

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**MONITOREO AMBIENTAL DE BENCENO, TOLUENO Y XILENO
Y CORRELACION CON EFECTOS SOBRE LA SALUD EN
POBLACIONES ASENTADAS ALREDEDOR DE UNA REFINERIA
DE PETROLEO**

AUTOR :

HOMERO CARLOS HARARI FREIRE

DIRECTOR DE TESIS:

ING. FABIO VILLALBA

QUITO - ECUADOR

2005

Dedicatoria

Dedico este estudio a mi familia por el apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera universitaria y mi formación personal.

Agradecimiento

Agradezco al Ministerio de Salud Pública en las personas de Ramiro López, Alicia Rodríguez, Carlos Torres y Guillermo Fuenmayor por su apoyo irrestricto para llevar a cabo este trabajo.

Agradezco al Ing. Fabio Villalba por todas las recomendaciones y guías, al Ing. José Luis Ojeda, al Lic. Aníbal Robalino, a la Ingeniera Katty Coral, a la Ingeniera Laura Huachi por sus aportes y apoyo para desarrollar este trabajo.

A Julio y Carlos Julio Caicedo por su ayuda.

Agradezco a los pobladores de las zonas estudiadas por su colaboración desinteresada.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. ANTECEDENTES	10
3. OBJETIVOS	11
3.1. Generales	11
3.2. Específicos.....	12
4. MARCO TEÓRICO	13
4.1 Aspectos Generales.....	13
4.2 Exposición	14
4.3 Factores de confusión	16
4.4 Efectos	16
4.5 Aberraciones Cromosómicas	19
4.6. Hipótesis	21
4.7 Descripción de la Población	22
4.8 Meteorología de la Zona.....	29
5. METODOLOGÍA.....	30
5. 1 Diseño del Estudio.....	30
5. 2 Área de Estudio	31
5. 3 METODOS Y TECNICAS.-	33
5.3.1. Muestreo en aire	33
5.3.2 Muestreo pasivo.....	39
5. 4 Técnicas para el análisis de las muestras ambientales.....	40
5.5 Metabolitos de Solventes y Metales Pesados en Orina.-	41
5.6 Encuesta e instructivo	43
5.7 Técnica para el análisis de aberraciones cromosómicas.....	43
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	44
6.1 Resultados de las mediciones ambientales	44
6.2 Resultados de metabolitos	47
6.3 Resultados de níquel en orina.....	47
6.4 Procesamiento de la Información Obtenida.-	48
6.4.1 Resultados de la encuesta de síntomas.	49
6.5 Resultados de los estudios de Aberraciones Cromosómicas.....	56
6.6 Discusión de Resultados.-	59
6.6.1 La exposición.....	59
6.6.2 Efectos	62
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
7.1 Conclusiones.....	64
7.2 Recomendaciones	66
8. BIBLIOGRAFÍA	68

Lista de Cuadros

- Cuadro No. 1.** Indicadores Sociales de la Provincia de Esmeraldas y Cantones Esmeraldas y Atacames. Empleo. 2003.
- Cuadro No. 2.** Indicadores Sociales de la Provincia de Esmeraldas y Cantones Esmeraldas y Atacames. Educación. 2003.
- Cuadro No. 3.** Indicadores Sociales de la Provincia de Esmeraldas y Cantones Esmeraldas y Atacames. Educación. 2003.
- Cuadro No. 4.** Indicadores Sociales de la Provincia de Esmeraldas y Cantones Esmeraldas y Atacames. Salud. 2003.
- Cuadro No. 5.** Indicadores Sociales de la Provincia de Esmeraldas y Cantones Esmeraldas y Atacames. Empleo. 2003.
- Cuadro No. 6.** Indicadores Sociales de la Provincia de Esmeraldas y Cantones Esmeraldas y Atacames. Vivienda. 2003.
- Cuadro No. 7.** Indicadores Sociales de la Provincia de Esmeraldas y Cantones Esmeraldas y Atacames. Desigualdad y Pobreza. 2003.
- Cuadro No. 8.** Georreferenciación de las áreas estudiadas.
- Cuadro No. 9.** Distancia de las áreas estudiadas con respecto a la refinería(fuente)
- Cuadro No. 10.** Valores de Índices de Exposición Biológica (B.E.I.) propuestos por La ACGHI (American Conference Of Governmental Industrial Hygienists).
- Cuadro No. 11.** Resultados de BTX con muestreadores activos
- Cuadro No. 12.** Resultados de BTX con muestreadores pasivos
- Cuadro No. 13.** Resultados de mediciones ambientales con muestreadores pasivos y determinación colorimétrica. Esmeraldas, 2005.
- Cuadro No. 14.** Resultados de mediciones ambientales. Muestreo Activo Dräger. Esmeraldas, 2005.
- Cuadro No. 15.** Resultados de Metabolitos en Orina. Esmeraldas. 2005
- Cuadro No. 16.** Niveles de níquel en orina. Esmeraldas, 2005.
- Cuadro No. 17.** Valores de Níquel Urinario. Esmeraldas. 2005
- Cuadro No. 18.** Población estudiada por zonas

Cuadro No. 19. Edad promedio, Número y Sexo de la población de las áreas estudiadas.

Cuadro No. 20. Resultados de la encuesta de síntomas neurológicos

Cuadro No. 21. Resultados de la encuesta de síntomas respiratorios

Cuadro No. 22. Resultados de Gaps Cromatídicos (GCT)

Cuadro No. 23. Resultados de Gaps Cromosómicos (GCS)

Cuadro No. 24. Resultados de ruptura Cromatídica (BCT)

Cuadro No. 25. Resultados de presencia de cromosomas acéntricos (ACE)

Cuadro No. 26. Resultados de Inestabilidad cromosómica (INEST)

Cuadro No. 27. Resultados de Poliploidias.

Lista de Figuras

Figura No. 1. Concepto de Exposición

Figura No. 2. Efectos

Figura No. 3. Tipos de Aberraciones Cromosómicas

Figura No. 4. Cuadro de Asociación de Variables

Figura No. 5. Ubicación de la Provincia de Esmeraldas en el Ecuador.

Figura No. 6. Cantones de la Provincia de Esmeraldas.

Figura No. 7 Bombas de flujo constante

Figura No. 8. Tubos de carbón activado.

Figura No. 9. Calibración de la bomba

Figura No. 10. Recarga de la bomba

Figura No. 11. Descripción del Tubo de carbón activado.

Figura No. 12. Tubos dräger.

Figura No. 13. Resultados de la Encuesta Q-16 de Síntomas. Esmeraldas, 2005.

Figura No. 14. Resultados de la Encuesta Q-16 de Síntomas. Esmeraldas, 2005.

Figura No. 15. Resultados de la Encuesta Q-16 de Síntomas. Esmeraldas, 2005.

Figura No. 16. Resultados de la Encuesta Q-16 de Síntomas. Esmeraldas, 2005.

Figura No. 17. Resultados de la Encuesta de Síntomas Respiratorios. Esmeraldas, 2005.

Figura No. 18. Resultados de la Encuesta de Síntomas Respiratorios. Esmeraldas, 2005.

Figura No. 19. Resultados de la Encuesta de Síntomas Respiratorios. Esmeraldas, 2005.

Figura No. 20. Resultados de la Encuesta de Síntomas Respiratorios. Esmeraldas, 2005.

Figura No. 21. Resultados de la Encuesta de Síntomas Dermatológicos. Esmeraldas, 2005.

Lista de Anexos

Anexo No. 1. Mapas de Ubicación de las áreas de estudio

Anexo No. 2. Encuesta e instructivos

Anexo No. 3. Fotografías de las áreas estudiadas

Resumen

Este estudio de tipo transversal se realizó en la ciudad de Esmeraldas alrededor de la Refinería de PETROINDUSTRIAL, en el año 2005. Luego de una revisión de trabajos previos y una visita de campo, fueron identificadas cuatro zonas de estudio, tres de ellas consideradas expuestas por su cercanía con la refinería y una cuarta área considerada como de referencia por estar a más de 25 Km. de distancia de la misma.

En cada zona se realizó un monitoreo ambiental de benceno, tolueno y xileno en aire, así como la presencia de otros contaminantes como SO₂, NO₂, O₃ y SH₂ utilizando varias técnicas y equipos. Se aplicó a los habitantes(96) un cuestionario para identificar trastornos a la salud a través de síntomas y signos respiratorios, neurológicos y dermatológicos. Se tomaron 96 muestras de sangre y orina tanto en la población de las zonas expuestas como en la de referencia para conocer la presencia de metabolitos de éstos compuestos en el organismo y la presencia de níquel en orina, así como de aberraciones cromosómicas. Tanto las muestras ambientales como las biológicas fueron analizadas en laboratorios del exterior. Los resultados evidencian la presencia de benceno, tolueno y xileno en las tres áreas y la presencia de metabolitos de benceno y níquel urinario en pobladores de las zonas expuestas.

Es destacable la clara diferencia en la presencia de aberraciones cromosómicas entre las personas expuestas en relación con las del grupo de referencia.

Adicionalmente, se verifica la mayor presencia de algunos síntomas respiratorios y dermatológicos en los pobladores de las áreas expuestas, en contraposición con el área de referencia, ocurrencia de trastornos neurológicos no mostró diferencias importantes.

Descriptores: Benceno, tolueno, xileno, exposición, metabolitos, níquel urinario.

Summary

This study was done in Esmeraldas city around the petroleum refinery of PETROINDUSTRIAL, in 2005. After a previous bibliography review and a visit to the zone, were identified 4 zones of study, three of them were considered as exposed because of its proximity to the refinery and a fourth one considered as a reference zone for being far away more than 25 km of it.

In each zone was done air sampling for benzene, toluene and xylene, and also for another parameters as SO₂, NO₂, O₃ and SH₂ using different techniques and equipment. Also was applied a questionnaire for all the individuals(96) for identifying health disorders through respiratory, neurological and dermatologic symptoms. Were collected 96 blood and urine samples in the populations of the considered exposed zones as wells as the population of the reference zone, for knowing the presence of metabolites of these compounds in the body and the presence of urinary nickel, and also for the determination of chromosomic aberrations. Environmental samples and biological samples were analyzed in an international laboratory.

The results show the presence of benzene, toluene and xylene in the environment of the three considered as exposed zones and the presence of metabolites benzene and urinary nickel in the population of the exposed zones.

It is notorious the difference in the presence of chromosomic aberrations between the exposed population and the reference group.

Additionally, was verified a higher presence of respiratory and dermatologic symptoms in the population of the exposed zones in comparison with the reference zone. The occurrence of neurological disorders don't show big differences.

Keywords: Benzene, toluene, xylene, exposure, metabolites, urinary nickel.

1. INTRODUCCIÓN

La realización de este estudio parte de la preocupación expresada en la bibliografía, de que la presencia de los contaminantes provenientes de las emisiones de las refinerías de petróleo, puede provocar distinto tipo de influencia sobre las poblaciones vecinas.

La complejidad de estas emisiones que contienen polvo, humo, gases y varias sustancias químicas, pueden generar interacciones simultáneas. Pero dado que un estudio general e integral de todas las emisiones y de todos los riesgos, resulta demasiado costoso, amplio y además difícil de diseñar por la desigualdad del nivel de conocimiento, sobretodo, de todas las sustancias provenientes de la refinación de petróleo, resulta importante acudir a los mejores elementos de evidencia, y a la posibilidad de acceso a las técnicas existentes y disponibles para poder tener información confiable.

En esa medida, este estudio apuntó a caracterizar de la manera más precisa posible la exposición a algunos compuestos orgánicos volátiles (COV's), como benceno, tolueno y xileno, y a uno de los metales pesados más reconocidos como provenientes de las emisiones de una refinería, como es el níquel.

Por lo tanto, este estudio estuvo enfocado a caracterizar la exposición de cuatro áreas, tres de ellas de grupos de personas consideradas expuestas y una considerada de referencia y aparentemente no expuesta a las emisiones de la refinería, situada a una distancia mayor a los 25 km.

En cada una de las áreas estudiadas se realizaron evaluaciones de salud que consistieron, en primer término, en la aplicación de un cuestionario para la obtención de información de síntomas y signos neurológicos, síntomas respiratorios, síntomas dermatológicos, aspectos generales de salud y otros posibles orígenes a dichos problemas, además de exámenes de metabolitos en la orina y análisis de aberraciones cromosómicas. En segundo término se realizó el muestreo ambiental para benceno, tolueno y xileno.

El presente trabajo fue realizado dentro del proyecto de investigación desarrollado por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador y la Corporación para el Desarrollo de la Producción y el Medio Ambiente Laboral - IFA. Los resultados que se presentan a continuación son propiedad del Ministerio de Salud Pública del Ecuador.

La importancia de este trabajo, se enmarca dentro de la relación del ambiente y la salud, y se suma al interés creciente alrededor del mundo, de conocer cómo la presencia de varias sustancias en el ambiente, causa impacto también en la salud. Y este desarrollo nace a partir de los estudios a varias sustancias presentes en los ambientes de trabajo, pero también en el ambiente en general y su presencia en zonas pobladas.

Los desastres de Minamata en Japón, de Bhopal en la India o de Seveso en Italia, han sido los puntos alerta en este sentido, llegando cada vez más a la detección temprana de las sustancias que afectan al ambiente y a la salud a través de métodos, técnicas y un desarrollo conceptual que permitan llevarlo a cabo.

Algunos ejemplos locales de éstos son los estudios realizados en poblaciones aledañas a plantaciones florícolas y su exposición a plaguicidas, así como en poblaciones en zonas de producción bananera.(22)

También es importante mencionar que los esfuerzos por regular las actividades petroleras no han estado ausentes y se han desarrollado en los últimos años, pero sin ser todavía lo suficientemente adecuada y en especial para los compuestos que se mencionan en el presente trabajo. (40,46,47,48,49,51).

2. ANTECEDENTES

Está por demás mencionar que el petróleo es fundamental para la economía ecuatoriana.(53,54) Sin embargo su impacto ambiental y efecto sobre la salud de los trabajadores y poblaciones vecinas, es motivo de interés y preocupación desde sus inicios. (2,5,20,55,56,71)

Tampoco el interés por la normativa ha estado ausente y ha sido motivo de una constante revisión, inclusive incorporando límites para los ambientes de trabajo(43).

En la provincia de Esmeraldas está ubicada la Refinería Estatal de Esmeraldas de PETROINDUSTRIAL, y que es en la actualidad la refinería de mayor capacidad instalada de las existentes en el Ecuador, con un procesamiento que alcanza los 110.000 barriles/día.(54)

La actividad petrolera, tanto en la etapa de explotación como en la de refinación, ha causado problemas ambientales y de salud, por esta razón, en la actualidad se buscan

tecnologías más limpias en algunos casos y en otros la adopción de sistemas de tratamiento para minimizar el impacto ambiental que éstas generan.

En el caso de las refinerías, el control de las emisiones a la atmósfera es fundamental dada la cantidad de humos, gases y polvo que se generan como parte del proceso y que deben ser tomadas en cuenta por la contaminación al aire que pueden generar. Estudios previos así lo confirman.(14,25,26,27)

La contaminación del aire es en sí misma de gran importancia y consideración porque puede alterar las condiciones normales en una determinada zona, y adquiere mucha mayor importancia si en las zonas afectadas, se encuentran áreas pobladas.

En estas zonas pobladas, y por causa de las emisiones de la refinería que son continuas, los pobladores se encuentran expuestos a emisiones y por lo tanto, pueden presentar efectos a su salud, lo cual hace que los monitoreos de aire se tornen fundamentales. En la refinería estudiada se encuentran importantes experiencias previas que sostienen que hay evidencias de presencia de solventes orgánicos y metales pesados. (3,4,28,29,59)

Entre los efectos a la salud que se pueden presentar por este motivo, se encuentran varios, como afectación a las vías respiratorias y genotoxicidad, pero para hablar de ellos es muy importante considerar las formas y tiempos de exposición a estos compuestos.

Las emisiones a la atmósfera que se generan como parte del proceso de refinación son varias, entre las que están las de monóxido y dióxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, material particulado, compuestos orgánicos volátiles, etc.

El presente estudio se centrará en el monitoreo de compuestos orgánicos volátiles como benceno, tolueno y xileno,(BTX) que por sus propiedades volátiles y su posible acción nociva para la salud tienen importancia prioritaria.

3. OBJETIVOS

3.1. Generales

Determinar la exposición ambiental de la población aledaña a una refinería de petróleo al benceno, tolueno y xileno(BTX) y algunos efectos sobre la salud de los pobladores de esas áreas, asociados a ella.

3.2. Específicos

- a. Establecer la población que se puede encontrar expuesta y definir la zona de estudio.
- b. Determinar la presencia en aire de benceno, tolueno y xileno en la zona de estudio.
- c. Identificar aspectos meteorológicos y atmosféricos que puedan tener influencia en la contaminación ambiental y en la exposición de las personas.
- d. Identificar síntomas a la salud que se pudieran presentar en los pobladores de las zonas de estudio, asociables con la presencia de BTX.
- e. Correlacionar los datos de monitoreo ambiental de BTX con la presencia de síntomas y signos clínicos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Aspectos Generales

Existen varios esfuerzos previos importantes a este trabajo y de forma puntual o parcial han dado elementos para avanzar en la comprensión de los problemas que es objeto de preocupación.(19,38,39,57,58).

