar alteraciones en el comportamiento de las personas, provoca agresividad. La sordera se ha encontrado como factor determinante de psicosis. Los pacientes neuróticos en general toleran menos el ruido que los sanos.

4.6 ACCIONES CORRECTIVAS USADAS PARA MEJORAR EL AMBIENTE AUDITIVO EN LOS ENTORNOS LABORALES[6]:

Existen los siguientes métodos para el control de ruido :

4.6.1. Tratamiento en la Fuente:

- Variaciones en las Máquinas.
- Escoger máquinas más silenciosas.
- Variar procesos de producción.

(6)Páginas Web: http://www.fiberglasscolombia.com/website/fibergl.nsf/vstImagenporcateg y http://www.cienciaytrabajo.cl/pdfs/20/pagina%2047.pdf. **Consulta Realizada**: Septiembre 17 de 2007.

- Mantenimiento y balanceo de máquinas.
- Cerramientos con materiales absorbentes en su interior.

4.6.2. Planeamiento Urbano:

- Establecer y hacer cumplir los niveles máximos de ruidos permitidos por zonas según normatividad de cada jurisdicción.

4.6.3. Planeamiento Arquitectónico:

- Los recintos que requieran mayor aislamiento , se deben ubicar lo más lejos posible de las fuentes sonoras internas y externas.
- Agrupar los recintos ruidosos en zonas aledañas.

4.6.4. Diseño Mecánico y Eléctrico:

- Escoger las máquinas más silenciosas.
- Ubicar en sótanos las máquinas que produzcan vibraciones altas.
- Agrupar y zonificar máquinas ruidosas

4.6.5. Enmascaramiento:

- En oficinas abiertas la música ambiental es muy importante para enmascarar ruidos de impresoras, teléfonos, Fax, etc., y promover la privacidad.

4.6.6. Evaluación del riesgo:

La evaluación de la exposición al riesgo tiene que incluir la identificación de cada lugar. Debe incluir programa con técnicas de prevención que eviten la aparición de los síntomas en los diferentes lugares de trabajo tanto así como los síntomas iniciales de una enfermedad de tipo auditivo. Por otra parte, las medidas personales de protección auditiva son un componente importante de cualquier estrategia preventiva tanto como la capacitación a trabajadores. Resulta fundamental la realización de audiometrías periódicas a los trabajadores en riesgo, idealmente anuales, que permitan conocer precozmente a los pacientes con daños iniciales Esto se debe complementar con una audiometría realizada cuando el trabajador comienza a prestar sus servicios en la empresa, para poder objetivar la forma en que el ruido laboral afectó su audición.

4.7. MAPAS DE RUIDO:

También se conocen como mapas acústicos de un entorno geográfico. Se definen como un conjunto de medidas de nivel sonoro distribuidas adecuadamente en el espacio y en el tiempo. Se elaboran con el objeto de obtener la información necesaria para mejorar la salud ambiental de la ciudadanía sometida a ruido constate.(7)

Más técnicamente, podemos decir que los mapas de ruido son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados a lo largo de toda la zona de estudio, los mapas que como mínimo se deben generar son los mapas de niveles sonoros y los mapas con datos de superficies totales que delimitan zonas de exposición a niveles superiores a 55, 65, y 75 dB.

Los mapas estratégicos de ruido básicos incluirán además, la delimitación de las zonas con uso predominantemente residencial, colegios, universidades, hospitales y áreas que requieran una especial protección contra la contaminación acústica y que estan sometidas a un nivel sonoro > 55 dB. Estos mapas de niveles sonoros deberán servir para delimitar zonas de afección y para la información al público, por lo que la información contenida en ellos se presentará de forma fácilmente asimilable por aquél.

(7)Página WEB: http://www.ehu.es/acustica/bachillerato/genes/genes.html **Consulta Realizada:** Septiembre 17 de 2007.

- **Mapas de exposición al ruido básicos:**

Estos mapas tienen por objeto obtener datos globales de población expuesta al ruido,
relacionando los niveles de ruido en fachadas de edificios de viviendas con el número de personas que habitan en ellas.

Para la elaboración de estos mapas detallados, se recopilan y generan necesarios para poder evaluar los niveles de emisión originados por la carretera, los niveles de emisión en el entorno de la misma y la exposición al ruido de la población en la zona de estudio y con el grado de precisión exigido.

5. INFORMACIÓN EXPERIMENTAL Y MEDICIONES

5.1. Análisis Gráfico Del Problema De Contaminación Auditiva evaluado:

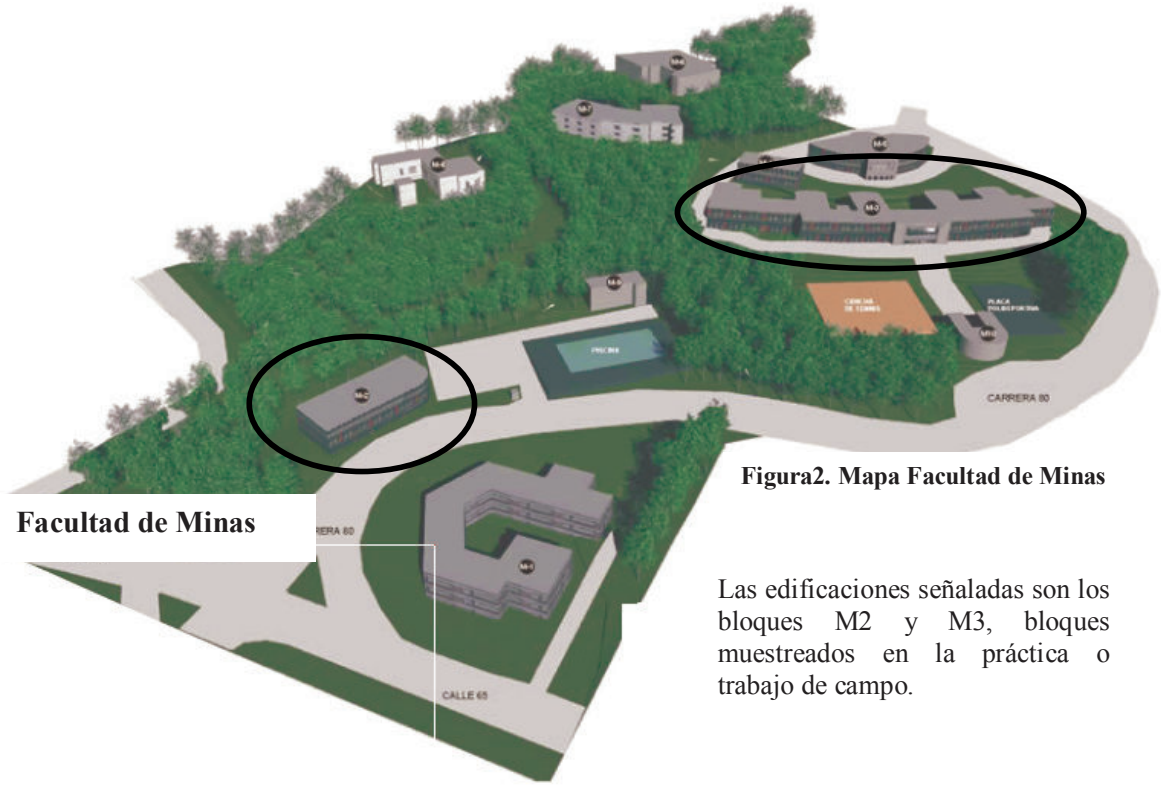


Figura2. Mapa Facultad de Minas

Las edificaciones señaladas son los bloques M2 y M3, bloques muestreados en la práctica o trabajo de campo.

Figura3. Bloque M3 Facultad de Minas

La Figura ampliada corresponde al Bloque M3. El bloque y sus alrededores se ve afectado por ruido proveniente de: automóviles, motos, personas que circulan cerca etc. En su interior las principales fuentes de generación de ruido son las personas que circulan por los corredores o se encuentran en salones adyacentes a otros.

La Figura ampliada corresponde al Bloque M2. Las principales fuentes de contaminación auditiva para este bloque son: Vehículos que transitan por la carrera 80, uno de los cruces de dicha avenida está muy cerca de la edificación. Se presentan también ruidos provenientes de una quebrada ubicada detrás del edificio y del laboratorio de hidráulica ubicado en su interior. Obviamente el factor humano también es una fuente generadora de ruido.

Figura4. Bloque M2 Facultad de Minas

5.2. Información recolectada durante el muestreo en los Bloques M2 y M3 de la Facultad de Minas:

A continuación exponemos las mediciones y datos experimentales obtenidos durante la realización del trabajo de campo; para cada salón tenemos ciertas estimaciones de nivel de ruido promedio por salón y en cada una de las ubicaciones que destinamos para las mediciones. De igual modo especificamos la ubicación de ventanas, puertas etc. Y comparamos los datos experimentales con los datos estimados con anterioridad del nivel de ruido que se presume tiene cada salón o aula en cuestión. Aclaramos que para cada aula existe un formato totalmente diligenciado (Ver Anexo).

