



Tarjeta de Reporte de laguna Bacalar



¿Qué futuro queremos para laguna Bacalar?

La política estatal para el crecimiento económico en Quintana Roo se basa en la propuesta de la “vocación turística del territorio” por su belleza escénica sustentada en la salud de sus ecosistemas. En un periodo de 50 años, este modelo económico se ha expandido a lo largo y ancho del norte del estado hasta alcanzar a Tulum. En los últimos 20 años se ha procurado extender esta estrategia política hacia el sur de Quintana Roo la cual genera ya múltiples impactos ambientales y sociales. En el presente sexenio, la construcción del Tren Maya facilitará el proceso de deterioro ambiental con la construcción de polos de desarrollo y la llegada de millones de turistas.

Es incuestionable el hecho de que el modelo de crecimiento económico basado en el turismo genera cuantiosas ganancias a los grandes consorcios hoteleros y empleos precarios para la población local. Como resultado, son incuestionables también los efectos negativos a la salud ambiental y a la calidad del entramado social. Esta realidad evidencia la incompatibilidad entre un modelo de turismo que produce mucho dinero a costa de la degradación de sus activos más valiosos: la calidad y belleza natural, y el derecho de sus habitantes a un ambiente que les permita tener una buena calidad de vida.

La política de crecimiento basado solamente en el turismo, no reconoce la diversidad de actividades económicas en el sur de Quintana Roo, resultado de políticas nacionales pasadas de colonización de lo que antes fue un territorio. Así, el sur de Quintana Roo posee una historia diferente de desarrollo económico respecto al norte. Sin embargo, de igual modo que en el norte, el modelo de actividad económica basado en la explotación de los recursos naturales y la producción primaria tampoco reconoce el valor económico de la calidad y belleza del entorno natural aunado a los servicios que prestan los ecosistemas. Se ha incentivado la deforestación para la agricultura basada en el uso excesivo e indiscriminado de agroquímicos,

así como la explotación forestal intensiva, sin contar que hay baja eficiencia entre la producción y uso de los bienes que se producen.

Este contexto de interacción socio-ambiental desequilibrado e insostenible a mediano y largo plazo ha motivado la elaboración de la presente Tarjeta de Reporte para laguna Bacalar. Este es el cuerpo superficial de agua dulce más grande de la península de Yucatán, donde se reflejan las acciones que ocurren a nivel regional. La famosa “laguna de los siete colores” lleva dos años con tonos verdes y cafés y un deterioro evidente. Bacalar es hogar del arrecife de estromatolitos más grande del mundo y alberga una biodiversidad única, incluyendo los particulares manglares chaparros a lo largo de sus orillas. Tanto los arrecifes de estromatolitos como los manglares capturan toneladas de carbono, producen oxígeno, filtran el agua y alojan a una gran biodiversidad.

La Tarjeta de Reporte, laguna Bacalar, representa el resultado de 10 años de trabajos de investigación científica y numerosos esfuerzos infructuosos de gestión por parte de la academia y grupos de la sociedad. Estos esfuerzos han tratado (sin lograrlo aún) de implementar un esquema de protección ambiental efectivo y eficaz para Bacalar y sus ecosistemas asociados. Como toda tarjeta de reporte, su objetivo es comunicar el resultado de la evaluación de la condición general del sistema, a partir de indicadores relevantes en el contexto de la interacción de las actividades económicas y el ambiente. Su utilidad radica no solo en el valor informativo hacia la sociedad en general, sino como un instrumento de base para las acciones de los tomadores de decisión local y estatal. La tarjeta de reporte es una herramienta para usarse como un indicador del desempeño de las políticas de desarrollo económico que busquen un desarrollo sustentable y un balance razonable entre las ganancias económicas y la permanencia de la salud de los ecosistemas, que en consecuencia asegurará una buena calidad de vida de la población.

Contenido	Tarjeta de Reporte
	
04 El camino del agua en el sur de Quintana Roo	
06 ¿Por qué es importante calificar la salud del ecosistema?	
08 Estromatolitos	
10 Caracol chivita	
11 Humedales y manglares	
12 Expansión física y desarrollo turístico	
13 Calidad del agua	
14 Realidad socioambiental de laguna Bacalar	
15 Semáforo de salud ambiental	
16 Cambio de uso de suelo en la región	
17 Laguna Bacalar en el año 2020	
18 Conclusiones	
Laguna Bacalar	Quintana Roo

El camino del agua en el sur de Quintana Roo

Laguna Bacalar, ubicada en el extremo sur del estado de Quintana Roo, se encuentra enclavada en una región conocida como “Selva Maya”, uno de los sistemas ecológicos de mayor importancia a nivel global.

La mayor parte de la superficie del sur de Quintana Roo, hasta fines del siglo XX, mantuvo su cubierta vegetal en buen estado de conservación, sin embargo, en las dos últimas décadas el proceso de deforestación se aceleró a consecuencia de la producción de ganado, caña de azúcar, soya,

cítricos y piña y para el crecimiento de los desarrollos inmobiliarios y turísticos.

Laguna Bacalar es una interfase entre ecosistemas de selva tropical baja y humedales que forma un complejo “Corredor Transversal Costero”. Es parte del sistema kárstico de la Península de Yucatán y su origen está asociado a un conjunto de fracturas geológicas en las que se incluye al Río Hondo, Bahía de Chetumal, laguna Guerrero, laguna Chile Verde y laguna Bacalar.

