

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional
de Pacífico Norte

Aprovechamiento pesquero sustentable y protección de la tortuga amarilla en el Golfo de Ulloa

Golfo de Ulloa

El Golfo de Ulloa es un Centro de Actividad Biológica (CAB) del Pacífico Norte. Se delimita por la Laguna San Ignacio, al norte, y por Cabo San Lázaro, al sur ($24^{\circ}48'00''N/112^{\circ}19'00''O$) (figura 1). Durante la temporada de enriquecimiento oceánico (marzo-agosto), el Golfo de Ulloa presenta alta productividad primaria y una biodiversidad mayor a la de los CAB situados más al norte. Ello se debe a la existencia, de junio a noviembre, de condiciones ambientales continuas que permiten la conectividad biológica entre la plataforma continental del Golfo de Ulloa y el Golfo de California. De esta manera, se presenta un fenómeno migratorio de peces que habitan en el Golfo de California y que, sin tales condiciones, no podrían subsistir en el Pacífico Norte (Lluch *et al.*, 2000).

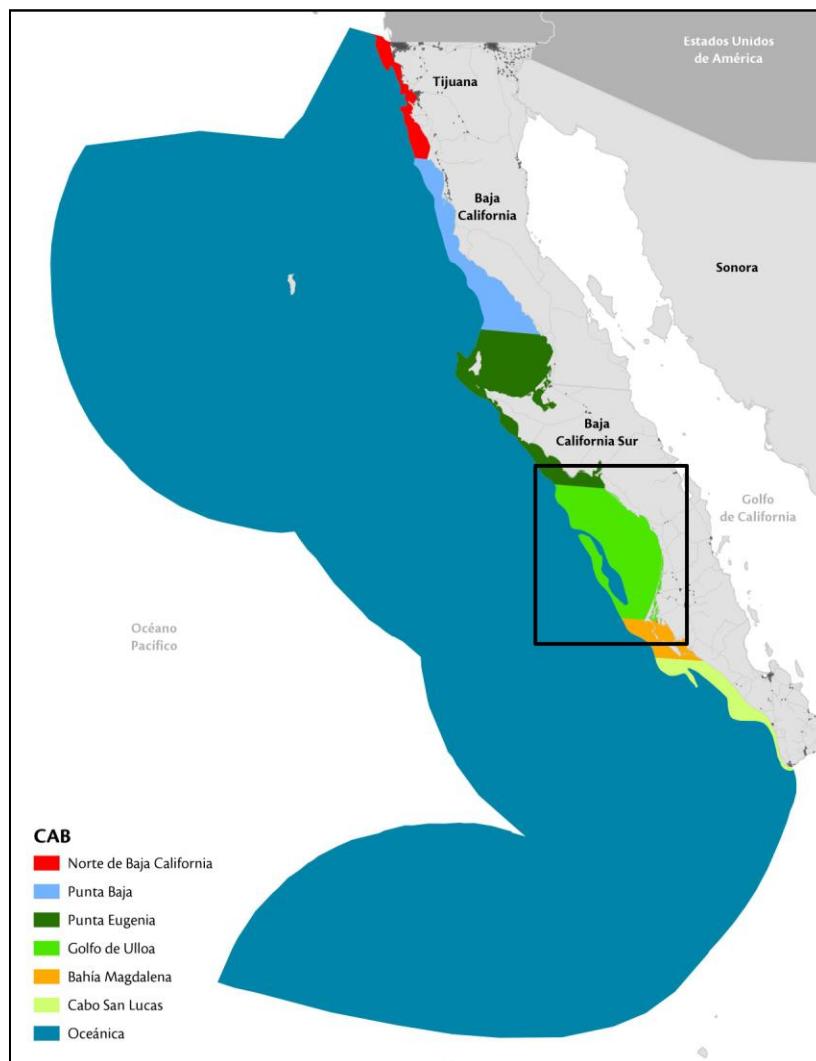


Figura 1. Centros de Actividad Biológica del Pacífico Norte

Debido a su alta productividad, el Golfo de Ulloa representa un sitio de gran importancia para la actividad pesquera de las zonas que se encuentran en la región. Ramírez *et al.* (2010) identifican seis zonas de pesca en el CAB del Golfo de Ulloa: San Ignacio, San Juanico, Esteros Norte, Esteros Centro, Esteros Sur y Magdalena afuera (figura 2). Asimismo, esta región es un hábitat crítico para la tortuga amarilla (*Caretta caretta*), la cual se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de peligro de extinción.

La confluencia de las zonas de pesca con el hábitat crítico de diversas especies representa un conflicto ambiental. Incluso, el Golfo de Ulloa ha sido identificado como una región prioritaria a escala planetaria, en general, y a escala de la Corriente de California, en específico, debido a la captura incidental ocasionada por el aprovechamiento pesquero (Halpern *et al.*, 2008, 2009). En la región, el caso del Estero Sur es particularmente relevante. En esta área, los representantes del sector pesquero y de conservación han corroborado que la pesca costera demersal con red de enmalle ocasiona la captura incidental de tortuga amarilla (Peckham SH, comunicación personal, 27 de julio de 2012; Taller de presentación de avances del POEMRPN en Puerto Adolfo López Mateos, 6 de junio de 2013).

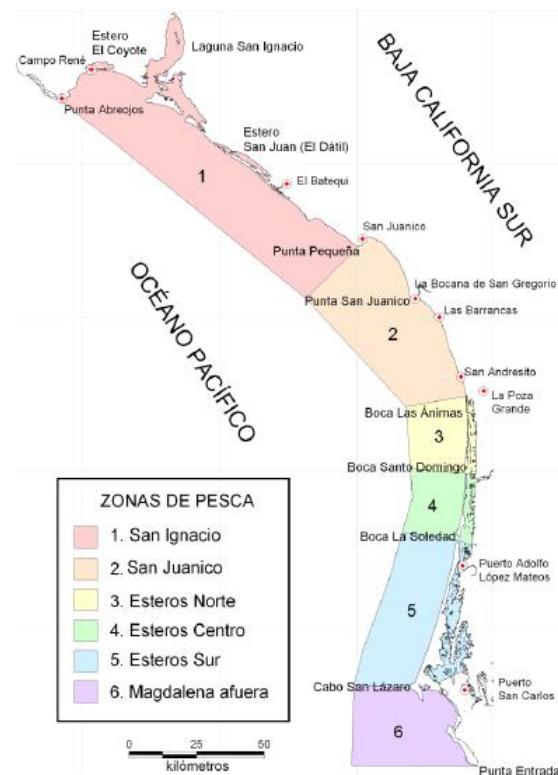


Figura 2. Zonas de pesca en el Golfo de Ulloa (tomado de Ramírez *et al.*, 2010)

Aportaciones del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte (POEMRPN)

Análisis de aptitud

Con la participación del sector pesquero y el sector conservación, el POEMRPN identifica tres Unidades de Gestión Ambiental (UGA) en el Golfo de Ulloa, las cuales se distinguen por su aptitud para el aprovechamiento pesquero y la conservación.

En el caso del sector pesquero, se observan condiciones deseables para desarrollar la pesca costera demersal con red de enmalle en profundidades menores a 40 metros. Sin embargo, las condiciones óptimas se presentan en profundidades entre 10 y 30 metros (figura 3). Es así que las zonas más aptas para esta actividad se localizan en las UGA más cercanas al litoral (figura 4).

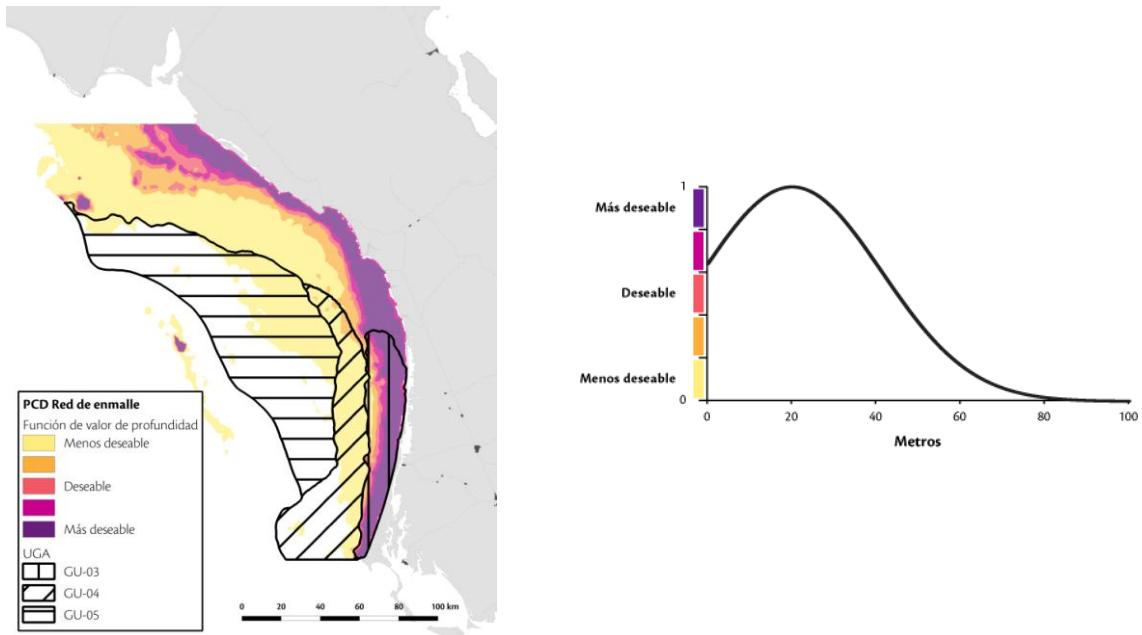


Figura 3. Zonificación del Golfo de Ulloa (izquierda) que resulta de la relación entre la profundidad y la aptitud para la pesca costera demersal con red de enmalle (derecha)

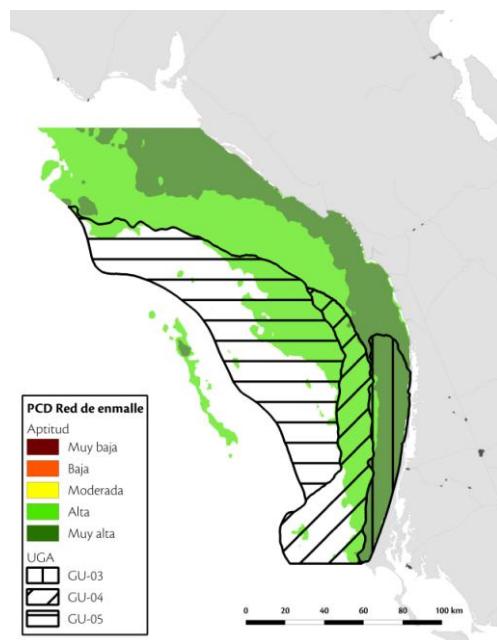


Figura 4. Mapa de aptitud de pesca costera demersal con red de enmalle en el Golfo de Ulloa

En el caso del sector conservación, el análisis de aptitud muestra que uno de los atributos de mayor importancia es la zona de alimentación de tortuga amarilla. Esta zona ha sido identificada por Wingfield, et al., 2011 (figura 5).

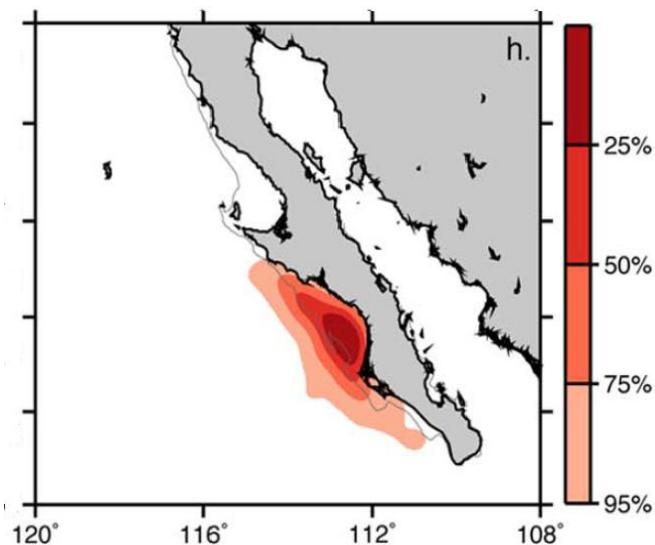


Figura 5. Uso de hábitat de tortuga amarilla medida en términos de la población en el Golfo de Ulloa (tomado de Wingfield, et al., 2011)

La coincidencia del uso de hábitat con la presencia de lagunas costeras y bajos (que generan un incremento de productividad en el mar) dan como resultado las zonas de mayor aptitud para la conservación. Las categorías de aptitud alta se encuentran en aquellas UGA donde existe el mayor uso de hábitat de la tortuga amarilla (figura 6).

