



FORO NACIONAL:
**Seguridad
Alimentaria y
Cambio Climático**
7 Y 8 DE JUNIO, 2022

Modelos Pesqueros: Una Herramienta Clave para la Sustentabilidad

AGRICULTURA | ECONOMÍA | MX



Dra. Mónica Valle Esquivel
y
M.en C. José Ignacio Fernández Méndez

7-Junio-2022

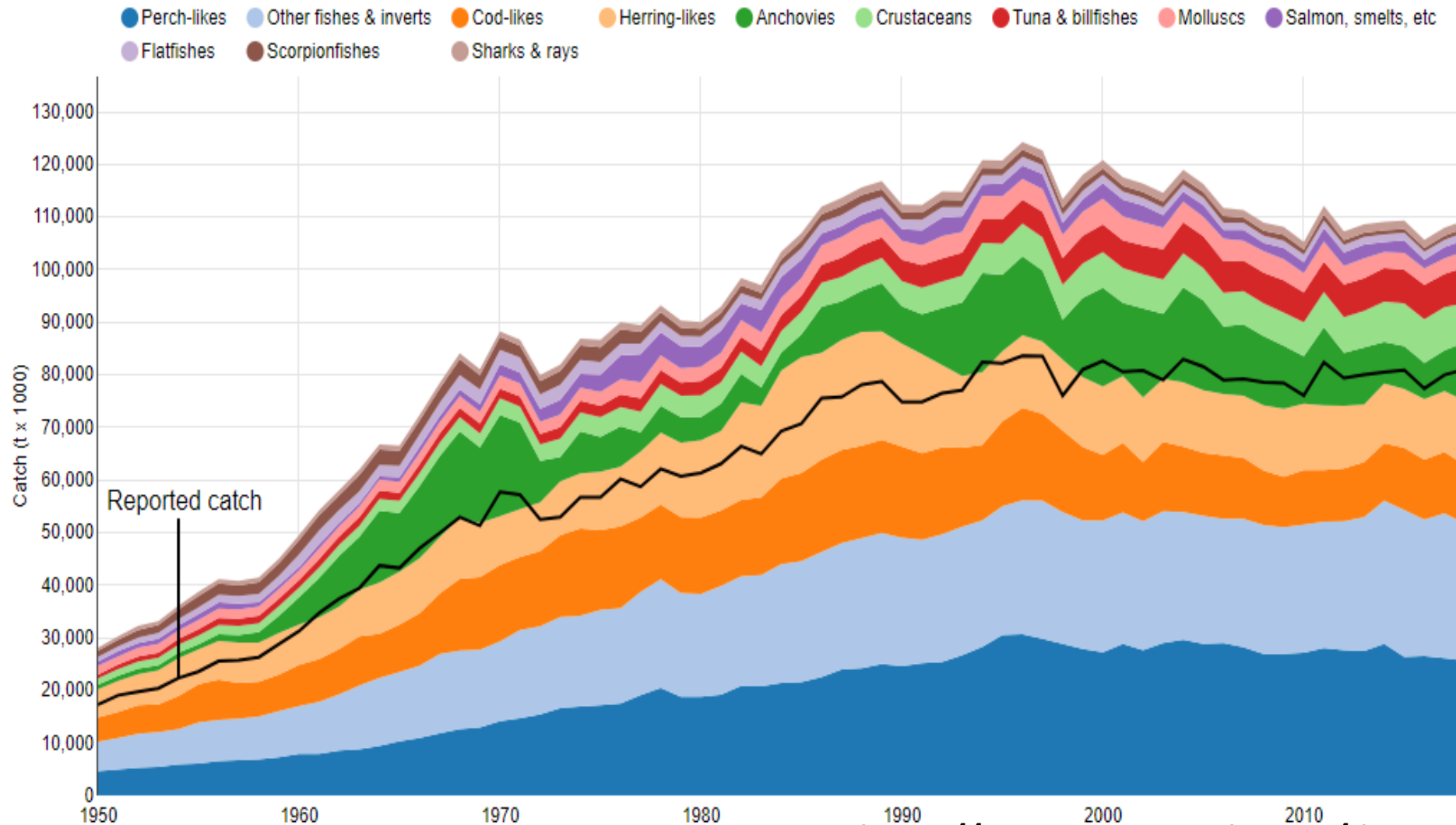
EL PROBLEMA PESQUERO





- La pesca es una enorme industria basada en la captura (“cacería”) y recolección a nivel mundial.

