

CONTAMINACION AMBIENTAL EN LAS UNIDADES DE NEONATOLOGÍA

ROQUES V, MIRANDA J*, GARRIGUES JV**, PONS A***, TRONCHONI M, GÜEMES I, SAENZ P*,
GARCIA A** y ARTIGAS J***.

- * Servicio Neonatología. Hospital Universitario La Fe. Valencia
- ** Laboratorio de Acústica. Departamento de Física Aplicada. Universidad de Valencia.
- *** Departamento de Óptica. Facultad de Física. Universidad de Valencia

ABSTRACT

El ruido y la luz son conocidos contaminantes ambientales, ambos se han relacionado con diversas patologías en el adulto, no obstante su influencia en el recién nacido, implicaciones fisiológicas, problemas cardiovasculares y fundamentalmente en el desarrollo de estados del sueño en el niño prematuro, no son suficientemente conocidos. Altos niveles de ruido e iluminación han sido descritos en las unidades de hospitalización neonatal, en cuidados intensivos, en el que los niños permanecen largos periodos de tiempo, inestables y por tanto mas vulnerables a las agresiones externas.

Hemos estudiado los niveles sonoros y de luz en nuestro Servicio de Neonatología, encontrando altos niveles de ambos, mas de 70 dBA en todas las zonas de hospitalización, que disminuyen de 1 a 2 dBA por la noche en algunas de ellas, y que se mantienen con diversas variaciones (1-2 dBA) durante toda la semana. Los niveles de luz son también elevados, 480 luxes de media en CIN y 320 luxes en el resto de las salas, con máximos entre 1.200 y 720 luxes en las zonas cercanas a las ventanas y valores mínimos entre 220 y 149 luxes en zonas alejadas de ellas. Durante la noche estos valores disminuyen a la mitad.

Se realizaron obras de acondicionamiento acústico con el fin de disminuir el nivel sonoro del Servicio mediante absorbentes de ruido colocados en el techo, consiguiendo reducir en algunas zonas entre 1 y 5 dBA, pero no en todas ellas.

Se analizo el cobertor de incubadora como medida de aislamiento acústico y luminoso consiguiendo una disminución de 2/3 intensidad luminosa, no así en cuanto a la disminución del ruido.

KEY WORDS

Ruido

Iluminación

Contaminación ambiental

Recién nacido

Unidades de hospitalización neonatales

1. INTRODUCCION

El recién nacido ingresado en las salas de hospitalización de Neonatología está expuesto a múltiples agresiones físicas ambientales, siendo las más conocidas el ruido, la luz y ondas magnéticas generadas por los diferentes elementos eléctricos de su alrededor, que pueden influir en su situación clínica y evolución posterior en forma de alteraciones fisiológicas (frecuencia cardíaca, respiratoria, oxigenación, hormonales) y trastornos psicológicos (alteraciones del ritmo del sueño, irritabilidad).

El niño viene del ambiente intrauterino en el que ha recibido una amplia variedad de estímulos: auditivos (latido cardíaco materno, y ruidos atenuados del ambiente exterior), vestibulares, kinestésicos (estado de la madre movimientos fetales) y rítmicos cíclicos (latido cardíaco materno, sueño materno y patrones de actividad neurohormonal), al nacimiento hay un cambio obligado del ambiente, se encuentra bruscamente en un entorno de luces brillantes, ruidos altos y repentinos, experiencias dolorosas y agresivas que van a influir en la orientación de la conducta emergente del niño en un momento que es más vulnerable. El ambiente en las unidades de Neonatología es muy complejo, con experiencias diferentes al ambiente intrauterino y puede crear estados de sobrecarga sensorial, sobreestimulación y mala adaptación en el desarrollo.

Los niños pretermino y sobre todo los pretermino enfermos son los más afectados por estas condiciones ambientales en las que existe una combinación de luz natural y artificial producida por tubos fluorescentes, a los que se añade la que emiten lámparas utilizadas en determinadas técnicas, junto a una amplia variedad de sonidos diversos de altos decibelios (telefonía, alarmas, etc.) que se superponen a las voces del personal de las salas y el llanto de los otros niños. Estos altos e inapropiados patrones de entrada sensorial pueden llevar a distorsión de

las funciones del niño pretermino y alterar la organización de los estados de sueño del niño y su conducta

Se han establecido recomendaciones de niveles acústicos para las unidades neonatales por diversos organismos (1) contrariamente a estas en un ambiente hospitalario tranquilo es normal que exista un rango en 40-50 dBA, en un ambiente intermedio puede aproximarse a 50-60 dBA y en zonas de cuidados intensivos llegar a los 60-70 dBA con picos por encima de estos niveles (2, 3, 4, 5, 6, 7).