Este trabajo se basa en el estudio de la relación de la exposición a factores de riesgo y sus efectos sobre la salud. Por lo tanto difiere de los Estudios de Impacto Ambiental y de las Evaluaciones Ambientales, en el sentido de que procura establecer la relación entre algunos riesgos y algunos efectos directamente relacionados a ellos. La comprensión de este marco es fundamental, ya que requiere de componentes y elementos no habitualmente considerados en otros tipos de abordajes de la realidad ambiental. Mas bien, este estudio se aproxima a lo que promueve la Epidemiología Ambiental, que propone diseñar los estudios en base a una caracterización adecuada de la exposición de las personas(7,42) y del impacto sobre la salud que las mismas pueden tener.(9,10).

La Epidemiología Ambiental estudia la producción y distribución de trastornos de la salud en relación a factores ambientales en poblaciones expuestas(7).

En esto se diferencia de otros estudios, como los estados clínicos que estudian individuos.(74)

Para ello se desarrolló un estudio sobre la exposición, se establecieron probables relaciones con los efectos y se analizaron factores que pueden confundir respecto a los efectos sobre la salud. También se tomaron en consideración otros factores que podrían modificar el efecto de las exposiciones sobre la salud. Este es el esquema básico seguido en este estudio, partiendo de reconocer que a pesar de que este trabajo es puntual y atraviesa un periodo determinado de tiempo, recoge consecuencias provenientes de otros momentos de la refinación petrolera de la zona.

Para una mejor comprensión se analizará cada componente de este estudio por separado, presentando una definición de los que se considera como exposición, lo que ayuda a diferenciarla del riesgo y estudiarla específicamente.

4.2 Exposición

A continuación se analizará cada componente de este estudio por separado, presentando una definición de los que se considera como exposición, lo que ayuda a diferenciarla del riesgo y estudiarla específicamente.

Figura No. 1.

Concepto de Exposición

RIESGO Peligro, amenaza	EXPOSICIÓN Es el proceso por el cual uno o varios riesgos individual o separadamente o de manera combinada entran en contacto, por una sola o diversas vías, con el organismo humano desencadenando mecanismos que pueden o no afectarlo de manera aguda, subaguda o crónica, a través de una concentración y durante un tiempo determinado, a falta o insuficiencia de una protección adecuada y específica y de acuerdo a la susceptibilidad del receptor.	EFFECTOS Agudos Sub-agudos Crónicos-degenerativos
-----------------------------------	--	---

Fuente: IFA.2005. Documento de trabajo.

Sobre la base de las definiciones dadas en la figura No. 1, ensayada con la finalidad de dar una especificación del momento del contacto del sujeto con el riesgo y para dar una base interpretativa a la información ambiental, y sin pretender que ella sea definitiva o cerrada, se quiere destacar la necesidad de desagregar el proceso que va desde la presencia de una posible amenaza para la salud hasta un probable efecto.

La exposición, en este marco, permitiría entender no sólo la conexión entre el riesgo y el efecto, sino convertirse en un eslabón que debe ser entendido como una fase que requiere una comprensión específica y métodos y técnicas particulares para identificarla, medirla y evaluarla. En términos simples, se comprende que la sola presencia de ruido no significa que se producirá indefectiblemente una sordera. Para que ello suceda deberán cumplirse una serie de requisitos tales como una determinada intensidad del ruido, un tiempo durante el cual esa intensidad

pueda mantenerse y la frecuencia con que ello suceda en relación al individuo expuesto. Además de la presencia de factores coadyuvantes al efecto nocivo del ruido como por ejemplo los solventes que facilitan el daño de la función auditiva, la inexistencia de medidas de protección e inclusive una susceptibilidad particular del individuo que está en contacto con el ruido.

Por lo tanto, resulta necesario caracterizar adecuadamente la exposición, porque de lo contrario existe el riesgo de atribuir a un factor lo que se debe a otro, lo que llevaría a una confusión, o de considerar inadecuadamente el riesgo potencial que existe para los individuos expuestos, ya que puede sobreestimarse o subestimarse dicho riesgo, lo que llevaría a un error que modificaría la comprensión y acción sobre los posibles efectos.

En cuanto a las exposiciones ambientales, éstas difieren fundamentalmente de las exposiciones ocupacionales porque se producen permanentemente, no sólo durante las 8 horas de trabajo, sino que al mismo tiempo generalmente se dan a niveles inferiores a los que se encuentran en el medio ambiente laboral(64,72). Esto tiene varias consecuencias, de las cuales se pueden extraer dos principales:

1. Se requieren métodos y técnicas más sensibles para identificar, medir y evaluar las exposiciones, porque los niveles a detectarse son más bajos.
2. Es necesario disponer de información a la vez sensible y específica para lo cual se requiere de indicadores probados como expresiones válidas del contacto con un contaminante.

Es por ello, que el esfuerzo se ha centrado en buscar los métodos y técnicas, descritas en la Metodología aplicada, e incluir como criterio de exposición la presencia de metabolitos de algunos contaminantes, ya que estos últimos permiten disponer de información de cuánto de lo que existe en el ambiente y que ha sido medido mediante las técnicas señaladas, ingresa al organismo de las personas expuestas. (15,60,66)

Este es otro avance significativo en la búsqueda de comprender la forma e intensidad en que un determinado riesgo puede producir un determinado efecto.

Adicionalmente, se busca conocer la presencia de níquel como expresión del contacto con metales pesados.(15,60)

Para contar con indicadores ambientales, se propone utilizar datos de Compuestos Orgánicos Volátiles como benceno, tolueno y xileno en aire, los cuáles están sólidamente respaldados en la literatura internacional. (36,62,63,66)

4.3 Factores de confusión

Con respecto a los factores de confusión, se puede decir que el más frecuentemente considerado es el del tráfico urbano, sin embargo las áreas estudiadas no tienen un tráfico urbano intenso y no pertenecen a la zona central de Esmeraldas, que realmente tiene concentraciones importantes de emisiones vehiculares.

Otras fuentes de emisión como Contrachapados de Esmeraldas S.A. (CODESA) y la Central Termoeléctrica TERMOESMERALDAS, se encuentran distantes de las áreas estudiadas y aunque no podría descartarse totalmente su influencia, debería ser menor a la que es originada directamente por la refinería.

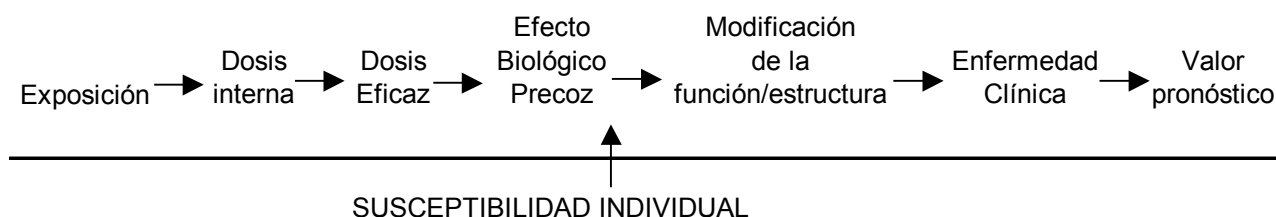
Respecto a los modificadores de efecto, se asocia la presencia de níquel con factores de la alimentación y con la presencia de níquel en agua. Otros posibles modificadores de efecto tienen relación con la distancia de la fuente de riesgo, el tipo de vivienda, el tiempo de exposición cotidiano, y con mecanismos de protección utilizados. En la Figura No. 2 se presenta el proceso de desarrollo de un efecto, mientras que en la Figura No. 3 se presenta las variables que son parte del estudio y los indicadores a tomarse en cuenta.

4.4 Efectos

En relación a los efectos, la Figura No. 2 se presenta para aclarar la secuencia que va de la exposición a un efecto sobre la salud y las distintas fases biológicas que atraviesan antes de convertirse en una enfermedad definitiva.

Figura No. 2.

Efectos



**COMPONENTES DE UN MARCADOR BIOLÓGICO EN LA PROGRESIÓN
SECUENCIAL DE LA EXPOSICIÓN A LA ENFERMEDAD**

Fuente: Harari, R. et al., 2004.

Tradicionalmente se han considerado como efectos ambientales a las enfermedades o síndromes completos o identificables a través de cuadros claramente definidos. Sin embargo, la recopilación de información que inclusive se guía por parámetros estandarizados a nivel internacional como la CIE-IX o CIE-X (Clasificación Internacional de Enfermedades) comenzó a mostrar la presencia de los llamados síntomas y signos y estados morbosos mal definidos.

Esto condujo a la preocupación de los especialistas de salud pública, ya que un número importante de trastornos de la salud permanecían en la imposibilidad de ser clasificados bajo parámetros comunes y técnicamente establecidos.

Paralelamente, en el avance hacia la comprensión de los problemas ambientales se produjo un significativo avance en la capacidad metodológica y técnica para identificar los problemas de salud vinculados al trabajo. En la medicina del trabajo, debido a que las enfermedades profesionales resultaban un momento tardío para recuperar la enfermedad del trabajador y reducían las opciones de solución de los problemas de salud a la rehabilitación o la indemnización, la preocupación fue creciendo en la búsqueda de indicadores tempranos de modificaciones de la salud.(16,22,24,68)

Esto hizo que el interés por el conocimiento de los trastornos de la salud en el trabajo se desplazara progresivamente hacia el estudio de los efectos prematuros sobre la salud para estar en condiciones de intervenir antes de que ellos se hagan definitivos y, sucesivamente, se fue avanzando hacia la preocupación

esencialmente dirigida a identificar, medir y evaluar las exposiciones a los llamados riesgos del trabajo.

Este proceso, aunque ha llevado algunas décadas, ha sido históricamente corto y fructífero, ya que ha provisto de métodos y técnicas muy sensibles y a la vez específicos para identificar, medir y evaluar los contaminantes en particular en los lugares de trabajo.

Esto fue de gran importancia y trascendencia porque al ser los lugares de trabajo ámbitos delimitados posibles de ser estudiados de manera minuciosa y en tiempos razonables, generó valiosa información y facilitó de alguna manera la obtención de resultados relevantes, consistentes, válidos y reproducibles.

El avance no se detuvo a ese nivel y de allí parte la importancia que tienen para los estudios ambientales este desarrollo. En efecto, éste fue el primer paso para comenzar a desarrollar el estudio de los impactos ambientales sobre la salud de las personas. Es así que la mayor parte de los contaminantes químicos, físicos y biológicos fueron progresivamente abordados siguiendo los avances logrados con los estudios de los ambientes de trabajo, y la experiencia práctica desarrollada a nivel internacional ha confirmado y ampliado la validez de estos métodos y técnicas.

Por esa razón, actualmente las preocupaciones no sólo ni exclusivamente están centradas en la búsqueda de enfermedades consumadas, sino que fundamentalmente, con una finalidad preventiva o de precaución, se enfocan hacia la identificación, medición y evaluación de las mínimas concentraciones de contaminantes ambientales posibles y de los primeros síntomas y signos que preanuncian posibles evoluciones hacia enfermedades o síndromes diagnosticables por medios clínicos.

Anticipándose a este momento de la enfermedad, es posible utilizar indicadores de efectos de efectos precoces y subclínicos que posibiliten asociarlos con determinadas exposiciones simultáneamente o prospectiva o retrospectivamente identificadas, medidas o evaluadas.

Por lo tanto, al hablar de efectos sobre la salud, no debe esperarse ni atenerse a definiciones clínicas o clásicas, por más estandarizadas y reconocidas a nivel internacional que ellas sean, sino que a fin de colaborar para enriquecer esas clasificaciones o adaptarlas a las nuevas condiciones ambientales y sanitarias existentes es necesario acompañar esta última fase de gran impulso de las ciencias ambientales y de la salud interviniendo en problemas que, aunque todavía no se reconocen por un desenlace masivo y por un diagnóstico específico, pero que sin embargo muestran indicios que están anticipando consecuencias nocivas para poblaciones expuestas a contaminantes.

En este trabajo, la intención es apoyarse en esta última etapa de desarrollo del conocimiento, y por tanto se consideran como efectos sobre la salud, la información proveniente de la percepción de la salud-enfermedad de las personas y se asocian con exposiciones identificadas, medidas y evaluadas en su ambiente de vida y con ciertos indicadores provenientes de exámenes con los estudios de Aberraciones Cromosómicas.

En cuanto a los efectos sobre la salud, los indicadores a utilizarse se refieren a trastornos neurológicos y respiratorios que se relacionan con la exposición a las sustancias estudiadas ambientalmente. De la misma forma se investiga sobre aspectos dermatológicos.

En cuanto a la utilización de indicadores de probables efectos crónicos se utilizaron las llamadas Aberraciones Cromosómicas (AC), que dan razón sobre el impacto de factores ambientales sobre el material genético nuclear. (13,8,33,37, 31, 61, 73).

4.5 Aberraciones Cromosómicas(AC)

A continuación se presentan cada una de las Aberraciones Cromosómicas a estudiarse y su significado. Figura No. 3.

Gap cromatídico (gct).- es una región no coloreada o una lesión de una cromátide simple en la cual hay una mínima desviación en la línea de la cromátide.(33)

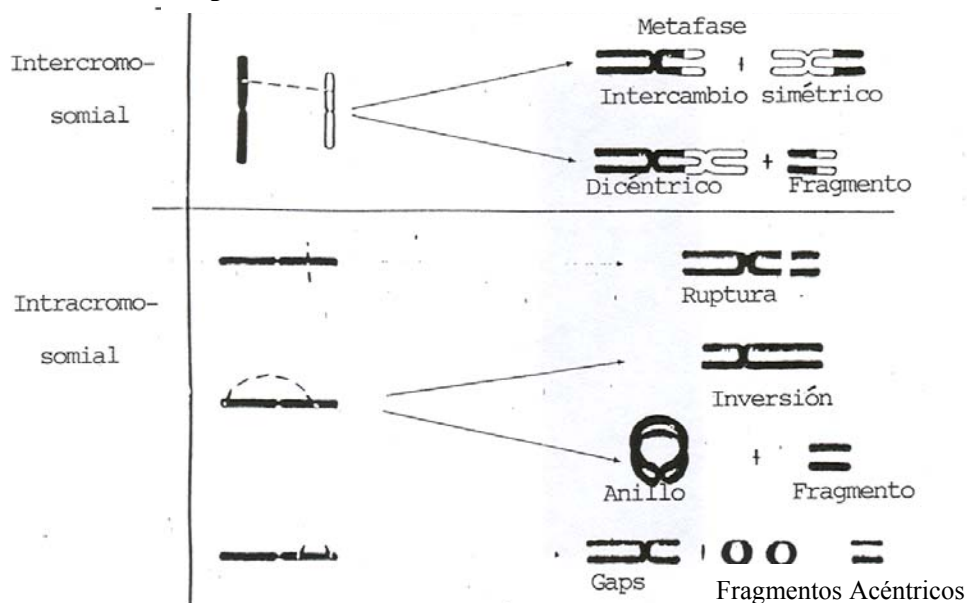
Gap cromosómico (gcs).- Es una región no coloreada o una lesión cromática, en el mismo locus de las dos cromátides de un cromosoma simple. El término gap cromosómico es sinónimo de gap isolocus y gap isocromatídico. (33)

Ruptura cromatídica (bct).- es una discontinuidad de una cromátide simple, en la cual hay una clara desviación en el alineamiento de la cromátide. (33)

Fragmento cromosómico acéntrico (ace).- son fragmentos cromosómicos alineados en forma paralela en los cuales no hay centrómero. (33)

Poliploidía (pp).- es consecuencia de la endoreduplicación, en donde el número cromosómico es múltiplo del número haploide. (33)

Figura No. 3.
Tipos de Aberraciones Cromosómicas



Fuente: Conner, M and Wald, N. Chromosomal Methods in
Population Studies. Environmental Health Perspectives.
Vol. 42, pp 107-113, 1981

Traducción: Homero Harari

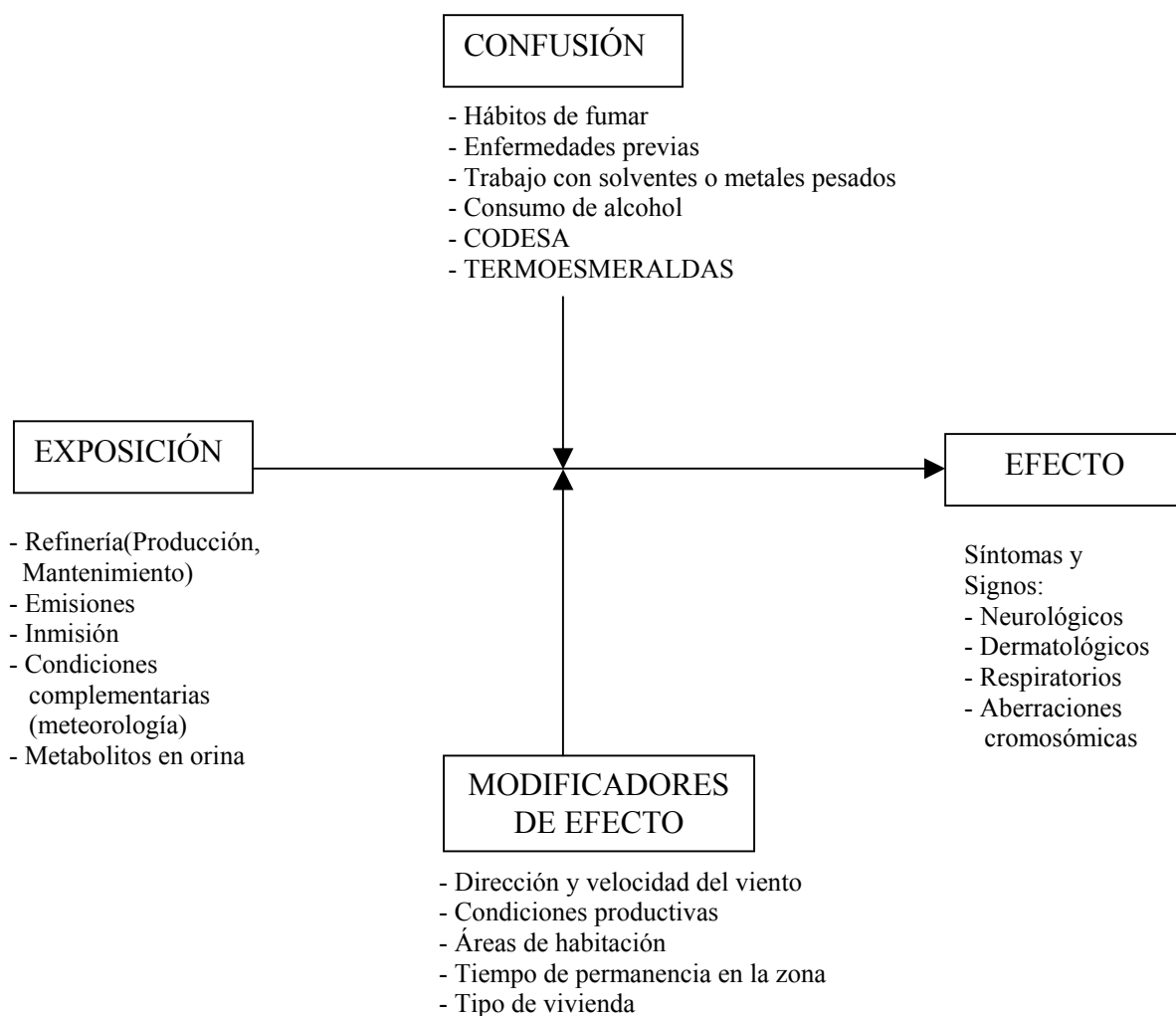
4.6. Hipótesis

Para el planteamiento de la hipótesis del presente trabajo, se realizó una revisión de los trabajos previos existentes, así como la factibilidad de poder llevar a cabo los muestreos y los análisis de las muestras para los parámetros, debido a la inexistencia en el país de los métodos y equipos, considerando además que los resultados deben ser confiables para la determinación de las conclusiones.