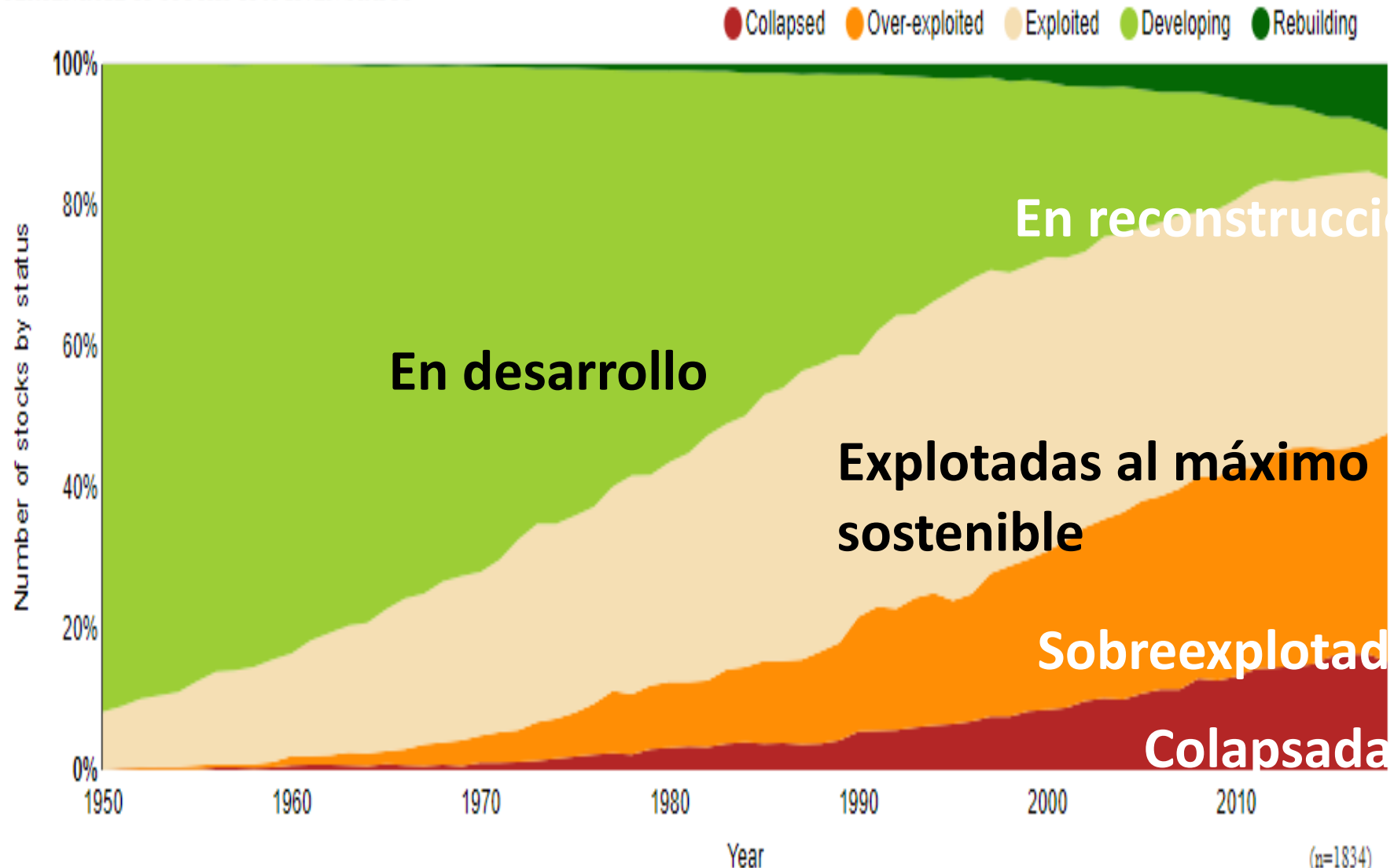
Pero la producción pesquera está estancada desde principios de los 90's.



<https://www.searoundus.org/data>

Casi el 90% de las poblaciones marinas del mundo ahora están completamente explotadas, sobreexplotadas o agotadas.

PERCENTAGE OF STOCKS OF A GIVEN STATUS



**Una solución a la
sobreeplotación:**

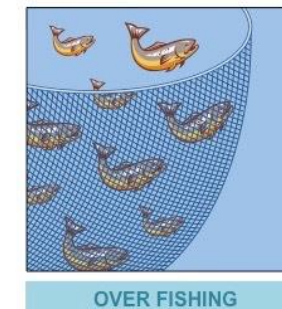
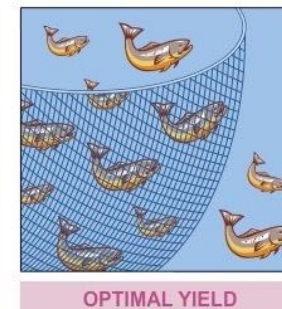
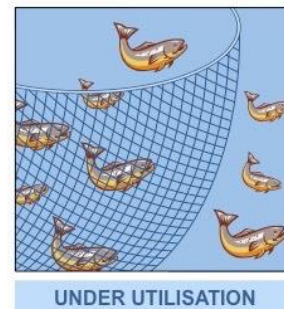
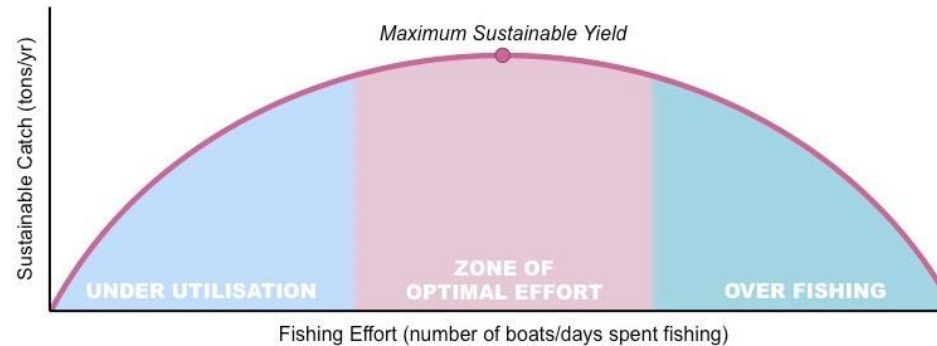
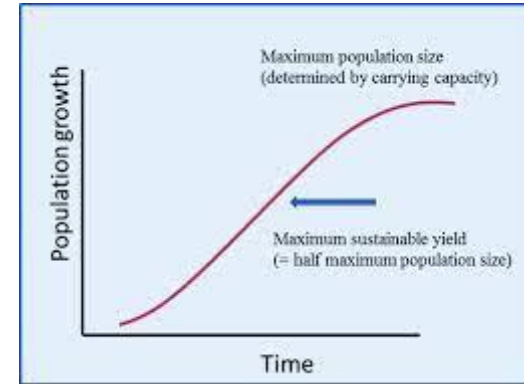
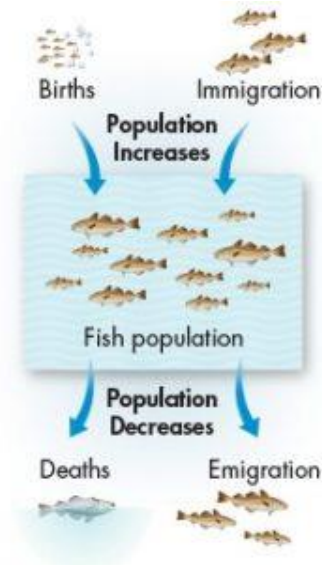
**EL MANEJO
PESQUERO
SUSTENTABLE**



