

Alba Puey Barrachina

# **Traducción, comentario y glosario de un texto científico**

Treball acadèmic de 4t curs

Facultat de Traducció i Interpretació  
Universitat Pompeu Fabra  
Lisa Gilbert  
21.06.2010

## ÍNDICE

	Pág.
1. Introducción .....	3
1.1 Objetivos .....	3
1.2 Metodología .....	3
2. Traducción del artículo científico .....	5
3. Comentario sobre los problemas de traducción .....	16
3.1 Propuesta de clasificación .....	16
3.2 Problemas textuales .....	17
3.3 Problemas culturales .....	19
3.4 Problemas lingüísticos .....	20
3.5 Problemas terminológicos y fraseológicos .....	23
4. Glosario .....	25
5. Conclusiones .....	30
6. Bibliografía .....	32
6.1 Bibliografía citada .....	32
6.2 Bibliografía consultada .....	32
7. Anexo I: Texto original .....	33

# **1. INTRODUCCIÓN**

Este trabajo se concibe como la finalización de un periodo de adquisición de conocimientos. Por tanto, en él debe quedar patente que el aprendizaje ha finalizado satisfactoriamente. El trabajo consiste en una traducción del inglés al castellano de un texto del ámbito científico, un comentario en el que se analizan los problemas surgidos y un glosario.

La motivación principal que nos conduce a realizar un trabajo de este tipo es el interés por la traducción científica. A pesar de que nuestro itinerario principal es el humanístico-literario, en el futuro nos gustaría dedicarnos a este ámbito de la traducción, por lo que este trabajo podría servir como carta de presentación a la hora de buscar empleo. Además, en los últimos años, se están llevando a cabo numerosas investigaciones sobre la malaria (tema del que trata el texto), por lo que es probable que se convierta en una tema de traducción frecuente y, por lo tanto, este trabajo podría utilizarse como fuente de información para otros traductores. Por último, consideramos que traducir un texto sobre medidas de control de la malaria puede contribuir a difundir conocimientos sobre esta enfermedad para que pueda ser erradicada o, al menos, controlada.

## **1.1 Objetivos**

Los objetivos generales de este trabajo son aplicar los conocimientos sobre traducción adquiridos durante la licenciatura y realizar satisfactoriamente una traducción. Para alcanzarlos, es necesario ir cumpliendo una serie de objetivos específicos en cada fase del proceso de traducción, como son, adquirir los conocimientos necesarios sobre el tema y sobre las características del tipo de texto tanto en la lengua original como en la lengua meta, resolver adecuadamente los problemas surgidos en el proceso de traducción, identificar aquellos que sean más relevantes, justificar las soluciones adoptadas y, finalmente, elaborar un glosario que pueda servir de ayuda a otros traductores con los términos del texto cuyos equivalentes planteen dificultades.

## **1.2 Metodología**

La metodología de este trabajo está basada en el cumplimiento de los objetivos específicos, lo cual permitirá alcanzar los objetivos generales que se han expuesto en el

apartado anterior. En primer lugar, será necesario leer el texto prestando atención a las dificultades que pueden surgir durante el proceso de traducción para seleccionar los fragmentos que traduciremos, puesto que por falta de espacio y de tiempo, no será posible traducir el texto completo. Se tratará de realizar una lectura intensiva que permita observar qué fragmentos son los más relevantes para la traducción, bien porque contengan una densidad de problemas importante, o bien porque en ellos aparezca algún problema cuya resolución conlleve dificultades significativas.

Después será necesario documentarnos sobre el tema que trata el texto (la malaria, en general, y las estrategias de gestión ambiental para el control de enfermedades, en particular) mediante textos paralelos escritos originalmente en la lengua meta a fin de poder comprender perfectamente el texto original. Esta fase resulta de gran importancia porque evita que se produzcan errores de contenido en la traducción y, además, permite que empecemos a familiarizarnos con la terminología. La segunda parte de esta fase de documentación consistirá en informarnos sobre las características que este género textual presenta en cada una de las lenguas, especialmente en la lengua meta.

Una vez adquiridos los conocimientos necesarios, iniciaremos la tercera fase: el proceso de traducción. Entonces se identificarán y clasificarán los problemas que surjan y se resolverán correctamente con la ayuda de fuentes de consulta cuya fiabilidad esté comprobada. En la cuarta fase, seleccionaremos los problemas que consideremos más relevantes por su dificultad o por su singularidad para que sean clasificados y analizados en el comentario. Finalmente, elaboraremos un glosario en el que se recogerán los términos cuyo equivalente haya resultado difícil de encontrar o de elegir por la contradicción entre dos fuentes. En el glosario se incluirá el término, el equivalente y la bibliografía que documente su fiabilidad. Además, estará organizado según el orden de aparición de los términos en el texto.

## 2. TRADUCCIÓN

### Eficacia y rentabilidad de la gestión ambiental en el control de la malaria

Jürg Utzinger, Yesim Tozan y Burton H. Singer

Princeton University, Office of Population Research, Princeton, NJ, USA

#### Resumen

Roll Back Malaria (RBM) trata de reducir la incidencia de esta enfermedad antes del año 2010. El programa se centra en el África subsahariana y se propone aplicar estrategias de control eficaces y rentables. Sin embargo, la información sobre programas basados en este tipo de estrategias que se hayan llevado a cabo es escasa. Además, en ellos no está presente un elemento destacable como es el debate sobre el potencial de la gestión ambiental. Durante la revisión de la literatura al respecto se hallaron múltiples programas de control de la malaria que incorporaban la gestión ambiental como característica principal. Entre ellos destacan los creados en 1929, que se aplicaron durante dos décadas en comunidades mineras de cobre de Zambia. El paquete de medidas de control consistía en el desmonte de vegetación, la modificación de las riberas fluviales, el drenaje de humedales, la aplicación de aceite en masas de agua abiertas y la protección de viviendas con mosquiteras. Una parte de la población también podía beneficiarse de la administración de quinina y dormir protegida con telas mosquiteras. Las tasas de incidencia de la malaria y las densidades de vectores que se obtenían mensualmente se utilizaban para vigilar y ajustar las estrategias de gestión ambiental a fin de lograr un mayor nivel de rendimiento. Entre los tres y los cinco años posteriores a la implantación, las tasas de incidencia, de morbilidad y de mortalidad de la malaria se redujeron entre un 70% y un 95%. Los cálculos indicaron que, durante los veinte años en los que se llevó a cabo, el programa evitó 4.173 muertes y 161.205 ataques de malaria. Los costes estimados por muerte y por ataque evitados ascendían a 858 USD y 22,20 USD, respectivamente. Por su parte, se calculó que los costes por año de vida ajustado por discapacidad (AVAD) que se evitaron en el periodo de puesta en marcha, entre tres y cinco años (duración similar a la de los análisis de rentabilidad de los estudios actuales), oscilaban entre los 524 USD y los 591 USD. Sin embargo, el historial de la estrategia muestra que ésta llegó a ser rentable a largo plazo, cuando los costes de mantenimiento fueron mucho más bajos: entre 22 USD y 92 USD por AVAD evitado. En vista de los escasos efectos ecológicos adversos, del aumento de la sostenibilidad y de la mejora en

el uso de los recursos y los conocimientos locales que conlleva, la gestión ambiental (combinada con la aplicación de tratamientos farmacológicos y con el uso de insecticidas y mosquiteras) podría incrementar considerablemente las posibilidades de reducir la malaria.

## **Introducción**

Treinta años después del abandono de la primera campaña “global” de erradicación de la malaria, la enfermedad vuelve a figurar entre los asuntos más importantes del panorama sanitario internacional. RBM es una nueva iniciativa que se presentó en mayo de 1998 (OMS 1998) y que tiene como objetivo reducir a la mitad la incidencia actual de esta enfermedad antes del año 2010 y a la cuarta parte en los cinco años posteriores a esta fecha (Nabarro & Tayler 1998). RBM se distingue de los antiguos intentos de erradicar la malaria por cuatro características: en primer lugar, se centra en controlar la enfermedad en lugar de erradicarla; en segundo lugar, sus actuaciones se llevan a cabo en el África subsahariana, mientras que anteriormente, los programas estaban dirigidos a América, Asia y a las zonas endémicas de Europa; en tercer lugar, se trata de una alianza formada por el sector privado, una red de investigadores, agencias de desarrollo, bancos, organizaciones no gubernamentales y fundaciones; y, por último, está regida por un planteamiento horizontal y promueve el refuerzo de las capacidades y de los sistemas sanitarios locales para que la malaria pueda ser tratada localmente (Nabarro & Mendis 2000). Desde que se creó, la iniciativa ha tenido mucha publicidad y ha conseguido un compromiso de respaldo económico de 1.000 millones de USD al año en forma de subvenciones y créditos (Dove 2000). Por la magnitud de la cifra y por el compromiso que han adquirido sus diversos promotores, RBM no debería fracasar (The Lancet 2000).

El hecho de que actualmente el interés se centre en la aplicación de medidas y no tanto en las campañas ha dado lugar a una necesidad urgente de información referente a la eficacia y rentabilidad de las diferentes estrategias de actuación. Esta información podría orientar a quienes diseñan las políticas sobre cómo aprovechar los recursos disponibles para obtener el máximo beneficio social posible (Hutubessy *et al.* 2001). Sin embargo, el conocimiento empírico existente es escaso y procede de un número de estudios muy limitado. Aun así, existe un análisis reciente sobre la rentabilidad de varias medidas de control de la malaria en el África subsahariana que se ha centrado en este aspecto

(Goodman & Mills 1999; Goodman *et al.* 1999). Los investigadores que lo realizaron localizaron catorce estudios particulares centrados en la prevención y el tratamiento de la malaria y evaluaron su rentabilidad usando un método basado en modelos. Entre las actuaciones de estos estudios se incluían el uso de mosquiteras impregnadas con insecticida, la fumigación del interior de las viviendas, la quimioprofilaxis durante la infancia y el embarazo, el tratamiento intermitente de mujeres embarazadas, la mejora de los tratamientos contra la malaria y una hipotética vacuna. El hecho más destacable es que, aun tratándose de países con bajos ingresos y con niveles elevados de transmisión de la malaria, todas las actuaciones evaluadas parecen ser rentables, al menos a corto plazo. Actualmente no hay en marcha ningún análisis de rentabilidad de la gestión ambiental comparable, aunque ésta sea un componente potencialmente importante de un paquete de actuaciones para el control de la malaria que se mantendría a largo plazo (Goodman *et al.* 1999; Lerer 1999). Cabe señalar que la falta de datos ha imposibilitado este tipo de análisis.

Al revisar la literatura sobre programas efectivos de control de la malaria en el África subsahariana hallamos un exhaustivo estudio que se llevó a cabo en las minas de cobre de la antigua Rhodesia (actual Zambia) entre 1929 y 1949 (Watson 1953). [...] Volvimos a analizar los datos y calculamos el número de muertes, de ataques de malaria y de años de vida ajustados por discapacidad (AVADs) que se evitaron. De esta forma fue posible comparar la eficacia y la rentabilidad de la gestión ambiental con otras actuaciones de control de la enfermedad de uso generalizado actualmente.

### Materiales y métodos

#### *Mina de cobre Roan Antelope*

Hallamos un programa de control de la malaria centrado en múltiples aspectos y que se desarrolló a gran escala. Este programa incorporaba como elemento principal la gestión ambiental. En sus registros se incluía un informe detallado de los costes en el que se especificaban los recursos físicos y los precios por unidad destinados a cada actuación de gestión ambiental. El programa se inició a finales de 1929 en Zambia, concretamente en la mina de cobre Roan Antelope, que se localiza en el distrito de Ndola Rural, cerca de la ciudad de Luanshya. Esta zona era conocida por ser hiperendémica de malaria, según los primeros expedientes clínicos realizados al principio de la implantación del programa (Watson 1953). Las actuaciones de control se extendieron, posteriormente, a

otras zonas mineras cercanas y las estrategias de control se aplicaron durante dos décadas (Watson 1953). En la época en que se llevó a cabo este programa, Zambia era conocida con el nombre de Rhodesia del Norte y estaba gobernada por la autoridad colonial británica.

El primer estudio nacional sobre la malaria realizado en Zambia se llevó a cabo entre 1969 y 1972 y confirmó que esta enfermedad era altamente endémica en el distrito de Ndola Rural. El estudio concluía que el 26,4% de los individuos que conformaban la muestra de población elegida aleatoriamente para el estudio presentaba parásitos de malaria en la sangre. *Plasmodium falciparum* era la especie predominante, pues se encontró en el 86,8% de los casos positivos, mientras que *P. Malariae* se halló en el 13,2% (Wenlock 1978). Los últimos métodos empíricos, que evalúan los límites de distribución de la trasmisión de *P. falciparum* en el África subsahariana, confirmaban que el distrito de Ndola Rural se caracterizaba por presentar unas condiciones endémicas de malaria permanentes (Snow *et al.* 1999).

### Estudio entomológico

Cuando se inició el programa de lucha contra la malaria en la mina de cobre de Roan Antelope, se realizaron estudios entomológicos detallados en el área de control designada en los que se recogieron e identificaron tanto larvas como ejemplares adultos de mosquito. Los ejemplares adultos de mosquito se analizaron para determinar la presencia de sangre, a fin de distinguir los vectores potenciales de malaria de otras especies sin importancia médica. Posteriormente, se investigaron detalladamente las preferencias de hábitat de las larvas de los vectores de malaria. Los resultados constituyeron la base de conocimientos que permitió adaptar las estrategias de gestión ambiental para eliminar o modificar estos hábitats. Finalmente, se estableció un sistema de vigilancia y control de los vectores que consistía en realizar semanalmente capturas de mosquitos adultos en varias localizaciones determinadas, tanto dentro como fuera del área de control designada.