Los niveles apropiados de luz en unidades de cuidados intensivos no se han establecido, se han recomendado hasta hace pocos años altos niveles, entre 600 y 1000 luxes (8), para permitir evaluar el niño desde el punto de vista clínico en cualquier lugar de la sala de hospitalización, no obstante es fácil encontrar intensidades de luz que varían entre 150-2500 (9-10) luxes a nivel de las incubadoras

La importancia del conocimiento de la posible contribución de estos factores ambientales en la evolución de la patología del niño y su respuesta ha sido incluida recientemente como una disciplina denominada “neonatología ambiental” (11).

La influencia de estos factores ambientales, ruido y luz en el desarrollo de problemas asociados con la prematuridad nos ha llevado a desarrollar un estudio prospectivo con los siguientes objetivos:

Primario, evaluar los niveles acústicos y lumínicos del Servicio de Neonatología del Hospital Universitario La Fe de Valencia mediante mediciones en diferentes zonas y a diferentes horas del día.

Secundario, cuantificación de la eficacia de los diferentes medios de aislamiento acústico y lumínico utilizados.

2. MATERIAL Y METODOS.-

Se ha efectuado el registro del nivel sonoro mediante un sonómetro modular SOUNDMETER B&K 232 con módulo 7251 durante 7 días, obteniendo cinco series de medidas cada 15 minutos en 4 zonas diferentes del Servicio(CIN, Box 1, Box 3 y Box 5), antes y después de las obras de acondicionamiento acústico, consistentes en la colocación en el techo del Servicio de material absorbente (módulos absorbentes de espuma blanda en base de resina de melamina ILLSONIC). De estas medidas en dBA (L1, L10, L50, L90 y L99) se ha considerado el nivel equivalente medio (LEQ) como referencia para las comparaciones entre las diferentes zonas.

Registro de luminiscencia con un fotómetro TECTRONIX J17, en diferentes zonas de la UCIN, Sala General y Zona de Cunas, de día y de noche.

Se consideraron medias diurnas las realizadas entre las 8.00 y las 22.00 horas y nocturnas las efectuadas entre las 22.00 a las 8.00 del día siguiente.

Medidas puntuales de intensidad sonora a nivel de la cabeza del niño, dentro de la incubadora, antes y tras la colocación de cobertores (IsocoverTM Air-Shields de polyester), mediante provocación de ruidos a diferentes frecuencias, entre 125 y 8000 hz, con un generador de señal 4205 B&K y una fuente sonora HP 1001 B&K.

Medida de la intensidad lumínica dentro de la incubadora antes y después de la colocación del cobertor.

3. RESULTADOS.

3.1 RUIDO: los niveles medios de ruido durante la semana en las diferentes zonas del Servicio, CIN, Box 1, Box 3 y Box 5 (tabla I) son altos, superiores a 70 dBA, tanto de día como de noche, con una disminución de un dBA (CIN y Box 3) y dos dBA (Box 5) durante

esta. Tras las obras de acondicionamiento acústico hallamos una disminución de uno a dos dBA (Box 1 y 5) durante el día y noche, no en las otras zonas de hospitalización.

Si analizamos los diferentes días de la semana no existen diferencias substanciales entre los días de trabajo y los fines de semana, el martes parecer ser el día mas ruidoso en CIN, Box 3 y Box 5, y el jueves los valores de LEQ son bajos en casi todas las zonas. Tras la instalación de los absorbentes de ruido en CIN en los Boxes 1 y 5 el ruido disminuye entre uno y cinco decibelios, durante la semana, y en CIN y Box 3 los niveles son similares o se han incrementado entre uno y dos decibelios.

La incubadora aísla del ruido exterior entre 10-15 decibelios dependiendo del material de la capota (figura 1). Si sobre ella ponemos un cobertor de material acolchado, plastificado y emitimos un ruido exterior continuo durante 1 minuto a diferentes frecuencias (Tabla II), el cobertor ofrece una capacidad de reducción del ruido exterior de un decibelio a frecuencias bajas, menores de 500 hz y muy altas 8000 hz, y menos de un decibelio a frecuencias entre 500 y 4000 hz.

3.2 LUZ: los niveles de luz en las zonas de CIN cercanas a las ventanas varían entre 1060 y 860 luxes, con valores medios de 480 luxes (tabla III) y van disminuyendo hasta valores de 220 luxes, con relación a la proximidad de un foco luminoso, lamparas fluorescentes o fototerapia (intensidad entre 420 y 750 luxes). En los otros Boxes de Hospitalización existe también una graduación de iluminación entre las zonas cercanas a las ventanas (720 luxes máximos) y zonas más alejadas (149 mínimo), con valores medios muy similares entre 263 y 382 luxes.

