

**EFFECTOS ADVERSOS EN LA SALUD HUMANA DE
LOS CONTAMINANTES EMITIDOS POR LA PLANTA
DE COGENERACIÓN CON BIOMASA DE LA
GARRIGA**

**EFFECTOS ADVERSOS EN LA SALUD HUMANA DE LOS CONTAMINANTES
EMITIDOS POR LA PLANTA DE COGENERACIÓN CON BIOMASA DE LA
GARRIGA**

Informe realizado por el **Dr. Josep Ferrís i Tortajada**.

- Coordinador de la Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica (Pediatric Environmental Health Speciality Unido) (www.pehsu.org) del Hospital Materno-Infantil Universitario La Fe.
- Facultativo Especialista de la Sección de Oncología Pediátrica del Hospital Infantil Universitario La Fe. Valencia.

- Colaboradores:

Dra. Julia García y Castillo

Valencia, noviembre 2008

Josep Ferrís i Tortajada (breve Curriculum Vitae)

- Licenciado en Medicina y Cirugía por la Universidad de Valencia, 1966-1972.
- Especialista en Pediatría y Puericultura, vía MIR 1973 hasta 1.976. Hospital Infantil Universitario La Fe de Valencia.
- Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad de Valencia, 1985.
- Facultativo Especialista de la Sección de Oncología Pediátrica del Hospital Infantil Universitario La Fe.
- Director de varias tesis doctorales
- Profesor de tercer ciclo en diversas Universidades Españolas (Autónoma de Madrid, Valencia, Alicante)
- Coordinador y miembro fundador del Grupo de Trabajo de Salud Medioambiental Pediátrica de la Sociedad Valenciana de Pediatría.
- Coordinador y miembro fundador de la Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica (Pediatric Environmental Health Speciality Unido-PEHSU--) (www.pehsu.org). Hospital Infantil Universitario La Fe de Valencia.
- Miembro del Comité Nacional de Salud Medioambiental de la Asociación Española de Pediatría.
- Investigador principal del Proyecto de Investigación "Medio ambiente y cáncer pediátrico" de la Asociación Española contra el Cáncer (<http://www.aecc.es/fundacion/proyectos.html>).
- Miembro de la Coalición Internacional "Healthy Environments for Children Alliance" de la Organización Mundial de la Salud.
- Coautor de más de 200 artículos en revistas nacionales, internacionales, y de varios capítulos y libros de divulgación científica biosanitaria.

1. ABREVIATURAS

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONU: Organización de las Naciones Unidas

UNICEF: The United Nations Children s Fund

EPA: U.S. Environmental Protection Agency

IPCC: Intergubernamental Pannel Climatic Change

UE: Unión Europea

MA: Medio Ambiente, medioambiental

Et al: colaboradores

2. ASPECTOS PRELIMINARES

El persistente e imparable desarrollo tecnológico e industrial, a raíz de la segunda mitad del siglo pasado, además de los beneficios económicos, sanitarios y sociales, ha ocasionado una progresiva contaminación ambiental de los ecosistemas terrestres, acuáticos y aéreos, por un gran número de contaminantes físicos, químicos, biológicos y sociales, para exposiciones agudas y crónicas. Las exposiciones a altas dosis de contaminantes, agudas o accidentales, a menudo espectaculares, producen evidentes desastres ambientales y lesionan directamente la salud humana, con importantes enfermedades, e incluso, muertes prematuras. Las exposiciones crónicas, a pesar de liberar los contaminantes a bajas dosis, y por tanto dentro de los llamados límites legales, suelen ser persistentes o acumulativas, produciendo modificaciones más sutiles en el ambiente físico, y también en la salud humana. (1,2,3)

En las últimas décadas, hay una creciente conciencia y percepción social sobre los efectos que en la salud provocan los contaminantes artificiales que liberan, de forma ininterrumpida y progresiva, las actividades industriales humanas. Especialmente, por su probable implicación en las enfermedades crónicas, que de múltiples y desconocidas causas, están presentando un incremento poblacional, paralelo a la industrialización. Hablamos de las enfermedades neurológicas (conductuales, cognitivas, sensoriales y motoras), neoplásicas, malformativas, endocrinológicas, cardiovasculares, respiratorias, alérgicas, etc. La Organización Mundial de la Salud (OMS), haciéndose portavoz de estas demandas populares, está impulsando, definiendo y fomentando la Salud Medioambiental, como una emergente, necesaria y nueva especialidad sanitaria. Constituye uno de los principales retos sanitarios del siglo XXI. Hay que formar a

los profesionales sanitarios para que den respuestas a los interrogantes y dudas que la sociedad pregunta y pide. Siguiendo las recomendaciones de la OMS, los profesionales sanitarios que actuamos en la Salud Medioambiental, para ser interlocutores válidos, debemos abordar la problemática ambiental, con criterio y rigor científico, pero, al mismo tiempo, con la sensibilidad y percepción necesarias para dar respuestas válidas, rehuyendo de alarmismos y sensacionalismos infundados y los mensajes tranquilizadores interesados. Hay que casar ciencia con conciencia. (4,5,6,7,8,9,10,11).

También, como después trataremos con más detalle, la población pediátrica integra uno de los grupos poblacionales más vulnerables a los efectos de los contaminantes artificiales producidos por las actividades humanas. Los pediatras, además de diagnosticar y tratar las enfermedades infanto-juveniles, debemos tutelar, cuidar, vigilar y defender su salud ante cualquier tipo de exposición ambiental. La Salud Medioambiental Pediátrica constituye una nueva y emergente subespecialidad dentro de la Pediatría. En los inicios de esta década, unos pediatras, sensibilizados por el tema, constituimos el primer Grupo de Trabajo de Salud Medioambiental en la Sociedad Valenciana de Pediatría, ya continuación crearemos la primera Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica [Pediatric Environmental Health Speciality Unido (PEHSU) (www.pehsu.org)] de la Unión Europea, en el Hospital Infantil Universitario La Fe de Valencia. Recientemente, como extensión de esta unidad, se ha constituido la segunda PEHSU de la UE en el Hospital Infantil Universitario Virgen de la Arrixaca de Murcia. (4,5,6,8,9,10,11).

Ante la intención de instalar una planta de cogeneración con biomasa en el término municipal de La Garriga, hacemos este informe divulgativo, educativo e instructivo, sobre los efectos que las emisiones atmosféricas de la combustión de la biomasa producen en la salud humana. Está hecho con el máximo rigor científico, defendiendo el derecho de los niños a nacer, crecer, jugar y aprender, en ambientes urbanos libres de contaminantes que a corto, medio y largo plazo hipotecarán su calidad de vida. Estas páginas quieren ser el portavoz de aquellos que no tienen ni voz ni voto. Si nosotros no lo hacemos, ¿quién lo hará? Si ahora no, cuando se hará? Es nuestro reto, nuestro deber y nuestro compromiso. La respuesta y las soluciones están en manos de la administración y de la sociedad civil.

"Los tres pilares básicos del Desarrollo Sostenible son: la Sociedad, la Economía y el Medio Ambiente. Sin embargo, el corazón del desarrollo sostenible son las generaciones futuras: **nuestros niños** "

"La protección de la Salud Infantil es un objetivo fundamental de la salud pública y de la seguridad ambiental"

HEALTHY ENVIRONMENTS FOR CHILDREN ALLIANCE (HECA)

WORLD HEALTH ORGANIZATION (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD)

CARTA DE LOS DERECHOS NIÑOS:

A la vida y el desarrollo.

A disfrutar del más alto nivel de salud.

A tener seguridad social.

Al descanso y el esparcimiento, al juego y las actividades recreativas apropiadas a su edad.

A participar en la vida cultural, artística y deportiva.

A crecer y desarrollarse física y psicológica en un ambiente saludable libre de riesgos, abuso, violencia o exposición a tóxicos ambientales.

A desarrollar y adquirir valores morales positivos para que sea un ciudadano responsable en su comunidad.

A vivir en alegría, tener amigos, adquirir un verdadero sentido de la eficacia y creer que puede triunfar en la vida y poder motivar de la misma manera a las generaciones futuras.

UNITED NATIONS. CONVENTION ON THE RIGHTS OF THE CHILD. 1989.

"Es necesaria una aproximación holística y global de la Salud medioambiental, basada sobre el eje central del principio de precaución y de la prevención de los riesgos ambientales en los grupos poblacionales más vulnerables: **niños** y ancianos"

EUROPEAN UNION (2001). SIXTH ENVIRONMENT ACTION PROGRAMME OF THE EUROPEAN COMMUNITY

3. MATERIAL Y MÉTODO

Tras el estudio de la memoria de la Planta de Cogeneración con Biomasa que se pretende instalar en el término municipal de La Garriga, se ha realizado este informe basándose en la revisión sistemática de los principales artículos y publicaciones científicas publicados en los últimos 30 años, sobre los efectos adversos, especialmente en la salud infantil, de los contaminantes atmosféricos producidos por la combustión de la biomasa ambiental. Se han seleccionado los trabajos más interesantes e importantes.

El informe realizado con metodología y rigor científico, tiene una intención educativa y divulgativa. Incluye números entre paréntesis que remiten a los artículos científicos básicos (apartado de la bibliografía), donde los lectores más interesados podrán completar y ampliar los resúmenes aportados. Se pretende utilizar un lenguaje popular y básico, rehuendo al máximo los tecnicismos y "cientifismos", para ampliar al máximo el abanico popular de los lectores.

4.OBJETIVOS

- Defender el derecho de los niños a disfrutar del más alto nivel de salud.
- Informar y concienciar a la población en general de La Garriga y los residentes del barrio de Ca n'Illa (por su proximidad a la Planta de Cogeneración con Biomasa), de la especial vulnerabilidad infantil a los contaminantes emitidos por su actividad industrial .
- Por último, constituir un documento con los argumentos científicos y sociales necesarios para debatir en las esferas sociales, políticas, judiciales y empresariales, la posibilidad de alternativas tecnológicamente factibles, económicamente viables, y legalmente posibles, porque la población infantil del pueblo de La Garriga no esté sometida a un mayor riesgo en su salud.

5. ASPECTOS GENERALES

5.1. SALUD MEDIOAMBIENTAL PEDIÁTRICA

5.1.1. Concepto de Salud y de Enfermedad (1,2,3,4)

Todas las enfermedades son el resultado final de una combinación variable de dos componentes, uno endógeno (constitucional, interno, genético ya veces hereditario), y el otro exógeno (externo, medioambiental). El componente endógeno determina la mayor o menor resistencia o vulnerabilidad ante una agresión o actuación del componente exógeno o EA. Cada componente está constituido por una multitud de factores, muchos de ellos desconocidos actualmente. Por tanto, cada enfermedad es el resultado de un proceso de enfermar, variable en el tiempo (días, semanas, meses, años y, incluso, décadas), que también es conocido como período de incubación o latencia. Es decir, en todo efecto (enfermedad) que aparece en un momento determinado, los profesionales sanitarios debemos indagar en ella qué causas, principalmente exógenas o medioambientales, han intervenido durante el periodo de incubación. La mayoría de las enfermedades son multifactoriales, es decir, que han intervenido muchísimos factores. Los factores medioambientales se clasifican en cuatro grupos: físicos, químicos, biológicos y sociales.

Exceptuando las pocas enfermedades hereditarias, que se transmiten de padres a hijos, la gran mayoría son secundarias a los factores externos o medioambientales. Sin embargo, los factores constitucionales siempre modularán el resultado de los factores medioambientales; por eso se dice que no hay enfermedades sino enfermos. Además, la interacción variable entre todos los factores determina la imposibilidad de cuantificar predictivamente, de una manera exacta o matemática, los problemas de la salud humana. Pero, de una forma aproximada, se pueden prever los resultados finales ante una serie de exposiciones medioambientales.

