

CAPITAL NATURAL Y BIENESTAR SOCIAL DE LA COMUNIDAD YAQUI



Jose Alfredo Arreola Lizárraga
Jaime Garatuza Payán
Enrico A. Yépez Gonzalez
Agustín Robles Morúa



CAPITAL NATURAL Y BIENESTAR SOCIAL DE LA COMUNIDAD YAQUI

Coordinadores

Jose Alfredo arreola Lizárraga

Jaime Garatuza Payán

Enrico Arturo Yépez González

Agustín Robles Morúa

Gestión editorial

Oficina de Publicaciones

Diseño de portada

Lorenia Guadalupe Félix Esquer



ITSON

Instituto Tecnológico de Sonora

5 de Febrero, 818 sur, Colonia Centro, C.P. 85000

Ciudad Obregón, Sonora, México

Teléfono: (644) 410-90-00, E-mail: rectoria@itson.mx

Web: www.itson.mx

Capital Natural y Bienestar Social de la Comunidad Yaqui

ISBN: 978-607-609-204-0

Primera edición 2019.

Se permite la reproducción total o parcial de la presente obra, así como su comunicación pública, divulgación o transmisión, mediante cualquier sistema o método, electrónico o mecánico [incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información], siempre y cuando esto sea sin fines de lucro y con la condición que se señale la fuente.

INDICE

Sección I. Capital Natural y bienestar social de la Comunidad Yaqui

1.1	El territorio Yaqui	6
1.2	La variabilidad espacial y temporal del clima en las Comunidades Yaquis	12
1.3	Hidrología del territorio Yaqui	31
1.4	Geología del territorio Yaqui	45
1.5	Descripción oceanográfica de la zona costera del territorio Yaqui	69
1.6	Vegetación y flora: capital natural y riqueza cultural	86
1.7	Ecosistemas costeros: condición y tendencia ambiental del complejo lagunar Guásimas- Lobos	106
1.8	Abastecimiento y calidad del agua superficial y subterránea	135

SECCIÓN II. Actividades Productivas

2.1	Desarrollo de la Agricultura en la Tribu Yaqui	162
2.2	Potencial ostrícola	185
2.3	Potencial acuícola: un desafío para el desarrollo social y sostenible de las Comunidades Yaquis	208
2.4	La Comunidad Yaqui y su importancia en la producción pesquera	233
2.5	El mezquite en las Comunidades Yaquis del Sur de Sonora	261

SECCIÓN III. Bienestar social, aspectos ambientales y de salud pública

3.1	Biomasa de fitoplancton y macroalgas como indicadores biológicos de impacto ambiental de las aguas residuales vertidas en Bahía de Lobos	281
3.2	Sistemas alternativos para el tratamiento de aguas residuales en Comunidades Yaquis	309
3.3	Pótam, Comunidad Yaqui del Sur de Sonora, México: ¿justicia ambiental por exposición a contaminantes?	338
3.4	Contexto y estrategia para el desarrollo económico y social de la Tribu Yaqui	366

Prólogo

El trabajo presentado aquí surgió con la intención de compilar en un solo sitio información acerca de la comunidad Yaqui, tratando de conjuntar los esfuerzos de muchos investigadores, de diferentes disciplinas, que han trabajado o intervenido en la comunidad y el territorio Yaqui.

El libro está dividido en tres secciones. En la primera sección se aborda lo relacionado a la parte física o Capital Natural, donde se describe los aspectos físicos del territorio (clima, hidrología, geología, flora y fauna, costas y abastecimiento de agua). Estos aspectos son importantes como información básica para el desarrollo de actividades productivas (temática de la segunda sección). El lector encontrará en esta sección información que le permita comprender porque ha sido tan importante para los yaquis la defensa de su territorio y sus recursos naturales, entre los que destaca el agua, que ha sido un elemento esencial en la historia de la tribu yaqui. Se presenta también información acerca de la variabilidad espacial y temporal de distintos elementos que podrán permitir entender y predecir algunos impactos del cambio climático para, finalmente, poder incrementar la resiliencia y adaptación.

En la segunda sección se presentan datos de las actividades productivas que se desarrollan en el territorio yaqui (agricultura, ostricultura, acuicultura, pesquería y aprovechamiento silvícola –mezquite). El lector encontrará información que describe estas actividades pero, además, información que permita obtener de ellas una producción continua y sostenible de bienes y servicios demandados por la sociedad. Se exploran dos actividades que aún tienen mucho potencial de desarrollo en el territorio yaqui: la ostricultura y la piscicultura.

La tercera sección toca aspectos de bienestar social y salud pública así como estrategias para un mejor desarrollo de la comunidad yaqui. Se exponen algunas problemáticas de impacto ambiental por descargas de aguas residuales y se proponen alternativas para su tratamiento. También se presentan información de riesgos en la salud humana por exposición a contaminantes.

Finalmente, el lector podrá entender que los marcos regulatorios en relación a los derechos indígenas son insuficientes o inexistentes, tal vez porque sigue vivo el legado del uso de la doctrina del descubrimiento justificando el que se ignore la presencia de los pueblos indígenas y sus derechos en los Estados. Este libro pretende ser un grano de arena para ayudar a que los efectos residuales esta doctrina desaparezcan y que la comunidad yaqui prospere y sea valorada, como corresponde a un pueblo que se ha mantenido en la lucha por conservar su territorio, sus recursos y sus tradiciones.