### Gestión ambiental

A partir de noviembre de 1929 se pusieron en práctica múltiples actuaciones basadas en la gestión ambiental y dirigidas a *Anopheles gambiae* y *A. funestus* en fase larvaria. Al principio, se contrataron 300 trabajadores para aplicar las estrategias de gestión

ambiental, que consistían en desmontar la vegetación situada a lo largo del río Luanshya y de sus afluentes, modificar las riberas fluviales y eliminar los obstáculos artificiales, así como en drenar las superficies inundadas y los humedales. Tras el primer año de actuaciones, el nivel del río principal había descendido considerablemente y la velocidad del agua era lo suficientemente alta como para interrumpir el desarrollo larvario. Estas actuaciones se mantuvieron posteriormente y fueron acompañadas de la aplicación regular de aceite en masas de agua abiertas. La última medida que se adoptó fue la protección de las viviendas con mosquiteras. De esta forma se impedía la entrada de vectores de malaria adultos. La vigilancia y el control de las capturas semanales de mosquitos adultos y de las tasas mensuales de incidencia de la enfermedad sirvieron de herramienta para evaluar el programa que se estaba desarrollando. A partir de finales de enero de 1946, una vez se conocían los resultados satisfactorios del estudio sobre los efectos residuales del DDT realizado fuera del área de control designada, se empezó a utilizar este insecticida a gran escala, de manera que se sumó una estrategia de actuación adicional al programa. Este producto se utilizaba principalmente como adulticida.

#### Mortalidad, morbilidad e incidencia de la malaria

Durante los doce primeros meses de explotación de la mina de cobre Roan Antelope, se realizaron registros detallados en los que se incluía un informe sobre las causas de muerte de los europeos, por lo que es posible consultar el número total de fallecidos a causa de la malaria entre 1932 y 1938. Se registraron las tasas anuales de mortalidad causada por enfermedad de europeos y africanos, por separado, y se controlaron durante los veinte años en los que se aplicó el programa. [...]

#### Cálculo de las muertes, los ataques de malaria y los AVADs evitados

El número total de muertes que se evitaron gracias a la aplicación del programa de control de la malaria se calculó atendiendo a la reducción de la tasa de la mortalidad relacionada con esta enfermedad y al total de años-persona en riesgo durante el periodo en que se llevaron a cabo las actuaciones. Por su parte, el total de ataques de malaria evitados se obtuvo multiplicando la disminución de la tasa de incidencia anual de la malaria por el número total de años-persona en riesgo.

[...] Las tasas anuales de mortalidad por malaria anteriores y posteriores a la aplicación del programa se calcularon dividiendo el número de muertes atribuidas a esta

enfermedad entre la correspondiente población en riesgo. Por su parte, el cálculo del número de ataques clínicos y de muertes al año en cada grupo de edad se realizó utilizando las tasas de morbilidad y mortalidad específicas de cada edad facilitadas por Snow *et al.* (1999). Debido a que no existían datos disponibles sobre secuelas neurológicas y anemia, únicamente se utilizaron los datos sobre ataques clínicos de malaria antes y después de la aplicación del programa para calcular la pérdida de años de vida saludable por incapacidad. Según los registros de tratamiento originales, un ataque de malaria producía una incapacidad de nueve días (Rodger 1944, Watson 1953), por lo que los AVAD evitados se calcularon aplicando estos nueve días a la diferencia entre los que se habían producido con y sin la aplicación del programa.

#### Eficacia del programa y datos de coste

Los datos de coste se obtuvieron a partir del presupuesto del programa publicado. En él aparecía información sobre la elevada inversión de capital (se contrataron 300 trabajadores para llevar a cabo el desmonte de vegetación, la modificación de las riberas fluviales y el drenaje de humedales) y el coste anual del mantenimiento de las actuaciones, entre las que se incluía, además de las citadas anteriormente, la aplicación de aceite en masas de agua abiertas de forma regular. También se especificaban los recursos físicos y los precios por unidad correspondientes a cada actuación.[...]

## **Resultados**

[...]

#### Estudios preliminares

[...] Las tasas mensuales de incidencia revelaron que, a lo largo del año, se producía un pico muy definido al final de la estación de lluvias, en los meses de marzo y abril. El índice esplénico de referencia de 232 niños menores de 15 años que vivían en la zona minera era del 36% (Tabla 1).

Los estudios entomológicos de referencia mostraban que los vectores de malaria predominantes eran *A. funestus* y *A. gambiae*. *A. funestus* suponía el 80% de las capturas de mosquitos adultos, mientras que *A. gambiae* era la especie más abundante en las capturas de larvas. Los estudios ecológicos que detallaban las preferencias de hábitat de las larvas indicaban que *A. gambiae* se localizaba en humedales naturales abiertos y sin

sombra, en estanques cercanos al río Luanshya y a sus riberas, así como en depósitos de agua abiertos y en pozos naturales llenos de maleza. Se trataba de unos hábitats cuya reducción y eliminación resultaba relativamente sencilla. Por el contrario, las larvas de *A. funestus* preferían las orillas protegidas por la sombra y las riberas del río Luanshya. También se hallaron en superficies inundadas y en humedales que se solían formar durante la estación de lluvias y en los que el agua quedaba estancada durante un amplio periodo de tiempo. El control de estos elementos del ecosistema suponía más que un reto.

#### Reducción de la mortalidad, la morbilidad y la incidencia de la malaria

Las tasas de mortalidad por enfermedad de europeos y africanos registradas durante el periodo de aplicación del programa pueden consultarse en la Figura 2. En ella se puede observar la extraordinaria reducción de todas las tasas de mortalidad que se produjo poco después de la puesta en marcha de las estrategias de gestión ambiental. La tasa de mortalidad de la comunidad europea, que era del 23,4% entre abril de 1929 y marzo de 1930, descendió hasta 13,2 % en los restantes meses de 1930. Al año siguiente esta cifra se redujo más de un 50%. Los descensos de la tasa entre la población africana fueron muy similares: entre 1935 y 1948 las tasas anuales de mortalidad por enfermedad permanecieron estables en niveles bajos que oscilaban entre el 3% y el 6% (ver Tabla 1). A pesar de que no disponemos de informes particulares sobre las causas exactas de cada fallecimiento, es muy probable que la reducción de la mortalidad se debiera fundamentalmente a la reducción de la malaria.

[...]

La tasa anual de referencia de incidencia de la malaria entre los empleados de la mina se redujo a la mitad durante el primer año en que tuvieron lugar las actuaciones, pasando de un 514% en 1929 a un 213% en 1930. Un año después, en 1931, el dato volvió a reducirse a la mitad, alcanzando su nivel más bajo: 151%. Durante los dos años siguientes la cifra permaneció estable y la incidencia de la enfermedad siguió un patrón estacional, en el que se distinguía claramente un pico de aumento en los meses de marzo y abril, a finales de la estación de lluvias (ver Figura 3). Entre finales de 1937 y finales de 1942 se produjeron un total de 1.619 casos de malaria entre los europeos (Rodger 1994). Se calcula que durante este periodo la población europea oscilaba entre las 2.300 y las 2.500 personas. Por lo tanto, había entre 11.500 y 12.500 años-persona en riesgo de

ataques de malaria, considerando que la tasa anual de incidencia de esta enfermedad variaba entre 130 y 141 (media: 135). Poco después de la ampliación de la zona de control y del empleo sistemático de DDT, a mediados de 1940, se produjo otro descenso brusco de la tasa anual de incidencia de la enfermedad (ver Tabla 1).

[...]

#### Coste de la gestión ambiental

La Tabla 3 muestra la inversión de capital y los costes anuales de mantenimiento de las actuaciones de gestión ambiental de los veinte años de aplicación del programa en GBP y la equivalencia en USD, según el valor de esta divisa en 1995. Los costes globales casi alcanzaban los 3,6 millones de USD. La inversión de capital inicial superó el millón de USD, es decir, supuso 167 USD por cada uno de los habitantes de las poblaciones dependientes de la mina de Roan Antelope. Antes de que, en 1946, se generalizara el uso del DDT, los costes anuales de mantenimiento oscilaban entre los 103.666 USD y los 190.279 USD, es decir, entre 5,2 USD y 23,4 USD por persona.

Se calculó que los costes por fallecimiento y por ataque de malaria evitados durante el periodo de aplicación del programa ascendían a 858 USD y 22,20 USD, respectivamente (ver Tabla 2). Durante los tres o cinco primeros años de implantación del programa, los costes por AVAD evitado fueron relativamente altos (entre 524 USD y 591 USD), lo cual se debió, en gran parte, a la elevada inversión inicial de capital. Dichos costes disminuyeron considerablemente en el transcurso del periodo de aplicación. Durante el periodo de mantenimiento, desde 1934 hasta 1936, supusieron 92 USD. Sin embargo, disminuyeron hasta los 22 USD, durante los tres años de incremento, entre 1947 y 1949.

#### **Discusión**

[...]

Un año después de la puesta en marcha de las actuaciones, las tasas globales de mortalidad y de incidencia de la malaria se redujeron en un 50%, aproximadamente. La morbilidad y la mortalidad asociadas a la malaria, así como las tasas mensuales de incidencia de esta enfermedad, continuaron disminuyendo considerablemente hasta reducirse entre un 70% y un 95% en los tres años posteriores al inicio de las actuaciones. Unos descensos de tal magnitud resultan llamativos, especialmente tratándose de un programa de control de la malaria aplicado en una zona altamente endémica del África

subsahariana, en la que se encuentran los vectores más eficientes de esta enfermedad (Rodger 1994; Watson 1953; Wenlock 1978). [...]

El uso de controles históricos en este entorno se justifica por varias razones. En primer lugar, la unidad de análisis es la comunidad minera completa y los detalles de los componentes de la gestión ambiental estaban ajustados a la ecología local. En segundo lugar, existen datos de otras tres comunidades mineras del cinturón del cobre de Zambia que son comparables a los de la mina de Roan Antelope y que, en gran medida, coinciden con ellos (Watson 1953). A pesar de ello, la variación ecológica entre dichas comunidades es lo suficientemente grande como para que la noción de comparación, incluso la de comunidades testigo, carezca de sentido, lo cual entra en absoluta contradicción con los ensayos aleatorios controlados en los que se evalúa la eficacia de una única actuación (por ejemplo, las mosquiteras tratadas con insecticida, los nuevos fármacos antimaláricos o la terapia combinada) y en los que la noción de grupos de comparación concurrentes puede justificarse (Choi *et al.* 1995; Goodman & Mills 1999; Goodman *et al.* 1999). De hecho, al utilizar como testigo una comunidad en situación previa a la actuación se están comparando las consecuencias de la actuación con la historia natural de la transmisión en el estado inalterado del mismo ecosistema. [...]

El programa de control de la malaria que aquí se ha evaluado se centraba en la gestión ambiental y en un conjunto de actuaciones aplicadas de forma simultánea que iban dirigidas a reducir los hábitats larvarios de los vectores de malaria más predominantes. En los últimos cinco años en que se llevó a cabo el programa entró en juego el DDT. En comparación con otras medidas de control de esta enfermedad, de uso más generalizado en la actualidad, este programa presenta unas características únicas. En primer lugar, se llevó a cabo durante un periodo de tiempo amplio, concretamente, durante veinte años. En segundo lugar, utilizaba las tasas mensuales de incidencia de la enfermedad y las densidades semanales de vectores de malaria adultos como sistema de vigilancia y control del desarrollo del programa. Aunque poco después de la puesta en marcha del programa se observaron disminuciones bruscas en las medidas de resultados relacionados con la malaria, el paquete de actuaciones mostró un elevado nivel de rendimiento entre tres y cinco años después. Los indicadores de resultados permanecieron estables a partir de entonces en niveles mucho más bajos que en los años previos a la aplicación del programa. En tercer lugar, se trataba de un programa bien

organizado, que las autoridades de la mina aplicaron rigurosamente mediante la utilización de un método flexible y gracias a la movilización, motivación y supervisión de las comunidades locales en las que se llevaron a cabo las medidas de control. Otro de los aspectos que caracteriza este programa es que el control de la malaria *per se* no constituía un objetivo altruista en el contexto del fomento de la sanidad en una comunidad. Se trataba simplemente de una necesidad para poder atraer y asentar mano de obra para la explotación de los recursos naturales. Fue una inversión segura que condujo a la prosperidad. Este programa también se define por dar lugar a un fenómeno prolongado de inmigración, ya que la población crecía a un ritmo anual del 10% aproximadamente (algo inusual en el África subsahariana y en otras zonas). Este fenómeno sólo se explica por la puesta en marcha de un eficiente programa de control de la malaria. Probablemente el resultado para la mina de Roan Antelope hubiera sido ruinoso de haber fallado el programa, como le sucedió a la Dutch East India Company en el siglo xviii (van der Brug 1997).

[...]

Nuestros cálculos determinaron que los costes por muerte evitada (858 USD) oscilaban entre los 219 USD y los 2.958 USD, es decir, entre el rango del coste estimado de una mosquitera tratada con insecticida en Gambia, Ghana, Kenia y Sudáfrica (Goodman & Mills 1999; Goodman *et al.* 2001). Por su parte, el coste estimado por ataque de malaria evitado (22,20 USD) sólo era ligeramente superior al de estos elementos en Gambia (15,75 USD) (Graves 1998). Al principio, los costes por AVAD evitado eran relativamente altos, pero después se produjo un incremento de la rentabilidad en la fase de mantenimiento, lo cual venía a confirmar los resultados de los estudios previos que aplicaban estrategias de control ambiental (Bos & Mills 1987). Sin embargo, no es posible comparar los análisis de rentabilidad con las actuaciones de control de la malaria que se proponen actualmente, puesto que ya se ha demostrado que pueden ser sostenibles a largo plazo.