6. RESUMEN DE RESULTADOS

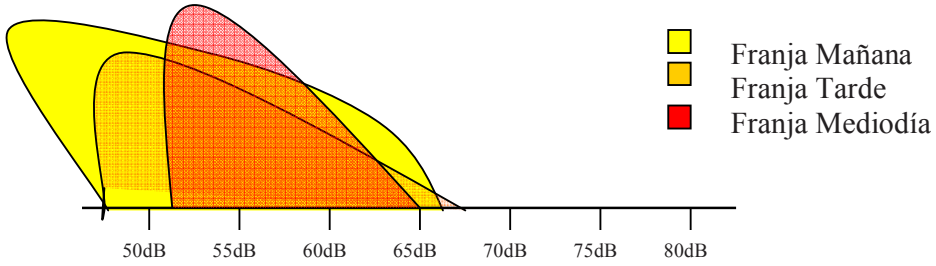
PRÁCTICA DE RUIDO (Medidas en dB escala A) PROMEDIO POR FRANJAS HORARIAS				
AULA	**9:30-12: A.M**	**12:00-2:00 P.M**	**2:00-5:30 P.M**	**PROMEDIO AULA DÍA**
M2-110	62.86	***64.45***	60,8	62.70
M2-203	***64,7***	61.28	***62.38***	62.79
M2-304	56.71	55.37	54.28	55.45
M2-326	56.68	54.04	53.7	***54.8***
M3-102	***67.85***	54.14	54.7	58.9
M3-103	61.66	54.9	***68,9***	***61.8***
M3-108	64.66	52.4	55,02	57.36
M3-112	56.24	***58.4***	53,3	55.98
M3-113	58,09	60.6	58,2	58.96
M3-115	58,29	53.54	57.49	56.44
M3-116	54,92	61.48	56.28	57.56
M3-212	59,36	61.74	58.18	59.76
M3-223	63,28	61.35	60.72	61.78
M3-224	58.98	53.6	55.16	55.91
M3-225	61.09	60.3	55,6	58.99
M3-227	***60.56***	56.3	55.76	57.54
M3-228	66.114	56.87	54.34	59.108
M3-229	56.64	57.8	56,2	56.88
M3-230	57,43	56.63	55.27	56.44
M3-232	63,23	***65.2***	***57.09***	61.84
PROMEDIO FRANJA	60.47	58.02	57.17	
PROMEDIO BLOQUE	**M2=58.935**	**M3=58.45**		

Tabla3. Resumen General de las mediciones por Aulas y Franjas Horarias

14.1.1.1.1.1.1.1.1 Promedio Bloque por Franja Horaria			
BLOQUE	**9:30-12: A.M**	**12:00-2:00 P.M**	**2:00-5:30 P.M**
M2	60,24	58.77	57.79
M3	60,52	57.83	57.01

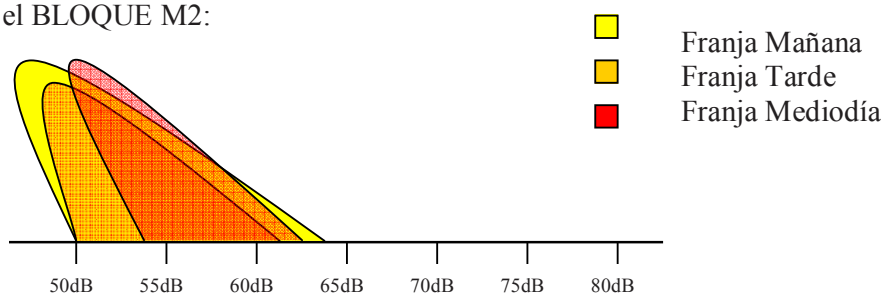
Con estos resultados (los de la Tabla3) obtuvimos varias representaciones gráficas para el análisis de datos experimentales. A continuación mostramos las gráficas correspondientes:

- **Para el BLOQUE M3:**

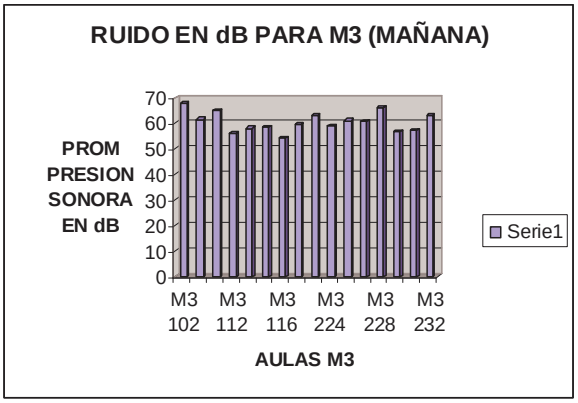


Gráfica1. Rangos en dB para Bloque M3 teniendo en cuenta las tres franjas Horarias

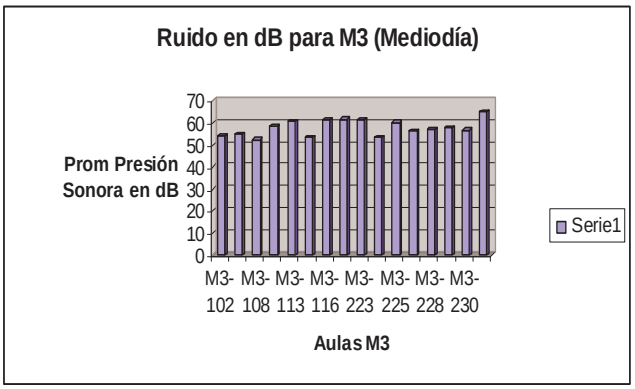
- Para el BLOQUE M2:



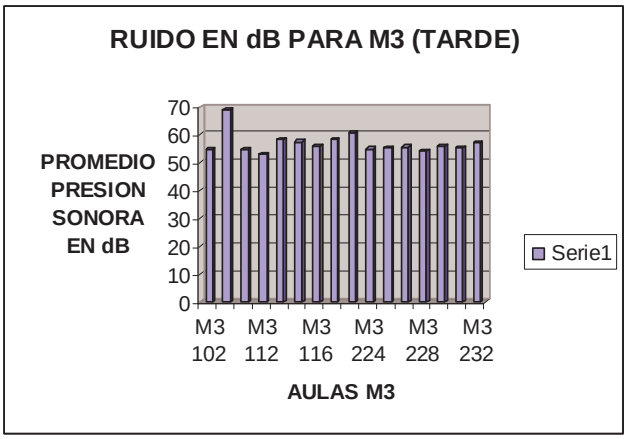
Gráfica2. Rangos en dB para Bloque M2 teniendo en cuenta las tres franjas Horarias



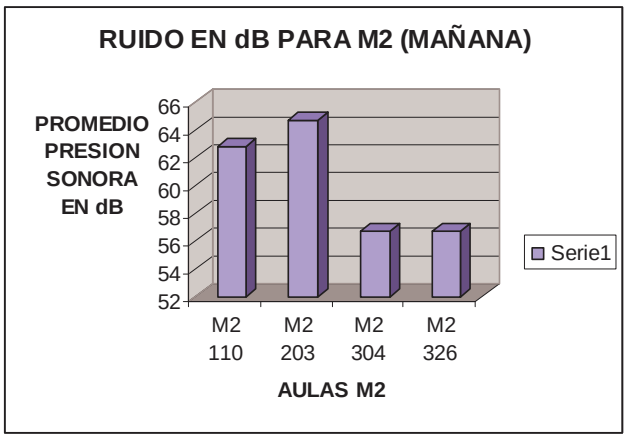
Gráfica3. Promedio de Ruido en dB(A) para Bloque M3 en franja de la mañana



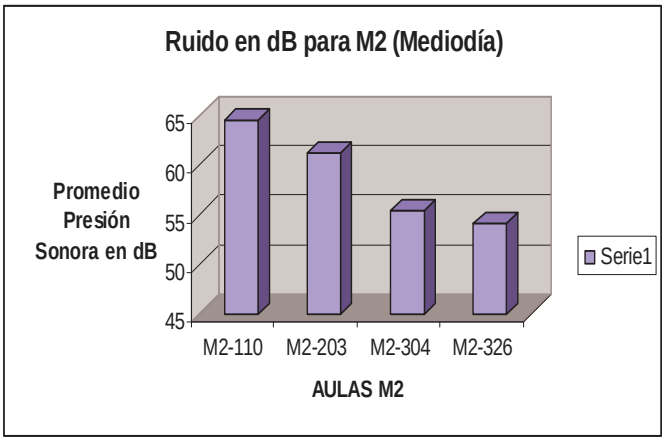
Gráfica4. Promedio de Ruido en dB(A) para Bloque M3 en franja del Mediodía