A partir de esos criterios principalmente, pero de los cuáles se desprenden varios que han sido considerados oportunamente, se desarrolla la siguiente hipótesis de trabajo, en la cual el soporte bibliográfico cumple un papel fundamental.

“ Dada la presencia de compuestos como benceno, tolueno y xileno como producto de las actividades de refinación de petróleo, es posible encontrar la presencia de estos mismos compuestos en las zonas aledañas a la refinería. Al existir exposición ambiental a estos compuestos vía atmósfera de la población aledaña, es posible la aparición de efectos sobre la salud”

Figura No. 4.
Cuadro de Asociación de Variables

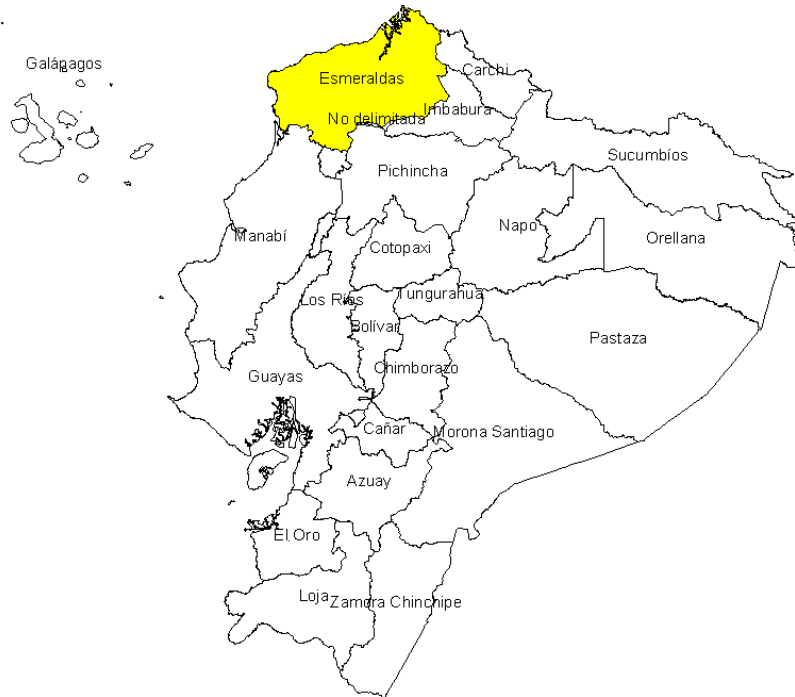


4.7 Descripción de la Población

Esmeraldas es una provincia de la Costa ecuatoriana que limita al norte con Colombia, al Sur y ESE con Carchi Imbabura y Pichincha y al sur con Manabí.

Figura No. 5.

Ubicación de la Provincia de Esmeraldas en el Ecuador.

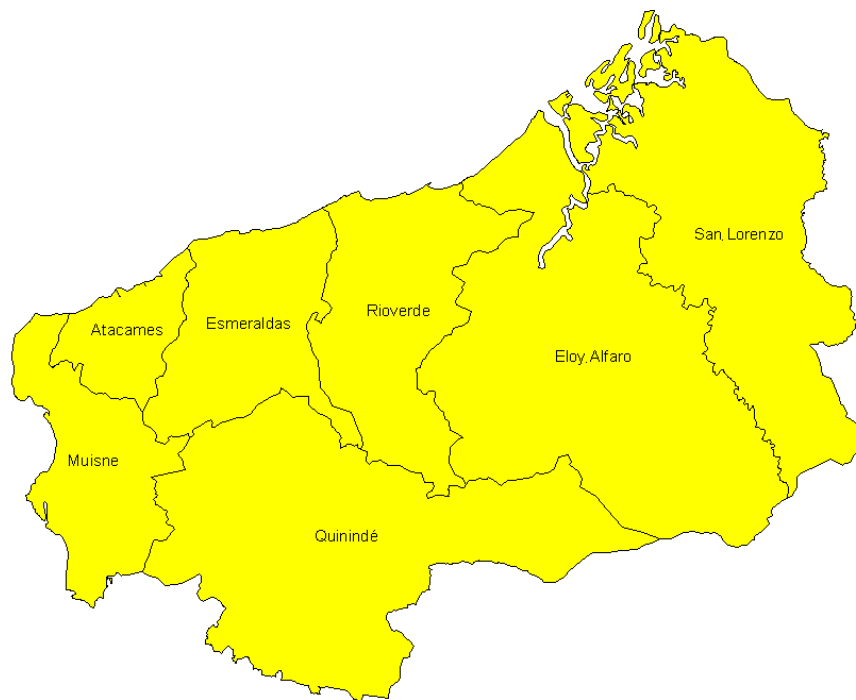


Fuente: SHISE. v. 3.5, 2003.

Su historia, desde sus orígenes influenciada por una población negra dominante y vinculada a la producción pesquera y bananera, poco a poco se fue modificando en población y económicamente por la presencia, a partir de 1978, del funcionamiento de la Refinería Estatal de Esmeraldas.

Figura No. 6.

Cantones de la Provincia de Esmeraldas.



Fuente: SHISE. v. 3.5, 2003.

La situación general de Esmeraldas refleja una población joven, con una pirámide poblacional de base amplia. Las tasas de natalidad, global de fecundidad, y bruta de reproducción, han seguido la tendencia nacional decreciente, aunque a un ritmo menor que la media nacional. La tasa de mortalidad ha bajado y ha aumentado la esperanza de vida al nacer por lo que si bien la tasa de crecimiento no ha cedido de manera brusca, la pirámide poblacional ha estrechado algo su base y ha aumentado en su vértice. Este proceso que se ha dado entre 1950 y 1995 ha ido atenuándose en los últimos años, en particular mediatizado por un proceso de urbanización importante que incluye la mayor parte de la población de la provincia, mayor que la de las áreas rurales.

Cuadro No. 1

Indicadores Sociales de la Provincia de Esmeraldas y Cantones Esmeraldas y Atacames. 2003.

Indicador Sector	Medida	Provincia Esmeraldas	Cantón Esmeraldas	Cantón Atacames
POBLACIÓN				
Población (habitantes)	Número	385223	157792	30267
Población - hombres	Número	197150	77350	15936
Población - mujeres	Número	188073	80442	14331
Estimación de la población negra rural	% (población rural)	53	71,3	15,7
Estimación de la población indígena rural	% (población rural)	1,3	0	0
Población - 0 a 5 años	Número	56709	19568	4565
Población - 6 a 11 años	Número	59676	22508	4546
Población - 12 a 17 años	Número	54785	22689	4096
Población - 18 a 24 años	Número	49378	20789	4105
Población - 65 años y más	Número	24390	11129	1920
Índice de feminidad	Mujeres por 100 hombres	95,4	104	89,9
Densidad demográfica	Número / km ²	24,1		
Tasa de matrimonio	Tasa por 10000 habitantes	33,3		
Tasa de divorcio	Tasa por 10000 habitantes	4,9		

Fuente: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador -SIISE v. 3.5, 1997-2003.

Cuadro No. 2

Indicadores Sociales de la Provincia de Esmeraldas y Cantones Esmeraldas y Atacames.2003.

Indicador Sector	Medida	Provincia Esmeraldas	Cantón Esmeraldas	Cantón Atacames
EDUCACIÓN				
Analfabetismo	% (15 años y más)	11,6	7	10,8
Analfabetismo - hombres	% (15 años y más)	11,3	6,8	10,2
Analfabetismo - mujeres	% (15 años y más)	12	7,2	11,4
Analfabetismo funcional	% (15 años y más)	29,4	19,8	31,4
Analfabetismo funcional - hombres	% (15 años y más)	30	20,5	31,7
Analfabetismo funcional - mujeres	% (15 años y más)	28,7	19,2	31
Escolaridad	Años de estudio	6,2	8	5,5
Escolaridad - hombres	Años de estudio	6	7,8	5,4
Escolaridad - mujeres	Años de estudio	6,4	8,2	5,5
Primaria completa	% (12 años y más)	56,4	71,3	51,5
Primaria completa - hombres	% (12 años y más)	54,3	69,7	50
Primaria completa - mujeres	% (12 años y más)	58,6	72,8	53,1
Secundaria completa	% (18 años y más)	17,9	28,5	12,1
Secundaria completa - hombres	% (18 años y más)	16,2	26	11,6
Secundaria completa - mujeres	% (18 años y más)	19,7	30,9	12,6
Instrucción superior	% (24 años y más)	14,7	24	9,3
Instrucción superior - hombres	% (24 años y más)	13,3	22	9,1
Instrucción superior - mujeres	% (24 años y más)	16,3	26	9,5
Índice multivariado de educación (IME)	Índice (sobre 100)	55	71,1	48,9
Índice multivariado de diferencias de género en educación	Índice (sobre 100)	39,1	36,2	41,7

Fuente: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador -SIISE v. 3.5, 1997-2003.

Cuadro No. 3

Indicadores Sociales de la Provincia de Esmeraldas y Cantones Esmeraldas y Atacames. 2003.

Indicador		Medida	Provincia Esmeraldas	Cantón Esmeraldas	Cantón Atacames
Sector					
EDUCACIÓN					
	Tasa neta de asistencia básica	% (5 a 14 años)	80,2	88,3	78,9
	Tasa neta de asistencia básica - hombres	% (5 a 14 años)	78,7	87,5	77,3
	Tasa neta de asistencia básica - mujeres	% (5 a 14 años)	81,7	89,1	80,6
	Tasa neta de asistencia primaria	% (6 a 11 años)	83	90,4	82,8
	Tasa neta de asistencia primaria - hombres	% (6 a 11 años)	81,8	89,7	81,7
	Tasa neta de asistencia primaria - mujeres	% (6 a 11 años)	84,3	91,1	83,9
	Tasa neta de asistencia secundaria	% (12 a 17 años)	36	51,9	29,8
	Tasa neta de asistencia secundaria - hombres	% (12 a 17 años)	32,8	49,3	27,1
	Tasa neta de asistencia secundaria - mujeres	% (12 a 17 años)	39,5	54,4	32,8
	Tasa neta de asistencia superior	% (18 a 24 años)	4,5	8,7	1,9
	Tasa neta de asistencia superior - hombres	% (18 a 24 años)	3,1	6,2	0,8
	Tasa neta de asistencia superior - mujeres	% (18 a 24 años)	6	10,8	3
	Tasa de asistencia - 5 a 14 años	Porcentaje	80,4	88,6	79,2
	Tasa de asistencia - 5 a 14 años - hombres	Porcentaje	79	87,8	77,6
	Tasa de asistencia - 5 a 14 años - mujeres	Porcentaje	81,9	89,4	80,9
	Tasa de asistencia - 6 a 11 años	Porcentaje	83,1	90,6	82,8
	Tasa de asistencia - 6 a 11 años - hombres	Porcentaje	81,9	89,8	81,7
	Tasa de asistencia - 6 a 11 años - mujeres	Porcentaje	84,4	91,4	83,9
	Tasa de asistencia - 12 a 17 años	Porcentaje	69,4	79,6	64,5
	Tasa de asistencia - 12 a 17 años - hombres	Porcentaje	67,5	78,3	62,6
	Tasa de asistencia - 12 a 17 años - mujeres	Porcentaje	71,4	80,8	66,6
	Tasa de asistencia - 18 a 24 años	Porcentaje	24,1	32,5	17,7
	Tasa de asistencia - 18 a 24 años - hombres	Porcentaje	21,5	28,6	15,9
	Tasa de asistencia - 18 a 24 años - mujeres	Porcentaje	26,7	36	19,5

Fuente: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador -SIISE v. 3.5, 1997-2003.

Cuadro No. 4

Indicadores Sociales de la Provincia de Esmeraldas y Cantones Esmeraldas y Atacames. 2003.

Sector	Indicador	Medida	Provincia Esmeraldas
SALUD			
	SIDA	Tasa por 100.000 hab.	24
	Dengue	Tasa por 100.000 hab.	171
	Paludismo	Tasa por 100.000 hab.	23795
	Cólera	Tasa por 100.000 hab.	0
	Difteria	Tasa por 100.000 hab.	0
	Rabia humana	Tasa por 100.000 hab.	0
	Sarampión	Tasa por 100.000 hab.	0
	Tuberculosis confirmados	Tasa por 100.000 hab.	247
	Tuberculosis no confirmados	Tasa por 100.000 hab.	121
	Niños/as inmunizados con BCG	% (menores 1 año)	100
	Niños/as inmunizados contra la Poliomielitis	% (menores 1 año)	42,5
	Niños/as inmunizados con DPT	% (menores 1 año)	45,9
	Niños/as inmunizados contra el Sarampión	% (menores 1 año)	40
	Cobertura de inmunización infantil	% (menores 1 año)	57,1

Fuente: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador -SIISE v. 3.5, 1997-2003.

Cuadro No. 5

Indicadores Sociales de la Provincia de Esmeraldas y Cantones Esmeraldas y Atacames. 2003.

Sector \ Indicador	Medida	Provincia Esmeraldas	Cantón Esmeraldas	Cantón Atacames
EMPLEO				
Población en edad de trabajar (PET)	Número	268838	115716	21156
Población económicamente activa (PEA)	Número	127914	53458	10278
Tasa bruta de participación laboral	% (población total)	33,2	33,9	34
Tasa global de participación laboral	% (población total)	47,6	46,2	48,6

Fuente: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador -SIISE v. 3.5, 1997-2003.

Cuadro No. 6

Indicadores Sociales de la Provincia de Esmeraldas y Cantones Esmeraldas y Atacames. 2003.

Sector \ Indicador	Medida	Provincia Esmeraldas	Cantón Esmeraldas	Cantón Atacames
VIVIENDA				
Viviendas	Número	84249	35968	6753
Hogares	Número	84534	36057	6810
Casas, villas o departamentos	% (viviendas)	80,3	81,8	78,9
Piso de entablado, parquet, baldosa, vinil, ladrillo	% (viviendas)	82,5	85,2	81,7
Sistemas de eliminación de excretas	% (viviendas)	71,6	87,5	74,9
Servicio eléctrico	% (viviendas)	75,6	90,3	83,2
Servicio telefónico	% (viviendas)	22,3	36,0	13,3
Servicio de recolección de basura	% (viviendas)	50,6	78,4	57,5
Déficit de servicios residenciales básicos	% (viviendas)	78,6	59,5	91,1
Vivienda propia	% (hogares)	71,1	67,6	64,2
Personas por dormitorio	Número	2,9	2,7	3,10
Hacinamiento	% (hogares)	31,3	25,6	35,8
Servicio higiénico exclusivo	% (hogares)	56,6	69,8	55,8
Ducha exclusiva	% (hogares)	43,0	59,8	46,6
Cuarto de cocina	% (hogares)	77,3	78,0	73,8
Uso de gas o electricidad para cocinar	% (hogares)	83,8	91,3	87,0
Uso de gas para cocinar	% (hogares)	82,4	90,9	86,4
Uso de leña o carbón para cocinar	% (hogares)	15,3	6,80	10,6
Índice multivariado de infraestructura básica	Índice (sobre 100)	31,0	43,1	32,3

Fuente: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador -SIISE v. 3.5, 1997-2003.

Cuadro No. 7

Indicadores Sociales de la Provincia de Esmeraldas y Cantones Esmeraldas y Atacames. 2003.