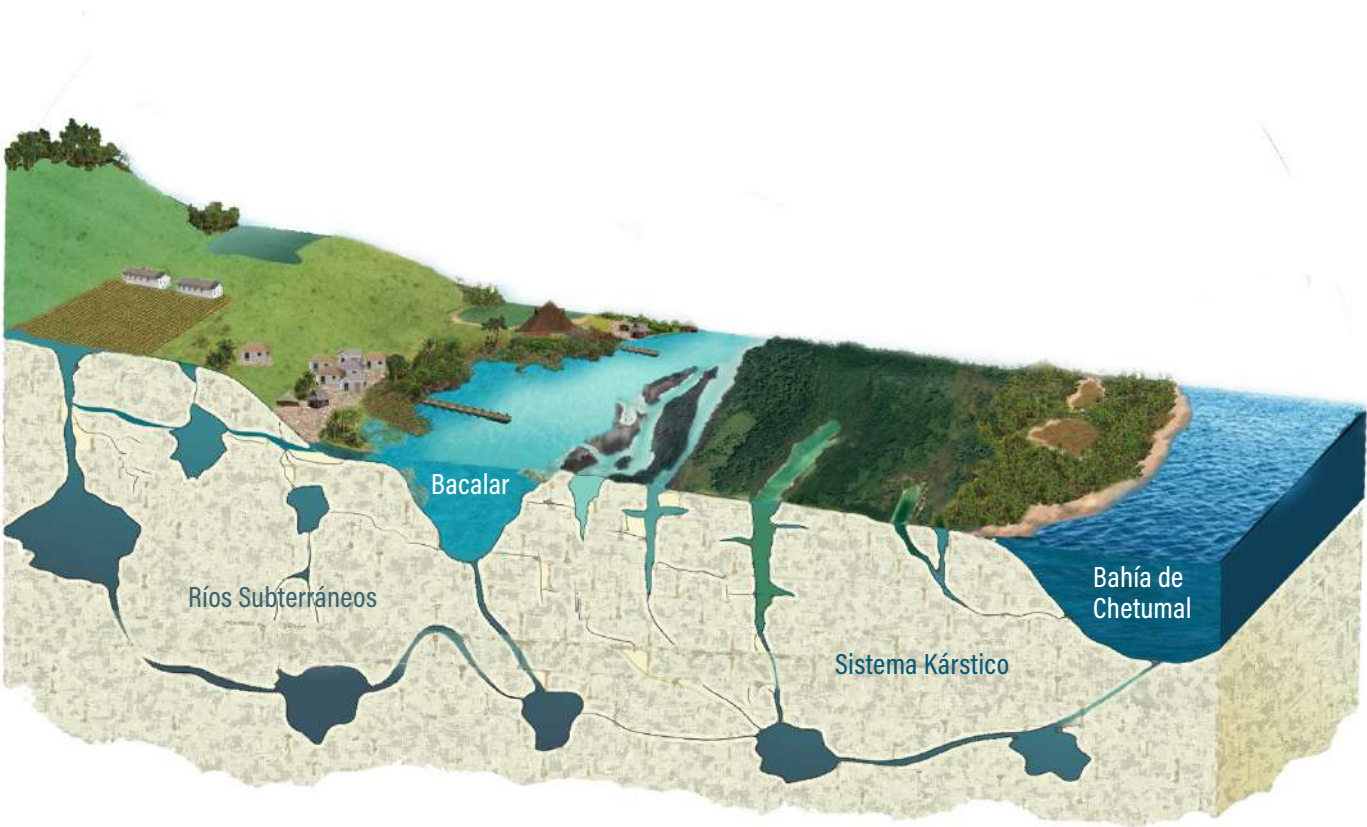


Figura 1. Laguna Bacalar

Las fuentes de agua que abastecen a laguna Bacalar son principalmente subterráneas y se localizan en la región sur

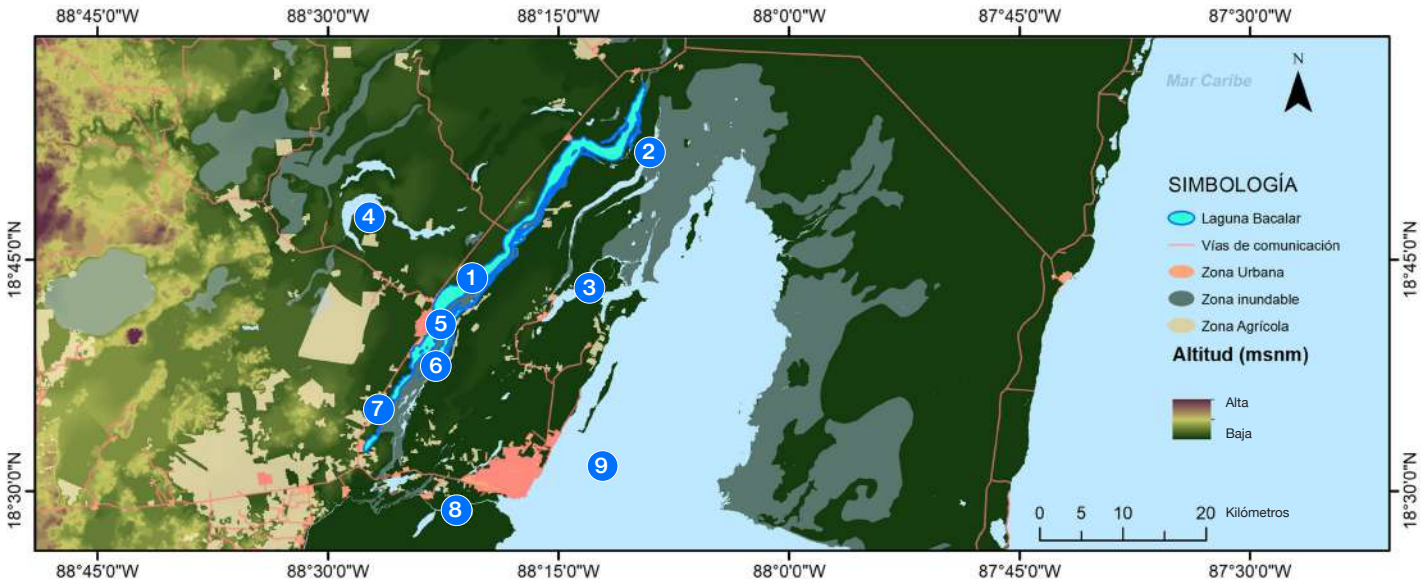
En condiciones extremas de precipitación recibe un importante flujo superficial a través de la interconexión intermitente de depresiones kársticas ubicadas al norte y nor-oeste. Estos aportes de agua contribuyen a definir dos direcciones de flujo dentro de Bacalar:

- 1 El agua subterránea que ingresa en la región sur, define un flujo sur-norte desde Xul-Ha, a través del Canal de los Rápidos, hasta la ciudad de Bacalar, con un punto de salida a través del Canal de los Piratas, laguna Mariscal y el Estero de Chac, que se convierte en un afluente del Río Hondo que vierte finalmente a la Bahía de Chetumal.
- 2 La región norte no presenta flujos subterráneos evidentes como la región sur, pero si un flujo superficial asociado a la temporada de lluvias. La dirección de este flujo superficial se relaciona con la elevación del terreno y con la conexión intermitente de depresiones kársticas como las lagunas de Noh Bec, Chacchoben, San Felipe Bacalar entre otras, con dos puntos de entrada en 18° 56' 20" N, 88° 09' 28" O y 18° 54' 10" N, 88° 10' 34" O.

Estos aportes superficiales definen un flujo norte-sur en la laguna de Bacalar desde el extremo norte hasta la ciudad de Bacalar.

La región norte tiene, probablemente, un flujo más complejo que se puede describir en dos escenarios, dentro del cuerpo principal de laguna Bacalar, y un segundo flujo norte-sur, paralelo al cuerpo principal de Bacalar asociado a los humedales y zonas de inundación en la costa oriental.

Los flujos de salida en la región norte se localizan en el sistema de canales superficiales que comunican laguna Bacalar con laguna Chile Verde y a través de laguna Guerrero vierten finalmente en la región norte de la Bahía de Chetumal. La confluencia de los flujos norte y sur del cuerpo principal drenan a través del Canal de los Piratas.



- 1. Laguna Bacalar
- 2. Laguna Chile Verde
- 3. Laguna Guerrero
- 4. San Felipe Bacalar
- 5. Canal de los Piratas
- 6. Laguna Mariscal
- 7. Canal de los Rápidos
- 8. Río Hondo
- 9. Bahía de Chetumal

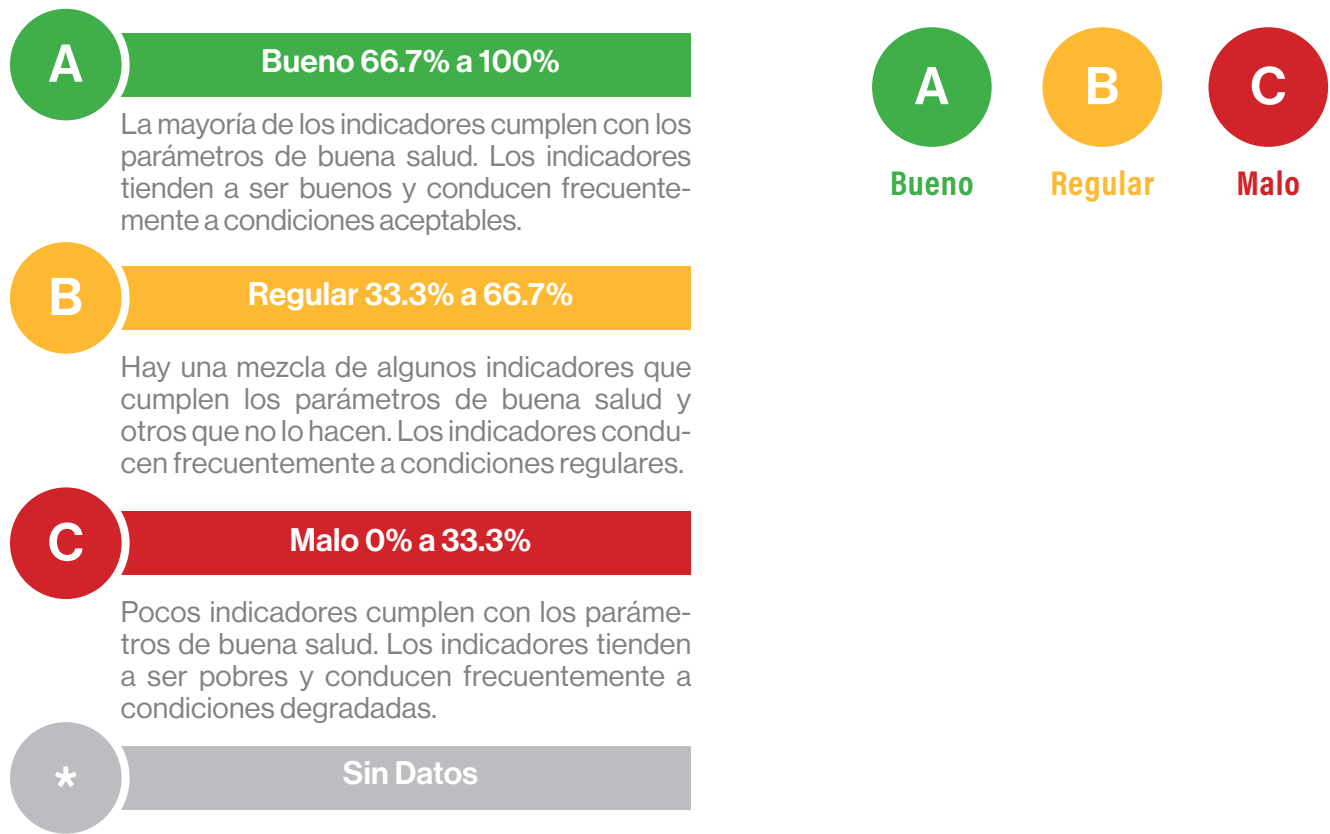
¿Por qué es importante calificar la salud del ecosistema?