Los editores

SECCIÓN I

“Capital Natural y Bienestar Social de la Comunidad Yaqui”

José Alfredo Arreola Lizárraga

Jaime Garatuza Payán

Enrico Arturo Yépez González

Agustín Robles Morúa

(Editores)

1.5 Descripción oceanográfica de la zona costera del Territorio Yaqui

Por María Sara Burrola Sánchez¹ y Pedro Rosales Grano²

¹ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Unidad Sonora

Km 2.35 Camino al Tular, Estero Bacohibampo, Guaymas, Son. C.P. 85455

Tel. +52 (622)2212237 y 2212238

Email: sburrola04@cibnor.mx

² Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Unidad Sonora Carretera al Varadero

Nacional Km 4 Sector la Playitas, Guaymas, Sonora, C.P. 85400

Tel. +52 (622) 2216480; 2215367

Email: itmarpedro@hotmail.com

Resumen

La zona costera del Territorio Yaqui tiene una orientación norte-sur, configurada por cinco lagunas costeras y esteros de menores dimensiones. Son lagunas costeras semi-áridas donde la evaporación excede a la precipitación, comunicadas con el Golfo de California por una o dos bocas de forma permanente separadas del mar adyacente por barreras arenosas. Son cuerpos de agua someros, donde las profundidades máximas se presentan en las bocas y canales de alimentación por marea. La dinámica de los procesos costeros es altamente dependiente de la marea y viento, mientras que la densidad juega un rol importante en los procesos de mesoescala

o geostróficos. La circulación costera y lagunar está forzada por la acción de la marea y el viento. Las elevaciones máximas se presentan en verano y las mínimas en invierno, siendo en invierno las condiciones de viento mayores en respuesta al régimen del Monzón Mexicano. De seis masas de agua que ingresan al Golfo de California, tres tienen influencia sobre la franja costera Yaqui, favoreciendo el intercambio de nutrientes a través de las bocas forzadas por la densidad.

Descripción del Sistema Costero

La zona costera del Territorio Yaqui se ubica en la zona central del Golfo de California entre las coordenadas geográficas ($27^{\circ} 53'22''$ N, $110^{\circ} 40'46''$ W y $27^{\circ}15'16''$ N, $110^{\circ}25'27''$ W), en una extensión de línea de costa del orden de 100 km, donde se ubican 5 lagunas costeras, delimitadas por las desembocaduras del río Matape al norte y el río Yaqui hacia el sur (Fig. 1).

Las cinco lagunas costeras son cuerpos de agua semi-cerrados paralelos a la línea de costa separados del mar adyacente por una barra arenosa con una o dos bocas que pueden ser efímeras o permanentes (Phleger, 1969; Barnes, 1980). Se caracterizan por áreas de canales y amplias zonas propensas a inundación y secado por acción de la marea, donde por lo general las profundidades son del orden de 2 a 5 m en el interior del cuerpo lagunar y pueden ser superiores a 5 m en la región de la boca (Burrola-Sánchez, 2003; Burrola-Sánchez y López-Martínez et al. 2010).