Sector	Indicador	Medida	Provincia Esmeraldas	Cantón Esmeraldas	Cantón Atacames
DESIGUALDAD Y POBREZA					
Pobreza por NBI		% (población total)	76,0	58,2	78,2
Pobreza extrema por NBI		% (población total)	42,4	28,5	44,5
Personas que habitan viviendas con características físicas inadecuadas		% (población total)	17,7	14,7	19
Personas que habitan viviendas con servicios inadecuados		% (población total)	65,4	42,4	64,6
Personas que habitan viviendas con alta dependencia económica		% (población total)	9,2	5,8	9,5
Personas en hogares con niños que no asisten a la escuela		% (población total)	14,3	8,0	14,2
Personas en hogares con hacinamiento crítico		% (población total)	35,3	29,2	40,2
Incidencia de la pobreza de consumo		% (población total)	69,2	51,5	77,9
Incidencia de la extrema pobreza de consumo		% (población total)	24,7	14,1	29,4
Brecha de la pobreza de consumo		% (línea de pobreza)	27,8	18,3	32,0
Brecha de la extrema pobreza de consumo		% (línea de extrema pobreza)	7,0	3,6	8,9
Índice de desarrollo humano		Índice (base 100)	65,0		
Índice de pobreza humana		Índice (base 100)	24,3		

Fuente: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador -SIISE v. 3.5, 1997-2003.

La Provincia de Esmeraldas cuenta además con una infraestructura de salud importante, aunque insuficiente para tener una cobertura adecuada y sobretodo de alta concentración urbana. Las coberturas de vacunación son elevadas pero menores a las de otras provincias de la Costa y del país.

Esta descripción apunta a ubicar algunos rasgos distintivos de la Provincia de Esmeraldas en relación al país y de las Ciudades de Esmeraldas y Tonchigue, los cuales permiten disponer de elementos de contexto que serán de utilidad en dos sentidos: por un lado en enmarcar los hallazgos de nuestros trabajo y por otro actualizar a través de información reciente posibles cambios que se pueden haber registrado en los últimos años.

En este sentido podemos decir que, a pesar de que Esmeraldas no es una de las provincias mas deprimidas del Ecuador tiene problemas socio-económicos generalizados, déficit en su estructura sanitaria y condicionantes de enfermedades producidas fundamentalmente por la pobreza de sus habitantes, como son sus

representaciones en infecto-contagiosas y parasitarias. Las enfermedades transmisibles, a más de representar condiciones ambientales propias que permiten la presencia de todo tipo de enfermedades tropicales, evidencian también el limitado impacto de los programas destinados a controlarlas. La información sobre los indicadores de está contenida en los Cuadros No. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

De acuerdo al cuadro No. 6 y luego de haber realizado el trabajo de campo, se puede ver que en las áreas estudiadas, el Área 1, Área 3 y Área 4, tienen características similares al ser de caña guadua y techo de zinc. Mientras que la zona Área 2, tiene una estructura mixta con paredes de caña guadua y concreto, techo de cemento y en pocos casos de zinc. Ver Fotografías. Anexo No. 3.

4.8 Meteorología de la Zona

“ Como referencia para las condiciones meteorológicas se tomaron datos históricos registrados por la Estación Esmeraldas Tachina, donde se indica que la velocidad promedio del viento en la zona es de 2.4 m/s, Existen variaciones en la velocidad del viento, entre 1 m/s en las primeras horas del día y 3.3 m/s a partir de las 13h00. Para los meses de octubre, noviembre y diciembre, históricamente la dirección del viento es SE y NE¹ “

La recopilación de información meteorológica no fue suficiente y solamente se tuvo acceso a datos parciales proporcionados por el INAMHI de la estación Tachina. Esta estación se encuentra a más de 30km de la refinería por lo que los datos no pueden ser directamente vinculados a los datos de concentraciones obtenidos.

¹ Tomado de la Auditoria Ambiental Integral de la Refinería Estatal Esmeraldas-REE, ECUAMBIENTE S.A., 2001.

5. METODOLOGÍA

5. 1 Diseño del Estudio

El presente estudio de tipo transversal fue diseñado a partir de criterios de Epidemiología Ambiental y considerando trabajos previos realizados en la ciudad de Esmeraldas y en la Refinería Estatal de Esmeraldas tanto en el ambiente de trabajo como en el ambiente en general.(25,26,27)

El estudio fue concebido para que tanto las mediciones ambientales como las de salud de las personas que viven en las zonas identificadas como expuestas sean realizadas al mismo tiempo.

Desde el punto de vista del diseño muestral, este no es un diseño aleatorio, es un diseño dirigido tendiente a ubicar 4 diferentes lugares, en los cuales la distancia de la Refinería constituye uno de los parámetros claves para ver la posibilidad de que las personas y los habitantes de la ciudad entren o no en contacto con BTX o metales pesados como el níquel. Es así que, como primer paso se procedió a identificar tres áreas consideradas como expuestas y un área no expuesta(área de referencia).

De tal manera que desde el punto de vista muestral, al ser un muestreo dirigido no se puede considerar que esto sea representativo de toda la ciudad, solo es una estimación de la exposición que sucede en un área específica como la que se ha hecho, en un momento determinado.

Se determinó que las mediciones ambientales en las áreas de estudio sean realizadas en aire para benceno, tolueno y xileno, dado que es conocido el efecto a la salud que producen y además porque se conoce su presencia en la fuente en relación con el uso de compuestos aromáticos en reemplazo del TEL(tetraetilo de plomo) en las gasolinas. A pesar de que hasta marzo de 2005, no se han reportado resultados sobre análisis de compuestos orgánicos volátiles en forma total, ni para BTX específicamente, a las autoridades de control según la información a la que se tuvo acceso y es reportada en la Dirección Nacional de Protección Ambiental del Ministerio de Energía y Minas del Ecuador. También

se realizaron mediciones de dióxido de azufre(SO₂), sulfuro de hidrógeno (S₂H), ozono(O₃) y dióxidos de nitrógeno(NO₂) en las zonas.

Para el muestreo de aire se utilizaron diferentes técnicas que se explican más adelante.

Se aplicaron algunos criterios de inclusión de personas en el estudio, entre ellos igual número de hombres y mujeres, de una población de entre 20 y 30 años de edad, para poder circunscribir los efectos y evitar que otras variables biológicas modifiquen los efectos. Por ejemplo una persona de más 60 años seguramente podría tener más posibilidades de tener trastornos neurológicos debido a influencias de la edad y factores propios del envejecimiento, por esta razón su circunscribió el estudio a un estrato poblacional específico.

Las encuestas fueron aplicadas a todas las personas a las cuales se les tomó la muestra de sangre y de orina de la zona expuesta.

Adicionalmente, el criterio de inclusión se limitó a no haber consumido medicamentos o haberse tomado radiografías en los últimos días, y a residir en la zona al menos seis meses en forma consecutiva.

5. 2 Área de Estudio

Las áreas de estudio para la realización del presente trabajo, fueron seleccionadas luego de una visita previa a varias zonas de la ciudad y de conversar con los pobladores y técnicos e informantes claves, para establecer las unidades de estudio (barrios). Las visitas se realizaron con la participación de pobladores de Esmeraldas que colaboraron en la identificación inicial de las zonas, antes de la decisión final de escogerlas. La percepción del estado ambiental por parte de los pobladores fue fundamental para la selección de las zonas, conjuntamente con su proximidad con la Refinería de Esmeraldas.

Los criterios que se tomaron en consideración para la selección del área de estudio fueron los siguientes:

- percepción de los pobladores de dicha zona
- distancia de la fuente(Ver cuadro No. 8)
- Estudios previos
- Datos de técnicos de la refinería y monitoreos
- Información provista por profesionales que habitan en Esmeraldas

En base a esta información se eligieron las tres áreas considerando la distancia de la refinería ya que no se pretendió solamente tener zonas aledañas, sino que abarquen una zona de influencia de la refinería a diferente distancia para ver si eso influye en la exposición y los efectos.

El área de control se eligió fundamentalmente en base a la distancia ya que la bibliografía menciona que el área de influencia de una refinería puede extenderse como máximo en 25 km, por lo que se tomó en cuenta Tonchigue que se encuentra a mas de 30 kilómetros de la refinería.

Cuadro No. 8.

Distancia de las áreas estudiadas con respecto a la refinería(fuente)

Área	Distancia (m)
Área 1	1190
Área 2	6590
Área 3	600
Área 4	31300

Fuente: SIG, Harari H., Ojeda J.L.

Cuadro No. 9.

Georreferenciación de las áreas estudiadas.

Punto	Coordenadas Geográficas*	Altura (m)
Área 1	N 00°56'03.3'' W079°40'31.2''	25
Área 2	N 00°59'09.0'' W079°39'50.4''	65
	N 00°59'09.3'' W079°39'53.4''	77
	N 00°59'07.8'' W079°39'50.7''	69
	N 00°59'01.1'' W079°39'51.2''	79
Area 3	N 00°55'23.9'' W079°41'22.7''	3
Area 4	N 00°49'39.8'' W079°56'43.1''	15
	N 00°49'34.4'' W079°56'48.9''	3
	N 00°49'35.7'' W079°56'54.5''	8
	N 00°49'27.0'' W079°56'44.8''	6

* Datos tomados en campo con GPS.

Las áreas y puntos de muestreo pueden ser apreciadas en el Mapa No. 1., Anexo N° 1.

5.3 METODOS Y TECNICAS.-

A continuación se describen las técnicas utilizadas para estudiar cada uno de los factores ambientales y de salud que forman parte de este estudio. (1, 11,30,35,45,69,67)

5.3.1. Muestreo en aire

El objetivo del muestreo del aire fue el de conocer las concentraciones de BTX en cada una de las zonas determinadas. (17,34,53)

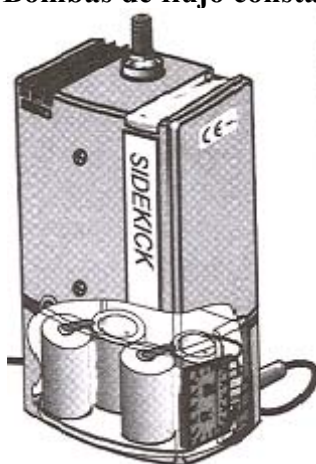
Para ello se utilizaron muestreadores activos con tubos de carbón activado y con tubos colorimétricos dräger, muestreadores pasivos de tipo colorimétricos, y muestreador pasivo con cápsulas adsorbentes.

5.3.1.1 Muestreo activo

El muestreo activo se realizó con el siguiente equipo:

- Bombas de flujo constante. (Figura No. 7)
- Tubos de carbón activado. (Figura No. 8)
- Mangueras y aditamentos.

Figura No. 7
Bombas de flujo constante



Tomado de Guida dettagliata al campionamento dell'aria: il campionamento personale.

Figura No. 8.
Tubos de carbón activado.

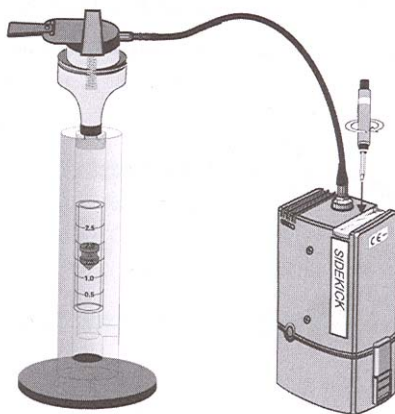


Tomado de Guida dettagliata al campionamento dell'aria: il campionamento personale.

Procedimiento

1) Se realiza la preparación de las bombas, tanto en su nivel de carga como en su calibración, que de acuerdo a recomendaciones y experiencias previas en la zona fueron fijadas en 0.5 litros/min y el tiempo de muestreo en de 2 horas.

Figura No. 9.
Calibración de la bomba



Tomado de Guida dettagliata al campionamento dell'aria: il campionamento personale.

- 2) Luego se coloca el tubo de carbón activado en la manguera de la bomba.
- 3) Posteriormente se procede a realizar las mediciones correspondientes en los sitios establecidos. Las bombas de flujo constante deben ser calibradas. El

tiempo de muestreo es de 2 horas en cada sitio. En la medición se toman los valores de los contadores de las bombas al inicio y al final, se marca el número de bomba y calibración, esto sirve para chequear el correcto funcionamiento de las bombas.

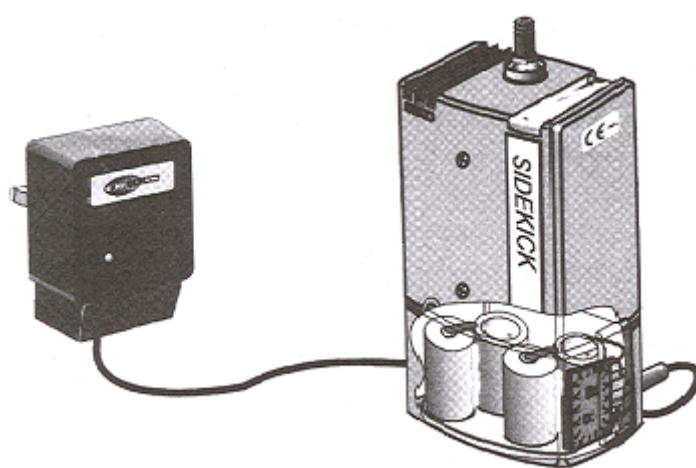
4) El volumen de aire se obtiene de acuerdo a la calibración de las bombas.

Mantenimiento del Equipo

Se debe confirmar que las baterías ($V = 3.75\text{ V}$) de las bombas se encuentren en perfecto estado, para lo cual es necesario tener un Voltímetro con el cual se realiza un chequeo permanente.

Antes de realizar las calibraciones de las bombas, se debe cargar las baterías: 16 horas (carga rápida) ó 64 horas (carga lenta).

Figura No. 10.
Recarga de la bomba



Tomado de Guida dettagliata al campionamento dell'aria: il campionamento personale.

Se deben chequear las mangueras para saber si no existen fugas de aire. Si están en mal estado (viejas) es preferible colocar mangueras nuevas.

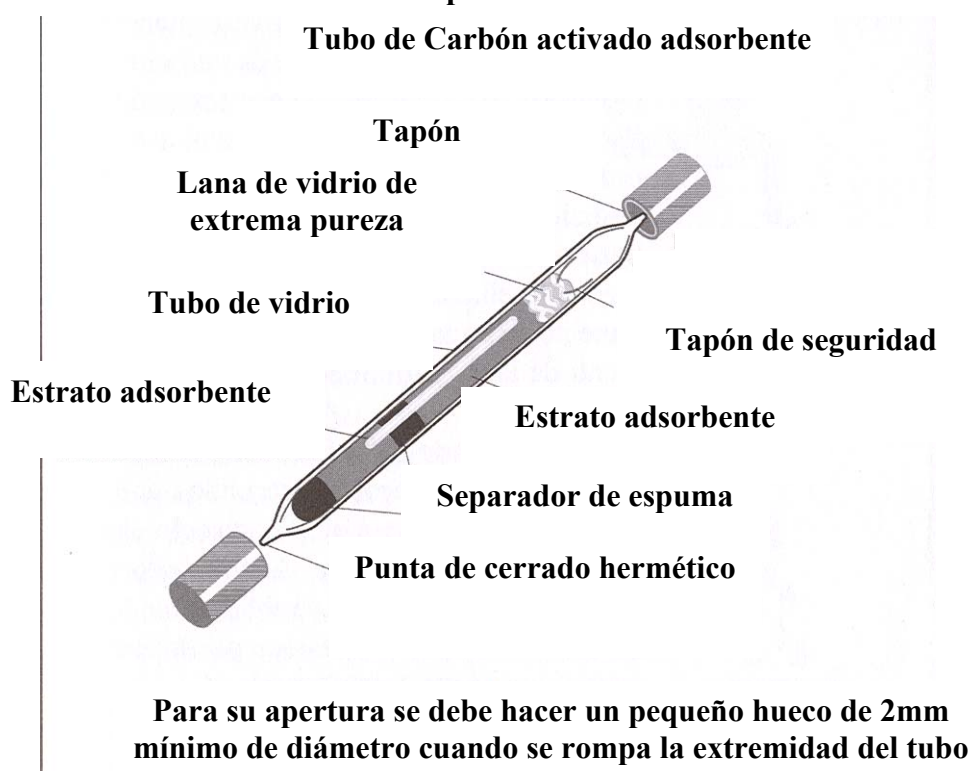
Es muy importante realizar una limpieza de conectores y mangueras (lavar con detergente interna y externamente) ya que una manguera sucia puede afectar las mediciones.

Tubos de carbón activado

Los tubos de carbón activado (Figura No. 11) deben ser abiertos solamente antes de la instalación en las bombas y luego del muestreo deben cerrarse inmediatamente, para después proceder a su identificación.

Figura No. 11.

Descripción del Tubo de carbón activado.



Tomado de Guida dettagliata al campionamento dell'aria: il campionamento personale.

Calibración

Esta medición se debe realizar dos o tres veces, y sacar un promedio. Entre las diferentes mediciones no debe haber un error mayor a ± 5 %.

La calibración en el campo se puede realizar con un Barómetro el cual debe poseer una base o soporte para que al momento de las mediciones se encuentre en forma perpendicular.

Para determinación de solventes orgánicos con las bombas se deben calibrar flujos de aire de entre 0.3 – 0.5 L/min.

Las calibraciones deben hacerse antes y después de tomadas las mediciones.

5. 3. 1. 2 Muestreo activo con bomba Dräger (21,34,44,65)

El muestreo activo con bombas Dräger es un muestreo usado para mediciones puntuales especialmente para ambientes de trabajo, pero no es descartado para ambiente abierto en general. En el presente estudio fue utilizado para tener mediciones puntuales en las zonas.