Los indicadores de salud del medio ambiente miden y reflejan las condiciones entre el desarrollo socioeconómico y el ambiente en un tiempo y lugar.

Permiten constituir un punto de referencia o línea base para evaluar el bienestar del ecosistema a través de los elementos físicos, químicos, biológicos, sociales y económicos que lo integran.

Estos indicadores se sustentan en la información disponible y en resultados de investigaciones científicas, se caracterizan por exteriorizar la información con un lenguaje sencillo que facilita su comprensión y apoya en la implementación de programas de manejo y en la toma de decisiones.

El estado de salud del ecosistema se mide con indicadores



Biodiversidad

Diversidad y cobertura de estromatolitos
Este indicador se basa en la diversidad microbiana estimada con 16SrRNA y cobertura de tejido vivo a lo largo de las costas oeste y este.

Abundancia de caracol chivita
Este indicador se basa en la abundancia de caracol chivita a lo largo de transectos en laguna Bacalar. El caracol tiene una distribución preferencial en la zona centro > norte > sur en las costas oeste y este.

Calidad del agua

Índice Trófico (TRIX)
El índice trófico evalúa el estatus de variables de calidad del agua (clorofila, saturación de oxígeno, nitrógeno inorgánico disuelto, fósforo inorgánico disuelto).

Escherichia coli
Este indicador de vigilancia sanitaria determina la calidad de agua para uso recreativo de contacto primario con la intensión de prevenir riesgos a la salud de los usuarios en el agua de cuerpos de agua dulce.

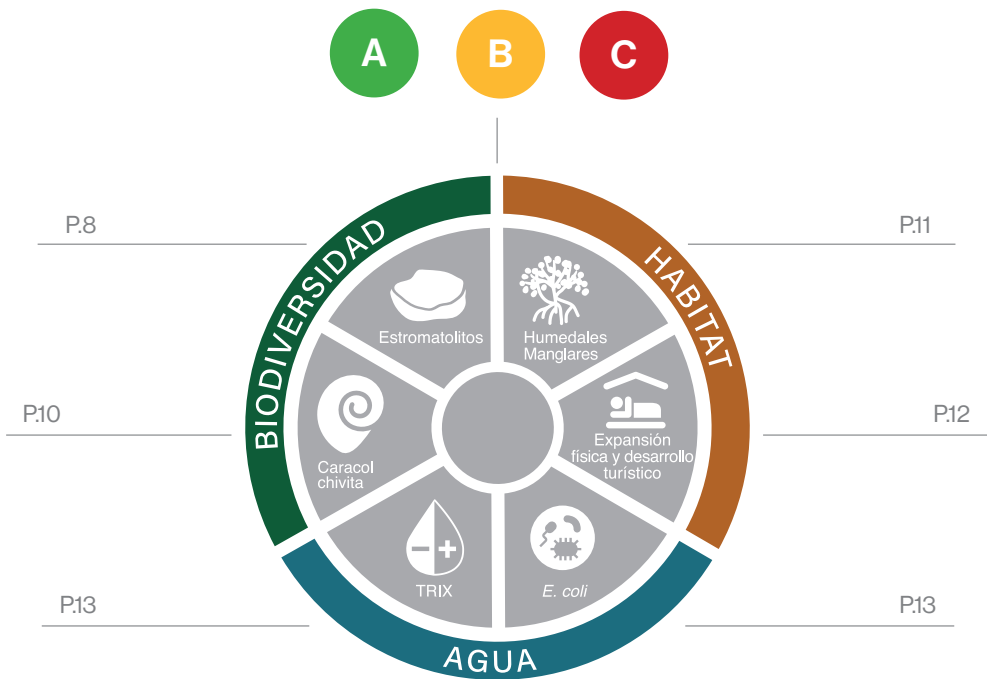
La presencia de *E. coli* en el agua es una fuerte indicación de una reciente contaminación de aguas residuales o contaminación por residuos de animales.

Habitat

Cobertura de humedales y manglares
Mide el porcentaje de la cobertura de humedales y manglares en polígonos determinados y su evolución temporal.

Las variables naturales incluyen extensión del área de humedales, tipo, ubicación, condiciones de conectividad natural y presiones humanas. Se presenta para las costas oeste y este.

Expansión física y desarrollo turístico
Este indicador evalúa la expansión físico-espacial de cuatro poblados colindantes con la costa lagunar, y el incremento de sus respectivas poblaciones a partir de tasas de crecimiento urbano y proyecciones de población. Adicionalmente, cuantifica el incremento porcentual de la cantidad de hoteles construidos y su disponibilidad de cuartos, así como el porcentaje anual de visitantes y la ocupación hotelera mensual.



Estromatolitos



Estromatolitos o Microbialitos
(del griego *stroma* = capa y *lithos* = roca)

Son comunidades altamente biodiversas formadas por miles de especies de microorganismos en los cuales hay aproximadamente 10,000 células por gramo y millones de virus. Estas comunidades se forman al precipitarse minerales carbonatados por la interacción entre los microorganismos que los forman y la química del agua en donde se desarrollan. Es decir, **los estromatolitos son sumideros de carbono.**

La capa superior alberga a microorganismos que llevan a cabo la fotosíntesis, por ende, capturan dióxido de carbono de la atmósfera y lo convierten en materia orgánica. Hay otros metabolismos que permiten la formación y remineralización de la materia orgánica **(C, H, O, N, P)***.

Los estromatolitos fósiles eran muy comunes y diversos en la Tierra primitiva. Los fósiles más antiguos que conocemos son de este tipo de comunidad, los cuales han sido datados en 3,700 millones de años.

Los estromatolitos de laguna Bacalar tienen una edad promedio de 1,000 años, y hay algunos colosos con hasta 9,500 años que están formados por la precipitación de calcita.

Laguna Bacalar es el ecosistema acuático que alberga al mayor arrecife de estromatolitos en agua dulce del mundo.

