



**Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Centro de Documentación e Información
UEN Investigación y Desarrollo**



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN
EL REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

Yo, Annette Henchoz Castro

N° Cédula: 1-0725-0409

Dependencia: Gerencia General

Autorizo como Sub Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital, Catálogo en línea (OPAC) y la intranet institucional de la documentación incluida en la lista adjunta.

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

E-mail: centrodoc@aya.go.cr **N° Teléfono:** 2242-5487

Annette
Henchoz Castro

Firmado digitalmente por
Annette Henchoz Castro
Fecha: 2019.11.25 16:07:20
-06'00'

Firma: _____

TUBERÍAS DE ASBESTOS EN LOS ACUEDUCTOS: ¿existe o no relación con la incidencia de cáncer gástrico en Costa Rica?

Darner A. Mora Alvarado⁽¹⁾

E. mail: dmora@aya.go.cr / Master en Salud Pública / Director Lab. Nal. Aguas

RESUMEN

A nivel mundial existe controversia debido al uso de tubería de asbesto en acueductos y su posible relación con la incidencia de cáncer gástrico (CG). En Costa Rica, en los últimos 10 años, el AyA ha sido denunciado en dos ocasiones ante los Tribunales de Justicia; la primera por el uso de este tipo de tuberías en el acueducto de Palmares, mientras que la segunda en el sistema de abastecimiento de Nicoya. En razón de estas controversias, el presente trabajo tiene como objetivo general analizar si existe, o no, asociación estadística entre la incidencia de CG y la presencia de tuberías de asbesto en los sistemas de abastecimiento de agua potable en cada cantón de Costa Rica. Para cumplir con este objetivo, la metodología utilizada se divide en dos etapas (una descriptiva y otra analítica). En el caso de la primera, se describen las tasas de incidencia de CG/100.000 hab. en los 81 cantones del país, gracias a la información del Registro Nacional de Tumores. Estos datos se agrupan por cantones en cuatro grupos a saber: muy alta (MA), alta (A), baja (B) y muy baja (MB) incidencia de CG. Además, se realizaron estudios del conteo de fibras de asbesto en aguas de nueve acueductos urbanos: Nicoya, Liberia, Hojancha, Puntarenas, San Ramón, Palmares, Pérez Zeledón, El Guarco y La Fuente Chigüite en La Unión. Con respecto a la etapa analítica se aplicó “el marco uniforme a un estudio retrospectivo de casos y controles”, en donde los cantones con tuberías de asbesto en sus acueductos conforman al grupo de estudio y los que no lo tienen es el grupo control. Aunado a esto, se realiza una Prueba de Hipótesis al 95% de confianza, y un estudio de fuerza de asociación entre asbesto versus CG y un análisis de conglomerados de CG en comunidades con o sin acueductos con tubería de asbestos, período 1990-1997. Los resultados indican que no existe relación estadísticamente significativa entre el consumo de aguas conducidas por cañería de asbesto y la incidencia de CG en Costa Rica.

Palabras clave: cáncer gástrico, asbestos, tasas de incidencia, asociación

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, varias organizaciones ecologistas no gubernamentales (ONGs) han denunciado al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), por el uso de tubería de asbestos en acueductos como Palmares y San Ramón; últimamente la Sala Constitucional, mediante la resolución 2002-4153⁽¹⁾, obligó a AyA a realizar análisis de asbestos en las ACH del acueducto de Nicoya, argumentando que existe un factor de riesgo de la población cubierta por este acueducto a padecer CG, debido a que el mismo contiene tuberías de este material. Desde el punto de vista de la salud pública, el uso de estas fibras ha sido cuestionado debido a que, epidemiológicamente, existen estudios que vinculan este material con tumores de pulmones (mesoteliomas) en trabajadores relacionados con la fabricación de las estructuras mencionadas. En este sentido, la principal relación con la formación de tumores en seres humanos se fundamenta en la inhalación de este tipo de fibras por largos períodos de tiempo^(2,3,4). Sin embargo, algunos autores o científicos también han vinculado a la ingesta de asbestos con CG, en aquellas personas que se abastecen con aguas conducidas por cañerías de asbestos^(5,6). Estas afirmaciones científicas han causado alarma en los usuarios de los acueductos, provocando incertidumbre y deterioro en la imagen de las empresas de agua potable, como AyA. Ante estas controversias y debido a las denuncias anteriormente mencionadas se presenta esta investigación, que tiene como objetivo principal analizar si existe, o no, asociación entre el CG y la presencia de tuberías de asbestos en los sistemas de abastecimiento de agua potable en Costa Rica.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Analizar si existe, o no, asociación estadística entre la incidencia de CG y la presencia de tuberías de asbestos en los sistemas de abastecimiento de ACH, en cantones urbanos de Costa Rica.

3. MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se clasifica como del tipo “descriptivo-analítico-ecológico-retrospectivo”. La primera etapa es un estudio descriptivo, mientras que la segunda analiza la posible asociación estadística entre el supuesto factor de riesgo (asbestos) y la incidencia cantonal de CG en Costa Rica. Los pasos que se siguieron en cada una de las etapas se presentan a continuación:

3.1 Etapa descriptiva

3.1.1 Determinación de las tasas cantonales de CG/100.000 habitantes

Las tasas promedio de incidencia de CG/100.000, en el período 1994-2001 se determinaron utilizando los datos cantonales del Registro Nacional de Tumores.

3.1.2 Distribución y mapeo de la incidencia de CG por cantones

Los resultados de las tasas de incidencia de CG del período de estudio, se distribuyeron en cuatro grupos: cantones con muy alta incidencia (MA), alta (A), baja (B) y muy baja incidencia (MB).

i. Procedimientos para seleccionar los cuatro grupos de cantones

Los grupos “A” y “MA”, se definieron calculando el promedio aritmético de los cinco cantones de mayor incidencia y la tasa promedio general. Los grupos “B” y “MB”, se determinaron de igual manera que el punto anterior, pero usando los cinco cantones con menor incidencia. Las fórmulas utilizadas fueron las siguientes:

$$“A” \text{ y } “MA” = \frac{TGCG+B}{2} = C \quad “B” \text{ y } “MB” = \frac{TGCG + D}{2} = F$$

Incidencia:

>C hasta = “MA”

TGCG hasta C = “A”

<F hasta D = “MB”

TGCG hasta C = “B”

TGCG = tasa general de CG/100.000

B: promedio aritmético de los cinco cantones con mayor incidencia CG/100.000.

D: promedio aritmético de los cinco cantones con menor incidencia CG/100.000.

B. Mapeo por colores de la incidencia de Cáncer Gástrico por cantones

Se confeccionó un mapa por colores “MA” (rojo), “A” (amarillo), “B” (azul) y “MB” (verde), lo cual permite visualizar los cantones con mayor riesgo de sufrir este tipo de tumor maligno.

3.1.3 Tuberías de asbestos en los acueductos urbanos cantonales

La información se obtuvo por escrito de cada jefe Regional de AyA y representantes de las Municipalidades.

3.1.4 Determinación de N° de fibras de asbestos en aguas de 8 acueductos

Se procedió a contratar al Laboratorio "Aquatec", para cuantificar el número de los mismos en Hojanca, Nicoya, Liberia, Puntarenas Centro, San Ramón, Palmares, San Isidro de Pérez Zeledón y El Guarco. Los resultados se evaluaron utilizando las normas de La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.⁽⁷⁾

3.2 Etapa Analítica: Se aplicaron los siguientes métodos estadísticos:

3.2.1 Aplicación del marco uniforme a un estudio retrospectivo (casos y controles)

A. Cálculo de tasas promedio de CG/100.000

Los 81 cantones se dividieron en dos grupos. El primero es el grupo de estudio, constituido por cantones en donde se cuenta con algún porcentaje de tubería de asbestos; el segundo es el control, sin tuberías de asbestos.

B. Prueba de Hipótesis: la fórmula utilizada se presenta a continuación:

Ho: $\mu_1 - \mu_2 = 0$

Ha: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

$$Z = \frac{(X_1 - X_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{DS_1^2}{n_1} + \frac{DS_2^2}{n_2}}}$$

Ho: Hipótesis nula.