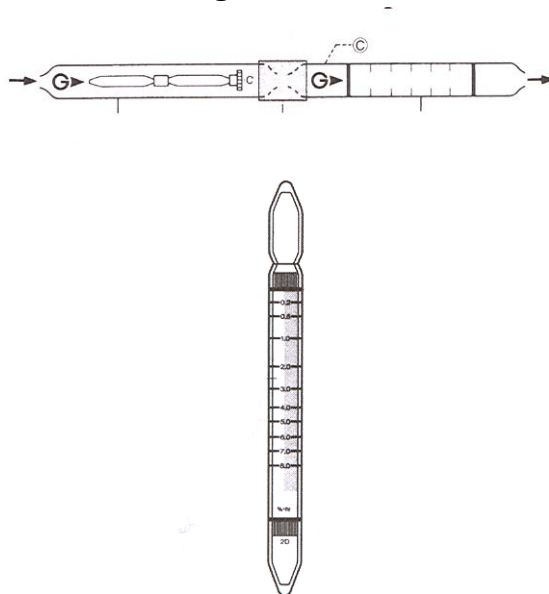
Para la realización de la medición se utilizó el siguiente equipo:

Bomba Dräger modelo 31.

- Tubos Dräger para benceno – KW 100/a
- Tubo Dräger para tolueno 5/a

Los tubos Dräger, son tubos cuyos resultados se observan instantáneamente por medio de colorimetría luego de accionar la bomba. Se lee la concentración de benceno, tolueno y derivados de petróleo en el aire cuando se produce un cambio de coloración al bombear el equipo Dräger. Esta medición es puntual, solo sirve para ese punto a esa hora determinada.

Figura No. 12.
Tubos dräger.



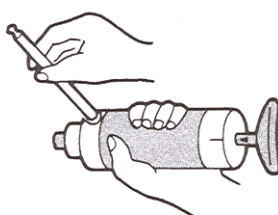
Tomado de Guida dettagliata al campionamento dell'aria: il campionamento personale.

La desviación estándar relativa es de ± 20 a 30%.

Para que el método funcione es necesario que la temperatura ambiental se encuentre entre 10 °C a 40 °C.

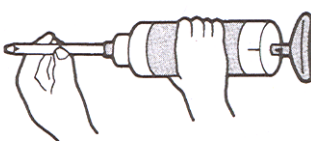
Procedimiento de Medición

- Para medir se debe quebrar las puntas de los tubos con el abridor correspondiente que tiene el equipo.



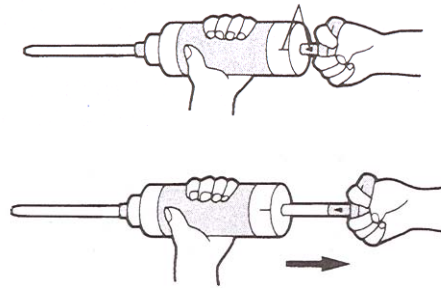
Tomado de Guida dettagliata al campionamento dell'aria: il campionamento personale.

- Insertar firmemente el tubo de control en la cabeza de la bomba. La flecha debe señalar hacia la bomba.



Tomado de Guida dettagliata al campionamento dell'aria: il campionamento personale.

- Se aspira la prueba de aire o de gas a través del tubo de control .



Tomado de Guida dettagliata al campionamento dell'aria: il campionamento personale.

- Leer la indicación de la longitud total de la coloración.
- Después de la medición, la bomba se debe limpiar con aire.

5.3.2 Muestreo pasivo

Los muestreadores pasivos se utilizaron para muestrear por períodos mayores de tiempo. Estos fueron colocados 24 horas en cada zona de estudio y para determinación de SO_2 , SH_2 , O_3 y NO_2 .

Equipo utilizado

- Dosímetros pasivos Chromair(SO_2 , SH_2 , O_3 y NO_2)





- Porta dosímetros tipo escarapela de carbón activado para solventes.
- Porta dosímetros



Tomado de Guida dettagliata al campionamento dell'aria: il campionamento personale.

Procedimiento de Medición

- Un vez determinada la zona en que se va a muestrear, se abren los dosímetros, se retiran los protectores, se etiquetan y se los coloca en el porta dosímetro.
- Se los debe ubicar en un lugar en donde no haya un obstáculo que interrumpa el flujo normal de aire.
- Luego del tiempo de muestreo fijado, se los guarda en la envoltura correspondiente.

5. 4 Técnicas para el análisis de las muestras ambientales

Para la determinación de benceno, tolueno y xileno las muestras tomadas con carbón activado se han desorbido en sulfuro de carbono y la solución obtenida se

ha analizado en cromatografía y revelador de masa. Se ha utilizado un Sistema Varian 3400 adicionado a Espectrómetro de trampa iónica Finnigan ITS-40 con columna cromatográfica capilar (0,25 mm D.I. por 30 minutos) con fase ligada polar (RT-WAX Restek). La determinación cuantitativa se ha obtenido calibrando el aparato analítico con soluciones de contenido conocido de cada sustancia analizada. El sistema de análisis adoptado responde al Método NIOSH (National Institute of Occupational Health, USA) n. 1500 (Manual of Analytical Methods, 4th Ed., 1994)

Para los tubos colorimétricos dräger la lectura es directa, para los muestreadores pasivos chromair la lectura también es directa pero se usa una escala diferente para cada uno de los agentes muestreados.

Las técnicas para el análisis fueron provistas por la Unidad Operativa Hospitalaria de Medicina del Trabajo de Desio, Italia.

5.5 Metabolitos de Solventes y Metales Pesados en Orina.-

Técnicas del análisis de metabolitos y níquel urinario

Acido Metilhipúrico.-

La determinación de Acido Metilhipúrico ha sido efectuada por Cromatografía Líquida de Alta Presión (HPLC). Se ha empleado un instrumento Perkin Elmer Serie 200 equipado con columna de fase inversa Prevalí C18 ALLTECH y revelador ultravioleta Perkin Elmer 785^a.

Como diluyente ha sido utilizado una mezcla de acetonitrilo y tampón fosfato a pH 3 al flujo de 1 ml/min.

Acido t,t-mucónico.-

Para la determinación del Ácido t,t-mucónico la muestra ha estado purificada mediante columna de intercambio iónico y la solución obtenida ha sido analizada utilizando cromatografía líquida (HPLC).

Se ha utilizado un Cromatógrafo Perkin-Elmer Serie 4, con columna a fase inversa (Alltech Prevalí C18, 4,6 mm I. D. Para 25 cm) y diluyente. Como revelador se ha utilizado un Espectrofotómetro Ultravioleta-Visible Perkin Elmer 785-A con una longitud de onda de 264 nm. La eficiencia del sistema analítico ha estado verificada

mediante una muestra de orina con contenido conocido de Acido t,t-mucónico (Clicheck control-RECIPE).El resultado obtenido (control de calidad interno) en el curso analítico relativo a las muestras en estudio son los siguientes:

Níquel Urinario.-

La determinación del Níquel se ha efectuado a través de la Espectrofotometría de Absorción Atómica con atomización electrotérmica. Se ha empleado un instrumento Shidmazu Modello AA-6650. La curva de calibración instrumental ha sido obtenida adicionando muestras urinarias de un sujeto normal (no expuesto) con alícuotas crecientes de soluciones con contenido conocido de Níquel (FLUKA, Atomic Absorción Standard Solution).

La eficiencia del sistema analítico ha estado verificada mediante muestras urinarias con contenido conocido de Níquel disponible en el comercio (BIORAD-Lyphocheck Urine Metals Control).

Las técnicas para el análisis fueron provistas por la Unidad Operativa Hospitalaria de Medicina del Trabajo de Desio, Italia.

Cuadro No. 10

Valores de Índices de Exposición Biológica (B.E.I.) propuestos por la ACGHI (American Conference Of Governmental Industrial Hygienists).

Examen	Valor B.E.I.	Rangos de valores normales (en Italia)
Ac. t,t-mucónico en la orina al fin de turno (monitoreo de Benceno)	0.500 mg/g creatinina	0 – 0.500 mg/g creatinina
Ac. metilipúrico en la orina al fin de turno (monitoreo de Xileno)	1500 mg/g creatinina	0 – 10 mg/g creatinina

Significado de las abreviaciones:

mg/L = miligramos por litro; mg/g creat = miligramos por gramo de creatinina; g/L = gramos por litro

µg/100 ml = microgramos por 100 mililitros;

5. 6 Encuesta e instructivo

Al tiempo que se realizaron las mediciones ambientales también se aplicaron encuestas a las personas de los barrios seleccionadas.

La encuesta se centró en la búsqueda de información complementaria de exposición y síntomas dermatológicos, neurológicos y respiratorios principalmente, pero al ser una encuesta que buscaba conocer sobre exposición y dadas las condiciones de la zona, era fundamental preguntar también sobre las condiciones de vida de las personas, alimentación, tiempos de trabajo, tiempo de permanencia en la casa, con el fin de determinar claramente cual era el tiempo y la forma en la que se pueden encontrar expuestos.

Para la búsqueda de síntomas neurológicos se aplicó la encuesta denominada Q-16.(23).

Para síntomas respiratorios se utilizó parcialmente la Encuesta del estudio SIDRIA de Italia, 1994. El resto de la encuesta fue preparada por IFA. (6,18,23,41,70)

En el Anexo No. 2 se puede encontrar la encuesta utilizada con el respectivo instructivo.

En el anexo No. 3 se pueden ver las fotografías del trabajo de campo y de las poblaciones estudiadas.

5.7 Técnica para el análisis de aberraciones cromosómicas

Para la determinación de aberraciones cromosómicas se extrajeron 10ml de sangre con una jeringa descartable heparinizada. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Citogenética del Centro de Biomedicina de la Universidad Central del Ecuador para su procesamiento máximo dentro de las 6 horas subsiguientes de la extracción.

Para la preparación del medio de cultivo fue utilizada la técnica de Moorhead P., 1960, y para el procedimiento del cultivo fue utilizada la técnica de Martelli L. 1985, López R, 1990.(33)

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1 Resultados de las mediciones ambientales

Cuadro No. 11

Resultados de los procedimientos analíticos efectuados sobre las muestras ambientales (muestreadores activos con tubos de carbón activado) realizados por la Unidad Operativa Hospitalaria de Medicina del Trabajo de Desio para la determinación de benceno, tolueno y xileno.

Muestra	Volumen muestreado (litros) (*)	Benceno (mg/m ³)	Tolueno (mg/m ³)	Xileno (mg/m ³)
Área 1, Punto 1	24,24	<0,002	0,015	0,001
Área 1, Punto 2	25,08	<0,002	0,018	<0,001
Área 1, Punto 3	30,20	<0,002	0,002	<0,001
Área 1, Punto 4	31,17	<0,002	0,026	<0,001
Área 2, Punto 1	54,22	<0,001	0,003	0,001
Área 2, Punto 2	56,73	<0,001	0,014	<0,001
Área 3, Punto 1	56,16	<0,001	0,004	<0,001
Área 3, Punto 2	52,76	<0,001	0,014	<0,001
Área 3, Punto 3	26,35	0,003	0,008	0,015
Área 3, Punto 4	27,43	<0,002	0,007	0,002
Área 4, Punto 1	59,11	<0,001	0,002	<0,001
Área 4, Punto 2	67,49	<0,001	0,001	<0,001
VALORES GUÍA (WHO AIR QUALITY GUIDELINES 2000)		(**)	0,260	0,870

(*) reportado en el pedido de análisis

(**) OMS no provee límites para el benceno, pero indica solamente los valores medios que se controlan en ambientes rurales (cerca 0.001mg/m³) o en ambientes urbanos (0.005-0.020 mg/m³).

Cuadro No. 12

Resultados de los procedimientos analíticos efectuados sobre las muestras ambientales (muestreadores pasivos con cápsulas adsorbentes de carbón activado) realizados por la Unidad Operativa Hospitalaria de Medicina del Trabajo de Desio para la determinación de benceno, tolueno y xileno.

Muestra	Duración del muestreo (min) (*)	Benceno (mg/m³)	Tolueno (mg/m³)	Xileno (mg/m³)
Area 1, Punto 1	1440	0,033	0,068	0,053
Area 1, Punto 2	1440	<0,004	0,032	0,060
Area 1, Punto 3	1440	0,007	0,037	0,044
Area 1, Punto 4	1440	<0,004	0,061	0,017
Area 2, Punto1	1440	0,013	0,077	0,082
Area 2, Punto2	1440	<0,004	0,039	0,069
Area 2, Punto3	1440	<0,004	0,038	0,033
Area 2, Punto4	1440	0,009	0,025	0,066
Area 3, Punto 1	1440	<0,004	0,028	0,153
Area 3, Punto 2	1440	<0,004	0,030	0,046
Area 3, Punto 3	1440	<0,004	0,032	0,029
Area 3, Punto 4	1440	<0,004	0,082	0,015
Area 4, Punto 1	1440	0,005	0,154	0,095
Area 4, Punto 2	1440	<0,004	0,050	0,060
Area 4, Punto 3	1440	<0,004	0,039	0,078
Area 4, Punto 4	1440	<0,004	0,021	0,117
<i>VALORES GUÍA (WHO AIR QUALITY GUIDELINES 2000)</i>		<i>(**)</i>	<i>0,260</i>	<i>0,870</i>

(*)reportado en el pedido de análisis

Cuadro No. 13

Resultados de mediciones ambientales con muestreadores pasivos y determinación colorimétrica. Esmeraldas, 2005.

AREAS	SO ₂ (ppm)	SH ₂ (ppm)	O ₂ (ppm)	NO _x (ppm)
Area 1				
Punto 1	0,1 - 0,5	0	0,08 - 0,2	0,5 - 1,5
Punto 2	0,1 - 0,5	0	0,2 - 0,5	5 - 8
Punto 3	0,1 - 0,5	0	0,08 - 0,2	1,5 - 3
Area 2				
Punto 1	0,1 - 0,5	0	0,2 - 0,5	5 - 8
Punto 2	0,1 - 0,5	0	0,08 - 0,5	1,5 - 3
Punto 3	0,1 - 0,5	0	0,08 - 0,2	1,5 - 3
Punto 4	0,1 - 0,5	0	0,08 - 0,2	5 - 8
Area 3				
Punto 1	0,5 - 3	0	0,08 - 0,2	1,5 - 3
Punto 2	0,1 - 0,5	0	0,08 - 0,2	5 - 8
Area 4				
Punto 1	0,1 - 0,5	0	0,08 - 0,2	0,5 - 1,5
Punto 2	0,1 - 0,5	0	1,6 \geq	0,5 - 1,5
Punto 3	0,1 - 0,5	0	0,08 - 0,2	1,5 - 1,5

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005

Elaboración: Homero Harari

Cuadro No. 14

Resultados de mediciones ambientales.

Muestreo Activo Dräger. Esmeraldas, 2005.

Área	BENCENO (ppm)	TOLUENO (ppm)	CO 0,1% (ppm)	N - Hexano (ppm)
Area 1	1	0	0	0
Area 2	1	0	0	0
Area 3				
Día	0	0 - 5	0	0
Noche	2,5	0	0	0
Area 4	0	0	0	0

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005

Elaboración: Homero Harari

6.2 Resultados de metabolitos

Cuadro No. 15.

Resultados de Metabolitos en Orina. Esmeraldas. 2005

Área 1				
	Ácido metilipúrico mg/l	Ácido metilipúrico mg/g creat.	Ácido t,t-mucónico mg/l	Ácido t,t-mucónico mg/g creat.
Media	7,130	0,150	0,091	1,677
Desv. Estándar	4,126	0,084	0,051	0,753
IC 95%	5,65 - 8,61	0,12 - 0,18	0,07 - 0,11	1,41 - 1,95
Área 2				
Media	7,739	0,125	0,091	1,519
Desv. Estándar	4,474	0,081	0,071	0,694
IC 95%	6,14 - 9,34	0,10 - 0,15	0,07 - 0,12	1,27 - 1,77
Área 3				
Media	8,13	0,067	0,067	1,478
Desv. Estándar	4,309	0,020	0,055	0,723
IC 95%	6,59 - 9,67	0,65 - 0,67	0,05 - 0,09	1,22 - 1,74
Área 4				
Media	7,148	0,119	0,066	1,634
Desv. Estándar	3,968	0,054	0,036	0,690
IC 95%	5,87 - 8,42	0,10 - 0,14	0,05 - 0,08	1,41 - 1,86

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005.

Elaboración: Homero Harari

6.3 Resultados de níquel en orina

Cuadro No. 16 .

Niveles de níquel en orina. Esmeraldas, 2005.

ÁREA	NIQUEL < 2 ug/l	NIQUEL > 10 ug/l
1	13/23	2/23
2	8/23	0/23
3	16/24	1/24
4	14/26	2/26

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005

Elaboración: Homero Harari

Cuadro No. 17 .
Valores de Níquel Urinario. Esmeraldas. 2005

AREA	Níquel en Orina ug/l			Níquel en Orina ug/g creat.		
	Valor medio ug/l	Desviación Estándar	Intervalo de Confianza IC 95%	Valor medio ug/g creat.	Desviación Estándar	Intervalo de Confianza IC 95%
1	4,705	5,926	2,58 - 6,82	2,771	0,754	2,50 - 3,04
2	1,984	1,276	1,53 - 2,44	1,387	1,055	1,01 - 1,76
3	4,35000	4,724	2,66 - 6,04	4,337	0,723	4,08 - 4,60
4	4,060	3,77	2,85 - 5,27	2,224	1,305	1,80 - 2,64

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005.
 Elaboración: Homero Harari

Cuadro No. 18.
Población estudiada por zonas

Área	No. de personas estudiadas	Tipo de área
1	23	Expuesta
2	23	Expuesta
3	24	Expuesta
4	26	Referencia

Cuadro No. 19.

Edad promedio, Número y Sexo de la población de las áreas estudiadas.

