



CLASIFICACIÓN DE PLAYAS DE LA COSTA URUGUAYA BASADA EN CRITERIOS DE CONSERVACIÓN Y RECREACIÓN

Tatiana Vernassa

Orientador: Dr. Omar Defeo

Licenciatura en Ciencias Biológicas

Profundización Ecología

UNDECIMAR, Facultad de Ciencias

Universidad de la República - Uruguay

Tribunal:

Dr. Omar Defeo

Dr. Diego Lercari

Dra. Eleonora Celentano

2018

ÍNDICE

Resumen

1. Introducción

1.1. Impactos en ecosistemas arenosos costeros 1

1.2. Criterios de conservación y recreación en playas arenosas 2

1.3. Las playas arenosas de Uruguay 4

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio 7

2.2. Bases teóricas: el modelo 8

2.3. Toma y análisis de datos 10

2.4. Análisis estadísticos 10

3. Resultados..... 11

4. Discusión..... 16

5. Conclusiones y perspectivas..... 21

Referencias

Anexo

Resumen

A escala mundial, los ecosistemas costeros están en un proceso de degradación, producto del aumento de la población humana, de la demanda de recursos, del desarrollo urbano y de infraestructura, del turismo y del cambio climático. Por ello, es de suma importancia la aplicación de políticas que integren aspectos socioculturales, naturales y de manejo para proteger a los procesos ecológicos y servicios que dichos ecosistemas proporcionan. El objetivo general de este trabajo consistió en categorizar las playas arenosas de la costa uruguaya con base en criterios de conservación y recreación, integrando factores físicos, ecológicos y socio-económicos. Para ello se aplicó la metodología desarrollada por McLachlan et al. (2013), quienes definieron índices de valor de conservación (IC) y de valor de recreación (IR) a efectos de categorizar playas arenosas. Se seleccionaron 25 playas comprendidas entre Playa Pascual y Barra del Chuy. El método utilizado para categorizar las playas fue el de “sabiduría de multitud”, mediante el cual se consultaron a 10 expertos uruguayos en playas acerca de aspectos relacionados con la conservación y recreación de las 25 playas mencionadas. Con los resultados de las encuestas se estimaron los valores medios finales de IC y al IR de cada playa, así como estimadores de variabilidad. Se observó una tendencia de las playas a presentar los mayores valores de IR en concurrencia con los menores de IC y viceversa. El análisis de los valores de IC e IR en función de la distancia a la playa situada más al Oeste (Pascual) mostró un aumento lineal en el IC en dirección Este-Oeste, sugiriendo un mayor potencial de conservación en playas oceánicas, con la excepción de la planicie de marea Penino, con una alta riqueza faunística. En particular se observaron altos valores de IC de las playas Penino, Cabo Polonio, Achiras y Barra del Chuy. La disminución del IC hacia el Oeste podría explicarse por una mayor concentración de la población y urbanización. La mayoría de las playas estudiadas se caracterizaron como de uso mixto, lo cual destaca la importancia de implementar planes de manejo a efectos de que se las continúe utilizando con fines recreativos pero sin llegar a comprometer los procesos ecológicos que en ellas ocurren. En este contexto, tres de las playas que presentaron los valores más altos de IC actualmente incluyen planes de manejo de distinto tipo, los cuales deben ser objeto de un esquema adaptativo y de largo plazo. Teniendo en cuenta que algunas playas arenosas de la costa uruguaya presentan señales irreversibles de deterioro, se enfatiza en la necesidad de desarrollar esquemas institucionales dirigidos a clasificar las playas arenosas de Uruguay en base a criterios de conservación y recreación que consideren aspectos ecológicos y socio-económicos.

1. Introducción

1.1. Impactos en ecosistemas arenosos costeros

A escala mundial, la costa está inmersa en un proceso de degradación como producto del aumento de la población humana, de la demanda de sus recursos, del incremento del desarrollo urbano y de infraestructura, del crecimiento del turismo, así como por los impactos del cambio climático (Barbier et al. 2011, Arkema et al. 2013). Por esta razón es de suma importancia la aplicación de políticas que integren aspectos socioculturales, naturales y de manejo para proteger a los ecosistemas y todos los procesos ecológicos y servicios que proporcionan (James 2000, Ariza et al. 2008).

Las costas de todos los continentes de las zonas templadas y tropicales están compuestas principalmente por playas arenosas (Defeo & McLachlan 2005, 2013). Éstas proveen el hábitat para una gran diversidad de especies, incluyendo macrofauna bentónica, peces y aves. También proporcionan sitios de anidación para tortugas y aves costeras, áreas de cría para peces y presas para aves y animales terrestres (McLachlan & Brown 2006, McLachlan & Defeo 2018). Entre otros servicios ecosistémicos, brindan alimento (ej. bivalvos, algas y peces) y protección, disipando la acción de las olas (Defeo & McLachlan 2013).

Las playas arenosas representan ecosistemas dinámicos que están influidos por olas, mareas, corrientes, vientos y tamaño del sedimento, entre otros (McLachlan & Brown 2006). En particular, la interacción entre olas, mareas y el tamaño de grano del sustrato produce un rango de tipos morfodinámicos de playas que va desde sistemas disipativos macromareales (anchos, planos, con sedimentos finos, baja pendiente, poca penetrabilidad de sustrato y alto periodo de swash) hasta playas reflectivas micromareales (estrechas y empinadas, con arena gruesa, alta penetrabilidad en el sustrato y bajo periodo de swash) (Short 1996, Defeo & McLachlan 2013). Desde un punto de vista ecosistémico, las playas disipativas son en su mayoría consideradas como ecosistemas semi-cerrados donde la alta producción primaria sustenta la red trófica, mientras que las playas reflectivas son sistemas subsidiados que dependen de la importación de energía de otros ambientes, principalmente desde el mar, para la sustentación de la red trófica (Lercari et al. 2010).

Las playas arenosas se ven cada vez más afectadas por múltiples fuentes de impacto humano (Defeo et al. 2009a), como por ejemplo el turismo y la recreación. El turismo es actualmente el sector económico más desarrollado a nivel mundial y sus actividades conexas se concentran principalmente en playas arenosas. Los impactos sobre el ambiente costero en general y las playas arenosas en particular han aumentado considerablemente y se estima que van a seguir incrementándose, lo cual dificulta su manejo (McLachlan & Defeo 2018). A priori, las actividades relacionadas a la recreación, al turismo y los arreglos de infraestructura asociados a ellas, deberían llevarse a cabo dentro de un marco sostenible que minimice el deterioro ambiental y la pérdida de los servicios ecológicos. Desafortunadamente, el conflicto entre la "sostenibilidad biológica" y la "sostenibilidad económica" casi nunca es resuelto a favor de la primera. Para evitar este daño se requiere una legislación ambiental rigurosa, además de una planificación y un manejo eficaz que preste la debida atención a los valores de los servicios ecológicos (Short 1996, Davenport & Davenport 2006) y cuente con la voluntad y el respaldo de todos los sectores de la sociedad.

Los retos en el manejo de las playas surgen, fundamentalmente, de una dualidad de propósitos: las playas pueden funcionar como sitios de intensa recreación (entre otros usos humanos) y a la vez constituyen ecosistemas únicos que requieren protección del uso excesivo (McLachlan et al. 2013). En este contexto, numerosos índices, sistemas de premios y clasificaciones se han desarrollado para evaluar el estado de calidad de las playas (Harris et al. 2013). Así, McLachlan et al. (2013) desarrollaron un modelo compuesto por dos índices dirigidos a evaluar el valor potencial de conservación y de recreación de playas a escala mundial, utilizando un amplio conjunto de factores físicos, ecológicos y socio-económicos. Dichos indicadores son necesarios para realizar una correcta planificación, manejo y monitoreo de las playas.

1.2. Criterios de conservación y recreación en playas arenosas

En el contexto desarrollado en la sección anterior, McLachlan et al. (2013) sugieren que los factores ecológicos que influyen en la definición de criterios de conservación de playas arenosas pueden ser:

1) La vegetación abundante y diversa de las dunas que es una de las medidas más sensibles de la salud de las playas (Brown & McLachlan 2002, Martínez & Psuty 2004).

2) Las especies en peligro de extinción o raras. Las playas arenosas sirven como hábitat adecuado para la reproducción de diversos vertebrados y algunos invertebrados carismáticos, que aunque no estén amenazados a nivel mundial, son de interés para la conservación debido a que las zonas de anidación están cada vez más amenazadas por el desarrollo de la costa (McLachlan & Brown 2006, Pérez-Castañeda et al. 2007).

3) La diversidad y abundancia macrobentónica. Muchas playas albergan grandes poblaciones de invertebrados comestibles, especialmente almejas, lo que permite el desarrollo de actividades recreativas o de pesca (McLachlan et al. 1996, Defeo 2003). El alimento provisto por estas especies, inclusive en casos de pesca de subsistencia (McLachlan et al. 1996), se ve amenazado por una creciente presión pesquera que muchas veces no es debidamente regulada, así como por factores climáticos (Defeo 2003, Ortega et al. 2012, Defeo et al. 2013). Además de estos impactos humanos sobre la macrofauna, existen otros relacionados con el daño físico del sistema arenoso debido al pisoteo, especialmente donde la afluencia de turistas es alta y constante a lo largo del año (Schlacher et al. 2008). La relación entre la diversidad y el funcionamiento de los ecosistemas es un tópico de interés en la actualidad. Se ha demostrado que un adecuado manejo y conservación de la fauna en playas de arena permite no solamente mantener saludables a estos ecosistemas, sino que ayuda a mitigar los efectos nocivos derivados de actividades humanas poco planificadas (Defeo et al. 2009b).