[...] En resumen, ha quedado demostrado que la gestión ambiental es sostenible a largo plazo, que provoca menos efectos ecológicos adversos —o incluso ninguno— que las estrategias de control de la malaria que se aplican actualmente y que, potencialmente, puede mejorar el uso de los recursos y los conocimientos locales y, por lo tanto, contribuir a la autonomía local (Bos & Mills 1987; Singer 1989). Los entornos urbanos y

su periferia, que están creciendo rápidamente en los países con malaria, presentan un particular interés ya que la aplicación de estrategias ambientales sólidas junto con la utilización de herramientas de control de la enfermedad paralelas podría constituir un paquete de actuaciones que redujera considerablemente la incidencia actual de la malaria (Trape 1987; Knudsen & Slooff 1992).

### **3. COMENTARIO**

Los problemas surgidos durante el proceso de traducción, según Nord (Hurtado Albir, 2004: 283), pueden clasificarse en distintos tipos: textuales, pragmáticos, culturales y lingüísticos. Hurtado Albir (2004: 283) define cada uno de ellos de la siguiente manera: los problemas textuales derivan de las características particulares del texto original, mientras que los problemas pragmáticos provienen de la naturaleza de la propia práctica traductora. Por su parte, los problemas culturales surgen de las diferencias entre normas y convenciones de la lengua original y de la lengua meta. Los problemas lingüísticos, sin embargo, surgen de las diferencias estructurales entre las lenguas de partida y de llegada.

Sin embargo, al tratar de clasificar los problemas que han surgido durante la traducción de nuestro texto, hemos observado que la tipología de problemas que propone Nord (Hurtado Albir, 2004: 283) no se adecua a nuestras necesidades. Las carencias principales que observamos son dos. En primer lugar, dicha clasificación excluye los problemas terminológicos y fraseológicos, pues no encajan en ninguno de los grupos establecidos. A nuestro entender, resulta llamativo, ya que creemos que se trata de problemas frecuentes en la traducción especializada, cuya resolución puede resultar difícil, en algunos casos, por diversos motivos. En segundo lugar, consideramos que la definición de los problemas de tipo pragmático es muy vaga, por tanto no queda claro qué tipo de problemas recoge este grupo. Incluso, según su definición (“provienen de la naturaleza de la propia práctica traductora”), se puede entender que en él se incluyen todos los problemas (textuales, lingüísticos, etc.) que surgen durante el proceso de traducción, pues todos derivan de la práctica traductora.

#### **3.1 Propuesta de clasificación**

Por ello, partiendo de la clasificación de Nord (Hurtado Albir, 2004: 283), hemos realizado una propuesta nueva que se adapta a nuestras necesidades. Dicha propuesta está formada por cuatro tipos de problemas: terminológicos y fraseológicos, textuales, culturales y lingüísticos. Los problemas terminológicos y fraseológicos son aquellos que añaden a los términos y expresiones que podrían recogerse en un diccionario. Para evitar cualquier duda, es necesario aclarar que mientras que los términos son unidades léxicas fijas, la fraseología está constituida por composiciones de elementos que no tienen por qué estar fijadas. Por tanto, dentro del grupo de problemas terminológicos y

fraseológicos hemos recogido aquellos términos y expresiones cuyo equivalente ha resultado difícil de encontrar.

Consideramos que la definición de Hurtado Albir (2004: 283) para los problemas textuales, culturales y lingüísticos es válida para nuestra clasificación, aunque es necesario aclarar qué entendemos por “características del texto original”. En este caso, dicha expresión hace referencia a las dificultades que puede conllevar la presencia, por ejemplo, de juegos de palabras, metáforas o, incluso, errores lingüísticos en el texto original. Así pues, una vez aclarados los parámetros que delimitan cada tipo de problema, hemos aplicado la propuesta de clasificación a los problemas surgidos durante la traducción de nuestro texto.

### **3.2 Problemas textuales**

El texto al que nos hemos enfrentado se caracteriza porque sus autores no son hablantes nativos de lengua inglesa. Se trata de una característica frecuente en general, aunque particularmente se produce dentro del ámbito científico, puesto que el inglés es la lengua vehicular de la ciencia, como un día lo fue el latín. Por lo tanto, no sería extraño que en el ámbito laboral, en muchas ocasiones, tuviéramos que enfrentarnos a textos de esta naturaleza. Este hecho puede conllevar la aparición de errores gramaticales o sintácticos que provoquen problemas de comprensión del texto original al traductor, lo cual dificulta su tarea, además de que podría dar lugar a una mala interpretación del mensaje. Por esta razón, creemos que es interesante tratar este tipo problemas, los derivados del uso del inglés como *lingua franca*, dentro del grupo de problemas textuales.

Destacaremos aquellos problemas que nos han comportado mayores dificultades, aunque hemos de reconocer que nos hemos topado con bastantes más. El primero de ellos apareció en la tercera línea del apartado “Resumen”. Se trata del sintagma “the evidence-base of such information”, que se encuentra en la frase “However, the evidence-base of such information is scarce, and a notable missing element is discussion of the potential of environmental management”. El error que supone unir mediante un guión un sustantivo en función adjetival (“evidence”) con el sustantivo que funciona como núcleo del sintagma (“base”) nos produjo serias dificultades a la hora de entender el significado y de buscar posibles equivalentes. Finalmente, tras consultar la opinión de otros compañeros al respecto, resolvimos que debía tratarse de un error ortográfico y

concluimos que la traducción más adecuada para el sintagma era “la información sobre programas basados en este tipo de estrategias que se hayan llevado a cabo”.

En este fragmento, surgió otro problema de la misma naturaleza. El guión que une “short-duration” en el sintagma “the short-duration of cost-effectiveness analyses of current studies” era incorrecto, lo cual nos dificultó considerablemente la comprensión de la frase. Tras considerar todas las posibles relaciones entre los elementos que componen el sintagma y las interpretaciones derivadas de ellas y después de contrastar nuestra “hipótesis”, resolvimos que, de nuevo, nos encontrábamos ante un error ortográfico. Este segundo error del mismo tipo nos llevó a pensar que no podía tratarse de un despiste, sino de una carencia en la competencia lingüística de los autores, que no tendría lugar en caso de que éste fuese un hablante nativo. Esta sospecha se confirmó más adelante cuando en lugar de “immigration” encontramos la palabra “in-migration”.

Queremos destacar dos ejemplos de las dificultades sintácticas que presenta el texto original. Dichos ejemplos son una muestra de falta de cohesión puesto que la relación de ciertos elementos con su antecedente no queda clara. El primero de ellos aparece en la frase “Its ambitious goal is halving the current malaria burden by the year 2010 and again five years later”. “Again” hace referencia a “halving the current malaria burden”, pero hemos de reconocer que, en este caso, no se trata de un uso muy frecuente, por lo que tuvimos dificultades tanto en la comprensión como en la traducción.

En el segundo ejemplo, el problema surge debido a que el antecedente del pronombre “it” en la oración “[...] this might be a potentially important component of a package of interventions to control malaria and sustain it in the long term” se encuentra demasiado alejado, pues aparece en la oración anterior (“environmental management”). Esto dificultó la comprensión del significado y supuso la inversión de más tiempo del previsto para esta fase porque fue necesario analizar en profundidad la frase.

Además de dificultades de comprensión, este tipo de problemas genera dificultades en la reformulación en la lengua de llegada. El traductor suele dudar hasta encontrar la solución acertada puesto que no es un experto en el tema. Además, en cierto modo, se siente desvalido porque se enfrenta a una dificultad que pocas veces se trata en las clases de traducción de la universidad. Sin embargo, el traductor tiene que confiar en sus

conocimientos y no debe dar por sentado que el texto original es perfecto, pues el autor es humano y puede cometer errores perfectamente.

### 3.3 Problemas culturales

La principal diferencia que existe entre las características del artículo científico en inglés y en español es el registro. Éste tiende a ser más elevado en español que en inglés, por lo que, cuando se traduce este género se hace necesario adaptar el lenguaje. En nuestro caso, hemos optado por utilizar nominalizaciones en lugar de formas verbales y adjetivos (“riberas fluviales” o “hàbitats larvarios”) en vez de sintagmas preposicionales (“riberas de las ríos” o “hàbitats de larvas”). Sin embargo, en otros casos, ha sido necesario utilizar un sintagma descriptivo en la lengua meta (“sin sombra”) para mantener el sentido del adjetivo original (“unshaded”). Esto se debe a las diferencias morfológicas existentes entre las dos lenguas, ya que el inglés cuenta, en ocasiones, con mayor facilidad que el español para la formación de palabras.

Observamos que en el texto original, se utilizaban cifras para indicar el número de años, décadas, semanas, etc. En español, sin embargo, la tendencia general es escribir los números del uno al diez con letra y el resto con cifras, aunque también se recomienda escribirlos con letra cuando no constituyen una información relevante. Así pues, ante esta disyuntiva, decidimos utilizar las cifras para los datos concretos (“219 USD” o “300 trabajadores”) y escribir con letra todos aquellos datos que no fuesen absolutamente relevantes. Consideramos que es lo más adecuado tratándose de un texto en el que la carga de datos y, por tanto, la densidad de cifras, es elevada.

Otro aspecto que provocó dificultades fueron los símbolos que representan las divisas. Tratándose de un texto en el que se analiza la rentabilidad de un programa, este tipo de símbolos aparecía con bastante frecuencia, por lo que consideramos necesario comentar este problema. En el texto original se utilizaba el símbolo US\$, que no se emplea en la cultura meta. Además, aparecía antes de la cifra (“The estimated costs per death and malaria attack averted were US\$ 858 and US\$ 22.20, respectively”), una práctica que no se da en la lengua meta. Por ello, era necesario buscar una alternativa. Al tratarse de un texto especializado, dudamos si era correcto utilizar el símbolo más común de esta moneda (\$), de manera que consultamos su frecuencia de uso en textos de este tipo. Debido a las dificultades que conlleva buscar un símbolo en una herramienta como

Google, los resultados carecían totalmente de fiabilidad. Además, consideramos que el hecho de utilizar US\$ y no \$ era significativo, por lo que concluimos que no sería adecuado emplear este último.

Finalmente decidimos utilizar los códigos que establece la norma ISO 4217. La utilización del código USD nos permitía indicar explícitamente que se trataba de la divisa estadounidense y, por tanto, transmitir el mismo significado que el texto original. Consideramos, también, que no supondrían un problema para el receptor de la traducción puesto que, aunque estos códigos se emplean principalmente en sectores especializados como el comercial y el bancario, su uso se ha extendido a otros campos más comunes como el del transporte aéreo y su aparición en la prensa es frecuente. Por lo tanto, es muy probable que el destinatario esté familiarizado con ellos.

Por último, cabe señalar, aunque resulte evidente, la diferencia de formato de otros dos aspectos: los números decimales y los puntos de la enumeración. En primer lugar, hemos de recordar que en la lengua original se utiliza el punto en los números decimales (3.6 millions) mientras que en la lengua meta, el símbolo empleado es la coma (3,6 millones). En cuanto a los puntos de la enumeración, el inglés utiliza la numeración romana en minúscula (i, ii, iii), lo cual es incorrecto en castellano. Por tanto debe sustituirse, o bien por la numeración arábiga (1, 2, 3), o bien por letras minúsculas (a, b, c). En nuestra traducción, sin embargo, hemos optado por enumerar los distintos puntos sin elementos de este tipo.

### **3.4 Problemas lingüísticos**

En inglés, el uso de la voz pasiva es mucho más frecuente que en español. Por este motivo, supone uno de los problemas lingüísticos más frecuentes a los que debe enfrentarse el traductor, ya que no siempre es conveniente que mantenga esta estructura en la lengua meta. Según afirma Navarro (1997: 102), “aunque la pasiva no es en sí incorrecta, su abuso es una de las cosas que más desfiguran el genio de nuestra lengua y que más da a un escrito aire forastero”.

En nuestro texto hemos encontrado bastantes casos pero sólo ejemplificaremos algunos:  
(a) “At the beginning of the anti-malarial work at the Roan Antelope copper mine, detailed entomological surveys were carried out in the designated control area”, (b)

“Subsequently, detailed ecological investigations of the larval habitat preferences of the malaria vectors were conducted” y (c) “Detailed cost data for the control programme were obtained from the published programme budget”. Aunque por el contexto se deduce que son los autores, la omisión del agente impide conocer exactamente quién realiza la acción, por lo que no es posible reformular estas oraciones en voz activa. La opción más frecuente en estos casos es utilizar la construcción de pasiva refleja, ya que es mucho más natural que la pasiva perifrásica. Por ello, concluimos que las traducciones más adecuadas para los ejemplos anteriores eran las siguientes: (a) “[...]se realizaron estudios entomológicos detallados en el área de control[...]”, (b) “Posteriormente, se investigaron detalladamente las preferencias de hábitat de las larvas de los vectores de malaria” y (c) “Los datos de coste se obtuvieron a partir del presupuesto del programa publicado”.

Cabe señalar que también hubiera sido posible reformular las oraciones utilizando el verbo en primera persona del plural (por ejemplo: “Obtuvimos los datos de coste a partir del presupuesto del programa publicado”). Sin embargo, esta opción, además de no ser tan frecuente en este tipo de textos, podía hacer que la lectura resultase pesada.