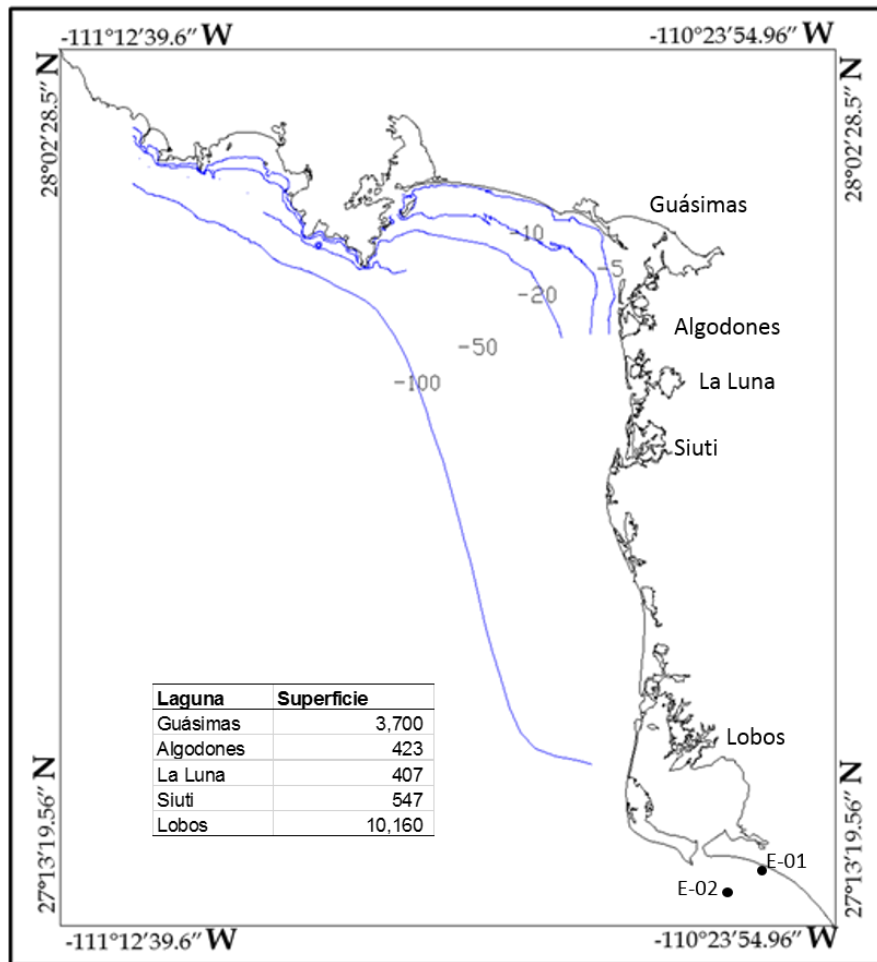


Figura 1. Localización del área de estudio y estaciones de medición de marea (E-01) y oleaje (E-02).

En esta franja costera Bahía de Las Guásimas (3, 700 km²) y la Bahía de Lobos (10, 160.17 km²) son las de mayor superficie e importancia ecológica y económica de esta región. Se caracterizan por una comunicación permanente con el mar adyacente a través de bocas con un promedio de 500 m en su sección transversal, canales de mareas bien delimitados hacia el interior del sistema. Son estuarios negativos y en general dominan los procesos evaporativos sobre la precipitación (Arreola-Lizárraga, 2003; Burrola-Sánchez, 2003).

Marea

La marea en estos cuerpos de agua es dominada por la co-oscilación de la onda de marea desde el mar adyacente y la advección a través de los canales de entrada como mecanismo de transporte (Marinone y Lavín, 1997; Dworak y Gomez-Valdés, 2003).

En la costa centro-sur del estado de Sonora el comportamiento de la marea es del tipo mixto con predominancia diurna, dado por un factor de forma $1.50 \leq F \leq 3.00$, corroborado a través de mediciones en bahías como Guaymas y Yavaros por Valle-Levinson et al. (2001), Burrola-Sánchez (2003), así como Dworak y Gomez-Valdés, (2003), en los límites norte y sur de esta zona de estudio. Este comportamiento de marea está dado por una ocurrencia de dos pleamares y dos bajamares diarias en un intervalo de tiempo de 12.25 horas (Filloux, 1973); rango de 1 m, con elevación máxima anual durante el mes de agosto y mínimas en enero (Beier, 1997).

Por efecto de la batimetría y el estrechamiento de los canales de entrada a las lagunas se presenta una amplificación de la onda hacia el interior de los cuerpos de agua, con rangos de hasta 1.5 m. Con base en la estadística de la elevación del nivel del mar y la clasificación propuesta por Davies (1980) la franja costera del Territorio Yaqui es una región micromareal.

La obtención de series de tiempo de elevación del nivel del mar es dependiente de estudios técnicos específicos en las lagunas costeras, ya que no se cuenta con mareógrafos instalados por instituciones de académicas, gubernamentales o de investigación. A partir de predicciones por CICESE (2012) y para fines de explicar en el dominio del tiempo y frecuencia el comportamiento de la onda de marea en la región del Territorio Yaqui, se presentan los

componentes armónicos de la marea con base en Foreman (1989), que muestra evidencia de la amplificación de la onda desde la boca del Golfo de California (Tabla 1). Asimismo, Rosales-Grano (2015) realizó mediciones en la zona litoral de la bahía de Lobos (24 de junio al 28 de julio de 2011) (Fig. 1) y observó una marcada desigualdad diurna en la señal de la elevación del nivel medio del mar con un rango máximo de 1.4 m (nmm) (Fig. 2).