Ha: Hipótesis alternativa.

C. Estudio de la fuerza de asociación: asbestos vs CG

D. Análisis conglomerados espacio-temporales e Incidencia de CG en Costa Rica ⁽⁸⁾

4. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Etapa descriptiva

Los datos permiten determinar que en el período 1994-2001:

- La tasa general del CG/100.000 hab. (TGCG) fue de 19,05/100.000.
- El cantón con mayor incidencia de CG/100.000 hab. fue Hojanca (39,32/100.000).
- El cantón con menor incidencia de CG/100.000 hab. fue Garabito (8,60/100.000).

4.1.1 Distribución y mapeo de la Incidencia de CG por cantones

- El promedio aritmético de los 5 cantones con mayor incidencia de CG/100.000 es de: 33,49/100.000 (Hojanca, Paraíso, El Guarco, Acosta y Puriscal).
- El promedio aritmético de los 5 cantones con menor incidencia de CG/100.000 es de: 9,28/100.000 (Garabito, Matina, Talamanca, Nandayure y Parrita).

Tasa promedio de acueductos con asbesto= 19,84
 Nota: Tasa promedio de acueductos sin tuberías de asbesto = 18,60

4.1.3 Contenidos de fibras de asbestos en ocho acueductos urbanos

Los resultados se presentan en el cuadro No. 3.

Cuadro 2. Contenidos de asbestos en ocho acueductos urbanos En Costa Rica

Acueducto	% Tub. Asbesto	Años de Tubería	Dur.Total mg/L	Millones fibras/L
Nicoya	28,0	26	152	<0,1188
Liberia	5,0	26	34	<0,1211
Hojancha	10,0	26	---	<0,1160
Puntarenas	11,3	27	164	0,3513
San Ramón	10	26	46	0,0000
Palmares	7,4	26	46	0,0000
El Guarco	0	--	54	<0,1154
Pérez Zeledón	--	33	---	0,000
Chigüite (fuente)	0	--	70	<0,1211

NOTA: 1) Nivel máximo permisible 7,0 millones de fibras por litro (EPA) / 2) Análisis realizados en California EUA.

4.2 Etapa analítica

4.2.1 Aplicación del marco uniforme del estudio retrospectivo

	Asignación	Valoración	Análisis	Interpretación	Extrapolación
Población General en Costa Rica 3.971.000 a finales del 2001	Muestra Del Estudio 81 cantones 31 cantones con acueductos con % de asbesto.	Tasa X de CG/100.000 = 19,84	Desventajas de tomar aguas conducidas por tuberías de asbesto: Depende de la prueba de hipótesis y la fuerza de asociación.	No existe diferencias estadísticamente significativas (95% de confianza) entre ambas tasas promedios.	Las tuberías de asbestos en acueductos no son un factor de riesgo para padecer CG en Costa Rica.
	Control: 50 cantones sin tuberías de asbestos en sus acueductos	Tasa X de CG/100.000 = 18,60			

4.2.2 Prueba de hipótesis al 95% de confianza

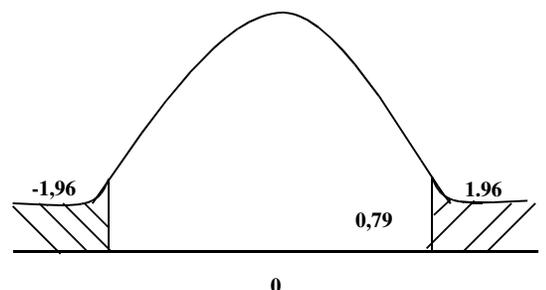
Hipótesis investigativa alternativa (Ha): el consumo prolongado de aguas conducidas por cañerías con algún porcentaje de asbestos, aumenta el riesgo de padecer CG en la población correspondiente.

Hipótesis estadística (Ho): Las tasas promedios de incidencia de CG de ambos grupos (estudio y control), no tienen diferencia estadística al 95% de confianza.