Variables para salud de estromatolitos de laguna Bacalar (datos del 2008-2019)				
ZONA	Cobertura tejido vivo		Diversidad microbiana	
	Oeste	Este	Oeste	Este
NORTE				
CENTRO				
SUR				

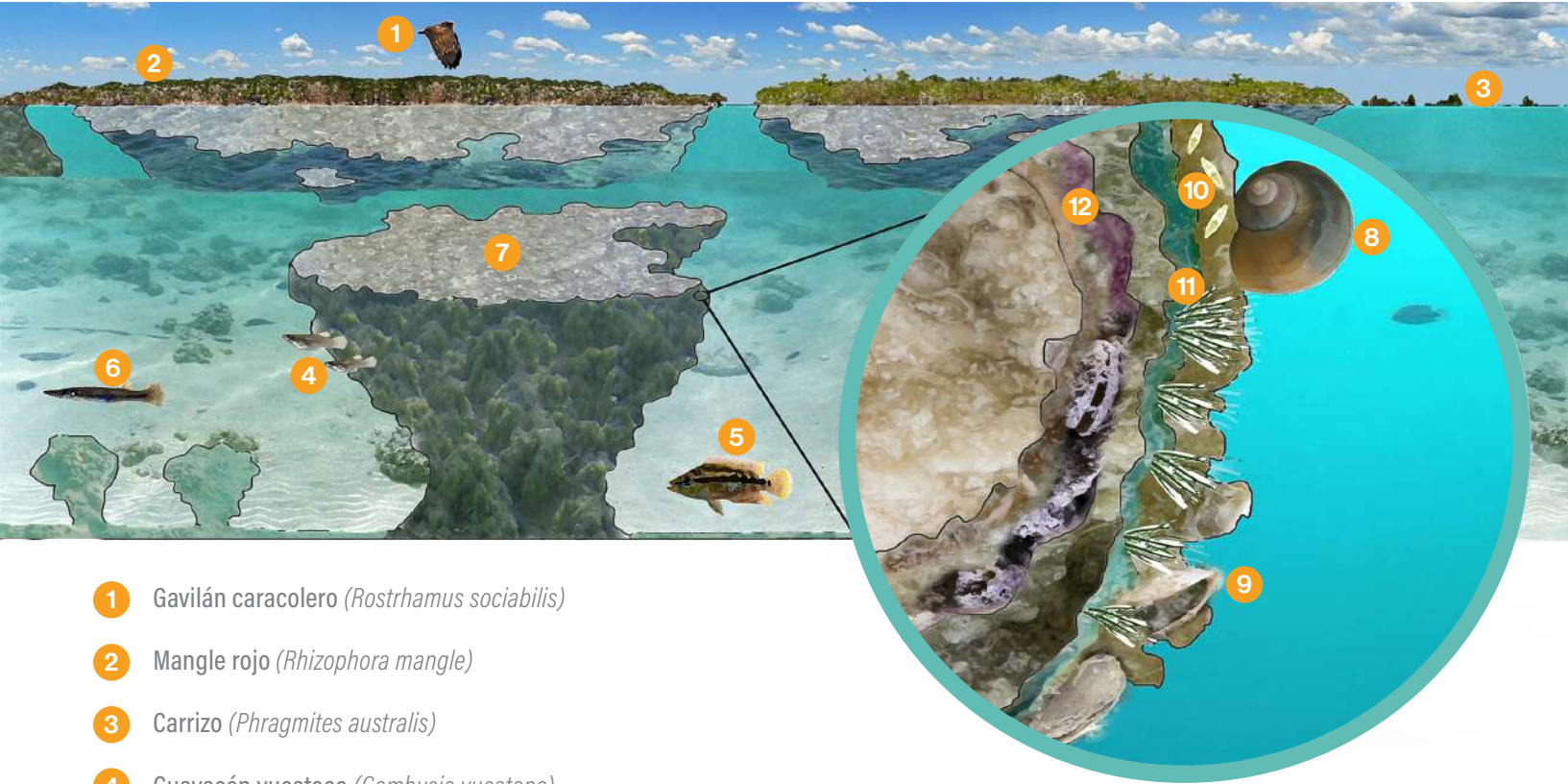
*C: Carbono, H: Hidrógeno, O: Oxígeno, N: Nitrógeno, P: Fósforo

En la actualidad existen algunos lugares en los que se desarrollan estromatolitos modernos. **Los estromatolitos de laguna Bacalar tienen una edad promedio de 1,000 años, y hay algunos colosos con hasta 9,500 años** que están formados por la precipitación de calcita. Laguna Bacalar es el ecosistema acuático que alberga al mayor arrecife de estromatolitos en agua dulce del mundo. Los estromatolitos de la laguna Bacalar se encuentran a lo largo de todo el litoral.

En ellos se desarrollan grupos microbianos únicos, entre los que destacan cianobacterias que llevan a cabo la fijación del nitrógeno y la fotosíntesis. También sirven de hogar a muchas especies juveniles de peces, así como, sustrato de fijación de manglares. En laguna Bacalar la salud de los estromatolitos depende de que no se lastime su superficie, ya que ahí es en donde está la comunidad activa que promueve la precipitación mineral, al igual que de la calidad del agua.

Servicios ecosistémicos de los estromatolitos en laguna Bacalar

- Captura de carbono (CO₂) en minerales y materia orgánica
- Reciclaje de nitrógeno, fósforo y azufre
- Producción de oxígeno
- Estabilización de la costa
- Filtración de nutrientes del agua
- Hogar para juveniles de peces, invertebrados e insectos



- 1

Gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*)
- 2

Mangle rojo (*Rhizophora mangle*)
- 3

Carrizo (*Phragmites australis*)
- 4

Guayacón yucateco (*Gambusia yucatana*)
- 5

Torito (*Thorichthys meeki*)
- 6

Picudito (*Belonesox belizanus*)
- 7

Estromatolito
- 8

Caracol chivita (*Pomacea flagellata*)
- 9

Mejillón (*Mytilopsis sallei*)
- 10

Diatomeas (*Nitzschia sp.*)
- 11

Cianobacterias (*Chakia sp.*)
- 12

Bacterias anoxigénicas (Alphaproteobacteria)

Caracol chivita

El **Caracol chivita** (*Pomacea flagellata*) es un molusco gasterópodo pulmonado que habita en sistemas lacustres. Tiene la capacidad de respirar fuera del agua, lo que, en la época de reproducción, le permite la puesta de la masa de huevos en raíces de mangle o pastos que están sobre el agua.

Los sexos son separados, y en Bacalar la puesta de masas ovigeras comienza en mayo con un pico en agosto-septiembre. El desarrollo es directo, sin fase larvaria y los caracolillos miden 1.2 mm al salir de la masa de huevo y caen directamente al agua.

Habita en lugares someros en áreas con vegetación sumergida que le sirve de alimento y refugio, además es el alimento exclusivo del gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*) y la correa (*Aramus guarauna*) aunque también es consumido por peces, tortugas y cocodrilos.

Los caracoles chivita tienen una longevidad de 3.5 a 4 años. Su mayor densidad (individuos/m²) se encuentra en el litoral oeste de laguna Bacalar, con mayor distribución en el centro de la laguna, seguido por el norte y sur.



Variables para salud de Caracol chivita (datos 2019)		
	individuos/m²	
ZONA	Oeste	Este
Noroeste		
Centro-Oeste		
Suroeste		

Humedales y manglares

En Bacalar se desarrollan humedales y manglares a lo largo de su litoral. En la costa oeste, la distribución de manglar es en parches, limitada por cambios en el relieve, siendo más abundante en la región sur. Las especies dominantes son el **mangle rojo** (*Rhizophora mangle*) y **mangle botoncillo** (*Conocarpus erectus*), que se mezclan con vegetación de selva baja inundable, pastizales de agua dulce y palmas. En las regiones norte y centro el tipo ecológico de manglar es de tipo franja principalmente, mientras que en el sur es predominante manglar de tipo chaparro.

La costa este está representada por extensos terrenos bajos inundables con humedales a todo lo largo del litoral. Se distribuye desde el extremo norte en donde se conecta con la laguna Chile Verde hacia el este, continuando hacia el sur hasta el Estero de Chac. La especie representativa es el **mangle rojo** (*Rhizophora mangle*) en asociación con pastizales de agua dulce. El tipo ecológico de manglar que domina es de tipo chaparro.