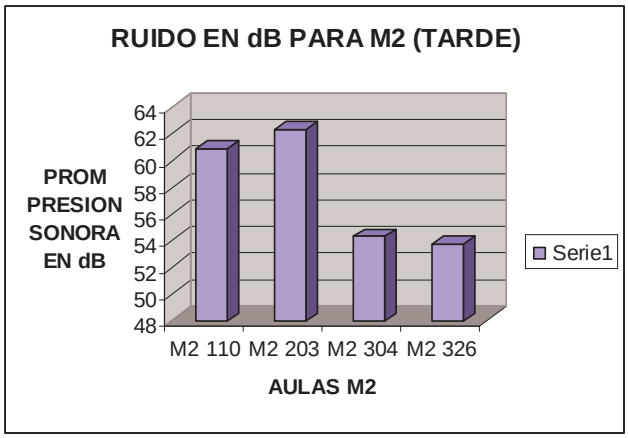
Gráfica5. Promedio de Ruido en dB(A) para Bloque M3 en franja de la tarde



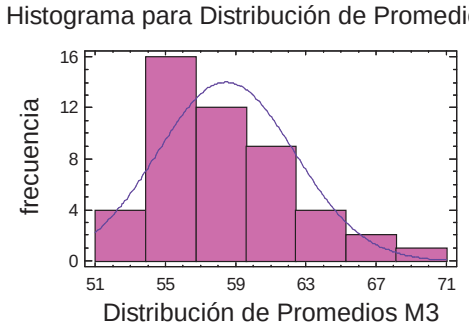
Gráfica6. Promedio de Ruido en dB(A) para Bloque M2 en franja de la mañana



Gráfica7. Promedio de Ruido en dB(A) para Bloque M2 en franja del Mediodía

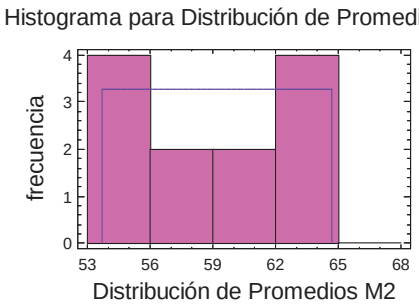


Gráfica8. Promedio de Ruido en dB(A) para Bloque M2 en franja de la tarde



Gráfica9. Distribución de los Promedios en Bloque M3

Haciendo los respectivos análisis estadísticos de la Gráfica 9 podemos determinar que los promedios de ruido registrados en las aulas del bloque M3 durante todo el día proceden de una distribución NORMAL.



Gráfica10. Distribución de los Promedios en Bloque M2

Haciendo los respectivos análisis estadísticos de la Gráfica 10 podemos determinar que los promedios de ruido registrados en las aulas del bloque M2 durante todo el día se distribuyen de manera UNIFORME.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Antes de realizar los respectivos análisis de datos experimentales y antes de determinar las conclusiones del mapa de ruido hay que tener en cuenta, que en la legislación de todo país, referente al estudio de la Salud y Seguridad en el Trabajo es preciso tener una reglamentación acerca de los niveles permisibles de ruido dentro de un recinto en el que se labore durante un período largo de tiempo. En algún momento nos preguntamos algo como lo siguiente: ¿Existen Niveles seguros de Ruido? A esta pregunta la OIT responde de la siguiente manera: "*La existencia de un nivel de ruido seguro depende esencialmente de dos cosas: 1) el nivel (volumen) del ruido; y 2) durante cuánto tiempo se está expuesto al ruido. El nivel de ruido que permiten las normas sobre ruido de la mayoría de los países es, por lo general, de 85-90 dB durante una jornada laboral de ocho horas (aunque algunos países recomiendan que los niveles de ruido sean incluso inferiores a éste). Se puede tolerar la exposición a niveles superiores de ruido durante períodos inferiores a ocho horas de exposición*"[4]

En el gráfico siguiente figuran los límites recomendados de exposición al ruido según el número de horas que se esté expuesto a él.

No. De horas de exposición	Nivel del sonido en dB
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 ½	102
1	105
½	110
¼ o menos	115

Tabla4. Límites Recomendados de Exposición al ruido[7]

(7)OIT. Organización Internacional del Trabajo. *El Ruido en el lugar de trabajo*. Modulo sobre la Salud y Seguridad en el trabajo. **Página WEB:** http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/noise/noiseat.htm **Consulta Realizada:** Septiembre 8 de 2007

7.1. ANÁLISIS POR FRANJAS HORARIAS

7.1.1. Franja 9:30 AM -12:00 PM

El aula más ruidosa es aquella que esta ubicada en el bloque M3 y cuya numeración es la 102. Durante el momento del muestreo se dictaba una clase en el aula. El valor promedio fue de 67.85 dB debido principalmente al ruido normal de una clase que emite el profesor y los estudiantes. De igual modo afecta el ruido generado por las personas que circulan por los corredores aledaños al aula y el personal que se encuentra en aulas cercanas. El promedio de ruido registrado por esta franja para el bloque M2 fue de 60.24 dB, nivel que según la Tabla2. es permisible para una Universidad durante el día. Para el Bloque M3 el promedio registrado fue de 60.52 dB, promedio que también se encuentra en un nivel permisible dentro de la normatividad colombiana para el nivel del ruido.

7.1.2. Franja 12:00 PM-2:00 PM

El aula más ruidosa es aquella que esta ubicada en el bloque M3 y cuya numeración es la 232. Durante el momento del muestreo se dictaba una clase en el aula. El valor promedio fue de 65.2 dB debido principalmente al ruido normal de una clase que emite el profesor y los estudiantes. De igual modo afecta el ruido generado por las personas que circulan por los corredores aledaños al aula y el personal que se encuentra en aulas cercanas. El promedio de ruido registrado por esta franja para el bloque M2 fue de 58.77 dB, nivel que según la Tabla2. es permisible para una Universidad durante el día. Para el Bloque M2 el promedio registrado fue de 57.83 dB, promedio que también se encuentra en un nivel permisible según la Tabla2.

7.1.3. Franja 2:00 PM-5:30 PM

El aula más ruidosa es aquella que esta ubicada en el bloque M3 y cuya numeración es la 103. Durante el momento del muestreo se dictaba una clase en el aula. El valor promedio fue de 68.9 dB debido principalmente al ruido normal de una clase que emite el profesor y los estudiantes. De igual modo afecta el ruido generado por las personas que circulan por los corredores aledaños al aula y el personal que se encuentra en aulas cercanas. El promedio de ruido registrado por esta franja para el bloque M2 fue de 57.79 dB, nivel que según la Tabla2. es permisible para un ambiente como el de la Universidad durante el día. Para el Bloque M3 el promedio registrado fue de 57.01 dB, promedio que también se encuentra en un nivel permisible dentro de la normatividad colombiana para el control del ruido.

7.2 ANÁLISIS GENERAL

Se observa que para las aulas M3-102, M3-232, M3-103, se obtuvieron las mediciones mas altas en todas las franjas horarias elegidas para el muestreo (M3-102 con promedio de ruido más alto para la franja de la mañana y M3-232 y M3-103 con promedio de ruido más alto para las franjas horarias del mediodía y la tarde respectivamente). Lo anterior debido a que son aulas que estaban cerca de fuentes de ruido muy notorias como vías de acceso vehicular de la Facultad, vías aledañas por las que transitan vehículos en todos los momentos del día (carrera 80), corredores de los bloques por donde circulan de manera permanente personas, salones aledaños en los que se dictaban clases etc. Para otras aulas como M3-227, M3-112, M3-232 se registran valores cercanos al promedio de la franja y un poco más bajos, debido a que durante el muestreo no se dictaban clases en éstas o se encontraban en parcial, se encontraban en sitios más alejados de las vías de acceso vehicular de la facultad y las vías aledañas ya mencionadas e igualmente el flujo de personas por corredores aledaños era mínima. Las principales fuentes de ruido, en general, para la mayor parte de la aulas de los dos bloques muestreados son: la brisa del viento (que altera de manera notoria los valores arrojados por el sonómetro) y que afectan en muchas ocasiones el ambiente del salón por la ubicación de gran número de ventanas en las aulas, las conversaciones normales de los estudiantes y docentes durante las clases, movimientos de utensilios escolares, ruido generado por material didáctico como Video Beam, ruido proveniente de personas y de trabajadores que circulan por corredores de los bloques constantemente,

vehículos que circulan por las vías de acceso a la facultad y vías aledañas como la carrera 80 (vía de gran flujo vehicular durante todo el día), actividades de mantenimiento dentro de los bloques y el campus universitario entre otras.