4) Los procesos ecosistémicos presentes en la playa, incluyendo la filtración de agua de mar y la mineralización de materia orgánica por la fauna intersticial en la arena. El papel de la zona intermareal y de barrido como zonas de cría de la fauna, entre otras, es muy relevante (McLachlan & Defeo 2018).

Entre los aspectos que definen indicadores de adecuada recreación en playas arenosas, resaltan claramente los factores socio-económicos. En este contexto, el uso de las playas está especialmente determinado por su infraestructura (una buena infraestructura incluiría un amplio estacionamiento, fácil acceso, instalaciones tales como baños, kioscos, salvavidas, entre otros), la calidad del agua y del sedimento

(referido a la ausencia de contaminantes o cualquier fuente de infección), seguridad (en términos de corrientes peligrosas y olas), así como por la importancia del sistema con respecto a la extracción de recursos y el área disponible para los usuarios (McLachlan et al. 2013).

Los factores físicos incluyen las características generales del ecosistema arenoso que definen a las playas, es decir, el tamaño de grano, las olas y la magnitud de las mareas (Defeo & McLachlan 2005). Estas tres características (por separado o combinadas) influyen directamente en el uso humano de las playas. También influyen indirectamente, ya que de dicha combinación surgen diferentes tipos morfodinámicos de playas arenosas (Short 1996, 1999) que definen su potencialidad de uso. En consecuencia, la combinación de los factores detallados anteriormente determina que las playas puedan ser consideradas prioritarias bajo criterios de conservación, de recreación, o de ambos según el caso (McLachlan et al. 2013).

1.3. Las playas arenosas de Uruguay

Actualmente más de la mitad de la población mundial vive en zonas costeras. Uruguay no es la excepción: aunque los seis departamentos costeros (Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha) representan menos del 18% de la superficie de Uruguay, en conjunto concentran el 70% de la población del país y las principales actividades económicas (de Álava 2006, Conde 2013). En los últimos años, esta zona costera se ha transformado de manera acelerada. Actividades como la pesca industrial y artesanal, las actividades agrícolas, el turismo, el transporte y el comercio marítimo han generado una expansión de las ciudades costeras, intensificándose la urbanización y las redes de transporte en dichas áreas (Baliero et al. 2006).

Las playas arenosas constituyen el ecosistema dominante en la costa uruguaya, abarcando 670 km, desde Punta Gorda (Colonia) a Barra del Chuy (Rocha) (Caballero 2014). Dicha franja costera presenta diversos tipos de playas arenosas expuestas como consecuencia de distintas condiciones de sus características físicas (Defeo et al. 2006), incluyendo playas de todo el rango morfodinámico (reflectivas, intermedias y disipativas: Celentano et al. 2010). Además de esto, el gradiente estuarino impuesto por el Río de la Plata, el estuario más ancho del mundo, afecta los patrones de distribución de la macrofauna presente en playas arenosas, tanto a nivel

comunitario (Lercari & Defeo 2006a, 2015) como de las diferentes poblaciones que componen dichas comunidades (Celentano et al. 2010, Lozoya et al. 2010, Gómez & Defeo 2012; Gómez et al. 2013). Sin embargo, la tolerancia a los cambios de salinidad varía entre las distintas especies dependiendo la zona de la playa en la que habitan (por ejemplo, especies intermareales tienen una tolerancia más baja en comparación con las del supralitoral) y el modo de desarrollo (especies con larvas planctónicas tienen una menor tolerancia que las que presentan desarrollo directo) (Barboza et al. 2012, Lercari & Defeo 2015).

Los principales invertebrados que habitan las playas arenosas uruguayas son moluscos, crustáceos, insectos y anélidos, entre otros (Defeo et al. 1992, Lercari & Defeo 2006a, 2015, Mourglia et al. 2015). Algunos de estos invertebrados, como los moluscos bivalvos almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) y berberecho (*Donax hanleyanus*), presentan importancia económica (Defeo et al. 2009b), ya que son explotados por comunidades locales para consumo propio o para la venta al público (Defeo 2003, Defeo et al. 2009b). Las playas del Uruguay también presentan una gran importancia socioeconómica y ecológica, ya que la zona de barrido de dichas playas alberga una importante diversidad ictícola que incluye recursos pesqueros, y constituye un área de cría multiespecífica (Defeo et al. 2009b). Asimismo, dichas playas constituyen en muchos casos zonas claves para las aves que utilizan el ambiente costero en alguna parte de su ciclo de vida como sitio de alimentación, descanso y, en el caso de algunas especies, para la anidación.

El valor de la costa uruguaya, dado por la sucesión de extensos arcos arenosos alternados por puntas rocosas y por las extensas zonas aptas para baños, ha permitido su uso creciente para la recreación y el desarrollo turístico (de Álava 2006). Esto reviste gran importancia en los seis departamentos costeros del Uruguay, que año a año multiplican su población en los meses de verano (Rucks 2011). Lamentablemente, la costa uruguaya no escapa de las tendencias de degradación ambiental y su transformación es cada día más acelerada (Defeo et al. 2006, 2009b). Algunos de los principales problemas de la costa uruguaya son: 1) la presión demográfica sobre esta zona, donde habita el 70% de la población y las actividades de los habitantes, como construcciones, agricultura, pesca, industria y turismo han provocado modificaciones sustanciales de la misma; 2) la modificación del paisaje original a través de la forestación y urbanización, produciendo una fuerte erosión de zonas costeras; 3) el impacto producido por el desarrollo, muchas veces no

planificado, de las zonas turísticas: la masificación del turismo ha llevado a una incremento de la infraestructura que no ha tenido en cuenta las variables ambientales y ecosistémicas al momento de su planificación; 4) la eliminación de materiales sólidos en el agua; 5) los efluentes líquidos, que han sido identificados como grandes modificadores de la calidad ambiental; y 6) las floraciones algales nocivas, las cuales son cada vez más frecuentes y pueden ocasionar impactos negativos sobre los recursos costeros, la biodiversidad y la salud de los usuarios (Defeo et al. 2006, Gómez 2010, Conde 2013).

Lo anterior reviste especial interés en la actualidad, ya que se ha observado que varias playas arenosas de la costa uruguaya presentan señales irreversibles de degradación ambiental y deterioro ecosistémico (Defeo et al. 2009b). Esto justifica la necesidad de desarrollar esquemas dirigidos a clasificar las playas arenosas de Uruguay en base a criterios de conservación y recreación que consideren en forma simultánea aspectos ecológicos y socio-económicos.

El objetivo general de este trabajo consistió en categorizar las playas arenosas de la costa uruguaya con base en criterios de conservación y recreación, integrando factores físicos, ecológicos y socio-económicos. En base a lo anterior, se definieron playas donde se priorice su potencial recreativo, otras donde deba enfatizarse en aspectos de conservación y un tercer tipo donde se contemplen ecosistemas arenosos de uso mixto.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El componente más significativo del sistema costero uruguayo es el Río de la Plata, que a su vez tiene como principales tributarios al Río Paraná y Uruguay. El agua dulce se mezcla con agua de mar, lo que produce fuertes gradientes físicos y químicos que crean un sistema dinámico biológicamente singular (Defeo et al. 2009b, Barboza et al. 2012).

En este contexto, para este trabajo se seleccionaron 25 playas, las cuales se ubicaron entre Playa Pascual (San José) y Barra del Chuy (Rocha). Dichas playas fueron seleccionadas de manera tal de cubrir todo el rango morfodinámico y el gradiente salino generado por la descarga del Río de la Plata (Fig. 1).

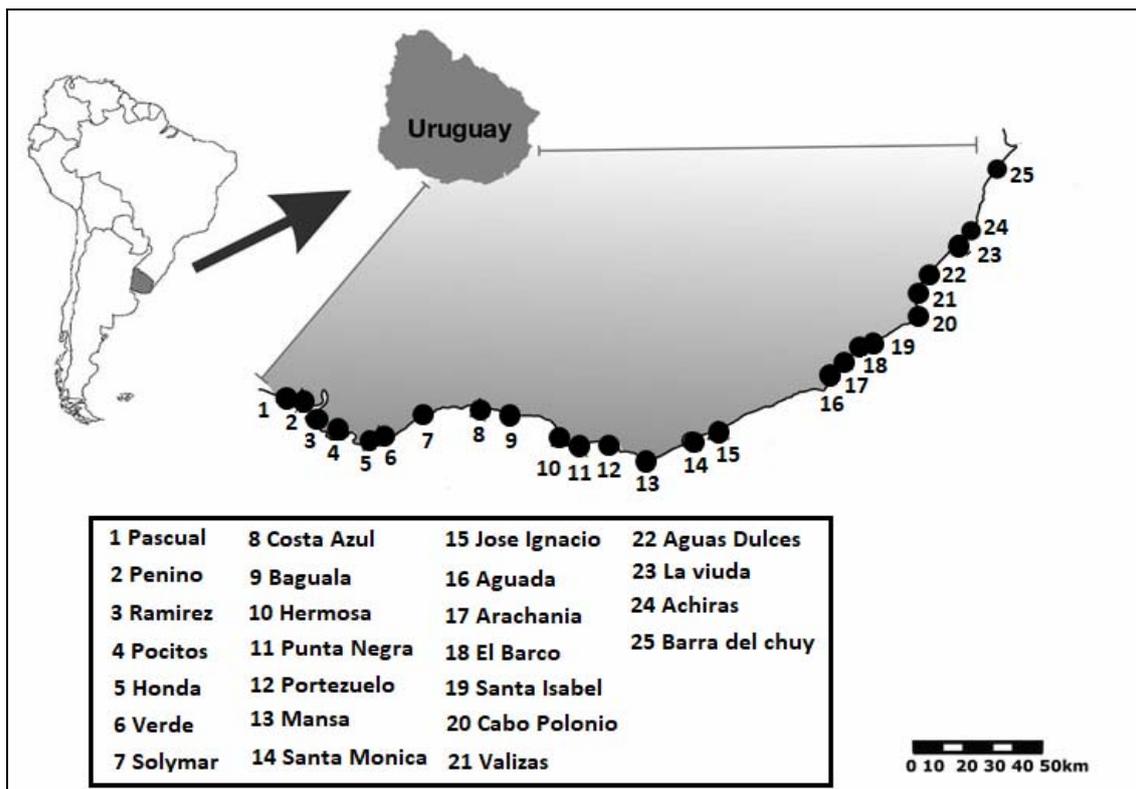


Figura 1. Zona de estudio en la costa atlántica uruguayo, indicando las 25 playas analizadas.