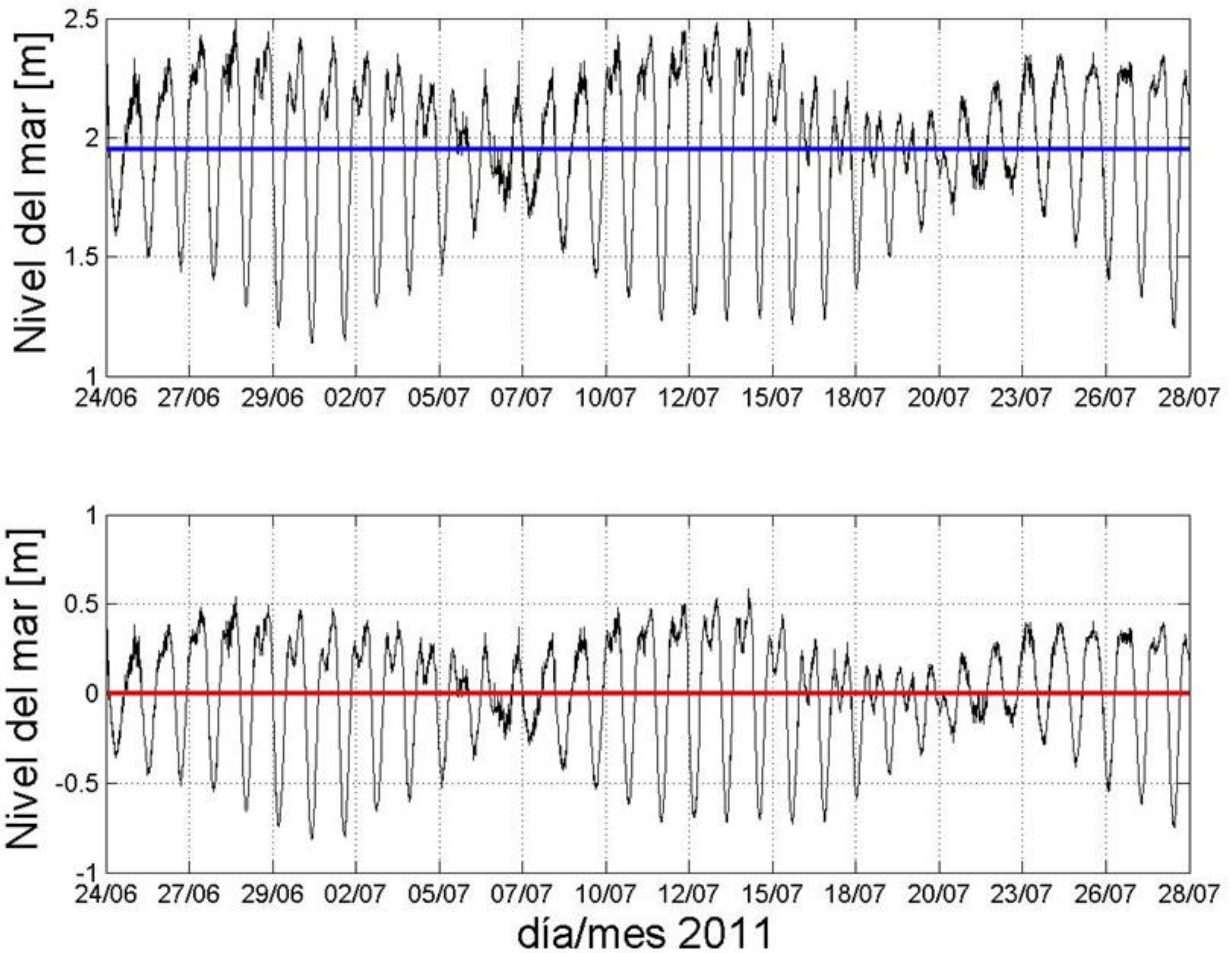


Figura 2. El panel superior muestra la variación del nivel del mar sin eliminar promedio y tendencia, la línea azul es el promedio de las mediciones; el panel inferior muestra la misma serie de tiempo pero ya sin promedio ni tendencia, la línea roja representa el nivel medio del mar.

Corrientes

La descripción del sistema de corrientes en la zona costera del Territorio Yaqui se enfoca en tres escalas: geostrófica; litoral y lagunar. En cada una de ellas la fuerza de función (marea, viento y densidad) es diferente y modula el comportamiento barotrópico o baroclínico de las masas de agua.

El patrón de circulación superficial en el Golfo de California es de tipo ciclónico en los meses de primavera-verano y anticiclónico en otoño-invierno. En primavera-verano el flujo de entrada tiene dirección de sur a norte por la costa de Sinaloa y Sonora, con velocidades superficiales $\leq 0.08 \text{ ms}^{-1}$ (Marinone y Ripa, 1988; Beier, 1997; Zamudio y Hogan et al. 2008) y de forma inversa en otoño-invierno. Roden y Emilsson (1980) y Bray (1988) han señalado que éstas se incrementan a partir de la isóbata de los 70 m, donde por efectos de la topografía submarina y procesos de interacción océano-atmósfera se genera una separación de dos capas de agua, con fuertes gradientes transversales.

En la costa, con profundidades menores a 50 m, el forzamiento de las corrientes es por una combinación del factor tensor de viento y marea. El patrón de corrientes usualmente es paralelo a la línea de costa y se orienta con el patrón de circulación geostrófica. La configuración topográfica de la costa, así como los contornos batimétricos son factores importantes en la dirección y velocidad de los vectores velocidad. En la zona litoral de la Bahía de las Guásimas Chávez-López (2001) y Burrola-Sánchez et al. (2010) a partir de mediciones reportan velocidades menores a 0.5 ms^{-1} con alternancia en la dirección de aproximación desde los 150° a 335° de azimut, con una dirección promedio de 158° asociada a eventos de brisas tierra-mar

provenientes del cuadrante NE–SSE y concuerda con las observaciones realizadas por Roden (1964).

Mendoza-López (2010), reportó corrientes de marea en la zona costera de Bahía Las Guásimas con magnitudes de 0.03 a 0.18 ms^{-1} , con máximas durante la fase de reflujo de la marea para la época de invierno y de 0.13 ms^{-1} en la fase flujo en la época de verano.

Por tratarse de una playa abierta con una orientación N-S las corrientes litorales se producen por la aproximación oblicua del oleaje. La alineación de los vectores velocidad con los contornos batimétricos y morfología costera es una constante. Las corrientes superficiales son influenciadas por el patrón de viento local, con una alternancia en la dirección desde SE – NNW (135° a 330° de azimut), con una dirección promedio de 158° asociada a eventos de brisas tierra-mar provenientes del cuadrante NE – SSE.