Las franjas con los registros promedio mas altos son : 9:30 am a 12:00 pm y de 2:00pm a 5:30 pm, pues en dichos horarios aumenta el flujo de personas dentro de los bloques debido a que son horas en las que la mayor cantidad de estudiantes recibe clases de diferentes tipos (son horarios en los que hubo mayor número de salones ocupados), se desplazan por los corredores para ir de un aula a otra etc. Ya más tarde es hora de llegada de buses Universitarios con estudiantes provenientes del núcleo de agronomía.

La franja menos ruidosa es de 12:00pm a 2:00pm, posiblemente porque a esta hora disminuye el número de clases dictadas en los bloques y los estudiantes se trasladan a zonas de cafeterías para almorzar. Incluso, el flujo vehicular también es más reducido pues las personas en la ciudad, a esta hora, están en ejecución de sus diferentes actividades y no necesitan desplazarse.

El aula menos ruidosa, durante todo el día en el Bloque M2 es la 326 (Promedio Día= 54.8 dB(A)) y del Bloque M3 la 224 (Promedio Día=55.91 dB(A)) debido a que son las que se ubican en sitios más alejados de las áreas de circulación de personas dentro de los bloques y porque de algún modo están más distanciadas de sitios de circulación de vehículos (carrera 80 y vías de acceso vehicular de la facultad).

En resumen, se observa que en promedio (teniendo en cuenta todos los salones muestreados para cada bloque en estudio), los estudiantes y profesores que hacen uso de las aulas de clase del bloque M2 están expuestos a un ruido de aproximadamente 58.935 dB(A) y los que utilizan las aulas del Bloque M3 están expuestos a un ruido de aproximadamente 58.45 dB(A). Según el artículo 9 del capitulo I de la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 el nivel máximo permisible de ruido en una zona de tranquilidad y ruido moderado (sector B,Ver Tabla2), los bloques M2 y M3 de la Facultad de Minas se encuentran dentro de los estándares establecidos por dicha resolución al presentar niveles de ruido promedio de 58.935 dB(A) y 58.45 dB(A) respectivamente. Sin embargo, consideramos que éste valor puede llegar a ser alto en momentos en los que se intente lograr una buena concentración para estudiar y dictar clases amenas, desencadenando, posiblemente, mayor estrés del que se tendría con niveles más bajos de ruido dentro de las aulas.

8. CONCLUSIONES

- El ruido en las aulas produce una disminución de la concentración en los estudiantes y dificulta la comunicación entre el profesor y el alumno en el momento de encontrarse en una clase. Esto se ve reflejado en un mal aprovechamiento del tiempo y disminución en el rendimiento académico.
- El nivel de ruido promedio en los bloques M2 y M3 de la facultad de minas no excede los límites establecidos por la normatividad vigente y por lo tanto, no se deben considerar como lugares de alto riesgo con niveles altos de ruido que puedan afectar la salud de docentes y estudiantes.
- La capacidad auditiva en una persona es fundamental para desempeñarse normalmente en cualquier actividad, laboral o académica. Los niveles de ruido altos pueden afectar notoriamente dicho desempeño.
- La parte económica y social también se ve afectada por el ruido, ya que ninguna persona o entidad estaría dispuesto a invertir en una zona donde no prevalezca la tranquilidad y donde los niveles de ruido sean altos en cualquier momento del día.

15 9. RECOMENDACIONES

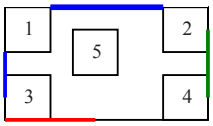
- Muchas de las aulas muestreadas se pueden mejorar con materiales aislantes de ruido (si no poseen), para evitar toda filtración de ruido de la parte exterior procurando que en la parte interior haya una buena distribución del sonido.
- Realizar campañas dirigidas a los estudiantes, docentes y trabajadores en general para que tomen conciencia de lo perjudicial que es emitir altos niveles de ruido tanto dentro como fuera de la Facultad. De este modo se lograría que los niveles altos de ruido provenientes de áreas de circulación dentro de los bloques disminuyan considerablemente.
- Evitar que la construcción de nuevos bloques dentro de la Facultad con más aulas de clase sea cercana a las vías aledañas como la carrera 80 y a las vías de flujo vehicular de la facultad.
- Incentivar la plantación de más árboles y barreras vegetales principalmente en los límites con la carrera 80, con el objetivo de disminuir el ruido producido en su mayoría por los vehículos de transporte público y de carga pesada y disminuir además la contaminación; de éste modo se lograría evitar el exceso de niveles de ruido en las aulas más cercanas a dicha vía y en general a los bloques implicados más directamente.

BIBLIOGRAFÍA

- **Página Web:** http://www.ruidos.org/ **Artículo:"***Guías de la Organización Mundial de la Salud sobre niveles de ruido"*. **Consulta Realizada:** Septiembre 8 de 2007
- **OIT. Organización Internacional del Trabajo.** *El Ruido en el lugar de trabajo.* Modulo sobre la Salud y Seguridad en el trabajo. **Página WEB:** http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/noise/noiseat.htm **Consulta Realizada:** Septiembre 8 de 2007
- **Página Web:** http://www.elruido.com/. *Página Principal o Home.* **Consulta Realizada:** Septiembre 8 de 2007.
- **BEHAR, Alberto**. *El Ruido y su Control*. Editorial trillas. México. Segunda Edición, Octubre 1994. Pág.15-35,35-59.
- **Página WEB:** http://www.unalmed.edu.co/%7Ediracad/programas_pregrado.html# http://www.unalmed.edu.co/%7Ediracad/programas_pregrado.html# **Consulta Realizada:** Septiembre 11 de 2007
- **Página WEB:** http://www.minambiente.gov.co/prensa/publicaciones/periodico_interno/ventana_131.pdf **Consulta Realizada**: Septiembre 15 de 2007
- **Páginas WEB:** http://www.ehu.es/acustica/espanol/ruido/inmes/inmes.html y http://www.comaudi.com/cruido/instru.php. **Consulta Realizada:** Septiembre 18 de 2007.
- **Página WEB**: http://encolombia.com/medioambiente/hume-decreto094895.htm. Consulta **Realizada:** Septiembre 19 de 2007.
- **Página WEB:**http://www.ruidos.org/Normas/Ley_37_2003.html **Consulta Realizada:** Septiembre 19 de 2007.
- **Página WEB:** http://www.ehu.es/acustica/bachillerato/genes/genes.html **Consulta Realizada:** Septiembre 17 de 2007.

SALÓN #1:

ESQUEMA



1.1.1 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3
Numeración: 225
Hora Visita: 1:33 pm 4:19 pm

MAÑANA

15.1 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	55.6	58.9	58.3	55.6	57.1	62.0	59.4
2	63.3	56.4	55.7	56.9	56	59.2	58
3	57.8	57.7	59.2	57	58.9	68.3	61.7
4	62.3	60	562.5	59.7	62.2	70.6	68.2
5	67.7	663.8	62.2	65	63.4	66.3	62.0

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	62	55.6	58.19
2	63.3	55.7	57.93
3	68.3	57	61.4
4	70.6	59.7	63.73
5			
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:48.25			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

15.1.1.1.1 MEDIODÍA

15.2 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	60.3	59.2	55.4	63.5	65.0	63.3	61.0
2	58.0	59.3	60.5	56.4	58.9	62.3	61.3
3	57.9	60.7	60.3	61.2	63.4	65.3	61.2
4	60.3	61.2	59.8	58.1	58.9	63.2	60.0
5	58.5	60.2	59.2	58.6	60.3	61.3	56.9

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	65.0	55.4	61.1
2	62.3	56.4	59.5
3	65.3	57.9	61.4
4	63.2	58.1	60.2
5	61.3	59.9	59.2
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 60.3			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

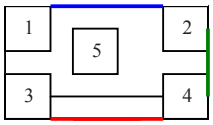
TARDE

15.3 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	57.5	57.4	58.9	59.6	56.7	55.1	55.8
2	63.2	55.0	55.2	55.0	65.7	55.0	59.0
3	54.7	51.4	52.8	55.3	51.3	50.3	52.3
4	53.2	53.4	52.6	60.6	65.6	61.6	64.0
5	52.4	52.5	51.6	50.2	50.9	50.2	50.0

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	59.6	55.1	57.3
2	65.7	55.0	58.3
3	55.3	50.3	52.6
4	65.6	52.6	58.7
5	52.5	50.0	51.1
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 55.6			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 0.0			

SALÓN #2:

ESQUEMA



1.1.2 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3
Numeración: 103
Hora Visita:12:35 2:26 pm

MAÑANA

15.4 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	61.2	64.8	59.8	63.5	70.6	67.8	69.1
2	71.2	78.6	70.2	60.3	52.5	63.4	70
3	65.4	63.8	60.4	57.9	61.2	71.5	64.9
4	64.8	54.2	54.5	56.3	63.4	65.5	69.4
5	67.4	34.6	59.3	71.7	44.3	51.5	54.1

