

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1967

Doc. Sup. CNEA, Vol. 10, Nº 1, 1967, p. 16-23.

16

Trazadores Radiactivos en el Río de La Plata

por G. B. Baró; E. García Agudo; H. R. Gómez y H. Rocca

INTRODUCCION

El estudio con trazadores radiactivos llevado a cabo por la Comisión Nacional de Energía Atómica que se describe en el presente informe, forma parte de un trabajo que está realizando la empresa Sir W. Halcrow and Partners para el estudio de factibilidad de un canal entre la boca del Paraná de las Palmas y Puerto Nuevo.

La investigación con trazadores radiactivos tiene como fin obtener información sobre el transporte o movimiento de sedimento del río en el área propuesta para la construcción del canal, y sirve también para efectuar comprobaciones o verificaciones del movimiento del sedimento en un modelo hidráulico construido en el Hydraulic Research Station de Wallingford, Gran Bretaña.

Los radioisótopos se han utilizado como trazadores de sedimentos y arena de los fondos fluviales y marítimos en diversas oportunidades y en varias partes del mundo.

Para esta clase de estudios es necesario tener en cuenta varias condiciones importantes que debe reunir el material marcado.

En primer término, el sedimento o arena marcados deben comportarse lo más exactamente posible como el sedimento o arena natural en estudio.

Por otro lado el trazador utilizado para marcar debe fijarse firmemente sobre el material y permanecer en esta forma durante el tiempo que dure la experiencia. El trazador deberá ser de fácil detección, lo cual se hará preferentemente sobre el mismo lecho del río o canal que se está estudiando.

Para cumplir este requisito resultan muy adecuados los emisores gamma, de mediana y alta energía.

La actividad del trazador radiactivo que se utilice, deberá ser tal que permita el estudio de varias hectáreas de superficie, pero se deberá tener en cuenta que la concentración de la misma no signifique ningún riesgo para la salud pública.

La elección del material radiactivo está determinada también por varios factores. No se podrá utilizar un radioisótopo que emita solamente radiación beta o alfa ya que su medición sobre el lecho del río sería prácticamente imposible.

El período de desintegración debe estar comprendido entre varios días y algunos meses.

Entre los primeros trabajos realizados merecen citarse los efectuados en el Reino Unido a partir del año 1954.

La marcación consistía en utilizar un vidrio, en cuya composición se incorpora entre el 1 y el 5% de ScO_2 . Este vidrio se muele hasta alcanzar una granulometría similar al sedimento en estudio y luego se irradia en un reactor de alto flujo a fin de activar los átomos de Sc. Estudios similares se han realizado también en Francia por Hours y Jaffry.

En Japón se han utilizado vidrios que contienen Zn-65 o Co-60 para estudios de movimiento de arena cerca de las costas del litoral. Estas experiencias han sido realizadas para estudiar la construcción de un puerto y para investigar la erosión de la costa.

En Estados Unidos merecen especial atención los trabajos realizados por R. B. Krone para estudiar la deposición de sedimento en la Bahía de San Francisco. Krone ha utilizado un método de marcación basado en la adsorción iónica de Sc-46 y otros radioisótopos por las partículas de sedimento.

Por último mencionaremos la marcación utilizando como trazador Ag-110, método adoptado en este trabajo. Este método fue usado primeramente por Gibert et al. y consiste en la deposición de una fina película de plata metálica sobre cada grano de sedimento.

Este trabajo ha sido realizado por la CNEA, en estrecha colaboración con la empresa Sir W. Halcrow and Partners y el Hydraulic Research Station de Wallingford, antes citados.

ESTUDIOS PRELIMINARES

El sedimento del río de la Plata, es muy diferente de la arena del mar, e incluso varía bastante entre una zona y otra.

Las áreas en estudio se designaron como puntos A, B y C.

El sedimento proveniente de los puntos A y C es más fino que el del punto B.

Previamente a la decisión, sobre qué método de marcación se elegiría para este trabajo, realizamos un estudio para investigar cual sería el más adecuado de acuerdo a las condiciones de la experiencia y a la naturaleza del sedimento.