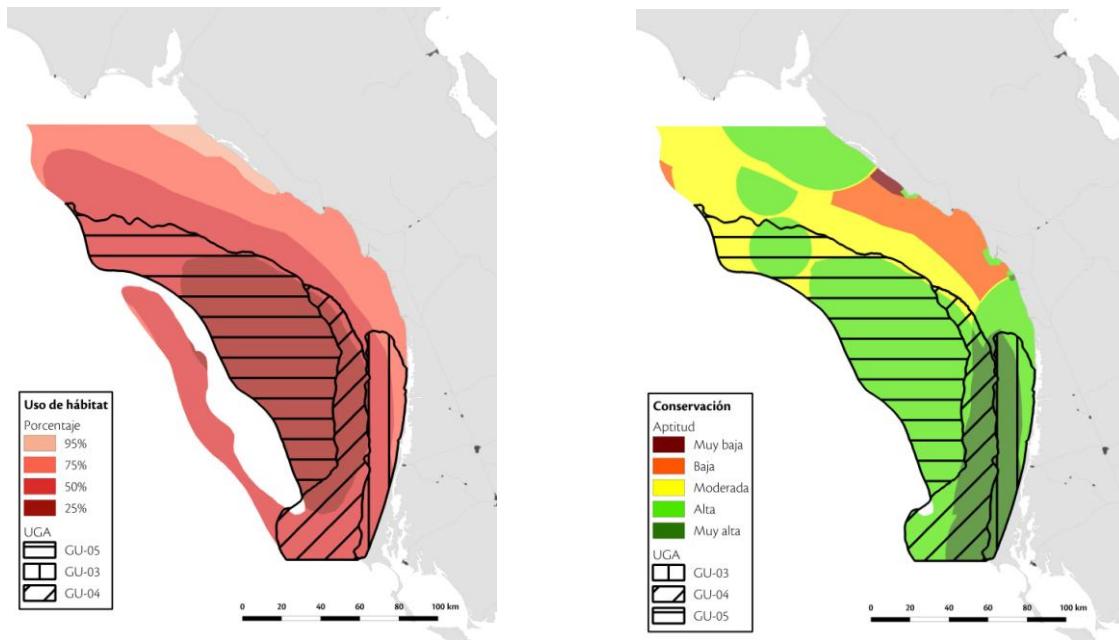


Figura 6. Sobreposición de tres Unidades de Gestión Ambiental del Golfo de Ulloa y (a) el gradiente de menor (tono más claro) a mayor (tono más oscuro) calidad de hábitat de la tortuga amarilla (izquierda; tomado de Wingfield et al., 2011); y (b) el mapa de aptitud para la conservación (derecha)

Así, se observa que en el Golfo de Ulloa las categorías de aptitud que se distinguen son, para conservación, de muy baja a muy alta (figura 6), y para la pesca costera demersal con red de enmalle, de alta a muy alta (figura 4).

La sobreposición de los dos mapas de aptitud resulta en cuatro zonas en las coinciden las áreas de muy baja a muy alta aptitud para conservación con las de alta a muy alta aptitud para la pesca (figura 7). Obsérvese que la UGA GU-03 se divide en dos porciones: la más próxima a tierra firme se denominará a continuación como GU-03(a) y la más alejada a tierra firme como GU-03(b).

Evidentemente, el paso siguiente consiste en determinar las diferencias del grado de aptitud de cada área para cada sector. Esto se logra examinando los resultados del análisis de aptitud relativa y del índice de asimetría.

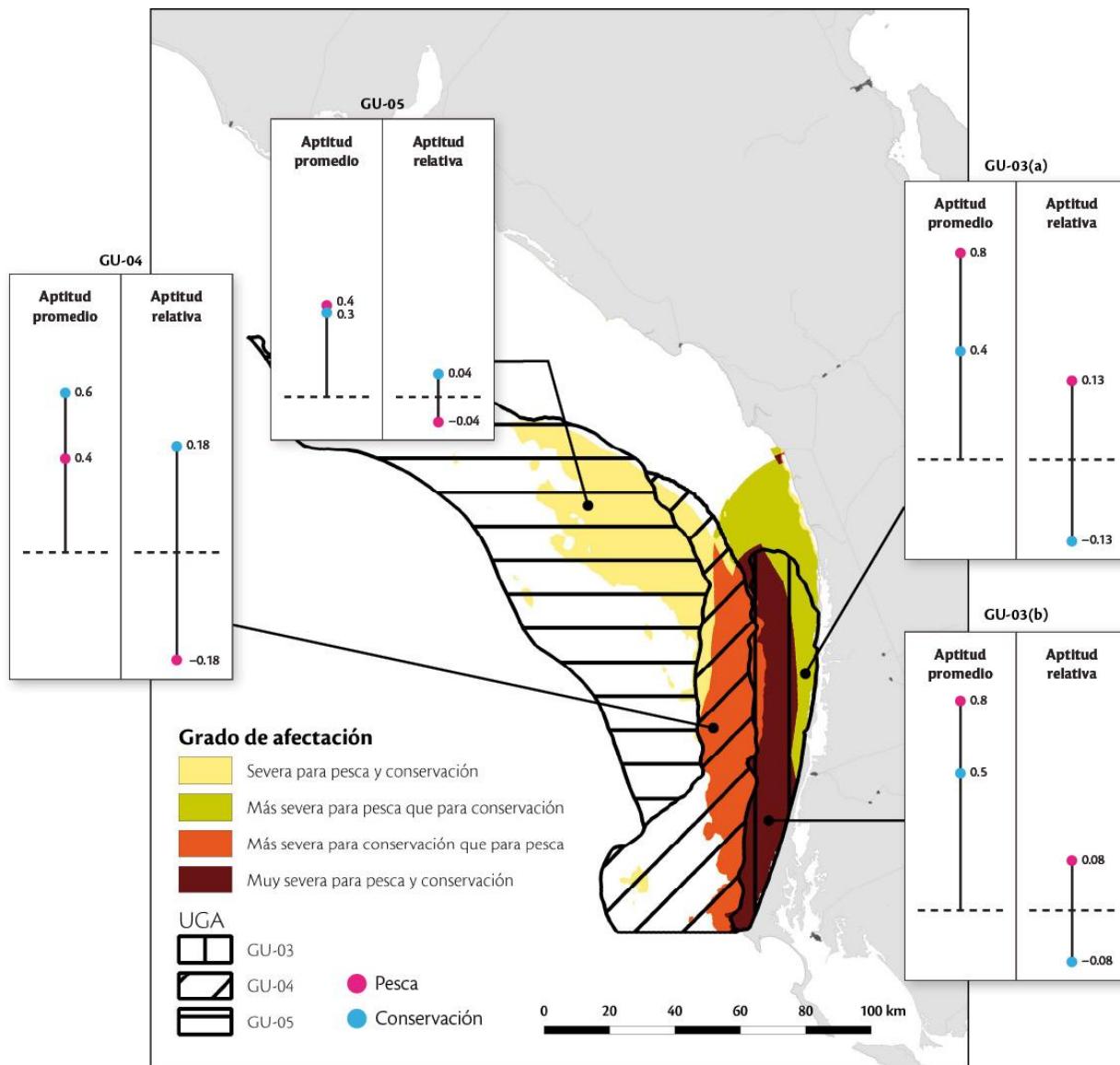


Figura 7. Análisis de aptitud relativa entre los sectores de conservación y pesca costera demersal con red de enmallaje en el Golfo de Ulloa

El análisis de aptitud relativa facilita la comparación simultánea de las cuatro áreas en términos de su relevancia para cada sector. Este análisis consiste en obtener la diferencia entre el valor de aptitud de un sector con respecto al valor promedio de aptitud de todo el Golfo de Ulloa (técnica, equivale a obtener lo que en estadística se conoce como valores “residuales” entre sectores y áreas, simultáneamente): una aptitud relativa positiva indica una aptitud mayor al promedio y viceversa.¹ Los resultados (figura 7) muestran 1) una mayor aptitud promedio para la pesca en la UGA GU-03; 2) una mayor aptitud promedio para la

¹ Para tal efecto se emplea la técnica denominada “residuales de Gower”; ver Bojórquez-Tapia, et al., 2001.

conservación en la GU-04; 3) una aptitud prácticamente igual en la GU-05; 4) que la aptitud promedio máxima para la conservación (0.6) es menor que la de la pesca (0.8); 5) que la aptitud promedio para la conservación aumenta y para la pesca permanece igual al pasar de la UGA GU-03(a) a la GU-03(b); 6) la aptitud promedio es más baja para los dos sectores en la UGA-05.

Con respecto a la aptitud relativa, los resultados permiten distinguir más claramente las diferencias de aptitud entre los dos sectores. Si bien en la UGA GU-03 la aptitud relativa es una mayor para la pesca, la diferencia con la aptitud relativa para la conservación es más grande en la GU-03(a) que en la GU-03(b). Este resultado refleja el incremento de la aptitud para la conservación, mientras que la aptitud para la pesca permanece constante. En la UGA GU-04, se presenta la mayor diferencia entre las aptitudes relativas debido, principalmente, a la marcada disminución de la aptitud promedio para la pesca. En la UGA GU-05, la aptitud relativa para la conservación es mayor que para la pesca, debido a que la diferencia con respecto a la aptitud promedio es menor en el primer caso que en el segundo.

Índice de asimetría

El índice de asimetría sirve para diferenciar la severidad del conflicto entre dos sectores. El índice mide la proporción en la que una categoría de aptitud de un sector está contenida dentro de una categoría de otro sector. Se basa en el postulado teórico de que el mayor conflicto ambiental con respecto a un determinado sector ocurre cuando toda el área que es apta para sus actividades está incluida dentro del área apta para otro sector cuyas actividades son incompatibles con el primero.

Matemáticamente, la asimetría equivale a la intersección o grado de sobreposición de dos categorías de aptitud entre dos sectores con respecto a una categoría de aptitud de uno de los sectores. Operativamente, la asimetría es el cociente de la extensión de la sobreposición entre dos categorías de aptitud de sendos sectores sobre la extensión de una categoría de aptitud de uno de ellos. Por ejemplo, si la sobreposición de las categorías alta para el sector *A* y muy alta para el sector *B* es de 10 km² y si la superficie de la categoría alta para *A* es de 20 km², el índice de asimetría para *A* será 10/20=0.50, en tanto que si la superficie de la categoría muy alta para *B* es de 500 km², el índice de asimetría será 10/500=0.02; esto es, la severidad será veinticinco veces mayor para *A* que para *B*. En otras palabras, se podría inferir que el conflicto afecta más a *A* que a *B*, dado que involucraría 50% de la extensión de la categoría alta para *A* y el 2% de la extensión de la categoría muy alta para *B*.

Con respecto al sector *A*, este índice se obtiene de la siguiente manera:

$$C_{ij}^A = \left(\frac{A_i \cap B_j}{A_i} \right) \times 100,$$

donde C_{ij}^A es el índice de severidad sectorial bruta o asimetría del conflicto ambiental con respecto al sector A para las categorías i y j .

El denominador de este índice se calcula como sigue: $A_i = \sum_i' A_i \cap B_j$

Con respecto al sector B , este índice se calcula como sigue:

$$C_{ij}^B = \left(\frac{A_i \cap B_j}{B_i} \right) \times 100,$$

donde C_{ij}^B es el índice de severidad sectorial bruta o asimetría del conflicto ambiental con respecto al sector B para las categorías i y j .

El denominador de este índice se calcula como sigue: $B_j = \sum_j' A_i \cap B_j$.

Con respecto a la conservación, la figura 8 (arriba) muestra que: 1) toda la superficie de aptitud muy baja para conservación coincide con zonas de aptitud muy alta para pesca; 2) prácticamente toda la superficie de aptitud moderada para conservación coincide con zonas de aptitud alta para pesca; y 3) alrededor del 50% de la superficie de las demás categorías de aptitud para conservación coinciden con zonas de aptitud alta y muy alta para pesca. Con respecto a la pesca, la figura 8 muestra que: 1) dos terceras partes de la superficie de aptitud alta para la pesca coinciden con la superficie sumada de las zonas de aptitud moderada y alta de conservación, y 2) casi tres cuartas partes de la superficie de aptitud muy alta para pesca coincide con la superficie sumada de las zonas de aptitud alta y muy alta para la conservación.

Geográficamente (figura 8, abajo), el índice de asimetría expone las diferencias de la severidad del conflictos entre las tres UGA:

- En la UGA GU-03, en su porción más próxima a tierra firme, el conflicto involucra la sobreposición de muy alta aptitud para la pesca y alta aptitud para la conservación; en esta área, el índice de asimetría muestra que la afectación es mayor para la pesca que para la conservación. En su porción más alejada de tierra firme, el conflicto involucra la sobreposición de zonas de muy alta aptitud para los dos sectores; en esta área, el índice de asimetría muestra que la afectación es mayor para la conservación que para la pesca.

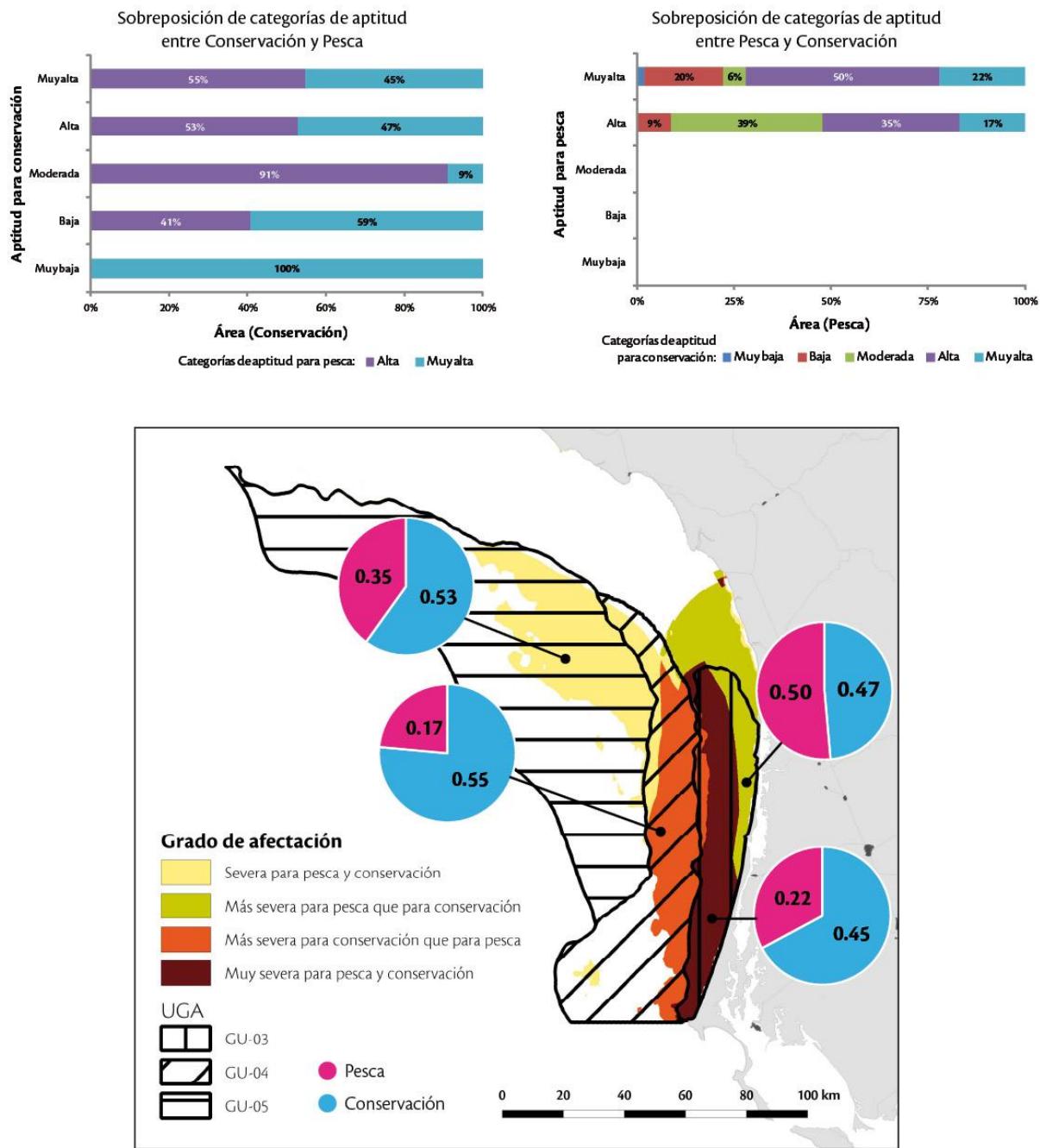


Figura 8. Grado de sobreposición en el Golfo de Ulloa entre (a) categorías de aptitud de los dos sectores (arriba); y (b) índice de asimetría y grado de afectación para cada UGA (abajo)—los números dentro de cada círculo corresponden al grado de sobreposición entre categorías de aptitud, por lo que no necesariamente suman 1