SUSTENTABILIDAD (Concepto clásico 1950's-1990's)- basado en niveles de captura de la especie objetivo:

Producir el Rendimiento Máximo Sostenible

- “SUSTENTABLE”= La captura es igual al crecimiento de la biomasa de la población explotada.
- Se mantiene al mismo nivel en el tiempo, indefinidamente.



Actualmente el concepto es más amplio e inclusivo:

MANEJO PESQUERO ECOSISTEMICO:

El objetivo es mantener a los ecosistemas **saludables, productivos y resilientes** para proporcionar los **bienes y servicios** necesarios para el **bienestar** humano.



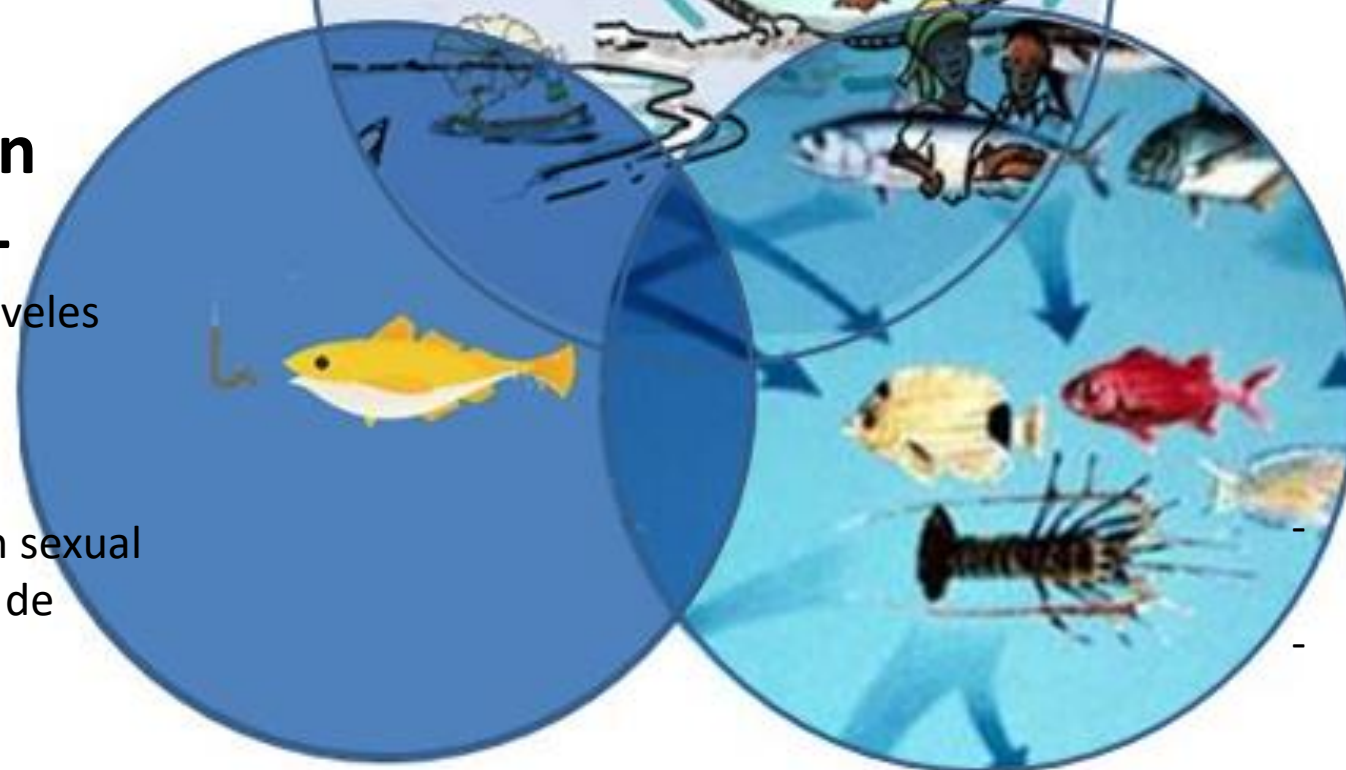
SUSTENTABILIDAD: 3 Elementos/ Objetivos

Aspectos sociales y /o económicos

- Bienestar
- Max ingresos y
- Oportunidades de empleo

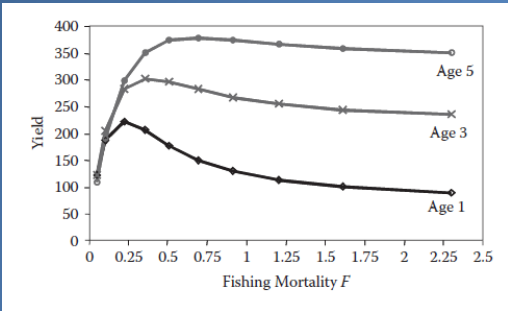
Población objetivo-

- Mantener niveles productivos
- Capturas
- CPUE
- Proporción sexual
- Estructura de tallas



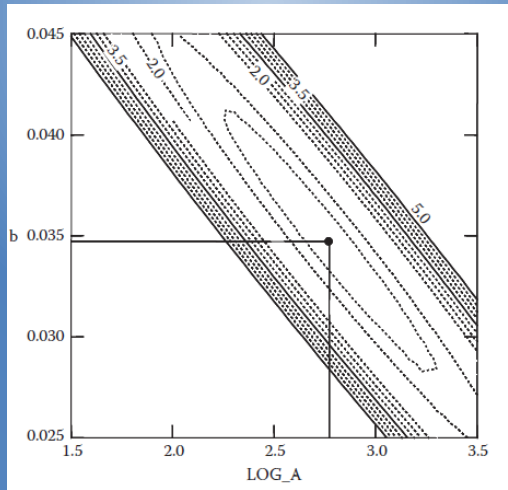
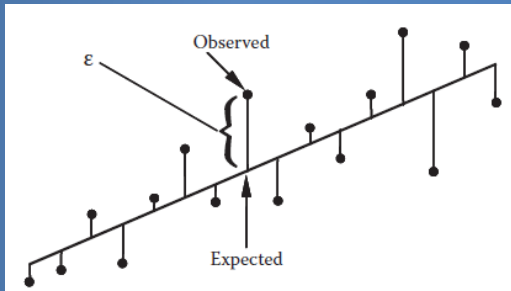
El ecosistema

- Mantener Biodiversidad
- Minimizar impactos a otras spp
