

Digitalización Automática de Gráficos de Ecosondas Analógicas

Marina Cipolletti¹, Gerardo Perillo^{2,3}, Alejandro Vitale^{1,2} y Claudio Delrieux^{1,4}

¹Depto. Ing. Eléctrica y Computadoras — Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253 — (8000) Bahía Blanca, ARGENTINA

² Instituto Argentino de Oceanografía CC 804, B8000FWB Bahía Blanca, Argentina

³ Depto. Geología, Universidad Nacional del Sur, San Juan 670, B8000DIC Bahía Blanca, Argentina

⁴ Autor para contacto claudio@acm.org (Parcialmente financiado por SECyT-UNS)

1. Descripción del problema

Las ecosondas son las principales fuentes para realizar relevamientos de la topografía submarina. Estos equipos son portátiles, pudiendo ser instalados en embarcaciones durante las campañas de relevamiento. Éstas pueden ser de dos tipos de tecnologías tanto analógicas, más antiguas, como digitales, más modernas y versátiles. Las ecosondas digitales son ideales en la actualidad para la gran mayoría de las tareas de investigación. Sin embargo, el precio de las mismas las hace de difícil acceso a grupos de trabajo con presupuestos bajos, quienes muchas veces además disponen de sondas analógicas. Independiente de ello, existe en los archivos de los institutos oceanográficos e hidrológicos como así también en organismos portuarios una gran cantidad de registros batimétricos cuyo análisis ha sido solamente muy básico debido a lo extensivo del trabajo manual para leer las fajas. Por ello, hay cúmulos importantes de información que, de contar con un sistema rápido y eficiente, permitiría rescatar y preservar esa información.

Las ecosondas basan su funcionamiento en el uso de ultrasonido. La sonda contiene un transductor sumergido, el cual emite un pulso sonoro de propiedades específicas con frecuencias que van desde 33 a 250 MHz. El mismo transductor actúa como receptor de la onda que rebota en el fondo. La sonda posee un registrador, el cual, para cada instante de tiempo, registra la el tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción de la onda pero donde se estima la profundidad del fondo con respecto a la ubicación del transductor. Ese registro se efectúa sobre papel continuo que puede ser reglado o no según la marca y modelo, de manera que en el momento en el que el rebote supera un determinado umbral de amplitud, el registrador realiza una marca en el papel a una altura proporcional al tiempo insumido en el rebote. Dado que la velocidad de propagación del sonido en el agua es conocida, en condiciones de salinidad y temperaturas definidas, este tiempo es proporcional a la profundidad, y por lo tanto el registro en la faja es proporcional a la profundidad en ese instante. La información presente en estas fajas es la curva batimétrica y el reglado del papel. Con un instrumento adecuadamente calibrado, estos dos elementos permiten una reconstrucción adecuada de la curva profundidad *vs.* tiempo. Estas mediciones luego deben volcarse a alguna base de datos que los concentre para su registro, procesamiento, e integración con datos de otras fuentes o mediciones, para las tareas específicas de investigación que los requieran. Desafortunadamente, este ingreso debe realizarse en forma manual, lo cual es un proceso tedioso, lento, y sujeto a errores operativos, donde la subjetividad del operador juega un papel importante. Por dicha razón, la digitalización automática o semiautomática de los fajas representa una posibilidad interesante para facilitar, agilizar y mejorar la calidad de la adquisición de relevamientos topográficos submarinos, lo cual podría reemplazar la adquisición digital de datos en equipos de mucho mayor costo.

Sin embargo, en la mayoría de las fajas, es posible observar un conjunto de defectos, muchos de los cuales son imposibles de eliminar (ver Fig. 1). Entre esos defectos se puede contar la variabilidad o desvanecimiento del trazo del registrador, la aparición continua o esporádica de ecos o curvas secundarias, la existencia de manchas, dibujos o anotaciones en el papel, la presencia de ruidos