- En la UGA GU-04, el conflicto involucra la sobreposición de zonas de alta aptitud para la pesca y zonas de muy alta aptitud para conservación; el índice de asimetría muestra que la afectación es considerablemente mayor para la conservación.
- En la UGA GU-05, el conflicto involucra la sobreposición de zonas de aptitud alta para los dos sectores; el índice de asimetría muestra que la afectación es mayor para la conservación.

Estos resultados indican que la aplicación de instrumentos de política pública para restringir la captura incidental de tortuga amarilla deben aplicarse en las UGA GU-04 y GU-05, así como en la porción más alejada de tierra firme de la GU-03. Por el contrario, los resultados no justifican la aplicación de dichos instrumentos en la porción más cercana a tierra firme de la UGA GU-03.

Simulación dinámica

Conforme al reglamento federal en materia de ordenamiento ecológico, la etapa de pronóstico tiene como propósito examinar la evolución de los conflictos ambientales en el territorio. En el caso del Golfo de Ulloa, la evolución del conflicto ambiental entre la pesca costera demersal con red de enmalle y la protección de la tortuga amarilla se aborda con respecto al efecto de la captura incidental sobre el fenómeno de agregación de tortugas juveniles en la región. Para tal fin, se desarrolló un modelo de simulación dinámica siguiendo un proceso colaborativo; esto es, con la participación de representantes de las cooperativas pesqueras, organizaciones de la sociedad civil y la academia. Cabe señalar que el modelo no tiene como propósito la estimación de parámetros pesqueros, sino la simulación de escenarios a partir de datos de la literatura científica, expertos y representantes sectoriales sectores

Los resultados sugieren que existe un nivel de captura incidental a partir del cual el riesgo para la población de juveniles de tortuga amarilla en el Golfo de Ulloa resulta inaceptable —este nivel de riesgo equivale a la captura incidental de 200 individuos por año en toda la región.

El modelo de simulación se fundamenta en los siguientes 5 axiomas:

1. La pesca costera demersal con redes de enmalle ocasiona la captura incidental de tortuga amarilla en el Golfo de Ulloa.
2. Existe una probabilidad de captura incidental de tortuga amarilla por viaje que realiza una embarcación dedicada a la pesca costera demersal con red de enmalle.
3. Existe una capacidad de carga para la población de tortuga amarilla en el Golfo de Ulloa.
4. La tasa intrínseca de crecimiento de la tortuga amarilla incorpora la natalidad, mortalidad, inmigración y emigración.

5. La captura incidental de tortuga amarilla es un factor de mortalidad adicional a otras causas de mortalidad, ya sea naturales o no.

De estos axiomas, se desprenden tres teoremas generales:

1. El crecimiento en el número de viajes de una embarcación dedicada a la pesca costera demersal con red de enmalle suscita un aumento en la probabilidad de captura incidental de tortugas amarillas (axiomas 1 y 2).
2. Un incremento en la probabilidad de captura incidental de tortugas amarillas ocasiona un incremento en el número de muertes de tortugas amarillas (axioma 5; teorema 1).
3. Un incremento en la muerte de tortugas amarillas mayor al crecimiento del tamaño de la población, aumenta el riesgo de extinción de la población de juveniles de tortuga amarilla en el Golfo de Ulloa y, en el último de los casos, de la especie en general (axiomas 3 y 4; teorema 2).

Estructura del modelo

El modelo de simulación relaciona el número de individuos de tortuga amarilla que mueren atrapados en las redes enmalle de la pesca costera demersal (captura incidental) con el tamaño de la población de tortugas juveniles, el esfuerzo pesquero y la probabilidad de captura (figura 9). El modelo se basa en el hecho de que la captura incidental será mayor en la medida en que aumenten el esfuerzo pesquero, la probabilidad de captura incidental y el tamaño de la población de juveniles de tortuga amarilla que se agrega en el Golfo de Ulloa durante el período de mayo a agosto. La probabilidad de captura incidental se mide a través del “coeficiente de capturabilidad” —el cual se obtiene a partir de datos empíricos sobre el total de embarcaciones, el número de viajes que realiza cada embarcación, el número de individuos que captura una embarcación en cada temporada y la población de juveniles de tortuga amarilla. El tamaño de población se calcula al restar la mortalidad inducida por captura incidental del total de individuos que persisten en cada unidad de tiempo.

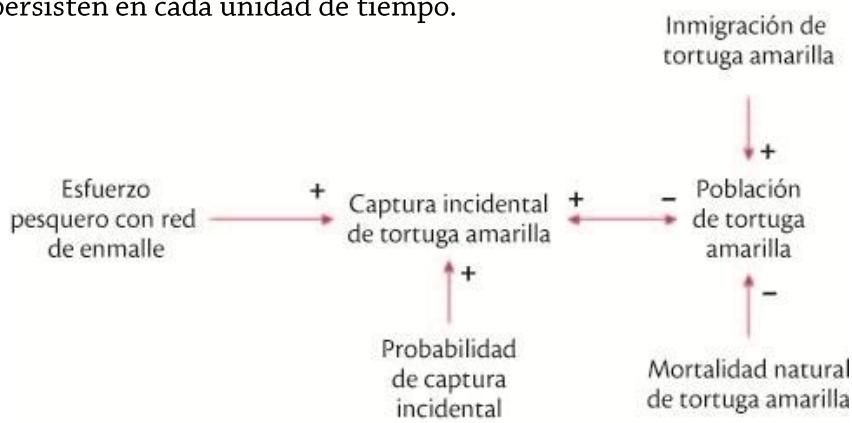


Figura 9. Diagrama de flujo de la captura incidental de tortuga amarilla por la pesca costera demersal con red de enmalle

El cambio del tamaño de la población de juveniles de tortuga amarilla se simula a través del modelo logístico de crecimiento poblacional:

$$\frac{dB}{dt} = rB_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) \quad (1)$$

donde r es la tasa de crecimiento poblacional, B_t es la población en el tiempo t y K es la capacidad de carga o número de máximo de individuos que puede soportar en el Golfo de Ulloa.

El modelo logístico supone que r es igual a la substracción de las tasas de natalidad y mortalidad ($r = b - m$). Supone, además, que r es proporcional a la población y los recursos disponibles en una región. El término entre paréntesis modela los factores que limitan el crecimiento poblacional y la competencia por recursos disponibles. Así, cuando B_t es cercana a cero, r tiende al valor de la tasa intrínseca de crecimiento poblacional, pero cuando B_t es cercano a K , r tiende a cero. De este modo, r representa la diferencia entre el número de individuos que inmigran y el número de individuos que mueren por causas distintas a la captura incidental por unidad de tiempo.

La captura incidental se incorpora al modelo como un factor adicional a las otras causas de mortalidad que están representadas en r . Partiendo de Schaefer (1954), se supone que la captura incidental es proporcional a la fracción de la población extraída por una unidad de esfuerzo pesquero. Así, las condiciones iniciales de la simulación son:

$$c_0 = q_0 f_0 B_0 \quad (2)$$

donde c_0 es la captura incidental, q_0 es el coeficiente de capturabilidad y f_0 es el esfuerzo de pesca al inicio de la simulación.

El esfuerzo pesquero es igual a $f_0 = e_0 v_0$, donde e_0 y v_0 son el número de embarcaciones y el número de viajes por embarcación por temporada, respectivamente. A partir de la ecuación (2), consecuentemente, es posible estimar q_0 para diferentes niveles de captura incidental (o número de individuos), ya que tanto f_0 como B_0 se determinan empíricamente. De este modo, el valor de q_0 para un número máximo de individuos (n) que hipotéticamente se capturan incidentalmente (c_0) es igual a:

$$q_0 = \frac{c_0}{f_0 B_0} \quad \text{para } c_0 = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Así, el número de individuos capturados incidentalmente en una temporada (c_t) se obtiene substituyendo en la ecuación (2) el tamaño poblacional en cada tiempo de simulación (B_t):

$$c_t = q_0 f_0 B_t \quad (4)$$

Dado que el esfuerzo pesquero puede variar en diferentes temporadas de pesca, una opción de simulación adicional consiste en variar aleatoriamente el número de embarcaciones y el número de viajes por embarcación que ocurren en cada temporada. De las ecuaciones (2) a (4), entonces, se desprende que el esfuerzo pesquero en cada temporada (t) es igual a $f_t = e_t v_t$. De ahí que:

$$q_t = \frac{c_0}{f_t B_t} \quad (5)$$

y

$$c_t = q_t f_t B_t \quad (6)$$

De este modo, al considerar la captura incidental como un factor adicional de mortalidad, la ecuación (1) se modifica de la siguiente manera:

$$\frac{dB}{dt} = rB_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - c_t \quad (7)$$

lo que es igual a:

$$\frac{dB}{dt} = rB_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - q_0 f_0 B_t \quad (8)$$

o alternativamente:

$$\frac{dB}{dt} = rB_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - q_t f_t B_t \quad (9)$$

Datos

Tamaño inicial de población.- Seminoff et al. (2006) estiman un total de 5,000 a 15,000 individuos como resultado de inventarios realizados en el 2005. Peckham et al. (2008) sugiere que, debido a que una tortuga amarilla pasa del 50% al 80% del tiempo en la superficie, estas estimaciones deben multiplicarse por un factor entre 1.4 y 2, lo que da como resultado estimaciones de 7,000 a 30,000 individuos. Seminoff et al. (en preparación) reporta un promedio de 43,000 individuos al año de 2005 a 2007.

Capacidad de carga.- Se consideran dos niveles de capacidad de carga a partir de las estimaciones de Seminoff et al. (2006) y Peckham et al. (2008) —que implica $K = 30000$ — y Seminoff et al. (en preparación) —que implica $K = 43000$

Tasa de crecimiento.- Conant, et al. (2009) reportan una tasa máxima de crecimiento de población del 10% anual para las nueve poblaciones de tortuga amarilla del mundo.² Estos mismos autores utilizan una tasa de crecimiento anual del 5% para estimar el riesgo de extinción y grado de amenaza antropogénica para adultos, juveniles y crías de tortuga amarilla.

Número de viajes.- El número de viajes realizados por embarcación durante una temporada se estima entre 10 y 30, de acuerdo a lo reportado por los representantes de las cooperativas pesqueras de Puerto Adolfo López Mateos en el "Taller de Presentación de Avances del POEMRPN del 6 de junio de 2013.

Número de embarcaciones.- El número total de embarcaciones dedicadas a la pesca costera demersal con red de enmalle en Puerto Adolfo López Mateos varía de 20 a 117 unidades según la fuente de información (tabla 1). De acuerdo a lo reportado por los representantes del sector, el número máximo incluye tanto las embarcaciones que realizan aprovechamiento pesquero con permiso, como aquellas que lo hacen sin él. Una segunda fuente de datos es el registro del programa de sustitución de artes de pesca apoyado a través del Programa de Empleo Temporal (SEMARNAT, 2013) y que abarca todas localidades pesqueras del Golfo de Ulloa (tabla 2). Los datos de número de embarcaciones suponen no sólo el esfuerzo de pesca sino también el “poder de pesca” que representa una embarcación (el poder de pesca se entiende como la capacidad de captura adicional que le confiere a una embarcación el llevar más artes de pesca que las autorizadas en cada viaje).

² Los segmentos de población de tortuga amarilla referidos en el estudio de Conant et al. (2009) consisten en aquella que se distribuye en el Océano Pacífico Norte, Océano Pacífico Sur, Océano Índico Norte, Océano Indo-Pacífico Sureste, Océano Índico Suroeste, Océano Atlántico Noroeste, Océano Atlántico Noreste, Mar Mediterráneo y Océano Atlántico Sur.