2.2. Bases teóricas: el modelo

A efectos de categorizar las playas arenosas de Uruguay en función de su potencial recreativo, de conservación y de uso mixto, se aplicó el modelo desarrollado por McLachlan et al. (2013) a las 25 playas mencionadas en la sección anterior, integrando factores físicos, ecológicos y socio-económicos. Con la información recabada se calcularon los índices de Valor de Conservación (IC) y de Valor de Recreación (IR).

El valor de conservación de una playa es determinado principalmente por tres factores, en orden decreciente de importancia (McLachlan et al. 2013): 1) el alcance, la naturaleza y el estado de las dunas y su vegetación y su conexión con la playa; 2) si están presentes especies raras o en peligro de extinción y emblemáticas que son particularmente susceptibles a perturbaciones; y 3) la abundancia y diversidad de la macrofauna bentónica. En las dunas, el valor de conservación más alto se le asigna a los sistemas que están intactos, con vegetación autóctona bien desarrollada. Las dunas remplazadas por estructuras de ingeniería o gravemente perturbadas, con invasión de especies exóticas, son asignadas con un menor valor de conservación. La abundancia y riqueza de especies macrobentónicas están directamente relacionadas con el tipo de playa (McLachlan & Dorvlo 2005): las playas disipativas presentan mayor riqueza específica y abundancia que las reflectivas (Defeo et al. 2006).

Como resultado de lo anterior, se aplicó un sistema de puntuación (Tabla 1) basado en estas tres métricas y se estimó el IC, el cual varía entre 0 y 10 de forma incremental, de acuerdo a la importancia del sistema para la conservación.

El potencial de recreación de una playa es evaluado por tres factores básicos (McLachlan et al. 2013): 1) infraestructura disponible para la actividad de recreación; 2) seguridad del usuario y salud de la playa; y 3) la capacidad de carga física. Para la recreación intensiva se consideró su infraestructura (acceso vial, amplio parking, baños, duchas, kioscos). La seguridad de la playa fue evaluada usando la escala de peligrosidad de Short (1999), que da valores desde 1 (las menos peligrosas) a 10 (las más peligrosas, con grandes olas y arena gruesa). Se evaluó la presencia de salvavidas y equipos de rescate. La salud de la playa hace referencia a la ausencia de contaminantes y la capacidad de carga y a la extensión de la playa, que debe ser amplia en caso de presencia de un alto número de recreacionistas.

Tabla 1. Componentes del índice de Valor de Conservación (IC) de acuerdo a McLachlan et al. (2013).

CATEGORÍA	CONDICIÓN Y PUNTAJE					
DUNAS	0 Ausente, reemplazado por estructuras de ingeniería	1 Gravemente perturbado	2 Perturbación extensiva	3 Perturbado pero ampliamente intacto	4 Bien desarrollado, poca perturbación	5 Pristina y extensa
ESPECIES EMBLEMÁTICAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN	0 Ausente	1 Presente en bajo número, no anidación	2 Presente en buen número, tal vez anidación	3 Anidación/desove presente en gran número		
ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD MACROBENTONICA	0 Baja abundancia, reflectiva y/o angosta	1 Intermedia	2 Especies ricas y abundantes, Playa disipativa			
PUNUACIÓN TOTAL	Rango 0 - 10					

Se adjudicaron valores individuales a cada uno de los 3 parámetros anteriormente mencionados (Tabla 2) para evaluar el IR que varía desde 0 a 10, en forma incremental de acuerdo al potencial de recreación (McLachlan et al. 2013).

Tabla 2. Componentes del índice de Valor de Recreación (IR) de acuerdo a McLachlan et al. (2013).

CATEGORÍA	CONDICIÓN Y PUNTAJE					
INFRAESTRUCTURA	0 No infraestructura, acceso dificultoso	1 No infraestructura, acceso limitado	2 infraestructura modesta, acceso razonable	3 Buen acceso y algunas facilidades	4 Buena infraestructura	5 Excelente acceso y facilidades, incluyendo guardavidas
SEGARIDAD Y SALUD	0 Peligroso y contaminado	1 Peligroso o contaminado	2 Mayormente seguro y limpio	3 Baño seguro, limpia y libre de contaminación		
CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA	0 Limitada, playa pequeña, sin zona supralitoral	1 Intermedia	2 Playa extensa con amplia zona supralitoral			
PUNTUACIÓN TOTAL	Rango 0 - 10					

Ambos índices (IC e IR) fueron combinados y usados de manera conjunta para comparar playas e identificar cuales deberían ser consideradas para conservación, para recreación y/o para un uso multi-propósito.

2.3. Procesamiento de datos

El método utilizado para dar un valor final al IC y al IR de cada playa fue el de “sabiduría de multitud”. La base filosófica y empírica de este enfoque es que, generalmente, un grupo de personas puede producir una predicción más acertada que un solo individuo. Este método es adecuado, entre otros aspectos, para la identificación y percepción de problemas relacionados con impactos en ecosistemas en general, y en ecosistemas de playas arenosas en particular (Schlacher et al. 2014). En este trabajo se recabó información sobre la percepción de 10 expertos en el área de ecología marina, acerca de aspectos relacionados con la conservación y recreación de playas arenosas de la costa uruguaya. Cada experto llenó una tabla que contenía todos los aspectos de los índices de conservación y recreación (Anexo I), asignando así los puntajes para los distintos ítems evaluados para cada playa.

2.4. Análisis estadístico

A partir de los datos brindados por cada experto, se estimó un promedio que representase una visión compartida de las tendencias en las categorías de los indicadores para cada playa. También se cuantificó la desviación estándar a efectos de detectar tendencias en la variabilidad para los diferentes indicadores y en consecuencia la incertidumbre existente para cada estimador y playa en dichos indicadores. Se efectuó una modelación simple de los valores de IC e IR en función de la distancia a la playa situada más hacia el Oeste (Pascual) a efectos de evaluar posibles tendencias de macroescala en dichos índices.

3. Resultados

En la Tabla 1 se presentan los valores de IC e IR para cada playa evaluada. Estos valores representan los promedios de cada una de las categorías evaluadas por cada experto.

Tabla 1. Lista de las 25 playas de la costa uruguaya, indicando su localización y los valores promedio de los índices de conservación (IC) y de recreación (IR) obtenidos a partir de los 10 expertos consultados.

Playas	Localización	IC	IR
1. Pascual	34°45'S 56°27'O	2	7
2. Penino	34°45'S 56°25'O	8	5
3. Ramírez	34°55'S 56°10'O	0	6
4. Pocitos	34°54'S 56°08'O	0	7
5. Honda	34°53'S 56°05'O	1	6
6. Verde	34°53'S 56°04'O	2	7
7. Solymar	34° 38'S 54°09'O	2	8
8. Costa azul	34°52'S 56°01'O	3	7
9. Baguala	34°50'S 55° 56'O	4	6
10. Hermosa	34°50'S 55°18'O	2	8
11. Punta Negra	34°53'S 55°13'O	4	7
12. Portezuelo	34°52'S 55°08'O	3	8
13. Mansa	34°55'S 54°58'O	2	9
14. Santa Mónica	34°51'S 54°42'O	3	6
15. José Ignacio	34°50'S 54°38'O	5	8
16. Aguada	34°38'S 54°09'O	3	8
17. Arachania	34°37'S 54°08'O	4	7
18. El Barco	34°43'S 54°22'O	3	8
19. Santa Isabel	34°34'S 54°06'O	5	6
20. Cabo Polonio	34°24'S 53°47'O	8	5
21. Valizas	34°20'S 53°47'O	5	8
22. Aguas Dulces	34°16'S 53°46'O	4	6
23. La Viuda	34°03'S 53°32'O	4	6
24. Achiras	33° 59'S 53°31'O	7	8
25. Barra del Chuy	33°45'S 53°23'O	9	7

A partir de los valores de la Tabla 1 se graficó la dispersión de las playas en función de los valores promedio de IC e IR. Se observó que 8 de las 25 playas analizadas presentaron potencial uso recreativo, con bajos valores de IC (Fig. 2). Cabe destacar que tres de estas playas, correspondientes al Departamento de Montevideo (Ramírez, Pocitos y Honda: puntos 3, 4 y 5 respectivamente), presentaron valores de IC menores a 1. Las 17 playas restantes fueron tipificadas como de potencial uso

mixto, aunque las playas 2 (Penino), 20 (Cabo Polonio) y 25 (Barra del Chuy), presentaron valores muy altos de IC.