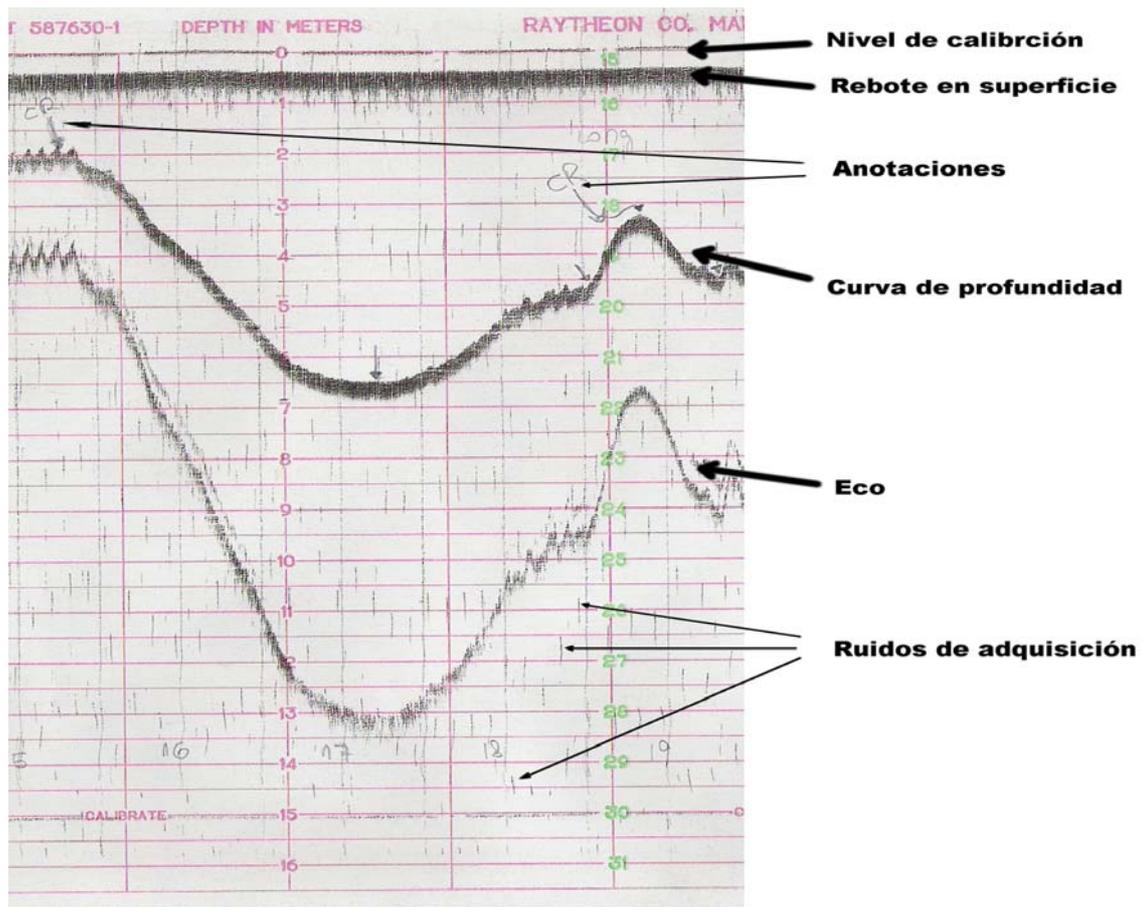


Figura 1: Elementos y defectos en un gráfico de ecosonda.

durante la adquisición (que genera trazos fortuitos), etc., a lo que hay que agregarle además los defectos inherentes al proceso de adquirir imágenes desde papel con el escáner (ruido de cuantización, distorsión barrell, etc. [6]). Por todo ello, la digitalización robusta de la información en estos gráficos requiere un conjunto de técnicas articuladas en un *workflow*, el cual debe ser testeado en diferentes condiciones, con diferentes entradas, resoluciones, etc. para lograr resultados confiables en forma no supervisada.

2. Digitalización de la curva batimétrica

La digitalización de la curva requiere una serie de pasos, cada uno de los cuales está destinado a eliminar contenido innecesario o ruidoso presente en la imagen. En la Fig. 2 se puede ver el orden y los resultados intermedios de cada uno de estos pasos. Para confirmar si los resultados adecuados, el sistema agrega un *overlay* de la digitalización de la curva sobre el gráfico escaneado antes de exportar los datos a formato de planilla electrónica.

Todos los pasos de procesamiento descritos en la sección anterior se encapsularon en un aplicativo que abre una imagen en formato bmp con el escaneo de la faja, aplica el procesamiento, genera el *overlay* para validar la correctitud del resultado, y exporta la curva digitalizada en formato xls. De esa manera, la operación completa de digitalización puede ser realizada por personal sin entrenamiento específico, quedando el personal especializado para la supervisión y verificación de la tarea.