Se ensayaron varios métodos especialmente el de Krone, basado en la adsorción de Sc por el sedimento.

De estas experiencias preliminares resultó que el método conveniente era el de reducción de Ag una vez que se separa del sedimento la arcilla que varía en una proporción del 10 al 20%.

Por este método es posible fijar firmemente plata radiactiva en el sedimento del río.

Varias pruebas de fijación se realizaron previamente, agitando el material marcado durante varias horas con agua del río.

Estas condiciones son mucho más severas que las que existen en el río de la Plata. Se pudo observar que cerca del 90% de la Ag radiactiva permanecía fijada en el sedimento.

El 10%-15% que se pierde lo hace en los primeros momentos del lavado, luego el trazador permanece fijo durante mucho tiempo. Es decir después de los primeros lavados no se observa pérdida apreciable de trazador.

Con muestras de sedimento marcado por este método, se efectuaron además una serie de análisis y pruebas de sedimentación a fin de verificar

que dicho sedimento se comporta en forma muy similar al sedimento natural existente en las áreas bajo estudio.

De los resultados obtenidos en estas pruebas y teniendo en cuenta las facilidades con las cuales se cuenta en nuestros laboratorios para procesar actividades del orden de algunos curies, resultó como método más conveniente a utilizar el de la reducción de plata. El método de adsorción de Krone o similares no resultan convenientes debido a la baja retención observada y al hecho de que la misma se va eluyendo lentamente y pasaría al agua del río. Por otra parte, el óxido de escandio (única forma en la cual se obtiene el Sc-46, a este nivel de actividad) es muy difícil de disolver y llevar a una forma química adecuada.

El sedimento marcado con Ag-110 se comporta en forma muy similar al sedimento natural y es interesante hacer notar que la marcación se efectúa preferentemente en función del volumen de sedimento y no en función de la superficie de las partículas como podía esperarse.

Este hecho resultó ventajoso, para el propósito de este trabajo, pero no es sencillo de explicar. Posiblemente en los primeros momentos cuando los iones de plata no están completamente reducidos, una fracción importante de los mismos penetra en el interior del grano de sedimento, más tarde al secar estos granos los átomos de plata que han quedado sobre la superficie se reducen formando una fina película de plata metálica, la que impide de alguna forma que los átomos alojados en el interior del grano pasen al agua. Existe la posibilidad que estos átomos estén al estado químico reducido.

OPERACION DE MARCADO

Se consideró, que para llevar a cabo el estudio propuesto, era de conveniencia marcar 100 Kg de sedimento, de los tres puntos ubicados en el área del río mencionado anteriormente y designados como puntos A, B y C. En cada punto se depositó una actividad de Ag-110 comprendida entre 1 y 2 curies. Utilizando estas actividades, teniendo en cuenta la sensibilidad de nuestros detectores "in situ" y suponiendo que el trazador se distribuyé verticalmente en una capa no mayor que 2,5 cm, se ha estimado y más tarde se ha podido comprobar que es posible la medición de un área de más de 2×10^6 m².

Esto permite detectar con toda facilidad bandas de 200 metros de ancho por cerca de 10 Km de largo, si se supone una distribución uniforme del trazador.

A los fines de llevar a cabo la marcación de 300 Kg de sedimento fue necesario extraer aproximadamente 200 Kg de cada uno de los puntos de inyección y separar por decantación, el contenido en arcilla de los mismos.

La actividad de Ag-110 se recibió en forma de granallas de plata metálica, que fue necesario procesar químicamente a fin de obtener una solución marcadora adecuada que contenía además un agente reductor. Esta solución radiactiva se mezcló en forma conveniente con cada uno de los sedimentos tratados, mediante una mezcladora y el material así tratado se expuso a la luz solar a fin de facilitar la reducción de plata sobre los granos de sedimentos.

Todas estas operaciones se realizaron en una instalación especialmente construída para este fin, la cual permitía el manejo del material radiactivo a distancia y con control semiautomático. La disolución de la plata radiactiva y la preparación de la solución marcadora se efectuaron en una mesada o caja blindada con paredes de plomo de 10 cm de espesor. El material radiactivo podía manipularse desde el exterior por un sistema de pinzas y la transferencia de líquidos radiactivos se realizó por presión o vacío en recipientes y sistemas de cañería cerrados.