5.1.2. Derecho a la Salud, a la Información y la Participación Ciudadana

La salud, entendida no sólo como la ausencia de enfermedad, sino como el completo bienestar físico, psíquico y social, es un derecho fundamental para el que, a pesar de estar recogido y reseñado en la mayoría de las constituciones nacionales e internacionales, hay que luchar activamente por mantenerlo y disfrutarlo conscientemente. Desgraciadamente, nos damos cuenta de la importancia de la salud cuando la perdemos. Para defenderla ante las exposiciones a factores medioambientales que desencadenan las enfermedades, hay que tener una información clara, comprensible, transparente y honesta.

Este tipo de información hará pensar, meditar, reflexionar y actuar a los ciudadanos para que, de acuerdo con su propia conciencia, sean los auténticos protagonistas y partícipes de su presente y futuro, pudiendo intervenir, decidir y actuar en las cuestiones fundamentales que afectan los derechos más básicos, como es el de la salud. La información transparente y honesta fomenta la participación ciudadana y el derecho a la salud. La participación activa, les permitirá elegir la opción que mejor se adapte a las escalas de valores individuales, familiares y colectivos y defenderse de los mensajes manipulados.

5.1.3. Contaminación ambiental (1,4,7,8,9,39)

En medicina, se entiende por **contaminante** cualquier factor que altera el equilibrio de un sistema natural y puede causar o contribuir a: a) incrementar las enfermedades; b) aumentar la mortalidad prematura; y c) presentar un riesgo actual o potencial para la salud humana.

Según el origen, los contaminantes pueden ser naturales o biogénicos, y artificiales o antropogénicos. Los naturales son intermitentes, de intensidad variable y autodepuran por la capacidad bioregenerativa de la naturaleza. Contrariamente, los artificiales, que son producidos por las actividades humanas, suelen ser continuos, de intensidad progresiva, biopersistentes y están llegando al límite de saturación de la capacidad biodepuradora de la naturaleza.

Desde la revolución industrial del siglo XIX, y especialmente a partir de la segunda mitad del XX, existe una enorme demanda energética originada por la globalización tecnológica-industrial. Esto genera un incremento progresivo de los contaminantes ambientales que están contrarrestando los beneficios iniciales del desarrollo económico en la salud humana (combatir la extrema pobreza y desnutrición, control de enfermedades infectocontagiosas, mejora de condiciones higiénicas, etc.), y favoreciendo la aparición de las llamadas enfermedades emergentes secundarias a la contaminación medioambiental (patologías neurológicas, asma y otras enfermedades respiratorias, cardiovasculares, cancerígenas, etc.).

En la última década, ante la evidencia científica, cada vez más contrastada, convincente y demostrable, de los efectos negativos en la salud humana de los contaminantes artificiales, se está produciendo un creciente interés y preocupación social por el incremento de las enfermedades asociadas a la contaminación ambiental. Tanto la ONU, como la OMS, UNICEF, el Banco Mundial, la UE, y otros organismos internacionales, han plasmado un marco constitucional y legal en el que tenga cabida el progreso económico, respetando los ecosistemas naturales, y todas las formas de vida vegetal y animal, incluida la especie humana.

El **Desarrollo Sostenible** es el que da satisfacción o respuesta a las necesidades básicas y fundamentales de la generación actual, sin hipotecar o poner en peligro las de las generaciones futuras.

En la Cumbre de Río de Janeiro, en 1992, todos los jefes de estado de los países de la ONU firmaron el compromiso de que el desarrollo económico siempre debe estar supeditado al respeto medioambiental y, principalmente, a la salud humana. Posteriormente, fue ratificado en la Cumbre de Johannesburgo en Agosto de 2002.

La OMS definió en 1993 el concepto de **Salud Medioambiental** como: "a) los aspectos de la salud humana, incluyendo la calidad de vida, determinados por la combinación / interacción de los agentes medioambientales físicos, químicos, biológicos y psicosociales; y b) los aspectos teóricos y prácticos para conocer, analizar, evaluar, controlar, corregir y prevenir los factores medioambientales que potencialmente lesionan la salud de las generaciones presentes y futuras".

Todo contaminante que altere el equilibrio de la biodiversidad de los ecosistemas naturales, directa o indirectamente, tendrá efectos adversos en la salud humana. Para evaluar los riesgos de los contaminantes existen parámetros científicos basados en estudios clínicos humanos, datos y estudios epidemiológicos, estudios ecológicos y datos analíticos y anatomopatológicos en animales de experimentación. La evaluación del riesgo se basa en el peso de la evidencia, que consiste en estudiar y analizar toda la información de relieve científico.

5.2. VULNERABILIDAD PEDIÁTRICA A LOS CONTAMINANTES MEDIOAMBIENTALES

5.2.1. Períodos críticos del desarrollo (4,9,10,11,12,13,14,15,16,32)

El desarrollo humano, tanto anatómico como funcional, se inicia desde la concepción hasta el final de la 2ª década / inicio de la 3ª década. Abarca varios períodos caracterizados por procesos de desarrollo diferentes y con variables susceptibilidades a los efectos de los contaminantes ambientales.

El período prenatal se divide en tres fases evolutivas: la embriogénesis o período preimplantacional, la organogénesis y la histogénesis. El primero se extiende desde la fertilización del óvulo por el espermatozoide hasta su asentamiento en la pared uterina (0-2 semanas de vida). El segundo está caracterizado por la formación de las principales estructuras orgánicas (2-8 semanas). El tercero, por el crecimiento de los órganos ya formados (7 / 8-40 semanas).

El período postnatal continúa con un crecimiento más pausado y se inicia la maduración anatómica y funcional de los sistemas orgánicos corporales, especialmente de los sistemas nervioso central, hematopoyético, inmunovigilancia, hormonal, músculo-esquelético, respiratorio, digestivo y reproductor. La finalización de la maduración de este último sistema marca el final de la época pediátrica y el inicio de la adulta.

La vulnerabilidad de cada período está determinada por la fase evolutiva, la naturaleza del contaminante ambiental, y la intensidad y tiempo de actuación del agresor. Generalmente, la vulnerabilidad es mayor durante el período prenatal que durante el postnatal.

Durante la embriogénesis, periodo de todo o nada, el embrión es muy sensible a los efectos letales de los tóxicos ambientales y menos sensible a la inducción de malformaciones / tumores. En cambio, la organogénesis, es muy sensible a la inducción de malformaciones, y durante la histogénesis la inducción de tumores. Durante el periodo comprendido entre la 8^a-15^a semanas, las neuronas, ya originadas durante el período de la organogénesis, proliferan, se diferencian y emigran en el Sistema Nervioso Central y son especialmente vulnerables a los contaminantes ambientales. El conocimiento actual de la neurología permite afirmar que la formación de neuronas en humanos finaliza mayoritariamente en los primeros meses de vida postnatal, pero, excepcionalmente, puede persistir en algunas áreas del Sistema Nervioso Central durante largos períodos de la vida. El número de conexiones o sinapsis entre las neuronas alcanza el máximo a los 2 años de vida y posteriormente disminuye. Otro fenómeno importante del Sistema Nervioso Central que ocurre postnatalmente, es la mielinización o formación de mielina para garantizar y facilitar la transmisión de la información dentro del Sistema Nervioso Central y Sistema Nervioso Periférico, que se produce rápidamente desde los 0-24 meses de vida postnatal y termina a finales de la 2^a década de vida. **La susceptibilidad de todos estos procesos a los agentes ambientales, que potencialmente pueden alterarlos, no ha sido bien estudiada y es desconocida.** Sin embargo, los efectos de agentes que no agreden a los tejidos adultos, en cambio, pueden interferir y alterar las procesos formativos y madurativos de los niños.

La exposición a agentes tóxicos potencialmente mutagénicos y carcinogénicos, durante los períodos pre y postnatal, incrementa el riesgo de cáncer en épocas posteriores de la vida. Se estima que el riesgo es 10 veces superior a lo normal entre los 0-2 años, y 3 veces entre los 3 y los 20 años.

5.2.2. Vulnerabilidad Infantil (4,7,8,12,13,16,17,32,66,68)

La población infantil constituye uno de los subgrupos humanos más vulnerables a los efectos de los contaminantes medioambientales. De toda la carga global de enfermedades relacionadas mayoritariamente con causas ambientales, el 40% recae en niños menores de 4 años de edad, cuando sólo representan el 8-9% del total poblacional.

A pesar del reconocimiento secular de la especial vulnerabilidad infantil a las amenazas y riesgos ambientales, ya pesar de estar expresamente reseñados en las principales constituciones nacionales e internacionales los derechos de los niños, la triste realidad es que habitan en un mundo diseñado por los adultos y hecho a conveniencia los adultos. Actualmente, nuestros niños viven en unas sociedades muy

diferentes a aquellas en las que todas las personas adultas (padres, maestros, médicos, abogados, arquitectos, urbanistas, políticos, etc.) desean para ellos. En estos inicios del siglo XXI, la mayor parte de la población infantil tiene su salud y, desgraciadamente su vida, amenazada por agresores ambientales físicos, químicos, biológicos y sociales, en los hábitats donde nacen, juegan, aprenden, crecen y donde, tristemente, son explotados, heridos, mutilados y muertos, en puestos de trabajo, campos de concentración, campamentos de refugiados y zonas bélicas. La denominada por la UNICEF "crisis infantil" consiste en que cada día mueren más de 40.000 niños por malnutrición / hambre y enfermedades infectocontagiosas, y cada año más de 150 millones sobreviven con enfermedades que hipotecan irreversiblemente su desarrollo físico, conductual y mental.

Las principales causas de la mayor vulnerabilidad infantil en las exposiciones ambientales son las siguientes:

Inmadurez anatómica y funcional

Todos los sistemas orgánicos atraviesan varias fases de hiperplasia celular (aumento del número de células) y de hipertrofia (aumento del tamaño celular), que se inicia en la época fetal, persiste durante la infantojuvenil y finaliza en el inicio de la época adulta.

Los contaminantes ambientales también afectan a las funciones fisiológicas, especialmente las neurocognitivas, neuroconductuales, endocrinológicas e inmunológicas. Además, por la inmadurez de los mecanismos de neutralización-detoxificación-eliminación de los contaminantes tóxicos, los niños están expuestos a un mayor efecto adverso, que se puede manifestar a corto, medio y largo plazo. La menor consistencia y resistencia de la capa córnea de la piel favorece la absorción transdérmica de los contaminantes ambientales.

Mayor consumo energético-metabólico

Por el rápido crecimiento y desarrollo celular y tisular, los niños necesitan un mayor aporte de oxígeno y de nutrientes que el imprescindible para mantener sus necesidades basales. Por ello, deben comer más alimentos, beber más líquidos y respirar más aire por Kg de peso que los adultos. Asimismo, absorben más los contaminantes del aire, el agua y los alimentos, cuyos efectos, al estar disminuida su capacidad de neutralización / eliminación, serán más intensos y persistentes.

Diferente comportamiento social

Los niños, por su conducta natural, presentan mayor espontaneidad, curiosidad y confianza hacia su entorno, que provocan una mayor indefensión frente a los riesgos ambientales y los signos de alarma que alertan a los adultos.

La tendencia a explorar, tocar, respirar e ingerir sustancias u objetos desconocidos (tierra, pintura, plásticos, etc.), los convierte en sujetos especialmente expuestos a los tóxicos ambientales.

En los dos primeros años, por las características del sistema locomotor, suelen pasar mucho tiempo reptando, gateando y arrastrándose por el suelo doméstico. Varios compuestos orgánicos volátiles, al ser más densos y pesados que el aire, están concentrados en capas horizontales por debajo de los 50 cm de altura. Esto hace que los niños respiren aire más contaminado, mientras los adultos respiran el aire más limpio de las capas más altas.

Mayores expectativas de vida

Diversos contaminantes ambientales necesitan largos periodos de latencia, años y décadas, para manifestar sus efectos tóxicos adversos. Así sucede con la mayoría de los compuestos carcinógenos respecto al desarrollo de los cánceres. Los niños, al tener más expectativas de vida media que los adultos, tienen potencialmente más riesgo de desarrollar cánceres en la época adulta para las exposiciones durante la época pediátrica.