En la Fig. 3 se muestra un ejemplo faja escaneada, y la digitalización obtenida. El gráfico original presenta varios problemas con diferente grado de intensidad. Los más importantes son la presencia de

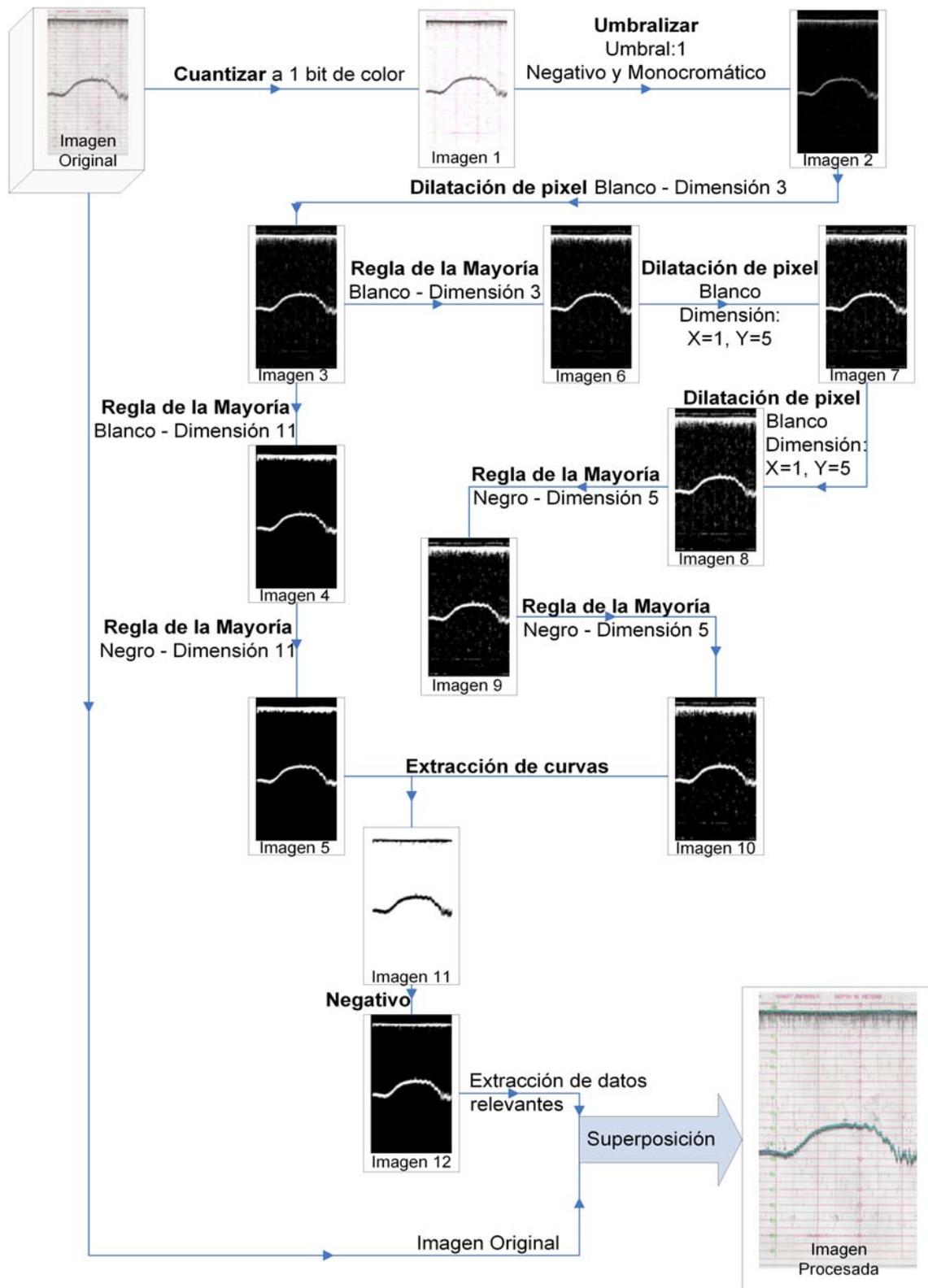


Figura 2: Secuencia de pasos del procesamiento.

ecos (inclusive hay un eco de la línea de mareas más arriba), ruidos de alta intensidad, y anotaciones con trazos gruesos y del color de la curva a digitalizar. Además, la curva en sí presenta muchas oscilaciones (alta frecuencia). Sin embargo, se puede apreciar que los resultados son satisfactorios.