El material marcado en esta forma, se lavó para extraer parte de la plata radiactiva que no estuviera bien adherida y se almacenó en bolsas dobles de polietileno, listo para ser inyectado en el lecho del río.

EQUIPOS DE MEDICION

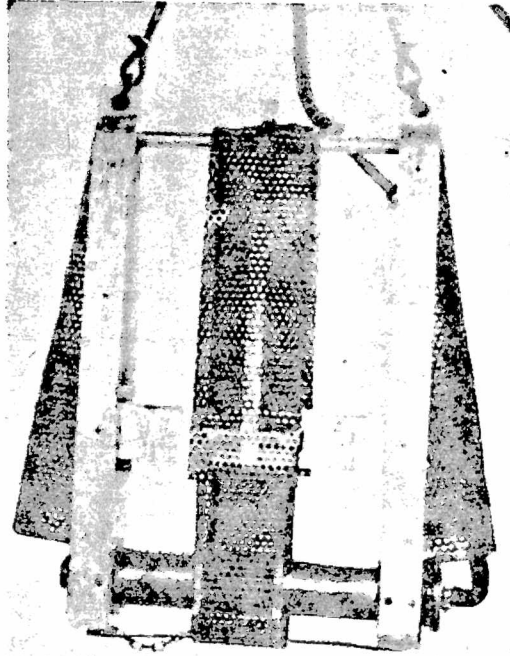
La sonda detectora y el instrumental electrónico asociado fueron diseñados teniendo en cuenta las severas condiciones de operación previstas.

La sonda detectora está compuesta de seis tubos tipo G. M. simétricamente distribuidos, conectados en paralelo para medir con dos, cuatro o seis tubos a la vez, según las necesidades.

Esta sonda puede ser montada en un "trineo de arrastre" para barrer con medición continua amplias áreas, o bien en un dispositivo mecánico para realizar mediciones puntuales.

El instrumental electrónico asociado al detector, y vinculado al mismo por un cable coaxial de 50 m de largo, consta de fuente de tensión, escalímetro, integrador y registrador gráfico. Estos equipos están transistorizados y son portátiles.

La sonda detectora permite medir con dos tubos conectados en paralelo, concentraciones del orden de $800 \mu \text{Ci}/\text{m}^2$. La concentración mínima detectable para seis tubos en paralelo y una distribución superficial del sedimento marcado con Ag-110 es del orden de $0,01 \mu \text{Ci}/\text{m}^2$. Estos valores fueron obtenidos en las condiciones normales de operación del "trineo de arrastre".



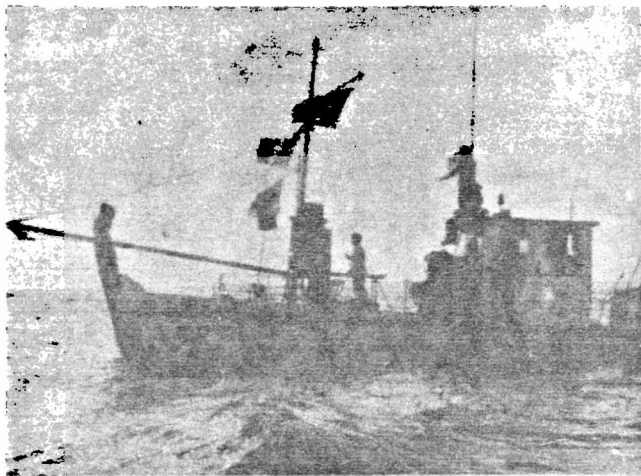
Trineo de arrastre para la medición de actividad en el lecho del río.

INYECCION DEL SEDIMENTO EN EL LECHO DEL RIO

La operación de inyección del sedimento marcado con Ag-110 se realizó en una lancha tipo desembarco, tratando de depositar el sedimento activo formando una tenue capa superficial en un área de aproximadamente 800 m^2 .