Nula participación en decisiones medioambientales

Los niños, por su condición jurídico-legal, no tienen derecho a opinar y / o participar en decisiones importantes que van a condicionar sus exposiciones ambientales en su vida adulta. Un claro y actual ejemplo ocurre con la instalación de la Planta de Cogeneración con Biomasa de La Garriga, donde serán los más vulnerables a sus efectos adversos y no participarán en la toma de decisiones respecto a su ubicación.

5.3 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR LA COMBUSTION DE BIOMASA (18,19,20,21,22,23,24,25,26,29,30,31,32,33,34,35,36,37,39,40,41,42,43,47,48,49,59,64,68)

La historia de la contaminación del aire por la combustión de biomasa es tan antigua como la existencia del Homo sapiens. El descubrimiento del fuego y su utilización como fuente energética para calentarse, iluminar, cocinar y secar, fue probablemente la primera exposición ambiental cavernaria a los contaminantes emitidos en su combustión. En el mundo, actualmente, las dos principales causas de contaminación de los espacios domésticos son la combustión de tabaco en los países occidentales y la combustión de biomasa en los países subdesarrollados. Los numerosos contaminantes generados por los humos de la combustión del tabaco y de la biomasa, originan importantes y graves enfermedades y muertes prematuras, y evitables, en las personas expuestas. La combustión consiste en la combinación rápida de un material o elemento combustible con el oxígeno, produciendo energía térmica y lumínica. Este proceso también genera la emisión de óxidos, partículas y numerosas sustancias químicas. La combustión de la materia orgánica e inorgánica está considerada como una de las principales fuentes de polución atmosférica. Los principales grupos de materiales combustibles son: a) los fósiles (carbón, petróleo-derivados y gas natural); b) residuos vegetales / forestales (biomasa) (**Tablas I y II**); y c)

residuos urbanos e industriales. El proceso de reducir o destruir los residuos urbanos o industriales para la combustión, se denomina incineración. Aunque oficialmente ni académicamente esté admitido, cuando se aplica a la biomasa podríamos llamarlo como bioincineración.

Los efectos adversos en la salud humana de los contaminantes emitidos por la combustión doméstica (cocinar y calentar) de la biomasa, desgraciadamente se han conocido por los efectos adversos que originan en las personas expuestas, principalmente entre la población infantil y las mujeres. Según datos de la OMS, cada año, entre 1.5 y 2 millones de personas mueren, prematuramente, en los países subdesarrollados por los contaminantes de la combustión doméstica de la biomasa. Alrededor de 1 millón son menores de 5 años de edad, principalmente por las infecciones respiratorias asociadas. También las emisiones atmosféricas generadas por los incendios agrícolas y forestales, han permitido ampliar los conocimientos sobre el grado de toxicidad de los contaminantes producidos por la combustión de la biomasa y de las repercusiones negativas en la salud humana.

Recientemente, en los países occidentales se está fomentando el uso de la combustión industrial de la biomasa, con gas u otro comburente, con una triple finalidad: 1) obtener energía calorífica y posterior transformación en eléctrica; 2) reducir y deshacerse de los grandes volúmenes de residuos industriales de la madera y derivados (fábricas de muebles, aserraderos, etc.), así como los obtenidos de las actividades agrícolas, limpiezas urbanas y forestales (ramas, paja, podas y matorrales); y 3) reducir las emisiones de CO₂ de acuerdo con las recomendaciones del protocolo de Kyoto.

La biomasa constituye la materia orgánica originada por un proceso biológico y utilizada desde tiempo inmemorial, como fuente de energía calorífica y lumínica. El mundo vegetal transforma la energía radiante solar en energía química mediante la fotosíntesis, y parte de la energía química resto almacenada en forma de materia orgánica. La energía química de la biomasa se puede recuperar quemándola directamente o transformándola en combustible. La biomasa constituye la principal fuente de energía en los países del tercer mundo.

Además de contribuir a la contaminación ambiental doméstica, la combustión de la biomasa también contribuye a la contaminación atmosférica extradoméstica .. En los países occidentales, estudios recientes han medido la contribución de la combustión de la biomasa, principalmente madera, de fuentes domésticas e industriales a la polución atmosférica. Su contribución es importante, ya que en ocasiones son comparables a las emisiones de los combustibles fósiles de los vehículos de locomoción, industriales y de las centrales térmicas.

Las plantas de cogeneración con biomasa tienen un funcionamiento similar al de las centrales térmicas de ciclo combinado, donde el gas, el petróleo o el carbón, son quemados para transformar el calor en energía eléctrica. Las plantas de cogeneración con biomasa, al no utilizar como fuente principal

de combustión los combustibles fósiles, reducen las emisiones atmosféricas de CO₂ en comparación con las centrales térmicas de ciclo combinado. El CO₂ es el principal gas de efecto invernadero, que contribuye al llamado cambio climático global inducido por el hombre. El carbono atmosférico, por la fotosíntesis, es retenido dentro de la materia biológica vegetal. Con la combustión de la biomasa, se libera y vuelve a la atmósfera, lográndose teóricamente una razonable estabilidad del ciclo del carbono. Cuando se queman los combustibles fósiles (carbón, petróleo-derivados y gas), también se libera carbono a la atmósfera, pero como es lo que tenían secuestrado y fuera de circulación, desde miles y millones de años, sí que incrementan las concentraciones de CO₂ ambiental. Por este motivo, la biomasa forma parte del llamado ciclo neutro, a corto plazo, del carbono, mientras que los combustibles fósiles no. La biomasa, como continuación veremos, por su composición y por el proceso de la combustión, además del CO₂, también emite otros gases, partículas y sustancias químicas, con propiedades tóxicas, mutagénicas y cancerígenas, que contribuyen a la contaminación atmosférica y ocasionan a corto, medio y largo plazo, efectos adversos en la salud humana.

5.3.1. Composición de la biomasa (18,22,24,25,36,37,44,45,46,48,64)

La biomasa vegetal está compuesta de polímeros de celulosa, hemicelulosa, lignina, resinas, colas, hidratos de carbono, sales inorgánicas, así como residuos de metales y otros contaminantes orgánicos e inorgánicos atmosféricos absorbidos durante su crecimiento y formación (azufre, calcio, manganeso, zinc, cloro ...). También, la biomasa procedente de las fábricas de la madera, contiene colas, barnices, insecticidas, pesticidas, conservantes y otras sustancias químicas añadidas durante las actividades industriales. Durante la combustión de la biomasa, que es muy ineficiente, se rompen los polímeros y se generan multitud de gases, partículas y sustancias químicas dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre, compuestos orgánicos volátiles, metano, aldehídos, benceno, tolueno, naftaleno, hidrocarburos policíclicos aromáticos, etc. (**Tablas I y II**) Además de contaminar la atmósfera y empobrecer la calidad ambiental del aire, numerosos compuestos químicos producen efectos adversos en la salud humana, por sus acciones tóxicas, mutagénicas, e incluso, cancerígenas. Las plantas de cogeneración con biomasa, cuando utilizan grandes volúmenes, de forma ininterrumpida la mayoría de los días del año, contribuyen a empeorar la calidad del aire ya incrementar los riesgos potenciales y reales sobre la salud humana. La contaminación atmosférica es un problema capital de salud medio ambiental que afecta, no sólo a los países industrializados, sino también a los desarrollados. Cuando inhalamos aire, los contaminantes afectan inicialmente las vías respiratorias y los pulmones, pero se absorben, ya través de la sangre, pueden ser transportados a todo del organismo. Además, los contaminantes atmosféricos se depositan en la tierra, las plantas y las aguas, volviendo a penetrar en el organismo humano a través de los alimentos y las aguas contaminadas.

Las tecnologías modernas, incluidos los filtros de mangas, reducen las emisiones, pero no las eliminan. Diversos contaminantes, entre ellos las partículas, no tienen ningún nivel mínimo de seguridad, bajo el que no tengan efectos adversos en la salud humana.

Las partículas finas son directamente emitidas por la combustión de la biomasa o indirectamente formadas en la atmósfera a través de complejas reacciones de oxidación a partir de los otros gases como el SO₂ y los NO_x. El 82% de las partículas de combustión de la biomasa son menores de 1 micra, y el 69% menores de 0,3 micras.

La proximidad de las fuentes emisoras, es otro factor a considerar, ya que a mayor proximidad, mayor contaminación, mayor exposición, y subsiguiente incremento del riesgo de padecer las enfermedades asociadas. También, hay que considerar la proximidad de los grupos poblacionales más vulnerables, especialmente la población pediátrica, en los lugares y ámbitos donde pasan mucho tiempo, como las guarderías, colegios e institutos.

Finalmente, antes de tomar la decisión de su ubicación, siempre lo más alejada posible de los lugares residenciales, hay que analizar y tener en cuenta las condiciones geográficas, geológicas y climatológicas locales y comarcales para minimizar su incidencia en la salud humana.

5.3.2. Límites o Niveles de Contaminantes Legales y Grupos Poblacionales más Vulnerables (27,28,38,50,51,52,53,54,65,66)

Exceptuando las exposiciones agudas a altas concentraciones que sólo se producen entre personas laboralmente afectadas, la gran mayoría de enfermedades y muertes prematuras en la población general se producen ante exposiciones a bajas concentraciones de forma crónica y mantenida. En esos casos, como la relación causa (contaminante aislado o en combinación con otros) → efecto (aparición de la dolencia, trastorno, enfermedad o muerte) está separada por muchos años, e incluso por décadas de latencia o incubación, condiciona que la mayoría de la gente no vincule la causa con el efecto. Además, en estos casos, las evidencias y resultados científicos son muy difíciles de establecer, ya que también hay que añadir la existencia de muchos factores que crean confusión (antecedentes familiares, enfermedades previas, tabaquismo activo y pasivo, alcohol, dieta, etc.), y que ningún contaminante es exclusivo de un tipo concreto de actividad industrial, como ocurre en las Plantas de Cogeneración de Biomasa.

En las sociedades consumistas y capitalistas de los países occidentales, los grupos económicos / industriales, que a menudo traspasan las fronteras nacionales, se convierten en los supremos y verdaderos poderes fácticos y reales. Presionan y manipulan los poderes políticos estatales, nacionales, autonómicos y locales, que ante la lentitud de los estudios epidemiológicos para establecer la relación

causa-efecto de los contaminantes, legislan unos **niveles de contaminantes legales** permitidos que, demasiado a menudo, están desfasados o basados en los efectos adversos observados en grupos poblacionales muy selectos y poco representativos, como son los trabajadores con plenitud física o en otros voluntarios adultos sanos escogidos entre la población general. Por tanto, los límites legales, en los que supuestamente no hay riesgos para la salud de las personas, no incluyen los llamados por la OMS **grupos poblaciones más vulnerables**: periodo fetal, infantil y juvenil, los viejos (mayores de 60 años), convalecientes de intervenciones quirúrgicas o de enfermedades debilitantes, las mujeres embarazadas y todos los enfermos crónicos de cualquier edad, especialmente con enfermedades respiratorias, cardiovasculares, neurológicas y síndrome de sensibilidad múltiple a sustancias químicas. Estos grupos, que globalmente pueden representar entre el 30-40% de toda la población, están pagando un precio en su salud más caro que los de las personas adultas sanas, ante unas concentraciones de contaminantes considerados como legales.

6. ASPECTOS ESPECÍFICOS

6.1. EFECTOS ADVERSOS EN LA SALUD HUMANA PARA LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

(1, 2, 5, 6, 7, 9, 23, 27, 34, 39, 45, 48, 49, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 67)

Desde el punto de vista sanitario constituirán los principales y casi únicos contaminantes ambientales, que por su enorme cantidad y gran radio de acción afectarán un extenso territorio. Los más importantes serán los **contaminantes químicos**, que están constituidos por los gases y partículas sólidas que recibirán especial atención en el presente estudio.

6.1.1. CO₂

Las emisiones de dióxido de carbono contribuyen a aumentar lo que se llama efecto invernadero con un incremento de la temperatura que ocasiona el calentamiento global o cambio climático. Produce efectos locales, regionales y globales, tanto en el micro como en el macroclima con repercusiones sobre la salud humana.

Los impactos sobre la salud humana son por vía directa (exposición al estrés térmico e incidentes patológicos de las temperaturas extremas) e indirectos (incremento en algunos contaminantes del aire, pólenes y esporas de hongos; malnutrición; incremento del potencial de enfermedades transmitidas por insectos y por el agua; afectación de infraestructuras de salud pública, etc.). La Planta de Cogeneración

de Biomasa que se pretende instalar en La Garriga emitirá anualmente 56520000 Kg de CO₂ a la atmósfera.

a) Estrés térmico

Ocasionará un calentamiento de las zonas templadas con un incremento de los días muy calurosos. las ondas de calor causan un exceso de mortalidad secundario a la excesiva demanda del sistema cardiovascular requerida para la refrigeración fisiológica. El calor también agrava algunas enfermedades preexistentes en poblaciones vulnerables (ancianos, jóvenes y enfermos crónicos). La mortalidad frente a los días de calor intenso asocia predominantemente a alteraciones cardiovasculares, broncopulmonares y cerebrovasculares.

También ocasiona una importante morbilidad que origina agotamiento físico, calambres musculares por calor, síncope caluroso o lipotimias y alteraciones cutáneas eritematosas. Tanto la mortalidad como la morbilidad generada por el calor extremo se incrementan por condiciones concomitantes de viento flojo, humedad alta y radiación solar intensa.

b) Calidad global del aire

El empeoramiento de la calidad del aire exacerbará las enfermedades respiratorias agudas, crónicas y alérgicas. La acción conjunta con otros contaminantes atmosféricos incrementa las consecuencias malas sobre la salud pública. Afecta a personas sanas y especialmente a personas con bronquitis crónica, asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Incluso a niveles de exposición relativamente bajos los individuos sanos pueden experimentar dolor torácico, tos y dificultad respiratoria.

Los investigadores también reconocen que la combinación de tiempo caluroso y polución atmosférica incrementa los efectos nocivos sobre la salud. Las altas temperaturas pueden acelerar la producción y el incremento de las concentraciones de oxidantes fotoquímicos en áreas urbanas y rurales, los cuales irritan y dañan las mucosas nasales, orofaríngeas, laríngeas, traqueales y broncopulmonares.

El calentamiento global puede afectar la estacionalidad de algunas alergias respiratorias por alteración en el crecimiento y floración de las plantas originan los alérgenos del aire. También afectan negativamente a otras enfermedades alérgicas como fiebre del heno y en las manifestaciones digestivas y dermatológicas.

Varios estudios han demostrado que el nivel y grosor de la capa de ozono a ras del suelo está afectado por el tiempo y por el clima. Hay una relación no lineal entre la temperatura y las concentraciones de ozono a ras de suelo: en temperaturas por debajo de 22-26°C no hay relación entre las concentraciones de ozono y temperatura; por arriba de 32°C existe una intensa relación positiva.

c) Incidentes en temperaturas extremas

Estos incidentes también llamados "desastres climatológicos naturales" ocasionan un fuerte impacto sobre la salud humana con importantes pérdidas de vidas y graves repercusiones socioeconómicas. Las inundaciones son el tipo más frecuente de desastre climatológico.

Según datos del IPCC, el calentamiento global aumentará los incidentes de las temperaturas extremas. Las precipitaciones más intensas, asociadas al calentamiento del agua del mar y el contraste con bajas temperaturas en niveles atmosféricos altos, causan pérdidas humanas (ahogamiento) y dañan la salud por incremento de heridas traumáticas, enfermedades infecciosas, estrés y efectos adversos asociados con problemas sociales, ambientales y emigración forzosa. La inundación puede ayudar a ampliar la destrucción de suministros de alimentos y el inicio de enfermedades infecciosas secundarias, a la rotura de infraestructuras sanitarias y el derrame y liberación de sustancias químicas peligrosas de los lugares de depósito contaminando las aguas y alimentos animales y vegetales.

d) Enfermedades transmitidas por insectos

Las condiciones del efecto invernadero pueden ayudar a escaparse hacia países templados (España) las enfermedades infecciosas típicas de países más cálidos. La transmisión de muchas enfermedades infecciosas está afectada por el factor climático. Los agentes infecciosos y los insectos que las transmiten son sensibles a factores ambientales como la temperatura, aguas de superficie, humedad de la tierra y del aire, vientos y cambios en la distribución de los bosques. La enfermedad más importante en nuestro medio es la leishmaniosis, y otras como la malaria, encefalitis víricas y enfermedad de Lyme, nos pueden afectar.

e) Enfermedades transmitidas por el agua

- Agua dulce:

Muchas enfermedades gastrointestinales o diarreicas son causadas por microorganismos que contaminan las aguas dulces, como bacterias (*Salmonella*, *Tiphares* y *Paratiphi*, *Shigella* y *Campylobacter*), virus (rotavirus y enterovirus), y protozoos (*Giardia lamblia*, *Toxoplasma* y *Criptosporidium*). Los cambios climáticos afectan a la distribución y calidad de las aguas superficiales y subterráneas, incrementando estas enfermedades tanto en la fase de inundación como de sequía, impidiendo las medidas mínimas de higiene personal y colectiva, así como dañando los sistemas de conducción de aguas potables o de aguas residuales.

En casos de precipitaciones fuertes, como se ha sugerido previamente, se favorece la contaminación de las aguas dulces por filtrado rápido de los vertederos de residuos peligrosos y por la contaminación de actividades agrícolas y pozos sépticos.

- Agua salada o marina

El calentamiento excesivo del agua marina favorece el crecimiento de organismos tóxicos, como algas, que afectan inicialmente los peces y finalmente las personas, produciendo intoxicaciones con diarreas, parálisis y amnesias.

El zooplancton, que se alimenta de algas puede servir de reservorio para el *Vibrio Cholerae* y otros patógenos entéricos, especialmente bacilos gram negativos. Las formas quiescentes o dormidas de *Vibrio Cholerae*, pueden permanecer en las algas y pasar a ser infecciosas cuando los nutrientes, el pH y la temperatura del agua lo permiten.

6.1.2. NO_x

El NO_x es el término genérico que engloba los óxidos de nitrógeno, gases altamente reactivos que contienen Nitrógeno y Oxígeno en proporciones variables. La mayoría de los gases son incoloros e inodoros, pero unos de los más importantes, el NO₂, puede adquirir tenuemente un color rojo-marrón. Se originan por la combustión de los combustibles fósiles y también de la biomasa. La Planta de Cogeneración de Biomasa que se pretende instalar en La Garriga emitirá anualmente 89.000 Kg de NO_x a la atmósfera.

El NO_x y sus contaminantes pueden ser transportados a largas distancias por la acción del viento y ocasionar problemas locales, comarcales y regionales.

Los diversos mecanismos secundarios a la contaminación atmosférica de los NO_x y los efectos negativos para la salud se comentarán a continuación.

a) Smog (niebla tóxica)

Se forma cuando los NO_x y componentes volátiles orgánicos reaccionan en presencia del calor y de la luz solar y generan la formación de ozono a ras del suelo.

Ocasiona los siguientes problemas respiratorios:

- Irritación del sistema respiratorio: produce tos, irritación nasal y de garganta y molestias internas en el tórax. Después de una - dos horas de exposición, las molestias se vuelven dolorosas. Aparecen mucosidad y jadeos.
- Reducción de la función pulmonar: La función pulmonar se refiere al volumen de aire que se inhala con una inspiración profunda ya la velocidad con que se inhala, por tanto, hace más difícil la respiración profunda y rigurosa. La reducción de la función pulmonar puede ser un problema importante para los trabajadores al aire libre, los atletas y las restantes personas que vivan alrededor.
- Agravamiento de alergias respiratorias y asma: produce una mayor sensibilidad de las personas alérgicas a los alérgenos ambientales (ácaros del polvo, hongos, polen, etc.). Los enfermos requiere además medicamentos y mayor atención médica y hospitalaria.

- Lesiona las células mucosas que cubren el interior de los pulmones de forma similar a los efectos de sol sobre la piel. Es debido a los efectos del ozono y de las partículas menores de 2,5 micras. favorece las bronquitis y bronconeumonías bacterianas y víricas.
- Empeoramiento de las enfermedades respiratorias crónicas como el enfisema pulmonar y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Además, se sugiere que el ozono reduce la capacidad del sistema inmunológico del aparato respiratorio.

Todos estos efectos son a corto y medio plazo, pero hay personas de mayor riesgo:

- Los niños: los niños activos son el grupo de mayor riesgo por su actividad cotidiana y de vacaciones en al aire libre y por la inmadurez anatómica y funcional del sistema respiratorio. Normalmente, los niños son los que sufren más asma y otras enfermedades respiratorias. El asma es la enfermedad crónica más frecuente los niños.
- Adultos que viven al aire libre. Los adultos saludables de todas las edades que hagan ejercicio o trabajan vigorosamente al aire libre son otro grupo de riesgo por su nivel más alto de exposición a los contaminantes del smog.
- Personas con enfermedades crónicas respiratorias y cardiovasculares.
- Personas saludables con mayor sensibilidad al ozono ya otros irritantes o contaminantes del aire.

Otros impactos del smog son daños de la vegetación y reducción en cosechas de los campos.

b) Lluvia ácida

Los NO_x, por la humedad ambiental y las radiaciones ultravioletas solares, reaccionan con radicales hidroxilos para formar ácido nítrico que conjuntamente con los ácidos sulfuroso y sulfúrico que se forman desde el SO₂ modifican el pH del agua, y forman las llamadas precipitaciones ácidas . Las personas respiramos aire, bebemos agua y comemos alimentos que están contaminados e impregnados de precipitación ácida. Los problemas más importantes son los respiratorios: asma, bronquitis, tos, irritación de garganta y nasal. También producen conjuntivitis y cefaleas. Indirectamente, la lluvia ácida disuelve metales tóxicos que están en la tierra, pasando a los vegetales, árboles, agua y animales, y a través de la cadena alimentaria a los humanos. Las personas más vulnerables son los niños y los ancianos, produciendo alteraciones gastrointestinales, renales, hepáticas y neurológicas (deterioro sensorial y cognitivo, pérdida de memoria, enfermedad de Alzheimer), que pueden desencadenar muertes prematuras.

Afecta desfavorablemente la fertilidad de los terrenos, la vegetación y los ecosistemas acuáticos.

c) Tóxicos químicos

En el aire el NO_x reacciona rápidamente con químicos orgánicos, y forman una amplia variedad de productos químicos tóxicos, algunos de los cuales pueden causar mutaciones biológicas: radicales nitratos, nitroarenas y nitrosaminas.

d) Calentamiento global

Uno de los miembros de la familia de los NO_x, el óxido nitroso, es un gas de efecto invernadero. Se acumula en la atmósfera con otros gases y causa un paulatino aumento de la temperatura de la tierra. Incrementa los peligros para la salud humana enumerados en el apartado del CO₂. e) Disminución de la visibilidad Las partículas de nitrato y dióxido de nitrógeno pueden bloquear la transmisión de luz, que reduce la visibilidad y contribuye potencialmente a un mayor riesgo de accidentes.

e) Disminución de la visibilidad

Las partículas de nitrato y dióxido de nitrógeno pueden bloquear la transmisión de luz, que reduce la visibilidad y contribuye potencialmente a un mayor riesgo de accidentes.

6.1.3. SO₂

Gas transparente, que por la acción de varios componentes atmosféricos (radiación ultravioleta solar, oxígeno, ozono, humedad ambiental, radicales peroxídicos e hidróxidos) se transforma en SO₃ y finalmente en ácido sulfúrico (SO₄H₂). Este ácido, conjuntamente con el ácido nítrico, es el responsable de la generación de las llamadas precipitaciones ácidas o lluvia ácida, que ocasionan un fuerte impactomedio ambiental. La Planta de Cogeneración de Biomasa que se pretende instalar en La Garriga emitirá anualmente 72.000 Kg de SO₂ a la atmósfera.

- *Efectos sobre la salud:* actúan sinérgicamente con las partículas finas, y en ocasiones, hasta el 20% de las partículas están compuestas de gotitas microscópicas de ácido sulfúrico y otros sulfatos, formando los llamados aerosoles ácidos.

Ocasionan irritaciones oculares y de vías respiratorias: rinitis, sinutisis, faringitis, laringitis, bronquitis agudas y crónicas y bronquiolitis. También reducen la capacidad y función pulmonar, actuando como factor predisponente para desarrollar asma y otras alergias respiratorias. Desencadenan crisis asmáticas, enfisemas e insuficiencias respiratorias. Algunos de estos casos son mortales.

Los efectos de la lluvia ácida ya fueron tratados con los óxidos de nitrógeno (NO_x).

Las poblaciones más susceptibles a los efectos del SO₂ son, como en otros contaminantes, los niños, los ancianos y las personas con enfermedades respiratorias de cualquier edad.

6.1.4. Partículas

¿Qué son las Partículas?

Constituyen una mezcla de componentes sólidos y líquidos que están en suspensión en el aire atmosférico. Esta mezcla puede variar en tamaño, composición y concentración, dependiendo de la fuente emisora, localización geográfica, estación anual, día y hora del día (23, 32, 33). Las partículas finas son directamente emitidas por la combustión de la biomasa o indirectamente formadas en la atmósfera a través de complejas reacciones de oxidación a partir de los otros gases como el SO₂ y los NO_x.

Tamaño

El tamaño de las partículas ambientales oscila entre 0,005 y 100 micras de diámetro aerodinámico. Este diámetro determina cuáles son respirables, normalmente las inferiores a 15 micras, y en qué partes del aparato respiratorio se depositan. Las superiores a 10 micras, casi exclusivamente, se depositan en la nariz y la garganta; pero cuando más pequeñas son, mayor posibilidad de penetrar más profundamente en las vías aéreas y producir efectos adversos más graves en la salud humana.

Según la dimensión del diámetro aerodinámico, las partículas se clasifican en:

- Gordas: entre 2,5 a 10 micras.
- Finas: menores de 2,5 micras, pero para algunos autores menores de 1 micra.
- Ultrafina: menores de 0,1 micra.

Las finas y ultrafinas están formadas por las emisiones de los procesos de combustión de los combustibles fósiles y la biomasa. Desde que en 1994 se consideró la posibilidad de que las partículas ultrafinas podían causar efectos adversos en la salud humana, los trabajos de investigación han aportado suficientes datos para considerarlas especialmente tóxicas y directamente relacionadas con la carga de enfermedades y muertes prematuras.

Las partículas ultrafinas, a pesar de sólo representar entre el 1-8% de la masa total particulada, están presentes en gran número y en un determinado volumen tienen mayor área de superficie total que las partículas grandes. Por lo tanto, pueden absorber gran cantidad de componentes orgánicos e inorgánicos tóxicos, mutagénicos y cancerígenos (metales, hidrocarburos policíclicos aromáticos, formadehidos, dioxinas, furanos, etc.), y transportarlos a las partes más profundas del pulmón. Incluso, las partículas finas y ultrafinas pueden atravesar directamente las estructuras anatómicas pulmonares y penetrar en el torrente sanguíneo y otros órganos extrapulmonares.

Composición

Es variable, dependiendo de muchos factores, como la fuente emisora, el clima, la topografía, etc. Los principales componentes de las partículas son metales, compuestos orgánicos, material biológico, iones (átomos cargados positiva o negativamente), gases reactivos y el corazón de la partícula, que habitualmente está compuesto de carbono elemental.

Generalmente, la composición de las partículas gruesas difiere de la de las pequeñas. La fracción gruesa consiste principalmente en minerales insolubles, materiales biológicos (polen, bacterias ...), sales marinas, etc. Por el contrario, las fracciones finas y ultrafinas están compuestas principalmente de partículas de núcleo de carbono que contiene una variedad de metales (níquel, hierro, cobre, etc.), partículas secundarias (sulfatos de amonio y nitratos de amonio) e hidrocarburos policíclicos aromáticos (agentes mutagénicos y cancerígenos).

Partículas emitidas por la Planta de Cogeneración de Biomasa de La Garriga

Cada vez hay más evidencia científica que la mayor parte de enfermedades y muertes atribuidas a los efectos de las partículas, es consecuencia de la exposición a bajas dosis mantenidas durante mucho tiempo y a las partículas de pequeño tamaño: las finas (menos de 2,5 micras), y especialmente las ultrafinas (menores de 0,1 micras), ya que estas últimas pueden, no sólo llegar a las partes más profundas de los pulmones, sino que pueden también introducirse directamente en el torrente sanguíneo.

Gran número de trabajos científicos han asociado las partículas, especialmente las finas (aisladas o en combinación con otros contaminantes) con una serie de problemas significativos sobre la salud humana como: muertes prematuras, mayor número de visitas e ingresos hospitalarios, agravamiento de crisis asmáticas, tos persistente, dificultad respiratoria y dolor al respirar, bronquitis crónica, disminución de la función pulmonar y absentismo laboral y escolar.

La Planta de Cogeneración de Biomasa que se pretende instalar en La Garriga emitirá anualmente 12.000 Kg de partículas. Las partículas finas son directamente emitidas por la combustión de la biomasa o indirectamente formadas en la atmósfera a través de complejas reacciones de oxidación a partir de los otros gases como el SO₂ y los NO_x. El 82% de las partículas de combustión de la biomasa son menores de 1 micra, y el 69% menores de 0,3 micras.

¿Cómo afectan las partículas en el organismo humano?

El organismo humano, especialmente en el aparato respiratorio, presenta barreras defensivas para impedir el acceso de las partículas al interior del cuerpo. El organismo responde con el mismo sistema defensivo que utiliza contra otros materiales extraños y externos agresores, como son las bacterias y los virus. El cuerpo humano está diseñado para funcionar con aire puro sin ningún tipo de contaminante

atmosférico generado por las actividades industriales. Pero, como la naturaleza es muy sabia y desde siempre ha habido contaminantes naturales, ha proporcionado al organismo un sistema para defenderse ante las agresiones de los contaminantes externos medioambientales.

La primera barrera está formada por los siguientes elementos:

- Los pelos de la mucosa nasal actúan como filtros para evitar la penetración de partículas voluminosas. En las vías respiratorias inferiores, las células tienen cilios (pequeños pelos) que tienen la misión de "barrer" hacia el exterior las partículas menos voluminosas.
- El contacto de las partículas con la mucosa respiratoria desencadena: a) la producción de tos o estornudos que intentan expulsar con el aire a presión las partículas; y b) la producción de mucosidad para englobar las partículas y evitar que sean absorbidas y que son expulsadas al exterior por la acción de limpieza de los cilios y por la expectoración de la tos.
- La disposición muy compacta de las células superficiales de la mucosa respiratoria hace más difícil que las partículas las puedan atravesar.

La segunda barrera se pone en marcha cuando las partículas superan los elementos de la primera. Se inicia con la respuesta inflamatoria local de las vías respiratorias, pero a continuación, desencadena respuestas generales que explican las repercusiones negativas en otras partes distantes del organismo, así como la mortalidad prematura.

Brevemente, les diremos que en el lugar donde se depositan las partículas acuden rápidamente las células encargadas de buscar y capturar los elementos extraños, como son los macrófagos y neutrófilos inicialmente, y posteriormente los linfocitos. La activación de estas células produce la liberación de sustancias (citoquinas, quimioquinas, inmunoglobulinas, radicales libres de oxígeno, etc.), que, iniciando la denominada respuesta inflamatoria, intentan neutralizar y destruir las partículas extrañas. La respuesta inflamatoria local puede lesionar la integridad del sistema defensivo y la persona se vuelve más susceptible a las infecciones respiratorias (rinitis, sinusitis, faringitis, laringitis, traqueítis, bronquitis y neumonía), si se expone a los virus y bacterias ambientales. Una segunda posible consecuencia adversa es la disminución de la función respiratoria en personas con estructuras previamente alteradas, como ocurre en los bronquíticos crónicos y asmáticos.

Por la acción solitaria o combinada de las partículas, especialmente las ultrafinas, o de los componentes que transportan o de las citoquinas liberadas a través del torrente circulatorio, pueden originar respuestas generales y locales en regiones distantes del sistema respiratorio. Así, aumentan los neutrófilos sanguíneos, el fibrinógeno, la viscosidad plasmática, el número de plaquetas, la proteína c-reactiva, etc., incrementando la tendencia a formar coágulos y trombosis en personas predispuestas. También incrementan la producción de sustancias como la endotelina que promueve la vasoconstricción vascular, provocando isquemia miocárdica, y arritmias e hipertensión arterial. Las partículas ultrafinas

también afectan al control nervioso de la función cardiaca. Todas estas alteraciones explican la mortalidad prematura en personas vulnerables por las acciones respiratorias, vasculares y cardiacas.

Los principales mecanismos de acción implicados en los efectos cancerígenos (cáncer broncopulmonar) de las partículas son los siguientes: a) alteraciones directas en el material genético (cromosomas) de las células broncopulmonares, por las sustancias mutagénicas y cancerígenas (arsénico, cadmio, cromo, cobalto, plomo, níquel, benceno, formaldehído, pirenos, dioxinas y furanos) que transportan las partículas; y b) alteraciones indirectas en los cromosomas para la producción de los radicales libres de oxígeno producidos por la respuesta inflamatoria local crónica.

De acuerdo con el Informe Salud Mundial 2000 de la OMS, sobre una cifra de 56 millones de muertes en todo el mundo en 1999, 3 millones se produjeron por el resultado de la exposición a las partículas, sobrepasando otras enfermedades, como la SIDA (2,7 millones de muertes anualmente) y las enfermedades diarreicas (2,2 millones de muertes anuales). Las principales causas de mortalidad, entre las que la contaminación ambiental tiene un papel fundamental, son: enfermedades cardiovasculares isquémicas, infecciones respiratorias broncopulmonares, enfermedades perinatales y cáncer broncopulmonar.

Según datos publicados en 2003, de la European Environment Agency, en Europa, en el año 2001, la mortalidad producida por la exposición a largo plazo de las partículas finas dentro de los "niveles legales", ocasionó en las poblaciones urbanas la nada despreciable cantidad de 240.000 muertes por año. Globalmente, acortaron una media de un año por persona las expectativas de vida

(http://reports.eea.eu.int/environmental_assessment_report_2003_10/en),

(http://reports.eea.eu.int/environmental_assessment_report_2003_10/en/kyiv_eea_low.pdf).

En un informe, también publicado en 2003, la Organización Mundial de la Salud afirma que, basándose en estudios epidemiológicos realizados en grandes poblaciones, no se puede identificar ningún nivel de concentración seguro para las partículas ambientales, por debajo del cual no se produzca ningún efecto adverso sobre la salud humana (<http://www.who.dk/document/e79097.pdf>), es decir, que no hay límites seguros para muchas disposiciones legales nacionales o internacionales.

Cada vez hay más evidencia científica que la mayor parte de enfermedades (mayor número de visitas e ingresos hospitalarios, agravamiento de crisis asmáticas, tos persistente, dificultad respiratoria y dolor al respirar, bronquitis crónica, disminución de la función pulmonar y absentismo laboral y escolar) y muertes atribuidas a los efectos de las partículas, es consecuencia de la exposición a bajas dosis mantenidas durante mucho tiempo ya las partículas de pequeño tamaño: las finas (menos de 2,5 micras), y especialmente las ultrafinas (menores de 0,1 micras), ya que estas últimas pueden, no sólo llegar a las partes más profundas de los pulmones, sino que pueden también introducirse directamente en el torrente sanguíneo

Finalmente, queremos repetir cuál es la opinión de la OMS después de estudiar qué nivel de partículas podría considerarse seguro para la población: **"los resultados de los estudios más recientes, indican que no existe un nivel de partículas seguro para la población , es decir, por debajo del cual no ocasiona ningún efecto adverso en la salud humana "**

6.1.5. CO

Es un gas no irritante, transparente, inodoro e insípido. Se produce por la combustión incompleta de la materia orgánica. Se difunde rápidamente por el aire, ya que tiene la misma densidad. La memoria de la Planta de Cogeneración de Biomasa que se pretende instalar en La Garriga no especifica los Kg anuales que emitirá de CO.

- **Efectos sobre la salud:** al no ser irritante no produce síntomas en las vías respiratorias, pero rápidamente pasa a la sangre donde se combina con la hemoglobina (proteína de los glóbulos rojos vital para transportar oxígeno) formando carboxihemoglobina. El CO tiene una afinidad 250 veces mayor que el O₂ para combinarse con la hemoglobina; y como la carboxihemoglobina es incapaz de transportar el oxígeno, por tanto, se produce una asfixia celular a nivel de todos los tejidos. Ocasiona una disminución progresiva de todas las funciones del organismo humano siendo más acusadas en pacientes con enfermedades cardiovasculares y respiratorias. En casos extremos produce coma y la muerte.

6.1.6. Sustancias químicas peligrosas

Como veremos a continuación, a pesar de poder estar presentes en pequeñas cantidades, son unos tóxicos muy peligrosos para la salud humana, llegando algunos de ellos a ser considerados como agentes cancerígenos humanos. Los efectos que describiremos están mayoritariamente documentados en exposiciones profesionales, donde lógicamente las concentraciones son más elevadas.

1) Benceno

- **Efectos agudos:** produce irritación ocular, cutánea y de vías respiratorias, vómitos, mareo, somnolencia, convulsiones, coma y muerte.

- **Efectos crónicos:** destaca la toxicidad sobre la médula ósea (tejido donde se forman las células de la sangre) que origina anemia, hemorragias, disminución de los glóbulos blancos de la sangre y mayor propensión y gravedad de las infecciones. Ocasiona alteraciones en el número y en la estructura de los cromosomas (material genético de las células).

- **Efectos reproductivos:** produce trastornos menstruales y disminución del tamaño de los ovarios en las mujeres expuestas profesionalmente.

- **Riesgo de cáncer:** se ha demostrado que produce un mayor riesgo de leucemias (cáncer de las células blancas de la sangre). El benceno está considerado como un seguro agente cancerígeno humano.

2) Formaldehído

- *Efectos agudos*: por inhalación ocasiona irritación ocular, nasal, faríngea, laríngea, traqueal y broncopulmonar (tos, dificultad respiratoria, bronquitis y ataques de asma). La ingestión produce diversos grados de lesiones, según las dosis, desde inflamaciones de la mucosa oral y digestiva hasta ulceraciones y perforaciones del esófago y el estómago.
- *Efectos crónicos*: produce alteraciones dermatológicas (irritación de la piel, dermatitis alérgicas), oculares (conjuntivitis) y de vías respiratorias (rinitis, faringitis y bronquitis crónica).
- *Efectos reproductivos*: en las mujeres ocupacionalmente expuestas han documentado alteraciones en la menstruación y problemas en la fertilidad.
- *Riesgo de cáncer*: datos limitados por la posible coexistencia de otros factores, evidencian un mayor riesgo de cáncer broncopulmonar, cavidad nasal y faringe. Está considerado como seguro cancerígeno humano.

3) Naftaleno

- *Efectos agudos*: la exposición humana por vía inhalatoria, digestiva o por contacto cutáneo ocasiona cefalalgia, náuseas, vómitos, diarrea, malestar general, confusión, anemia, ictericia, lesiones oculares (cataratas) y renales, convulsiones y coma.
- *Efectos crónicos*: ocasiona lesiones oculares como cataratas, hemorragias retinianas y pérdida de visión.
- *Efectos reproductivos*: por vía transplacentaria ocasiona anemia hemolítica en los niños.
- *Riesgo de cáncer*: resultados muy limitados sugieren un mayor riesgo de cáncer de garganta y de estómago, pero no está clasificado como agente cancerígeno humano.

4) Tolueno

- *Efectos agudos*: ocasiona alteraciones neurológicas (somnolencia, fatiga, dolor de cabeza, náuseas, coma y, incluso, la muerte), cardiológicas (arritmias, angina de pecho e infarto miocárdico), respiratorias (irritación vías aéreas, congestión y hemorragia pulmonar), y toxicidad hepática y renal.
- *Efectos crónicos*: produce depresión del sistema nervioso central (marcha insegura, temblor, atrofia cerebral, movimientos involuntarios oculares, dificultad del lenguaje, alteraciones visuales y auditivas), irritación de las vías respiratorias, conjuntivitis, dolor de cabeza, insomnio, dermatitis, lesiones hepáticas y renales.
- *Efectos reproductivos*: algunos estudios sugieren un mayor riesgo de abortos espontáneos y malformaciones fetales, con disfunciones neurológicas y retraso mental en los niños expuestos intrauterinamente.

- *Riesgo de cáncer*: no hay suficientes evidencias en los pocos estudios realizados. No está clasificado como agente cancerígeno humano.

5) pireno

- *Efectos agudos*: producen toxicidad cutánea, ocular, digestiva, respiratoria y neurológica.

- *Efectos crónicos*: ocasionan diversas alteraciones gastrointestinales y respiratorias.

- *Efectos reproductivos*: no hay suficientes datos para su evaluación.

- *Riesgo de cáncer*: están asociados a varios cánceres respiratorios y gastrointestinales, siendo reconocidos como un seguros agentes cancerígenos humanos.

6) Manganeso

- *Efectos agudos*: no hay información disponible sobre los efectos agudos en humanos.

- *Efectos crónicos*: ocasiona toxicidad neurológica (fatiga mental, letargo, dificultad para hablar, inexpressión facial, temblores y alteraciones mentales) y respiratoria (tos, bronquitis y neumonías).

- *Efectos reproductivos*: por inhalación produce impotencia y pérdida de la libido en los hombres expuestos ocupacionalmente.

- *Riesgo de cáncer*: no hay estudios respecto al potencial canceroso del manganeso.

6.1.7 Emisiones atmosféricas de los Comburentes (69, 70)

También debemos tener presentes los contaminantes atmosféricos que la combustión del gas natural, utilizado como comburente, emitirá, incrementando la contaminación atmosférica generada por la biomasa. Tanto el gas (combustible fósil), que según la memoria oficial se consumirá anualmente, a escala industrial, a razón de 1.483.000 kW / h., Como cualquier otro comburente, por ejemplo pellets (biomasa compactada), producirán CO₂, CO, NO_x, SO₂, partículas finas y ultrafinas, arsénico, cadmio, cromo, cobalto, plomo, manganeso, mercurio, níquel, fósforo, benceno, formaldehído, naftaleno, tolueno y pirenos.

6.2. CIENCIA Y CONCIENCIA: LEGISLACIÓN MEDIOAMBIENTAL Y SALUD PEDIÁTRICA

6.2.1. Un mundo y una legislación a la medida de los adultos (5,6,8,9,10,12,50,52,53,54)

Tradicionalmente, la evaluación del riesgo era considerada el puente entre la ciencia y la adopción de políticas concretas a seguir. Está formada por una metodología consolidada, donde se combina la fuerza de la asociación causal entre exposición-enfermedad con la información de la

frecuencia y la intensidad de la exposición, para determinar el riesgo individual en una población diana. Sin embargo, cuando:

- 1) los resultados en la salud son de difícil cuantificación.
- 2) las actuaciones afectan, no sólo a niveles directos de exposición, sino que hay que controlar actividades complejas que generan múltiples exposiciones, además del riesgo concreto.
- 3) la evaluación del riesgo es sólo un efecto adverso en la salud, mientras que los factores protectores o beneficiosos son muy amplios, parcialmente desconocidos y de difícil estudio.
- 4) cuando los periodos de latencia, entre el riesgo y los efectos adversos, son a largo plazo (años y décadas más tarde), los beneficios para la salud, generados por la reducción y / o eliminación del riesgo, están muy diluidos,

las decisiones basadas en la evaluación del riesgo son parciales y poco significativas. Por tanto, hay que ir más allá de la típica política habitual basada en la evaluación del riesgo, sobre todo si tenemos en cuenta en subgrupos poblacionales especialmente vulnerables que padecen una cuota desproporcionada en la carga de enfermedad asociada a una exposición ambiental concreta.

Con la intención de ir más allá de la típica evaluación del riesgo, cabe destacar la política comunitaria de la UE, en la que, el artículo 152 del Tratado de Amsterdam recomienda políticas, en todos los sectores, orientadas a conseguir el mayor nivel de protección de la salud humana y estar integradas en los niveles y esferas más superiores. **En el caso concreto de la Planta de Cogeneración con Biomasa de La Garriga, debería alejar, a la mayor distancia posible de los lugares residenciales humanos, su instalación.**

Esta forma de entender los problemas sanitarios, refleja la necesidad de considerar la enorme complejidad subyacente. Se trata de hacer el mejor uso posible de la evidencia científica disponible, mientras se integra y se reconoce el importante papel de los valores sociales y culturales, de las percepciones y preferencias de la gente. Permite que estas consideraciones tengan un peso evidente en la toma de decisiones, en vez de rechazarlas por considerarlas de importancia secundaria, o desestimarlas como no-científicas.

También, cabe destacar que con estas premisas, la Región Europea de la OMS está construyendo un proceso de consenso en las últimas dos décadas. Cada cinco años organiza una Conferencia Ministerial de Medio Ambiente y Sanidad, con la participación de los ministros y delegaciones de Sanidad y Medio Ambiente de los 52 países miembros. La última conferencia realizada en Budapest, en junio de 2004, fue llamada "El futuro de nuestros niños". Uno de los resultados más importantes fue la aprobación y constitución de un Plan de Acción para Europa de Salud medioambiental Pediátrica [Children Environment and Health Action Plan for Europe (CEHAPE)]. La Declaración Ministerial Final reconoce la necesidad de combinar las acciones preventivas con medidas precautorias en áreas

donde la evidencia actual es escasa y las inseguridades enormes, y donde las consecuencias de las exposiciones, hoy imprevisibles, pueden ser graves, e incluso, irreversibles .

6.2.2. Principio de Precaución o Cautela (50,53,54)

Por el desconocimiento actual de los efectos a medio y largo plazo de muchos contaminantes medioambientales, específicamente a bajas dosis, por razones éticas, deontológicas, y por las dificultades y limitaciones en la interpretación exacta de las enfermedades multifactoriales en los estudios epidemiológicos humanos, es deseable que los investigadores, y las instituciones científicas, empresariales, políticas y legislativas, tengan siempre presente dos principios fundamentales. El primero, es inherente a los investigadores biosanitarios, y el segundo, extensible a los empresarios, políticos, jueces y grupos profesionales con capacidades de decisión social. El primero, consiste en los cuatro pasos sucesivos para la evaluación de riesgo de un determinado contaminante o agresor medioambiental: a) identificación de la amenaza (entendida como la medida de la capacidad intrínseca y extrínseca de un agresor para ocasionar daño); b) evaluación de la dosis y respuesta (la dosis es la cantidad de agresión administrada a un ecosistema, organismo o persona); c) apreciación de la exposición, en función de la cantidad o duración de la acción del agente agresor; y d) caracterización del riesgo. El segundo principio fundamental, consiste en la aplicación del "**principio de precaución o cautela**": "siempre que haya alguna posibilidad razonable de que una actividad tecnológica / industrial pueda lesionar la salud pública, rápidamente se han de instaurar las acciones necesarias de protección individual / colectiva, mucho antes de establecer científicamente la relación causa / efecto. En todos los casos, cualquier contaminante medioambiental debe reducirse al nivel más bajo deseado en una situación concreta y particular ".

Este viejo principio de la sabiduría popular, fue rehabilitado por el gobierno alemán en la década de los 80, y posteriormente asumido por la OMS, la ONU y la UE. Consiste, básicamente, en minimizar, y si es posible, eliminar los riesgos medioambientales mediante la anticipación de los posibles peligros. Para cada caso concreto, hay que estudiar, analizar y utilizar las alternativas tecnológicamente factibles, económicamente viables y legalmente realizables. **Volvemos a insistir, en el caso de la Planta de Cogeneración con Biomasa de La Garriga, debería instalar, a la mayor distancia posible de los lugares residenciales humanos, superando al menos los cuatro kilómetros.**

Reformula una de las máximas de la Medicina Hipocrática *primun non nocere*, que continúa la filosofía kantiana y se integra dentro del concepto más amplio del Desarrollo Sostenible. Uno de los puntos finales de la Declaración de la Conferencia de la Tierra de Río de Janeiro dice: "Cuando existen amenazas de daños serios e irreversibles, la falta de certeza científica completa, no debe utilizarse como argumento para posponer medidas coste-efectivas para prevenir la degradación ambiental ".

La aplicación del Principio de Precaución es vital para proteger la salud humana, y especialmente la población infantil, implicando e integrando a todos los sectores sociales y profesionales pertinentes. No es una tarea fácil ni sencilla, pero su correcta aplicación genera satisfacciones impagables en superar retos y dificultades en beneficio de las actuales y futuras generaciones.

La identificación, adopción, promoción y desarrollo de políticas legislativas y ejecutivas, a nivel internacional, nacional, regional y local, aplicando el Principio de Precaución, beneficiarán directamente a la salud humana e infantil, pero también, al medio ambiente y el progreso económico.

Las autoridades políticas de la Generalidad de Cataluña y del Ayuntamiento de La Garriga, así como los estamentos jurídicos pertinentes, tienen ahora la oportunidad histórica de aplicar el Principio de Precaución ante la puesta en marcha de la Planta de Cogeneración con Biomasa de La Garriga. Con la necesaria participación ciudadana de los barrios afectados, así como la de la empresa promotora, tienen la obligación de encontrar alternativas necesarias para que en todas las residencias domésticas y adyacentes, no se incrementan las exposiciones a los contaminantes atmosféricos emitidos por su actividad industrial. La salud de los niños actuales, y la de las generaciones futuras, se lo agradecerá. Es un derecho de Justicia Medioambiental, de los que no tienen voz, ni voto ni abogado de oficio.

"Si nosotros no lo hacemos, ¿quién lo hará? ¿Si ahora no, cuando se hará? Es nuestro reto, nuestro deber y nuestra obligación.

La respuesta y las soluciones están en manos de los políticos locales, regionales y autonómicos. "

"La ciencia sin conciencia, es pseudo-progreso. Las decisiones políticas sin la participación activa de los sectores sociales implicados, es pseudo-democracia. "(Nuevo proverbio popular)

7. CONCLUSIONES

1ª La población pediátrica es especialmente vulnerable a los efectos adversos de los contaminantes medioambientales físicos, químicos, biológicos y sociales.

2ª Habitamos un mundo físicamente construido por los adultos y funcionalmente diseñado para los adultos. De la carga global de enfermedades atribuidas a factores ambientales, el 40% recae en menores de 5 años, que sólo constituyen, como mucho, el 10% de la población.

3ª Las Plantas de Cogeneración con Biomasa incrementan la polución atmosférica, con contaminantes tóxicos, mutagénicos y cancerígenos, destacando entre ellos las partículas finas.

4ª Las partículas atmosféricas están asociadas a una importante mortalidad. Las más peligrosas para la salud son las finas y las ultrafinas. Según la OMS, únicamente las partículas ocasionan una mortalidad anual de 3 millones de personas en todo el mundo y de 240.000 en Europa ..

5ª La OMS reconoce que no hay ningún nivel de seguridad para la salud humana de las concentraciones de partículas atmosféricas. Por tanto, no es correcto afirmar (el promotor) y asumir (de Medio Ambiente) que la Planta de Cogeneración con Biomasa no afectará la salud humana.

6ª Aunque la polución atmosférica es un problema global, lógicamente, a mayor proximidad de las fuentes emisoras, hay mayor concentración de contaminantes. Los pueblos más afectados serán La Garriga, Les Franqueses del Vallès y La Atmetlla del Vallés.

7ª Los grupos poblacionales más vulnerables a los contaminantes atmosféricos, y que por tanto se verán más afectados por la actividad de la Planta de Cogeneración con Biomasa de La Garriga, serán la población pediátrica, las mujeres embarazadas, las personas mayores, las convalecientes de intervenciones quirúrgicas y enfermedades debilitantes, y las que padecen enfermedades crónicas, especialmente respiratorias, cardiovasculares y síndrome de sensibilidad múltiple a sustancias químicas, independientemente de la edad.

8ª La Organización de Naciones Unidas, la Organización Mundial de la Salud y la Unión Europea, son las principales impulsoras de la incorporación de todos los procesos tecnológicos-industriales dentro del marco preventivo del Principio de Precaución o Cautela.

9ª En este marco, todas las decisiones políticas y legales deben basarse, no sólo en razones científicas puras, sino también, en igual o mayor peso, en razones éticas, emocionales y sociales.

10ª Hay que proteger y promocionar la salud medioambiental humana, prestando especial atención a los grupos de edad poblacionales más vulnerables, en particular los períodos fetal y infantojuvenil.

11ª Hay que aplicar el Principio de Precaución ante las exposiciones a riesgos ambientales donde la evidencia científica está muy limitada, los desconocimientos son muy amplios y los efectos a medio-largo plazo graves e irreversibles.

12ª Existen alternativas tecnológicamente factibles, económicamente viables y legalmente posibles, para que la población infantil de La Garriga y pueblos adyacentes no sufra una situación de injusticia medioambiental.

13ª. Todos los procesos tecnológicos / industriales que utilizan la combustión, incluyendo la biomasa, constituyen la principal causa de contaminación atmosférica.

14ª. La biomasa, cuando se quema, genera infinidad de contaminantes atmosféricos, siendo los más importantes los siguientes: partículas finas, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, anhídrido carbono, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles, benceno, formaldehído, naftaleno, pireno y tolueno.

15ª La contaminación atmosférica es una importante causa de absentismo escolar en la población pediátrica, y laboral entre los adultos.

16ª Las repercusiones negativas sobre la salud humana a corto, medio y largo plazo, abarcarán un amplio abanico de enfermedades, desde leves y poco importantes (conjuntivitis, rinitis, faringitis, dolores de cabeza, dermatitis, etc.), hasta graves y potencialmente mortales (crisis asmáticas, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, insuficiencia cardiaca, enfermedades coronarias e incremento del riesgo de cáncer).

8. TABLAS Y FIGURAS

TABLA I
**EFFECTOS EN LA SALUD DE LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES
DE LA COMBUSTIÓN DE LA BIOMASA**

<u>Compuesto</u>	<u>Ejemplo^a</u>	<u>Fuente</u>	<u>Notas</u>	<u>Tipo de toxicidad</u>
Gases Inorgánicos	<i>CO</i>	Combustión incompleta	Transporte a distancia	Asfixiante
	<i>Ozono (O₃)</i>	Reacción secundaria producida del NO ₂ e hidrocarburos	Solo presente en la dirección del viento del fuego, transportado a largas distancias	Irritante
	<i>NO₂</i>	Oxidación del Nitrógeno a altas temperaturas en el aire, un poco de contribución del fuel	Reactivo	Irritante
Hidrocarburos	Muchos centenares	Combustión incompleta	Cierto transporte; también reacciona formando aerosoles orgánicos. Los productos varían con la biomasa y las condiciones de combustión.	

	Insaturados: 40+, ex: <i>1,3-butadieno</i> mutagénico		Irritante, carcinogénico,
	Saturados: 25+, ex: <i>n-hexano</i>		Irritante, neurotóxico
	Policíclicos aromáticos (PAHs): 20+, ex: <i>benzo(a)piréno</i> Monoaromáticos: 20+ ex: <i>benceno, estireno</i>		Mutagénico, cancerígeno Cancerígeno, mutagénico
Oxigenates orgánicos	Centenares	Combustión incompleta	Cierto transporte; también reacciona formando aerosoles orgánicos. Los productos varían con la biomasa y las condiciones de combustión.
	Aldehidos: 20+ ex: <i>acroleína, formaldehido</i>		Irritante, cancerígeno, mutagénico
	Alcoholes i ácidos orgánicos: 25+ ex: <i>metanol, ácido acético</i>		Irritante, teratogénico
	Fenoles: 33+ ex: <i>catecol, cresol (methyl-fenoles)</i>		Irritante, carcinógeno, mutagénico, teratogénico
	Quinones: <i>hidroquinona, fluorenona, antraquinona</i>		Irritante, alérgica, redox activo, estrés oxidativo, e inflamación
Orgánicos Clorados	<i>metilclor, metilclor, dioxina</i>	Requiere cloro en la biomasa	Depresor sistema nervioso central (metilclor), posible cancerígeno
Radicales libres	Radicales tipo semiquinona	Formación poco conocida	Redox activo, estrés oxidativo y respuesta inflamatoria, posible cancerígeno
Partículas (PM)			
	Partículas inhalables (PM₁₀)	Condensación gases combustión; combustión incompleta; arrastre de vegetación y fragmentos de ceniza	Medianas ^b + finas partículas. Las medianas no son transportadas tan lejos y contienen principalmente polvo y cenizas
	Partículas respirables	Condensación gases combustión; combustión incompleta	Humo de biomasa, aproximadamente igual a las partículas finas [mirar a continuación]

Partículas finas (PM_{2,5})	Condensación gases combustión; combustión incompleta	Transportadas a largas distancias; producción ^a primaria i secundaria	Inflamación i estrés oxidativo pueden ser alergénicas
--	--	--	---

^a Componentes en cursiva también son criterios de contaminantes aéreos o están incluidos en la lista de contaminantes aéreos peligrosos especificados en la sección 112 de la US Clean Air Act. Al menos 26 contaminantes son conocidos por ahora en el humo de la madera.

^b Las partículas medianas están definidas entre 2.5 i 10 µm de tamaño

^c Les partículas son creadas directamente durante el proceso de combustión y también formadas a partir de los gases emitidos por la condensación y reacciones químicas atmosféricas

Referencias bibliográficas: 18, 20, 22, 24, 25, 31, 41, 42, 58.

TABLA II.
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HUMO DE LA MADERA

Productos	Gramos por Kg de madera
CO-----	80 - 370
Metano-----	14 - 25
Compuestos orgánicos volátiles (C2-C7)-----	7 - 27
Aldehidos-----	0,6 - 5,4
Substituidos de los furanos-----	0,15 - 1,7
Benceno-----	0,6 - 4,0
Bencenos alquilados-----	1 - 6
Tolueno-----	0,15 - 1,0
Ácido acético-----	1,8 - 2,4
“ fòrmico-----	0,06 - 0,08
Óxidos de nitrógeno (NO, NO ₂)-----	0,2 - 0,9
Dióxido de azufre (SO ₂)-----	0,16 - 0,24
Metilcloro-----	0,01 - 0,04
Naftaleno-----	0,24 - 1,6
Derivados de los naftalenos-----	0,3 - 2,1
Monoaromáticos oxigenados-----	1 - 7
Partículas (masa total) -----	7 - 30
Benzo-a- pireno-----	3×10^{-4} - 5×10^{-3}
Dibenzo-a,h-pireno-----	3×10^{-4} - 1×10^{-3}
Dibenzo-a,h-antraceno-----	2×10^{-5} - 2×10^{-3}

Alcanos (C24-C30)-----	$1 \times 10^{-3} - 6 \times 10^{-3}$
Ácido dehidroaliético-----	0,01 – 0,05
Ácido isopimárico-----	0,02 – 0,10
Lupenona-----	$2 \times 10^{-3} - 8 \times 10^{-3}$
Friedelin-----	$4 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-5}$

Ref: U.S. Environmental Protection Agency. A Summary of the emissions characterization and non-cancer respiratory effects of wood smoke. Washington, DC: Environmental Protection Agency; 1993. Publication No EPA -453/R-93-036.