ÁREA	Edad Promedio (Años)	Desv. Standard	No. De Individuos por Sexo	
			Masculino	Femenino
1	24,86	2,92	11	12
2	24,47	3,29	11	12
3	25,58	2,54	11	13
4	24,73	3,09	14	12

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005
 Elaboración: Homero Harari

6.4 Procesamiento de la Información Obtenida.-

Los datos obtenidos de las encuestas fueron ingresados a una base de datos en Excel y procesados en el Programa Epiinfo v. 6.

La información fue tabulada y presentada en primera instancia de manera descriptiva extrayendo de esa información los datos que ameritaban un análisis mas pormenorizado.

6.4.1 Resultados de la encuesta de síntomas.

Los resultados indican que no existen diferencias importantes entre los síntomas neurológicos referidos por los residentes en áreas expuestas en relación a las no expuestas. Ver Cuadro No. 20 y las figuras No. 13, 14, 15, 16.

En cambio en relación a los síntomas respiratorios se encuentran algunos síntomas que hacen diferencia entre ambas zonas. Es así que asma, sinusitis y resfríos estacionales aparecen mas frecuentemente entre los expuestos. Con respecto al níquel, destaca el hecho de que siendo considerado un elemento que puede favorecer la presencia de asma o de ciertos trastornos respiratorios, en este caso se presenta asociado a su identificación en las áreas de estudio. Figuras No. 17, 18, 19, 20.

En cuanto a los problemas dermatológicos estos parecen problemas comunes y frecuentes en ambas áreas, cercanas y lejanas a la refinería y probablemente asociados a condiciones de vida o como problemas de salud general y no vinculados a exposiciones vinculadas a la refinería. Ver Cuadro No. 21 y Figura No. 21.

Cuadro No. 20.
Resultados de la encuesta de síntomas neurológicos

Área	Total	Anormalmente cansado	Palpitaciones del corazón incluso sin esfuerzo	Hormigueo angustioso en alguna parte del cuerpo	Irritado sin razón	Deprimido sin razón	Frecuentes problemas de concentración	Disminución de la memoria	Transpira sin razón
1	23	14	16	13	15	17	15	13	11
2	23	8	9	7	10	13	4	3	7
3	24	16	13	11	9	14	8	9	13
4	26	16	12	9	7	16	7	10	11

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005

Elaboración: Homero Harari

Cuadro No.20.
Resultados de la encuesta de síntomas neurológicos(continuación)

Área	Total	Dificultad de entender al leer periódicos o libros	Problema al abrocharse o desabrocharse los botones	Le han dicho sus parientes que tiene mala memoria	Siente opresión en su pecho	Toma nota frecuentemente para lo que necesita recordar	Frecuentemente regresa a chequear cosas como apagar la cocina o cerrar la puerta	Dolor de cabeza al menos una vez a la semana	Interés en las relaciones sexuales menos de lo que usted cree normal
1	23	10	2	7	10	8	15	17	10
2	23	4	2	2	6	1	7	13	5
3	24	6	4	5	9	7	14	22	10
4	26	11	2	7	13	7	12	19	3

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005

Elaboración: Homero Harari

Cuadro No.21.
Resultados de la encuesta de síntomas respiratorios

Área	Total	Sibilancia	Tos seca de noche fuera de un resfrío común o infecciones respiratorias	Ha tenido Asma alguna vez	Tiene Asma actualmente	Algún médico le ha dicho que ha tenido sinusitis	Ha tenido sinusitis en los últimos doce meses	Algún médico le ha dicho que ha tenido Otitis	Ha tenido Otitis en los últimos doce meses
1	23	19	13	7	1	5	3	1	1
2	23	16	12	6	1	4	3	1	1
3	24	18	11	4	0	1	1	2	0
4	26	22	11	4	0	1	0	3	3

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005

Elaboración: Homero Harari

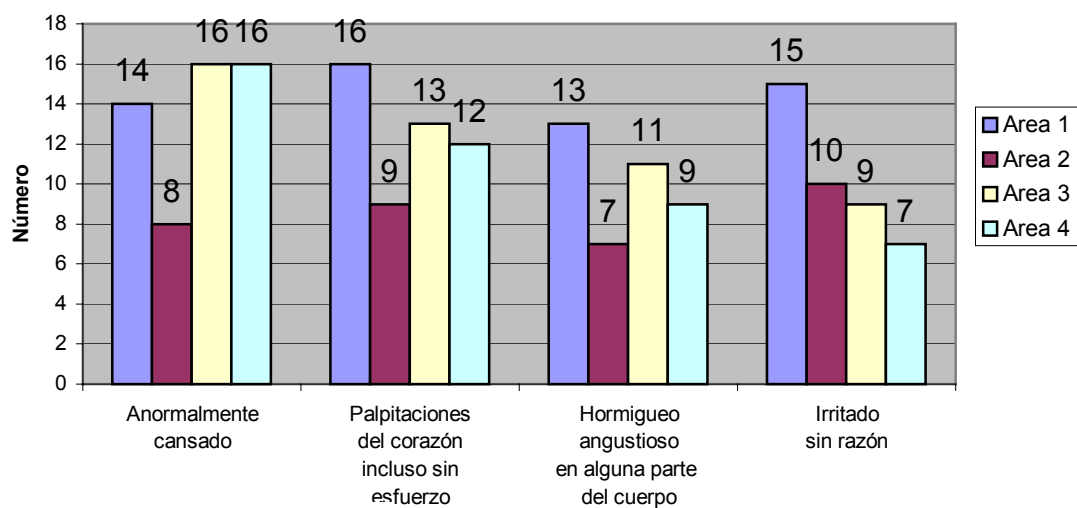
Cuadro No.21.
Resultados de la encuesta de síntomas respiratorios(continuación)

Área	Total	Algún médico le ha dicho que ha tenido bronquitis	Algún médico le ha dicho que ha tenido pulmonía o bronco pulmonía	En los últimos doce meses ha tenido tos la mayor parte del día (4 o más días a la semana) fuera de un resfrío común	En los últimos doce meses ha presentado catarro la mayor parte del día (4 o más días a la semana) fuera de un resfrío común	Estos problemas nasales le han impedido desarrollar esta actividad de todos los días	Ha tenido resfríos estacionales (por polen?)	Otras enfermedades respiratorias	Problemas de la piel
1	23	1	1	6	10	2	18	2	14
2	23	2	1	7	5	1	9	3	7
3	24	1	2	7	12	2	10	4	10
4	26	2	2	8	16	5	4	2	10

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005

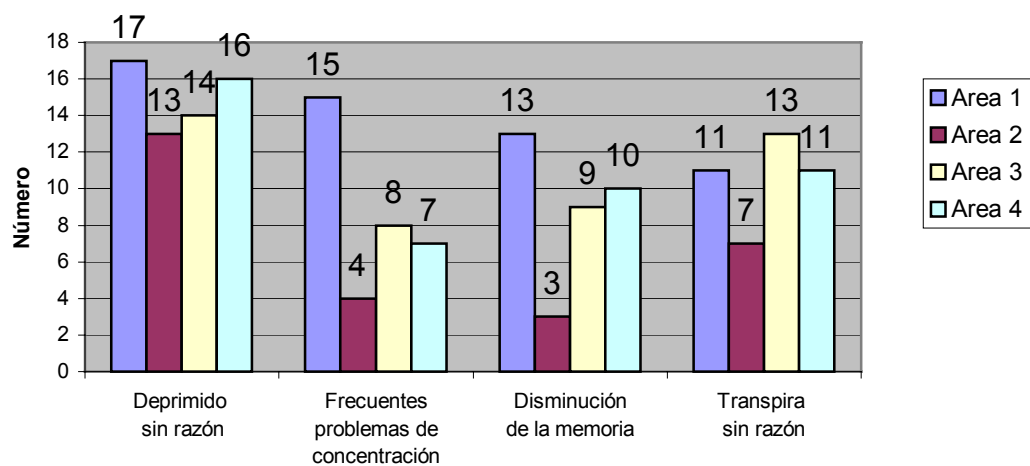
Elaboración: Homero Harari

Figura No. 13
Resultados de la Encuesta Q-16 de Síntomas. Esmeraldas, 2005.



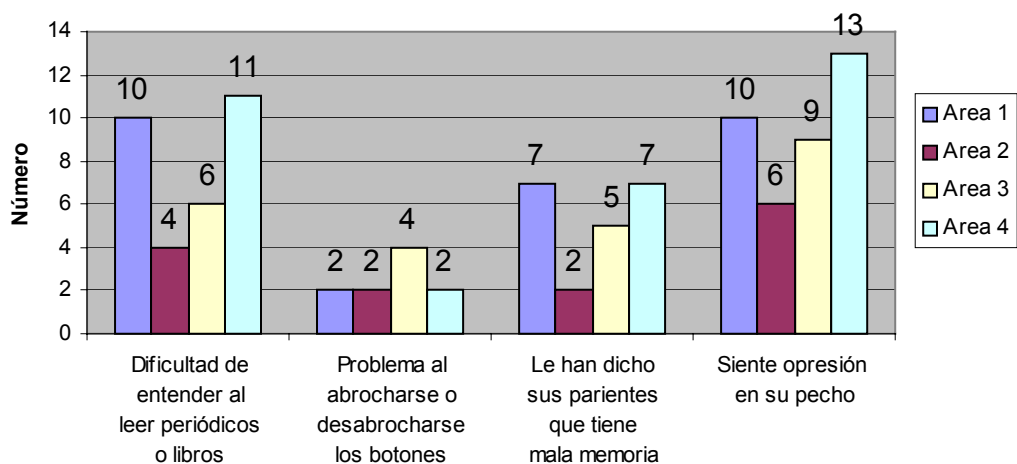
Fuente: Ministerio de Salud Pública.2005
 Elaboración: Homero Harari.

Figura No. 14
Resultados de la Encuesta Q-16 de Síntomas. Esmeraldas, 2005.



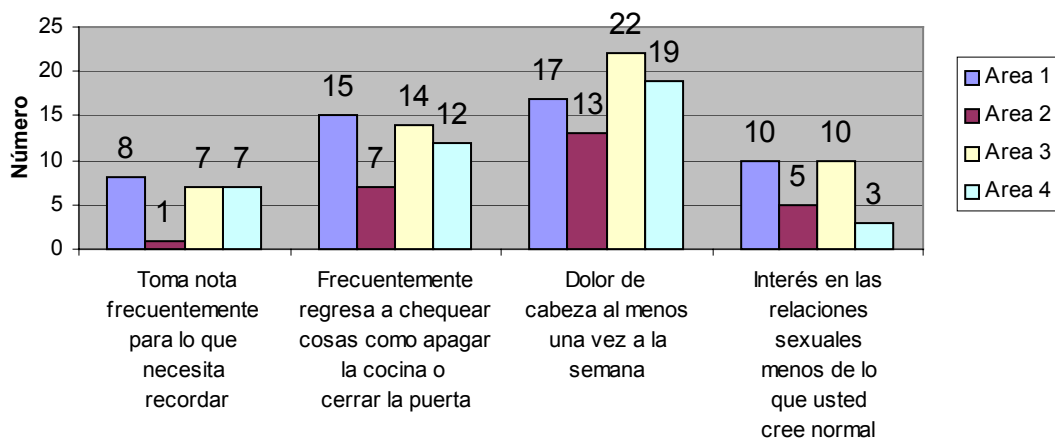
Fuente: Ministerio de Salud Pública.2005
 Elaboración: Homero Harari.

Figura No. 15.
Resultados de la Encuesta Q-16 de Síntomas. Esmeraldas, 2005.



Fuente: Ministerio de Salud Pública.2005
 Elaboración: Homero Harari.

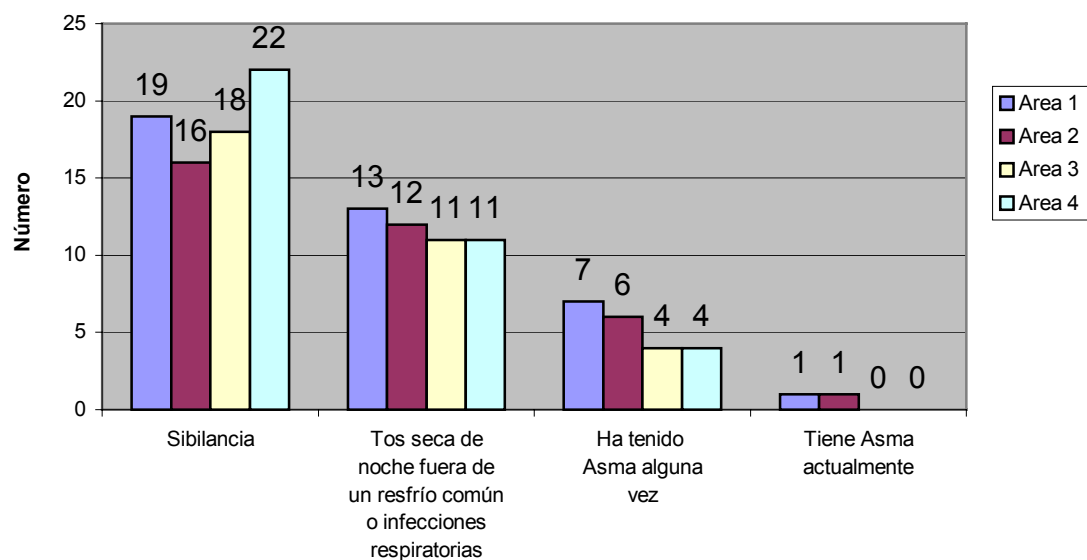
Figura No. 16.
Resultados de la Encuesta Q-16 de Síntomas. Esmeraldas, 2005.



Fuente: Ministerio de Salud Pública.2005
 Elaboración: Homero Harari.

Figura No. 17.

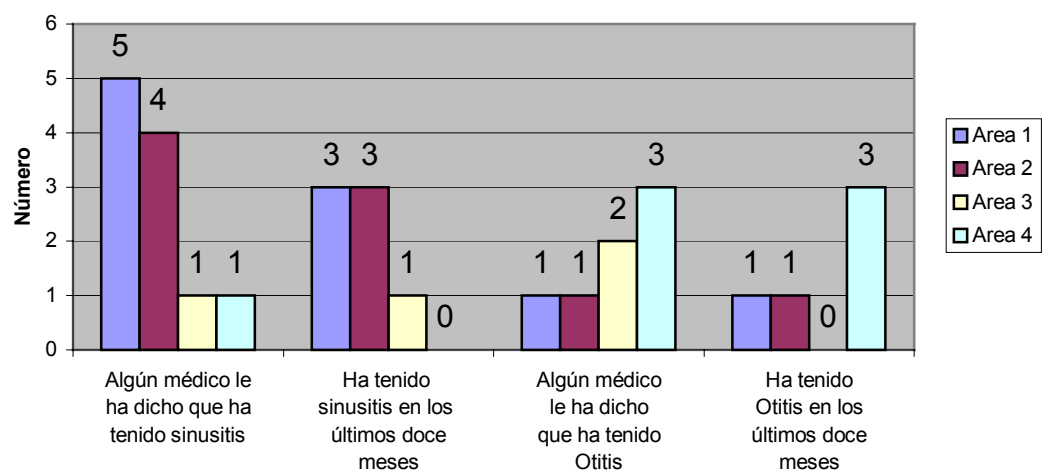
Resultados de la Encuesta de Síntomas Respiratorios. Esmeraldas, 2005



Fuente: Ministerio de Salud Pública.2005. Elaboración: Homero Harari.

Figura No. 18.

Resultados de la Encuesta de Síntomas Respiratorios. Esmeraldas, 2005.



Fuente: Ministerio de Salud Pública.2005
Elaboración: Homero Harari.