Servicios ecosistémicos de los humedales y manglares

Manglar chaparro en planicies de inundación

Son ambientes sedimentarios; trampas de sedimento para el escurrimiento superficial proveniente de las zonas elevadas. Retienen materia orgánica, contribuyen a su remineralización y al secuestro de carbono.



Manglar de franja

Es una barrera de protección y previene la erosión de la línea de costa, favorece la retención de sedimento y permite la exportación de materia orgánica disuelta en el agua.



Indicadores de manglar					
ZONA	Costa	Área	Conectividad	Valor de uso	% Pérdida
NORTE	Oeste				
	Este				
CENTRO	Oeste				
	Este				
SUR	Oeste				
	Este				

Expansión física y desarrollo turístico



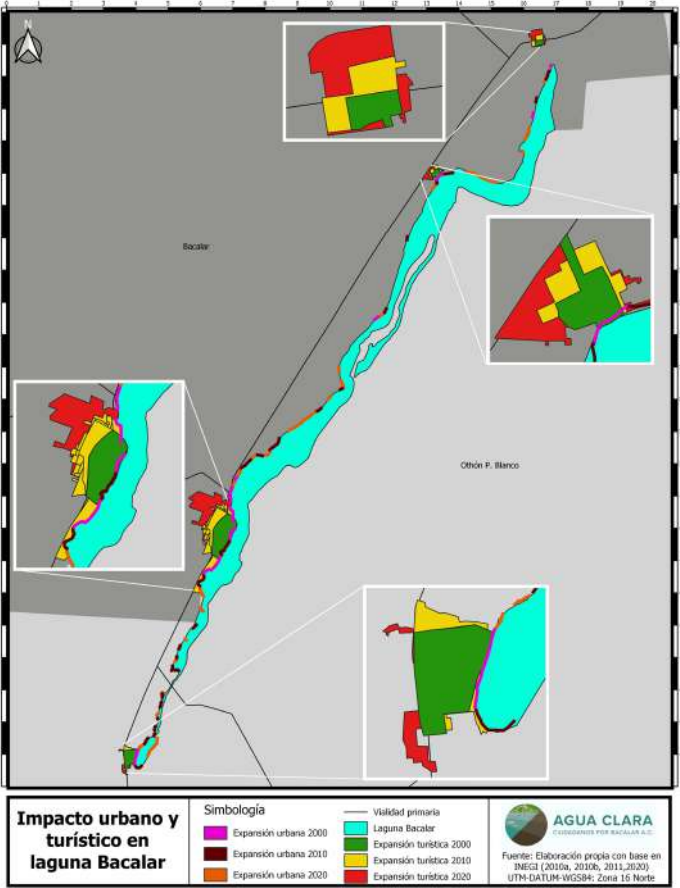
De acuerdo con ONU-Hábitat, para 2050 el 68% de la población del mundo vivirá en zonas urbanas. En México, actualmente el 72% de su población vive en 384 ciudades y se espera que en 2030 llegue al 83% con 961 zonas urbanas.

Históricamente la población de Bacalar ha presentado tasas de crecimiento entre bajas y moderadas, sin embargo, la expansión física de las localidades urbanas aledañas a la costa lagunar se ha incrementado en la última década, donde Bacalar y Pedro A. Santos han conseguido duplicar su área urbana. Lo anterior se agrava al contabilizar la totalidad en los últimos 20 años puesto que se obtienen incrementos porcentuales entre 100% y 300%.

Esta disparidad entre crecimiento poblacional y expansión física indicaría la especulación del suelo y la tendencia mercadológica de la burbuja inmobiliaria derivada del boom turístico vivido en Bacalar desde el año 2009.

Un boom turístico atrae beneficios socioeconómicos en el lugar siempre y cuando conlleve una planificación turística, de lo contrario se cae en un exceso de turismo que termina perjudicando al destino y sus habitantes. La saturación turística no es un concepto nuevo, de hecho, es considerado un problema global porque no toma en cuenta la capacidad de carga de los lugares de interés.

En la última década Bacalar ha sufrido una saturación turística al ver el crecimiento de sus visitantes en poco más de 750% entre 2009 y 2019, lo cual ha impulsado la construcción de infraestructura hotelera en 275%, y el incremento de 377% para casas y habitaciones de



agentes privados. La pandemia ha permitido reducir el impacto en el último año, pero si al concluir la emergencia sanitaria las cifras vuelven a incrementar sin una planificación y/u ordenamiento, el exceso de turismo podría generar un impacto múltiple que reduciría el encanto de laguna Bacalar y sus siete colores.

Zona territorial	Incremento de población urbana	Expansión física urbana	Incremento turístico e infraestructura hotelera	Expansión turística en línea costera
Norte				
Centro				
Sur				

- El valor alcanzado se mantiene dentro de los rangos permisibles. Aquí se agrupan variables iguales o menores al 59% de incremento porcentual.
- El valor alcanzado se encuentra en un rango por encima de los límites permisibles con incrementos tolerables.
- Aquí se agrupan variables iguales o mayores a 60% e iguales o menores a 90% de incremento porcentual. El valor alcanzado es mucho más alto que los rangos permisibles, indicando ausencia de planeación. Las variables se encuentran en porcentajes igual o mayor a 90% y/o hasta rebasar el 100%.

Calidad del agua



El análisis de parámetros químicos en la columna de agua se utiliza para evaluar la condición o el estado de salud de los sistemas acuáticos y su relación con factores de estrés de origen natural y/o antropogénico.

Uno de los principales factores a evaluar es la eutrofización, que es el enriquecimiento de nutrientes en los sistemas acuáticos. El estado trófico de laguna Bacalar está asociado al aporte de contaminantes por la descarga de aguas residuales sin tratamiento, la deforestación y el uso de fertilizantes en la agricultura.

La eutrofización produce diversos efectos negativos como la pérdida de transparencia del agua por crecimiento de microalgas, el aumento de la descomposición de materia orgánica y la disminución del oxígeno disuelto generando condiciones que ponen en riesgo la integridad de la comunidad de los estromatolitos, las especies acuáticas asociadas y la belleza escénica de laguna Bacalar.

Para evaluar el estatus de las variables de la calidad del agua como clorofila a, saturación de oxígeno, nitrógeno inorgánico disuelto y fósforo inorgánico disuelto, se utiliza el **Índice Trófico TRIX** (Vollenweider et al., 1998);

que a semejanza de un semáforo nos indica si la laguna presenta una condición de bajo contenido de nutrientes u oligotrófica (color verde), si está en proceso de aumento de nutrientes o estado mesotrófico (color amarillo), o en un alarmante enriquecimiento orgánico o estado eutrófico (color rojo).

Al respecto, la laguna ha experimentado en años recientes un cambio dramático de su condición natural oligotrófica a una mesotrófica y eutrófica, por el aumento de dos a tres veces la concentración de nitrógeno y fósforo en la columna de agua, por las fuentes antes mencionadas.