Durante la noche los valores máximos en CIN son de 420 luxes, en incubadoras cercanas a las fuentes de luz y mínimos de 90 luxes, con una media de 236 luxes. En los Boxes 1, 2, 3 y

5 los valores medios de 113 (máximos de 147 y mínimos de 45), en el Box 4, al atenuar las luces durante toda la noche, los valores son bajos (30/10).

En una representación gráfica de los niveles de iluminación (fig. 2) en CIN durante el día existe una zona cercana a las ventanas de intensa iluminación, mayor de 1200 luxes (A), otras zonas entre 500-800 luxes (B), con varios focos de luces fluorescentes y otra entre 200-400 luxes (C), peor iluminada. Durante la noche se observa claramente la localización de los focos fluorescentes o fototerapias, con alta iluminación (A) con relación a la zona central (B) en la que se mantienen niveles parecidos a los diurnos.

Los Boxes 1 y 2 tienen una clara diferencia, en el Box 1 se mantienen las persianas cerradas y los niveles de luz vienen determinados por las lámparas fluorescentes colocadas en el centro de la Sala (C), con relación al Box 2 en que las persianas estaban abiertas y la luz solar determina niveles mayores de 1200 luxes en las zonas cercanas a las ventanas (A) e incrementa el general de la Sala (B). En el Box 1 podemos observar una zona de alta iluminación (D) correspondiente a un foco de luz. Durante la noche los niveles de iluminación, 400-600 luxes (A) corresponden a la distribución de las lámparas fluorescentes en la zona central, estando el resto de la Sala en niveles menores de 200 luxes.

En los Boxes 4 y 5 la iluminación diurna muestra también valores altos en zonas cercanas a las ventanas y focos de luces fluorescentes (A). Por la noche en el box 4, con luces apagadas, la intensidad es menor de 50 luxes y solo la zona central (B) del Box 4, con la mitad de los focos apagados, tiene niveles más elevados.

Tras la utilización de cobertores en la incubadora se obtiene una disminución (Tabla IV) de 2/3 de intensidad lumínica en tanto en las zonas soleadas, como en las más oscuras, de día y de noche.

4. DISCUSION

El diseño de la mayoría de las áreas de hospitalización para recién nacido no permite contener y absorber los muchos ruidos que en ella se producen, existe una gran cantidad de fuentes de estos producidas por las alarmas de los aparatos, telefonía, incubadoras, personal médico y sanitario, familiares e inclusive el llanto de otros niños, lo que ocasiona niveles medios entre 60 y 68 dBA, en ciertos periodos superiores a los 90 dBA en forma de ruidos impulsivos, con ligeras variaciones entre el día y la noche y entre los días de la semana.

La importancia del ruido como factor patogénico es poco conocida, no obstante se han descrito alteraciones a nivel del aparato cardiovascular (12,13) y probablemente auditivo (14), pero son los problemas derivados de la privación del sueño los que se consideran pueden contribuir a la alteración de la organización de sus estados y conducta, sobre todo en los niños más inmaduros (15,16). Si tenemos en cuenta que los efectos nocivos del ruido están en relación con la intensidad, tiempo y recuperación del estímulo, en las salas de hospitalización de recién nacidos estos factores se encuentran en límites que superan los considerados como seguros, intensidades de 70 dBA, mantenidos día y noche, durante toda la semana y sin posibilidad de recuperación, hacen más vulnerable al niño. En nuestro servicio los valores en todas las zonas de hospitalización son de 71 LEQ, con variaciones entre el día y la noche de 1 a 2 decibelios en algunas zonas y ligeras variaciones a lo largo de los días de la semana (1-2 dBA).

Las medidas que pueden establecerse para mejorar las condiciones ambientales acústicas e las zonas de hospitalización son de dos tipos, arquitectónicas y de educación sanitaria. Entre las primeras los materiales absorbentes del ruido y elementos de barrera (cobertores) parecen ser los más aconsejables. En nuestro Servicio tras la colocación de material absorbente en el

techo, el ruido ambiental ha disminuido entre 1-2 LEQ en algunas de las zonas, pero no en su totalidad, lo cual puede deberse a diversos motivos entre los que se encuentra el nivel conversacional en la sala y que al ser la transmisión del ruido lineal estas medidas han conseguido solo disminuir la reverberación, lo que permite una sensación física de ruido disminuido.

Las paredes de la incubadora consiguen un buen aislamiento del ruido exterior, entre 10 y 15 dBA (17, 18) La colocación de cobertores no parece tener ningún efecto sobre el nivel de ruido dentro de ellas, sobre todo las frecuencias entre 500 y 4000 hercios.