Tabla 1. Número de embarcaciones dedicadas a la pesca costera demersal con red de enmalle provenientes de Puerto Adolfo López Mateos

Embarcaciones	Año	Fuente
117	2010	Ramírez et al., 2010
20 a 100	2011	Grupo Tortuguero de las Californias, comunicación personal, 17 de mayo de 2013
75	2005	Peckham et al., 2007 y Peckham et al., 2008
91	2012	Representantes de cooperativas pesqueras, comunicación personal, Taller de presentación de avances del POEMRPN en Puerto Adolfo López Mateos, 6 de junio de 2013

Tabla 2. Número de embarcaciones con permiso de pesca de escama que operan en el Golfo de Ulloa

Localidades	Número de embarcaciones
La Poza Grande	24
Las Barrancas	85
Puerto Adolfo López Mateos	144
San Juanico	45
Santo Domingo	32
Total	330

Fuente: SEMARNAT, 2013

Captura incidental.- La estimación de captura incidental por embarcación por temporada varía diametralmente dependiendo si la fuente proviene de la literatura especializada o lo que reportan los representantes del sector pesquero(tabla 3).

Tabla 3. Número de tortugas capturadas por embarcación dedicada a la pesca costera demersal con red de enmalle en una temporada

Tortugas capturadas	Periodo de medición	Fuente
80±129*	Una temporada de 100 días	Peckham et al., 2007 y Peckham et al. 2008
1 a 2	2011	Representantes de cooperativas pesqueras, comunicación personal, Taller de presentación de avances del POEMRPN en Puerto Adolfo López Mateos, 6 de junio de 2013

* Todas las capturas incidentales observadas por Peckham et al., (2007 y 2008) de 2005 a 2007 se llevaron a cabo en profundidades mayores a 32 m. Estos estudios calculan que en profundidades entre 32 y 45 m la captura incidental por cada viaje de una embarcación es de 0.8±1.29 tortugas amarillas, resultado obtenido de dividir 28 tortugas capturadas en 35 viajes en estas zonas. Con estas estimaciones, el número de tortugas capturadas por embarcación es de 80±129, por una temporada con 100 viajes.

Coeficiente de capturabilidad.- El coeficiente de capturabilidad estandariza la captura incidental en individuos por unidad de esfuerzo pesquero y la asocia a cierto tamaño poblacional inicial. Una primera opción es calcular q_0 mediante la aplicación de la ecuación (3). Ello implica la selección aleatoria de c_0 , f_0 y B_0 al inicio de la simulación, dando como resultado un valor q_0 constante para un escenario en particular. La figura (10a) ilustra el conjunto finito de valores constante de q_0 que se obtienen para diferentes valores de B_0 y c_0 .

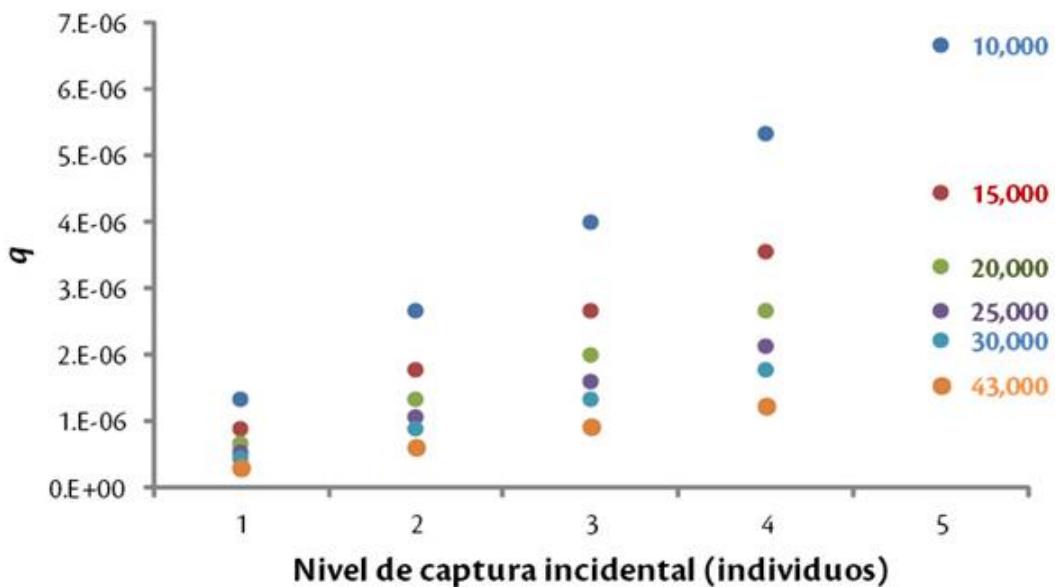


Figura 10a. Conjunto finito de valores de coeficiente de capturabilidad respecto al tamaño poblacional de juveniles de tortuga amarilla del Golfo de Ulloa

$$(f_0 = e_0 v_0 = (117)(3 \text{ meses} \times 25 \text{ viajes}) = 8775; c_0 = \{1, 2, 3, 4, 5\}; B_0 = \{10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 43000\})$$

Alternativamente, una segunda opción de simulación es utilizar la ecuación (5) para permitir la variación aleatoria del esfuerzo pesquero en cada temporada (f_t) y se asociarlo al tamaño poblacional de tortuga amarilla que corresponda a esa temporada (B_t). La figura (10b) ilustra cómo el valor de q_0 aumenta al disminuir el tamaño poblacional, para diferentes niveles de captura incidental (c_0), considerando un $f_t = 8775$.

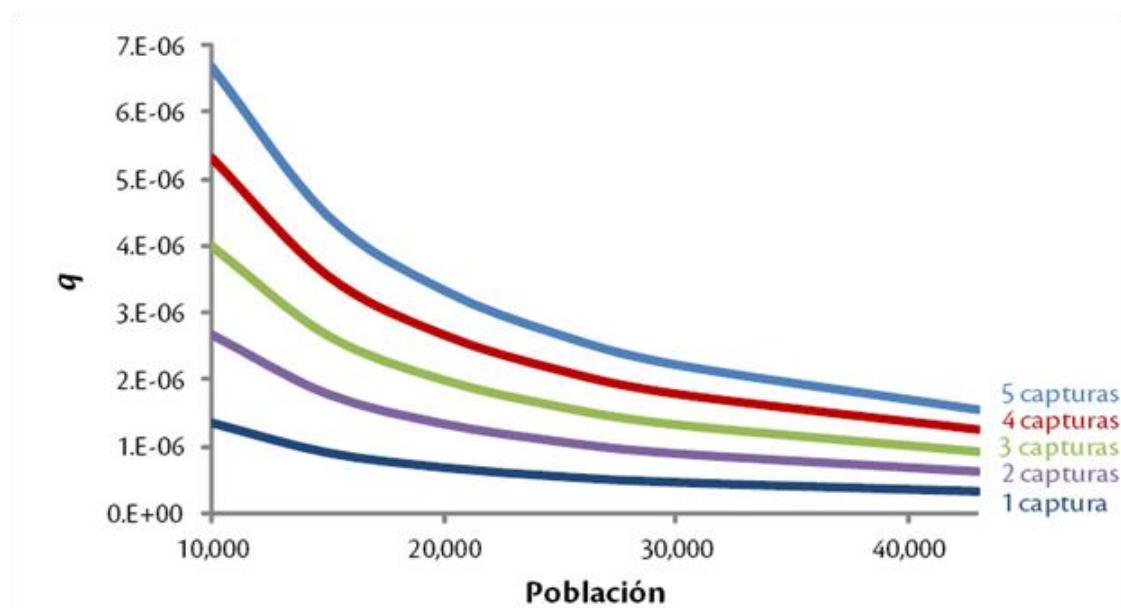


Figura 10b. Coeficiente de capturabilidad respecto al tamaño poblacional de juveniles de tortuga amarilla del Golfo de Ulloa

$$(f_0 = e_0 v_0 = (117)(3 \text{ meses} \times 25 \text{ viajes}) = 8775; c_0 = \{1, 2, 3, 4, 5\}; B_0 = \{10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 43000\})$$

La aplicación de la ecuación (5) presupone implícitamente la existencia de condiciones de hiperestabilidad (ver Hilborn and Walters 1992; Harley et al. 2001) en la interacción entre la pesca costera demersal con red de enmalle y la población de juveniles de tortuga amarilla. Ello implica que: (1) para un mismo nivel de captura incidental, q aumenta a medida que el tamaño poblacional disminuye (figura 10, arriba); y (2) para un mismo tamaño poblacional, q aumenta a medida que el nivel de captura incidental aumenta (figura 10, abajo)

La suposición de hiperestabilidad se justifica tanto por la aptitud de la región para la pesca costera demersal y la conservación, como por el comportamiento de agregación y forrajeo de la tortuga amarilla. Las UGA GU-03(b) y GU-04 no sólo presentan aptitudes muy altas para la pesca, sino que también son críticas como hábitat alimenticio de la tortuga amarilla. Así, es razonable suponer que en estas UGA de alto rendimiento pesquero se presenten agregaciones de tortuga amarilla de alta densidad, aún cuando la población en general tienda a declinar. Estas condiciones que típicamente generan hiperestabilidad se agravan por la conducta de forrajeo de la especie: Los pescados atrapados en las redes de enmalle funcionan como carnada no intencional que atrae a los juveniles de tortuga amarilla que finalmente quedan capturadas en el entrampado de las redes.

Resultados de la simulación

La simulación del cambio del tamaño poblacional de juveniles de tortuga amarilla en el Golfo de Ulloa se basa en el procedimiento denominado “simulación de Monte Carlo”. Éste implica elegir al azar los valores de aquellos datos con mayor incertidumbre y repetir el ejercicio de simulación hasta alcanzar resultados estadísticamente representativos. De esta forma, es posible representar la gama de posibles efectos de la captura incidental sobre dicha población a medida que transcurre el tiempo. Los resultados de la simulación se emplean para estimar el riesgo de que la población de juveniles de tortuga amarilla se reduzca con el tiempo, partiendo de un tiempo de simulación de 100 temporadas de pesca (o años; $t = 100$) y un total de 100,000 iteraciones en cada corrida.

Los datos elegidos al azar para la simulación incluyen la tasa de inmigración de juveniles de tortuga amarilla a la región, el tamaño inicial de la población, la captura incidental, el número total de embarcaciones, el número de meses por temporada y el número de salidas por mes. Con respecto al número de embarcaciones, los datos que se incorporan en la simulación suponen no sólo el esfuerzo de pesca sino también el “poder de pesca” que representa una embarcación (el poder de pesca se entiende como la capacidad de captura adicional que le confiere a una embarcación el llevar más artes de pesca que las autorizadas en cada viaje).

Conjunto de escenarios 1

El conjunto de escenarios 1 (tabla 4) se basa en las estimaciones de tamaño poblacional de Peckham et al. (2008) y la tasa de crecimiento poblacional que Conant et al. (2009) utilizan en la estimación del riesgo de extinción y grado de amenaza antropogénica de los diferentes segmentos de población de tortuga amarilla del mundo.

El resultado de la simulación basada en la ecuación (3) exhibe la gama de posibles cambios del tamaño de la población de tortuga amarilla con el tiempo. Como se observa en la figura (11), los resultados incluyen casos en los que la población disminuye ($B_{100} - B_0 < 0$) y como casos en los que ésta aumenta ($B_{100} - B_0 > 0$; por definición, $B_{100} - B_0 \approx 0$ si $B_0 = K = 30000$ y $c_t \rightarrow 0$). El cambio promedio para las diferentes B_0 (figura 12) revelan una tendencia de disminución de la población, siendo ésta más pronunciada en tanto mayor sea el número de embarcaciones (e_0). El tamaño promedio global de la población para todos los escenarios es $\bar{B}_0 \approx 20000$ (figura 13). La población promedio final varía dependiendo del nivel de captura incidental (c_0): Para $e_0 = 117$, la población promedio final disminuye a la mitad de su tamaño promedio inicial ($\bar{B}_{100} - \bar{B}_0 = -10000$) cuando $c_0 = 5$, a un quinto de su tamaño promedio inicial ($\bar{B}_{100} - \bar{B}_0 = -4000$) cuando $c_0 = 2$, y permanece prácticamente sin cambio cuando $c_0 = 1$ (figura 13).