Resultados:

$$Z = \frac{(19,84 - 18,60) - 0}{\sqrt{\frac{(6,99)^2}{31} + \frac{(6,62)^2}{50}}} = 0,79$$

- $H_0 = \mu_1 - \mu_2 = 0$
- $H_a = \mu_1 - \mu_2 \neq 0$
- Tasa X CG/100.000 del grupo de estudio = 19,84.
- Tasa X CG/100.000 del grupo control = 18,60



Interpretación: No se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que no existe diferencia estadísticamente significativa entre ambas tasas promedio de incidencia de CG/100.000, entre el grupo de estudio y el grupo control.

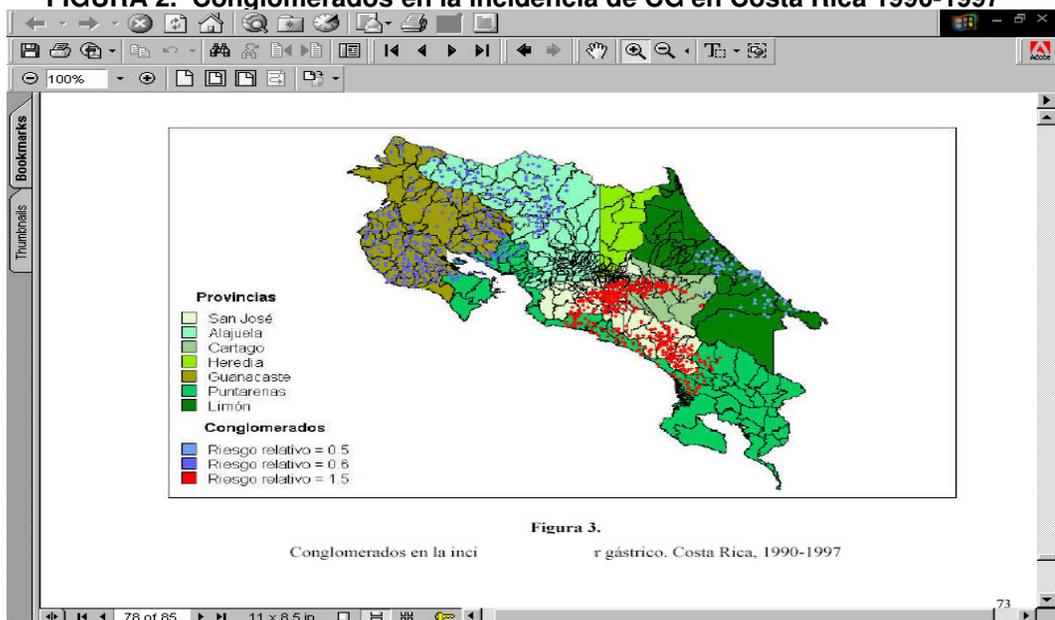
4.2.3 Estudio de la fuerza de asociación entre los cantones con y sin asbestos

	Población con CG 1997-2001	Población sin CG 1997-2001	
Cantones con tuberías de asbestos en sus acueductos	a = 19,84	b = 99.980,16	a + b = 100.000 (19,84/100.000)
Cantones sin tuberías de asbestos en sus acueductos	c = 18,60	d = 99.981,40	c + d = 100.000 (18,60/100.000)

= 1.06

4.2.3.1 Análisis de conglomerados espacio-temporales de la Incidencia de Cáncer Gástrico en Costa Rica

FIGURA 2. Conglomerados en la incidencia de CG en Costa Rica 1990-1997



CUADRO 3. CANCER GASTRICO EN COSTA RICA: conglomerados de alta y baja incidencia versus la presencia de tubería de asbestos en los sistemas de abastecimiento de ACH1990-1997			
Caracterización	# Comunidades	%	Riesgo Relativo
Comunidades con conglomerados ALTOS de C.G. y PRESENCIA de tubería de asbestos	5	12.5	1.5
Comunidades con conglomerados ALTOS de C.G. y AUSENCIA de tubería de asbestos	13	32.5	1.5
Comunidades con conglomerados BAJOS de C.G. y PRESENCIA de tubería de asbestos	16	40	0.6
Comunidades con conglomerados BAJOS de C.G. y AUSENCIA de tubería de asbestos	0	0	0.6
Comunidades sin conglomerados de C.G.	6	15	--

NOTA: C.G. = *cáncer gástrico*.

