

Desafíos de la nueva red latinoamericana de video monitoreo costero remoto en las fachadas Pacífica, Caribe y Atlántica.

Almar R.^{1,8}, Cienfuegos, R.¹, Villagran, M.^{1,9}, Navarrete, S.², Finke, R.², Van Dassow, P.³, De la Iglesia, R.³, Catalán P.⁴, Figueroa, D.⁵, Abarca del Rio, R.⁵, Solari, S.⁶, Conde, D.⁶, Osorio, A.⁷

¹Departamento de ingeniería hidráulica y ambiental, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago Chile. ralmar@ing.puc.cl, racienfu@ing.puc.cl, mvillagranv@uc.cl,

²Estación Costera de investigaciones marinas y biodiversidad, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. snavarrete@bio.puc.cl, gfinke@bio.puc.cl

³Facultad de ciencias biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago Chile. pvondassow@bio.puc.cl, sirkonio@gmail.com

⁴Departamento de obras civiles, Universidad Técnica Santa María, Valparaíso, Chile.

patricio.catalan@usm.cl

⁵Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. dantefigueroa@dgeo.udec.cl, roabarca@udec.cl

⁶Centro Interdisciplinario para el Manejo Costero Integrado del Cono Sur, Universidad de la República, Uruguay. ssolari@fing.edu.uy, vladdcc@gmail.com

⁷Grupo de Oceanografía e Ingeniería Costera de la Universidad Nacional Universidad nacional de Colombia, Medellín, Colombia. afosorioar@unal.edu.co

⁸Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD)/ LEGOS, Toulouse, France

⁹ Centro de Investigación Marítimo Portuario CIMP- UCSC, Concepción, Chile

Introducción

La zona costera es una interface entre el océano y el continente, por lo mismo está sujeta a una doble influencia. Adicionalmente, al ser una de las zonas más pobladas del planeta, la presión que recibe es aún mayor. La combinación de estos dos factores hace que la zona costera se encuentre constantemente en un estado de alta vulnerabilidad.

Los procesos costeros se producen a distintas escalas espacio-temporales, del segundo al interanual y del metro a cientos de kilómetros, existiendo interacciones entre procesos a distintas escalas. Esta zona cuenta con propiedades únicas: representa la zona de mayor disipación energética oceánica (oleaje, marea), mayor variabilidad geológica y mayor actividad biológica oceánica. La complejidad de los procesos que se generan en la costa hace que los mismos sean aún poco conocidos y por tanto de gran interés científico.

Gran parte del desconocimiento es debido a la falta de observaciones continuas generadas por la naturaleza peligrosa del medio en que ocurren. A pesar de que existen redes de observación continua in situ a gran escala ($O(1000 \text{ km})$) o regional ($O(100 \text{ km})$) (océano profundo), la mantención de una red litoral de medición in situ es aún incierta. El monitoreo remoto entonces aparece más apropiado, y mientras que la teledetección satelital se adapta mejor a condiciones de gran escala ($>\text{día-años}$), el monitoreo costero necesita un sistema de observación que de mayor frecuencia de muestreo, que solo puede ser logrado a través de dispositivos del radar o video ($>\text{sec-años}$). El enfoque de nuestro grupo de trabajo es el monitoreo mediante el uso de cámaras de video, que permite un amplio rango de mediciones (física, biología). Debido lo novedoso del sistema, se conocen pocas redes de monitoreo costero por video en el mundo (ex: ARGUS-Internacional, COASTVIEW-Europeo). Además la red latinoamericana aborda tanto aspectos científicos como técnicos y sociales, lo que la hace una red particularmente innovadora.

El objetivo de la Red es el de entender mejor las interacciones entre la larga y pequeña escala, entre la biología y la física, y entre el ser humano y su entorno costero (impacto y riesgo), bajo un contexto de alta variabilidad climática y supuestos importantes cambios debidos al calentamiento global.

La medición costera mediante el uso de cámaras de video

La técnica del monitoreo costero por video es innovadora, económica, y particularmente bien adaptada al seguimiento permanente del medio costero. Aunque la técnica sea reciente (inicios de los '90), numerosas metodologías han sido desarrolladas para la medición de parámetros hidro- y morfodinámicos en la costa (Osorio et al., 2007). Más aún, uno de los desafíos actuales es el de

extender la herramienta de medición a un nivel pluridisciplinario (ex: biología, manejo costero integrado).