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	70.6	59.8	65.26
2	78.6	52.5	66.6
3	54.4	57.9	63.58
4	69.4	54.2	59.58
5	71.7	34.6	53.27
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:61.66			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

15.4.1.1.1 MEDIODÍA

15.5 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	58.1	54.9	51.7	49.9	50.9	49.7	50.0
2	57.5	58.4	56.4	52.6	53.0	51.7	52.1
3	60.0	58.0	58.6	59.0	58.5	58.8	60.6
4	58.4	54.5	53.7	51.9	51.9	49.9	49.6
5	56.4	56.2	54.7	51.4	55.6	58.9	59.6

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	58.1	49.7	52.1
2	58.4	51.7	54.5
3	60.6	58.0	59.0
4	58.4	49.6	52.8
5	59.6	51.4	56.1
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:54.9			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

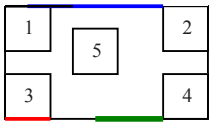
TARDE

15.6 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	70.0	73.8	66.0	74.3	68.8	69.8	66.3
2	70.7	72.6	73.8	66.2	70.9	76.1	70.0
3	76.0	68.0	67.5	64.4	71.5	61.3	68.1
4	70.0	58.9	68.8	76.0	59.2	76.5	71.3
5	64.4	61.2	78.7	70.8	63.8	61.4	63.8

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	74.3	66.0	69.9
2	76.1	66.2	71.5
3	76.0	61.3	68.1
4	76.5	58.9	68.7
5	78.7	61.2	66.3
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 68.9			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 65.8			

SALÓN #3:

ESQUEMA



1.1.3 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3

MAÑANA

15.7 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	50.6	51.9	51.3	56.4	53.7	54.2	51.7
2	62.8	58.4	61.6	58.9	54.3	66.6	58.9
3	54.7	59.3	58.9	60.3	56.7	52.6	55.3
4	60.5	58.4	60.3	59.5	66.6	59.4	61.3
5	61.0	62.3	58.5	55.5	60.1	62.3	58.7

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	56.4	50.6	52.82
2	66.6	54.3	60.21
3	60.3	52.6	56.82
4	66.6	58.4	60.85
5	62.3	55.5	59.77
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:58.09			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:0.0			

15.7.1.1.1 MEDIODÍA

15.8 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1							
2							
3	54.9	60.0	66.1	70.0	60.9	56.7	56.1
4							
5							

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1			
2			
3	70.0	54.9	60.6
4			
5			
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 60.6			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

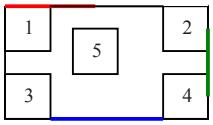
TARDE

15.9 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	54.3	58.0	57.3	58.0	50.8	57.5	53.0
2	60.9	59.5	62.0	52.8	54.4	54.7	60.8
3	56.7	57.2	51.7	57.3	56.7	53.3	55.9
4	61.7	58.8	61.1	65.8	58.7	61.3	65.3
5	62.8	52.9	58.5	62.9	70.7	60.9	53.3

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	58.0	50.8	55.6
2	62.0	52.8	57.9
3	57.3	51.7	55.5
4	65.8	58.7	61.8
5	70.7	52.9	60.36
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 58.2			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:0.0			

SALÓN #4:

ESQUEMA



1.1.5 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3
Numeración: 112
Hora Visita: 12:50pm 2:40 pm

MAÑANA

15.10 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	59.2	58.3	660.6	58.7	57.5	57.7	55.9
2	60.1	55.8	55.4	58.96	59.4	56.5	56.3
3	56.6	52.2	55.1	54.5	561.6	52.9	59.7
4	54.9	57.7	60.9	53.9	56.7	49.9	55.2
5	54.6	59.9	55	52.5	53.3	55.3	49.4

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	60.9	49.9	55.6
2	59.7	51.6	54.7
3	60.6	55.9	58.3
4	60.1	55.1	57.5
5	59.9	49.4	55.1
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:56.4			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

15.10.1.1.1 MEDIODÍA

15.11 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1							
2							
3	63.7	67.3	60.8	66.8	51.7	62.0	66.8
4							
5							

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1			
2			
3	66.8	51.7	58.4
4			
5			
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:58.4			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

TARDE

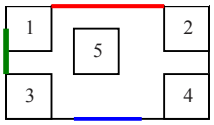
15.12 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	51.3	56.6	50.4	50.1	50.7	54.3	53.1
2	57.3	58.4	58.1	60.2	58.2	56.9	57.2
3	50.2	51.7	52.8	51.3	50.7	54.3	53.1
4	50.2	53.2	51.0	50.3	50.1	52.4	50.1
5	51.8	53.6	50.1	51.5	52.3	56.7	59.7

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	56.6	50.1	52.4
2	60.2	56.9	58.0
3	54.3	50.2	52.0
4	53.2	50.1	51.0
5	59.7	50.1	43.7
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:53.3			

15.12.1.1.1.1.1 Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 0.0

SALÓN #5:

ESQUEMA



1.1.6 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3
Numeración: 108
Hora Visita:12:53pm, 2:23 pm

MAÑANA

15.13 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	65.8	63.5	64.2	38	59.5	60.2	61.4
2	67	69.3	70.1	67.5	64.1	68.2	66.9
3	66.9	70	63.7	66	58.6	59.6	66.4
4	67.4	66.1	64.5	61.4	63.5	70.0	6638
5	61.3	65.7	60.2	68	61.9	5831	61.4

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	68	59.5	63.2
2	70.1	64.11	67.6
3	70	58.6	64.4
4	70	61.4	65.7
5	68	58.1	62.4
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:64.66			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

15.13.1.1.1 MEDIODÍA

15.14 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	51.9	48.0	50.6	57.5	49.6	47.9	47.4
2	54.9	53..8	57.0	58.3	54.3	53.9	51.7
3	58.1	52.1	51.9	52.0	52.8	50.2	48.8
4	55.1	53.2	49.6	50.8	48.9	49.8	50.0
5	56.7	52.5	56.3	53.4	52.7	52.0	51.1

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	57.5	57.4	50.4
2	58.3	51.7	54.8
3	58.1	48.8	52.2
4	55.1	49.6	51.0
5	56.7	51.1	53.5
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 52.4			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

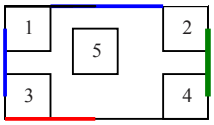
TARDE

15.15 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	58.7	54.1	53.5	55.8	60.0	59.9	58.1
2	54.9	51.9	52.0	52.7	53.4	54.7	57.9
3	55.6	60.1	50.9	53.5	55.2	55.8	54.2
4	55.0	52.9	57.7	51.0	51.1	55.7	55.8
5	50.0	62.5	54.1	53.4	53.3	59.5	50.3

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	60.0	53.5	57.2
2	57.9	51.9	53.9
3	60.1	50.9	55.1
4	57.7	51.0	54.2
5	62.5	50.0	54.7
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:55.02			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:0.0			

SALÓN #6:

ESQUEMA



1.1.7 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3
Numeración: 229
Hora Visita:1:03 pm 4:39 pm

MAÑANA

15.16 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	65.1	58.2	56.7	57.8	60	63.1	57.9
2	56.8	56.8	58	58.2	56.63	67.1	55.3
3	54.5	56.6	54.5	58.0	53.2	52.8	51.7
4	54.3	54.0	57.2	59.0	57.0	54.8	55.8
5	55.1	55.8	55.4	57.6	53.3	53.2	54.2

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	63.1	56.7	58.54
2	67.1	55.3	58.35
3	58	51.7	55.7
4	59	54	56.01
5	57.6	53.2	54.94
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:56.64			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

15.16.1.1.1 MEDIODÍA

15.17 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	55.2	57.8	60.4	61.2	60.2	58.6	58.0
2	58.4	55.1	55.9	58.4	56.7	58.3	56.7
3	54.1	58.0	54.0	59.0	62.4	53.9	59.0
4	60.4	58.8	62.5	56.3	58.4	58.8	55.3
5	54.4	56.8	58.2	55.3	57.0	60.1	60.8

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	61.2	55.2	58.77
2	58.4	55.1	57.02
3	62.4	53.9	57.20
4	62.5	55.3	58.64
5	60.8	55.3	57.51
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 57.8			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

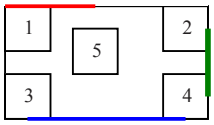
TARDE

15.18 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	58.6	54.3	57.5	56.2	50.7	59.2	57.8
2	53.2	52.7	59.3	63.8	60.6	60.5	57.5
3	56.5	55.3	52.6	59.1	50.6	54.2	55.0
4	56.8	51.2	62.9	58.5	56.4	53.1	60.7
5	53.3	54.2	58.7	56.2	56.1	53.2	51.5

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	59.2	50.7	56.3
2	63.8	52.7	58.2
3	59.1	50.6	54.8
4	62.9	51.2	57.1
5	58.7	51.5	54.7
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:56.2			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 60.3			