La estructura de la voz pasiva inglesa que muestra la frase “It has been stated that the lack of data has precluded such analyses” se utiliza para crear oraciones impersonales. En este tipo de casos, no es adecuado reformular la frase en la lengua meta utilizando la estructura de pasiva refleja, como en los ejemplos anteriores, puesto que esta ya cuenta con estructuras de impersonalidad (como *cabrer + infinitivo* o *ser necesario + infinitivo*). Por tanto, hemos considerado que la traducción más apropiada para el ejemplo anterior era “Cabe señalar que la falta de datos ha imposibilitado este tipo de análisis”.

Sin duda, otra de las características que diferencia la lengua original de la lengua meta es la repetición de palabras. En este aspecto, el inglés es mucho más permisivo que el español, por lo que al traducir se hace necesario buscar fórmulas, como la utilización de sinónimos, que eviten caer en ella. En el siguiente fragmento del original se puede observar que la palabra “estimated” aparece en cada una de las tres frases que lo conforman:

“Over the entire 20 years of implementation, the programme had averted an estimated 4,173 deaths and 161,205 malaria attacks. The estimated costs per death and malaria attack averted were US\$ 858 and US\$ 22.20, respectively. Over the initial 3-5 year start-up period, analogous to the short-duration of cost-effectiveness analyses of current studies, we estimated that the costs per disability adjusted life year (DALY) averted were US\$ 524-591.”

A la dificultad de buscar un equivalente para esta palabra se unió la necesidad de buscar sinónimos que funcionaran en este contexto para que la traducción fuera adecuada. Esta tarea no resultó nada fácil, pues el equivalente idóneo es “calcular”, término que no cuenta con gran variedad de sinónimos. Así pues, decidimos utilizar otros procedimientos de traducción, como la transposición, cuando fuera posible y tradujimos “estimated” por “cálculos”, “estimados” y “se calculó”, respectivamente.

“Los cálculos indicaron que, durante los veinte años en los que se llevo a cabo, el programa evitó 4.173 muertes y 161.205 ataques de malaria. Los costes estimados por muerte y por ataque evitados ascendían a 858 USD y 22,20 USD, respectivamente. Por su parte, se calculó que los costes por año de vida ajustado por discapacidad (AVAD) que se evitaron en el periodo de puesta en marcha, entre tres y cinco años, (duración similar a la de los análisis de rentabilidad de los estudios actuales) oscilaban entre los 524 USD y los 591 USD.”

El último de los problemas lingüísticos que queremos destacar está relacionado con la concisión de los títulos en la lengua original. Mientras una construcción como “Death, malaria attacks, and DALYs averted” es posible en esta lengua, la frase “Muertes, ataques de malaria y AVADs evitados” no sería del todo adecuada en español. Por ello, ha sido necesario valernos del procedimiento de ampliación y añadir otros elementos que han dotado de naturalidad a la frase: “Cálculo de las muertes, los ataques de malaria y los AVADs evitados”.

### **3.5 Problemas terminológicos y fraseológicos**

Este tipo de problemas engloba todo lo referente a la terminología y a la fraseología. Como hemos explicado al principio de este apartado, la terminología está compuesta por unidades léxicas fijas mientras que la fraseología recoge aquellas composiciones de elementos que no siempre están fijadas.

En el Glosario se han recogido todos aquellos términos y expresiones cuyo equivalente ha resultado difícil de seleccionar a causa de diversos motivos, por ejemplo, la existencia de contradicciones entre dos fuentes de consulta (“cost-effectiveness”, “disability”), la dificultad que ha supuesto para un traductor no experto en el tema identificar algunos términos (“control community”, “combination therapy”), la existencia de más de un equivalente funcional (“modelling approach”, “empirical approach”, “management”, “appraisal”) o la existencia de equivalentes no satisfactorios en la lengua meta (“appraisal”, “track record”).

En algunos casos, las fuentes de referencia consultadas proporcionaron una solución satisfactoria y clara. Sin embargo, en otras ocasiones, las distintas fuentes sólo dieron pistas y, a partir de ellas y mediante la consulta de textos paralelos, determinamos qué solución era la más apropiada. Toda la información relacionada con estas fuentes se recoge en el apartado “Fuente(s) consultadas” del Glosario.

Sin embargo, nos gustaría reseñar el caso concreto de una de las entradas que consideramos más significativa: “cost-effectiveness”. La búsqueda de un equivalente para “cost-effectiveness” resultó difícil porque las propuestas de cada fuente consultada (a pesar de ser todas ellas fuentes de referencia) eran diferentes: la base de datos TERMIUM Plus sugería “relación costo-eficacia” y “análisis de la eficacia en función de los costos”. Por su parte, la opción “coste-efectividad” aparecía en 4.850 textos del buscador Google Scholar, de manera que presentaba un aval fuerte. Pero ninguno de estos equivalentes nos convencía. Navarro (1997: 40) proponía “rentabilidad” como equivalente para “cost-effectiveness”, solución que nos pareció muy adecuada. Los argumentos de este autor eran muy sólidos, pero, al tratarse de una fuente con trece años de antigüedad y teniendo en cuenta que la frecuencia de aparición de “coste-efectividad” en textos especializados era considerable, nos planteamos la

hipótesis de que, como sucede en muchas ocasiones en ciencia, el término procedente del inglés hubiese acabado imponiéndose al término originalmente español. Tras consultar con expertos desechamos esta posibilidad y optamos, definitivamente, por “rentabilidad”.

## 4. GLOSARIO

Inglés	Español
Cost-effectiveness	<p><b>Rentabilidad</b></p> <p><i>Contexto original:</i> “Efficacy and <u>cost-effectiveness</u> of environmental management for malaria control”</p> <p><i>Fuente(s) consultadas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Navarro, Fernando A. “Tercer listado de palabras de traducción engañosa en el inglés médico”. <u>Traducción y lenguaje en medicina</u>. Barcelona: Doyma, 1997. 35-52</li> </ul> <p>“Cost-effectiveness: Cuando la relación entre el costo y la eficacia de un procedimiento terapéutico es favorable, decimos de él que es rentable (<i>cost-effective</i>). Efectivamente, la mejor traducción para la expresión <i>cost-effectiveness</i> es rentabilidad, mucho más concisa además que la traducción que se ve con frecuencia: “relación costo-efectividad”. Tenemos aquí un ejemplo claro de que el principal motivo para adoptar los anglicismos no es, como muchos pretenden, su mayor brevedad.”</p>
Open water body	<p><b>Masa de agua abierta</b></p> <p><i>Contexto original:</i> “The full package of control measures consisted of vegetation clearance, modification of river boundaries, draining swamps, oil application to <u>open water bodies</u> and house screening”</p> <p><i>Fuente(s) consultadas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· GOBIERNO DE CANADÁ, Oficina de Traducciones: Banco de datos terminológico y lingüístico (TERMIUM Plus) [en línea]. &lt;<a href="http://www.termiumplus.gc.ca/site/termium.php?lang=spa&amp;cont=001">http://www.termiumplus.gc.ca/site/termium.php?lang=spa&amp;cont=001</a>&gt; [Consulta: 16 de mayo de 2010]</li> </ul> <p><u>RESULTADO:</u> “water body” → “masa de agua”</p>
Track record	<p><b>Historial</b></p> <p><i>Contexto original:</i> “However, the strategy has a <u>track record</u> of becoming cost-effective in the longer term, as maintenance costs were much lower; US\$ 22-92 per DALY averted.”</p> <p><i>Fuente(s) consultadas:</i></p> <p><u>Oxford English Dictionary</u>. [en línea]. &lt;<a href="http://www.oed.com">http://www.oed.com</a>&gt; [Consulta: 16 de mayo de 2010].</p>
Modelling approach	<p><b>Método basado en modelos</b></p> <p><i>Contexto original:</i> “The researchers identified 14 individual studies, which aimed at prevention and treatment of malaria, and assessed cost-effectiveness by</p>

	<p>using a <u>modelling approach</u>.”</p> <p><i>Fuente(s) consultadas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <u>Oxford English Dictionary</u>. [en línea]. &lt;<a href="http://www.oed.com">http://www.oed.com</a>&gt; [Consulta: 20 de mayo de 2010].</li> <li>· UNIÓN EUROPEA, Translation Centre for the Bodies of the European Union: Banco de datos terminológico de la UE (IATE) [en línea]. &lt;<a href="http://iate.europa.eu/iatediff/SearchByQueryLoad.do?method=load">http://iate.europa.eu/iatediff/SearchByQueryLoad.do?method=load</a>&gt; [Consulta: 20 de mayo de 2010]</li> </ul> <p><b>RESULTADOS:</b></p> <p>“incremental <u>approach</u>” → “<u>método incremental</u>”</p> <p>“non-intrusive <u>approach</u>” → “<u>método inofensivo</u>”</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <u>Collins Master Dictionary English-Spanish</u>. Barcelona: Collins, 2006.</li> </ul>
Empirical approach	<p><b>Método empírico</b></p> <p><i>Contexto original:</i></p> <p>“Recent <u>empirical approaches</u>, assessing the distribution limits of <i>P. falciparum</i> transmission in sub-Saharan Africa, confirmed that the Ndola Rural district is characterised by stable endemic malaria conditions (Snow <i>et al.</i> 1999).”</p> <p><i>Fuente(s) consultadas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <u>Oxford English Dictionary</u>. [en línea]. &lt;<a href="http://www.oed.com">http://www.oed.com</a>&gt; [Consulta: 20 de mayo de 2010].</li> <li>· UNIÓN EUROPEA, Translation Centre for the Bodies of the European Union: Banco de datos terminológico de la UE (IATE) [en línea]. &lt;<a href="http://iate.europa.eu/iatediff/SearchByQueryLoad.do?method=load">http://iate.europa.eu/iatediff/SearchByQueryLoad.do?method=load</a>&gt; [Consulta: 20 de mayo de 2010]</li> </ul> <p><b>RESULTADOS:</b></p> <p>“incremental <u>approach</u>” → “<u>método incremental</u>”</p> <p>“non-intrusive <u>approach</u>” → “<u>método inofensivo</u>”</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <u>Collins Master Dictionary English-Spanish</u>. Barcelona: Collins, 2006.</li> </ul>
Man-made obstruction	<p><b>Obstáculos artificiales</b></p> <p><i>Contexto original:</i></p> <p>“In the beginning, 300 men were recruited for implementing environmental management strategies, which consisted of (i) vegetation clearance along the Luanshya River and its tributaries; (ii) modification of river boundaries and removal of <u>man-made obstructions</u>; and (iii) draining flooded areas and swamps”</p> <p><i>Fuente(s) consultadas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <u>Oxford English Dictionary</u>. [en línea]. &lt;<a href="http://www.oed.com">http://www.oed.com</a>&gt; [Consulta: 16 de mayo de 2010].</li> <li>· <u>Collins Master Dictionary English-Spanish</u>. Barcelona: Collins, 2006.</li> </ul> <p><b>RESULTADOS:</b></p>

	“man-made” → “artificial”
Appraisal	<p><b>Informe</b></p> <p><i>Contexto original:</i> “During the first 12 months of copper exploitation at the Roan Antelope mine, detailed records were kept with an <u>appraisal</u> of the causes of death among Europeans”</p> <p><i>Fuente(s) consultadas:</i> · UNIÓN EUROPEA, Translation Centre for the Bodies of the European Union: Banco de datos terminológico de la UE (IATE) [en línea]. &lt;<a href="http://iate.europa.eu/iatediff/SearchByQueryLoad.do?method=load">http://iate.europa.eu/iatediff/SearchByQueryLoad.do?method=load</a>&gt; [Consulta: 13 de mayo de 2010]</p> <p><b>RESULTADOS:</b></p> <p>“Project appraisal” → “informe sobre un proyecto” “Site appraisal” → “informe sobre la calidad de un emplazamiento”</p>
Disability	<p><b>Incapacidad</b></p> <p><i>Contexto original:</i> “Since no data were available on neurological sequelae and anaemia, we only used the number of clinical malaria attacks before and after programme intervention to calculate years of healthy life lost due to <u>disability</u>.”</p> <p><i>Fuente(s) consultadas:</i> · Navarro, Fernando A. “Tercer listado de palabras de traducción engañosa en el inglés médico”. <u>Traducción y lenguaje en medicina</u>. Barcelona: Doyma, 1997. 35-52</p> <p>“Disability. He expresado recientemente mis dudas sobre la necesidad del anglicismo “discapacidad”, incluido en la última edición del DLE. Anía y Artajo, por el contrario, se muestran partidarios de aceptarlo, pues aparece en la traducción al castellano de la <i>International classification of impairments, disabilities and handicaps</i>. Hernández Gómez, que afirma ser el creador del neologismo “discapacidad”, niega incluso que se trate de un anglicismo. No obstante, el extraordinario parecido entre la voz inglesa y la española, unido a la mayor antigüedad de aquélla (documentada en inglés desde el siglo XVI), apunta, como reconoce la RAE, hacia un calco de la palabra inglesa <i>disability</i>. Si minusvalía no se considera una traducción adecuada, ¿por qué no incapacidad?”</p>
Spleen rate	<p><b>Índice esplénico</b></p> <p><i>Contexto original:</i> “The baseline <u>spleen rate</u> measured in 232 children younger than 15 years and living on the mining site, was 36% (Table 1).”</p> <p><i>Fuente(s) consultadas:</i> · GOBIERNO DE CANADÁ, Oficina de Traducciones: Banco de datos terminológico y lingüístico (TERMIUM Plus) [en línea].</p>