Escherichia coli

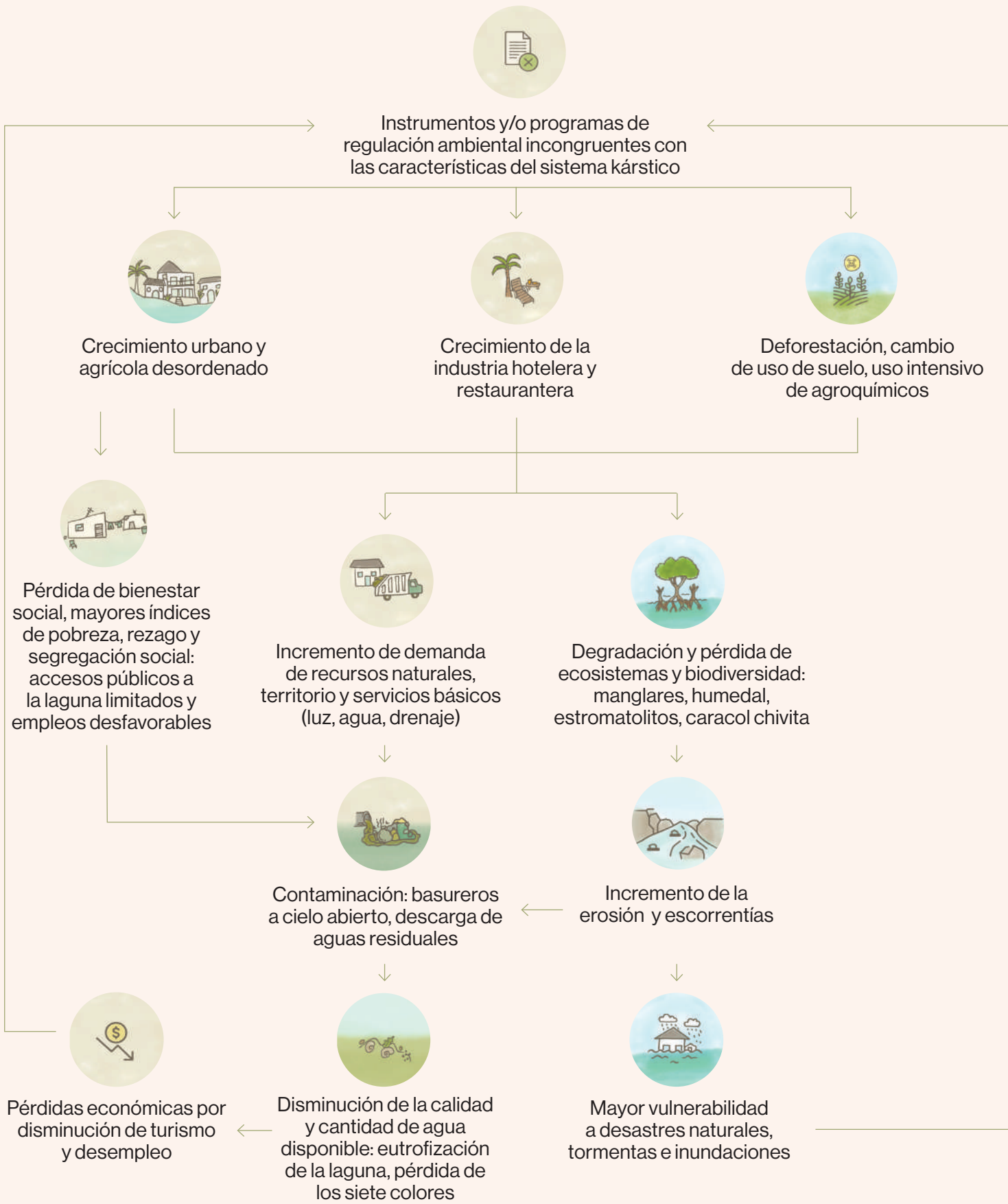
La concentración de **E. coli** ayuda a cuantificar el ingreso de aguas residuales urbanas. En laguna Bacalar la mayor concentración se encuentra cerca de la ciudad de Bacalar y aumenta en temporada de lluvias. Hay evidencia de que el drenaje sanitario es insuficiente y se desborda durante la época de lluvias, llegando directamente a la laguna.

Variables para Calidad del Agua laguna Bacalar (datos al 2020)				
ZONA	TRIX		E. coli	
	Oeste	Este	Oeste	Este
NORTE				
CENTRO				
SUR				

Tabla de calidad del agua, índice TRIX.

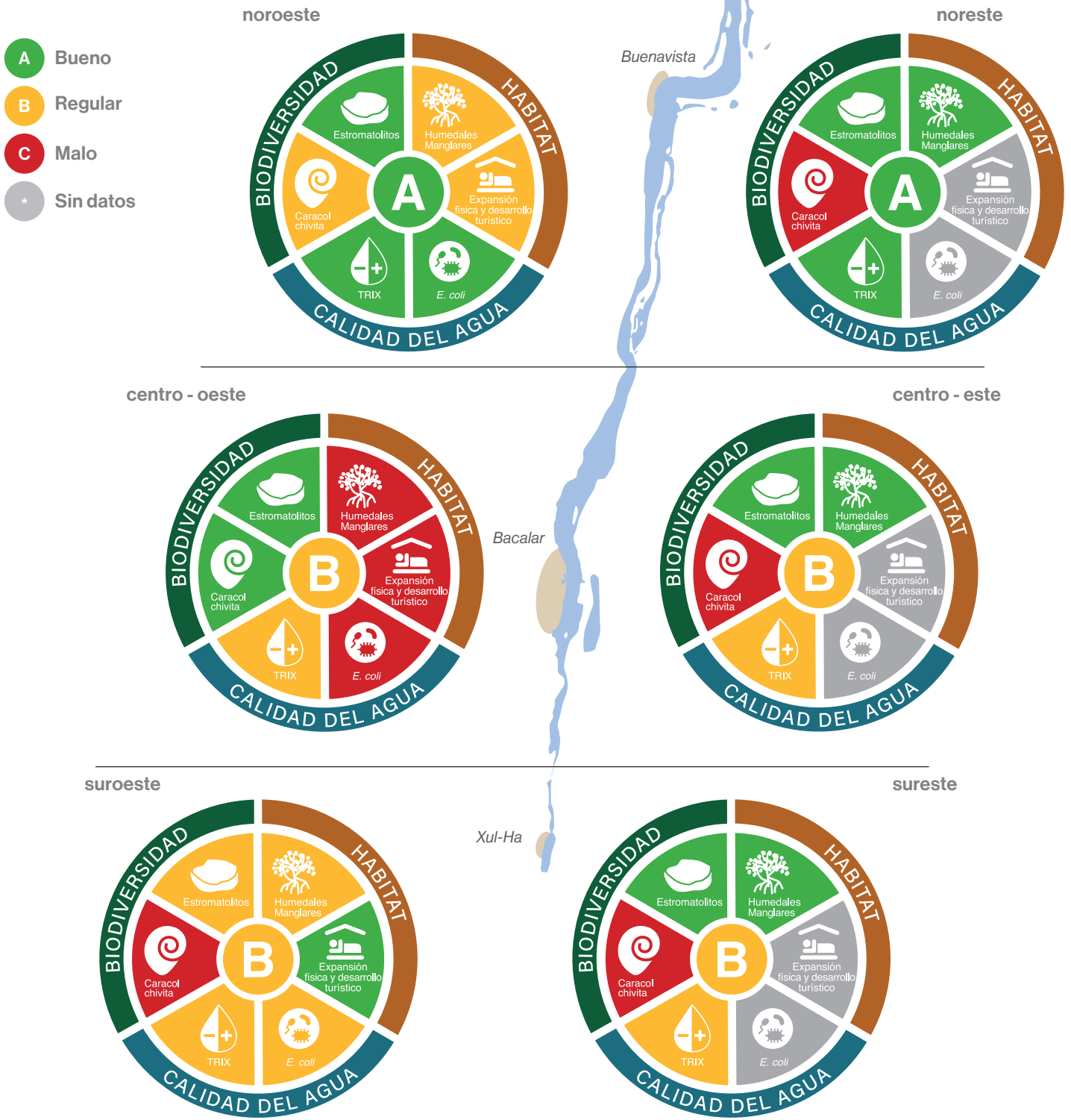
- O (oligotrófico)
- M (mesotrófico)
- E (eutrófico)

Realidad socio-ambiental de laguna Bacalar



B Calificación del estado de salud de laguna Bacalar

Laguna Bacalar recibió una calificación de **B (regular)**. Sin embargo, la calidad del agua no es óptima en ninguna parte. Además, la región centro-oeste está significativamente impactada por **desarrollo urbano no sustentable**.