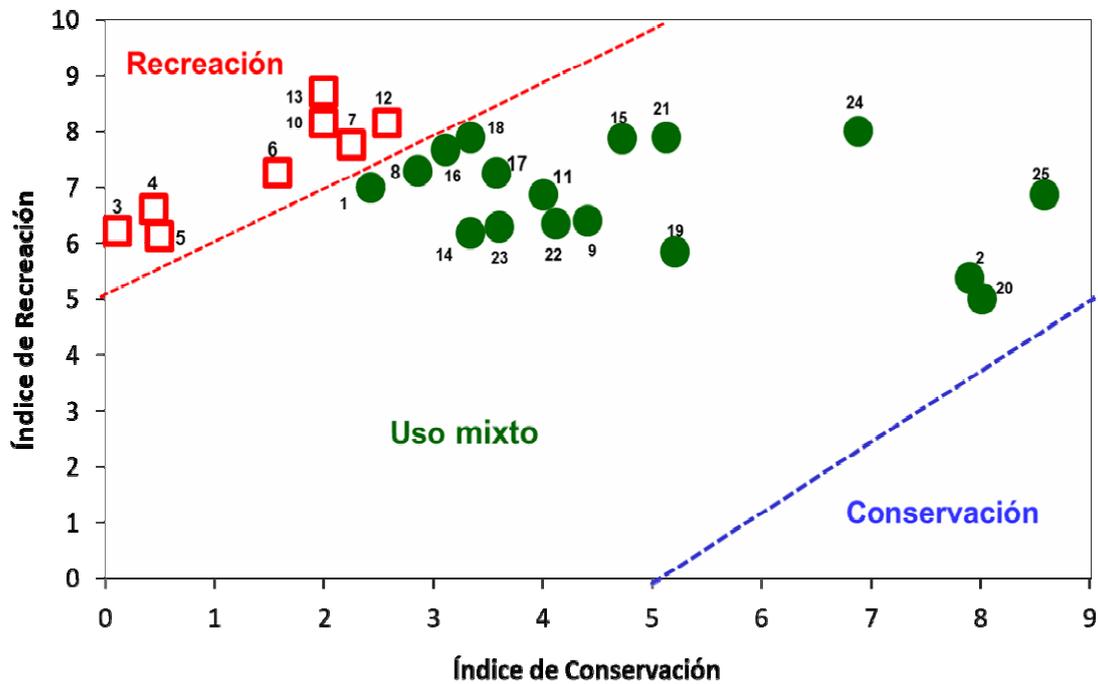


Figura 2. Caracterización de las playas de la costa uruguaya según el puntaje obtenido de los índices de conservación y recreación. Las playas aparecen numeradas según la Tabla 1: playas recreativas (□) y playas de uso mixto (●).

El análisis de los valores de IC e IR en función de la distancia a la playa situada más al Oeste (Pascual) mostró diferentes tendencias (Fig. 3). El IC aumentó en forma lineal y significativa en la dirección Este-Oeste, mientras que el IR no mostró ninguna tendencia en dicha dirección (Fig. 3). Este análisis también realza los altos valores de IC de las playas 2 (Penino), 20 (Cabo Polonio), 24 (Achiras) y 25 (Barra del Chuy). La tendencia marcada de incremento en el IC en la dirección Este-Oeste sugiere un mayor potencial de conservación en las playas oceánicas, con la excepción de la planicie de marea Penino, la cual se caracteriza por una alta riqueza faunística. No obstante, en todos los casos mencionados se pone de manifiesto la potencialidad de dichas playas para su uso mixto, es decir, tanto desde un punto de vista de la recreación como de la conservación.

La relación bivariada entre IC e IR fue lineal negativa y significativa (Fig. 4), denotando que las playas con mayor IC tuvieron menor IR. De esta tendencia lineal

negativa se apartaron las playas Ramírez (3), Pocitos (4) y Honda (5), las cuales presentaron los menores valores de IC, sugiriendo no solo sus características como playas recreativas sino también el alto impacto humano a la cual se ven sometidas (Fig. 4).

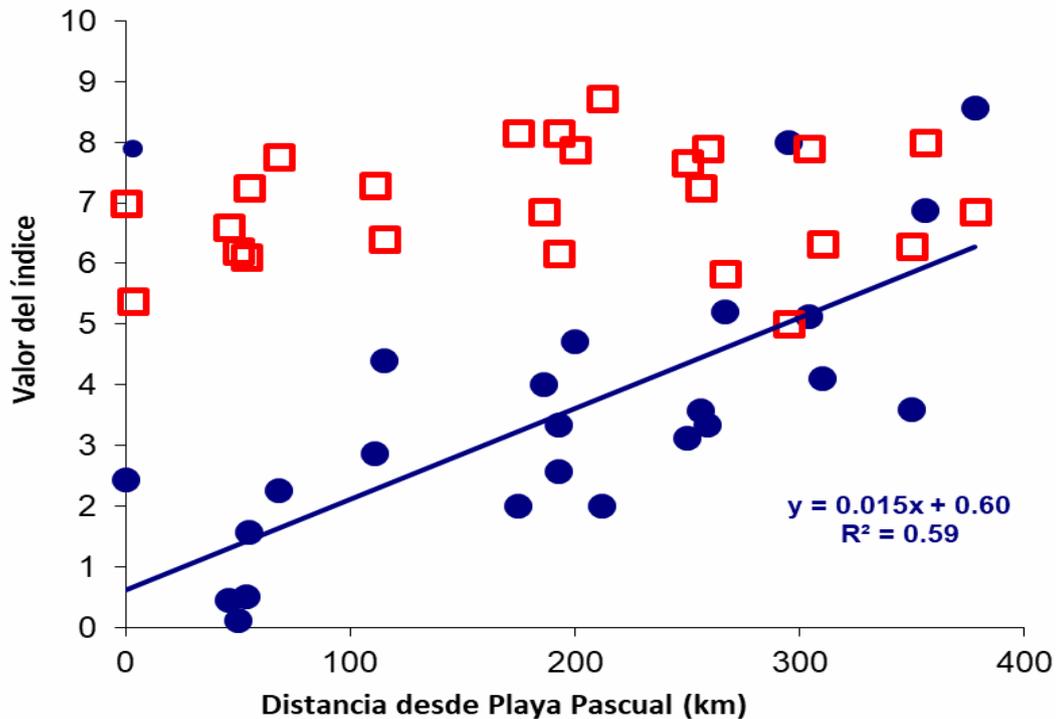


Figura 3. Relación entre los valores estimados del IR (□) y del IC (●) y la distancia (km) a Playa Pascual, situada en el extremo Oeste de la costa uruguaya analizada. De esta manera, las playas se encuentran ordenadas en dirección Oeste-Este. La relación entre los valores de IC y la distancia es estadísticamente muy significativa ($p < 0.01$), tanto incluyendo como excluyendo (ajuste mostrado) a Playa Penino. El modelo de IR no es estadísticamente significativo.

El análisis de la relación entre el error estándar de los valores de IC e IR para cada playa en función de la distancia a Playa Pascual (dirección Oeste-Este) mostró dos resultados disímiles (Fig. 5): 1) no se observó un patrón para el IR; y 2) el error estándar de IC mostró un aumento lineal y significativo en dicha dirección, sugiriendo un mayor nivel de desconocimiento por parte de los expertos acerca del estado de conservación de las playas hacia la zona oceánica. Asimismo, es importante destacar que cuatro de los valores más bajos del error estándar de IC pertenecieron a las playas de Montevideo, debido a la asignación inequívoca de éstas con fines

recreativos (bajo grado de conservación). Por su parte, los valores más altos de error estándar en torno a la media se presentaron en El Barco y Achiras (IC) y Santa Isabel (IR).

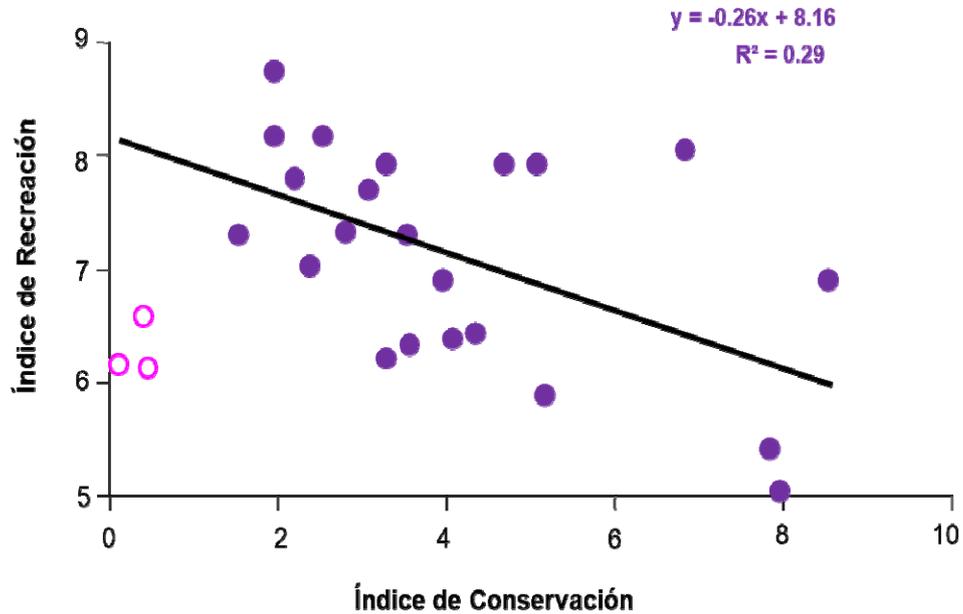


Figura 4. Relación entre los valores estimados de IR e IC. Para el análisis de correlación se excluyeron las playas Ramírez (3), Pocitos (4) y Honda (5), las cuales se resaltan con un marcador diferente (○). El modelo lineal es muy significativo ($p < 0.01$).