Tabla 4. Datos para el conjunto de escenarios 1 de captura incidental de juveniles de tortuga amarilla por la pesca costera demersal con red de enmallaje en el Golfo de Ulloa

Variable	Valor Mínimo	Moda/Valor intermedio	Valor Máximo	Unidad de medición	Distribución
Población inicial	10000	15000 20000 25000	30000	Individuo	Uniforme discreta
Tasa de crecimiento intrínseca	0.005	0.010 0.025	0.05	adimensional	Triangular continua
Embarcación	40	60	117	Embarcación	Triangular continua
Temporada	1	1.5	3	Mes	Triangular continua
Viajes por embarcación por mes	15	20	25	viaje/embarcación/mes	Triangular continua
Captura por embarcación por temporada	1	2 3 4	5	Individuo	Uniforme discreta

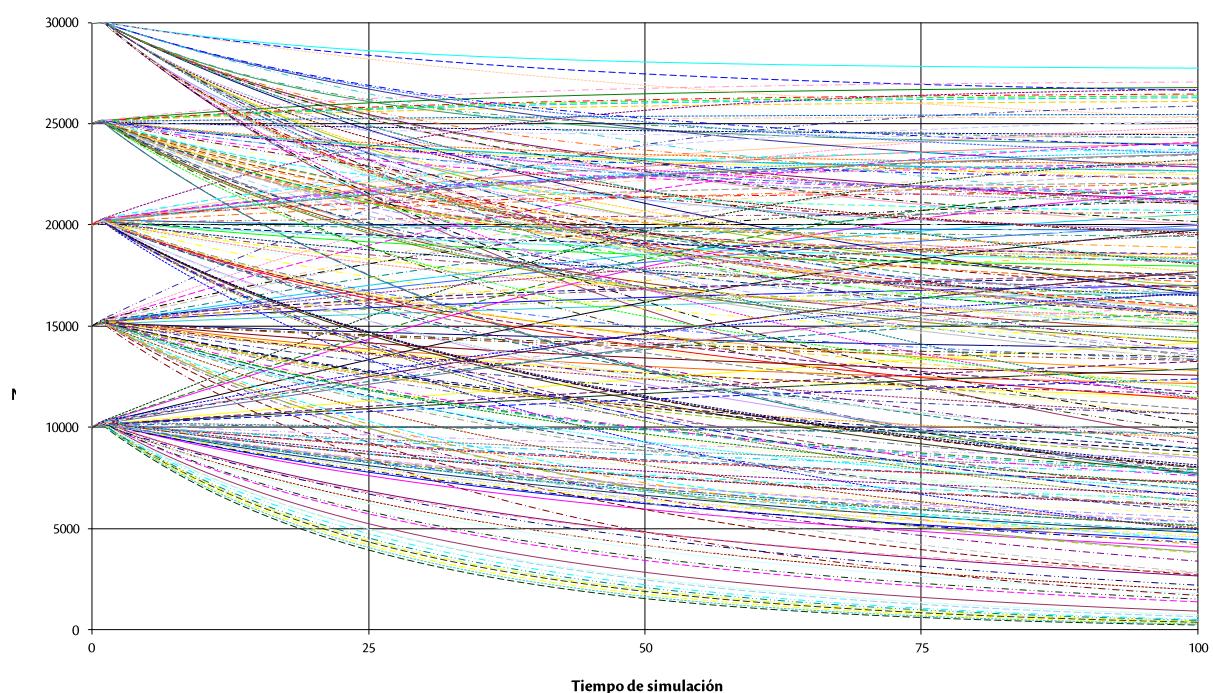


Figura 11. Cambio del tamaño de la población de juveniles de tortuga amarilla del Golfo de Ulloa respecto a la población inicial

$$(f_0 = e_0 v_0 = (117)(3 \text{ meses} \times 25 \text{ viajes}) = 8775; c_0 = \{1, 2, 3, 4, 5\}; B_0 = \{10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 43000\})$$

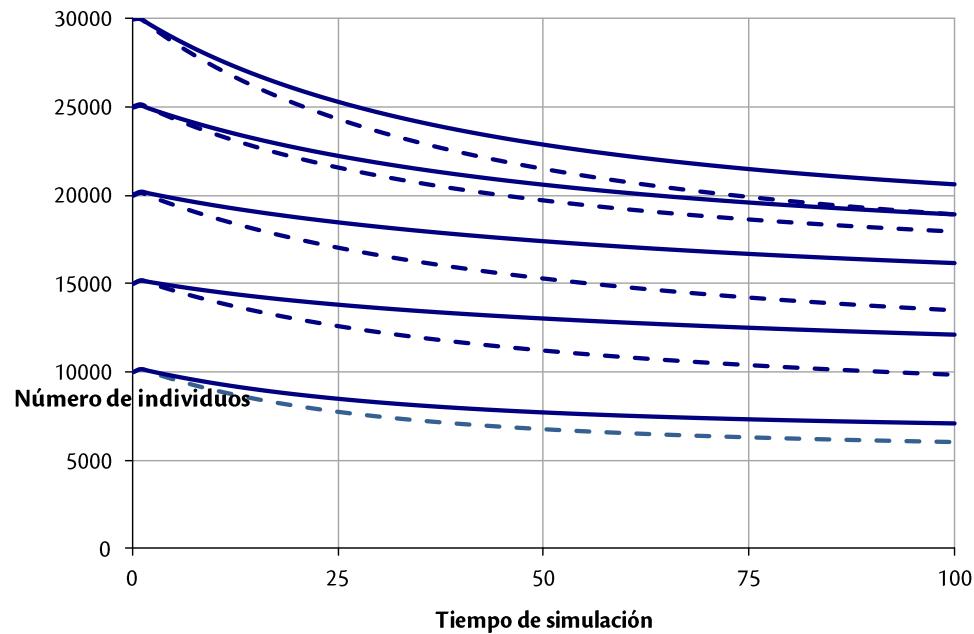


Figura 12. Cambio promedio del tamaño de la población de juveniles de tortuga amarilla del Golfo de Ulloa respecto a la población inicial

($c_0 = \{1,2,3,4,5\}; B_0 = \{10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 43000\}$)

(línea continua: $40 \leq e_0 \leq 90$; línea discontinua: $40 \leq e_0 \leq 117$)

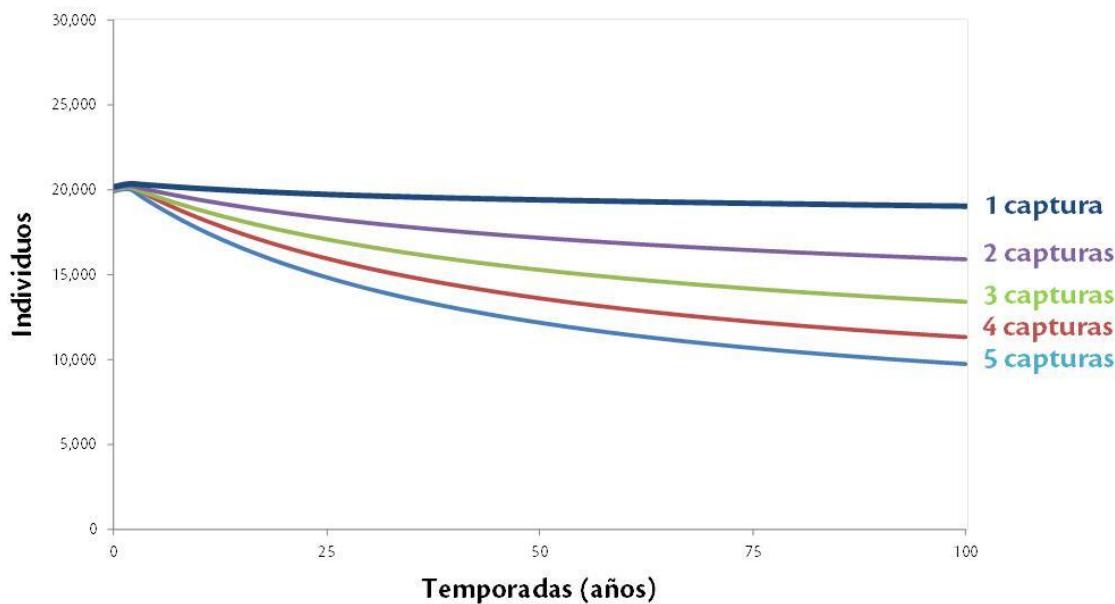


Figura 13. Cambio del tamaño promedio de la población de juveniles de tortuga amarilla del Golfo de Ulloa respecto al nivel de captura incidental

($40 \leq e_0 \leq 117; c_0 = \{1,2,3,4,5\}; B_0 = \{10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 43000\}$)

Una primera inferencia que se deriva del análisis es que, con un nivel de captura incidental relativamente bajo ($1 \leq c_0 \leq 5$), la población de juveniles de tortuga amarilla del Golfo de Ulloa tenderá a disminuir con el tiempo.

De esta primera conclusión surge la necesidad de examinar el grado de riesgo que implica la captura incidental para la viabilidad de la población de juveniles de tortuga amarilla en la región. Para ello, primero se examinan las tendencias del número total de capturas con respecto a diferentes niveles de captura incidental y, posteriormente, se estima el riesgo que representa la captura incidental en términos del porcentaje de pérdida de población de juveniles de tortuga amarilla.

La figura 14 muestra los resultados para una población inicial de 10,000 individuos (B_0^{10000}). Esta población inicial representa el peor escenario y, por lo tanto, incorpora el principio precautorio en la simulación. Si bien la captura incidental promedio por temporada (\bar{c}_t) tiende a un valor asintótico en $\bar{c}_t < 200$, la captura incidental máxima por temporada (c_t^{\max}) con $3 \leq c_0 \leq 4$ ($1000 < c_t^{\max} < 1400$;) tiende a duplicar la que se obtiene con $c_0 \leq 2$ ($400 < c_t^{\max} < 700$).

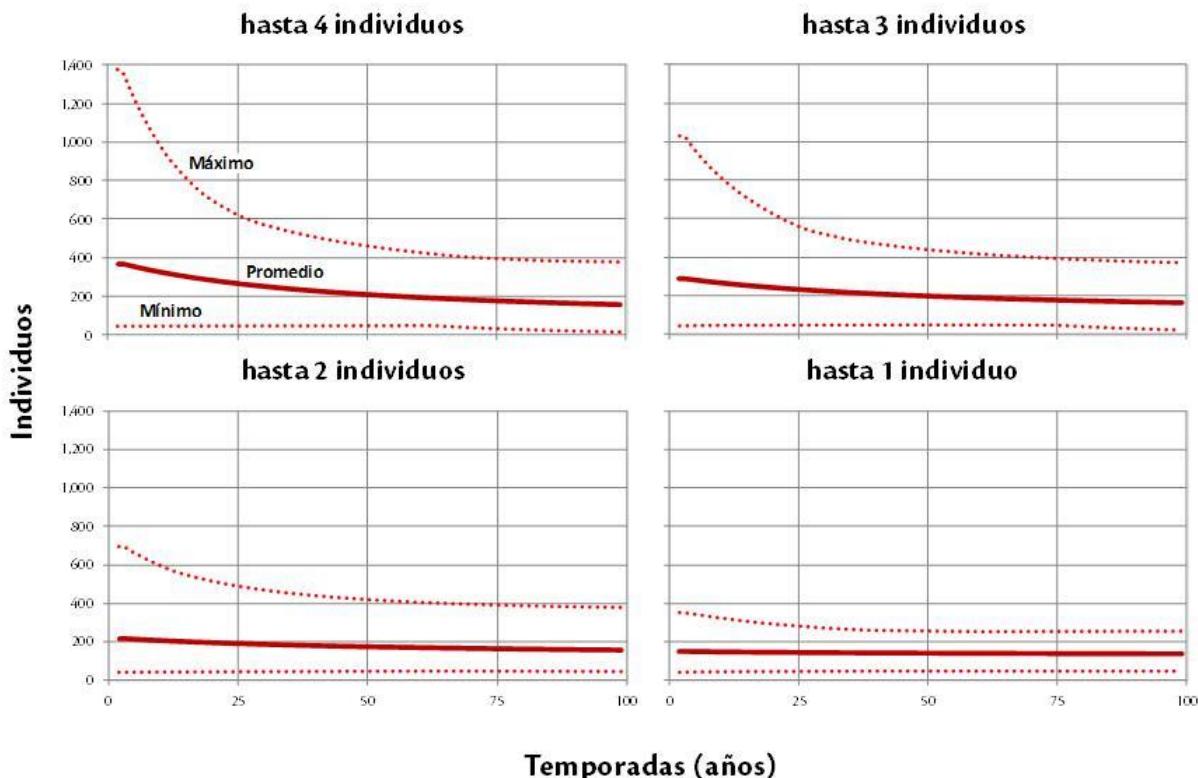


Figura 14. Cambio máximo, promedio y mínimo del número total individuos de tortuga amarilla del Golfo de Ulloa capturados incidentalmente

$$(40 \leq e_0 \leq 117; c_0 = \{1, 2, 3, 4, 5\}; B_0 = \{10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 43000\})$$

Los valores de captura incidental se traducen en niveles de riesgo de reducción del tamaño poblacional de la tortuga amarilla. La figura 15 muestra las probabilidades de reducciones en la población del 25, 50 y 75%. Para la población inicial promedio (\bar{B}_0), el riesgo en $t = 25$ es: (a) inaceptable ($p > 0.2$) cuando la reducción es del 25%, (b) alto ($0.1 < p \leq 0.2$) cuando es del 50% y $c_0 = 4$ y (c) aceptable ($p \leq 0.1$) cuando es del 50 al 75% y $c_0 \leq 3$; en $t = 100$ es: (a) inaceptable cuando $c_0 = 4$ o cuando la reducción es del 50% y $c_0 = 3$; y (b) alto cuando es del 50% y $c_0 = 2$. Para la menor población inicial promedio (B_0^{10000}), el riesgo en $t = 25$ es inaceptable cuando la reducción es del 25% y $c_0 = 4$; en $t = 100$, el riesgo es inaceptable cuando la reducción es del 25 al 50% y $c_0 \geq 3$, alto cuando es del 25% y $c_0 = 2$.