Cambio de uso de suelo en la región

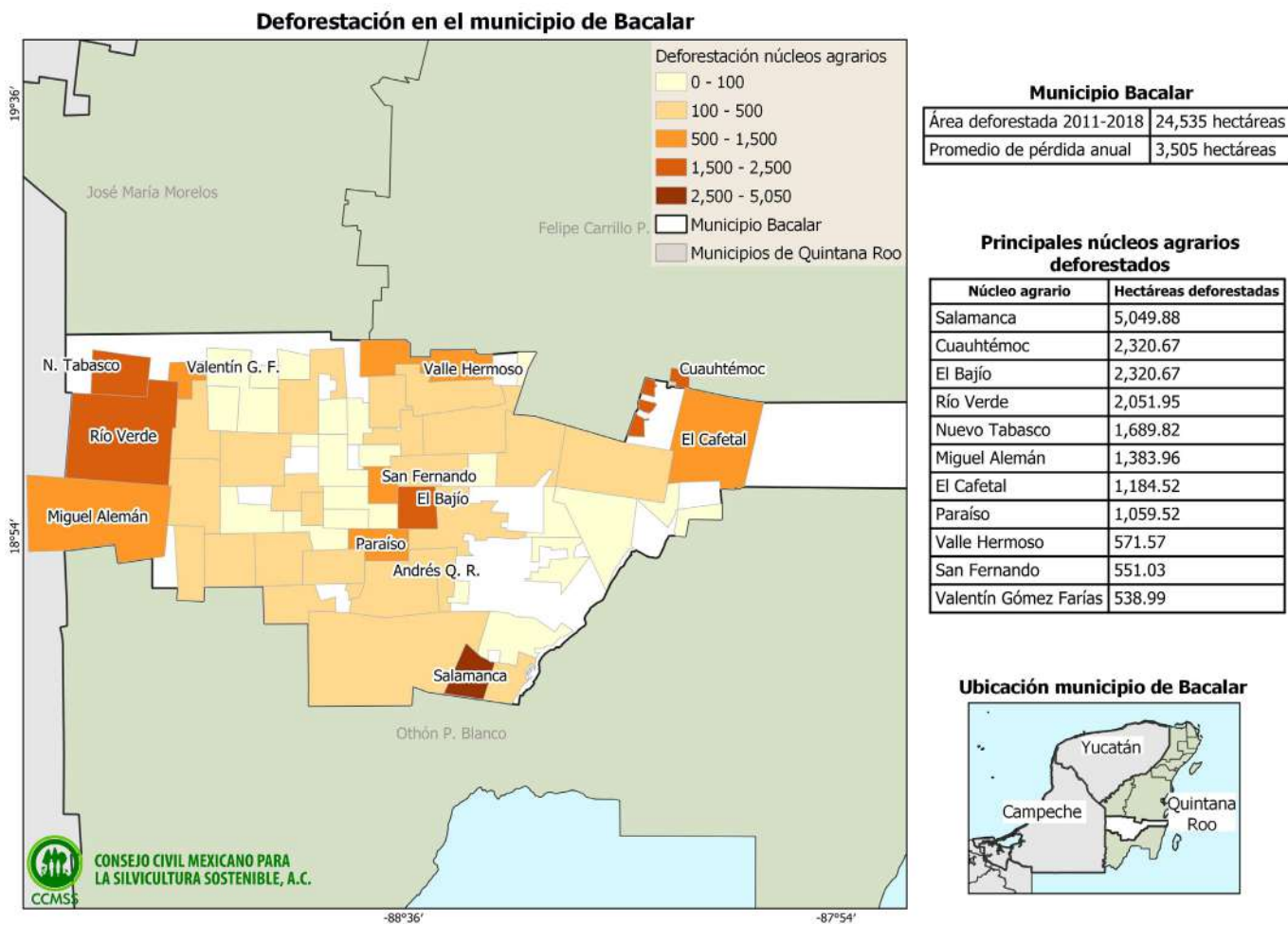
Un reciente análisis sobre la deforestación, realizado por CCMSS con datos del SAMOF-Conafor, reporta que en el periodo 2011-2018 solo en el municipio de Bacalar, se perdieron 24,535 hectáreas de selvas.

Dentro de este municipio, las áreas mayormente impactadas fueron las tierras de los ejidos Salamanca, el Bajío, Paraíso, Cafetal y Río Verde, zonas dónde las instituciones estatales y federales han promovido, mediante programas de subsidios, la ganadería, la agricultura mecanizada y paquetes tecnológicos basados en la aplicación de insumos químicos. En ausencia

de un compromiso gubernamental por la protección del medio ambiente y los recursos naturales; la industria turística, cárnica y agroindustrial están teniendo un camino libre para la destrucción de las selvas.

La destrucción y contaminación de estos ecosistemas forestales (manglares, humedales, selvas, etc.) afecta sensiblemente los medios de vida de decenas de comunidades rurales, desaparecen los espacios para la reproducción de cientos de especies de flora y de fauna y repercute gravemente en la salud de la laguna Bacalar, contribuyendo a la eutrofización irreversible.

En el Municipio de Bacalar para el periodo 2011-2018, una superficie de 24,535 hectáreas de selvas fue desmontada para dar paso a proyectos turísticos, ganaderos y agroindustriales, bajo el auspicio de diversos programas gubernamentales.



Laguna Bacalar en el año 2020

En el año 2020 se presentó una problemática en laguna Bacalar debido al cambio de colores del agua, de los siete tonos de azul al café y verde, particularmente en la región norte, extendiéndose el cambio de coloración a cuerpos de agua colindantes incluyendo laguna Chile Verde, laguna Guerrero y Bahía de Chetumal.

Estos cambios se deben a la escorrentía de agua superficial resultado de la interacción entre cambio de uso de suelo por deforestación y agricultura intensiva con vías de comunicación (carreteras) que guían el agua al norte de la laguna. El efecto se debió a la entrada de cantidades muy grandes de agua superficial en la temporada de lluvias 2020, enfatizadas por la tormenta tropical Cristóbal, evidenciando los flujos norte-sur y sur-norte de la laguna. Los cambios en color y calidad del agua en el norte de laguna Bacalar han durado hasta el 2021.



Cambio de coloración en laguna Bacalar, A. Interconexiones superficiales asociadas a vías de comunicación y escorrentía de sedimento asociado a deforestación B. Magnitud del cambio de coloración en laguna Bacalar

Mortandad masiva de *P. flagellata* (caracol chivita)

Los caracoles muertos en la región norte sumaron 249,699 en 15km de litoral, lo cual representa una mortandad de cerca del 31% para la población en esa región de la laguna.



Cambios en la calidad del agua

La zona norte se volvió eutrófica después de la temporada de lluvias del año 2020, marcando un cambio muy grande en la condición del ecosistema asociado a exceso de nutrientes nitrogenados y concentración de clorofila.

ZONA	TRIX	
	2019	2020
NORTE	O (oligotrófico)	E (eutrófico)
CENTRO	M (mesotrófico)	M (mesotrófico)
SUR	M (mesotrófico)	M (mesotrófico)

Conclusiones

Laguna Bacalar recibió una calificación del estado de salud del ecosistema de B (regular) con datos actualizados al año 2019. Esta condición debe de alertar a los tomadores de decisión y a la sociedad en general ya que indica que el ecosistema no está sano.

Las regiones centro y sur están en calificación B y solamente la región norte está en calificación A. Sin embargo, a partir del año 2020 se observa un deterioro en el ecosistema lagunar asociado a la entrada de agua superficial de mala calidad en la región norte, mortandad masiva del caracol chivita, aumento en la expansión urbana desordenada, altas tasas de deforestación y agricultura intensiva en la región.