- Estructura y función

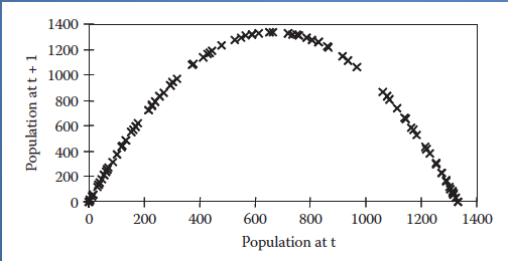


$$N_t = \frac{K}{1 + \frac{(K - N_0)}{N_0} \frac{1}{e^{rt}}} = \frac{K}{1 + \gamma \cdot e^{-rt}}$$

$$N_{t+1} = N_t + rN_t \left(1 - \frac{N_t}{K}\right) - C_t$$



MODELOS PESQUEROS



**"Contar peces es como contar árboles,
excepto que son invisibles y se
mueven". *John Shepherd.***

- ...y se comen unos a otros.
- ... y la explotación pesquera afecta su dinámica poblacional..
- ...y dependen del estado de explotación de otras especies
- ...y son afectados por fenómenos ambientales
- ...y por la contaminación y el deterioro de sus hábitats
- ...y por el cambio climático...

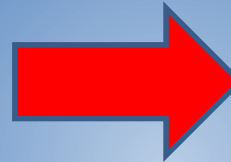
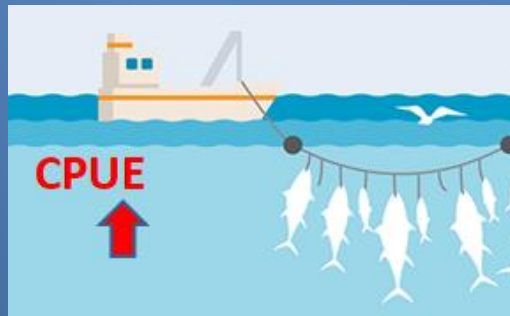
Los PROCESOS (naturales y humanos) que determinan el estado de las poblaciones de peces explotadas son:

- complejos
- parcialmente desconocidos
- difíciles de medir
- altamente variables

Ej., Tamaño de la población

Se evalúan a través de datos que son un indicador indirecto de su estado.