	<p>&lt;<a href="http://www.termiumplus.gc.ca/site/termium.php?lang=spa&amp;cont=001">http://www.termiumplus.gc.ca/site/termium.php?lang=spa&amp;cont=001</a>&gt; [Consulta: 6 de junio de 2010]</p> <p><b>RESULTADOS:</b> “spleen rate” → “indice splénique” → “índice esplénico”</p>
Man-made pool	<p><b>Estanque</b></p> <p><i>Contexto original:</i> “Detailed ecological studies on the larvae’s habitat preferences showed that <i>A. gambiae</i> was found in open and unshaded natural or <u>man-made pools</u> close to the Luanshya River and its tributaries, as well as in open water tanks and in native wells loosely overgrown with grass.”</p> <p><i>Fuente(s) consultadas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <u>Oxford English Dictionary</u>. [en línea]. &lt;<a href="http://www.oed.com">http://www.oed.com</a>&gt; [16 de mayo de 2010].</li> <li>· <u>Collins Master Dictionary English-Spanish</u>. Barcelona: Collins, 2006.</li> </ul> <p><b>RESULTADOS:</b> “man-made” → “artificial”</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, <i>Diccionario de la lengua española</i> (2001). [En línea].&lt;<a href="http://www.rae.es">http://www.rae.es</a>&gt; [Consulta: 16 de mayo de 2010]</li> </ul>
Management	<p><b>Control</b></p> <p><i>Contexto original:</i> “Detailed ecological studies on the larvae’s habitat preferences showed that <i>A. gambiae</i> was found in open and unshaded natural or man-made pools close to the Luanshya River and its tributaries, as well as in open water tanks and in native wells loosely overgrown with grass. Reduction and elimination of such habitats was relatively straightforward. In contrast, <i>A. funestus</i> larvae preferred the shaded banks of the Luanshya River and its tributaries, and were also found in flooded areas and swamps, which were normally formed and sustained for an extensive period after the rainy season. <u>Management</u> of this aspect of the ecosystem was more challenging.”</p> <p><i>Fuente(s) consultadas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· GOBIERNO DE CANADÁ, Oficina de Traducciones: Banco de datos terminológico y lingüístico (TERMIUM Plus) [en línea]. &lt;<a href="http://www.termiumplus.gc.ca/site/termium.php?lang=spa&amp;cont=001">http://www.termiumplus.gc.ca/site/termium.php?lang=spa&amp;cont=001</a>&gt; [Consulta: 16 de mayo de 2010]</li> </ul> <p><u>RESULTADOS:</u> “maîtrise” (e.g. the management of floods, of natural resources)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· UNIÓN EUROPEA, Translation Centre for the Bodies of the European Union: Banco de datos terminológico de la UE (IATE) [en línea]. &lt;<a href="http://iate.europa.eu/iatediff/SearchByQueryLoad.do?method=load">http://iate.europa.eu/iatediff/SearchByQueryLoad.do?method=load</a>&gt; [Consulta: 16 de mayo de 2010]</li> </ul> <p><u>RESULTADOS:</u></p>

	<p><u>maîtrise</u> des dépenses agricoles → <u>control</u> de los gastos agrarios      régime de <u>maîtrise</u> de la production → régimen de <u>control</u> de la producción</p>
Control community	<p><b>Comunidad testigo</b></p> <p><i>Contexto original:</i>      “The use of historical controls in this setting is justified on several grounds. First, the entire mining community is the unit of analysis, and the details of the environmental management components were tuned to the local ecology. Second, although data that are comparable, and largely concurrent, to that assembled for the Roan Antelope mine are available for three other mining communities in the Zambian copper belt (Watson 1953), the ecological variation across communities is sufficiently great that the notion of comparison, or even <u>control communities</u> makes no sense”</p> <p><i>Fuente(s) consultadas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· GOBIERNO DE CANADÁ, Oficina de Traducciones: Banco de datos terminológico y lingüístico (TERMIUM Plus) [en línea]. &lt;<a href="http://www.termiumplus.gc.ca/site/termium.php?lang=spa&amp;cont=001">http://www.termiumplus.gc.ca/site/termium.php?lang=spa&amp;cont=001</a>&gt; [Consulta: 20 de mayo de 2010]</li> </ul> <p><u>RESULTADO:</u> “région témoin”</p> <p>“région témoin” → “comunidad testigo”</p>
Combination therapy	<p><b>Terapia combinada</b></p> <p><i>Contexto original:</i>      “Second, although data that are comparable, and largely concurrent, to that assembled for the Roan Antelope mine are available for three other mining communities in the Zambian copper belt (Watson 1953), the ecological variation across communities is sufficiently great that the notion of comparison, or even control communities makes no sense. This stands in stark contrast to the randomised controlled trials, assessing the efficacy of a single intervention (e.g. insecticide treated bednets or novel antimalarial drugs or <u>combination therapy</u>), where the notion of concurrent comparison groups can be justified (Choi <i>et al.</i> 1995; Goodman &amp; Mills 1999; Goodman <i>et al.</i> 1999)”</p> <p><i>Fuente(s) consultadas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· GOBIERNO DE CANADÁ, Oficina de Traducciones: Banco de datos terminológico y lingüístico (TERMIUM Plus) [en línea]. &lt;<a href="http://www.termiumplus.gc.ca/site/termium.php?lang=spa&amp;cont=001">http://www.termiumplus.gc.ca/site/termium.php?lang=spa&amp;cont=001</a>&gt; [Consulta: 20 de mayo de 2010]</li> </ul> <p><u>RESULTADOS:</u> “terapia combinada”, “tratamiento combinado”</p> <p>· Consulta en GOOGLE SCHOLAR:      “terapia combinada”: 4.560      “tratamiento combinado”: 5.890 (pero son textos más generales)</p>

## 5. CONCLUSIÓN

La realización de este trabajo ha supuesto la simulación de la actividad profesional de un traductor, lo que nos ha permitido sumergirnos en una situación que podría ocurrir perfectamente en un entorno laboral real, en la que el traductor debe enfrentarse a su tarea solo, sin que exista otro participante que guíe sus pasos.

Además, este trabajo nos ha hecho ser conscientes de las dificultades que plantea traducir un texto de un ámbito especializado, las cuales han provocado que tuviéramos que recurrir a diversas fuentes documentales, y por tanto, aplicar los conocimientos adquiridos durante la licenciatura. El resultado ha sido satisfactorio y enriquecedor en cuanto a conocimientos y experiencia. Por todo ello podemos afirmar que los objetivos generales del trabajo se han cumplido, lo que incluye también haber alcanzado los objetivos específicos, ya que, para alcanzar los primeros era necesario cumplir progresivamente los segundos.

Por esta razón, podemos decir que la metodología propuesta ha sido adecuada, en general, aunque hemos podido constatar que presenta algunas deficiencias que deberían subsanarse de cara al futuro. En cuanto a la fase de documentación, debemos considerar que se extiende también a la fase de traducción. Aunque es cierto que es muy importante conocer el tema antes de iniciar el proceso de traducción, resulta inevitable consultar más fuentes y textos paralelos durante este proceso, ya que a menudo surgen nuevos problemas que no se han advertido durante la lectura del original. Se trata, sobre todo, de problemas lingüísticos para cuya resolución puede resultar muy útil, por ejemplo, la consulta de corpus paralelos.

Por otro lado, la idea inicial de clasificar los problemas de traducción según la propuesta de Nord (Hurtado Albir, 2004: 283) hubo de modificarse puesto que no encajaba con nuestras necesidades. Por ello, partiendo de este autor, decidimos proponer una nueva clasificación que se adaptara al contexto en el que estábamos trabajando, de manera que se modificó la categorización de problemas que habíamos planteado inicialmente.

Así pues, sabiendo cumplidos los objetivos propuestos, podemos confirmar que ha sido una experiencia muy positiva tanto en lo cognitivo como en lo personal porque nos ha

llevado a sentirnos seguros en nuestras capacidades para realizar una traducción especializada de forma autónoma, estableciendo nosotros mismos los pasos a seguir. Además, nos ha asegurado en nuestra decisión de dedicarnos al campo científico.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### 6.1 Bibliografía citada

- GOBIERNO DE CANADÁ, Oficina de Traducciones: Banco de datos terminológico y lingüístico (TERMIUM Plus) [en línea]. <<http://www.termiumplus.gc.ca/site/termium.php?lang=spa&cont=001>> [Consulta: 20 de mayo de 2010].
- Hurtado Albir, Amparo. Traducción y traductología. Madrid: Cátedra, 2004.
- Navarro, Fernando A. “Tercer listado de palabras de traducción engañosa en el inglés médico”. Traducción y lenguaje en medicina. Barcelona: Doyma, 1997. 35-52.

### 6.2 Bibliografía consultada

#### Diccionarios

- Collins Master Dictionary English-Spanish. Barcelona: Collins, 2006.
- Oxford English Dictionary. [en línea]. <<http://www.oed.com>>.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, *Diccionario de la lengua española* (2001). [En línea].<<http://www.rae.es>>

#### Corpus

- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Banco de datos (CREA) [en línea]. *Corpus de referencia del español actual*. <<http://www.rae.es>>
- UNIVERSITY OF STUTTGART, Institut für maschinelle Sprachverarbeitung: OPUS Corpus query (Europarl3) [en línea]. <<http://urd.let.rug.nl/tiedeman/OPUS/bin/opuscqp.pl?corpus=Europarl3;lang=de>>

## **7. ANEXO I: TEXTO ORIGINAL**

En este apartado se adjunta el texto original. No ha sido posible traducir el texto en su totalidad por falta de espacio y de tiempo, de manera que sólo se han traducido aquellos fragmentos que están marcados en gris.

Submitted to: **Tropical Medicine and International Health** – 11/05/2001

## **Efficacy and cost-effectiveness of environmental management for malaria control**

Jürg Utzinger, Yesim Tozan and Burton H. Singer

Princeton University, Office of Population Research, Princeton, NJ, USA

### **Correspondence**

Jürg Utzinger, Princeton University, Office of Population Research, Princeton, NJ 08544, USA. Tel: + 1 609 258 6965; Fax: + 1 609 258 1039; E-mail: [utzinger@princeton.edu](mailto:utzinger@princeton.edu)

### **Acknowledgements**

Jürg Utzinger acknowledges the financial support from the Swiss National Science Foundation. Yesim Tozan is grateful to the Center for Health and Wellbeing, Princeton University. We thank Prof. Dr. Marcel Tanner and Dr. Robert Bos for useful comments on the manuscript.

## **Summary**

Roll Back Malaria aims at halving the current burden of the disease by the year 2010. The focus is on sub-Saharan Africa, and it is proposed to implement efficacious and cost-effective control strategies. However, the evidence-base of such information is scarce, and a notable missing element is discussion of the potential of environmental management. We reviewed the literature and identified multiple malaria control programmes that incorporated environmental management as the central feature. Prominent among them are programmes launched in 1929 and implemented for 2 decades at copper mining communities in Zambia. The full package of control measures consisted of vegetation clearance, modification of river boundaries, draining swamps, oil application to open water bodies and house screening. Part of the population also benefited from quinine administration and was sleeping under mosquito nets. Monthly malaria incidence rates and vector densities were used for surveillance and adaptive tuning of the environmental management strategies to achieve a high level of performance. Within 3-5 years, malaria related mortality, morbidity and incidence rates were reduced by 70-95%. Over the entire 20 years of implementation, the programme had averted an estimated 4,173 deaths and 161,205 malaria attacks. The estimated costs per death and malaria attack averted were US\$ 858 and US\$ 22.20, respectively. Over the initial 3-5 year start-up period, analogous to the short-duration of cost-effectiveness analyses of current studies, we estimated that the costs per disability adjusted life year (DALY) averted were US\$ 524-591. However, the strategy has a track record of becoming cost-effective in the longer term, as maintenance costs were much lower; US\$ 22-92 per DALY averted. In view of fewer adverse ecological effects, increased sustainability and better uses of local resources and knowledge, environmental management – integrated with pharmacological, insecticidal and bednet interventions – could substantially increase the chances of rolling back malaria.

## **Introduction**

Thirty years after the abandonment of the first ‘global’ campaign to eradicate malaria, the disease is again high on the international health agenda. Roll Back Malaria (RBM) is the new initiative and was first announced in May 1998 (WHO 1998). Its ambitious goal is halving the current malaria burden by the year 2010 and again five years later (Nabarro & Tayler 1998). There are four central features, which distinguish RBM from

the former attempts to eradicate malaria. First, emphasis is placed on malaria control instead of eradication. Second, the main focus is on sub-Saharan Africa whereas before, interventions were mainly targeted to the Americas, Asia and endemic areas of Europe (Baird 2000). Third, it is a global partnership between development agencies, banks, the private sector, non-governmental organizations, foundations and a network of researchers. Fourth, it follows a horizontal approach and promotes the strengthening of local capacities and health systems, so that malaria can be dealt with locally (Nabarro & Mendis 2000). Since RBM has been launched, the initiative has obtained wide publicity and a pledged financial support of US\$ 1 billion per year in the form of grants and loans (Dove 2000). In view of a figure of this order of magnitude and the commitment by the various partners, RBM should not be allowed to fail (The Lancet 2000).

With the emphasis currently shifting from campaigning to implementation, there is a pressing need for information about the efficacy and cost-effectiveness of different intervention strategies, which might guide policy makers about how available resources can be used to obtain the maximum possible social benefit (Hutubessy *et al.* 2001). However, the existing evidence-based knowledge is sparse and has been derived from a very limited number of studies. This has been emphasised in a recent analysis of the cost-effectiveness of several malaria control measures in sub-Saharan Africa (Goodman & Mills 1999; Goodman *et al.* 1999). The researchers identified 14 individual studies, which aimed at prevention and treatment of malaria, and assessed cost-effectiveness by using a modelling approach. The interventions included insecticide-treated bednets, indoor house spraying, chemoprophylaxis in childhood or pregnancy, intermittent treatment for pregnant women, improved malaria treatment and a hypothetical vaccine. Importantly, under the assumption of a low-income country with high levels of malaria transmission, all the interventions assessed appear to be cost-effective, at least in the short run. At present, no comparable cost-effectiveness analysis has been undertaken for environmental management, although this might be a potentially important component of a package of interventions to control malaria and sustain it in the long-term (Goodman *et al.* 1999; Lerer 1999). It has been stated that the lack of data has precluded such analyses.