SALÓN #7:

ESQUEMA



1.1.8 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M2
Numeración: 110
Hora Visita: 1:31 pm 4:39 pm

MAÑANA

15.19 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	61.8	64.6	68.4	67.3	69.6	60.1	61.6
2	60.6	59.5	65.4	64.7	60.8	61.7	62.2
3	65.7	67	60.8	63.2	60.8	59.2	59.6
4	63	62.1	63.4	65.0	63.8	67.4	63.25
5	57.1	59.7	64.1	60.2	61.0	62.6	62.8

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	69.6	60.1	64.8
2	65.4	59.5	62.1
3	59.2	67	62.3
4	67.4	62.1	64.3
5	64.1	57.1	61.1
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:62.86			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

15.19.1.1.1 MEDIODÍA

15.20 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	58.1	58.2	57.1	62.5	58.8	65.2	65.6
2	61.7	60.0	68.2	58.1	61.7	62.1	62.6
3	67.2	58.5	62.4	61.3	71.5	71.1	62.6
4	66.6	60.7	65.3	66.3	63.6	68.2	63.4
5	62.6	63.0	65.6	61.1	64.6	63.5	60.9

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	65.6	57.1	60.78
2	68.2	58.1	62.05
3	71.5	58.5	64.88
4	68.2	60.7	64.87
5	65.6	60.9	64.67
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:63.45			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

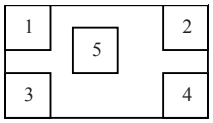
TARDE

15.21 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	58.9	59.4	57.3	57.4	53.0	57.0	53.0
2	55.9	64.6	63.0	63.7	63.4	60.5	59.4
3	54.3	61.1	60.4	59.9	64.6	64.9	52.7
4	66.3	65.8	62.9	67.6	58.4	57.0	61.4
5	54.8	59.8	61.5	62.2	65.5	74.2	68.9

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	59.4	53	56.6
2	64.6	55.9	61.5
3	64.9	52.7	59.7
4	67.6	57.0	62.8
5	74.2	54.8	63.8
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 60.8			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 72.6			

SALÓN # 8:

ESQUEMA



1.1.9 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3
Numeración: 223
Hora Visita:12:25pm, 11:45 am

MAÑANA

15.22 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	61.0	58.8	62.0	57.7	56.7	59.4	55.8
2	57.9	60.2	52.5	62.5	64.0	64.4	61.5
3	63.9	73.1	67.4	65.7	66.5	66.9	64.4
4	64.7	58.4	62.4	60.1	60.2	65.4	66.9
5	57.1	65.6	73.3	68.1	66.2	70.9	68.3

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	62.0	55.8	58.8
2	64.4	57.5	61.14
3	73.1	63.9	66.84
4	66.9	58.4	62.58
5	73.3	57.1	67.07
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:63.28			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:0.0			

15.22.1.1.1 MEDIODÍA

15.23 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	60.5	59.8	62.3	60.6	59.5	63.2	61.3
2							
3							
4							
5							

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	63.2	59.5	61.35
2			
3			
4			
5			
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:61.35			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

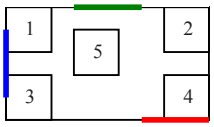
TARDE

15.24 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	60.2	62.7	60.9	59.5	55.2	59.8	60.9
2	58.3	68.1	60.8	60.3	64.6	65.1	64.9
3	52.4	54.7	62.3	52.1	59.6	61.7	59.6
4	68.1	69.2	69.7	51.6	67.1	57.0	53.7
5	60.2	63.9	58.8	60.5	57.9	67.6	56.1

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	62.7	55.2	59.89
2	68.1	58.3	63.16
3	62.3	52.1	57.49
4	69.7	51.6	62.34
5	67.6	56.1	60.71
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 60.72			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 72.6			

SALÓN # 9:

ESQUEMA



1.1.10 DATOS SALÓN/AULA

1.1.11 BLOQUE: M2

MAÑANA

15.25 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	65.0	61.2	65.0	60.8	62.3	63.3	65.0
2	58.0	54.5	59.6	50.2	55.7	56.2	56.7
3	51.9	50.6	50.5	50.6	55.0	50.6	58.4
4	51.3	55.2	55.5	61.1	58.5	55.9	56.7
5	61.0	60.2	59.6	51.9	55.9	61.4	65.0

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	65.0	60.8	63.22
2	59.6	50.2	55.84
3	58.4	50.5	52.51
4	61.1	51.3	56.31
5	65.0	55.9	59.28
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 57.432			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:60.0			

15.25.1.1.1 MEDIODÍA

15.26 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	52.8	58.0	53.4	56.7	55.0	55.8	56.3
2	52.7	55.4	57.6	60.2	52.2	53.1	56.8
3	55.8	50.9	56.1	61.2	58.0	57.4	59.8
4	58.5	59.6	60.4	53.2	59.8	60.5	62.8
5	54.1	55.9	53.8	53.6	58.0	53.4	53.8

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	58.0	52.8	55.42
2	60.2	52.2	55.38
3	60.9	57.4	58.45
4	60.5	53.2	59.25
5	58.0	53.4	54.65
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 56.63			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

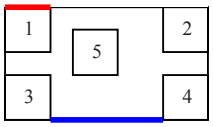
TARDE

15.27 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	58.3	57.8	52.8	54.2	54.6	59.6	52.7
2	51.6	50.1	51.4	53.2	50.3	56.9	56.4
3	53.5	61.3	55.9	57.3	52.7	51.4	55.2
4	58.8	58.6	53.9	55.4	56.5	57.7	58.8
5	53.7	53.7	57.7	57.6	58.6	51.8	54.5

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	59.6	52.7	55.71
2	56.9	50.1	52.84
3	61.3	51.4	55.33
4	58.8	53.9	57.10
5	58.6	51.8	55.37
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 55.27			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 72.6			

SALÓN # 10:

ESQUEMA



1.1.12 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3
Numeración: 115
Hora Visita: 10:00am, 1:10pm, 3:05pm

MAÑANA

15.28 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	50.5	53.6	60.4	63.9	60.7	55.8	58.2
2	50.8	60.5	61.2	58.1	59.7	62.4	56.9
3	53.6	59.8	58.0	50.0	61.6	58.6	63.4
4	58.2	65.5	61.8	61.7	59.7	51.1	62.7
5	53.0	62.1	52.7	61.3	56.7	59.3	57.4

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	63.9	50.5	57.58
2	62.4	50.8	58.51
3	63.4	50.0	57.85
4	62.5	51.1	60.01
5	62.1	52.7	57.5
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:58.29			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:0.0			

15.28.1.1.1 MEDIODÍA

15.29 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	51.4	55.7	51.4	5.3	52.1	50.0	51.1
2	57.1	51.4	50.0	48.9	49.8	53.3	49.6
3	66.6	68.8	56.3	50.0	57.3	63.1	58.5
4	57.0	49.7	50.8	57.1	70.1	48.3	48.1
5	59.5	47.0	46.6	47.2	48.3	45.9	49.2

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	55.7	50.0	52.8
2	57.1	48.9	51.4
3	68.8	50.0	60.0
4	70.1	48.3	54.4
5	59.5	45.9	49.1
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 53.54			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

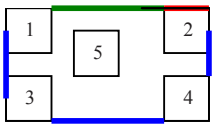
TARDE

15.30 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	62,8	57,8	53	66,5	58,3	72,4	59,8
2	61,3	54,5	59	61,8	60,6	58,9	58,1
3	54,1	51,5	58,8	50,4	50,4	60,6	53,6
4	58,1	57,4	55,9	55,8	55,4	58,1	58,2
5	54,5	50,8	56,7	59,9	56	58,9	52,3

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	72,4	53	61,51
2	61,8	54,5	59,17
3	60,6	50,4	54,2
4	58,2	55,4	56,99
5	59,9	50,8	55,59
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 57.49			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 0.0			

SALÓN # 11:

ESQUEMA



1.1.13 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3
Numeración: 212
Hora Visita: 11:10 am, 1:03pm 3:21pm

MAÑANA

15.31 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	58.3	53.0	58.7	59.6	61.4	60.2	50.2
2	56.0	60.5	53.1	64.5	60.1	68.1	56.2
3	65.1	58.3	60.9	50.9	54.9	61.1	51.9
4	53.7	55.1	53.0	56.5	50.9	55.6	57.2
5	67.9	67.3	68.1	67.4	65.4	66.4	70.3

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	61.4	50.3	57.35
2	68.1	53.1	59.78
3	65.1	50.9	57.58
4	57.2	50.9	54.57
5	70.3	65.4	67.54
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 59.36			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:64.7			

15.31.1.1.1 MEDIODÍA

15.32 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1							
2	62.6	61.9	61.4	60.3	61.0	60.0	65.0
3							
4							
5							