La marea, viento y densidad son los tres agentes forzantes de la circulación marina (Geyer y Morris et al. 2000 y Uncles, 2002) y las dos primeras influyen preponderantemente en los sistemas lagunares costeros del Golfo de California (Marinone y Lavín, 1997), donde la circulación es inducida por marea y en algunas de ellas el patrón de viento regional tiende a dominar durante invierno (Valle-Levinson et al. 2001), cuando el Monzón Mexicano genera un campo de vientos desde el cuadrante noroeste (Douglas et al. 1993). Lo anterior, coincide con lo observado por Miller y Pietrafesa et al. (1990) y Blanton (2002), en el sentido de que en lagunas costeras donde la amplitud de la marea se encuentra dentro del rango de profundidad del sistema, la dominancia entre marea y viento se alterna en función de la época del año.

En la costa de Sonora este comportamiento ha sido reportado por Burrola-Sánchez (2003) y Dworak (2005) y señalan que las velocidades mayores se presentan en la zona de canales, con velocidades promedio $\leq 0.05 \text{ ms}^{-1}$. Miller et al. (1990) señaló la importancia del efecto del viento en las zonas someras en la circulación superficial.

Oleaje

En el Golfo de California, el régimen de olas concuerda con el de vientos regionales caracterizado por una alternancia estacional del NW y NNW durante invierno y del SE o SSE durante verano, con periodos cortos y alturas relativamente pequeñas (Munk y Traylor, 1974).

Rosales-Grano (2015), en su campaña de medición en la zona litoral de la bahía de Lobos (Fig. 1), obtuvo a partir de las series de tiempo de presión y velocidades horizontales: la altura, el periodo y la dirección del oleaje incidente. La medición se realizó con un sensor oceanográfico de presión de la marca Interocean modelo S4DW, con una estrategia de muestreo de 18 minutos de duración cada 4 horas, con un intervalo de muestreo de 0.5 s. El periodo de medición fue del 20 al 29 de agosto de 2011 a una profundidad promedio de 6.0 m (nmm). Las series de tiempo de presión y velocidades horizontales fueron procesadas siguiendo a la metodología propuesta por Longuet-Higgins et al. (1963), para obtener la altura el periodo y la dirección del oleaje.

La mayor altura significativa registrada fue del orden de 1 m, mientras que la altura máxima en el registro fue de 1.8 m. Los periodos asociados al máximo de energía espectral corresponden a

oleaje local y son de 5 s en promedio, la dirección fue predominantemente del sur (180 grados), se utiliza convención meteorológica, es decir las olas se reportan de donde vienen (Fig. 3).