Para visualizar si los valores del error estándar se debían al desconocimiento de las playas analizadas por parte de los expertos, se evaluó que cantidad de éstos respondió sobre el IC e IR de cada una de las 25 playas (Fig. 6). Las playas Barra del Chuy (25), Achiras (24) y La Viuda (23) fueron contestadas por todos los expertos para ambos índices. En el caso de Valizas (21), El Barco (18), Honda (5), Pocitos (4) y Ramírez (3), el IR fue contestado por todos. Todas las playas nombradas tuvieron bajos valores de error estándar, denotando menor incertidumbre en las estimaciones. Las playas para las cuales se obtuvo un menor número de respuestas fueron El Barco (18), Santa Isabel (19), Cabo Polonio (20) y Aguas Dulces (22) para el IR y La Baguala (9) para ambos índices. Se observaron altos valores de error estándar del IC para El Barco (que fue el más alto) y Aguas Dulces (Fig. 5).

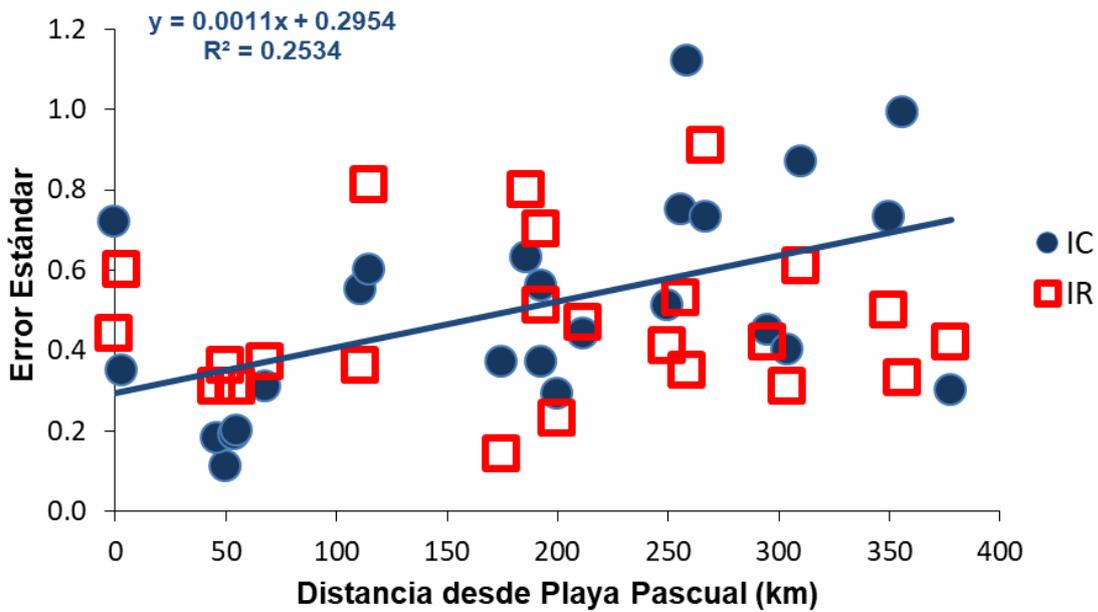


Figura 5. Error estándar del IC (●) y del IR (□) de las 25 playas en función de la distancia (km) a Playa Pascual, situada en el extremo Oeste de la costa uruguaya analizada. De esta manera, las playas se encuentran ordenadas en dirección Oeste-Este. La relación entre los valores del error estándar de IC y la distancia es estadísticamente muy significativa ($p < 0.01$), mientras que en el caso de IR, la relación no lo es.

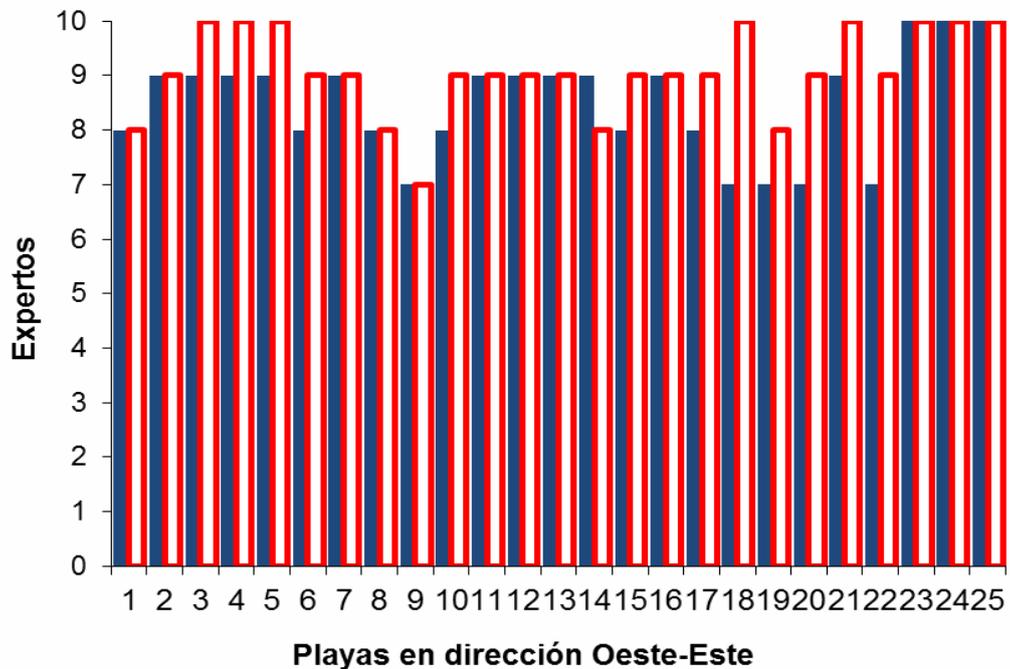


Figura 6. Cantidad de expertos que respondieron sobre el IC (■) e IR (□) de cada una de las playas. La numeración de cada playa sigue los criterios de la Figura 1.

4. Discusión

La mayoría de las playas estudiadas se caracterizaron por presentar un uso mixto. Por esta razón, cabe destacar la importancia de implementar planes de manejo a corto plazo, en particular en dichas playas, con el fin de permitir que se las continúe utilizando con fines recreativos pero sin llegar a comprometer en el futuro los procesos ecológicos que en ellas ocurren. A pesar de que existen instituciones y programas que se relacionan con la temática costera en Uruguay, no existe aún suficiente información científica que apoye la aplicación de políticas de manejo específicas para sistemas costeros en general y playas arenosas en particular. Para reducir la presión antropogénica sobre la costa y generar procesos sustentables, se requiere de programas de investigación de largo plazo que incluyan estudios de: 1) impacto ambiental y planificación territorial; 2) los efectos del cambio climático sobre los recursos naturales y los ecosistemas que los sustentan; 3) la capacidad de respuesta y resiliencia de los sistemas social-ecológicos a perturbaciones de pulso y de presión; 4) la relación entre la calidad ambiental y el bienestar social de las comunidades costeras; y 5) los arreglos institucionales para la gobernanza de la costa. En el caso de Uruguay, son escasos los estudios interdisciplinarios en estas áreas y de investigaciones de carácter comparativo que permitan un abordaje a escala regional (Baliero et al. 2006).

El marco actualmente más aceptado para la resolución de los problemas de la costa es el del Manejo Costero Integrado (MCI), que a partir de la multidisciplinariedad integra diversos niveles de interés en la costa para acordar programas de protección y desarrollo sustentable de estos ambientes (Hildebrand 2002). Es un enfoque que integra vertical y horizontalmente a técnicos, políticos y comunidades costeras, ya que el MCI asume la interdependencia existente entre las comunidades humanas costeras y los recursos asociados a estos ambientes (Baliero et al. 2006). Uno de los desafíos del MCI sigue siendo la escasa capacidad para implementar de forma exitosa programas multidisciplinarios específicos, aunado a cierta escasez de profesionales en las áreas de planificación, manejo y política costera, particularmente en países en vías de desarrollo (Hildebrand 2002). En este contexto, sería importante desarrollar estrategias de educación, entrenamiento y concientización para la sociedad civil y para el desarrollo de capacidades para lograr un adecuado MCI (Roger 1995, Baliero et al. 2006). Todo lo anterior es especialmente importante en el caso de playas arenosas, las cuales se desarrollan en la interfase entre la tierra y el mar y su manejo

y gobernanza son complejos y propios de un sistema social-ecológico costero, y por tanto deben ser abordados bajo un marco multidisciplinario (McLachlan & Defeo 2018).