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	65.0	60.0	61.74
2			
3			
4			
5			
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 61.74			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

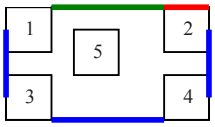
TARDE

15.33 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	54,6	64,1	66,5	54,7	63,8	57,3	62,9
2	66,2	68	61,8	57,8	67,8	65	61,8
3	65,5	52,8	61	59,3	59,6	55,9	60,2
4	62,8	61,3	58,7	55,1	54,8	61,9	50,4
5	54,9	62,9	71,7	61	62,5	64,1	67,3

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	66,5	54,6	53,4
2	68	57,8	56,9
3	65,5	52,8	59,2
4	62,8	50,4	57,9
5	71,7	54,9	63,5
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 58.18			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 64.7			

SALÓN # 12:

ESQUEMA



1.1.14 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3
Numeración: 116
Hora Visita: 10:26am 2:

MAÑANA

15.34 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	57.2	51.4	57.1	55.2	53.9	59.3	55.5
2	52.2	59.7	51.7	55.4	57.0	60.4	59.0
3	56.4	57.4	55.3	51.5	52.9	54.0	54.9
4	53.7	51.9	52.0	59.7	56.0	53.69	54.0
5	56.3	50.7	52.3	57.5	54.2	51.0	53.4

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	59.3	51.4	55.65
2	60.4	51.7	56.48
3	57.4	51.5	54.62
4	59.7	51.9	54.41
5	57.5	50.7	53.48
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:54.92			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:0.0			

15.34.1.1.1 MEDIODÍA

15.35 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	54.4	58.9	49.3	50.4	66.0	64.6	65.9
2	54.6	66.9	63.9	63.9	52.6	62.1	59.6
3	58.3	70.9	70.0	63.4	68.4	68.8	66.0
4	51.4	63.3	63.3	54.3	48.3	60.9	66.9
5	66.9	66.7	53.0	69.8	59.8	68.1	66.4

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	65.9	49.3	59.2
2	66.9	52.6	60.5
3	70.0	58.3	66.5
4	66.9	48.3	58.3
5	69.8	59.8	62.9
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 61.48			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

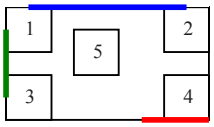
TARDE

15.36 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	61,6	60	59,9	57,4	50,9	54,7	52
2	58,3	52,1	56,2	51,5	50,1	62	52,5
3	58,3	61,4	55,7	65,7	52	63	50,7
4	67,5	65,1	53,9	56,3	56	51	51,8
5	62	51,9	52,2	50,4	59,1	55,6	50,2

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	61,6	50,9	56,77
2	62	50,1	54,67
3	65,7	50,7	58,11
4	67,5	51	57,37
5	62	50,2	54,49
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 56.28			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 0.0			

SALÓN # 13:

ESQUEMA



1.1.15 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3
Numeración: 102
Hora Visita:12:15pm 3:15pm

MAÑANA

15.37 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	68.6	60.2	69.9	65.9	67.5	61	66.9
2	61.5	60.9	67.5	66.6	67.0	61.9	66.7
3	66	60.9	63.6	64.0	62.4	58	60.2
4	53.0	78.5	74.4	64.7	67.5	66.3	83.1
5	81.2	80.5	89.3	77.3	70.8	69.0	78.9

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	68.6	60.2	64.86
2	67	60.9	6459
3	66	58	62.16
4	83.1	53	69364
5	89.3	69	78
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:67.85			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

15.37.1.1.1 MEDIODÍA

15.38 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	53.9	48.5	62.3	52.2	59.7	55.3	58.3
2	59.3	56.2	56.1	51.7	56.1	64.2	60.0
3	63.4	59.0	55.6	56.1	53.8	49.3	49.8
4	60.5	58.6	57.9	57.2	55.0	57.5	59.8
5	57.3	54.1	53.1	50.3	49.0	52.4	51.6

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	62.3	48.5	55.7
2	64.2	51.7	57.6
3	63.4	49.3	47.2
4	60.5	55.0	58.0
5	57.3	49.0	52.5
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 54.14			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

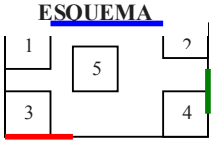
TARDE

15.39 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	52,7	56,9	56,5	57,9	56,3	57,2	60,3
2	54,8	50,9	59,9	54,7	57	60,5	54,4
3	51,8	50,9	53,5	54,3	55,2	53,9	54,9
4	50,5	54,4	56,4	53,3	50,2	57,3	55,8
5	55,7	50,2	51,8	52,4	58,4	51,2	52,6

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	57,9	52,7	56,8
2	59,9	50,9	56
3	55,2	50,9	53,5
4	57,3	50,2	54
5	58,4	50,2	53,2
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 54.7			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 64.5			

SALÓN # 14:

ESQUEMA



1.1.16 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3
Numeración: 232
Hora Visita: 12:31 pm 3:31pm

MAÑANA

15.40 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	63.8	66.6	65.1	65.7	63.0	65.1	60.2
2	64.2	70.5	60.8	54.7	64.2	70.4	73.5
3	70.4	64.1	67.9	64.8	71.6	56.6	55.9
4	66.6	58.6	73.6	57	60.3	60.1	62.1
5	63.3	61.6	59.3	57.7	57.2	58.3	58.3

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	66.6	60.2	64.21
2	70.5	54.7	65.47
3	70.4	55.9	64.47
4	73.6	57	62.61
5	63.6	57.2	59.38
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:63.23			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

15.40.1.1.1 MEDIODÍA

15.41 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	74.5	68.5	75.1	72.2	70.5	69.5	74.0
2	73.4	72.5	70.5	68.4	70.3	74.3	73.2
3	60.5	55.2	58.9	53.2	61.1	60.5	61.2
4	54.7	58.5	60.1	56.5	55.2	58.0	60.5
5	64.0	65.3	67.0	67.2	63.6	66.4	67.9

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	75.1	68.5	72.04
2	74.3	68.4	71.80
3	61.2	53.2	58.65
4	60.5	54.7	57.64
5	67.9	63.6	65.91
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 65.20			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

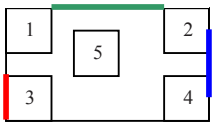
TARDE

15.42 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
1	57,6	58	53,4	55,3	53,8	58,5	54,1
2	56	54,5	54	53,5	54	53,9	52,8
3	57,7	57,7	56,4	59,9	59,5	57	53,1
4	59,4	64,3	71,7	61,9	55,7	63,9	59,6
5	50,7	57,7	59,9	53,9	55,8	55,3	57,8

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	58,5	53,4	55,8
2	56	52,8	54,1
3	59,9	53,1	57,33
4	71,7	55,7	62,36
5	59,9	50,7	55,87
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 57.09			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 61.6			

SALÓN # 15:

ESQUEMA



1.1.17 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M2
Numeración: 304
Hora Visita:12:45pm - 5:00pm

MAÑANA

15.43 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1							
2							
3	55.5	55.3	57.4	56.3	58.3	59.3	55.9
4							
5							

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1			
2			
3	58.3	54.5	56.71
4			
5			
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:56.71			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

15.43.1.1.1 MEDIODÍA

15.44 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1							
2							
3	56.0	55.2	51.4	57.0	56.5	58.2	53.3
4							
5							

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1			
2			
3	58.2	51.4	55.371
4			
5			
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 55.37			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

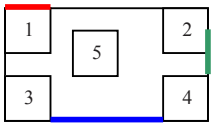
TARDE

15.45 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	53,6	55,6	59,3	56,8	55,3	65,3	58,3
2	51,6	53,4	56	56,3	51,7	50	54,2
3	54,3	56,2	52,4	53,6	50,3	51,8	50,2
4	52,8	50,2	60,4	57,4	57,7	59,7	51,4
5	50,6	50,4	56,3	51	51,7	52,4	51,6

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	65,3	53,6	57,74
2	56,3	50	53,31
3	56,2	50,2	52,69
4	60,4	50,2	55,66
5	56,3	50,4	52
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 54.28			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 80.6			

ESQUEMA

SALÓN # 16:



1.1.18 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M2
Numeración: 203
Hora Visita: 12:56 pm 5:09pm

MAÑANA

15.46 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	68.5	63.7	64.7	64.6	65.7	59.9	65.8
2							
3							
4							
5							

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	68.5	59.9	64.7
2			
3			
4			
5			
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:64.7			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

15.46.1.1.1 MEDIODÍA

15.47 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	62.4	59.4	58.9	60.7	59.9	62.2	65.5
2							
3							
4							
5							

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	65.5	58.9	61.29
2			
3			
4			
5			
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 61.28			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