Figura No. 19.
Resultados de la Encuesta de Síntomas Respiratorios. Esmeraldas,
2005

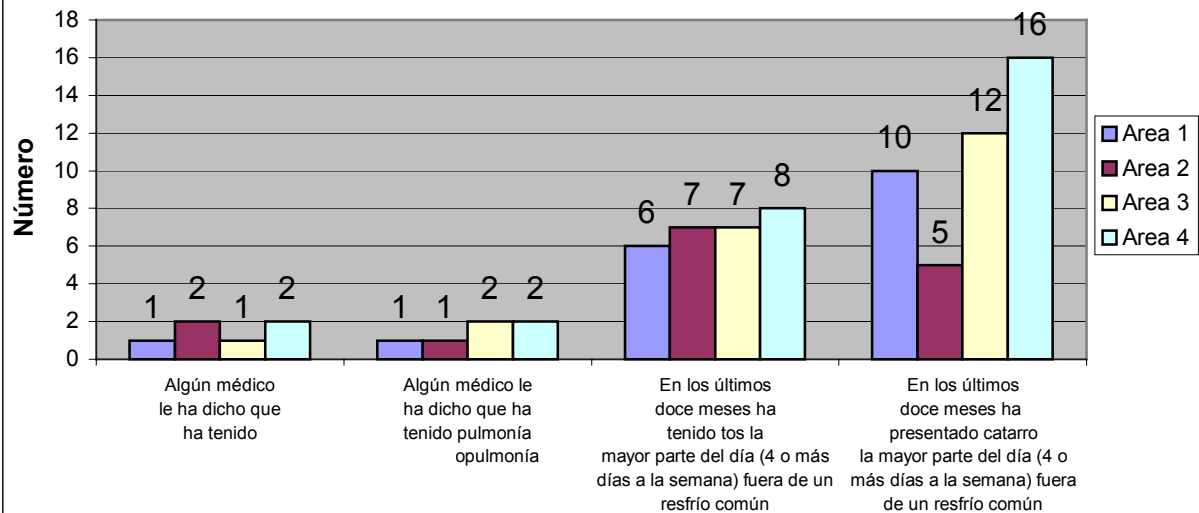
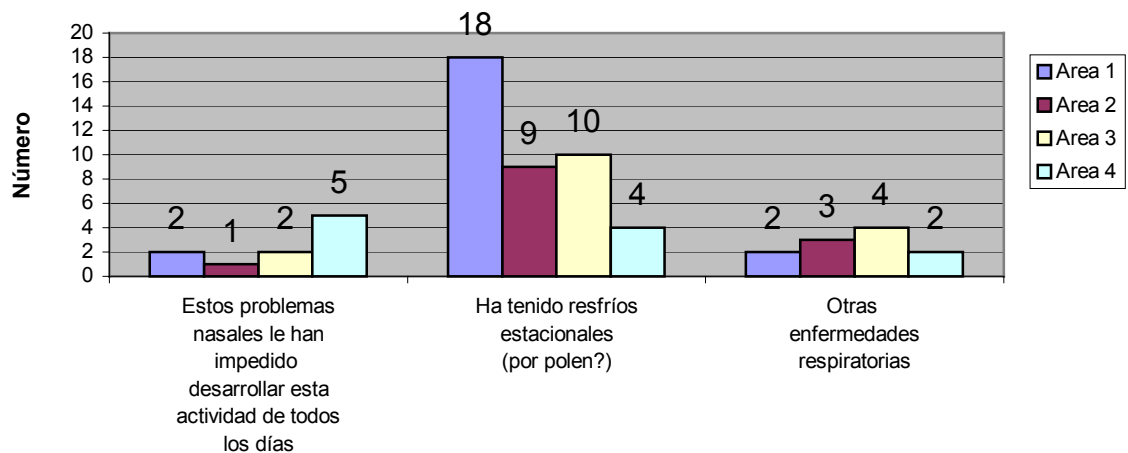
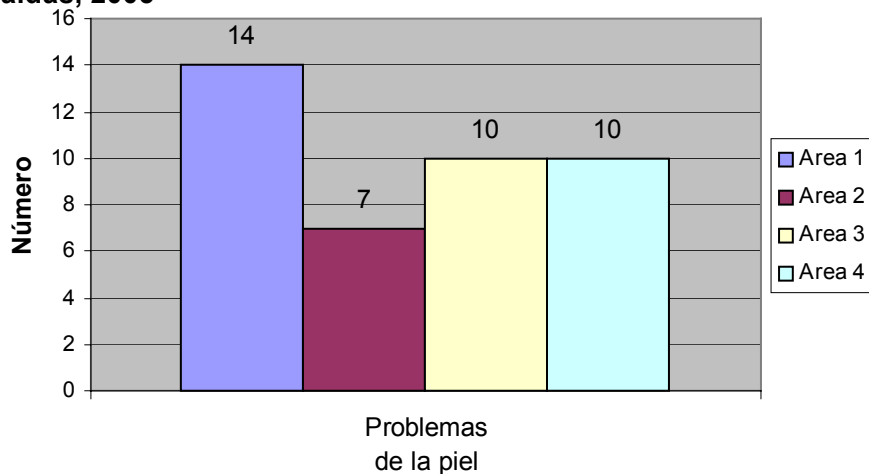


Figura No. 20.
Resultados de la Encuesta de Síntomas Respiratorios.
Esmeraldas, 2005



Fuente: Ministerio de Salud Pública.2005
 Elaboración: Homero Harari.

Figura No. 21.
Resultados acerca de problemas dermatológicos.
Esmeraldas, 2005



Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005
 Elaboración: Homero Harari.

6.5 Resultados de los estudios de Aberraciones Cromosómicas

A continuación se presentan los resultados de Aberraciones cromosómicas, de forma en la que se relaciona los expuestos, que son los individuos de las zonas consideradas expuestas, con los No expuestos, que son a su vez, los individuos de la zona de referencia.

Cuadro No. 22.
Resultados de Gaps Cromatídicos (GCT). Esmeraldas, 2005.

		AC +	AC -	Total
GCT	Expuestos	47	23	70
	No Expuestos	14	12	26
		61	35	96

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005

Elaboración: Homero Harari

Cuadro No. 23.
Resultados de Gaps Cromosómicos (GCS). Esmeraldas, 2005.

		AC +	AC -	Total
GCS	Expuestos	34	36	70
	No Expuestos	5	21	26
		39	57	96

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005

Elaboración: Homero Harari

Cuadro No. 24.
Resultados de ruptura Cromatídica (BCT). Esmeraldas, 2005.

		AC +	AC -	Total
BCT	Expuestos	58	12	70
	No Expuestos	10	15	26
		68	27	96

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005

Elaboración: Homero Harari

Cuadro No. 25.
Resultados de presencia de cromosómas acéntricos (ACE). Esmeraldas, 2005.

		AC +	AC -	Total
ACE	Expuestos	60	10	70
	No Expuestos	9	17	26
		69	27	96

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005

Elaboración: Homero Harari

Cuadro No. 26.
Resultados de Inestabilidad cromosómica (INEST). Esmeraldas, 2005.

		AC +	AC -	Total
INEST	Expuestos	51	19	70
	No Expuestos	9	17	26
		60	36	96

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005

Elaboración: Homero Harari

Cuadro No.27.
Resultados de Poliploidias. Esmeraldas, 2005.

		AC +	AC -	Total
PP	Expuestos	19	51	70
	No Expuestos	2	24	26
		21	75	96

Fuente: Ministerio de Salud Pública. 2005

Elaboración: Homero Harari

En cuanto a las Aberraciones Cromosómicas, los resultados son muy diferentes entre los tipos de aberración. En las áreas expuestas es claramente mayor la presencia de algunas Aberraciones Cromosómicas, tales como gct, gcs, bct, ace, Inestabilidad Cromosómica y Poliploidía. En el resto de AC estudiadas (dic,

asosat, desp, rmul, opct) no se encuentran diferencias importantes. Ver Cuadros No.22,23,24,25,26,27.

Algunas de las aberraciones estudiadas (gcs, bct, ace, inest y pp) son más frecuentes en las áreas de las personas expuestas.

Es importante destacar este tipo de aberraciones, de tipo acéntrico, lo cual no se reporta en la literatura específicamente como uno de los resultados de la exposición a solvente o níquel, pero que en este caso son los que se presentan con mayor frecuencia.

La lesión cromosómica encontrada se puede deber a la presencia de los contaminantes.

La presencia de AC es un predictor de malignidad si los mecanismos de reparación del ADN no funcionan correctamente.

6. 6 Discusión de Resultados.-

6.6.1 La exposición

Los resultados de este estudio permiten entender que según lo mostrado en estudios previos, las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles de la Refinería de Esmeraldas están presentes y son detectables dentro de la planta, en las chimeneas y en distintos puntos de la ciudad. (7,25,26,27)

Los valores encontrados son bajos e incluso están por debajo de los recomendados por la Organización Mundial de la Salud. También hay que tomar en cuenta que ese tipo de emisiones no son permanentes, estables, ni homogéneas, sino que están supeditadas a cambios productivos, del mantenimiento y rearranque de la producción, cambios climáticos, cambios en la dirección y velocidad del viento. Por lo tanto no es posible considerar que la presencia de las mencionadas sustancias que hemos detectado se encuentren en cualquier momento y en cualquier lugar de manera constante. En esa medida ha sido muy importante utilizar varias estrategias de muestreo, tanto desde el punto de vista del diseño muestral, como desde el punto de vista de las técnicas de muestreo.

Por otro lado cabe señalar que las casas y el material con el que fueron construidas, varían entre ellas, en muchos casos propendiendo a que la exposición sea mayor por ejemplo, cuando las paredes son de caña.

Si bien este estudio es puntual, desde el punto de vista técnico, esto no invalida los resultados, no desmerece la importancia del trabajo sino que lo sitúa en un contexto mas amplio y si bien no posibilita hacer inferencias sobre los resultados obtenidos, sienta un precedente importante a tomarse en cuenta en futuros estudios.

En segundo lugar es un muestreo transversal, es un muestreo ocasional, no es proceso de monitoreo en el cual se puede hacer un seguimiento a lo largo del tiempo, son mediciones puntuales, en un día determinado elegido por circunstancias como son: disponibilidad de tiempo, condiciones de las personas que iban a ser examinadas simultáneamente y acceso a las áreas. Debido a estas características era importante contar con diversas técnicas de muestreo, porque unas son mas sensibles para ver una situación específica (tubos Dräger), otras dan

una visión un poco mas amplia en el tiempo(dosímetros pasivos de carbón activado ubicados durante 24 horas), y otras corresponden a muestreo activo(con tubos de carbón activado en bombas portátiles de flujo constante durante 2 horas) que permiten obtener contenidos de las inmisiones que pueden ser debidamente interpretada.

Por lo tanto, desde el punto de vista del diseño, de las técnicas y de la cantidad de muestras, este muestreo sin perder su carácter puntual permite tener una caracterización que resulta de la combinación de esos elementos y sin pretender extrapolar esos resultados a todo el año, ni siquiera al ultimo mes, sino circunscrito al momento en que se realizó, provee una información aceptable que nos dice lo siguiente.

1. Las áreas consideradas de llegada de las emisiones, se confirma que son las áreas 1,2 y 3, planteadas inicialmente en este estudio, pero que no necesariamente son las únicas.
2. Se destaca la presencia de BTX como lo muestra el Cuadro No. 11 y Cuadro No. 12. Es importante recalcar que las concentraciones obtenidas no pueden ser comparadas con los valores de los lugares de trabajo como hace la ACGHI(Asociación Americana de Higienistas Industriales), porque estamos hablando de una exposición ambiental, por lo que no se esperar las mismas concentraciones en un ambiente tan amplio como es la ciudad.

Si bien no existen límites máximos permisibles, en la legislación ambiental nacional para el caso de compuestos orgánicos volátiles (COV's) en materia de calidad del aire, este estudio pone en evidencia la necesidad de contar con la misma, por los resultados encontrados y que a pesar de no superar los criterios recomendados por la Organización Mundial de la Salud en el caso de Calidad del aire, indica la necesidad de actuar al respecto.

Se considera que las poblaciones de las áreas estudiadas tienen concentraciones de níquel urinario similares entre ellas aunque probablemente la zona de control podría haber algún otro tipo de influencia que no se ha logrado identificarla claramente.

Es importante también recuperar la idea de la exposición al níquel expresada en otros estudios, y los resultados de la exposiciones al níquel encontradas, porque muestran que es un metal que debido a sus propiedades carcinogénicas, no pueden tratarse superficialmente ni soslayarse.

Por esta razón es importante realizar una serie de conclusiones que a continuación se plantean.

En primer lugar existen concentraciones detectables de BTX, y en el caso del benceno, están por encima de cero, y que según autores como Mehlman M. et al, se afirma que toda concentración por encima de cero debe ser considerada riesgosa porque no existe un valor seguro para su uso. (36,37)

Esto toma fuerza con más razón cuando se habla de poblaciones asentadas en lugares fijos, expuestas en algunos casos durante 30 años, y si bien estas concentraciones obtenidas y ubicadas puntualmente no tienen un sustento en ese sentido, pero si éstas fueran las concentraciones habituales especialmente a lo largo de 20 años, estamos hablando de una exposición de la gente que puede comenzar ya a generar problemas crónicos degenerativos.

La presencia de ácido metilhipúrico es considerado uno de los indicadores más sensibles de la contaminación ambiental, por lo tanto resulta importante destacar que está reafirmando la presencia de solventes como un hecho demostrable en estas áreas.

Debe enfatizarse en los resultados de las concentraciones indoor, porque son las que llegan hasta las casas, y esto es importante debido al riesgo que esto implica y además porque esto tiene que analizarse junto con las características de las viviendas en las áreas de estudio, por ejemplo, en el Área No. 1, las casas son de caña y por lo tanto no tienen ningún resguardo en cuanto a las emisiones, lo cual confirma que existe una exposición.

El contexto de dirección y velocidad del viento, temperatura, humedad, distancia de la fuente, de alguna manera deja entrever que las áreas investigadas que se encuentran bajo el área de influencia de las emisiones de Refinería y por lo tanto se puede decir que son áreas en donde existe una exposición de las personas.

Un segundo criterio para evaluar la exposición, considerando que sin una caracterización adecuada de la misma es imposible atribuir probables efectos, producidos por dichas emisiones, fue la de analizar de qué manera el organismo de las personas estaba recibiendo esas emisiones y confirmaba o negaba que esas sustancias que estaban en el ambiente ingresan a su organismo.

Esto indica que existe una relación entre la presencia del contaminante en el aire y la presencia en la orina especificada a través de sus metabolitos, Esto permite tener una idea mucho mas secuencial de cómo la contaminación ambiental arriba a las personas y se constituye en un factor de riesgo. Es importante destacar, en el caso de los metabolitos, que a pesar de ser bajas la concentraciones, son detectables y es importante también señalar que si bien el xileno y el tolueno no tiene los mismos efectos que el benceno, tampoco es inocuo y puede producir trastornos de tipo neurológico y neuropsicológico, sobretodo como resultado de una exposición prolongada.

En el caso del níquel, es muy importante señalar su presencia, y destacar que también en el grupo de control se encuentran personas que tienen niveles elevados de níquel, para lo cual no se tiene una explicación precisa, pero que a nivel de algunos individuos alcanza niveles muy elevados.

En base a estos distintos elementos de exposición se puede decir que en las tres áreas en estudio existe exposición de tipo inmediato que se pone de manifiesto por los indicadores de solventes y también revela una exposición que puede ser más lenta producto de una acumulación como en el caso del níquel, se hace posible conciliarlos con los datos provenientes de algunos estudios de la fuente de riesgo en la propia refinería en sus chimeneas.

En base a esta información y los resultados de níquel, podemos hablar de zonas de exposiciones altas y una zona de control que en el caso nuestro muestra resultados contradictorios, ya que se presenta en algunos casos datos similares e incluso mayores que en las zonas expuestas, lo cual deja un camino abierto para el conocimiento real de su presencia.

6.6.2 Efectos

El análisis de los efectos se realiza en función de la presencia o frecuencia de síntomas que existen en cada área en relación a las demás áreas. En ese sentido se han evaluado síntomas respiratorios, dermatológicos, neurológicos, y como indicadores de exposición crónica, las aberraciones cromosómicas.

En este sentido se puede afirmar, respecto a los síntomas respiratorios Cuadro No. 9 que los síntomas que son más frecuentes en el área 1, 2, y 3 en relación al área 4. Muchas explicaciones pueden darse en este sentido, sin embargo no es tan simple atribuirlo a las concentraciones ambientales a pesar del efecto irritante de los BTX porque las concentraciones son bajas pero hay otra serie de factores irritantes respiratorios como gases y polvo que favorecen la broncorreactividad y la hiperactividad bronquial.

Sin embargo habría que analizar, discriminando la influencia del polvo, del polen, de factores ambientales, de gases y humo alguna otra procedencia posible a parte de la presencia de los solventes.

Respecto a los efectos neurológicos, es muy importante señalar que los efectos neurológicos que se pueden esperar en estos casos, no son de tipo específico como una enfermedad definitiva. Aún encontrándolas, tampoco sería posible atribuirla exclusivamente a las emisiones. Pero mediante el cuestionario se han indagado toda una serie de síntomas que son expresiones de trastornos de la salud motivados por concentraciones bajas de solventes. En ese sentido, los datos encontrados (Cuadros No. 20 y Cuadro No. 21 y Gráficos No. 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21) probablemente no son contundentes ni demostrativos de una diferencia sustancial, pero si dejan entrever que las áreas no son homogéneas, que hay diferencia y que uno de los factores que puede estar influyendo es la presencia de uno o más de los solventes orgánicos detectados.

La Tasa de Prevalencia es la relación entre los afectados en relación a la población total de un área. En ese sentido, para algunos síntomas respiratorios las tasas de prevalencia son elevadas en las áreas más cercanas a la Refinería en relación a las más distantes.

Pero el indicador más interesante usado en estos casos, porque se parte de que existe una exposición crónica, por las características de la zona que no ha sufrido modificaciones significativas y dado que la Refinería no ha instalado dispositivos para el control ambiental y no ha variado su tecnología, y que la Municipalidad no ha establecido reglas claras ni normativa específica, es muy importante tomar en cuenta los datos que podrían tener relación con esta exposición crónica. Más aún si se consideran los datos de las aberraciones cromosómicas como ese indicador.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- En los Cuadros No. 11, 12, y 14 se evidencia la presencia de BTX por medio de las diferentes técnicas y métodos utilizados.
- El Cuadro No. 13 muestra también la presencia de otros contaminantes como dióxido de azufre(SO₂), sulfuro de hidrógeno (S₂H), ozono(O₃) y dióxidos de nitrógeno(NO₂), los cuales están asociados con la presencia de COV's.
- Los resultados de las aberraciones cromosómicas, Cuadro No. 22, 23, 24, 25, 26, son significativos, en comparación con personas que no han estado expuestas a BTX.
- Los resultados obtenidos permiten decir que existe exposición y que se revelan efectos en algunos casos iniciales y en otros casos importantes que deben ser tomados en cuenta para la adopción de medidas preventivas, de seguridad y de salud de las personas.
- En el Cuadro No. 20 se muestra que existe mayor cantidad de síntomas neurológicos entre los individuos expuestos en comparación con los individuos no expuestos.
- En el Cuadro No. 21 se muestra que existe mayor presencia de síntomas respiratorios entre los individuos expuestos en comparación con los individuos no expuestos.
- Se debe destacar la importancia de este tipo de estudios, pese a que los resultados no son definitivos ni concluyentes y que solamente pueden aceptarse para este tipo y diseño de estudio. Dentro de estas condiciones y en este ámbito se requerirían confirmaciones más prolijas y más amplias

para poder convertirlas en demostraciones, por ahora imposibles de generalizarse. Sin embargo, dejan entrever que es muy importante evaluar simultáneamente el ambiente con la salud.