Las tres playas que presentaron los valores más altos de IC (Penino, Cabo Polonio y Barra del Chuy) actualmente incluyen planes de manejo de distinto tipo. En el caso de Penino, desde 1996 está declarada como Playa Ecológica por la Intendencia Municipal de San José (MVOTMA 2017). Además, esta playa constituye una reserva de aves migratorias que las Naciones Unidas declaró patrimonio de la humanidad (MVOTMA 2017). Una de las funciones que cumple la Reserva Natural Playa Penino es la conservación de los recursos naturales, ya que es un área con características únicas para nuestro país. Está integrada por diversos ambientes (aguas estuariales, marismas, pastizales y campos dunares) y se han registrado en el área más del 50% del total de especies de aves del Uruguay. Algunas de las especies presentan problemas de conservación a nivel global y local. Además, las marismas son altamente vulnerables a la influencia antrópica negativa, ya que puede desequilibrar rápidamente ese ecosistema. En cuanto a su macrofauna bentónica, Lercari & Defeo (2006a, 2015) y Barboza et al. (2012) la definen como una de las playas con mayor abundancia y diversidad de la costa uruguaya, lo cual le otorga un valor adicional a la hora de establecer planes de conservación y manejo.

Por su parte, Cabo Polonio pertenece al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) desde 2009, bajo la categoría de Parque Nacional (SNAP 2009), y dentro de sus características resaltables incluye un cordón de dunas móviles único en el país (Panario et al. 1993, de Álava 2006). Asimismo, las playas de Cabo Polonio contienen una alta diversidad de macrofauna bentónica, en especial aquellas con una morfodinámica disipativa (Giménez & Yannicelli 1997, 2000).

En el caso de Barra del Chuy, desde hace más de 40 años el ecosistema presenta un alto impacto humano dado por el efecto de la descarga de agua dulce y de una incierta concentración de material en suspensión, herbicidas y otras sustancias proveniente del Canal Andreoni. Esto afectó tanto a las características físicas de la playa, generando mayor erosión y mayor concentración de material en la playa (Lercari & Defeo 2006b) como a la macrofauna bentónica, incluyendo efectos negativos a nivel de comunidades (Lercari et al. 2002, Lercari & Defeo 2003, 2006b) y poblaciones (Defeo & de Alava 1995, Lercari & Defeo 1999, Lozoya & Defeo 2006, Bergamino et al. 2009). Aunado a lo anterior, el impacto humano causado por la extracción de la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) intensificó la degradación de

varios de los servicios ecosistémicos que brindaba esta playa (Defeo 1996, 1998, Castilla & Defeo 2001). A partir de 1987, las autoridades marinas costeras, los científicos y los pescadores locales implementaron una estrategia de co-gestión que incluyó la clausura temporal de la pesquería, lo cual posibilitó un incremento de la densidad de almejas, permitiendo la reapertura de la pesquería (Castilla & Defeo 2001). Posteriormente, la especie fue afectada por mortandades masivas que afectaron al recurso por 14 años (Ortega et al. 2012, 2016, Defeo et al. 2013), luego de lo cual la pesquería fue reabierto bajo criterios de manejo ecosistémico (Gianelli et al. 2015). Esto explica que los resultados de este trabajo señalen a Barra del Chuy como un sistema de uso múltiple con un importante IC, ya que tiene determinadas zonas de la playa utilizadas por turistas y donde se prohíbe la extracción de almeja, mientras otras zonas son empleadas para desarrollar dicha extracción comercial (McLachlan et al. 2013, Gianelli et al. 2015). Aún no se han cristalizado esfuerzos para mitigar la influencia del agua dulce proveniente del Canal Andreoni, por lo cual es imperioso desarrollar planes de manejo que consideren este aspecto crítico que ha afectado no solo al ecosistema sino que también ha generado perjuicios socio-económicos derivados de la disminución de la demanda de la zona con fines turísticos (Lercari & Defeo 2006b). Asimismo, teniendo en cuenta el efecto del cambio climático en las características físicas (Ortega et al. 2013) y biológicas (Ortega et al. 2016) de este sistema arenoso, es importante desarrollar estrategias de mitigación de dichos efectos.

Se observó una tendencia al aumento en el IC hacia las playas del Este. Esto podría ser explicado por una mayor concentración histórica de la población uruguaya en la zona Oeste del país (en esta zona están incluidas las playas pertenecientes a Montevideo, en donde se concentra aproximadamente la mitad de la población uruguaya) con respecto al Este, donde recién en los últimos años se observó un aumento de la población y una mayor explotación de los servicios ecosistémicos allí presentes (Defeo et al. 2008). Otra explicación posible es que esta disminución en el IC hacia el Oeste se vea relacionada con la salinidad, ya que la riqueza de especies decrece con el rango de salinidad (Lercari & Defeo 2006a, Barboza et al. 2012).

Respecto a la relación lineal inversa entre el IC e IR (Fig. 4) para las distintas playas estudiadas de la costa uruguaya, se observó una tendencia general de las playas a presentar los mayores IR en aquellas que presentan menores IC y viceversa. Esto podría deberse a que las playas que alcanzaron altos valores de IR pueden haber

sido modificadas de forma tal que las principales características que las harían presentar un alto valor de IC se hayan visto afectadas. Hay evidencias del cambio a nivel ecológico que presentan las playas que están expuestas a presiones humanas (aunque las perturbaciones relacionadas con el hombre varían entre las distintas playas) (Defeo et al. 2009a, Brown & McLachlan 2002). Las estructuras o actividades que impiden el transporte natural de arena, la contaminación intermitente o crónica y la interferencia humana directa (vehículos todoterreno, pisoteo, limpieza de playas y turismo) generalmente conducen a efectos erosivos, a menudo de carácter permanente y con impacto negativo en el sistema (Brown & McLachlan 2002).

Lo anterior reviste especial importancia para las playas de Montevideo. La costa montevideana, en su condición original, estuvo asociada a ambientes de dunas (principalmente en la zona Oeste del Departamento), y con cobertura de vegetación rala. La faja arenosa es estrecha y se observan algunos remanentes de campos de dunas y bañados (Fernández & Gasperi 2013). Hasta prácticamente mediados del siglo XX, la costa montevideana fue utilizada como zona de pastoreo y de extracción de arena para distintos usos. Estos impactos, asociados a la construcción de la rambla, han provocado una gran erosión que ha ido alterando la morfología, dando como resultado la pérdida de arenales y la desaparición de la playa seca. En consecuencia, en los últimos años se han realizado esfuerzos para la restauración del sistema dunar (Fernández & Gasperi 2013). Se han instalado aproximadamente dos kilómetros de barreras artificiales para la recuperación de las dunas en Ramírez, Pocitos, Malvín y en algunas playas al Oeste de la ciudad. La Intendencia Municipal de Montevideo (IMM) ha sembrado vegetación para estabilizar las dunas para que tengan la capacidad de disipar el embate de las olas y recomponerse, y que la arena no se vaya de la playa (Orfila 2013). Los esfuerzos antes mencionados deben ser objeto de planes de largo plazo que permitan restaurar, al menos en parte, el sistema dunar que se ha visto deteriorado en el tiempo. Esto reviste especial importancia si se considera que el estado de salud de un sistema arenoso depende del balance en el presupuesto de arena en la zona activa litoral (McLachlan & Defeo 2018).

Algunos esfuerzos adicionales se están llevando a cabo en las playas de Montevideo a efectos de mejorar su calidad. Desde 2005, la IMM ha iniciado el proceso de certificación ambiental de las playas de Montevideo a través de la norma ISO-14001. Esta certificación contempla aspectos tales como la gestión de la limpieza, el saneamiento, presencia de guardavidas, control de calidad del agua, actividades

recreativas, actividades comerciales y actividades deportivas. Actualmente son seis las playas certificadas: Ramírez, Pocitos, Buceo, Malvín, Honda y De Los Ingleses (Fernández & Gasperi 2013). Cabe destacar también que uno de los objetivos del sistema de gestión ambiental es el controlar la presencia de cianobacterias en la costa, las cuales ocasionan problemas de salubridad, económicos y ecológicos. Esto denota la importancia de generar nuevos conocimientos que permitan la mitigación de las floraciones algales nocivas (Bonilla et al. 2015). Todo lo anterior pudiera repercutir en el largo plazo en una mejora del IR de dichas playas.

Las playas arenosas son de los principales sitios de recreación, por lo que su gestión se centra habitualmente en maximizar la experiencia de los usuarios, dando lugar a intervenciones humanas perjudiciales para el ecosistema costero. Por ejemplo, se ha documentado: 1) la destrucción de las dunas, la pérdida del hábitat de determinados organismos por la construcción de infraestructura turística o por el pisoteo mecánico de la vegetación de las dunas (Defeo et al. 2009a); 2) modificaciones en rasgos claves de comportamiento que son esenciales para la sobrevivencia y la reproducción de taxa sensibles a las perturbaciones, tales como tortugas y aves (Dugan et al. 2003); 3) cambios significativos en la abundancia, diversidad y estructura de la comunidad de macrobentos entre las zonas de la playa muy utilizadas y aquellas no utilizadas (Schlacher & Thompson 2012); y 4) tasas aceleradas de erosión por la creciente urbanización de las costas (Defeo et al. 2009a). Esto conlleva a una disminución en determinadas características ecológicas y en consecuencia del valor del IC que presenta una playa. Esto refleja, también en las playas de la costa uruguaya, el problema inicialmente planteado en este trabajo de lograr un equilibrio entre la sostenibilidad biológica y la económica. Los resultados aquí obtenidos muestran un desfasaje en este sentido, que se visualiza a través de la relación lineal negativa entre ambos índices estudiados.