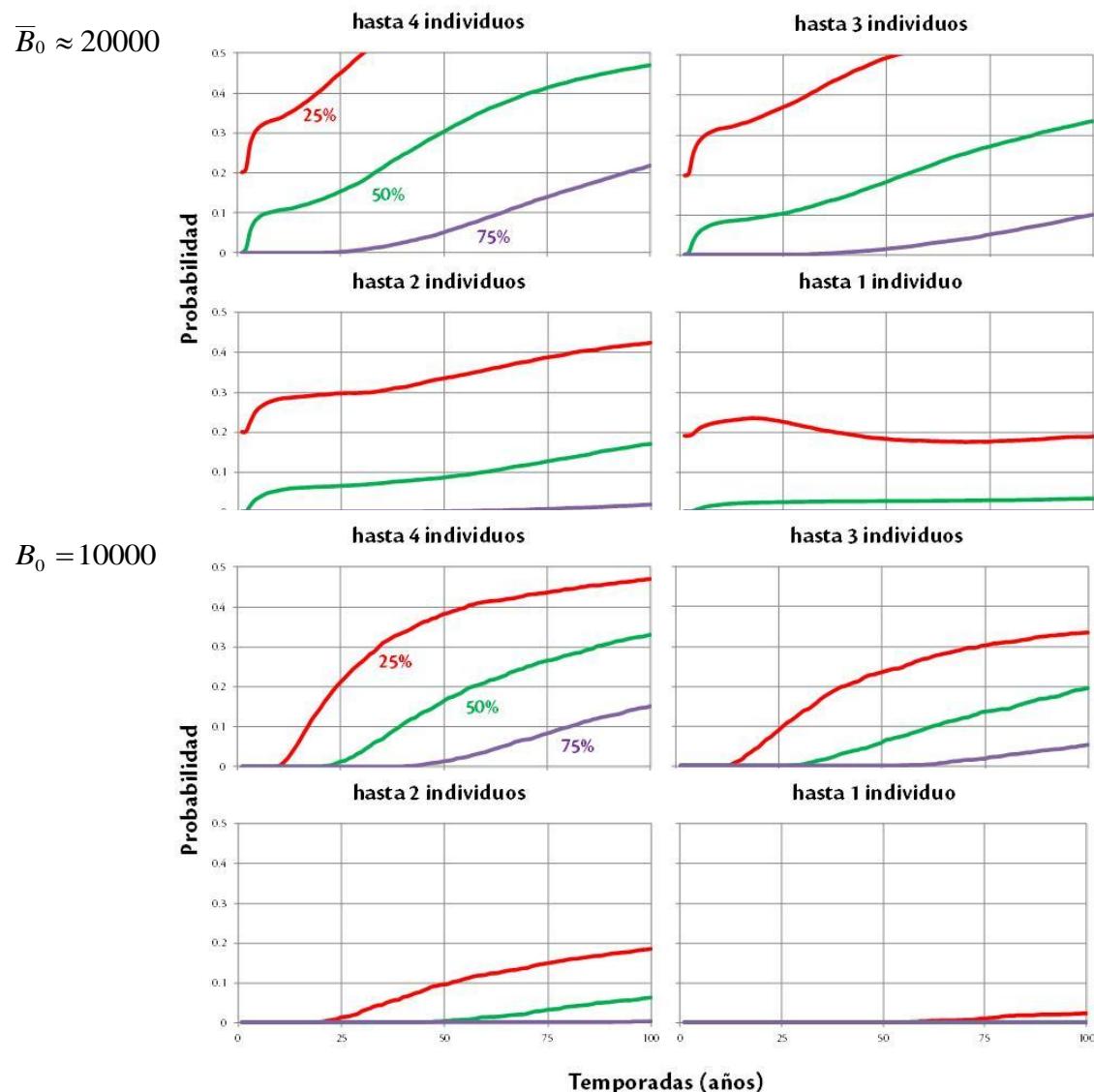


Figura 15. Riesgo de disminución de la población de juveniles de tortuga amarilla del Golfo de Ulloa
 $(40 \leq e_0 \leq 117; c_0 = \{1,2,3,4,5\}; B_0 = \{10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 43000\})$

Los resultados de la simulación suponiendo condiciones de hiperestabilidad (es decir, cuando se aplica la ecuación 5) toma en cuenta la agregación de individuos de tortuga amarilla en zonas de alta aptitud pesquera en el Golfo de Ulloa. De este modo, los resultados reflejan un incremento en la vulnerabilidad de la población juveniles de tortuga amarilla. Así, los resultados para B_0^{10000} predicen que la población se extingue ($B_t^{\min} = 0$) en $30 \leq t \leq 80$ con $2 \leq c_0 \leq 5$ (figura 16). Con respecto a la población inicial promedio ($\bar{B}_0 \approx 20000$), los resultados muestran que ésta se reduce con $3 \leq c_0 \leq 5$, permanece constante con $c_0 = 2$, y aumenta en 14% con $c_0 = 1$ —dicha reducción ($-7500 \leq \bar{B}_{100} - \bar{B}_0 \leq -2500$) es entre 25 y 30% menor de la que se obtiene cuando se aplica la ecuación 3. La figura 17 muestra el riesgo de que el tamaño poblacional se reduzca del 25 al 100%. En $t = 100$, este riesgo es: (1) de alto a inaceptable cuando la reducción es del 25 al 100% y $c_0 \geq 4$, (2) inaceptable cuando la reducción es del 25%, alto cuando es del 50% y aceptable cuando es del 75 al 100% y $c_0 = 3$, (3) alto cuando es del 25% y aceptable cuando es del 50 al 100% y $c_0 = 2$, y (4) aceptable cuando $c_0 = 1$.

Consecuentemente, los resultados bajo condiciones de hiperestabilidad corroboran la pertinencia de establecer el límite máximo de captura de 200 individuos por temporada para evitar el riesgo de extinción de la población. Esto se basa en que: (1) cuando el riesgo es de aceptable a alto ($c_0 \leq 2$), $72 \leq \bar{c}_t \leq 108$ y $117 \leq c_t^{\max} \leq 234$; y (2) cuando es de alto a inaceptable ($3 \leq c_0 \leq 5$), $171 \leq \bar{c}_t \leq 190$ y $350 \leq c_t^{\max} \leq 583$. Estos valores de \bar{c}_t y c_t^{\max} son entre 30 y 50% más bajos que aquellos obtenidos cuando no aplica dicha suposición.

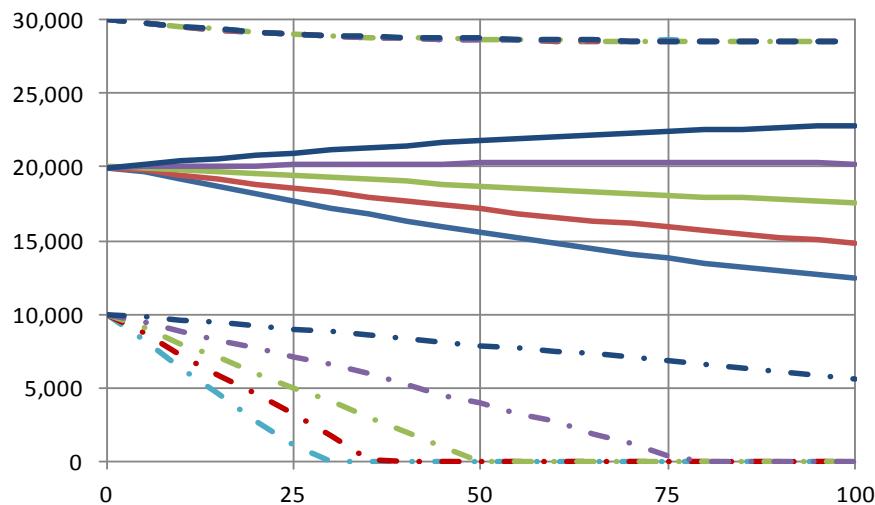


Figura 16. Cambio del tamaño promedio de la población de juveniles de tortuga amarilla del Golfo de Ulloa respecto al nivel de captura incidental, suponiendo condiciones de hiperestabilidad

$$(40 \leq e_0 \leq 117; c_0 = \{1, 2, 3, 4, 5\}; B_0 = \{10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 43000\})$$

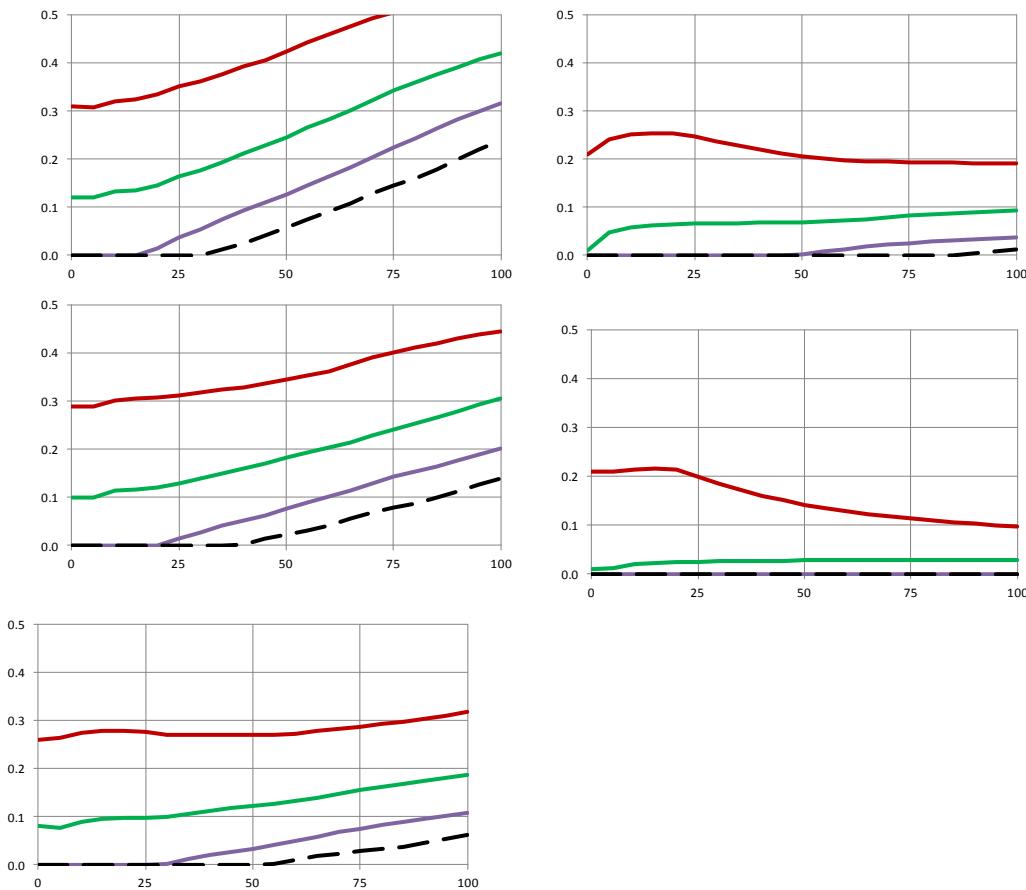


Figura 17. Riesgo (probabilidad) de disminución de la población de juveniles de tortuga amarilla del Golfo de Ulloa, suponiendo condiciones de hiperestabilidad en la interacción pesca costera demersal con red de enmalle - población de juveniles de tortuga amarilla en el Golfo de Ulloa

($40 \leq e_0 \leq 117$; $c_0 = \{1, 2, 3, 4, 5\}$; $B_0 = \{10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 43000\}$; $\bar{B}_0 \approx 20000$)

Conjunto de escenarios 2

En el conjunto de escenarios 2 (tabla 5) se considera el tamaño poblacional de tortuga amarilla más alto reportado a la fecha ($B_0 = 43000$; Seminoff *et al.*, en preparación), así como las tasa de crecimiento poblacional máxima estimada para todas las poblaciones de tortuga amarilla del mundo (Conant *et al.*, 2009). En este conjunto de escenarios, asimismo, se considera el número de embarcaciones con permiso de pesca de escama que operan en el Golfo de Ulloa. El propósito de utilizar estos datos (que representan las mejores condiciones de la población de tortuga amarilla) es contrastar los resultados de la simulación con aquellos basados en el conjunto de escenarios 1 (que representan las peores condiciones de la población de tortuga amarilla).

Tabla 5. Datos para el conjunto de escenarios 2 de captura incidental de juveniles de tortuga amarilla por la pesca costera demersal con red de enmallaje en el Golfo de Ulloa

Variable	Mínimo	Moda/Dato intermedio	Máximo	Unidad de medición	Distribución
Población inicial	10000	15000 25000 30000	43000	individuo	Uniforme discreta
Tasa de crecimiento intrínseca	0.005	0.025 0.050	0.1	sin unidad	Triangular continua
Embarcación	40	237	330	embarcación	Triangular continua
Temporada	1	2	4	mes	Triangular continua
Viajes por embarcación por mes	15	20	25	viaje/embarcación/mes	Triangular continua
Captura por embarcación por temporada	1	2 3 4	5	Individuo	Uniforme discreta

Un análisis completo de la captura incidental sobre la población de tortuga amarilla obliga a examinar los efectos del nivel de esfuerzo pesquero que existe en Puerto Adolfo López Mateos sobre la estimación del tamaño poblacional de juveniles de tortuga amarilla del conjunto de escenarios 2. Cuando se aplica la ecuación (2) con $40 \leq e_0 \leq 117$ (tabla 4), la población reducción promedio de tamaño poblacional que resulta es mayor que la capacidad de carga del conjunto de escenarios 1 ($\bar{B}_{100} > 30000$; figura 18, arriba): $4 \leq c_0 \leq 5$, $-8800 \leq \bar{B}_{100} - B_0 \leq -7450$; $2 \leq c_0 \leq 3$, $-6050 \leq \bar{B}_{100} - B_0 \leq -4600$. Con respecto al riesgo de una reducción de la población del 25% en $t = 100$ ($B_0 - \bar{B}_{100} \leq 32250$), el resultado es consistente con el límite máximo de captura de 200 individuos por temporada: inaceptable con $4 \leq c_0 \leq 5$ ($140 \leq \bar{c}_t \leq 210$; $350 \leq c_t^{\max} \leq 510$) y aceptable con $2 \leq c_0 \leq 3$ ($95 \leq \bar{c}_t \leq 145$; $205 \leq c_t^{\max} \leq 285$).

Cuando se aplica la ecuación (5) —que supone condiciones de hiperestabilidad ($40 \leq e_t \leq 117$; tabla 5)— la reducción promedio de tamaño poblacional que resulta no es significativamente diferente que la anterior (figura 18, abajo): con $3 \leq c_0 \leq 5$, $-7000 \leq \bar{B}_{100} - B_0 \leq -4350$. El riesgo de una reducción de la población del 25% en $t = 100$ es igualmente consistente con el límite de 200 individuos por temporada ($140 \leq \bar{c}_t \leq 220$; $350 \leq c_t^{\max} \leq 580$): de inaceptable a alto con $4 \leq c_0 \leq 5$ y aceptable con $c_0 \leq 3$. Hay que señalar, no obstante, que el tamaño poblacional mínimo con $c_0 = 5$ ($\bar{B}_{100}^{\min} \approx 10000$) es un 30% más bajo que cuando se aplica la ecuación (3).