El principio es el siguiente. La imagen inicial en pixel es rectificadas (usando relaciones de fotogrametría) en coordenadas en el mundo real (Figure 1) mediante el uso de puntos de control cuya posición es conocida en ambos sistemas de coordenadas (Holland et al., 1997). Luego, para ahorrar espacio de almacenamiento, las imágenes son pre-procesadas en imágenes secundarias (Figure 2): imágenes promediadas sobre varios minutos para seguir la baja frecuencia (> 15 min, ex: marea) e imágenes timestack que permiten seguir la evolución de la alta frecuencia (>1 Hz, ex: oleaje) sobre perfiles seleccionados. Estas imágenes son el input de rutinas computacionales desde donde se estiman una serie de parámetros. Específicamente para la hidrodinámica, se han desarrollado métodos de medición del periodo, dirección y celeridad de oleaje (Catalan and Haller, 2008; Almar et al., 2008), altura de ola (Almar et al., aceptado) y nivel de marea. Existen también métodos para la estimación de la batimetría sumergida (Almar et al., 2011a) y de la zona intermareal, a través del seguimiento de la línea de costa (Almar et al., 2011b). La actividad biológica se puede medir a través del color del agua y la localización de frentes de masas de agua (Dailloux et al., 2008). La diversidad de mediciones permite realizar variados cruces de información y la búsqueda de correlaciones entre variables.

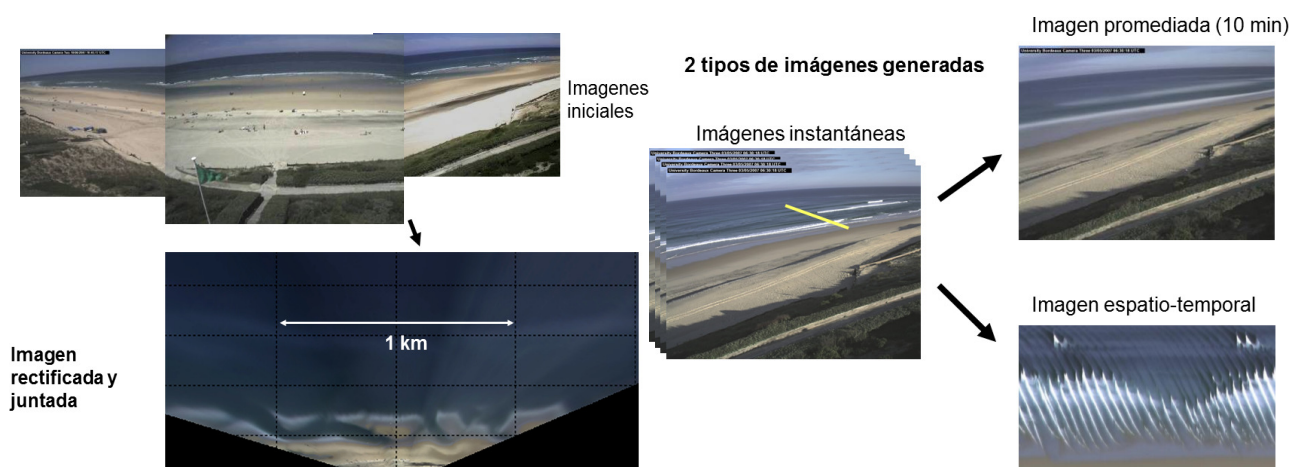


Figure 1: Rectificación de imágenes. Figure 2: Generación de imágenes secundarias.

Descripción de la red: sitios pilotos

Cada grupo de trabajo perteneciente a la red se ha iniciado con un interés distinto por el monitoreo costero por video, según la problemática local y las líneas de investigación: biología-ecología, física-oceanografía, ingeniería-manejo costero. Los sitios pilotos elegidos (Figure 3) son complementarios en cuanto a las líneas de investigación a que se enfocan y además presentan características diferentes en cuanto exposición al oleaje, amplitud de marea, clima, biología e

influencia humana. La información que resulta de la mezcla de las respuestas a los problemas costeros específicos, permite mejorar el entendimiento global del funcionamiento del medio costero y encontrar soluciones comunes.