4.3 Conclusiones

- Que la mayoría de los cantones con “MA” y “A” incidencia se encuentran en el interior del país, excepto Hojancha, Montes de Oro y Coto Brus.
- Los cantones con menor incidencia de CG se ubican en las zonas costeras.
- La tasa general de incidencia de CG/100.000 (TCG) de 19,05 ha disminuido drásticamente en las últimas 4 décadas; sin embargo, sigue siendo una de las primeras causas de muerte por cáncer en Costa Rica.

- La codificación por colores en concordancia con la distribución de los 81 cantones en los cuatro grupos ("MA", "A", "B" y "MB"), permiten visualizar las zonas de mayor riesgo de padecer este tipo de Cáncer en Costa Rica.
- Los resultados de análisis de fibras de asbesto en 8 acueductos urbanos indican niveles insignificantes, comparadas con el valor máximo admisible de la EPA de los Estados Unidos ⁽¹⁷⁾.
- El análisis de los conglomerados de alta incidencia de CG en Costa Rica del período 1990-1997, indican que la mayoría de comunidades con mayor riesgo relativo de sufrir este tipo de cáncer, se abastecen de agua por medio de acueductos sin tubería de asbestos.
- No existe diferencia estadísticamente significativa al 95% de confianza, entre las tasas promedio de CG/100.000 del grupo de estudio (31 cantones) y el grupo control (50 cantones).
- No existe asociación estadística entre el consumo de aguas conducidas por tuberías de asbestos y el consumo de aguas conducidas por tuberías sin asbesto.
- El uso de tuberías de asbestos en acueductos no es un factor de riesgo para padecer CG en Costa Rica.

4.3 Recomendaciones

- La multicausalidad de CG obliga hacer estudios epidemiológicos de mayor rigurosidad, con el objetivo de determinar los verdaderos factores de riesgo de padecer esta patología, sobre todo el CG de tipo intestinal, el cual es el más relacionado con factores ambientales. En este sentido, la presente investigación, permite "cerrar una puerta más", es decir las aguas conducidas por tuberías de asbestos no son un factor de riesgo para padecer CG en Costa Rica.
- Debido a que las comunidades con mayor riesgo de sufrir CG se ubican en lugares suplidos por acueductos con aguas blandas (menores a 90mg/L de dureza total); es recomendable realizar otras investigaciones, con el objetivo de determinar si las aguas duras o con altos contenidos de sales de calcio y magnesio son un factor protector para sufrir este tipo de cáncer.
- Con el afán de evitar incertidumbre entre la población, el AyA debe seguir acatando el Decreto Ejecutivo promulgado en la Gaceta No. 72 del 16 de abril de 1996,⁽⁹⁾ que regula el uso controlado de asbestos en los productos que los contengan.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Poder Judicial. **Voto 4153-02 de la Sala Constitucional de Costa Rica.**
2. WHO. **Guidelines for drinking water.** Geneve. Second edition, Vol. 2, 1996.
3. Valic F, Beritic, Stahulja K.D. **Is chrysotile asbestos exposure asignificant heath risk to the general population?** Cent Eur J. Public – Health. 1993 Jun, (1): 26-30.
4. Comins Brian. **Asbestos industry and environment asbestos.** Industry and environmental asbestos, 1986, 9 (3): 24-5.
5. Comins, B.T. **Fibras de amianto en agua potable.** Berkshire, Commins Associates, 1983.
6. OMS. **Consideraciones sobre el asbesto y la salud.** Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 1987 (31): 32-3.
7. EPA. **National Primary Drinking Water Stardars.** Washington DC 20460. February 1994.
8. Carolina Santamaría. **Análisis para la determinación de conglomerados espacio-temporales de la incidencia de cáncer-Costa Rica, 1990-1997.** San Pedro, San José. Tesis de grado, UCR; 2002.
9. Gobierno de Costa Rica. **Decreto sobre el uso controlado del asbesto y productos que lo contengan.** San José, La Gaceta No. 72 (16 de abril), 1996.