En cada uno de los puntos señalados (A, B, C) se depositaron aproximadamente 100 kilos de material marcado con un Ci de Ag-110.

El sedimento fue colocado en un tanque de agitación de 200 litros y mezclado con agua hasta obtener una suspensión homogénea. En estas condiciones se enviaba el material activo por medio de una manguera a la superficie del lecho del río, graduando el caudal de salida para permitir barrer el área prevista en un lapso compatible con las condiciones operativas de la lancha.



Lancha desde la que se realizó la inyección.

Las operaciones de inyección fueron realizadas durante los períodos de pleamar o bajamar.

Dada la alta actividad del radioisótopo usado en cada inyección se emplearon dispositivos y mecanismos que permitieron a los operadores efectuar la manipulación del sedimento a una distancia acorde con los límites de seguridad vigentes.

MEDICION DEL TRAZADOR "IN SITU"

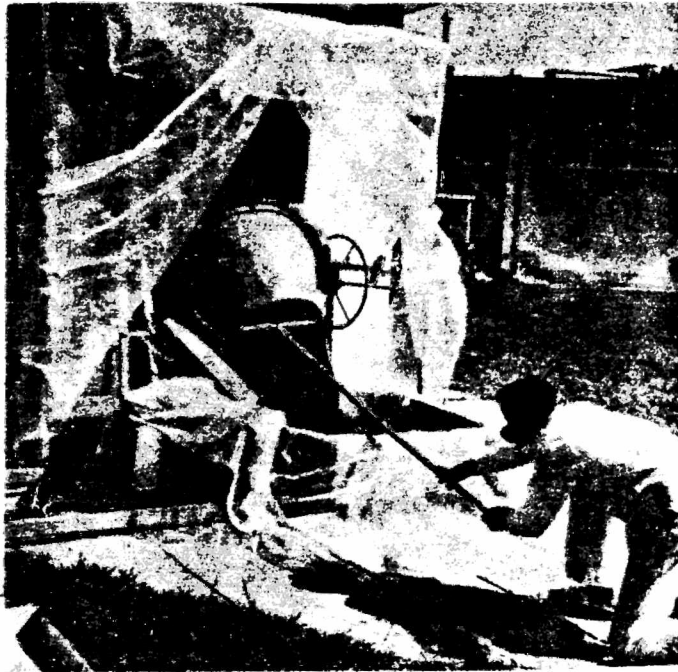
Antes de la inyección del material radiactivo en el lecho del río se procedió a la medición de la actividad natural de fondo utilizándose el equipo descrito previamente. La actividad de fondo se registró para un área de aproximadamente 2Km de radio centrada sobre cada uno de los puntos de inyección.

La actividad de fondo resulta ser en el río de la Plata prácticamente constante en todas las zonas estudiadas, salvo sobre el lecho del canal Sur, donde los valores se duplican.

Una vez inyectado el material radiactivo se comenzó la medición del mismo en forma periódica. Actualmente las manchas radiactivas se han

extendido en bandas de 200 m de ancho por 3 Km de largo, con la misma dirección que la corriente y paralela a la costa.

Los datos obtenidos son enviados a la Estación de Investigaciones Hidrológicas de WALLINGFORD a fin de proceder a su análisis y procesamiento.



Proceso de mezclado del material radiactivo con limo, previo a su inyección.

CONCLUSIONES GENERALES

De la experiencia y resultados obtenidos en este trabajo, es evidente que el método más conveniente para marcar sedimento del río de la Plata, es el de reducción de plata. No obstante es conveniente un análisis previo de cada sedimento en particular debido a que el tamaño y naturaleza del mismo varía considerablemente de un lugar a otro del río.

Los equipos de medición han resultado adecuados, recomendándose el uso de integradores logarítmicos, que permiten realizar el trabajo en campaña mucho más rápidamente que los integradores lineales.

La disponibilidad de barcos adecuados, conjuntamente con personal adiestrado en la medición de parámetros hidrológicos, resulta de suma importancia, ya que además el estudio con trazadores radiactivos debe complementarse con estudios hidrológicos y sedimentológicos convencionales.