Los niveles apropiados de iluminación en zonas de hospitalización neonatal no han sido establecidos, 600 y 1000 luxes se han recomendado (19) para permitir la valoración del niño, su color y perfusión en cualquier lugar de la Sala, con una combinación de luz natural y artificial. Ultimamente se considera más segura una iluminación entre 100 y 200 luxes (20) y en zonas de cunas entre 50 y 100 luxes, debiendo permitirse reducir la iluminación a menos de 50 luxes durante la noche.

La luz que el niño recibe depende de la intensidad de luz solar, tiempo atmosférico, hora del día y localización del niño en la sala, por ello no es raro encontrar diferencias de medidas efectuadas entre países (220 luxes en Inglaterra, 630 Australia y mas de 1000 luxes en zonas del Mediterráneo). En nuestro Servicio la iluminación total durante el día en cuidados intensivos fue de 480 luxes, con exposición del niño, según su localización dentro de la sala, a niveles entre 1060 y 220 luxes, cifras similares a datos ya publicados (21). En el resto de las salas de hospitalización la media fue siempre superior a los 250 luxes con exposiciones entre 720 y 370 en las zonas cercanas a las ventanas.

La iluminación medida durante la noche puede ser considerada la mínima a la que los pretérminos están expuestos durante su estancia en el Hospital, niveles menores de 100 luxes deben conseguirse para permitir el sueño, no obstante, menos el Box 4 en que se pudieron apagar las luces por ser niños de bajo riesgo, en todas las salas de hospitalización los niveles medios son superiores a 135 luxes (luz artificial) con iluminancias altas en las zonas cercanas a los puntos de iluminación o lamparas de fototerapia si bien la mitad de los valores diurnos.

Por ello es importante la posición del niño ingresado, cerca o lejos de las ventanas, que va a influir en la luz adicional ambiental que recibe, no obstante estos niños se mueven dentro de las Unidades y por ello pueden estar situadas en una posición de alta iluminancia y posteriormente pasar a otra de baja y viceversa.

Los efectos de la luz en el niño pretérmino no han sido bien establecidos, su contribución al desarrollo de ROP (22) y aumento de la frecuencia de ductus arterioso permeable no ha sido confirmado, si en lo que se refiere a la alteración de los estados del sueño con mayor cantidad de sueño REM (23, 24,25) y sus consiguientes efectos sobre fluctuaciones de la frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y metabolismo cerebral, por ello deben establecerse medidas que disminuyan la luz durante las horas nocturnas con niveles inferiores a 50 luxes, compatibles con el estado de sueño del niño o bien la colocación de cobertores de la incubadora que nos permitan disminuir la intensidad luminosa ambiental inclusive de día y en zonas muy iluminadas, obteniendo niveles nocturnos inferiores a 50 luxes (26) sin necesidad de apagar las luces ambientales.