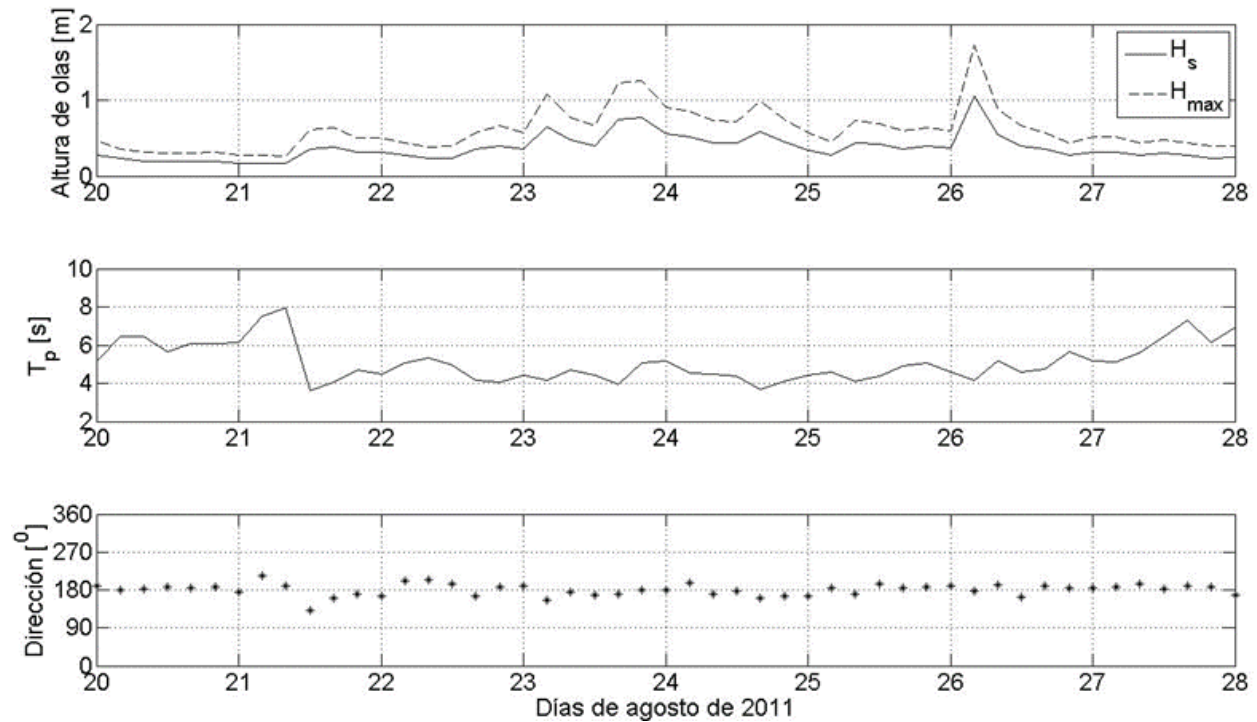


Figura 3. Parámetros de oleaje determinados de las mediciones de presión y componentes horizontales de la velocidad medidas por el S4DW. Panel superior: altura de las olas en metros (línea continua altura significativa, línea discontinua altura máxima); panel intermedio: periodo asociado al máximo de energía espectral en segundos; panel inferior: dirección asociada al máximo de energía espectral (convención meteorológica en sentido horario, con el norte correspondiendo a los 0 grados y el este a los 90).

Las alturas significantes de mayor magnitud se asocian a eventos locales de viento, mientras que las menores se asocian a oleaje proveniente de tormentas lejanas. Éste incide a Bahía de Lobos atenuado debido a procesos de disipación de energía, como pueden ser vientos contrarios a la dirección de propagación o bien interacciones no lineales con otros sistemas de ondas.

El campo de vientos en la zona de bahía de Lobos corresponde al patrón del golfo, de naturaleza Monzónica (Douglas et al. 1993), con máximos en invierno–primavera, cuando la dirección es predominantemente noroeste y en verano la dirección dominante es sureste (Fig. 4).

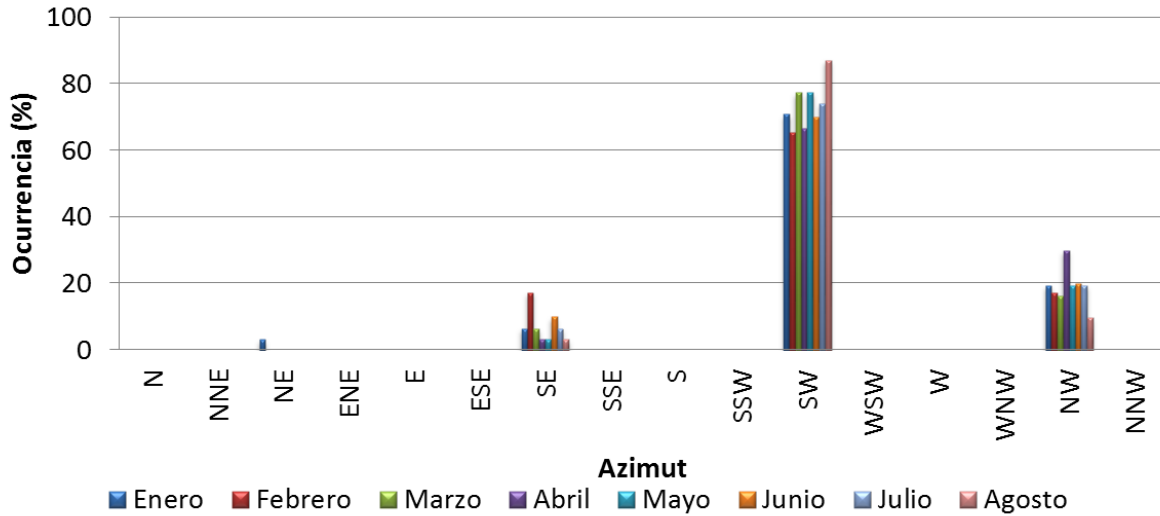


Figura 4. Dirección de viento dominante en el Municipio de San Ignacio Río Muerto, Son. (2012).

Los periodos presentaron persistencia: a) periodos cortos (de 3 a 6 s) están relacionados con olas altas mientras que b) periodos largos (mayores de 7 s) están relacionados con alturas menores.

La dirección fue predominantemente del sur, este oleaje está afectado por el proceso de refracción por profundidad, pues la profundidad promedio a la que se instaló el sensor fue de 6.0 m. En las playas del exterior de la Bahía Las Guásimas, en su colindancia hacia el norte con la misma orientación Alatorre (2007) reportó que en playas de El Cochórit se manifiesta un patrón de oleaje incidente proveniente del SSW con periodos de 6 s y altura significativa promedio de 0.8 m, en concordancia con los registros realizados sobre la misma playa en el sector de Las Guásimas por Chávez-López (2001).

Masas de agua

En el Golfo de California interactúan seis tipos de masas de agua, pero las variaciones estacionales se derivan básicamente de la interacción de las tres masas de agua superficiales (Warsh et al. 1973; Álvarez-Sánchez et al. 1978; Álvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979; Álvarez-Borrego et al. 1984; Molina-Cruz, 1986; Lavín y Baier et al. 1997).

Agua de la Corriente de California: Proveniente del norte a lo largo de la costa Occidental de Baja California, su límite es < 150 m, y se caracteriza por baja temperatura ($12-18^{\circ}\text{C}$) y salinidad (< 34.5) entra al golfo únicamente durante el invierno llegando hasta los 25° N en situaciones extremas.

Agua superficial ecuatorial: Proveniente del sureste, es identificable todo el año en la región de la boca; se encuentra por encima de los 150 m, y se caracteriza por salinidad menor a 35 y temperatura mayor a 18°C , su mayor influencia se presenta en verano penetrando al golfo hasta cerca de las Grandes Islas.

Agua del Golfo: Ocupa los 150 m superiores, principalmente en la parte norte del golfo; altamente salina ($S > 35$) y temperaturas elevadas mayores a 12°C , se presentan todo el año en la parte norte, pero fluye hacia el sur por la costa peninsular en verano y por la costa continental en invierno.

Agua subsuperficial subtropical: Su límite superior está definido por $S < 35$ y $T < 18^{\circ}\text{C}$ y se encuentra aproximadamente a partir de los 150 m de profundidad, mientras que el límite inferior

lo delimita la isoterma de los 9°C (500 m); durante otoño presenta la máxima intrusión en la parte norte del golfo.

Agua intermedia del Pacífico: A partir de los 500 m hasta los 1200 m, su salinidad máxima es de 34.6 y la mínima 34.5.

Agua profunda del Pacífico: Delimitada por la isoterma de los 4°C (1200 m) hasta el fondo, la salinidad aumenta hacia el fondo desde 34.56 hasta 34.75.

De acuerdo con Álvarez-Borrego y Schwartzlose (1979), la región donde se ubica el área de estudio, es invadida por agua superficial ecuatorial y subsuperficial subtropical, desde finales de primavera y durante verano-otoño, señalando que esta región presenta básicamente la estructura termohalina del Pacífico Oriental, con modificación en la superficie por exceso de evaporación.

Intercambio

La dinámica en la zona de la boca regula los procesos de interacción entre las lagunas y el mar adyacente, tales como flujos por marea, intercambio de sal y nutrientes. Los flujos por mareas controlan el intercambio de agua entre la laguna y el mar adyacente por lo que su estudio es esencial para el conocimiento de la dinámica de intercambio (Valle-Levinson y Delgado-Contreras et al. 1997). Este intercambio es forzado por condiciones meteorológicas y variabilidad de la marea (Goodrich, 1998) y es útil para evaluar la variación de los parámetros de calidad de agua. En lagunas costeras con influencia antropogénica se produce un patrón

complejo de la variabilidad de los parámetros de calidad de agua en función a los procesos físicos que en ellas actúan.

Conclusiones

La zona costera del Territorio Yaqui presenta procesos costeros dinámicos con una alta dependencia a forzamientos de escala local, regional y geostrófica, con una orientación de la línea de costa en el eje norte-sur. La marea y el viento son los principales forzamientos de la circulación en estas lagunas con profundidad promedio menor a 5 m (respecto al nivel medio del mar). Los contornos batimétricos refractan las ondas incidentes generando un comportamiento particular en cada uno de los ambientes: costa, zonas de entrada y cuerpos lagunares.

La marea y oleaje presentan condiciones máximas en verano y mínimas en invierno. La influencia del patrón estacional de vientos es de mayor magnitud en invierno. La interacción de al menos tres masas de agua en el Golfo de California es importante en los procesos de intercambio entre las lagunas y el mar adyacente, donde la densidad es el mecanismo forzante.

Agradecimientos

El desarrollo del presente capítulo se desarrolló con la participación de personal de CIBNOR y el Instituto Tecnológico de Guaymas. Se agradece el apoyo del Laboratorio de Manejo Costero del CIBNOR Unidad Sonora, al Ing. David Urias Laborín.

Literatura citada

Alatorre, R. 2007. Dinámica morfológica del perfil playero mediante simulación numérica. Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Guaymas, Guaymas, Son., Diciembre de 2007, 65 pp.

Álvarez-Borrego, S., J. A. Rivera, G. Gaxiola-Castro, M. de J. Acosta-Ruíz y R. A. Schwartzlose. 1978. Nutrientes en el Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 5(2): 53-71.

Álvarez-Borrego, S. y R. A. Schwartzlose. 1979. Masas de agua del Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 6 (1-2):43-63.

Álvarez-Sánchez, L.G., M. Stevenson y B. Wyatt. 1978. Circulación y masas de agua en la región de la boca del Golfo de California en la primavera de 1970. *Ciencias Marinas*, 5(2):25-40.

Arreola-Lizárraga, J. A. 2003. Bases de manejo costero: Patrones ecológicos en la laguna costera Las Guásimas, Territorio Yaqui, México. Tesis Doctoral, CIBNOR, S.C. La Paz, B.C.S. 65 pp.

Barnes, R. S. K. 1983. *Coastal Lagoons*. Cambridge University Press. 106 pp.

Beier, E. 1997. A numerical investigation of the annual variability in the Gulf of California, *Journal of Physical Oceanography* 27, 615-632.

Blanton, J. O., Lin, G. y Elston, S. A. 2002. Tidal current asymmetry in shallow estuaries and tidal creeks. *Continental Shelf Research*, 22, 1731-1743.

Burrola-Sánchez, M. S., J. López-Martínez, G. Padilla-Arredondo, D. Urias-Laborín y J. Padilla-Serrato. 2010. Influencia de los procesos costeros sobre la distribución de la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* (Agassiz, 1860) en el Golfo de California.