5. Conclusiones y perspectivas

Los resultados de este trabajo mostraron una tendencia de las playas de arena de Uruguay a presentar mayores valores de IR en concurrencia con los menores de IC y viceversa. El análisis de los valores de IC e IR en función de la distancia a la playa situada más al Oeste (Pascual) sugiere un mayor potencial de conservación en playas oceánicas, con la excepción de la planicie de marea Penino, la cual se caracteriza por una alta riqueza faunística. Esto podría explicarse por una mayor concentración de la población y urbanización en la zona Oeste de Uruguay y por los efectos de la variabilidad ambiental natural que genera el Río de la Plata, reflejada en amplios rangos de salinidad que afectan a la fauna. En particular, se observaron altos valores de IC de las playas Penino, Cabo Polonio y Barra Chuy, que actualmente presentan planes de manejo de distinto tipo. La mayoría de las playas estudiadas se caracterizaron como de uso mixto, lo cual destaca la importancia de implementar planes de manejo a efectos de que se las continúe utilizando con fines recreativos, pero sin llegar a comprometer los procesos ecológicos que en ellas ocurren.

Este trabajo presenta la utilización de una matriz que permite categorizar las playas de acuerdo a su uso (conservación, recreación o mixto) de una manera simple y visibilizar los distintos factores asociados a la playa y su entorno para poder llevar a cabo una gestión sostenible adaptada al uso de cada una y teniendo en cuenta las características intrínsecas de cada playa. Teniendo en cuenta que varias playas arenosas de la costa uruguaya presentan señales de deterioro, se enfatiza en la necesidad de desarrollar esquemas institucionales de manejo que consideren aspectos ecológicos y socio-económicos en un marco de MCI, adecuados a las necesidades de cada playa. Además se enfatiza en la necesidad de que estos planes sean objeto de un esquema adaptativo y de largo plazo. A pesar de que se reconoce la relevancia de la zona costera, existen carencias de normativa específica y falta una mayor integración de legislación y políticas, instituciones, cooperación y coordinación interinstitucional, así como la participación de las comunidades locales en el proceso.

El presente trabajo estuvo basado en el desarrollo de encuestas a expertos pertenecientes al sector académico. Sería pertinente considerar a otros sectores de la sociedad bajo un esquema multisectorial, a efectos de recabar percepciones alternativas acerca del valor y estado de las playas de Uruguay. A tales efectos,

resultaría necesario adecuar los índices elaborados por McLachlan et al. (2013) de manera de hacerlos accesibles a diferentes actores sociales.

Para lograr el equilibrio entre la sostenibilidad ecológica y económica de la costa uruguaya, es necesaria una sociedad comprometida con el uso y desarrollo sustentable de los recursos costeros. Por tanto, la implementación de planes de manejo integrados que consideren la multiplicidad de actores, demandas e intereses, así como la variabilidad y la diversidad biológica de la zona costera, constituye una necesidad de corto plazo.

Referencias

Arkema KK, Guannel G, Verutes G, Wood SA, Guerry A, Ruckelshaus, M, Kareiva P, Lacayo M, Silver JM (2013) Coastal habitats shield people and property from sea-level rise and storms. *Nat Clim Change* 3:913–918.

Ariza E, Jiménez JA, Sardá, R (2008) A critical assessment of beach management on the Catalan coast. *Ocean Coast Manag* 51:141–160.

Baliero W, Biasco E, Conde D, Cortazzo R, Fossati M, Gorfinkiel D, Lorenzo E, Menafra R, Píriz C, Roche I (2006) Estudio de Base sobre el Estado del Manejo Costero Integrado en Uruguay: práctica, capacitación e investigación. Proyecto “Sustentabilidad de la Zona Costera Uruguaya” (AUCC-CIDA), Universidad de la República, Montevideo. Dalhousie University, Halifax. 28 pp.

Barbier EB, Hacker SD, Kennedy C, Koch EW, Stier AC, Sillman BR (2011) The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecol Monogr* 81:169–193.

Barboza FR, Gómez J, Lercari D, Defeo O (2012) Disentangling diversity patterns in sandy beaches along environmental gradients. *PloS ONE* 7(7):e40468.

Bergamino L, Muniz P, Defeo O (2009) Effects of a freshwater canal discharge on polychaete assemblages inhabiting an exposed sandy beach in Uruguay. *Ecol Indic* 9:584–587.

Bonilla S, Haakonsson S, Somma A, Gravier A, Britos A, Vidal L, De León L, Brena B, Pírez M, Piccini C, Martínez de la Escalera G, Chalar, González-Piana M, Martigani F, Aubriot L (2015) Cianobacterias y cianotoxinas en ecosistemas límnicos de Uruguay.

INNOTEC. N° 10 ene-dic: pp. 9–22.

Brown AC, McLachlan A (2002) Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025. *Environ Conserv* 29:62–77.

Caballero D (2014) Comunidad de Aves en playas arenosas con diferente morfodinámica del Océano Atlántico de Uruguay. Tesina de Maestría. PEDECIBA, Facultad de Ciencias, Montevideo.

Castilla JC, Defeo O (2001) Latin American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. *Rev Fish Biol Fisher* 11:1–30.

Celentano E, Gutiérrez NL, Defeo O (2010) Effects of morphodynamic and estuarine gradients on the demography and distribution of a sandy beach mole crab: implications for source–sink habitat dynamics. *Mar Ecol Prog Ser* 398:193–205.

Conde, D (2013) La zona costera de Uruguay: Relevancia, problemáticas y desafíos para el manejo sostenible. *Nuestro tiempo*. Comisión del Bicentenario, Montevideo, Uruguay.

Davenport J, Davenport JL (2006) The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments; a review. *Estuar Coast Shelf Sci* 67:280–292.

De Álava D (2006) Interfase de conflictos: el sistema costero de Rocha (Uruguay). En: Menafra R, Rodríguez-Gallego L, Scarabino F, Conde D (eds.). *Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya*. Vida Silvestre, Montevideo: pp. 637–650.

Defeo O (1996) Experimental management of an exploited sandy beach bivalve population. *Rev Chil Hist Nat* 69:605–614.

Defeo O (1998) Testing hypotheses on recruitment, growth and mortality in exploited bivalves: an experimental perspective. *Can J Fish Aquat Sci* 125S:257–264.

Defeo O (2003) Marine invertebrate fisheries in sandy beaches: an overview. *J Coast Res SI* 35:56–65.

Defeo O, de Álava A (1995) Effects of human activities on long-term trends in sandy beach populations: the wedge clam *Donax hanleyanus* in Uruguay. *Mar Ecol Prog Ser* 123:73–82.

Defeo O, McLachlan A (2005) Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Mar Ecol Prog Ser* 295:1–20.

Defeo O, McLachlan A (2013) Global patterns in sandy beach macrofauna: species richness, abundance, biomass and body size. *Geomorphology* 199:106–114.

Defeo O, Jaramillo E, Lyonnet A (1992) Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in the Atlantic coast of Uruguay. *J Coast Res* 8: 830–839.

Defeo O, Lercari D, De Álava A, Gómez J, Martínez G, Celentano E, Lozoya JP, Saucó S, Carrizo D, Delgado E (2006) Ecología de playas arenosas de la costa uruguaya: una revisión de 25 años de investigación. En: Menafrá R, Rodríguez-Gallego L, Scarabino F, Conde D (eds.). *Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya*. Vida Silvestre, Montevideo: pp. 363–370.

Defeo O, Vincent P, Acuña A (2008) Zona Costera. En: Gómez M, Martino D (coordinadores), *GEO Uruguay 2008. Informe del estado del Ambiente*. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)/Centro Latino Americano de Ecología Social (CLAES)/Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), Montevideo, Uruguay: pp. 162-163.

Defeo O, McLachlan A, Schoeman DS, Schlacher TA, Dugan J, Jones A, Lastra M, Scapini F (2009a) Threats to sandy beach ecosystems: a review. *Estuar Coast Shelf Sci* 81:1–12.

Defeo O, Horta S, Carranza A, Lercari D, de Álava A, Gómez J, Martínez G, Lozoya JP, Celentano E (2009b) Hacia un manejo ecosistémico de pesquerías: áreas marinas protegidas en Uruguay. *Facultad de Ciencias-Dinara, Montevideo*: 122 pp.

Defeo O, Castrejón M, Ortega L, Kuhn A, Gutiérrez NL, Castilla JC (2013) Impacts of climate variability on Latin American small-scale fisheries. *Ecol Soc* 18:30.

Dugan JE, Hubbard DM, McCrary MD, Pierson MO (2003) The response of macrofauna communities and shorebirds to macrophyte wrack subsidies on exposed sandy beaches of southern California. *Estuar Coast Shelf Sci* 58SI:25–40.

Fernández V, Gasperi N (2013) *Accesibilidad en las playas de Montevideo*. Tesina, Facultad de Arquitectura, Montevideo.

Giménez L, Yannicelli B (1997) Variability of zonation patterns in temperate microtidal Uruguayan beaches with different morphodynamic types. *Mar Ecol Prog Ser* 160:197–207.

Giménez L, Yannicelli B (2000) Longshore patterns of distribution of macroinfauna on a Uruguayan sandy beach: an analysis at different spatial scales and their potential causes. *Mar Ecol Prog Ser* 199:111–125.