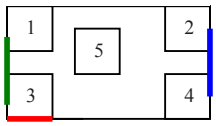
TARDE

15.48 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	72,6	65,3	60,8	67,1	58,8	60,3	61,3
2	71,1	74,1	65,2	58,9	58,7	57,3	56,4
3	69,3	67,3	63,8	67,3	65,8	67,7	64,7
4	60,4	55,7	57,4	53,6	64,6	53,4	60,3
5	68,2	55,4	66,7	67,7	54,8	72	61,4

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	72,6	58,8	63,74
2	74,1	56,4	57,39
3	69,3	63,8	66,56
4	64,6	57,4	56,49
5	72	54,8	63,74
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 62.38			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 61.9			

SALÓN # 17:

ESQUEMA



1.1.19 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M2
Numeración: 326
Hora Visita : 1:03pm, 4:55pm

MAÑANA

15.49 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1							
2							
3	56.6	56.2	55.6	54.9	57.7	56.8	59
4							
5							

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1			
2			
3	59	54.9	56.68
4			
5			
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:56.68			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

15.49.1.1.1 MEDIODÍA

15.50 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1							
2							
3	56.6	55.0	52.6	52.5	55.4	53.4	52.8
4							
5							

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1			
2			
3	55.4	55.0	54.043
4			
5			
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 54.04			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

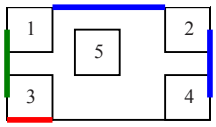
TARDE

15.51 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	50.1	52.8	58.0	57.6	58.5	54.4	55.3
2	50.0	50.5	52.1	54.0	55.4	50.5	50.1
3	54.9	56.0	53.9	52.2	57.3	53.5	52.6
4	58.6	59.8	50.1	51.8	51.7	52.8	50.0
5	59.9	57.1	50.1	50.6	55.0	54.1	50.0

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	58.5	50.1	55.2
2	55.4	50.0	51.8
3	57.3	52.2	54.3
4	59.8	50.0	53.5
5	59.9	50.0	53.8
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 53.7			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 72.6			

SALÓN # 18:

ESQUEMA



1.1.20 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3
Numeración: 227
Hora Visita:1:31 pm,4:26pm

MAÑANA

15.52 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	55.6	53.3	58.6	56.2	61.7	64.2	57.7
2	61.5	63.4	59.8	67.2	68.6	6.3.3	61.3
3	59.1	57.2	57.7	55.1	56.6	61.6	63.7
4	63.6	57.5	61.0	63.2	61.2	59.9	61.2
5	58.9	63.3	59.1	59.6	65.7	60.7	61.3

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	64.2	53.3	58.2
2	63.6	57.5	61.1
3	63.7	55.1	58.7
4	68.6	59.8	63.6
5	65.7	58.9	61.2
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:60.56			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

15.52.1.1.1 MEDIODÍA

15.53 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	58.8	60.2	60.5	58.2	62.2	57.7	58.0
2	57.3	60.2	59.0	60.5	61.5	56.4	57.2
3	58.6	59.8	53.2	51.8	58.4	52.8	54.5
4	51.6	53.5	57.0	52.5	56.8	50.8	51.2
5	54.9	56.0	53.9	52.2	57.3	53.5	52.6

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	62.2	57.7	59.37
2	61.5	56.4	58.87
3	59.8	51.8	55.59
4	57.0	50.8	53.34
5	57.3	52.2	54.34
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 56.30			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

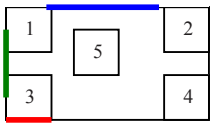
TARDE

15.54 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	58.3	50.0	52.9	55.9	55.2	56.1	59.6
2	54.5	54.3	53.9	53.0	52.1	51.8	52.1
3	58.6	51.1	52.1	57.6	56.0	56.5	56.6
4	56.7	51.4	57.3	59.0	52.6	53.7	56.7
5	56.4	64.8	56.6	57.2	55.4	61.1	64.4

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	59.6	50.0	55.43
2	54.5	51.8	53.1
3	58.6	51.1	55.5
4	59.0	51.4	55.34
5	64.8	55.4	59.41
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 55.76			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 72.6			

SALÓN # 19:

ESQUEMA



1.1.21 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3
Numeración: 228
Hora Visita:1:16 pm, 4:13 pm

MAÑANA

15.55 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	72.7	70.8	71.7	73.4	68.6	72	74.6
2	70.7	71.8	70.2	74.2	71.8	71.4	69
3	72.9	64.2	65	67.7	64.2	68.8	59.5
4	67.1	68	64.3	66	69.9	58.7	65.7
5	59.3	65.2	54.2	53.2	54.5	55.2	56.5

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	74.6	68.6	71.97
2	74.2	69	71.3
3	72.9	59.5	66.04
4	69.9	65.7	64.9
5	65.2	53.2	56.87
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula:66.114			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

15.55.1.1.1 MEDIODÍA

15.56 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	60.5	59.2	56.0	57.3	64.3	60.0	58.7
2	56.2	56.5	53.0	58.0	56.0	54.5	59.0
3	54.3	54.0	54.5	55.7	53.0	54.4	55.0
4	57.3	60.2	59.0	60.5	61.5	56.4	57.2
5	55.8	55.0	53.3	55.6	54.5	57.8	56.4

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	64.3	56.0	59.42
2	59.0	53.0	56.17
3	55.7	53.0	54.41
4	61.5	56.4	58.87
5	57.8	53.3	55.48
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 56.87			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

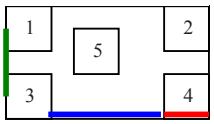
TARDE

15.57 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	55.9	60.7	57.3	58.8	55.3	54.4	58.6
2	54.6	53.8	50.5	50.0	52.0	51.5	510
3	58.7	59.3	58.1	54.0	53.0	56.1	56.4
4	51.6	53.5	57.0	52.5	51.7	50.8	51.2
5	51.6	51.3	54.7	55.6	51.6	50.7	58.3

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	60.7	54.4	57.29
2	54.6	50.0	51.91
3	59.3	53.0	56.51
4	57.0	50.8	52.61
5	58.3	50.7	53.40
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 54.344			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 72.6			

SALÓN # 20:

ESQUEMA



1.1.22 DATOS SALÓN/AULA

Bloque: M3
Numeración: 224
Hora Visita:1:35pm, 3:59 pm

MAÑANA

15.58 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	54.9	53.5	55.9	52.2	49.7	51.3	49.5
2	53.0	53.7	55.3	53.0	55.8	55.2	55.6
3	50.2	49.5	50.7	54.7	55.0	57.4	55.8
4	55.4	52.6	53.0	54.1	54.8	53.8	50.9
5	53.2	55.4	54.9	55.0	53.8	53.5	54.0

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	55.9	49.5	52.42
2	55.8	53.0	54.51
3	57.4	49.5	53.32
4	55.4	50.9	53.51
5	55.0	53.2	54.25
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 53.602			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

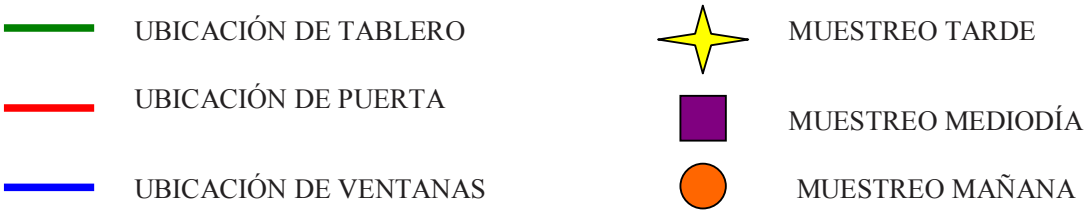
15.58.1.1.1 MEDIODÍA

15.59 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1							
2							
3							
4	55.5	50.2	54.0	52.8	56.3	54.2	53.0
5							

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1			
2			
3			
4	56.3	50.2	53.6
5			
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 53.6			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula:			

TARDE

15.60 UBICACIÓN	RUIDO REGISTRADO (dB) Tiempo transcurrido (segundos)						
	20	40	60	80	100	120	140
1	52.4	53.8	56.4	57.7	55.5	51.7	52.4
2	59.0	54.9	54.0	58.2	57.1	57.2	60.3
3	55.5	56.5	52.6	58.9	52.0	53.1	52.2
4	52.2	53.2	59.3	51.0	53.4	53.5	52.2
5	55.5	56.8	56.2	55.7	53.2	56.5	53.4

UBICACIÓN	RUIDO Máx. Registrado	RUIDO Mín. Registrado	Promedio RUIDO Registrado
1	57.7	52.4	54.27
2	60.3	54.0	57.24
3	59.5	52.0	55.44
4	59.3	51.0	53.54
5	56.8	53.2	55.33
Promedio de RUIDO Registrado en salón/aula: 55.16			
Promedio RUIDO Estimado salón/aula: 72.6			

EXPLICACIÓN DE SÍMBOLOS Y COLORES: