

FUNAM
FUNDACIÓN PARA LA DEFENSA DEL AMBIENTE
ENVIRONMENT DEFENSE FOUNDATION.

FUNAM ES MIEMBRO DE LA COALICIÓN CIUDADANA ANTIINCINERACIÓN
(CITIZENS' ANTI-INCINERATION COALITION) Y RENACE.

FUNAM ES MIEMBRO DE GAIA
ALIANZA GLOBAL PARA ALTERNATIVAS A LA INCINERACIÓN
ALIANZA GLOBAL CONTRA LA INCINERACIÓN.
(GLOBAL ALLIANCE FOR INCINERATION ALTERNATIVES,
GLOBAL ANTI-INCINERATOR ALLIANCE).

CÁTEDRA DE BIOLOGÍA EVOLUTIVA HUMANA
FACULTAD DE PSICOLOGÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA.

INFORME SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL Y
SANITARIO DE LOS HORNOS CREMATORIOS.

Por

Dr. Raúl A. Montenegro, Biólogo.

Presidente de FUNAM. Profesor Titular de Biología Evolutiva Humana en la
Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Córdoba.
Director de la Maestría en Gestión Ambiental (FICES, Universidad Nacional de San Luis).
Profesor de Ecología en la Maestría de Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano
(Universidad Nacional de Mar del Plata).
Profesor de Ecología en la Especialización sobre Gestión Ambiental Metropolitana
(Universidad de Buenos Aires).
Premio Nobel Alternativo (2004).
Premio Global 500 de Naciones Unidas (Bélgica, 1989).
Premio "Nuclear Free Future" (Austria, 1992).
Premio a la Investigación Científica (FFyB, Universidad de Buenos Aires).
Ex Rector de la Universidad Libre del Ambiente (ULA).

FUNAM
Córdoba, Argentina
Febrero de 2005.

INFORME SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL Y SANITARIO DE LOS HORNOS CREMATORIOS.

Por

Dr. Raúl A. Montenegro, Biólogo

INTRODUCCIÓN.

El presente informe es una síntesis del ya realizado para la comunidad de Villa Allende. Tiene por objeto proveer a los vecinos y autoridades sobre los efectos ambientales y sanitarios de la cremación. Los mismos pueden ser extrapolados al horno crematorio del complejo CIVA que esta opera en Villa Allende. Se entrega formalmente a los vecinos como un aporte honorario del autor, de FUNAM y de la Cátedra de Biología Evolutiva Humana.

Este trabajo cuenta con el aval de la Fundación para la defensa del ambiente (FUNAM) y de la Cátedra de Biología Evolutiva Humana, pero la Universidad Nacional de Córdoba, a la cual pertenece dicha Cátedra, no necesariamente comparte sus opiniones y contenido. El trabajo puede ser utilizado a todos los fines que hubiere lugar, respetando su texto y mencionando la fuente.

1. CONSIDERACIONES SOBRE LAS PLANTAS DE INCINERACIÓN.

Aunque existen varios tipos de incineradores en operación, la mayoría pertenece a alguno de los siguientes tipos: **a)** Incineradores de cadáveres (también llamados crematorios); **b)** Incineradores de residuos patógenos; **c)** Incineradores de cadáveres y residuos patógenos; **d)** Incineradores de residuos peligrosos (excluidos patógenos), y **e)** Incineradores de residuos peligrosos en general (incluidos patógenos).

La experiencia con incineradores situados en distintas localidades de Argentina indica que muchos hornos tienen una fase inicial de crematorio, y que una vez habilitadas las instalaciones, y trabajado cierto tiempo, pasan a quemar otros materiales (incluidos residuos peligrosos). En el caso particular del proyecto de incinerador de Villa Nueva, por ejemplo, sus responsables declararon como único destino la quema de cadáveres, pero la ordenanza municipal que lo enmarca permite quemar cadáveres y además residuos patógenos.

2. LA QUEMA DE CADÁVERES.

Los cadáveres no entran explícitamente en las categorías reguladas por la Ley Nacional de Residuos Peligrosos 24.051/1992. Sin embargo los eventuales materiales artificiales que pueden contener (plásticos, metales) deben ser considerados residuos peligrosos. Es frecuente además que la cremación incluya quema de contenedores de madera con otros aditamentos, orgánicos y metálicos. Parte de los mismos (metales por ejemplo) pueden ser considerados residuo peligroso. Todos los elementos anteriores pueden ser asignados a las siguientes categorías previstas en la "Lista de Características Peligrosas" de la Ley Nacional de Residuos Peligrosos:

a) Los cadáveres en el grupo H6.2 "Sustancias infecciosas: **sustancias** o desechos que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre", y **b)** Los metales y sustancias orgánicas de riesgo en el grupo H11 "Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos): sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénia". Podrían considerarse como parte de este último grupo los desechos que según la mencionada ley tienen como constituyente: **a)** Y29 Mercurio, compuestos de mercurio (procedentes por ejemplo de las amalgamas), y **b)** Y31 Plomo, compuestos de plomo (Ley Nacional 24.051, Anexo I, Categorías sometidas a control).

Resulta interesante notar que el Artículo 1 de la Ley Nacional de Residuos Peligrosos excluye del alcance de la ley "(...) los residuos domiciliarios, los radiactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques (...)", pero no los cadáveres de seres humanos, ni los de otros seres vivos.

3. LOS CREMATORIOS GENERAN DESCARGAS PELIGROSAS.

Es importante destacar que la operación de los crematorios genera cócteles de contaminación equiparables a los que descargan incineradores de residuos patógenos e industriales. Aunque disminuye la variabilidad total de las sustancias involucradas, la cremación, cualquiera sea la tecnología utilizada, descarga al ambiente dioxinas, furanos, cloruro de hidrógeno, mercurio, cadmio, plomo, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, partículas de distinto diámetro (PM>10 y PM<10), etc. Según Iván Álvarez Comunas, del Gabinete de Salud Laboral del UGT, de Asturias (España), los crematorios producen descargas de "dioxinas, furanos, hexaclorobenceno e incluso bifenilos policlorados".

Según la *Cremation Association of North America* (Asociación Americana de Cremación), la liberación de dioxinas y furanos aumenta con la temperatura empleada en las cámaras de combustión. Estudios realizados por este organismo mostraron que esa liberación es de 82 ng/minuto para 1400 °F; 139 ng/minuto para 1600 °F y 192 ng/minuto para 1800 °F.

La responsabilidad de los crematorios en la emisión de dioxinas es de tal magnitud e importancia que el Convenio de Estocolmo para eliminar los más importantes Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) los incluye entre las fuentes a controlar (Convenio, Parte III, "Categoría de fuente"). En Alemania la normativa de 1997 fija para los crematorios límites de emisión de dioxinas para determinada temperatura (Ley 27 BIm ScW de 1997).

Cabe señalar que el PNUMA reconoce a los crematorios como una "fuente importante" de mercurio. Según Mary Spicuzza y sus colaboradores, en la zona de Silicon Valley y la Bahía de San Francisco, en Estados Unidos, los crematorios son responsables del 14% de todas las descargas de mercurio, ubicándose así como la tercer fuente más importante. Según datos del *Swedish Environmental Protection Board* (1986) en Suecia la incineración de basura doméstica produce una descarga de 3.300 kg/año de mercurio, y los crematorios 300 kg/año (*Environmental Health Criteria 101, International Programme on Chemical Safety, IPCS, INCHEM*). El mercurio afecta el sistema nervioso y renal.

Según el estudio realizado por Louise Parker y colaboradores de la Universidad de Newcastle en Gran Bretaña las mujeres embarazadas que viven en proximidades de crematorios tienen "un aumento en el riesgo de padecer de anencefalia y otras

anomalías congénitas". Los investigadores trabajaron con un universo de 245.000 nacimientos registrados al noroeste de Gran Bretaña entre 1956 y 1993 (***Journal of Epidemiology and Community Health, 2003***).

b) Efluentes gaseosos y particulados descargados dentro de la planta. Resultan de las operaciones de carga, descarga, manipulado, almacenamiento, alimentación de los hornos, funcionamiento de los mismos y manejo de las cenizas. Según EPA "Las emisiones fugitivas y vertidos accidentales pueden liberar tanto o más material tóxico al entorno como las emisiones directas de incineraciones incompletas de residuos. Existe un riesgo potencial de exposición, del ambiente y los seres humanos, al extraerse estos productos de sus contenedores" (**US EPA. 1985. Report on the Incineration of Liquid Hazardous waste by the Environmental Effects, Transport and Fate Committee. Science Advisory Board, Washington**). Tales emisiones pueden incluir moléculas orgánicas [por ejemplo policloradas], metales pesados e incluso virus y bacterias que se desplazan por aire o son transportadas por "vehículos" particulados. Los más afectados suelen ser los operarios de estas plantas.

c) Las cenizas, cuya riesgo varía con la eficiencia de incineración (generalmente baja en los dispositivos tecnológicos usados en Argentina) contienen dibenzodioxinas, dibenzofuranos, otros compuestos orgánicos, diversos complejos químicos, metales pesados e incluso microorganismos patógenos (virus, bacterias). Con frecuencia contienen cantidades variables de titanio, cromo, manganeso, hierro, bario, cobre, zinc, estroncio, estaño y plomo. **Cuatro de estos elementos caen dentro de las Categorías sometidas a control por la Ley Nacional de Residuos Peligrosos 24.051: el cromo (Y21); el cobre (Y22); el zinc (Y23) y el plomo (Y31).**

Los materiales radiactivos que resultan del uso de radioisótopos médicos constituyen un problema adicional. La incineración no afecta su vida media ni su descarga esperada de partículas y rayos ionizantes, y continúan por lo tanto siendo radiactivos. Es altamente probable que los residuos contengan trazas o cantidades sustanciales de radioisótopos, en particular de ciertos emisores Gamma muy utilizados en el estudio "in vivo" de la glándula tiroidea (Iodo 131, Iodo 123). Otros radioisótopos que se emplean en investigación biológica y médica son: Calcio 47, Carbono 14, Cesio 137, Cromo 51, Cobre 67, Iodo 129, Fósforo 32, Selenio 75, Estroncio 85, Tecnecio 99m (el más usado en medicina), Tritio 3, Uranio 234 y Xenón 133 (***Nuclear Energy Institute, Washington, Estados Unidos, www.nuenergy.org/table.htm, 4 p.***). De allí que los restos patogénicos y sus efluentes, tanto aerodispersables como cenizas, puedan contener residuos radiactivos de baja, media e incluso alta actividad.

Entre los radioisótopos de uso biológico y médico utilizados en Argentina citados por la Autoridad Regulatoria Nuclear en su Informe de 1998 figuran: Cesio 137, Cobalto 60, Iridio 192, Iodo 125, Estroncio 90, Oro 198 y Tecnecio 99m. Para la disponibilidad de este último se producen generadores que contienen Molibdeno 99 (**ARN. 1999. Informe Anual 1998 de la Autoridad Regulatoria Nuclear. Ed. ARN, Buenos Aires, 420 p.**).

Si bien la Autoridad Regulatoria Nuclear tiene por ley el Poder de Policía para controlar a los operadores de radioisótopos, en la práctica la multiplicidad de operadores y de fuentes radiactivas torna poco efectiva y hasta imposible su accionar. Cuando se produce alguna emergencia, la ARN dispone del SIER (Sistema de Intervención en Emergencias Radiológicas). Este sistema se componen de dos grupos: el Grupo de Intervención Primaria (GIP) y el Grupo de Apoyo (**ARN, 1999; loc. cit.**).

El 5 de junio de 1998 personal de la empresa de incineración Pelco S.A., del partido de Tigre en la ciudad de Buenos Aires, alertó sobre el hallazgo de material radiactivo

en un cargamento que había sido retirado por sus vehículos del depósito de Edcadassa, sector rezago (ubicado en el Aeropuerto Internacional de Ezeiza). La intervención del GIP permitió determinar que se trataba de tres fuentes de Cesio 137 de 2,78 GBq (75 mCi) cada una, y de una fuente de Estroncio 90 de 2,04 GBq (55 mCi) en sus respectivos blindajes y bultos de transporte. Cabe acotar que estas fuentes son utilizadas habitualmente en braquiterapia y tratamiento de tumores superficiales. Si la empresa Pelco S.A. no hubiese detectado estos contenedores, los mismos habrían sido incinerados, y sus radioisótopos, altamente peligrosos, eliminados al aire y las cenizas sin que nadie lo perciba.

Al reconstruirse los hechos la ARN pudo determinar que las fuentes radiactivas se encontraban en un depósito de la empresa Edcadassa. Esta las había remitido para su gestión como residuo convencional por orden de la Dirección General de Aduanas, que lo asumía como material de rezago. Las fuentes habían sido importadas por la empresa Balasz S.A., que posee permiso emitido por la ARN, y que no habían sido retiradas “por motivos comerciales” (ARN no indica cuáles fueron estos motivos). Afortunadamente los contenedores no habían sido abiertos (**cf. ARN, 1999; loc. cit.**).

Otro caso similar pero con final abierto se registró en diciembre de 1998. El 21 de diciembre personal del Hospital Roffo alertó a la ARN sobre el extravío de dos fuentes radiactivas de Cesio 137 de 0,9 GBq (25 mCi) cada una, ya que no se hallaban en su lugar habitual. La GIP intervino y condujo una búsqueda minuciosa que incluyó, entre otros lugares, los desagües cloacales y pluviales. Lamentablemente las fuentes no se hallaron. En su informe de 1998 la Autoridad Regulatoria Nuclear indica textualmente que “*previendo la posibilidad de que las fuentes se hayan podido incluir en alguna carga de material biológico (= residuos) también se inspeccionaron las instalaciones de la empresa Trieco, encargada de la gestión de los residuos biológicos (= incineración?) (...) No fue posible encontrar las fuentes radiactivas*” (**ARN, 1999; loc. cit.**). Estos dos casos, el de Edcadassa y el del Hospital Raffo, muestran para un solo año y dos casos efectivamente detectados los riesgos adicionales de la incineración. Es muy posible que en Argentina se hallan incinerado fuentes y piezas contaminadas radiactivamente sin que sus responsables lo supieran.

4. DESCARGAS DE DIOXINAS.

Todo incinerador de cadáveres, cualquiera sea su tecnología, produce dioxinas (ver arriba).

Cabe aclarar que bajo condiciones de exceso de aire puede registrarse sobreproducción de PICs (**Stanley, L. 1985. USEPA, EPA/600/9-85/085**).

Los incineradores suelen sufrir perturbaciones internas que se traducen, muchas veces, en la emisión de contaminantes al ambiente. Entre las perturbaciones a gran escala figuran fallo para responder a condiciones de perturbación (fallas en el sistema de control de la contaminación, pérdida del aire de combustión, pérdida de combustible, falta de atomización, falta de llama); fallo para evitar emisiones durante condiciones de sobrealimentación; fallos durante el proceso de parada, originando como consecuencia explosiones de combustible, y pérdidas externas de combustible, que originan explosiones fuera de la cámara de combustión (**Holton, G.A. 1989. Economic Risk Assessment of facilities Burning Hazardous Materials. Proc. Of the 81st APCA Annual Meeting Exhibition, June 20-24, Dallas, Texas**).

También suelen ocurrir perturbaciones de la combustión a pequeña escala con iguales resultados (contaminación del aire). Los desvíos de las condiciones de combustión deseada son normalmente consecuencia “*de una rápida variación en el*

funcionamiento de la incineradora debida a una brusca alteración de la velocidad o composición de la alimentación, insuficiente atomización de combustibles líquidos, alteraciones de la temperatura, casos en los que la fracción de mezcla del combustible está fuera del intervalo conveniente, o debido a una mezcla insuficiente entre el combustible y el oxidante (...) La cantidad y composición de los PICs depende, de forma compleja e impredecible, de la naturaleza de la perturbación” **(US EPA Advisory Board. 1989. Review of OSW’s Proposed Controls for Hazardous Waste Incinerators: Products of Incomplete Combustion. Washington, october 1989).**

Otra causa de emisiones tóxicas, aún bajo condiciones óptimas del incinerador, es el “fenómeno de las gotas vagabundas” controlado por procesos físicos más que por la oxidación química. Cuando se pulveriza un residuo líquido en la zona de combustión, algunas pequeñas gotas pueden ser arrastradas por convección a través de la zona de alta temperatura, produciéndose una combustión incompleta.

Según Mulholland, Srivastava y Ryan la combustión incompleta de unas pocas gotas puede causar el fallo de la incineradora. El paso de una gota de 300 micrómetros de una cantidad total de 10 millones de gotas de un diámetro medio de 30 μ puede llevar a que la ED sea de menos del 99,99% **(Mulholland, J.; R. Srivastava y J. Ryan. 1986. The Role of Rogue Droplet Combustion in Hazardous Waste Incineration. En: “Land Disposal, Remedial Action, Incineration and Treatment of Hazardous Waste”. Proc. Twelfth Annual Research Symposium, US EPA Hazardous Waste Engineering Laboratory, EPA 600/9-86/022, august 1986).**

La concentración máxima de dioxinas establecida por el Artículo 33 del decreto 831/93 es 0.1 ng/N m³ **(cf. caso Eco-Clines en Mendoza: Montenegro, R.A. 1997. Informe para los vecinos del Departamento de Santa Rosa, Cátedra de Biología Evolutiva Humana de la Universidad Nacional de Córdoba y FUNAM, Córdoba, 17 p.).** Este valor es de riesgo por cuatro razones:

4.1. Las dioxinas y furanos también actúan a bajas dosis. No es posible por el momento establecer una dosis con riesgo sanitario cero.