Gomez Erache M (2010) Los asuntos claves para el manejo costero. En: Barragán, JM (coord.). *Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de Cambio*. Red IBERMAR (CYTED), Cádiz: pp. 261-290.

Gómez J, Defeo O (2012) Predictive distribution modeling of the sandy-beach supralittoral amphipod *Atlantorchestoidea brasiliensis* along a macroscale estuarine gradient. *Estuar, Coast Shelf Sci* 98: 84–93.

Gómez J, Barboza FR, Defeo O (2013) Environmental drivers defining linkages among life history traits: mechanistic insights from a semi-terrestrial amphipod subjected to macroscale gradients. *Ecol Evol* 3: 3918–3924.

Gianelli I, Martínez G, Defeo O (2015) An ecosystem approach to small-scale co-managed fisheries: the yellow clam fishery in Uruguay. *Mar Policy* 62:196–202.

Harris L, Nel R, Holness S, Sink K, & Schoeman D (2013) Setting conservation targets for sandy beach ecosystems. *Estuar Coast Shelf Sci*, 150: 45–57.

Hildebrand L (2002) Integrated coastal management: lessons learned and challenges ahead. Discussion document for managing shared water/coastal zone Canada 2002. International Conference - Hamilton, Ontario, Canada - June 2002.

James RJ (2000) From beaches to beach environments: linking the ecology, human-use and management of beaches in Australia. Elsevier. *Ocean Coast Manag* 43:495–514.

Lercari D, Defeo O (1999) Effects of freshwater discharge in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Estuar Coast Shelf Sci* 49:457–468.

Lercari D, Defeo O (2003) Variation of a sandy beach macrobenthic community along a

human-induced environmental gradient. *Estuar Coast Shelf Sci* 58S:17–24.

Lercari D, Defeo O (2006a) Large-scale diversity and abundance trends in sandy beach macrofauna along full gradients of salinity and morphodynamics. *Estuar Coast Shelf Sci* 68:27–35.

Lercari D, Defeo O (2006b) Efectos del Canal Andreoni en playas de Rocha: deterioro ambiental y su efecto en la biodiversidad. En: Menafrá R, Rodríguez-Gallego L, Scarabino F, Conde D (eds.), *Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya*. Vida Silvestre, Montevideo: pp. 631–636.

Lercari D, Defeo O (2015) Large-scale dynamics of sandy beach ecosystems in transitional waters of the Southwestern Atlantic Ocean: species turnover, stability and spatial synchrony. *Estuar Coast Shelf Sci* 154:184–193.

Lercari D, Defeo O, Celentano E (2002) Consequences of a freshwater canal discharge on the benthic community and its habitat on an exposed sandy beach. *Mar Pollut Bull* 44:1397–1404.

Lercari D, Bergamino L, Defeo O (2010) Trophic models in sandy beaches with contrasting morphodynamics: comparing ecosystem structure and biomass flow. *Ecol Model* 221:2751–2759.

Lozoya JP, Defeo O (2006) Effects of a freshwater canal discharge on an ovoviviparous isopod inhabiting an exposed sandy beach. *Mar Freshwater Res* 57:421–428.

Lozoya, JP, Gómez J, Defeo O (2010) Modelling large-scale effects of estuarine and morphodynamic gradients on distribution and abundance of the sandy beach isopod *Excirrolana armata*. *Estuar Coast Shelf Sci* 87: 472–478.

Martínez ML, Psuty NP (2004) *Coastal dunes: ecology and conservation*. Springer, New York.

McLachlan A, Dorvlo A (2005) Global patterns in sandy beach macrofauna communities. *J Coast Res* 21:674–687.

McLachlan, A., Brown, A. C. 2006. *The ecology of sandy shores*. Second Edition. Elsevier, Academic Press, London.

McLachlan A, Defeo O (2018) *The Ecology of Sandy Shores*. Third Edition. Elsevier,

Academic Press, London.

McLachlan A, Dugan JE, Defeo O, Ansell AD, Hubbard DM, Jaramillo E, Penchaszadeh P (1996) Beach clam fisheries. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* 34: 163–232.

McLachlan A, Defeo O, Jaramillo E, Short A (2013) Sandy beach conservation and recreation: guidelines for optimising management strategies for multi-purpose use. *Ocean Coast Manag* 71: 256–268.

Mourgliá V, González Vainer P, Defeo O (2015) Distributional patterns in an insect community inhabiting a sandy beach of Uruguay. *Estuar Coast Shelf Sci* 166: 65–73.

MVOTMA (2017) Área Protegida con Recursos Manejados, Humedales de Santa Lucía (Canelones, Montevideo, San José). Recuperado de: <http://www.mvotma.gub.uy/j3/index.php/humedales-de-santa-lucia>.

Orfila M (2013) La arena que el viento de llevó. *El Observador*. Recuperado de: <http://www.elobservador.com.uy/la-arena-que-el-viento-se-llevo-n261351>.

Ortega L, Castilla JC, Espino M, Yamashiro C, Defeo O (2012) Large-scale and long-term effects of fishing, market price and climate on two South American sandy beach clam species. *Mar Ecol Prog Ser* 469:71–85.

Ortega L, Celentano E, Finkl C, Defeo O (2013) Effects of climate variability on the morphodynamics of Uruguayan sandy beaches. *J Coast Res* 29:747–755.

Ortega L, Celentano E, Delgado E, Defeo O (2016) Climate change influences on abundance, individual size and body gross signs in a sandy beach clam. *Mar Ecol Prog Ser* 545: 203–213.

Panario D, Piñeiro G, De Álava D, Fernández G, Gutiérrez O, Céspedes C (1993) Dinámica sedimentaria y geomorfológica de dunas y playas en Cabo Polonio, Rocha. UNCIEP-Facultad de Ciencias, Montevideo.

Pérez-Castañeda R, Salum-Fares A, Defeo O (2007) Reproductive patterns of the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) in sandy beaches of the Yucatan Peninsula. *J Mar Biol Assoc UK* 87: 815–824.

Roger H (1995) Sustainable multiple-use and management of the coastal zone. *Environ Manage Health* 6:14–24.

Rucks J (2011) Prólogo. En: Centro Interdisciplinario para el Manejo Costero Integrado del Cono Sur. Manejo Costero Integrado en Uruguay: ocho ensayos interdisciplinarios. UDELAR/CIDA, Montevideo: pp. 10–11.

Schlacher TA, Thompson L (2012) Beach recreation impacts benthic invertebrates on ocean-exposed sandy shores. *Biol Conserv* 147:123–132.

Schlacher TA, Richardson D, McLean I (2008) Impacts of off-road vehicles (ORVs) on macrobenthic assemblages on sandy beaches. *Environ Manage* 41:878–892.

Schlacher TA, Schoeman DS, Jones AR, Dugan JE, Hubbard DM, Defeo O, Peterson CH, Weston MA, Maslo B, Olds AD, Scapini F, Nel R, Harris LR, Lucrezi S, Lastra M, Huijbers CM, Connolly RM (2014) Metrics to assess ecological condition, change, and impacts in sandy beach ecosystems. *J Environ Manage* 144: 322–335.

Short AD (1996) The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentization in beach classifications: a review. *Rev Chil Hist Nat* 69:589–604.

Short AD (ed) (1999) Handbook of beach and shoreface morphodynamics. John Wiley & Sons, Chichester.

SNAP (2009) Día de fiesta para Cabo Polonio. Boletín SNAP 04. Boletín informativo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Montevideo.

Anexo I

Planilla básica entregada a 10 expertos uruguayos en playas arenosas para recabar su percepción acerca de aspectos relacionados con la conservación y recreación de 25 playas comprendidas entre Playa Pascual y Barra del Chuy. IC: índice de valor de conservación; IR: índice de valor de recreación.

Nombre del evaluador:									
NOBRE DE LA PLAYA	LOCALIZACIÓN	DUNAS	ESPECIES EMBLEMÁTICAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN	ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD MACROBENTÓNICA	IC	INFRAESTRUCTURA	SEGURIDAD Y SALUD	CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA	IR
1. Pascual	34°45'S 56°27'O								
2. Penino	34°45'S 56°25'O								
3. Ramírez	34°55'S 56°10'O								
4. Pocitos	34°54'S 56°08'O								
5. Honda	34°53'S 56°05'O								
6. Verde	34°53'S 56°04'O								
7. Solymar	34° 38'S 54°09'O								
8. Costa azul	34°52'S 56°01'O								
9. Baguala	34°50'S 55° 56'O								
10. Hermosa	34°50'S 55°18'O								
11. Punta Negra	34°53'S 55°13'O								
12. Portezuelo	34°52'S 55°08'O								
13. Mansa	34°55'S 54°58'O								
14. Santa Mónica	34°51'S 54°42'O								
15. José Ignacio	34°50'S 54°38'O								
16. Aguada	34°38'S 54°09'O								
17. Arachania	34°37'S 54°08'O								
18. El Barco	34°43'S 54°22'O								
19. Santa Isabel	34°34'S 54°06'O								
20. Cabo Polonio	34°24'S 53°47'O								
21. Valizas	34°20'S 53°47'O								
22. Aguas Dulces	34°16'S 53°46'O								
23. La Viuda	34°03'S 53°32'O								
24. Achiras	33° 59'S 53°31'O								
25. Barra del Chuy	33°45'S 53°23'O								