En Chile varios grupos de investigación están empezando a monitorear la costa. El primer sitio corresponde a la caleta Portales localizada en la ciudad de Viña del Mar. Es una zona cerrada adentro de una bahía larga (de Valparaíso), actualmente sometida a una intensa erosión, muy afectada por las obras urbanas. Un sistema se ha instalado recientemente en la ciudad de Algarrobo en 2011, para entender más el crecimiento explosivo de algas verde (ulva) adentro de una bahía. En las Cruces, La estación Costera de Investigaciones Marinas (ECIM) se ha instalado un sistema de video para seguir el impacto del oleaje fuerte de Chile sobre los organismos intermareales. Luego, se extenderá el estudio con la dinámica de población de microalgas/phytoplankton en relación con la hidrodinámica costera (ondas internas, pluma de río). La zona de la desembocadura del río Mataquito, que pronto estará equipada, cuenta con un efecto del tsunami de 2010 muy importante con una morfodinámica intensa (erosión/acreción de +200 m/año e Iloca o -200 m/año en Duao). En Talcahuano, se iniciará dentro de un año una actividad de generación de observaciones costeras con fines de docencia (colegio, universidad) y servirá de zona de estudio para acoplar video con otros equipos de mayor escala (50 km) tipo radar HF.

En Uruguay se ha instalado un sistema piloto de video monitoreo en Montevideo, y se está instalando otro sistema en la barra de la Laguna de Rocha. En este caso el sistema implementado servirá para comprender la dinámica intermitente de apertura y cierre de la barra, y se utilizará para apoyar la toma de decisión sobre la apertura artificial de la laguna.

Colombia fue el primer país de la red en instalar un sistema video, y ya cuenta con varios sitios en la actualidad. El sitio principal es el de Cartagena que es una típica zona de ocupación de la playa como balneario y que cuenta con estructuras de defensa contra la erosión (ex: espigones). El factor climático en este sitio es especial, ya que se encuentra dentro del mar Caribe. La finalidad del seguimiento, al igual que en el caso uruguayo, es el de investigar sobre nuevas herramientas para apoyar el manejo integrado de zonas costeras.

Conclusiones y perspectivas

Esta innovadora red latinoamericana destaca por el uso de nuevas técnicas de percepción remota en base a video, y es original por la gran interdisciplinariedad que en ella existe, abordando diversas temáticas y problemáticas actuales asociadas a la investigación costera. La fuerza de esta red proviene también de la calidad de los sitios seleccionados y su complementariedad. Además de favorecer la dinámica de investigación regional, la colaboración científica resultante permitirá

realizar un gran avance en el entendimiento de la zona costera y prevenir su vulnerabilidad frente a la presión antrópica y los efectos esperados del cambio climático.

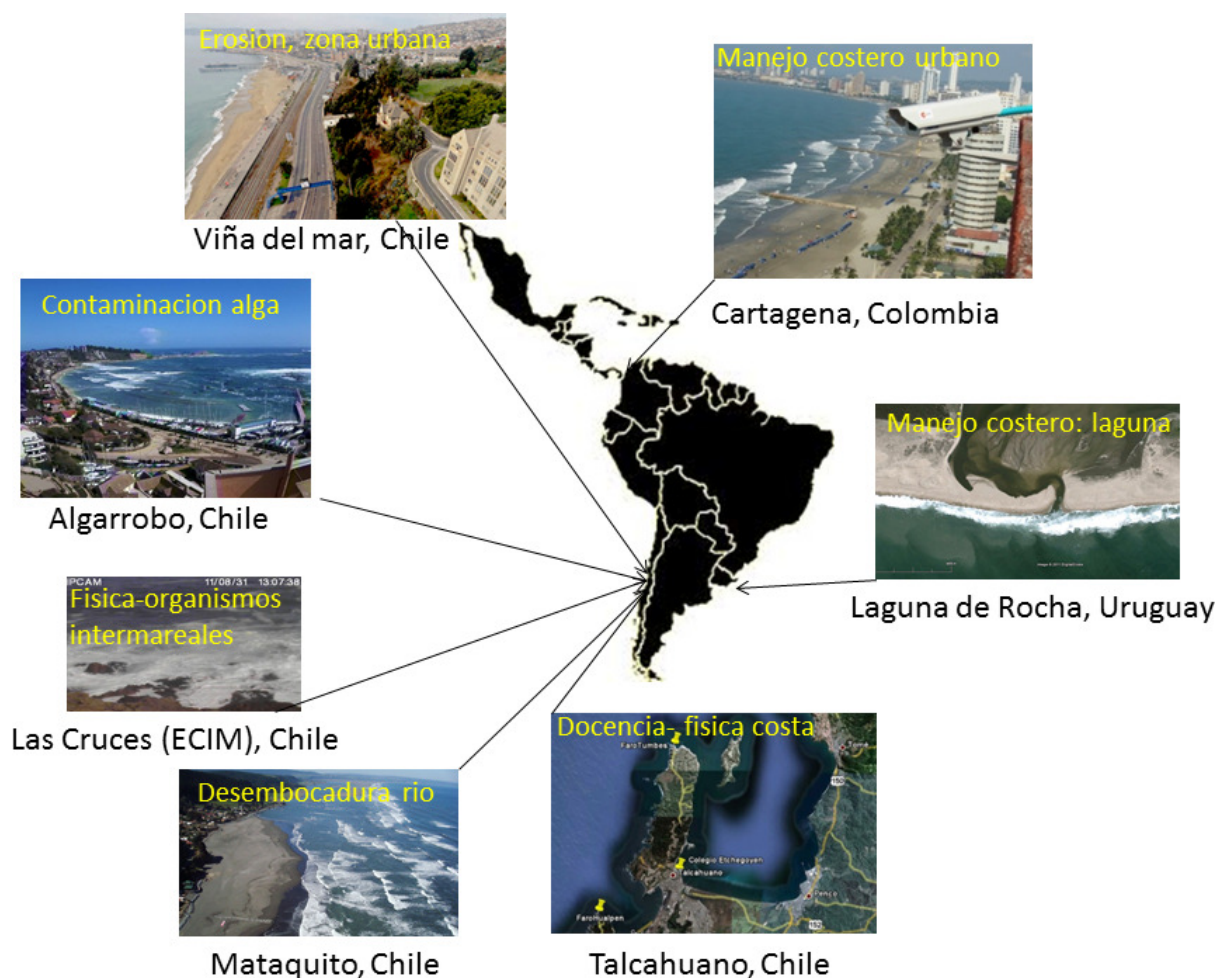


Figure 3: Sistemas pilotos de la red latinoamericana de video monitoreo costero. En amarillo es una estimación de los temas destacados de cada sitio.

Agradecimiento

R.A financiado por el proyecto FONDECYTPOSTDOC N°3110030

Referencias

- Almar R., Bonneton P., Senechal, N. and Roelvink D., 2008. Wave celerity from video imaging: A new method, in Proceeding of the 10th International Conference on Coastal Engineering, Hamburg.
- Almar, R., Cienfuegos, R., Catalan, P., Birrien, F., Castelle, B., Michallet, H., 2011. Nearshore bathymetric inversion from video using a fully non-linear Boussinesq wave model. SI 64, J. of Coast Research
- Almar, R., Ranasinghe, R., Senechal, R., Bonneton, P., Roelvink, D., Bryan, K., Marieu, V., Parisot, J-P., in press. Video based detection of shorelines at complex meso-macro tidal beaches, J. of Coast Research
- Almar, R., Cienfuegos, R., Catalan, P., Michallet, H., Castelle, B., Bonneton, P. and Marieu, V. A new breaking wave height direct estimator from video imagery, accepted in Coastal Engineering
- Catalan, P. A., and Haller, M. C. 2008. Remote sensing of breaking wave phase speeds with application to non-linear depth inversions." Coastal Eng., 55(1), 93–111.
- Dailloux, D., 2008. Video measurements of the Adour plume dynamic and its surface water optical characteristics. PhD thesis, University of Pau, 178 p
- Holland, K.T., Holman, R.A., Lippmann, T.C., Stanley, J., and Plant, N., 1997. Practical use of video imagery in nearshore oceanographic field studies. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 22(1), 81-92

Osorio, A., Pérez, J. Ortiz, C., Medina, R., 2007. Técnicas basadas en imágenes de vídeo para cuantificar variables ambientales en zonas costeras, Avances en Recursos Hidráulicos, Numero 16, p. 51-64.