En: López-Martínez, J. (Ed.), La variabilidad ambiental y las pesquerías de México, CIBNOR, S.C., CONAPESCA-SAGARPA, pp. 156-177.

Burrola-Sánchez, M. S. 2003. Hidrodinámica de la Bahía de Guaymas, Sonora, México y su aplicación en casos de manejo. Tesis de Maestría, ITMAR 03, Guaymas, Son., 92 p.

Chávez-López, S. 2001. Morfología y dinámica litoral de la región lagunar de Guásimas, Sonora, México (encaminado a la gestión integral del sistema lagunar como factor productivo en la acuicultura). Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España, 315 p.

CICESE. 2012. Programa de predicción de marea MARV09. Ensenada, B.C.

Davies, J. L. 1980. Geographical variation in coastal development. Second edition. Longman, New York, N.J., 212 p.

Douglas, M. W., Maddox, R. A., Howard, K. y Reyes, S. 1993. The Mexican Monsoon. *Journal of Climate, Notes and Correspondence*, 1665-1677.

Dworak, J. A. 2005. Modulación de mareas someras en regímenes de tipo mixto. Tesis de doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S. 83 p.

Dworak, J. A. y J. Gomez-Valdes 2003. Modulation of shallow water tides in an inlet-basin system with a mixed tidal regime. *Journal of Geophysical Research*, 110 (C01007): 1-15.

Filloux, J. H. 1973. Tidal patterns and energy balance in the Gulf of California. *Nature*, 243, 217-221.

Geyer, W. R., Morris, J. T., Prahl, F. G. y Jay, D. A. 2000. Interaction between physical processes and ecosystem structure. pp. 177-211. En *Estuarine Science, A Synthetic Approach to Research and Practice* (Hobbie, J.E., ed), Island Press, 539 pp.

Godín, G., De la Paz-Vela, R, Rodríguez, N. y Ortiz, M. 1980. Revisión de los datos de mareas para la costa occidental de México disponibles en el CICESE e interpretación de resultados. Informe Técnico OC-80-02, CICESE, Ensenada, B.C., México, 35 p.

Lavín, M. F., E. Beier y A. Badan. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escalas estacional e interanual. En: M.F. Lavín (Ed.), Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana, p. 141-171.

Longuet-Higgins, M. S., Cartwright, D. E., y Smith, N. D. 1963. Observations of the directional spectrum of sea waves using the motions of a floating buoy. *Ocean Wave Spectra, proceedings of a conference, Easton, Maryland (1963)*, pp. 111-136.

Marinone, S. G. y M. F. Lavín 1997. Mareas y corrientes residuales en el Golfo de California. En: M.F. Lavín (ed.), Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana, 113-138 pp.

Mendoza-López, A. G. 2010. Simulación de la dispersión de salmuera descargada al mar de Cortés desde una planta desalinizadora en el Noroeste Mexicano. Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Sonora, septiembre 2010, 189 p.

Miller, J. M., Pietrafesa, L. J. y Smith, N. P. 1990. Principles of hydraulic management of coastal lagoons for aquaculture and fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper. No. 134.* Rome, FAO, 88 p.

Molina-Cruz, A. 1986. Evolución geográfica de la boca del Golfo de California. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. UNAM*, 13(2):95-120.

Munk, W. y M. A. Traylor. 1974. Refraction of ocean waves. Underwater topography to beach erosion. *Journal Geology*, 55,1-26 p.

Phleger, F. B. 1969. Some general features of coastal lagoons. En Lagunas costeras, Un Simposio. Memoria de Simposio Internacional de Lagunas Costeras (Ayala-Castañares, A. y Phleger, F.B., eds.). UNAM-UNESCO, México, D.F., 28 al 30 de noviembre de 1967, pp. 5-26.

Roden, G. I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. Marine Geology in the Gulf of California. En: T.H. van Andel y G.G. Shor Jr. (eds.), Memoir American Association Petrology and Geology, 3:30-58.

Rosales-Grano, P. 2015. Observaciones de marea y oleaje en bahía de Lobos, Son. Informe Técnico Interno. Instituto Tecnológico de Guaymas, Junio de 2015.

Uncles, R. J. 2002. Estuarine physical processes research, some recent studies and progress. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 55, 829-856.

Valle-Levinson, A., J. A. Delgado-Contreras, y L. P. Atkinson (2001). Reversing water exchange patterns at the entrance to a semiarid coastal lagoon. Estuarine Coastal and Shelf Science, 53, 825-838.

Warsh, C. E., K. L. Warsh y R. C. Stanley. 1973. Nutrients and water masses at the mouth of the Gulf of California. Deep Sea Research, 20:561-570.

Zamudio, L., P. Hogan y E. J. Metzger. 2008. Summer generation of the Southern Gulf of California eddy train, J. Geophys. Res., 113, C06020, doi:10.1029/2007JC004467



La obra “*Capital Natural y Bienestar Social de la Comunidad Yaqui*”,
se terminó de editar el 30 de junio en el
Instituto Tecnológico de Sonora,
en Cd. Obregón, Sonora, México.

Fue puesto en línea para su disposición en el sitio www.itson.mx
en la sección de Editorial ITSON.