9.BIBLIOGRAFÍA

1. Lippman M, et al. Environmental Health Science. Recognition, Evaluation and Control of Chemicals and Physical Health Hazards. Oxford: Oxford University Press, 2003.
2. Yassi A, et al. Basic Environmental Health. Oxford: Oxford University Press, 2001.
3. World Health Organization. Environmental Health Indicators: Framework and Methodologies. Geneva: Document WHO/SDE/OEH/99.10; 1999.
4. Ferris i Tortajada J, y cols. Salud medioambiental pediátrica: un nuevo reto profesional. Rev Esp Pediatr 2002; 58: 304-314.
5. Wigle DT. Child Health and Environment. Oxford: Oxford University Press, 2003.
6. Satterthwalte D, et al. The Environment for Children. UNICEF. London: Earthscan Publ Ltd, 1996.
7. Bellamy C. Child Health. In: Detels R, et al, eds. Oxford Textbook of Public Health. 4th edition. Oxford: Oxford University Press, 2004: 1603-1622.
8. Etzel RA, et al. Pediatric Environmental Health. 2nd edition. American Academy of Pediatrics.. Elk Grow Village: AAP, 2003.
9. United Nations Report. Children in the New Millenium: Environmental Impact on Health. Geneva: UN Publications, 2002.
10. UNICEF and United Nations Report. The 2006 State of the World's Children. Excluded and Invisible. New York: UNICEF-UN Publications, 2006.
11. Ferris i Tortajada J, y cols. Medio ambiente y cáncer pediátrico. An Pediatr (Barc) 2004; 61: 42-50.
11. O'Neill MS, et al. Environmental equity in air quality management: local and international implications for human health and climate change. J Toxicol Environ Health A. 2008;71(9-10):570-7.

12. Montgomery H. The medical impacts of climate change. *Br J Hosp Med* 2007 Dec;68(12):663-5.
13. Patz JA. Climate Change and Global Health: Quantifying a Growing Ethical Crisis. *EcoHealth* 2007; 4, 397–405.
14. Rothman KJ, et al. Causation and causal inference. In: *Oxford Textbook of Public Health*. 4th edition. Oxford: Oxford University Press, 2004: 641-653.
15. U.S. Environmental Protection Agency. Supplemental Guidance for Assessing Cancer Susceptibility from Early-Life Exposure to carcinogens. EPA/630/R-03/003. Washington, DC, 2003.
16. Preston RJ. Children as a sensitive subpopulation for the risk assessment process. *Toxicol Appl Pharmacol* 2004; 199: 132-141.
18. Simoneit BRT. Biomass burning — a review of organic tracers for smoke from incomplete combustion. *Applied Geochemistry* 2002; 17: 129–162.
19. Fullerton DG, et al. Indoor air pollution from biomass fuel smoke is a major health concern in the developing world. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 2008; 102: 843—851.
20. Handbook biomass gasification. Knoef HKM, ed.– Enschede , The Netherlands, BTG Biomass Technology Group, 2005.
21. Smith KR, 2008; Wood, the fuel that warms you thrice. In Colfer CJP, ed. *Human Health and Forests: A Global Overview of Issues, Practice and Policy*. Earthscan Publ, London, Chap 5, pp97-111.
22. Naeher LP., et al. Woodsmoke Health Effects: A Review. *Inhalation Toxicology*, 2007; 19: 67–106.
23. Smith KR. et al. How environmental health risks change with development: The Epidemiologic and Environmental Risk Transitions Revisited. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 2005. 30:291–333.
24. Morawska L, et al. Combustion sources of particles. 1. Health relevance and source signatures. *Chemosphere* 2002; 49:1045-1058.
25. Zhang J et al. Combustion sources of particles: 2. Emission factors and measurement methods. *Chemosphere* 2002; 49: 1059-1074.
26. Vedal S, et al. Wildfire air pollution and daily mortality in a large urban area. *Environ Res* 2006; 102: 29-35.
27. Zuurbier M. Et al. The environmental health of children: priorities in Europe. *Int J Occup Med Environ Health*, 2007; 20: 291-307.

28. Vineis P. Scientific basis for the Precautionary Principle. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2005 Sep 1;207(2 Suppl):658-62.
29. Leonard SS, et al. Particle size-dependent radical generation from wildland fire smoke. *Toxicology* 236 (2007) 103–113.
30. Stefanidou M, et al. Health Impacts of Fire Smoke Inhalation. *Inhalation Toxicology*, 2008; 20:761–766.
31. [Morawska L](#). Chapter two: methodologies for characterisation of combustion sources and for quantification of their emissions. *Chemosphere*, 2002; 49: 903-22.
32. Rinne ST et al. Use of Biomass Fuel is associated with Infant Mortality and Child Health in Trend Analysis. *Am J Trop Med Hyg* 2007; 76: 585-591.
33. Miller CA. Emissions from the burning of vegetative debris in air curtain destructors. *Journal of the Air and Waste Management Association* Volume 57, Issue 8, August 2007, Pages 959-967.
34. Levine, JS. Ed. *Biomass Burning and Global Change*, Vols 1 and 2. 1st edition. Cambridge, MA; MIT Press, 1996.
35. Crutzen PJ. et al. Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. *Science* 1990 ; 250, 1669–1678.
36. Freeman DJ et al. Woodburning as a source of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons. *Environ Sci Technol* 1990. 24, 1581–1585.
37. Guenther FR, et al. Residential wood combustion: a source of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons. *J High Res Chromatogr* 1988.113, 761–766.
38. Bateson TF, et al. Children's response to air pollutants *J Toxicol Environ Health A.* 2008; 71:238-43.
39. Kampa M, et al. Human health effects of air pollution. *Environ Pollut* 2008;151(2):362-7.
40. White JR, et al. The Short-Term Effects of Prescribed Burning on Biomass Removal and the Release of Nitrogen and Phosphorus in a Treatment Wetland. [J Environ Qual.](#) 2008;37(6):2386-91.
41. Löndahl J, et al. Deposition of biomass combustion aerosol particles in the human respiratory tract. [Inhal Toxicol.](#) 2008; 20(10):923-33.
42. Torres-Duque C, et al. Biomass fuels and respiratory diseases: a review of the evidence. *Proc Am Thorac Soc.* 2008 Jul 15;5(5):577-90.
43. Ghani WA, et al. Co-combustion of agricultural residues with coal in a fluidised bed combustor. *Waste Manag.* 2008 Jul 7. [Epub ahead of print]

44. Hinwood AL, et al. Assessing urinary levoglucosan and methoxyphenols as biomarkers for use in woodsmoke exposure studies. *Sci Total Environ*. 2008 Aug 25;402(1):139-46.
45. Pisupati SV, et al. Influence of calcium content of biomass-based materials on simultaneous NO_x and SO₂ reduction. *Environ Sci Technol*. 2008 Apr 1;42(7):2509-14.
46. Hanninen OO, et al. Population exposure to fine particles and estimated excess mortality in Finland from an East European wildfire episode. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2008 Jun 4. [Epub ahead of print]
47. Reisinger P, et al. Intercomparison of measurement techniques for black or elemental carbon under urban background conditions in wintertime: influence of biomass combustion. *Environ Sci Technol*. 2008 Feb 1;42(3):884-9.
48. Andrzej Bytnerowicz, Michael J. Arbaugh, Allen R. Riebau and Christian Andersen, eds. *Wildland Fires and Air Pollution. Developments in Environmental Science. Volume 8, Pages 1-638 (2008).*
49. [Schwela D](#). Air pollution and health in urban areas. [Rev Environ Health](#). 2000; 15: 13-42.
50. Martuzzi M. Science, policy, and the protection of human health: A European perspective. *Bioelectromagnetics 2005 (Suppl 7): 151-156.*
51. World Health Organization Europe. *The European Health Report 2005: Public Health Action for Healthier Children and Populations.* Copenhagen, Denmark: WHO-Europe, 2005.
52. Tamborlini G, et al, eds. *Children's Health and Environment: A Review of Evidence.* World Health Organization Europe and European Environment Agency. Copenhagen, Denmark: WHO-Europe, 2002..
53. Martuzzi M, et al, eds. *The Precautionary principle: Protection Public Health, the Environment and the Future of Our Children's.* Copenhagen, Denmark: WHO-Europe, 2004.
54. Tickner JA, et al. Children's environmental health: A case study in implementing the precautionary principle. *Int J Occup Environ Health* 2000; 6: 281-288.
55. Trosko JE. Ignored Hallmarks of Carcinogenesis: Stem Cells and Cell-Cell Communication. *Ann NY Acad Sci* 2004; 1028:1-10.
56. Arbex MA et al. Air pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil. *J Epidemiol Community Health* 2007;61:395-400.
57. Rine ST, et al. Use of biomass fuel is associated with infant mortality and child health in trend analysis. *Am. J. Trop. Med. Hyg*, 2007: 76(3), , pp. 585-591.

58. Jaakkola, MS. Biomass Fuels and Health The Gap between Global Relevance and Research Activity. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*; 2006; vol 174: 851-852.
59. Liu S, et al. Biomass fuels are the probable risk factor for chronic obstructive pulmonary disease in rural South China. *Thorax* 2007;62:889–897.
60. Obrist D, et al. Particulate-Phase and Gaseous Elemental Mercury Emissions During Biomass Combustion: Controlling Factors and Correlation with Particulate Matter Emissions. *Environ. Sci. Technol.* 2008, 42, 721–727.
61. Johnston FH, et al. Ambient biomass smoke and cardio-respiratory hospital admissions in Darwin, Australia. *BMC Public Health* 2007, 7:240-48.
62. Grigg J. Effect of biomass smoke on pulmonary host defence mechanisms. *Paediatric Respiratory Reviews* (2007) 8, 287–291.
63. Bhatia R, et al. Integrating Human Health into Environmental Impact Assessment: An Unrealized Opportunity for Environmental Health and Justice. *Environ Health Perspect* 116:991–1000 (2008).
64. U.S. Environmental Protection Agency. A Summary of the emissions characterization and non-cancer respiratory effects of wood smoke. Washington, DC: Environmental Protection Agency; 1993. Publication No EPA -453/R-93-036.
65. Ordaz Castillo E et al. Síndrome de sensibilidad múltiple a sustancias químicas: un problema ambiental emergente. *Rev Salud Ambient* 2001; 1: 92-96.
66. Schwartz J. Air pollution and children's health. *Pediatrics* 2004; 113: 1034-1043.
67. Göstchi T et al. Long-Term Effects of Ambient Air Pollution on Lung Function. *Epidemiology* 2008; 19: 690-701.
68. Calderón-Garcidueñas L et al. Pediatric Respiratory and Systemic Effects of Chronic Air Pollution Exposure: Nose, Lung, Heart, and Brain Pathology. *Toxicologic Pathology* 2007; 35: 154-162.
69. US Environmental Protection Agency. Profile of the Fossil Fuel Electric Power Generation Industry. Office Compliance. Office of Enforcement and Compliance Assurance. EPA/310-R-97-007. Washington, DC, September 1997.
70. Dinu R. Emissions analysis of high temperature air combustion of wood pellets. [UPB Scientific Bulletin, Series C: Electrical Engineering](#) Volume 70, Issue 2, 2008, Pages 91-102.