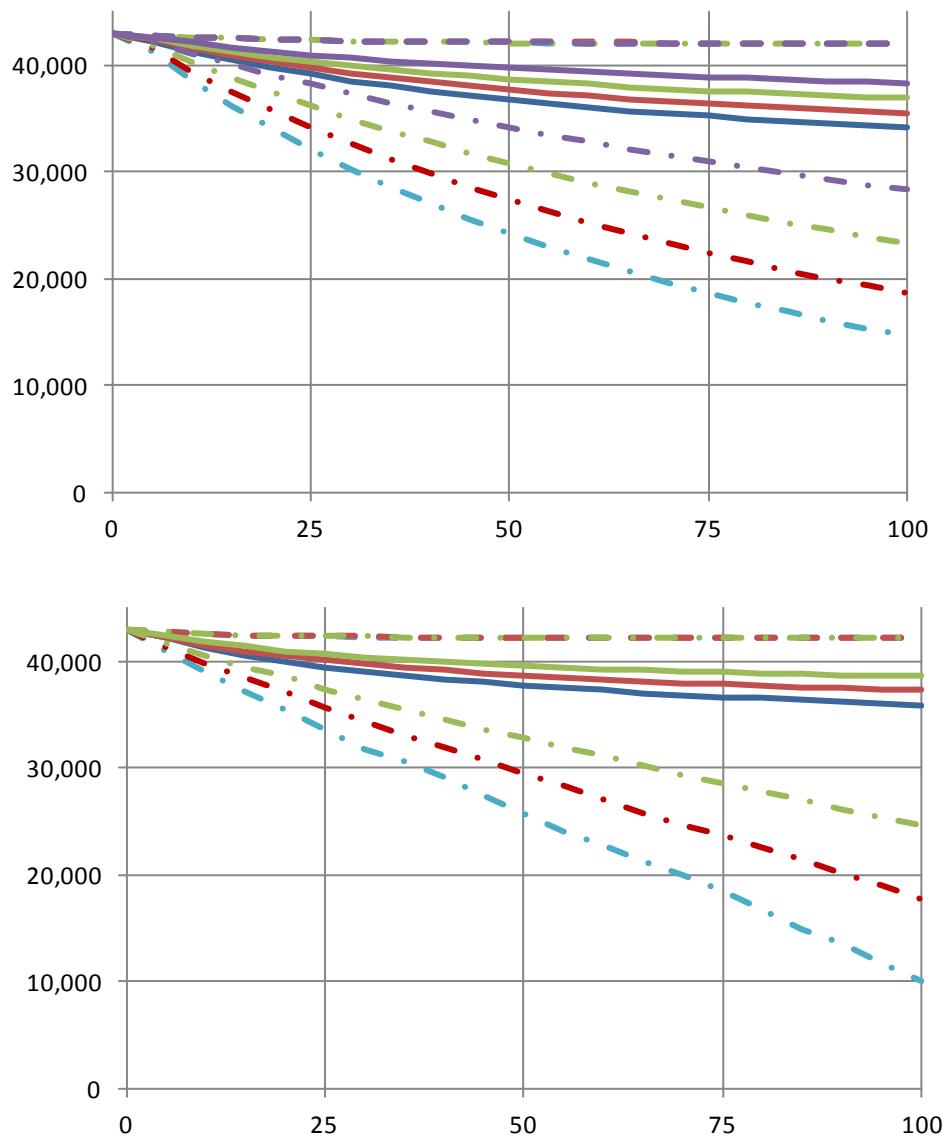


Figura 18. Cambio del tamaño promedio de la población de juveniles de tortuga amarilla del Golfo de Ulloa respecto al nivel de captura incidental, sin suponer condiciones de hiperestabilidad (arriba) y suponiendo condiciones de hiperestabilidad (abajo)

(línea continua = \overline{B}_t ; línea discontinua = \overline{B}_t^{\max} ; línea punto-guion = \overline{B}_t^{\min})

($40 \leq e_0 \leq 117$; $c_0 = \{1, 2, 3, 4, 5\}$; $B_0 = \{10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 43000\}$)

Los resultados del tamaño de población en $t=100$ con condiciones de hiperestabilidad muestran que la reducción de la población de tortuga amarilla conlleva un incremento significativo del riesgo de que esta especie se extinga localmente: cuando el tamaño de población inicial es relativamente pequeño ($B_0 = 10000$), se predice la extinción de la población ($\bar{B}_t^{\min} = 0$) con $2 \leq c_0 \leq 5$ (figura 16) y, cuando el tamaño de población inicial es relativamente grande ($B_0 = 43000$), se predice una considerable reducción de la población ($\bar{B}_{100}^{\min} \approx 10000$) con $c_0 = 5$ (figura 18).

Lo anterior hace necesario examinar los efectos de un esfuerzo pesquero que considere el número de embarcaciones en todo el Golfo de Ulloa ($40 \leq e_t \leq 330$, conforme al registro del programa de sustitución de artes de pesca; tabla 5) sobre el tamaño de población de tortuga amarilla más grande registrado a la fecha ($B_0 = 43000$).

Los resultados (figura 19) muestran que la reducción promedio del tamaño de población es del 40 al 60% de la población inicial ($-25000 \leq \bar{B}_{100} - B_0 \leq -16000$) con $3 \leq c_0 \leq 5$, en tanto que la reducción promedio es del 15 al 25% ($-10400 \leq \bar{B}_{100} - B_0 \leq -6250$) con $c_0 \leq 2$. Estas reducciones son casi tres veces mayores a las que se muestran en las figura 16 y 18. En cuanto a la población mínima en $t = 100$, los resultados indican que la reducción de la población es del 40 al 90% de la población inicial ($-38200 \leq \bar{B}_{100}^{\min} - B_0 \leq -18000$) con $c_0 \leq 2$ y del 100% con $3 \leq c_0 \leq 5$.

En otras palabras, con estos niveles de captura incidental, se predice que la extinción de la población de tortuga amarilla ($\bar{B}_t^{\min} = 0$) del mediano al largo plazo ($40 \leq t \leq 75$). Hay que destacar, asimismo, que el tamaño de población mínimo final que se predice con $c_0 \leq 2$ ($\bar{B}_{100} \approx 5000$) se puede catalogar como el de una población en riesgo de extinción extremadamente alto.

Con respecto al riesgo de extinción de la población de la tortuga amarilla (figura 20), los resultados de nuevo son consistentes con la noción de establecer el límite máximo de captura incidental en 200 individuos por temporada. El riesgo de extinción de la población de tortuga amarilla resulta inaceptable con $4 \leq c_0 \leq 5$ ($350 \leq \bar{c}_t \leq 610$; $1300 \leq c_t^{\max} \leq 1650$) y aceptable con $c_0 \leq 3$ ($200 \leq \bar{c}_t \leq 410$; $300 \leq c_t^{\max} \leq 1000$).

Por otra parte, el riesgo de reducción del 50% de la población es alto con $c_0 = 2$, que implica una captura incidental total superior a ese límite máximo ($\bar{c}_t = 305$), mientras que el riesgo de una reducción del 25% es también alto $c_0 = 1$, en cuyo caso la captura incidental se mantiene alrededor del límite máximo ($\bar{c}_t = 203$).

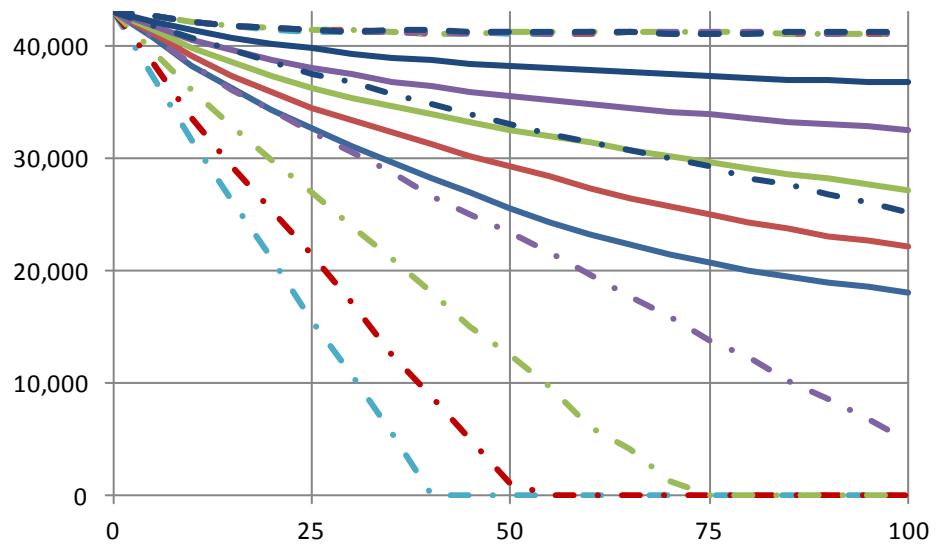


Figura 19. Cambio la población de juveniles de tortuga amarilla del Golfo de Ulloa suponiendo condiciones de hiperestabilidad

$$(40 \leq e_t \leq 330; c_0 = \{1, 2, 3, 4, 5\}; B_0 = 43000)$$

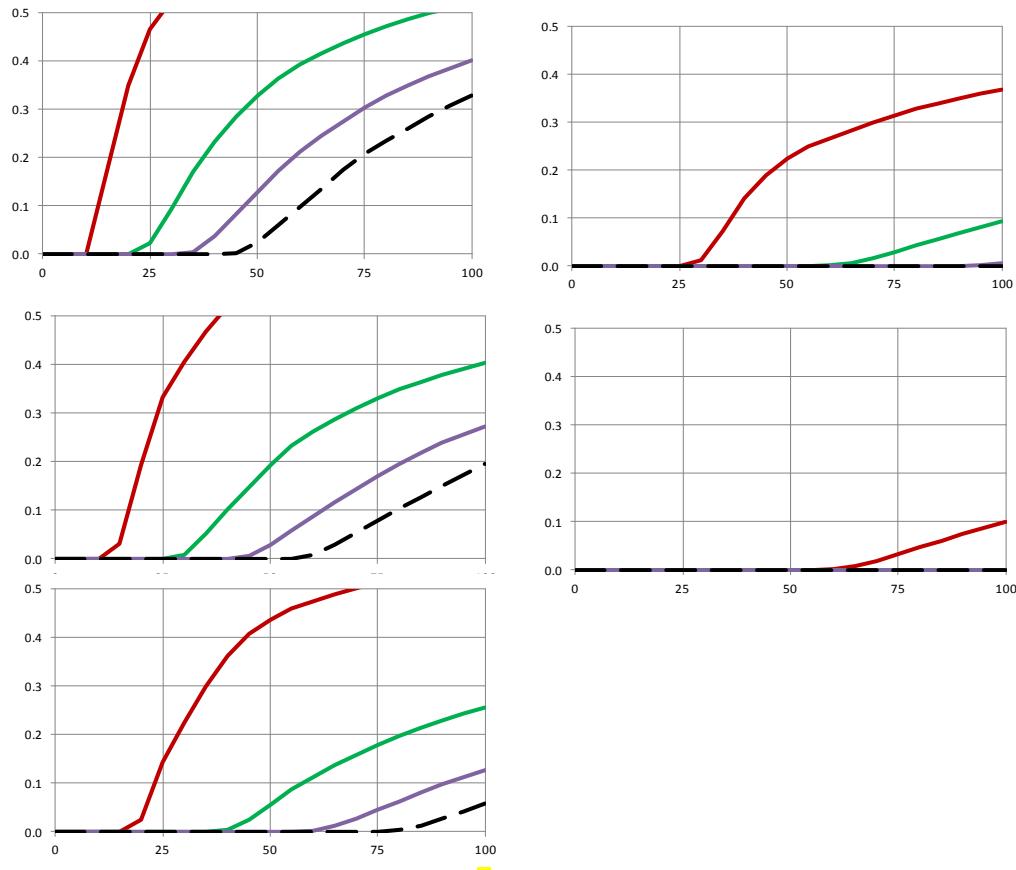


Figura 20. Riesgo de disminución de la población de juveniles de tortuga amarilla del Golfo de Ulloa, suponiendo condiciones de hiperestabilidad

$$(40 \leq e_t \leq 330; c_0 = \{1, 2, 3, 4, 5\}; B_0 = 43000)$$

Conclusiones

El conflicto entre los sectores de conservación y de pesca costera demersal con red de enmalle en el Golfo de Ulloa se examina a través de la combinación de modelo geoespacial con uno de simulación dinámica. Este último permite la estimación de la vulnerabilidad de la población de juveniles de tortuga amarilla en la región en términos de riesgo o probabilidad de reducción del tamaño poblacional en 100 años.

El modelo de modelación geoespacial precisa la ubicación de este conflicto en tres Unidades de Gestión Ambiental dentro del Golfo de Ulloa (GU-03, GU-04, y GU'05). Los resultados del índice de asimetría indican que la aplicación de instrumentos de política pública para restringir la captura incidental de tortuga amarilla deben aplicarse en las UGA GU-04 y GU-05, así como en la porción más alejada de tierra firme de la GU-03. Por el contrario, los resultados no justifican la aplicación de dichos instrumentos en la porción más cercana a tierra firme de la UGA GU-03.

Los resultados de la simulación dinámica indican que la captura incidental en el Golfo de Ulloa no debe superar un total de 200 individuos por temporada. Conforme al análisis de riesgo de reducción del tamaño poblacional de la tortuga amarilla, este límite es consistente con la aplicación del principio precautorio al que obligadamente tienen que atenerse las políticas de pesca sustentable y de protección de la biodiversidad.

Con base en los resultados anteriores, en el POERMPN se propone la adopción de restricciones diferenciadas por UGA, así un criterio de regulación ecológica general para el Golfo de Ulloa.