Ej. Monitoreo de Captura por Unidad de Esfuerzo Pesquero



MODELOS

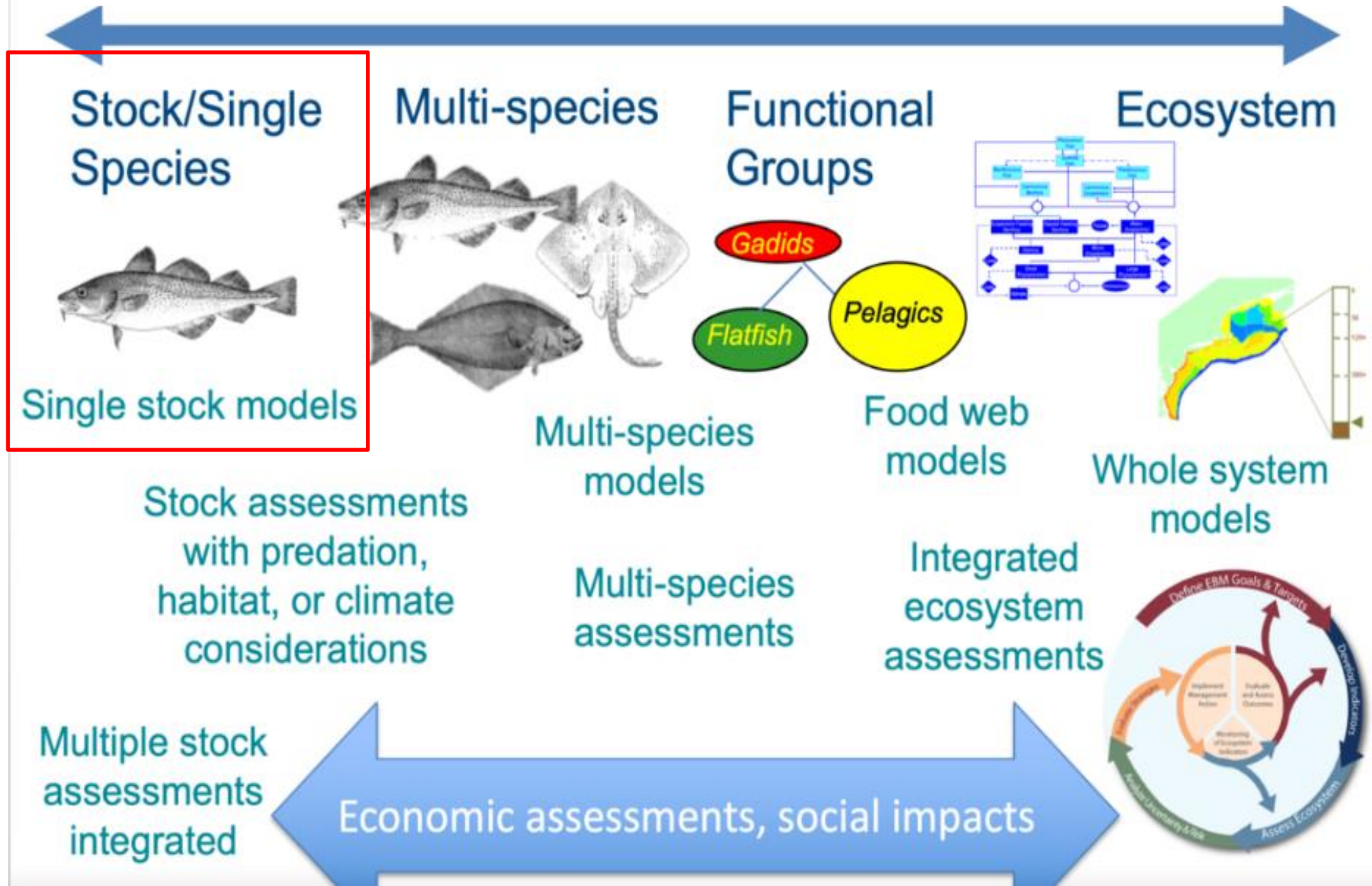
- Representación matemática de poblaciones de peces y los efectos de la explotación.
- Abstracción de los aspectos más relevantes del sistema o proceso.
Describen la variable de interés o el criterio de decisión para el manejo pesquero.
- Dependien de datos confiables e indicadores.
- Incluyen incertidumbre.

Ej. Cambio en el número de individuos.