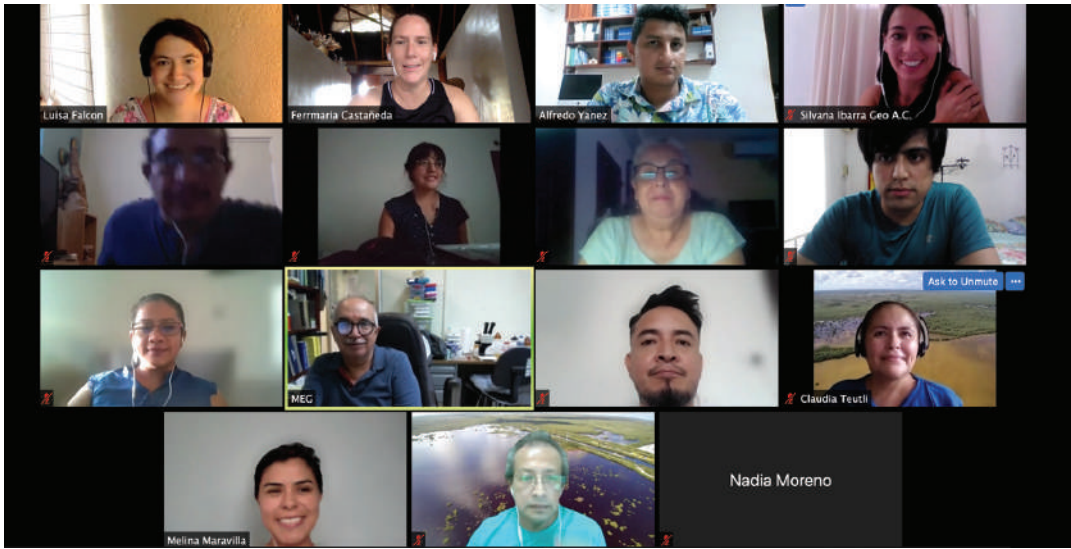
Recomendaciones de acciones inmediatas

- **Frenar la deforestación** en la región, eliminando subsidios que favorecen el cambio de uso de suelo y sancionando a los desarrolladores urbanos y turísticos que destruyen la selva para dar paso a la construcción de hoteles y fraccionamientos
- **Regular la expansión ganadera**
- **Regular el uso de fertilizantes** nitrogenados y fosforados en la región
- **Garantizar el saneamiento de aguas residuales** y el reciclado de residuos sólidos
- **Continuar con los programas de educación ambiental** incluyendo entrenamiento a los operadores turísticos
- **Establecer un programa de monitoreo** de variables indicadoras de cambio (estromatolitos, manglar, calidad del agua, caracol chivita, cambio de uso de suelo)

Recomendaciones para acciones de planeación y ordenamiento territorial

- **Formalizar y publicar los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial del Municipio.**
Dichos instrumentos se deben basar en las características del sistema kárstico y para frenar el avance de la destrucción del ecosistema
- **Adecuar la normativa y regulación** existente a las condiciones y características de la región
- **Ordenar y regular las actividades** en el cuerpo lagunar para prevenir impactos
- **Establecer un límite de cambio aceptable** que no comprometa la integridad del sistema
- **Implementar tecnologías alternativas** para el tratamiento de aguas residuales
- **Implementar prácticas agrícolas y pecuarias sostenibles**

Grupo de especialistas



ECOSUR Chetumal

Dra. Teresa Alvarez-Legorreta
Dr. Héctor Hernández-Arana
Dr. Alberto de Jesús Navarrete
Dr. Manuel Elías Gutiérrez
Dra. Betzabeth Palafox
Dr. Alfredo Yanez-Montalvo

UNAM Campus Yucatán Instituto de Ecología

Dra. Luisa I. Falcón
Dra. Osiris Gaona
Dra. Claudia Teutli Hernández
M. en C. Bernardo Águila
M. en C. Miriam Guerrero Jacinto
M. en C. Gonzalo Sansón

Fotografía

Raciel Manríquez (Portada, págs 10, 17)

Para mayor información:

www.aguaclara-por-bacalar.org/tarjeta2021

CINVESTAV Mérida

Dr. Jorge Herrera-Silveira

Agua Clara Ciudadanos por Bacalar

Melina C. Maravilla Romero
Elias Fonseca Chicho

Diseño Editorial

Ferrmaria Castañeda
Nadia Moreno Romo

Edición

Lise Markl Lingo

Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible

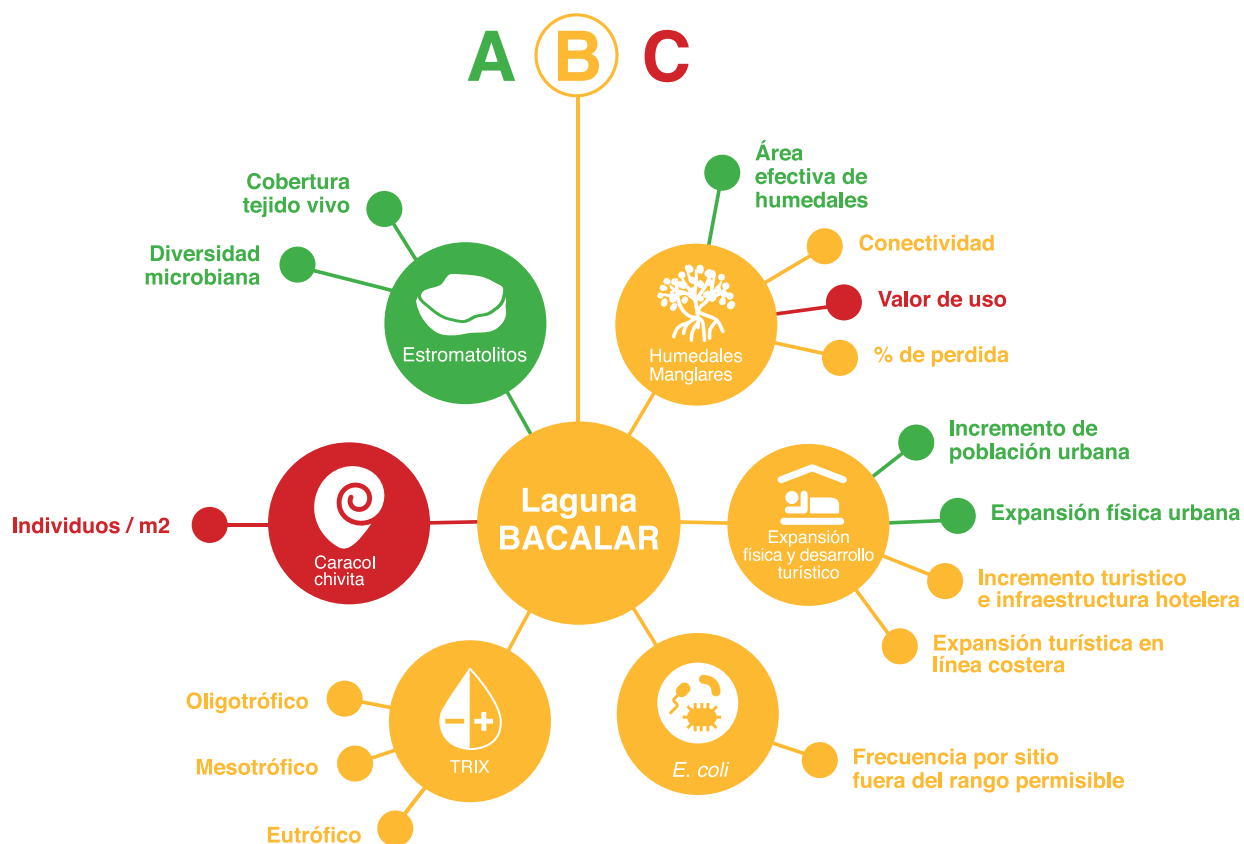
Sergio Madrid

Geoalternativa

M. en C. Silvana Ibarra
Dra. Andrea Rivera

Ilustración

Paulina Serrano (pág. 11)



La publicación de esta ficha ha sido posible gracias al aporte económico de Fundación Gonzalo Río Arronte y el apoyo técnico de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