We reviewed the literature about effective malaria control programmes in sub-Saharan Africa and identified a comprehensive study, which had been implemented at copper mines of the former Northern Rhodesia (now Zambia) between 1929 and 1949

(Watson 1953). The programme applied a multiplicity of interventions, most of which were centred on environmental management (vegetation clearance, modification of river boundaries, draining swamps, oiling and house screening). For some of the employees, it also included quinine administration for prevention and cure of malaria, and provision of mosquito nets. Costs were recorded, including physical resources and unit prices, and systematically accounted to the same cost position throughout the programme. Mortality, morbidity, malaria incidence rates and vector densities were monitored. We re-analysed the data and estimated the number of deaths, malaria attacks and disability adjusted life years (DALYs) averted, which allowed subsequent comparison of efficacy and cost-effectiveness of environmental management with other, currently more widely used malaria control interventions.

## Materials and Methods

### *Study identification*

We searched electronic on-line abstracting databases (Biological Abstracts®, BIOSIS, Philadelphia, Pennsylvania, USA; and MEDLINE®, US National Library of Medicine, Bethesda, Maryland, USA) for successful malaria control programmes carried out in sub-Saharan Africa that incorporated environmental management as the central feature. We used the following keywords: environmental management, malaria control, Africa, cost(s) and cost-effectiveness analysis. As a result we obtained a large number of references, which were scrutinized for detailed cost data of environmental management interventions and specific malaria related outcomes. None of the publications matched our requirements. We then hand searched the bibliographies of the most relevant manuscripts and also discussed the topic with malariologists. These two approaches guided us to the old literature of the pioneering work carried out in the first decades of the last century, before the advent and widespread use of dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT).

### *Roan Antelope copper mine*

We identified a large-scale, multifaceted malaria control programme that incorporated environmental management as the central feature. The records included a detailed account of costs, specifying for each environmental management intervention its physical resources and unit prices. The programme was initiated towards the end of 1929 at the Roan Antelope copper mine of Zambia, located in the Ndola Rural district, near

the town of Luanshya. The area was known to be hyperendemic for malaria, as seen from the earliest medical records at the beginning of the programme implementation (Watson 1953). Subsequently, control interventions were extended to several copper mining sites nearby and control strategies were carried out for two decades (Watson 1953). At the time of implementation, Zambia was known as Northern Rhodesia and was governed by the British colonial authority.

Zambia's first national malaria survey, carried out between 1969 and 1972, confirmed that malaria was highly endemic in the Ndola Rural district; 26.4% of the participants taken from a random population sample had malaria parasites in their blood. *Plasmodium falciparum* was the predominant species accounting for 86.8%, while *P. malariae* was found in 13.2% of malaria positive subjects (Wenlock 1978). Recent empirical approaches, assessing the distribution limits of *P. falciparum* transmission in sub-Saharan Africa, confirmed that the Ndola Rural district is characterised by stable endemic malaria conditions (Snow *et al.* 1999).

#### *Entomological surveys*

At the beginning of the anti-malarial work at the Roan Antelope copper mine, detailed entomological surveys were carried out in the designated control area. Mosquito larvae and adults were collected and identified. Adult mosquitoes were examined for the presence of blood, so that potential malaria vectors could be distinguished from other species of no medical importance. Subsequently, detailed ecological investigations of the larval habitat preferences of the malaria vectors were conducted. This formed the knowledge base for tailoring environmental management strategies, designed to remove or modify these larval habitats. Finally, a system of vector surveillance and monitoring was established, with weekly catches of adult mosquitoes in a number of selected locations within and outside the designated control area.

#### *Environmental management*

Multiple interventions, focusing on environmental management and targeting the larval stages of *Anopheles gambiae* and *A. funestus*, were put in place from November 1929 onwards. In the beginning, 300 men were recruited for implementing environmental management strategies, which consisted of (i) vegetation clearance along the Luanshya River and its tributaries; (ii) modification of river boundaries and removal of man-made obstructions; and (iii) draining flooded areas and swamps. After the first year of

interventions, the water level of the main river had decreased substantially and the velocity was sufficiently high, so that larval development was interrupted. Subsequently, these interventions were maintained and accompanied by the regular application of oil to open water bodies. Finally, houses were screened and this measure was designed to interrupt adult malaria vectors entering the houses. Surveillance and monitoring of weekly adult mosquito catches and monthly malaria incidence rates served as tools for ongoing programme evaluation. After successful testing of the residual effect of DDT outside the designated control area, DDT became widely applied as an additional intervention strategy from late January 1946 onwards and served mainly as an adulticide.

#### *Mortality, morbidity and malaria incidence*

During the first 12 months of copper exploitation at the Roan Antelope mine, detailed records were kept with an appraisal of the causes of death among Europeans. The total number of Europeans who died of malaria between 1932 and 1938 are also available. Annual mortality rates due to diseases, recorded separately for Europeans and Africans, were monitored for the entire 20 years of programme implementation. The spleen rates of children younger than 15 years living on the mine compound were assessed at the beginning of the programme and again 5 years later. These rates were also compared with spleen rates measured among children living outside the control area. Monthly malaria incidence rates among the mine employees were recorded throughout the 20-year implementation period.

#### *Death, malaria attacks, and DALYs averted*

The total number of deaths averted due to the implementation of the malaria control programme was estimated by the reduction of the malaria-related mortality rate and the total person life years at risk over the entire intervention period. The total malaria attacks averted were estimated by the reduction of the annual malaria incidence rate multiplied by the total person life years at risk.

DALYs averted were estimated following the methodology developed for the Global Burden of Disease study (Murray & Lopez 1996). We assumed equal malaria mortality and morbidity rates for Africans and Europeans in both genders. We stratified the Roan Antelope mine population into three age groups; (i) 0-4 years, (ii) 5-15 years, and (iii) over 15 years. Population estimates and corresponding age-specific percentages

were calculated according to figures provided by Snow *et al.* (1999) for Africans living under stable malaria transmission. The annual population estimates of the mine were extrapolated from the available population data at the beginning of the control programme, and in 1939/40 and 1949/50 (Watson 1953). DALYs were calculated using a life expectancy at birth of 50 years from a West African model life table (United Nations 1982). A discount rate of 3% was used as suggested for standard calculation of DALYs without weighting for age, as its quantitative effect has been demonstrated to be of minor importance (Murray & Lopez 1996). The annual malaria mortality rates before and after programme implementation were calculated by dividing the total number of deaths due to malaria by the corresponding population at risk. The number of clinical attacks and deaths for each age group in a given year were estimated by using age-specific morbidity and mortality rates provided by Snow *et al.* (1999). Since no data were available on neurological sequelae and anaemia, we only used the number of clinical malaria attacks before and after programme intervention to calculate years of healthy life lost due to disability. From the original treatment records, disability duration of 9 days was derived for a single malaria attack (Rodger 1944, Watson 1953). DALYs averted were then estimated as the difference between those that would have been obtained without programme intervention and those with intervention.

#### *Programme efficacy and cost data*

Programme efficacy was evaluated by comparing data obtained at baseline surveys, i.e. before the implementation of control measures, with those obtained during the maintenance phase of the environmental management interventions. We used site-specific historical controls of malaria-related mortality, children's spleen rate, malaria incidence and vector densities and estimated the reduction rates of these indicators over the course of programme implementation.

Detailed cost data for the control programme were obtained from the published programme budget. It included the high capital investment (recruitment of 300 men for vegetation clearance, modification of river boundaries and drainage of swamps) and the annual maintenance costs of these interventions, together with regular oiling of open water bodies. For each intervention, the physical resources and unit prices were specified. All costs were recorded in British pounds and the records suggest that costs were systematically accounted to the same cost position throughout programme implementation (Watson 1953). We converted these total annual costs in US\$ according

to British historical statistics, which use an average of daily quotations (Mitchell 1988). Costs were then converted into 1995 US\$, using the purchasing power of the dollar, derived from the US consumer price index (US Census Bureau 1966; 1999).

#### *Cost-effectiveness analysis*

The costs per death and malaria attack averted were estimated by using the cumulative costs of the environmental management interventions implemented over the entire 20 years, and the estimated number of deaths and malaria attacks averted due to control measures. We estimated the costs per DALY averted during the initial 3-5 year start-up period. Our calculations of the costs per DALY averted included the high initial capital costs. Costs per DALY averted were also calculated for 3-year intervals during the maintenance phase of the programme. These time periods are analogous to the short duration of current studies that are the basis of cost-effectiveness analyses (Goodman & Mills 1999).

## **Results**

### *Roan Antelope copper mine*

When copper mining commenced at the Roan Antelope mine in mid 1927, malaria was highly endemic and probably the leading cause of death. It was difficult to attract labour, particularly for night shifts, and workers expressed great fear of dying if they were to stay permanently. The first official labour register recorded a total work force of 1,100 men, but within a few months, only 700 remained at the mines. The others had abandoned the site. According to the traditional beliefs in the local communities, the nearby Luanshya River was the major source of illness. In order to avoid the risk of becoming sick, people had moved away from the vicinity of the river many years before copper mining started (Watson 1953). However, shortly after environmental management strategies for malaria control were put in place, the local people's beliefs about the danger of the river disappeared. New labour forces were attracted with ease, and the company grew rapidly. The designated control area had a size of approximately 32 km<sup>2</sup> and is depicted in Figure 1.

Initially, housing conditions were improved and houses were screened. Water supply and sanitation facilities were also improved and a hospital with basic diagnostic services was established. In addition to the environmental management strategies that protected everyone, additional control measures for Europeans and some of the African

employees consisted of: (i) quinine administration for prophylaxis and treatment of malaria, and (ii) sleeping under mosquito nets.

#### *Baseline surveys*

The total population initially living on the mining compound was estimated at 6,067, more than 80% of whom were Africans. Re-analysis of the first health statistics among 1,067 Europeans in the years 1929/30 confirmed that malaria was hyperendemic; 11 deaths were directly or indirectly related to malaria, therefore accounting for 44% of the total deaths. At this time, the overall annual mortality rate due to diseases was 23.4 per thousand. During the first year of record keeping, the malaria incidence rate among company employees was high and reached 514 per thousand (Table 1). The monthly incidence rates revealed that malaria transmission occurred throughout the year with a distinct peak towards the end of the rainy season in March/April. The baseline spleen rate measured in 232 children younger than 15 years and living on the mining site, was 36% (Table 1).

Entomological baseline surveys revealed that *A. funestus* and *A. gambiae* were the predominant malaria vectors. While *A. funestus* accounted for approximately 80% of adult catches, *A. gambiae* was the most abundant species encountered in larval catches. Detailed ecological studies on the larvae's habitat preferences showed that *A. gambiae* was found in open and unshaded natural or man-made pools close to the Luanshya River and its tributaries, as well as in open water tanks and in native wells loosely overgrown with grass. Reduction and elimination of such habitats was relatively straightforward. In contrast, *A. funestus* larvae preferred the shaded banks of the Luanshya River and its tributaries, and were also found in flooded areas and swamps, which were normally formed and sustained for an extensive period after the rainy season. Management of this aspect of the ecosystem was more challenging.

#### *Reduction in mortality, morbidity and malaria incidence*

Mortality rates due to diseases over the entire period of programme implementation, stratified by Europeans and Africans, are shown in Figure 2. There was a tremendous decrease in overall mortality rates, which occurred shortly after environmental management strategies were put in place. The mortality rate among the European community, which was 23.4 per thousand from April 1929 to March 1930, dropped to 13.2 in the year 1930 and was reduced by more than 50% in the subsequent year. Very

similar reductions were also observed for the African population. Between 1935 and 1948 the annual mortality rates due to diseases remained relatively stable at a low level of 3-6 per thousand (Table 1). Although individual accounts of the exact causes of each death are not available for the entire 20 years of programme implementation, it is most likely that the overall reduction of mortality is mainly due to the reduction of malaria. This is well illustrated by the fact that the initial malaria-related mortality rate of 10.3 per thousand Europeans, was reduced to 0.5 between 1932 and 1938, as only 5 Europeans died of malaria, with approximately 10,000 years of European lives at risk during this period (Watson 1953) (Table 1).

The reduction in children's spleen rate was equally impressive. The initial spleen rate of 36% before programme implementation dropped to 6%, as measured among 203 children less than 15 years of age, 5 years after the malaria control programme was initiated. A cross-sectional survey in the mid 1930s among European children attending the Government school of Luanshya confirmed that malaria control measures were efficacious. There were only 3 out of 207 children presenting evidence of malaria. At the same time the spleen rate measured among 51 children living outside the control area was 45%.

The baseline annual malaria incidence rate among mine employees of 514 per thousand was halved after the first year of intervention (263 per thousand in 1930) and again 1 year later (151 per thousand in 1931). It remained stable at the lower level for the next two years, following a seasonal pattern with a distinct peak occurring towards the end of the rainy season in March/April (Figure 3). There were a total of 1,619 malaria cases among Europeans between the end of 1937 and the end of 1942 (Rodger 1994). In this period, the European population was estimated at 2,300-2,500. Thus, there were between 11,500 and 12,500 person years at risk of malaria attacks, accounting for an annual malaria incidence rate of 130-141 (mean 135). Another sharp decline in the annual malaria incidence rate occurred shortly after the control area was expanded and DDT was systematically applied in the mid 1940s (Table 1).