$$N_t = N_{t-1} - N_{t-1} (1 - e^{-M}) - N_{t-1} (1 - e^{-Z})$$

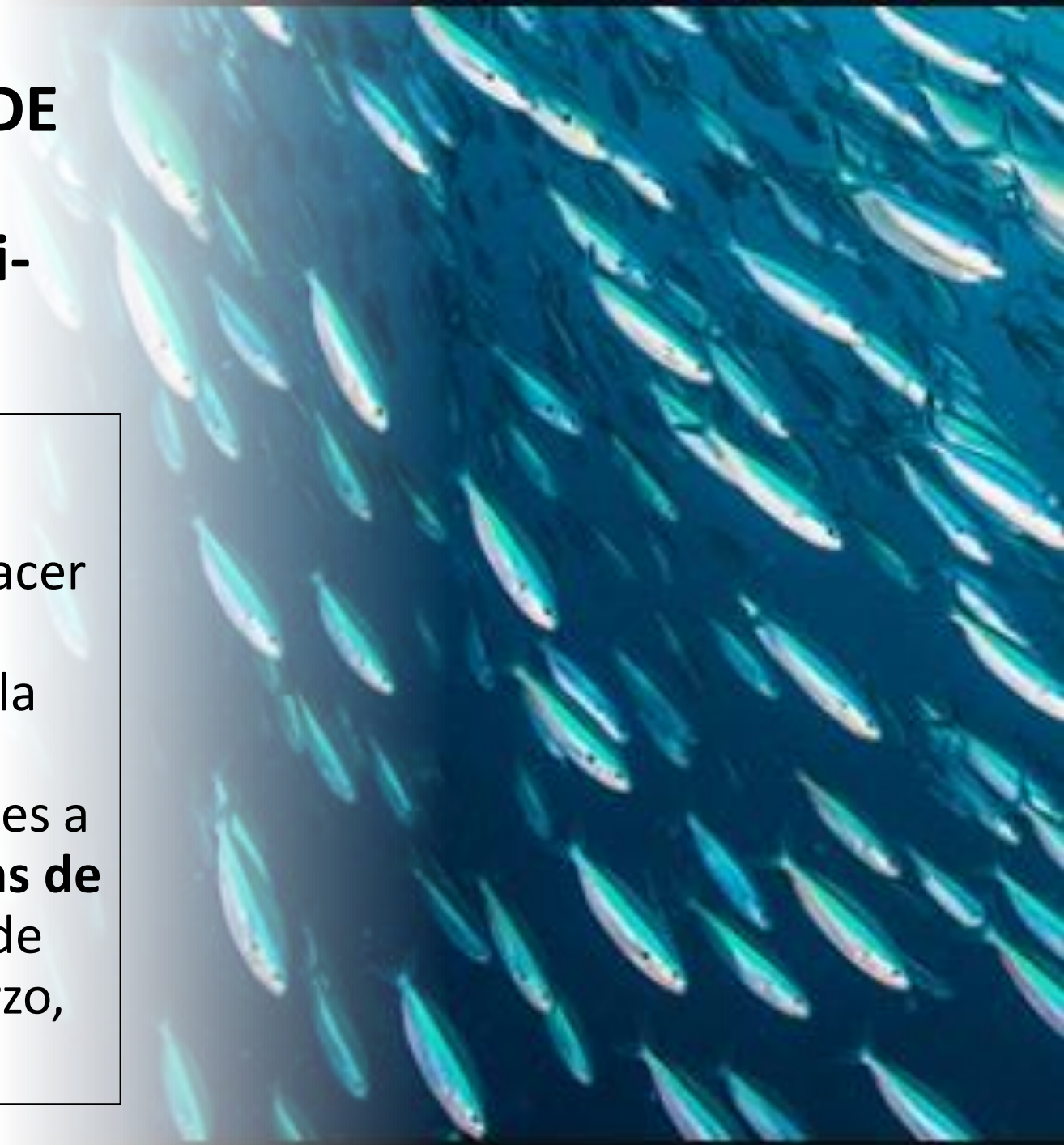
(Num individuos al tiempo t-1)-
(Muertes Naturales)- (Muertes por Pesca)

Clasificación de Modelos Pesqueros

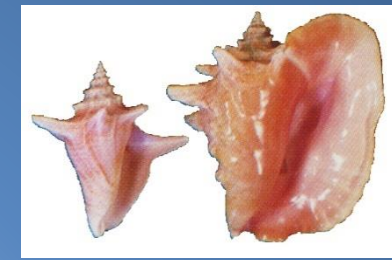


EVALUACION DE STOCKS (Modelos Uni- Específicos)

Utiliza modelos matemáticos y estadísticos para hacer **predicciones cuantitativas** de la **respuesta** de poblaciones de peces a distintas **alternativas de manejo** (niveles de captura, de esfuerzo, vedas, etc).



¿Qué se necesita?



DATOS E INFORMACION BIOLÓGICA

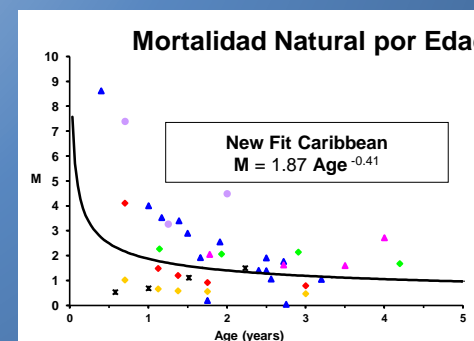
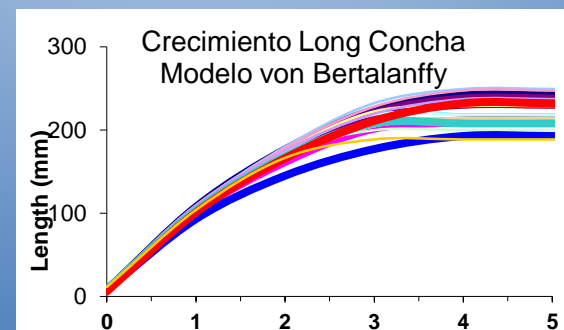
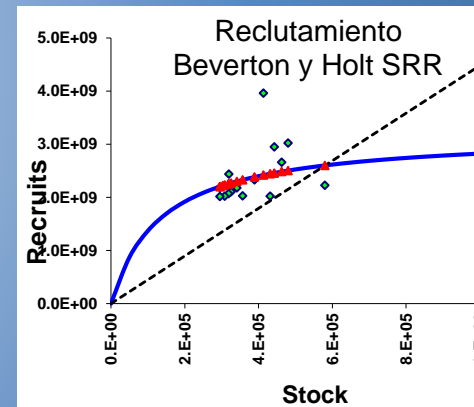
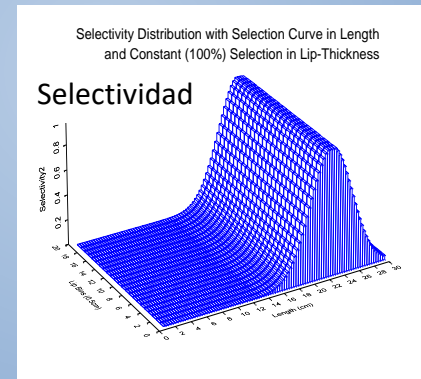
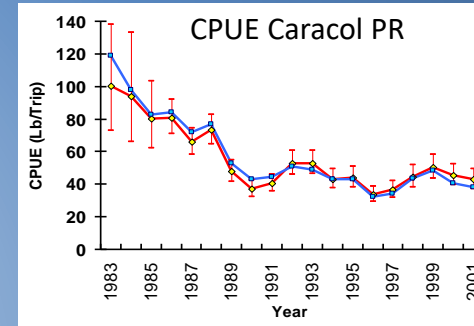
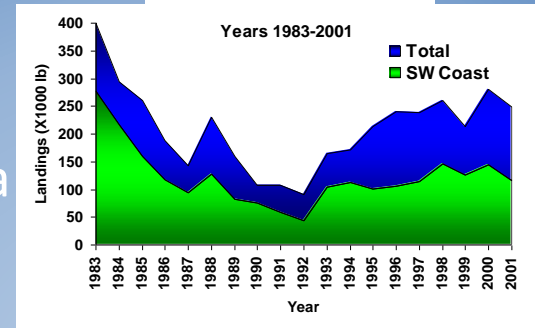
Pesca:

- Series temporales de captura
- Captura por tamaño/edad
- Esfuerzo pesquero
- CPUE
- Selectividad del arte de pesca

Dinámica Poblacional:

- Crecimiento
- Mortalidad natural
- Estructura de tallas
- Fecundidad
- Proporción sexual

Capturas Caracol

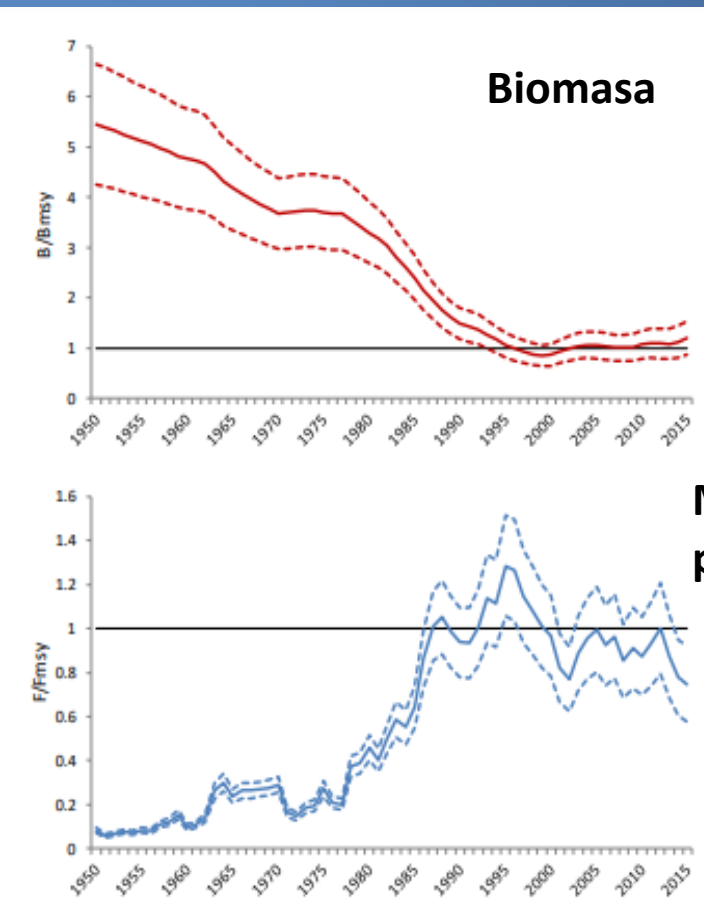


RESULTADOS BASICOS DE EVALUACION DE STOCKS

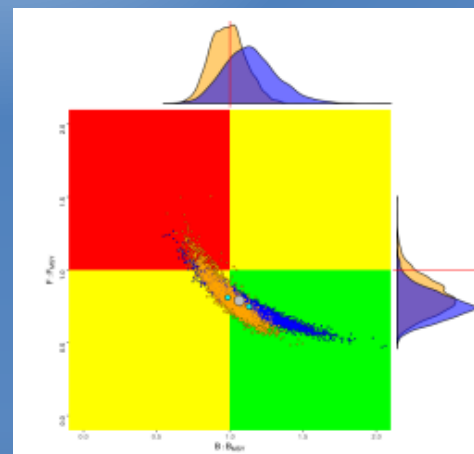
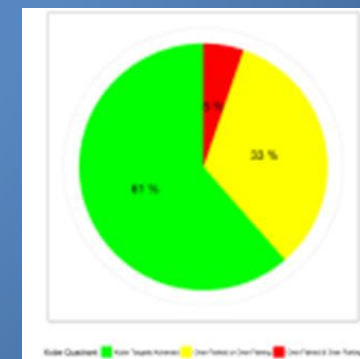
Parametros:

- Abundancia/ biomasa
- Abundancia por edad
- Biomasa reproductiva
- Mortalidad por pesca
- Rendimiento maximo sostenible
- Biomasa reproductiva en relacion a puntos de referencia (objetivos y limites).
- Mortalidad por pesca en relacion a puntos de referencia.