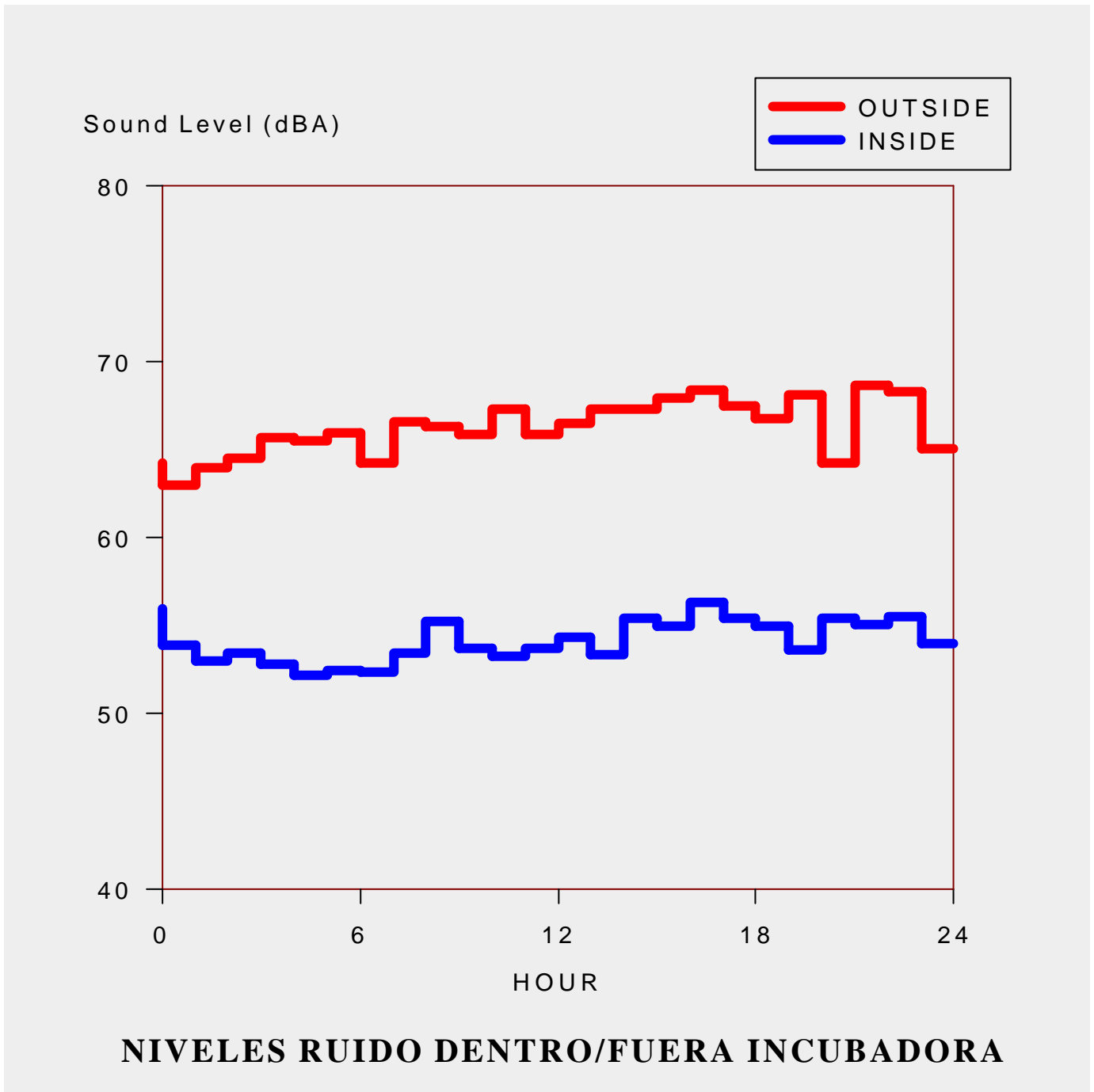
BIBLIOGRAFIA

2. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Information on levels of environmental noise requisite to protect public health and welfare with an adequate margin of safety. Washington.D.C: Government Printing Office. 1974 (Report no. 550-9-74-004).

3. GRUMET GW. Pandemonium in the modern hospital. *The New Engl Journal of Medicin* 1993; 328(6):433-437.
4. FALK S, WOOD SN. Hospital noise: levels and potencial health hazards. *The New Engl Journal of Medicine* 1973;11:774-781.
5. VIDYASAGAR D. Noise levels in the neonatal intensive care. *J. Pediatrics*1976 (Letter to the Editor);88(1):115
6. GUIMARAES H, OLIVEIRA AM, SPRATLEY J, MATEUS M., DÓREY C., COELHO JL., SOUTO A, TEXEIRA SANDOS N. Le bruit dans une unité de soins intensifs néonatales. *Arch Pediatr* 1996;3:1065-1068.
7. MAGNAVITA V, ARLANS E, BENININ F. Esposizione a rumore nelle terapie neonatali intensive: noise exposure in the neonatal intensive care unit. *Acta Otorhinol* 1994;14:489-501
8. AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS: Committe on environmental health. Noise: A hazard for the fetus and newborn. *Pediatrics* 1997;100:724-727.
9. The Chartered Institution of Building Services.CIBS. *Lighting Guide: Hospital and Health Care Buildings*.L62.London 1989.
10. ROBINSON J, MOSELEY MJ, FIELDER AR. Iluminance Neonatal Units. *Arch Dis Chil* 1990;65:679-682.
11. MACLEOD P, STERN L. Natural Variations in Environment a Newborn Nursery. *Pediatrics* 1972; 50:131-133.
12. *COMPRENSIVE NEONATAL NURSING: A Physiologic Perspective*. Ed Kenner C, Brueggemeyer A , Gunderson LP. Saunders Company 1997:1100-1104 .
13. HENKIM IR, KNIGGEK M. Effect of sound on hypothalamic-pituitary-adrenal axis. *Am Jour of Physiol* 1963;204:701-704.
14. LONG J, LUCEY JF, PHILIP AGS. Ruido e hipoxemia en la unidad de cuidados intensivos neonatales. *Pediatrics (ed. esp.)* 1980;9(1):75-77.
15. PHILBIN MK. Some implications of early auditory development for the environment of hospitalized preterm infants. *Neonatal Network* 1996;15:7-9
16. MINCLEY BB. A study of noise and its relationship to patient disconform in the recovery room. *Nurs Res* 1968;17:247-250