#### *Death, malaria attacks, and DALYs averted*

Based on the annual population estimates, there were a total of 425,342 person life years at risk of malaria during the entire 20 years of programme implementation. The control programme reduced the annual malaria-related mortality rate from 10.3 to 0.5 per thousand and the incidence rate dropped from 514 to 135 per thousand. Therefore, the

control programme averted an estimated 4,173 deaths and 161,205 malaria attacks (Table 2).

During the initial 3-5 year start-up period, the implementation of the control programme averted an estimated 2,439-3,172 DALYs. Since the population grew steadily over the course of programme implementation, and malaria-related mortality and incidence rates remained stable, the number of DALYs averted increased in proportion to the total population estimates. For example, the number of DALYs averted during the 3 year period of 1934-36 was 3,618, and increased to 10,976 for the period of 1947-49 (Table 2).

#### *Cost of environmental management*

Table 3 shows the capital investment and the annual maintenance costs of the environmental management interventions for the entire 20 year implementation period in British pounds and corresponding 1995 US\$. The cumulative costs were almost US\$ 3.6 millions. There was a high initial capital investment of more than US\$ 1 million, or US\$167 per person living at the Roan Antelope copper mine. Before widespread use of DDT in 1946, the annual maintenance costs ranged between US\$ 103,666 and 190,279, or US\$ 5.2-23.4 per person.

The estimated costs per death averted over the entire programme implementation were US\$ 858. Averting a malaria attack was estimated at a cost of US\$ 22.20 (Table 2). During the first 3-5 years of programme implementation, the costs per DALY averted were relatively high, ranging from US\$ 524 to 591, largely due to the high initial capital investment. Costs per DALY averted decreased substantially over the course of programme implementation. They were US\$ 92 for the 3-year maintenance period of 1934-36 and dropped to US\$ 22 for the last 3-year increment of 1947-49.

## **Discussion**

Our detailed re-analysis of a complex malaria control programme, built around environmental management and launched more than 70 years ago and sustained for two decades at the Roan Antelope mine of the copper belt in Zambia, revealed that the programme was highly successful. One year after interventions were put in place, the overall mortality and malaria incidence rates were reduced by approximately 50%. Malaria related mortality and morbidity, as well as monthly malaria incidence rates continued to drop substantially, and they were reduced by 70-95% within 3-5 years after

the onset of interventions. Reductions of this order of magnitude are striking, particularly for a malaria control programme being implemented in a highly endemic area of sub-Saharan Africa, where the most efficient malaria vectors occur (Rodger 1994; Watson 1953; Wenlock 1978). Calculation of reductions in malaria-related mortality, morbidity and incidence was obtained by comparing baseline rates before interventions with those observed over the course of programme implementation – an assessment based on historical controls.

The use of historical controls in this setting is justified on several grounds. First, the entire mining community is the unit of analysis, and the details of the environmental management components were tuned to the local ecology. Second, although data that are comparable, and largely concurrent, to that assembled for the Roan Antelope mine are available for three other mining communities in the Zambian copper belt (Watson 1953), the ecological variation across communities is sufficiently great that the notion of comparison, or even control communities makes no sense. This stands in stark contrast to the randomised controlled trials, assessing the efficacy of a single intervention (e.g. insecticide treated bednets or novel antimalarial drugs or combination therapy), where the notion of concurrent comparison groups can be justified (Choi *et al.* 1995; Goodman & Mills 1999; Goodman *et al.* 1999). In effect, by using a community in its pre-intervention condition as a control, we are comparing the consequences of an intervention with what would be the natural history of transmission in the unperturbed state of the same ecosystem. Analogous evaluation strategies for complex programmes arise in a myriad of contexts – e.g. rehabilitation programmes for chronic heroin addicts or alcoholics (Dole *et al.* 1982; Singer 1986).

Emphasis of the malaria control programme evaluated here was on environmental management, and an array of interventions was applied simultaneously. They were targeted at source reduction of larval habitats of the predominant malaria vectors. During the last 5 years of the programme, DDT also came into play. Compared with other, currently more widely used malaria control measures, the programme was unique in many ways. First, it was carried out for an extensive period of time; namely, 20 years. Second, monthly malaria incidence rates and weekly adult malaria vector densities were used as ongoing system of surveillance and monitoring. Although sharp declines in malaria-related outcome measures were observed shortly after the programme was initiated, it was only after 3-5 years that the package exhibited a high level of performance. Outcome indicators remained stable thereafter, at much lower

levels than in the pre-programme years. Third, the programme was well organized and rigorously implemented by the mining authorities, using a flexible approach, and a system of mobilization, motivation and supervision of the local communities carrying out the control measures. Fourth, malaria control *per se* was not an altruistic goal in the context of health promotion for a community. It was simply a necessity to attract and sustain labour for the exploitation of a natural resource. It was a sound investment that led to prosperity. Fifth, there was sustained in-migration, since the total population grew at an annual rate of approximately 10%, which is unusual for sub-Saharan Africa and elsewhere, and can only be explained by an efficient malaria control programme that had been put in place. It is likely that the Roan Antelope mine would have suffered a ruinous outcome if it failed to control malaria, analogous to what the Dutch East India Company experienced in the 18th century (van der Brug 1997).

It is interesting to compare the efficacy and cost-effectiveness of the integrated control programme reviewed here with other malaria interventions that are currently used. The reductions in malaria-related outcome measures were considerably higher than those observed in other malaria control programmes, probably due to the nature of the integrated control approach, implementing a multiplicity of interventions simultaneously. In this connection, it is crucial that the performance of each intervention in the package of interventions contributes to the overall success of the programme. To achieve this overarching goal, the design and the evaluation methods of the control programme need sufficient flexibility to retarget and redesign existing interventions to ultimately obtain the desired outcome. Interestingly, a promising experimental design stems from industrial management in the 1960s, known as ‘evolutionary operation’ (EVOP) for process improvement (Box & Draper 1969). The basic idea is to start with a given operation mode, based on the best available knowledge. It is then followed by an evolutionary development scheme, applying a carefully planned set of variations to the components of the process in consecutive cycles. The malaria control programme reviewed here is an excellent example of this approach, and it is surprising, how creative the design was at the time of implementation. Malaria incidence rates and adult mosquito densities were monitored from the onset of implementation and facilitated the adaptive tuning of the interventions, so that the package displayed a high level of performance. Although the concept of EVOP has been successfully applied in many fields – e.g. selections among strains of crop plants or screening of chemical compounds

for therapeutic uses (Finney 1982) – its application to tropical disease control has been neglected so far.

Our estimated costs of US\$ 858 per death averted was between the cost-range of US\$ 219 and 2,958 estimated for insecticide treated bednets in The Gambia, Ghana, Kenya and South Africa (Goodman & Mills 1999; Goodman et al. 2001). Our estimated cost of US\$ 22.20 per malaria attack averted was only slightly higher than the one estimated for insecticide treated nets in The Gambia, which was US\$ 15.75 (Graves 1998). The initial costs per DALY averted were relatively high, but were followed by an increasing costeffectiveness in the maintenance phase, confirming previous studies that applied environmental management strategies (Bos & Mills 1987). Importantly, no long-term comparison of cost-effectiveness analyses can be made with the currently proposed malaria control interventions, as their long-term sustainability has yet to be demonstrated.

Interestingly, the discovery and widespread application of DDT and other powerful insecticides starting in the mid 1940s, was followed by a conceptual change in malaria control, as it was believed that the disease could be eradicated by the use of insecticides alone (Harrison 1978). Consequently, environmental management was almost forgotten worldwide until the 1980s (Ault 1994). This is very unfortunate, since environmental management has a long-term track record of successful malaria control in a diversity of ecological, epidemiological and socio-economic settings. Before Watson started his work at copper mines of Zambia, he was successfully engaged in malaria control on peninsular Malaysia, initially in urban and semi-urban areas along the coast, and then in rural rubber and tea plantations (Watson 1921; Field & Reid 1956). In the 1910/20s, malaria was also controlled successfully in the Indonesian archipelago (Swellengrebel 1950; Takken *et al.* 1990) and two decades later, vegetation clearance proved effective to control malaria in Borneo (Mc Arthur 1947; 1954). However, understanding the epidemiology of malaria in the tropical forests of Borneo is mandatory, as large-scale deforestation is certainly not an appropriate approach for disease control (Bradley 1994). Finally, several water management strategies have been successfully applied in south-east Asia to avoid or reduce breeding of malaria vectors in rice-land habitats, including intermittent irrigation, periodic flushing of ricefields and shifting planting schedules outside the optimal mosquito breeding periods (Worth 1937; Russell *et al.* 1942; Lacey & Lacey 1990). However, water management, particularly the drainage of malaria vector-producing swamps, is conflicting with the interest of

preserving the world's wetlands and needs to be taken into account by control programmes (Grillet 2000).

Renewed interest in environmental management has been observed over the last 10-15 years, partly as a result of emergence and rapid spread of vector resistance to insecticides and more rigorous toxicologic testing (Lacey & Lacey 1990; Ault 1994). A recent study in Sri Lanka demonstrated that the costs of periodic river flushing to eliminate mosquito breeding habitats compared favourably with impregnated bednets (Konradsen *et al.* 1999). Concluding, environmental management has already demonstrated long-term sustainability, has no or fewer adverse ecological effects than currently used malaria control strategies, and can potentially make better use of local resources and knowledge, hence, contributing to local self-reliance (Bos & Mills 1987; Singer 1989). Urban and periurban environments, which are rapidly growing in all malarious countries, are of particular interest, as the implementation of sound environmental strategies – integrated with concurrent malaria control tools – could form an intervention package to substantially reduce the current burden of the disease (Trape 1987; Knudsen & Slooff 1992).

Finally, one must ask what will replace the colonial infrastructure that facilitated the successful programmes mentioned above. We believe that a well-supported health service infrastructure expanded beyond curative medicine, including personnel with training and expertise in hydrology and entomology would be a response to meeting the tremendous challenge of halving the current burden of malaria within 10 years (Shiff 2000; Utzinger *et al.* 2001). In view of this conclusion, launching of a systemwide initiative on malaria and agriculture has to be applauded (SIMA; see web page: [www.iwmi.org/sima.htm](http://www.iwmi.org/sima.htm)). Its collaborative organization should be encouraged, as it promotes an excellent platform for integrative approaches for sustainable malaria control.

## References

- Ault SK (1994) Environmental management: a re-emerging vector control strategy. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* **50** (Suppl.), 35-49.
- Baird JK (2000) Resurgent malaria at the millennium: control strategies in crisis. *Drugs* **59**, 719-743.
- Bos R & Mills A (1987) Financial and economic aspects of environmental management for vector control. *Parasitology Today* **3**, 160-163.
- Box GEP & Draper NR (1969) *Evolutionary Operation: A Statistical Method for Process Improvement*. Wiley, New York.
- Bradley DJ (1994) Watson, Swellengrebel and species sanitation: environmental and