4.2. Aunque un estándar se presente como “bajo”, la quema de gran cantidad de cadáveres se traduciría en mayores emisiones de dioxinas. Cuanto más cadáveres queme un incinerador, mayor será la descarga de dioxinas y otras sustancias tóxicas.

Existen además factores que acrecientan la liberación, como la variabilidad de las sustancias que contienen los cadáveres, **y las operaciones de encendido y apagado** (ver arriba).

Es usual que las mediciones, pese a lo establecido legalmente, no contemplen estas fases extremas del funcionamiento. El Artículo 33 del Decreto 831, reglamentario de la Ley 24.051, establece que

“las emisiones de las siguientes sustancias: oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, ácido clorhídrico, compuestos organoclorados totales, bifenilos policlorados, furanos, dioxinas y material particulado deberán ser medidas: a) Cuando el incinerador es utilizado por primera vez para la combustión de bifenilos policlorados; b) Cuando el incinerador es utilizado por primera vez para la combustión de bifenilos policlorados luego de una alteración de los parámetros de proceso o del proceso mismo que puedan alterar las emisiones, y c) Al menos en forma semestral”. Esta periodicidad es insuficiente, en particular para dioxinas y furanos, dado que los modelos de descarga varían notablemente con el tipo de carga y las variaciones de funcionamiento del horno **(cf. Connett, 1996; loc. cit.)**.

4.3. Las emisiones de dioxinas se suman a las restantes descargas del horno incinerador de cadáveres, muchas de ellas poco conocidas y de muy difícil medición. La alta diversidad de los insumos para quema también determina una diversidad muy alta de materiales de fuga, lo cual crea situaciones de riesgo cruzado. **También puede producirse sinergismo entre distintos contaminantes.**

4.4. Dada la solubilidad de las dioxinas en grasa, su concentración es ampliada biológicamente. Esta acumulación puede afectar diferentes especies vivas de los ambientes afectados. Tal impacto puede extrapolarse de las investigaciones conducidas sobre otros compuestos clorados, como el DDT y los bifenilos policlorados (PCBs).

Los compuestos policlorados pueden ingresar a las cadenas alimentarias e incluso concentrarse (bioacumulación, magnificación biológica). Son ya clásicos los estudios sobre acumulación en tejido graso de metabolitos del DDT y de PCBs (bifenilos policlorados) (cf. Odum, E. 1972, *Ecología*. Ed. Interamericana, México, 639 p.).

5. LOS CREMATORIOS NO PUEDEN OPERAR EN ZONAS HABITADAS.

Los incineradores dedicados a la quema de cadáveres son una fuente real y demostrable de contaminación del aire y el suelo, y a través de estas vías del agua y de otros medios. Aunque exista un sistema de declaración de prótesis y otros agregados tecnológicos a los cadáveres para que dichas piezas puedan ser extraídas (prótesis dentales, prótesis en huesos, aparatología cardiovascular, etc.), la experiencia internacional muestra que estos controles no son efectivos.

Además de los procesos que puedan afectar metales y metaloides, en la incineración de cadáveres se registran complejas reacciones químicas de compuestos orgánicos. Por esta razón la cremación también genera dioxinas.

La autorización de funcionamiento de crematorios en zonas pobladas expone personas a la contaminación por metales, metaloides y sustancias orgánicas de alto riesgo sanitario. Algunas de estas sustancias (las dioxinas por ejemplo) se almacenan en tejido graso.

Por todo lo anterior un crematorio no puede operar en zona poblada. Como la deriva de sus descargas se extiende a grandes distancias en función del viento y otras variables, la franja mínima de protección que deben tener a su alrededor es de unos 5.000-10.000 metros. Debe aclararse, sin embargo, que la contaminación producida en la zona *buffer* **puede moverse "fuera" del sistema:** **a)** Hacia las aguas subterráneas por fenómenos de infiltración; **b)** Hacia otras zonas por agua de lluvia que los traslade superficialmente (escorrentía), y **c)** Hacia zonas habitadas, cultivos y otras instalaciones por efecto del viento.

Debe tenerse presente, por otra parte, que las inversiones térmicas de superficie aumentan la probabilidad de que las descargas de los hornos crematorios permanezcan a baja altura e incluso se concentren. Estas inversiones térmicas, que instalan un "tapón" de aire caliente sobre amplias superficies, ocurren sobre todo en otoño-invierno. Cuando las inversiones se suceden, y la temperatura del mediodía no las rompe, crece la acumulación de contaminantes en el aire atrapado.