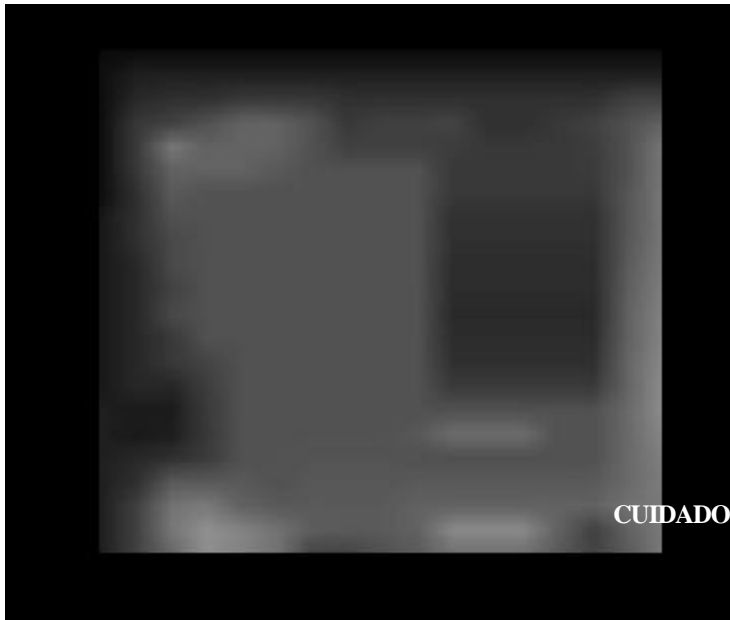
17. FRANKENHAUSER M, LUNDBERG U. Immediate and delayed effects of noise on performance and arousal. *Biol Psychol* 1974;2:127-133.
18. MICHAËLSSON M, RIESENFELD T, SAGÉN A. High noise levels in infant incubator can be reduced. *Acta Paediatr* 1992;81:843-844.
19. SAUNDERS AN. Incubator noise: a method to decrease decibels. *Pediatr Nurs* 1995;21:265-268.
20. REA MS (ed) *Lighting Handbook*. New York. Illuminating Engineering Society of America 1995.
21. *Lighting for Healthcare Facilities RP29*. New York. Illuminating Engineering Society of North America 1995.
22. LANDRY RJ, SCHEIDT PC, HAMMOND RW. Ambient Light and Phototherapy Conditions of Eighth Neonatal Care Units: a summary report. *Pediatrics* 1985;75(suppl):434-436.
23. PHELPS DL And WATTS TZ. Early Light Reduction to Prevent ROP. *Cochrane Collaboration* 1997.
24. MANN NP, HADDOW R, STOKES L et al. Effect of Night and Day on Preterm in an Newborn Nursery: Randomised trial. *Br M J* 1995;239:1265-1267.
25. GLASS P, AVERY GB. Light, Sleep and Development (reply) *Pediatrics* 1987;79:1053-1054
26. MILLER CL, WHITE R, WHITMAN TL, O'CALLAGHAN MF, MAXWELL SE. The Effects of Cycled vs Noncycled Lighting on Growth and Development in Preterm Infants. *Infant Behav Dev* 1995;18:87-95.
27. WHITE R. Recommended Standards for Newborn ICU Design. Report of the Fourth Consensus Conference on Newborn ICU Design.