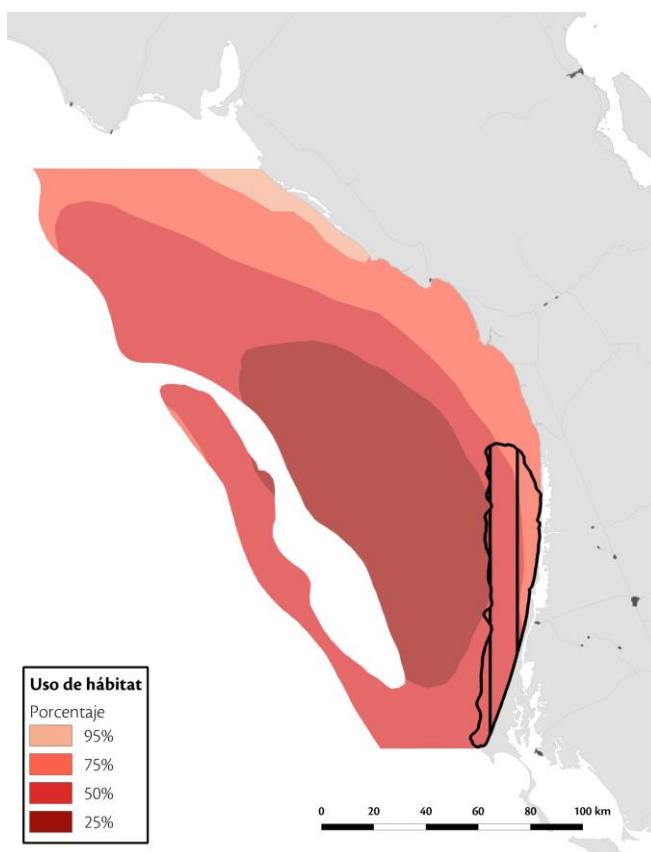
Propuesta

Criterio de regulación ecológica para el Golfo de Ulloa

La captura incidental total de tortuga amarilla en el Golfo de Ulloa no podrá sobrepasar 200 individuos por año. Al sobrepasarse este número, todas las actividades de aprovechamiento pesquero en las UGA GU-03 UGA GU-04 y UGA GU-05 deberán suspenderse hasta el siguiente año.

Motivación:

De sobrepasarse el límite máximo de captura incidental total por año, el riesgo de perder el 25% de la población de tortuga amarilla en el Golfo de Ulloa es inaceptable.

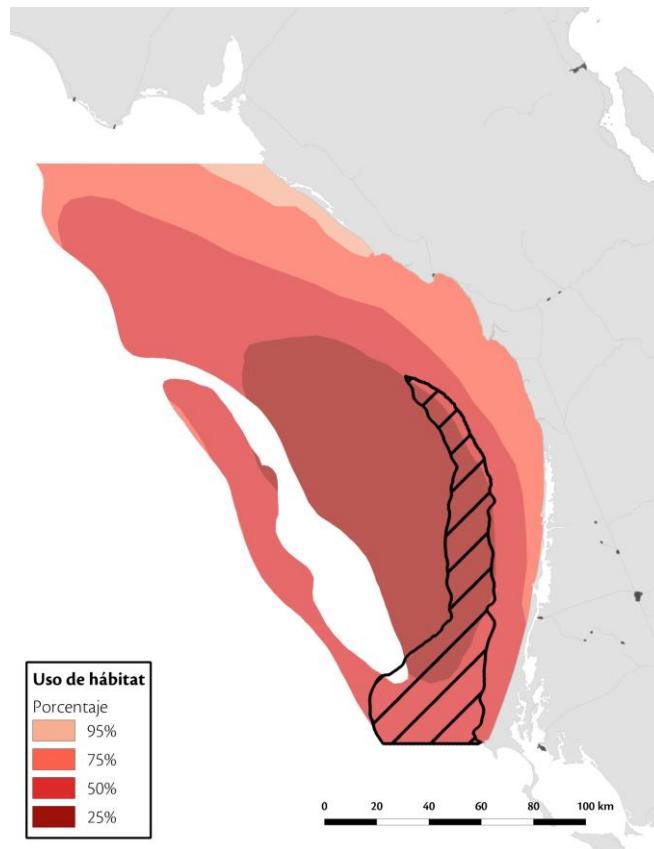
UGA GU-03

Lineamiento: Disminuir la tasa de mortalidad de las poblaciones de tortuga amarilla a través de un aprovechamiento pesquero sustentable.

Criterio de regulación ecológica: El aprovechamiento pesquero a profundidades mayores de 15 metros solo se permite con artes de pesca que no tengan captura incidental de tortuga amarilla, durante el periodo de máxima agregación (mayo-agosto).

Motivación:

- Las condiciones óptimas para la pesca costera demersal con red de enmalle se presentan en profundidades entre los 10 y 30 metros de profundidad.
- Abarca el 10% de la zona con buenas condiciones de hábitat para la tortuga amarilla, la cual coincide con profundidades mayores de 15 m.
- A pesar de que no abarca la zona con las mejores condiciones de hábitat para la tortuga amarilla, donde la probabilidad de captura es más alta, si abarca la zona con buenas condiciones de hábitat donde se han documentado capturas incidentales. Es por ello que se establece un umbral de 200 individuos capturados incidentalmente como máximo.
- La profundidad en el 25% de esta UGA es menor a 15 m.

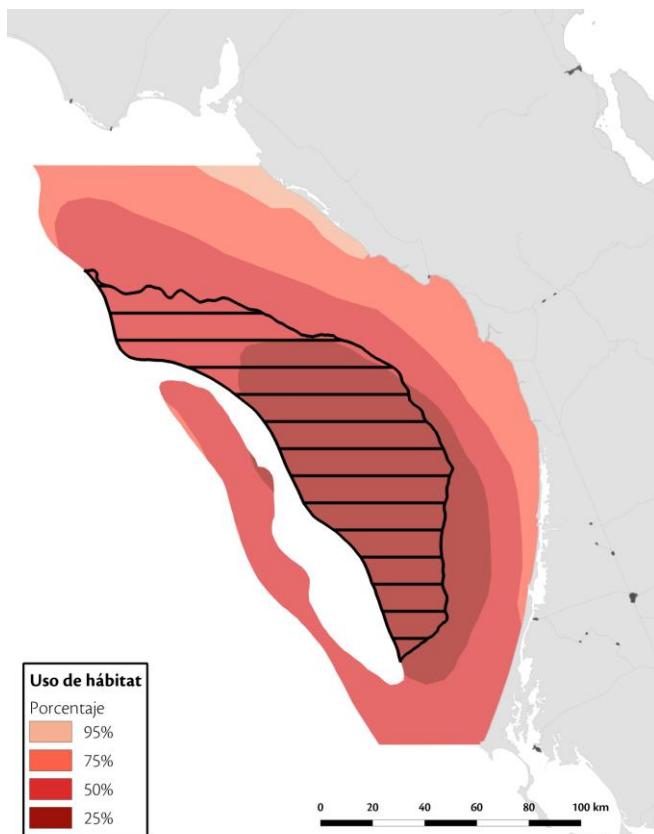
UGA GU-04

Lineamiento: Disminuir la tasa de mortalidad de las poblaciones de tortuga amarilla mediante la supresión de la captura incidental en las zonas de alta densidad, durante el periodo de máxima agregación.

Criterio de regulación ecológica: Durante el periodo de máxima agregación de tortuga amarilla (mayo-agosto) solo se permite el aprovechamiento pesquero con artes de pesca que no tengan captura incidental.

Motivación:

- Abarca el 18% de la zona con las mejores condiciones de hábitat para la tortuga amarilla.
- La profundidad en el 100% de esta UGA es mayor a 30 m.

UGA GU-05

Lineamiento: Preservar las condiciones ambientales que soportan una población mínima viable de tortuga amarilla.

Criterio de regulación ecológica: Solo se permite el aprovechamiento pesquero que no tenga captura incidental de tortuga amarilla.

Motivación:

- Abarca el 65% de la zona con las mejores condiciones de hábitat para la tortuga amarilla.
- La profundidad en el 100% de esta UGA es mayor a 30 m.

Lista de asistencia al primer taller de presentación de avances del POEMRPN en Puerto Adolfo López Mateos

ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL PACÍFICO NORTE			Reunión de trabajo
Nombre	Cooperativa	Teléfono	25 de julio 2012
FEDERICO NUÑEZ Lorenzo Zarvet.	DELEGACION UPAL COOP ESTERO DE COPEZ Coop. ANTONIO C. BELASQUEZ	6131138777 6131046857 613-11-452-41	
JAVIER R.-R. Adan am Luque	COOP PTO SAN CARLOS SCL	61311818.06	
Carmo Mayoral Jordán	PROFFDA	613-13-15054	
Luis ENRIQUE SILVA A	COOP. ANTONIO CAMACHO VILASQUEZ	613-10-23-97-60	
Aidan Arce Camacho	COOP. PTO. SAN CARLOS SCL	613-10-59555	
JOSÉ DIANCIO BELLINI P	SCPP: ARMANDA DIAZ MOLASQUEZ	6131211753	

Lista de asistencia al segundo taller de presentación de avances del POEMRPN en
Puerto Adolfo López Mateos

PRESENTACIÓN DE AVANCES
ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO PACÍFICO NORTE

6 de Junio 2013

Nombre	Institución	correo o teléfono
José Alberto Zepeda Domínguez	CICIMAR	josezebo@hotmail.com 6121401523
José Alberto Torres Martínez		torres_martinez@live.com.mx
Michiko Amemiya Ramírez	UNAM	
Lorenzo Ramón Zazueta Espinoza	coop. ESTERO DE LÓPEZ M.	amramie@hotmail.com tel 6131046557
JAVIER R. O	COOP. ANTONIO ENRIQUE DÍAZ	154-42-
HODESTO CAMACHO ROSAS	COOP PTO SAN CARLOS	6131130964
Pedro A. Sigala Villavicencio	Scoop. Bocana de la Soledad	6131160589
CORRADO ARATOY ESPINOZA	SCoop. LOS PRADOS	tony_sigala@hotmail.com 613104-51-07
FLORENCIO JAIME AYALA	COOP. BOCANA DE LA SOLEDAD	613104225
FEDERICO ALVAREZ	DELEGACIÓN NPAI	6131138777
CARLOS CAMACHO R	SCoop. COOP PUERTO SAN CARLOS	613114395
LUIS CAMACHO M	SCPP POTOSA CORLES	6131182685
JOSE D'OLIVEIRA PARRA	SCPP. BOCAÑA DELA SOLEDAD	6131211753
GERMAN PONCE DIAZ	CICIMAR-IPN	6121270917

Referencias

- Bojórquez-Tapia LA, Díaz-Mondragón S y Ezcurra E. 2001. GIS-based approach for participatory decision making and land suitability assessment. *International Journal of Geographical Information Science* 5:129-150.
- Conant TA, Dutton PH, Eguchi T, Epperly SP, Fahy CC, Godfrey MH, MacPherson SL, Possardt EE, Schroeder BA, Seminoff JA, Snover ML, Upite CM y Witherington BE. 2009. Loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) 2009 status review under the U.S. Endangered Species Act. Report of the Loggerhead Biological Review Team to the National Marine Fisheries Service, August 2009.
- Halpern, B.S., S. Walbridge, K.A. Selkoe, C.V: Kappel, F. Micheli, C.D'Agrosa, J.F. Bruno, K.S. Casey, C. Ebert, H.E. Fox, R. Fujita, D. Heinemann, H.S. Lenihan, E.M.P. Madin, M.T. Perry, E.R. Selig, M. Spalding, R. Steneck, R. Watson. 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science* 319:948-952.
- Halpern, B.S, C.V: Kappel, K.A: Selkoe, F. Mitcheli, C.M. Ebert, C. Kontgis, C.M Crain, R.G Martone, C. Shearer, S.J. Teck. 2009. Mapping cumulative human impacts to California Current marine ecosystems. *Conservation Letters* 2:138-18.
- Harley, S.J., Myers, R.A., Dunn, A., 2001. Is catch-per-unit-effort proportional to abundance? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58, 1760–1772. doi: 10.1139/f01-112
- Hilborn, R., Walters, C.J., 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall, New York, 570 pp.
- Lluch-Belda, D, Elorduy-Garay J, Lluch-Cota SE, y Ponce-Díaz G. 2000. Recapitulación. En: Lluch-Belda D, Elorduy-Garay J, Lluch-Cota SE y Ponce Díaz G (comps.), *BACs: Centros de actividad biológica del Pacífico Mexicano*. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC. y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, pp 49-64.
- Peckham SH, Maldonado Diaz D, Walli A, Ruiz G, Crowder LB, et al. 2007. Small-Scale Fisheries Bycatch Jeopardizes Endangered Pacific Loggerhead Turtles. *PLoS ONE* 2(10): e1041. doi:10.1371/journal.pone.0001041
- Peckham SH, Maldonado DD, Koch V, Mancini A, Gaos A; Tinker MT y Nichols WJ. 2008. High mortality of loggerhead turtles due to bycatch, human consumption and strandings at Baja California Sur, Mexico, 2003 to 2007. *Endangered Species Research*.
- Ramírez M, De la Cruz AG, Marín ME, Ojeda De la Peña MA, Ponce DG. 2010. *Estudio sobre la caracterización socioeconómica y pesquera del área del Golfo de Ulloa, Baja California Sur*. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, Baja California Sur.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013. Programa de Empleo Temporal. Golfo de Ulloa. Delegación Federal de la SEMARNAT en Baja California Sur. [Presentación en Power Point del 19 de julio de 2013.]

Seminoff J, Peckham S, Eguchi T, Sarti-Martinez A, Rangel-Acevedo R, Forney K, Nichols W. 2006. Loggerhead turtle density and abundance along the Pacific coast of the Baja California peninsula, Mexico, en: M Frick, A Panagopoulo, A Rees, K Williams (comp.). *Twenty Sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. International Sea Turtle Society, Atenas, p. 321.

Schaefer, M. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. *Bulletin of Mathematical Biology* 53 (1): 27–56.

Wingfield DK, Peckham SH, Foley DG, Palacios DM, Lavaniegos BE, et al. 2011. The Making of a Productivity Hotspot in the Coastal Ocean. *PLoS ONE* 6 (11): e27874. doi:10.1371/journal.pone.0027874.