- ecological aspects. *Parasitologia* **36**, 137-147.
- Choi HW, Breman JG, Teutsch SM, Liu S, Hightower AW & Sexton JD (1995) The effectiveness of insecticide-impregnated bed nets in reducing cases of malaria infection: a meta-analysis of published results. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* **52**, 377-382.
- Dole VP, Nyswander ME, DesJarlais D & Joseph H (1982) Performance-based rating of methadone maintenance programs. *New England Journal of Medicine* **306**, 169-171.
- Dove A (2000) New economic analysis draws big money to malaria. *Nature Medicine* **6**, 612.
- Field JW & Reid JA (1956) Malaria control in Malaya: an appreciation of the work of Sir Malcom Watson. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene* **59**, 23-27.
- Finney DJ (1984). Improvement by planned multistage selection. *Journal of the American Statistical Association* **79**, 501-509.
- Goodman CA, Coleman PG & Mills AJ (1999) Cost-effectiveness of malaria control in Sub-Saharan Africa. *Lancet* **354**, 378-385.
- Goodman CA & Mills AJ (1999) The evidence base on the cost-effectiveness of malaria control measures in Africa. *Health Policy and Planning* **14**, 301-312.
- Goodman CA, Mnwava AEP, Dlamini SS, Sharp BL, Mthembu DJ & Gumede JK (2001) Comparison of the cost and cost-effectiveness of insecticide-treated bednets and residual house-spraying in KwaZulu-Natal, South Africa. *Tropical Medicine and International Health* **6**, 280-295.
- Graves PM (1998) Comparison of the cost-effectiveness of vaccines and insecticide impregnation of mosquito nets for the prevention of malaria. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* **92**, 399-410.
- Grillet ME (2000) Factors associated with distribution of *Anopheles aquasalis* and *Anopheles oswaldoi* (Diptera: Culicidae) in a malarious area, northeastern Venezuela. *Journal of Medical Entomology* **37**, 231-238.
- Harrison G (1978) *Mosquitoes, Malaria and Man: A History of the Hostilities since 1880*. John Murray, London.
- Hutubessy RCW, Bendib LM & Evans DB (2001) Critical issues in the economic evaluation of interventions against communicable diseases. *Acta Tropica* **78**, 191-206.
- Knudsen AB & Slooff R (1992) Vector-borne disease problems in rapid urbanization: new approaches to vector control. *Bulletin of the World Health Organization* **70**, 1-6.
- Konradsen F, Steele P, Perera D, van der Hoek W, Amerasinghe PH & Amerasinghe FP (1999) Cost of malaria control in Sri Lanka. *Bulletin of the World Health Organization* **77**, 301-309.
- Lacey LA & Lacey CM (1990) The medical importance of riceland mosquitoes and their control using alternatives to chemical insecticides. *Journal of the American Mosquito Control Association* **6** (Suppl.), 1-93.
- Lerer LB (1999) Cost-effectiveness of malaria control in sub-Saharan Africa. *Lancet* **354**, 1123-1124.
- McArthur J (1947) Transmission of malaria in Borneo. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* **40**, 537-558.
- McArthur J (1954) The control of malaria in Borneo. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* **48**, 234-241.
- Mitchell BR (1988) *British Historical Statistics*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Murray CJL & Lopez AD (1996) *The Global Burden of Disease: A Comprehensive Assessment of Mortality and Disability from Disease, Injuries and Risk Factors in 1990 and projected to 2020*. Harvard School of Public Health, Harvard University Press, Harvard.
- Nabarro D & Mendis K (2000) Roll Back Malaria is unarguably both necessary and possible. *Bulletin of the World Health Organization* **78**, 1454-1455.
- Nabarro DN & Tayler EM (1998) The “Roll Back Malaria” campaign. *Science* **280**, 2067- 2068.
- Rodger LM (1944) Malaria as a non-relapsing disease. *Lancet* **246**, 533-534.
- Russell PF, Knipe FW & Rao HR (1942) On the intermittent irrigation of ricefields to control malaria in south India. *Journal of the Malaria Institute of India* **4**, 321-340.
- Shiff CJ (2000) Can roll back malaria achieve its goal? A challenge. *Parasitology Today* **16**, 271-272.
- Singer B (1986) Self-selection and performance-based ratings: a case study in program evaluation. In: *Drawing inferences from self-selected samples* (ed. H Wainer), Springer-Verlag, New York, pp. 29-49.
- Singer B (1989) Social science and the improvement of tropical disease control programs. *Annals of the New York Academy of Science* **569**, 275-287.
- Snow RW, Craig M, Deichmann U & Marsh K (1999) Estimating mortality, morbidity and disability due to malaria among Africa’s non-pregnant population. *Bulletin of the World Health Organization* **77**, 624-640.
- Swellengrebel NH (1950) How the malaria service in Indonesia came into being, 1898-1948. *Journal of Hygiene* **48**, 146-157.
- Takken W, Snellen WB, Verhave JP, Knols BGJ & Atmoedoedjono S (1990) Environmental measures for malaria control in Indonesia: an historical review of species sanitation. *Wageningen Agricultural University Papers* **90.7**, 1-167.
- The Lancet (2000) Donor responsibilities in rolling back malaria. *Lancet* **356**, 521.
- Trape JF (1987) Malaria and urbanization in central Africa: the example of Brazzaville. Part I: Description of the town and review of previous surveys. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* **81** (Suppl. 2), 1-9.
- United Nations (1982) *Model Life Tables for Developing Countries*. New York
- US Census Bureau (1966) *Statistical Abstract of the United States: 1966* (87th edition) Washington, DC.
- US Census Bureau (1999) *Statistical Abstract of the United States: 1999* (119th edition) Washington, DC.
- Utzinger J, Tanner M & Singer BH (2001) The Internet: a valuable tool for Roll Back Malaria. *Trends in Parasitology* **17**, 159-161.
- Van der Brug PH (1997) Malaria in Batavia in the 18th century. *Tropical Medicine and International Health* **2**, 892-902.
- Watson M (1921) *The Prevention of Malaria in the Federated Malay States*. John Murray, London.
- Watson M (1953) *African Highway: the Battle for Health in Central Africa*. John Murray, London.
- Wenlock RW (1978) The incidence of *Plasmodium* parasites in rural Zambia. *East African Medical Journal* **55**, 268-276.
- WHO (1998) *Roll Back Malaria: A Global Partnership*. World Health Organization, Geneva.
- Worth HN (1937) The control of anopheline breeding in river beds. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* **30**, 521-530.

**Table 1**

Characteristics of the mine population, disease- and malaria-related mortality, children's spleen rate and malaria incidence rate before the implementation of malaria control measures (1929/30), 10 years later (1929/40) and at the end of the programme(1949/50)

	Year		
	1929/30	1939/40	1949/50
<b>Population (%)</b>			
Africans	5,000	20,610	36,481
Europeans	1,067	1,976	4,025
Overall mortality due to diseases (per thousand per annum)			
Africans	32.3	3.5 <sup>a</sup>	3.7
Europeans	23.4	3.9 <sup>a</sup>	4.6
Malaria-related mortality (per thousand per annum)			
Europeans	10.3	0.5 <sup>b</sup>	--
Spleen rate in children < 15 years (%)	36	6 <sup>c</sup>	
Malaria incidence (per thousand per annum)			
	514	135 <sup>d</sup>	16 <sup>e</sup>

Average for years 1938, 1939, 1940 and 1941.

<sup>b</sup> Between 1932 and 1938, there were approximately 10,000 European life years at risk of malaria, with 5 deaths occurring due to malaria.

<sup>c</sup> Assessed in April 1935, among 203 children born on Roan Antelope mine (spleen rate among children living in a nearby village: 45%).

<sup>d</sup> Between November 1937 and October 1942 a total of 1,619 malaria attacks were recorded among Europeans, with an estimated population of 2,300-2,500 (Source: Rodger 1944).

<sup>e</sup> Malaria incidence dropped substantially after the extension of the control area and regular DDT application from 1946 onwards

**Table 2**

Estimated deaths, malaria attacks and DALYs averted due to malaria control measures and corresponding costs.

	Estimated cases averted	Cumulative costs (1995 US\$)	Cost/case averted (1995 US\$)
<b>Deaths</b>			
Entire period: 1930-1949	4,173	3,578,611	857.56
<b>Malaria attacks</b>			
Entire period: 1930-1949	161,205	3,578,611	22.20
<b>DALYs</b>			
3 year start-up: 1930-1933	2,439	1,442,767	591.49
5 year start-up: 1930-1935	3,172	1,663,424	524.36
Maintenance: 1934-1936	3,618	331,240	91.56
Maintenance: 1937-1939	5,366	417,121	77.73
Maintenance: 1940-1942	6,969	419,828	60.24
Maintenance: 1943-1946	9,034	724,873	80.24
Maintenance: 1947-1949	10,976	242,782	22.12

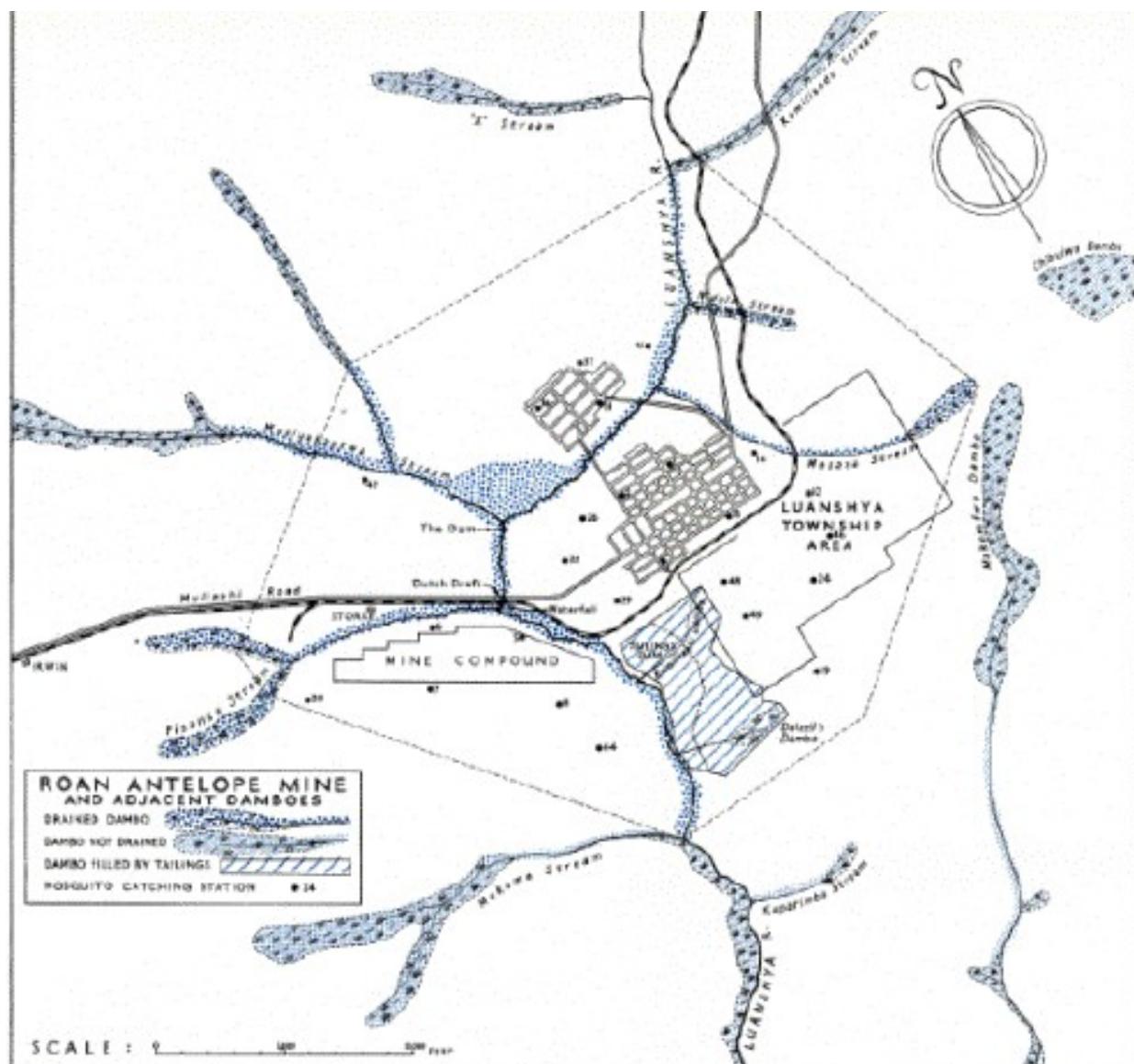
**Table 3**

Total monetary investment for environmental management in the Roan Antelope copper mine for the entire programme implementation between 1930 and 1949. Annual costs in British pounds (£) were converted into 1995 US\$. Cumulative costs and annual costs per person were also calculated based on population estimates.

Year	Total annual costs (in £)	Exchange rate (£ to US\$)	Purchasing power (1995 US\$ = 1.000)	Annual costs (1995 US\$)	Cumulative costs (1995 US\$)	Population estimates	Annual costs per person
1930	25000.00	4.862	8.335	1,013,119	1,013,119	6067	167.0
1931	3251.00	4.277	9.864	137,154	1,150,273	6919	19.8
1932	4749.00	3.504	11.103	184,759	1,335,032	7891	23.4
1933	2338.98	4.218	10.920	107,735	1,442,767	9000	12.0
1934	2142.81	5.041	9.597	103,666	1,546,433	10264	10.1
1935	2654.18	4.903	8.990	116,991	1,663,424	11706	10.0
1936	2498.10	4.971	8.905	110,583	1,774,007	13351	8.3
1937	2727.97	4.944	8.335	112,415	1,886,422	15226	7.4
1938	3405.85	4.890	9.148	152,356	2,038,778	17365	8.8
1939	3660.83	4.460	9.331	152,350	2,191,128	19804	7.7
1940	3937.43	4.030	9.148	145,159	2,336,287	22586	6.4
1941	4225.41	4.030	8.232	140,178	2,476,465	24100	5.8
1942	4582.23	4.030	7.283	134,491	2,610,956	25717	5.2
1943	6213.00	4.030	6.979	174,743	2,785,699	27441	6.4
1944	6829.00	4.030	6.914	190,279	2,975,978	29281	6.5
1945	6805.00	4.030	6.792	186,265	3,162,243	31244	6.0
1946	7249.00	4.030	5.942	173,586	3,335,829	33339	5.2
1947	4586.00	4.030	4.848	89,599	3,425,428	35575	2.5
1948	5235.85	3.680	4.478	86,282	3,511,710	37960	2.3
1949	5070.68	2.800	4.712	66,901	3,578,611	40506	1.7

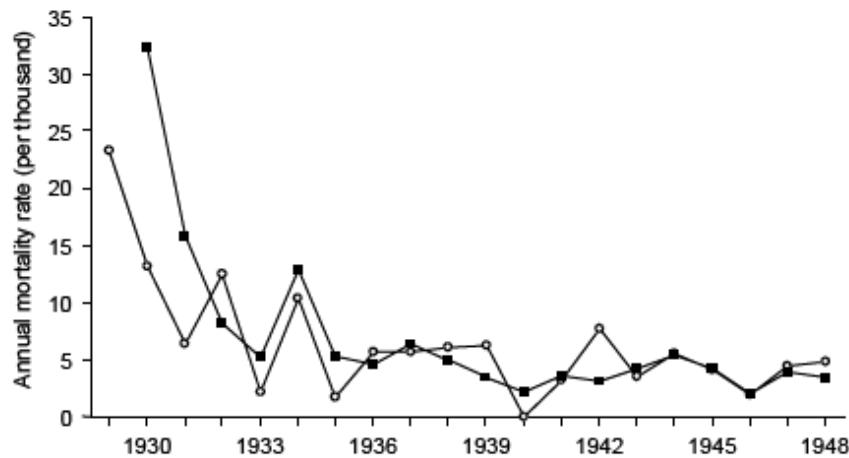
**Figure 1**

Road Antelope copper mine with designated malaria control area for environmental management interventions (Source: Watson 1953).



**Figure 2**

Annual mortality rates due to diseases among Europeans (.) and Africans (.) living and working at the Roan Antelope copper mine (Source: Watson 1953)



**Figure 3**

Monthly malaria incidence rates among copper mine employees between November 1929 and March 1934 (Source: Watson 1953).