Figura 1

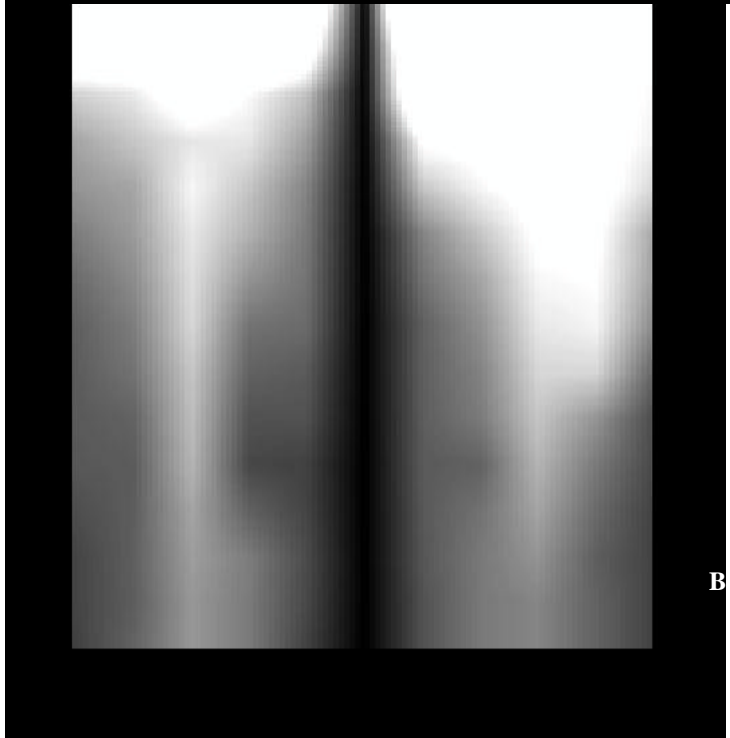




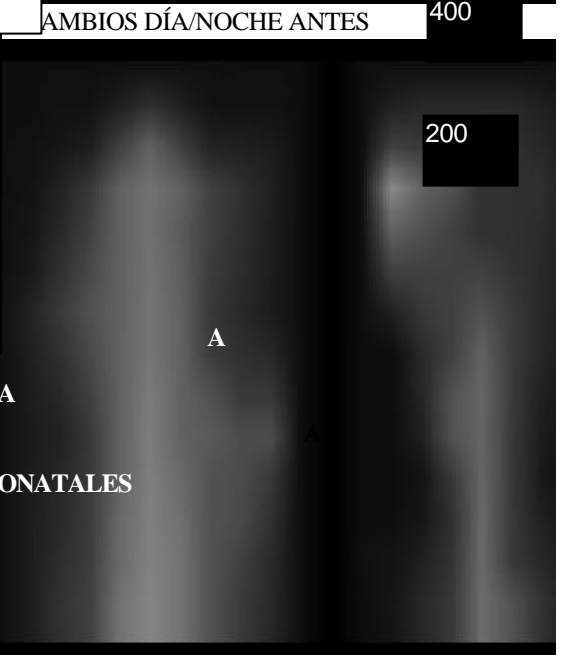
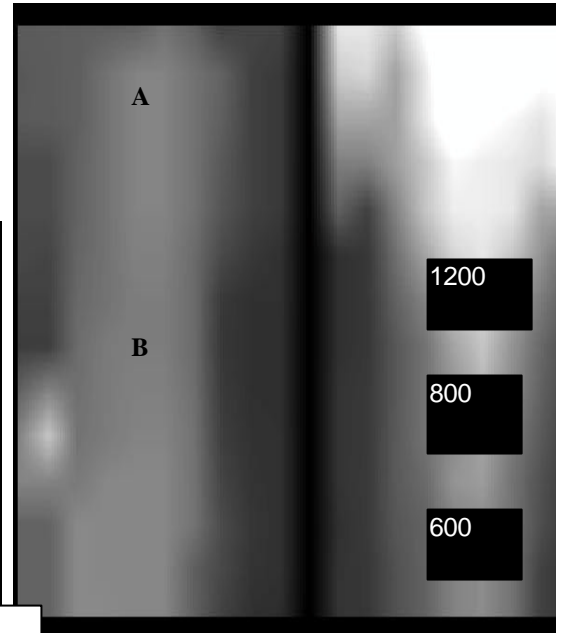
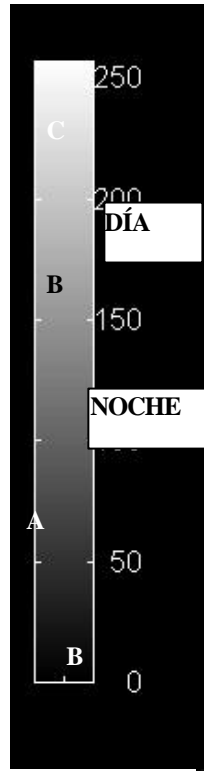
NIVELES MEDIOS DE RUIDO SEMANALES (LEQ) Dba