➤ A pesar de las limitaciones derivadas de la amplitud, extensión y profundidad de la realización de este estudio y lo puntual de las mediciones, los resultados confirman algunas evidencias establecidas en otros estudios.

➤ Es importante destacar que el diseño propuesto, y la metodología de muestreo han permitido la obtención de datos para poder concluir cuáles son las áreas expuestas.

➤ Los métodos y técnicas aplicadas fueron adecuadas de acuerdo al planteamiento que se realizó, lo cual permitió relacionar tanto el ambiente con la salud a través de datos cuantitativos.

➤ La normativa actual y vigente puede y debe ser replanteada y fortalecida en base a los estudios previos incluyendo el actual.

➤ Los parámetros de benceno, tolueno y xileno no son considerados en la normativa sobre calidad del aire, pese a que el presente estudio y otros, demuestran su presencia en alrededor de las refinerías.

➤ La determinación de COV's, tanto en el monitoreo como en el análisis, se realiza de manera indiferenciada, sin especificar los contenidos respectivos de benceno, tolueno y xileno, ni considerar la toxico dinámica de cada uno de ellos, los cuales generan diversos impactos a la salud y de ahí la necesidad de estudiarlos independientemente.

➤ Para los períodos en los que se muestreó para la realización del presente estudio, no existen resultados de los monitoreos de COV's en las chimeneas, haciendo imposible relacionar los datos encontrados en inmisión.

7.2 Recomendaciones

- Tomar medidas en la fuente: la refinería debería cambiar el combustible usando gas en lugar de diesel, como medida de fondo, si fuera técnicamente posible.
- En forma inmediata la Refinería debería mejorar el mantenimiento e implementar filtros en las doce chimeneas, lo cual si bien tiene un costo, este será siempre inferior al daño que podría causarse a la población de Esmeraldas.
- Es necesario tomar acciones inmediatas para las emisiones de COV's, sea con un cambio de tecnología o con un sistema de tratamiento adecuado, ya que la exposición a estos compuestos existe.
- Adicionalmente, debería realizarse un monitoreo ambiental periódico de la refinería, que busque conocer la real dimensión de los problemas existentes por las emisiones y no que sea parte de un trámite con el cual se cumplan obligaciones legales ambientales y sobre la cual no deben confundirse con las Auditorías Ambientales que poco proveen de información relacionada a estos problemas y solo se orientan a cumplir las normas establecidas, las cuales se han demostrado insuficientes para prever hechos como los que se muestran en este trabajo.
- La población debe ser informada de estos riesgos y debe realizarse un monitoreo de salud destinado a conocer la evolución de algunos indicadores, especialmente aquellos que dan razón de la exposición crónica a COVs y metales pesados.
- Debería haber una acción mancomunada entre Refinería, Municipio, Barrios, Dirección Provincial de Salud, autoridades ambientales para enfrentar mediante una planificación adecuada esta situación.
- Debe existir mayor interés por parte de las entidades que llevan a cabo el monitoreo atmosférico, especialmente INOCAR, que pese a los múltiples pedidos de información sobre la zona, no pudo responder adecuadamente debido a problemas de procesamiento, según se pudo conocer, lo cual dificulta aún más

la investigación y retrasa el avance en el conocimiento de los problemas, además de que los recursos invertidos para el efecto finalmente no se revierten en los esfuerzos para la investigación de diferentes ramas.

- El monitoreo de contaminantes de BTX y de efectos asociados debe llevarse como un monitoreo permanente, sistemático, para analizar lo que sucede.
- Las autoridades deberían incluir en las regulaciones, normas que no se limiten al impacto ambiental en general sino también al impacto sanitario de las actividades.
- A nivel de legislación ambiental local, como lo es Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, en su Libro VI, Anexo 4, no se menciona límites máximos permisibles para inmisión de benceno, tolueno y xileno, y este trabajo demuestra que es una necesidad inmediata.
- Es necesario contar con laboratorios analíticos confiables para poder realizar de manera continua y menos costosa este tipo de estudios.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ALBERTI, M., BERRINI, M., MELONE, A., ZAMBRINI, M. *La Valutazione di Impatto Ambientale: istruzioni per l'uso*. Franco Angeli Libri. Milano, Italia.
2. ARELLANO, A., 1989. *Investigaciones de Higiene Industrial en la Refinería Estatal Esmeraldas: Período 1987-1989*. CEPE.
3. BUREAU VERITAS, 2002. *Monitoreo Ambiental: Complejo Industrial Shushufindi*. Informe Final.
4. CARRILLO H., BARRERA, K., OLEAS I., 2001. *Revisión Ambiental Inicial-Certificación ISO 14000*. Complejo Industrial Shushufindi PETROECUADOR.
5. CEPE, 1987. *Datos Estadísticos de Accidentes de Trabajo*. Departamento de Seguridad Industrial. Ecuador.
6. COLBY, T.V., CARRINGTON, C.B., 1988. *Infiltrative lung disease*. In Thurlbeck, W.M.: *Pathology of the lung*. New York, Thieme Medical Publishers, p. 425.
7. COMBA, P., HARARI, R., 2004. *Ambiente y la Salud: Epidemiología Ambiental*. IFA-Istituto Superiore di Sanità-Abya-Yala. Ecuador.
8. COLLEGIUM RAMAZZINI. 2004. *Call for a reduction of exposure to benzene to the lowest possible level*. Eighth Collegium Ramazzini Statement.
9. Commission of the European Communities. *Report Series on Air Pollution Epidemiology: Exposure Assessment*. Report No. 1. Sin fecha
10. Commission of the European Communities. *Report Series on Air Pollution Epidemiology: Heath Effect Assessment*. Report No. 2. Sin fecha
11. DE NEVERS, N., 1997. *Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire*. McGraw-Hill. México,

12. DE ROSA, C., HOLLER, J., MEHLMAN, M., 2002. *Impact of Hazardous Chemicals on Public Health, Policy and Service*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Department of Health and Human Services. Atlanta, Georgia.
13. DUNCAN M & EVANS H. The induction of aberrations in human chromosomes following to exposure to mutagens/carcinogens. *Environmental carcinogens*. 1983: 57-74.
14. ECUAMBIENTE, 2001. *Auditoria Ambiental Integral a la Refinería Estatal de Esmeraldas*.
15. EPA, 1984. *Benzene Emissions from coke by-products Recovery Plants – Background Information for proposed Standards*. US Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards Research. May.
16. EPA, 1998. *Carcinogenic effects of Benzene: an update*. US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. April.
17. EPA, 2004. *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Links: 1990-2002*.
18. EPA, 2004. *Air Quality Criteria for Particulate Matter*. CD. October.
19. FERNÁNDEZ, A., 1999. *Planificación de Reparaciones Ambientales en Áreas Peligrosas*. Centro de Capacitación de PETROECUADOR. Ecuador.
20. FORASTIERE, F., CORBO, G., PISTELLI, R., MICHELOZZI, P., AGABITI, N., BRANCATO G., CIAPPI, G., PERUCCI, C., 1994. *Sensibilidad Bronquial en niños que viven en areas con diferentes niveles de contaminación de aire*. *Archives of Environmental Health*. Vol. 49, No. 2.
21. *Guida dettagliata al campionamento dell'aria: il campionamento personale*. Analitica Strumenti s.r.l. Prima edizione. Italia, Settembre, 2002.

22. HARARI, RAÚL., 2004. *Seguridad, Salud y Ambiente en la Floricultura*. IFA-PROMSA. Ecuador.
23. HOGSTEDT C, ANDERSSON K, HANE M. *A questionnaire approach to the monitoring of early disturbances in the central nervous functions*. In: Aitio A., Riihimaki V, Vainio H, editors. *The biological monitoring and surveillance of workers exposed to chemicals*. Washington (DC): Hemisphere Pub Corp 1984: 275-87.
24. HURTIG, A.K., SAN SEBASTIÁN, M. 2002. *Cáncer en la Amazonía del Ecuador (1985-1998)*. Instituto de Epidemiología y Salud Comunitaria “Manuel Amunarriz”-Medicus Mundi Gipuzkoa-CICAME. Coca, Ecuador.
25. IFA Suecia-PETROINDUSTRIAL, 1993. *Convenio de Cooperación Internacional para el Proyecto de Mejoramiento del Medio Ambiente Laboral y la Producción en Refinería Estatal de Esmeraldas. Informe Final*.
26. IFA Suecia-PETROINDUSTRIAL-COIFA Ecuador., 1992-1995. *Development of measurements for investigation of exposure levels of some organic solvents at the refinery in Esmeraldas*. Proyecto para el desarrollo de las actividades del mantenimiento, condiciones de trabajo y reducción del impacto ambiental en la refinería de Petroindustrial en Esmeraldas, Ecuador.
27. IFA Suecia-PETROINDUSTRIAL-COIFA Ecuador., 1992-1995. *General description of the situation concerning the external environment at the Petroindustrial Refinery in Esmeraldas recommendations in what to give priority to*. Proyecto para el desarrollo de las actividades del mantenimiento, condiciones de trabajo y reducción del impacto ambiental en la refinería de Petroindustrial en Esmeraldas, Ecuador.
28. *Informe de los Trabajos Especializados del Contrato de Provisión del Servicio de Monitoreo Ambiental Interno a la Refinería Estatal Esmeraldas, Mayo-Diciembre, 2003*. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Química, DPEC. Quito, Ecuador.

29. *Informe Seminario-Taller Análisis de la Contaminación de la Refinería Estatal Esmeraldas en los ríos Esmeraldas y Teaone*. CEPE, CEPAL, PNUMA. 17-19 de Abril, 1989.
30. KEITH, L., 1996. *Principles of Environmental Sampling*. American Chemical Society Professional Reference Book. Second Edition. Washington.
31. LANDO, C., HAGMAR, L., BONASSI, S. Biomarkers of cytogenetic damage in humans and risk of cancer. The European Study group of Cytogenetic Biomarkers and Health.(ESCH). *Med Lav*, 1998;89(2): 124-131.
32. *Ley de Gestión Ambiental*. Ley No. 37, RO/245 de 30 de Julio de 1999.
33. LÓPEZ R, HARARI R., 2004. *Plaguicidas y Cromosomas*. En el libro Seguridad, Salud y Ambiente en la floricultura. IFA-PROMSA. Ecuador.
34. *Manuales para monitoreo de gases*. SKC. 1990.
35. MARTÍNEZ, A. P., ROMIEU, I.,1997. *Introducción al Monitoreo Atmosférico*. ECO/OPS-GTZ-Departamento del Distrito Federal. México.
36. MEHLMAN, M., UPTON, A., 1994. *The Identification and Control of Environmental and Occupational Disease: Hazards and Risks of Chemicals in the Oil Refining Industry*. Advances in Modern Environmental Toxicology. Princeton Scientific Publishing Co., Inc. USA.
37. MEHLMAN, M. 2004. Benceno: Un cancerígeno hematopoyético y multiórganos a cualquier nivel sobre cero. Material del Curso “Benceno: Un cancerígeno hematopoyético y multiórganos a cualquier nivel sobre cero”. Febrero, 2005.
38. *Memorias Primer Congreso de Seguridad e Higiene Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de la Industria Petrolera*. PETROINDUSTRIAL-CETRAPIN. Esmeraldas, 27-31 de Julio de 1998.

39. *Memorias Técnicas del Congreso Internacional de la Industria Petrolera y Medio Ambiente*. Ministerio del Ambiente, Ministerio de Energía y Minas, PETRAMAZ, Facultad de Geología, Minas, Petróleos y Ambiental. Ecuador, 4 al 7 de julio de 2000.
40. MINISTERIO DE AMBIENTE. *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*. Decreto No. 3516. 31 de Marzo de 2003.
41. MUSMECI, L., 2004. *Valutazione del Rischio Sanitario e Ambientale nello smaltimento di Rifiuti Urbani e Pericolosi*. Rapporti ISTISAN 04/5. Italia.
42. NIEUWENHUIJSEN M. J., 2003. *Exposure Assessment in Occupational and Environmental Epidemiology*. Oxford University Press.
43. NORMA PETROINDUSTRIAL SI-002, 1990. *Requisitos Máximos y Mínimos permisibles en las descargas de gases, partículas y polvos en refinerías de petróleo y otras instalaciones industriales*. Seguridad e Higiene Industrial. Ecuador.
44. *Organic Vapor Monitors Manual*. 3M.
45. *Occupational Safety and Health Guidelines for Chemical Hazards*. Supplement I-II-III-IV. U.S. Department of Health and Human Services. 1988-1995.
46. PETROECUADOR, 2001. *Gestión Ambiental Hidrocarburífera: Normas relacionadas*. Volumen II. Gerencia de Protección Ambiental.
47. PETROECUADOR, 2000. Informe Anual.
48. PETROECUADOR, 2001. *Planes y Programas*. Gerencia de Protección Ambiental.
49. PETROECUADOR, 2002. *Planes y Programas*. Gerencia de Protección Ambiental.
50. PETROECUADOR, 2002. *El Proceso Hidrocarburífero en la Amazonía Ecuatoriana*. No. 1. Serie Petróleo y Ambiente. Gerencia de Protección Ambiental.

51. PETROECUADOR, 2002. *Legislación Ambiental Hidrocarburífera del Ecuador*. No. 2. Serie Petróleo y Ambiente. Gerencia de Protección Ambiental.
52. PETROECUADOR, 2002. *Estudio de la Calidad del Aire de la Ciudad de Quito*. Escuela de Ingeniería Química. Universidad Central del Ecuador.
53. PETROECUADOR, 2002. *El Petróleo en Ecuador: Su historia y su importancia en la economía nacional*. Ecuador.
54. PETROECUADOR, 2004. *Atlas Petrolero Ecuatoriano*. Ecuador.
55. PETROECUADOR, 2001. *Estadísticas de Accidentabilidad Año 2001*. Seguridad e Higiene Industrial. Ecuador.
56. PETROECUADOR. *Solventes Orgánicos*. Documento de Trabajo. Sin fecha.
57. PETROECUADOR. *Segundo Congreso de Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de la Industria Petrolera: Resumen de Conferencias*. Quito, 22 al 26 de Octubre. 2001.
58. PETROECUADOR. 1991. *Memorias Seminario Estudio del Impacto de Ambiente*. ENPRO Environmental Services Limited, Winterhawk Petroleum Consulting Services Ltd. Mayo. Ecuador.
59. PETROECUADOR-IFA. *Estudio de Salud Ambiental alrededor de las Refinerías de PETROINDUSTRIAL*. Informe de Trabajo. 2003.
60. PEZZAGNO G., IMBRIANI M. 1997. *Cinetica e Monitoraggio Biologico dei Solventi Industriali*. Advances in Occupational Medicine and Rehabilitation. Le collane della Fondazione Salvatore Maugeri. Pavia, Italia.
61. PICCIANO, D. Cytogenetic study of workers exposed to benzene. Environ Res 1979;19:33-38.

62. RINDONE, B., BELTRAME P., DE CESARIS A.L., 1998. *Il benzene e altri composti aromatici: monitoraggio e rischi per l'uomo*. Ricerche&Risultati. Fondazione Lombardia per L'ambiente. Italia.
63. RINDONE, B., BELTRAME P., DE CESARIS A.L., 1998. *Le emisión industriali in atmosfera: inventario e tratamiento*. Ricerche&Risultati. Fondazione Lombardia per L'ambiente. Italia.
64. RINDONE, B., BELTRAME P., DE CESARIS A.L., 1998. *Dati di inquinamento atmosferico dell'area metropolitana milanese e metodologie per la gestione della qualità dell'aria*. Ricerche&Risultati. Fondazione Lombardia per L'ambiente. Italia.
65. *Rivelatore di gas*. Manual Dräger. 1983.
66. SOGGIU, M.E., MARSILI, G., SELITRI, C., SILIPRANDI G., 2000. *Studio del contributo industriale all'inquinamento atmosférico del Comune di Mantova. La Valutazione del Rischio D'Área: Il caso dell'area industriale di Mantova*. FrancoAngeli Editoriale. Italia.
67. ROBERTS ALLEY E. ET AL., 2000. *Manual de control de la calidad del aire*. Tomo I-II. McGraw-Hill. México.
68. SAN SEBASTIÁN, M., 2000. *Informe Yana Curi: Impacto de la Actividad Petrolera en la Salud de Poblaciones rurales de la Amazonía Ecuatoriana*. Instituto de Epidemiología y Salud Comunitaria "Manuel Amunarriz", Medicus Mundi, Icaria Editorial.
69. SEOÁNEZ CALVO, M., 2002. *Tratado de la Contaminación Atmosférica: Problemas, Tratamiento y Gestión*. Colección Ingeniería del Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
70. *Studi Italiani sui disturbi respiratori nell'infanzia e l'ambiente*. 1994. SIDRIA. Italia.

71. Vaca Rodríguez, Augusto, 1995. *Riesgos del Trabajo en la Industria Petrolera*. PETROECUADOR. Ecuador.
72. WEAVER N.K., 1998. *The Petroleum Industry. Occupational Medicine. State of the Art Reviews*. Volume 3, Number 3. July/September.
73. WHO a, 1985. Guidelines for Study of Genetic Effects in Human Population. Environmental Health Criteria 46. Geneva. 32-46.
74. WHO, 1999. *Health Impact Assessment: Main concepts and suggested approach.*, European Centre for Health Policy, ECHP. Brussels.