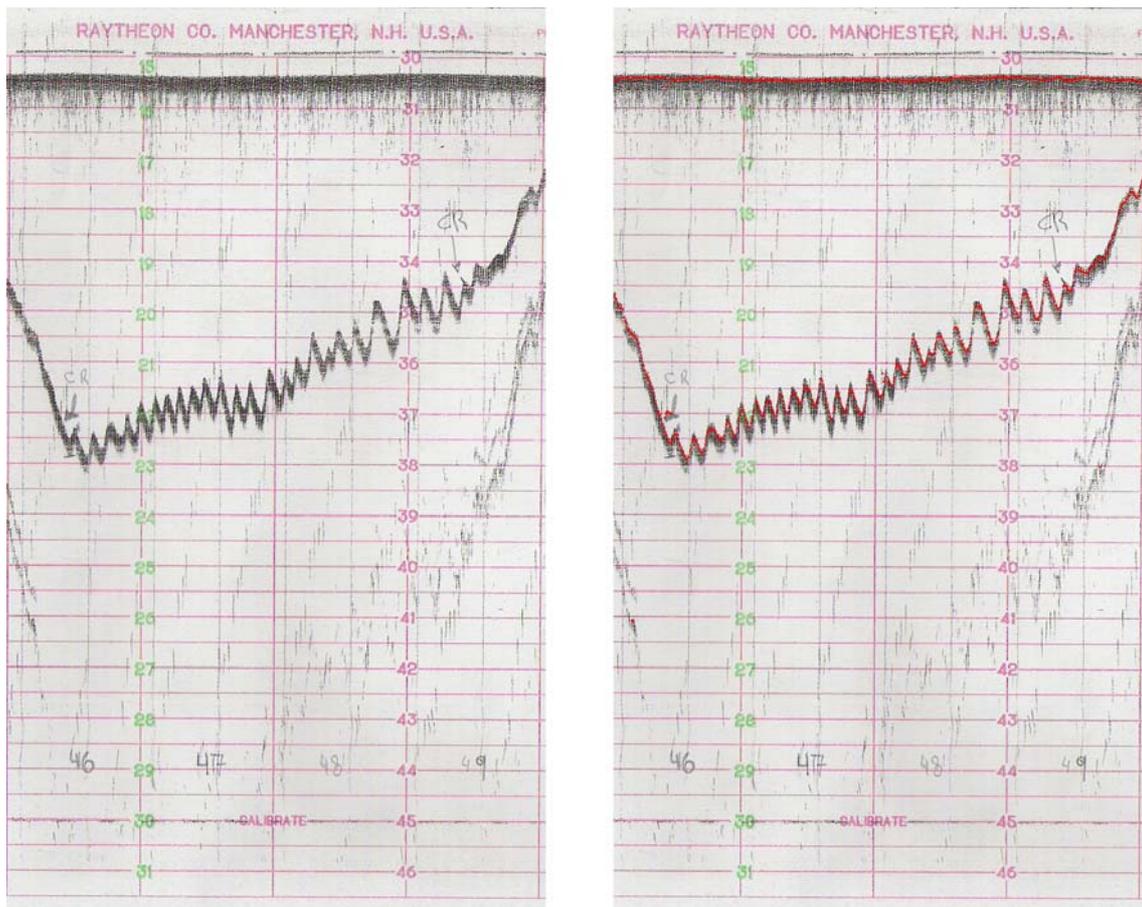


Figura 3: Resultados obtenidos.

El sistema genera una digitalización continua que respeta las oscilaciones del registro original, sin confundirse por las anotaciones, ecos o puntos de ruido espurio.

Referencias

- [1] K. Castleman. *Digital Image Processing*. Prentice-Hall, New York, 1989.
- [2] Andrew Glassner. *Principles of Digital Image Synthesis*. Morgan Kaufman, San Francisco, 1995.
- [3] Jonas Gomes and Luiz Velho. *Image Processing for Computer Graphics*. Springer, New York, 1997.
- [4] Rafael González and Richard Woods. *Digital Image Processing*. Addison-Wesley, Wilmington, USA, 1996.
- [5] T. Lillesand and R. Kiefer. *Remote Sensing and Image Interpretation (4th. ed.)*. Willey & Sons, New York, 2000.
- [6] J. C. Russ. *The Image Processing Handbook*. CRC Press, Boca Raton, FL, 1989.
- [7] Robert Schowengerdt. *Remote Sensing Models and Methods for Image Processing (2th. ed.)*. Academic Press, San Diego, 1997.
- [8] J.C. Sprott. A method for approximating missing data in spatial patterns. *IComputers and Graphics*, (28):113–117, 2004.