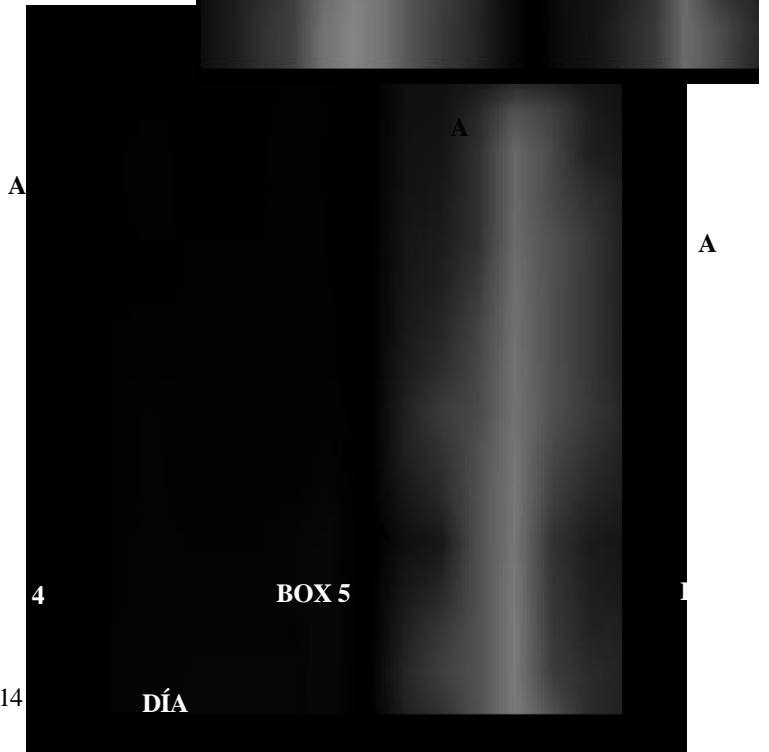
CUIDADOS



B



CONATALES



Y DESUÉS DE LAS OBRAS DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

	<u>CIN</u>	<u>BOX 1</u>	<u>BOX 3</u>	<u>BOX 5</u>
DÍA: PREOBRA	71.26	70.36	71.3	72.4
DÍA:POSTOBRA	71.42	68.56	71.3	69.74
NOCHE:PREOBRA	70.17	70.48	70.3	69.96
NOCHE:POSTOBRA	71.26	68.9	71.6	68.4

NIVELES DE RUIDO EN RELACION AL DÍA DE LA SEMANA (LEQ) Dba
 ANTES Y DESPUES DE LAS OBRAS DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

	<u>CIN</u>	<u>BOX 1</u>	<u>BOX3</u>	<u>BOX 5</u>
--	------------	--------------	-------------	--------------

<u>DÍA</u>	<u>PREOB</u>	<u>POSTOB</u>	<u>PREOB</u>	<u>POSTOB</u>	<u>PREOB</u>	<u>POSTOB</u>	<u>PREOB</u>	<u>POSTOB</u>
LUNES	72.2	72.2	70.9	67.6	71.2	72	72.2	71.5
MARTES	73.6	72.4	69.1	68.8	74.8	72.4	73.6	68
MIERCO	70.9	71.8	73.2	68.1	71.8	70.3	70.9	69.4
JUEVES	69.9	72.2	69.3	69	71.2	70.7	69.9	69
VIERNES	70.2	69.2	70.5	69.3	70.8	70.7	70.5	67.1
SABADO	70.8	73.4	71	69.9	69.6	71	70.8	69
DOMING	72.3	72.3	70.3	68	69.9	71.2	72.1	70

TABLA I

EFFECTOS COBERTOR SOBRE NIVELES DE RUIDO (dBA)

Hz	EXTERIOR	INCUBADORA SIN COBERTOR	INCUBADORA CON COBERTOR
125	70,1	67,1 (- 3)	65,9 (-1.2)
250	78,4	73,2 (5.2)	72,9 (-0.3)
500	89,3	74 (-15.3)	74,4 (+ 0,4)
1000	88,7	74,3 (-14.4)	75,5 (+0.2)
2000	90,8	77,5 (-13.3)	77,3 (-0.2)
4000	91,8	78,8 (-13)	77,5 (-1.3)
8000	89,2	76, 1 (-13.1)	72,8 (-3.3)

GENERADOR DE SEÑAL 4205 B&K
FUENTE SONORA HP 1001 B&K

TABLA II

NIVELES DE ILUMINACIÓN DÍA/NOCHE EN DIFERENTES ZONAS (luxes)

	<u>CIN</u>	<u>BOX 1</u>	<u>BOX 2</u>	<u>BOX 3</u>	<u>BOX 4</u>	<u>BOX 5</u>
NIVELES DURANTE EL DÍA						
MEDIA	480	325	263	364	382	264
DS	232	184	80	185	173	82
MAXIMA	1060	720	420	720	720	370
MINIMA	220	149	170	200	200	149
NIVELES DURANTE LA NOCHE						
MEDIA	236	148	139	126	17	139
DS	86	97	62	98	5	47
MAXIMA	420	404	247	150	30	199
MINIMA	90	52	67	45	10	51

TABLA III

AISLAMIENTO LUMINICO DEL COBERTOR (luxes)

<u>ZONA</u>	<u>SIN COBERTOR</u>	<u>CON COBERTOR</u>
CIN (Ventana-Día)	670	228
CIN (Intermedio-Día)	220	95
BOX 3 (Luz artificial-Día)	395	131
CIN (Noche)	146	45
BOX 1 (Noche-mitad luces)	104	34
BOX 3 (Noche, luces encendidas)	350	131
BOX 4 (Noche-luces apagadas)	56	23

TABLA IV