Grafica Kobe



Probabilidad Sobrepesca



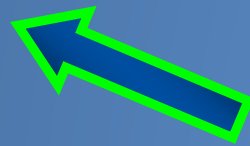


MODELO DE SIMULACION

Ej: Caracol (*Strombus gigas*)

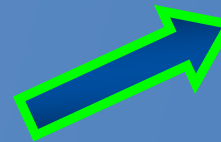
1. Modelo poblacional

- Estructurado por edad/talla
- Crecimiento
- Reclutamiento
- Madurez sexual
- Mortalidad natural



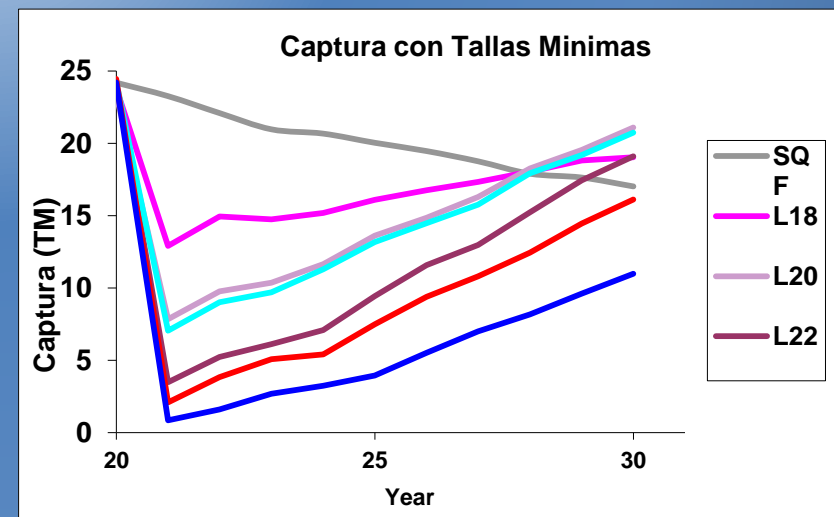
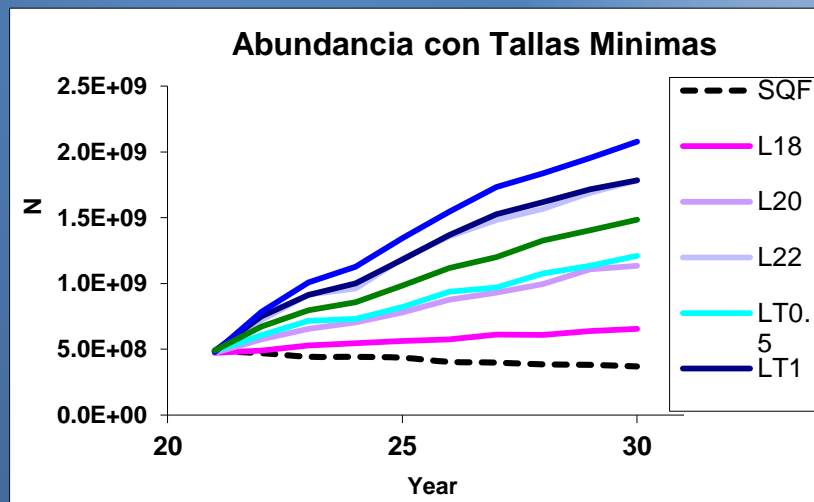
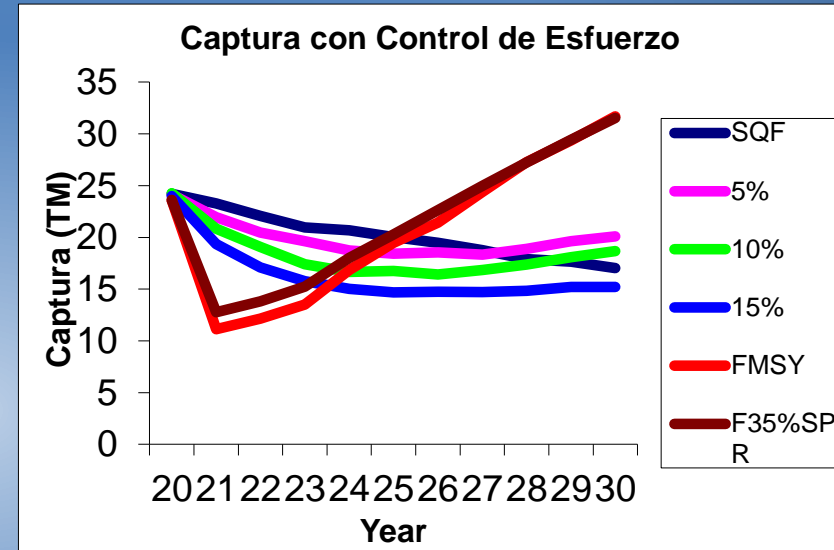
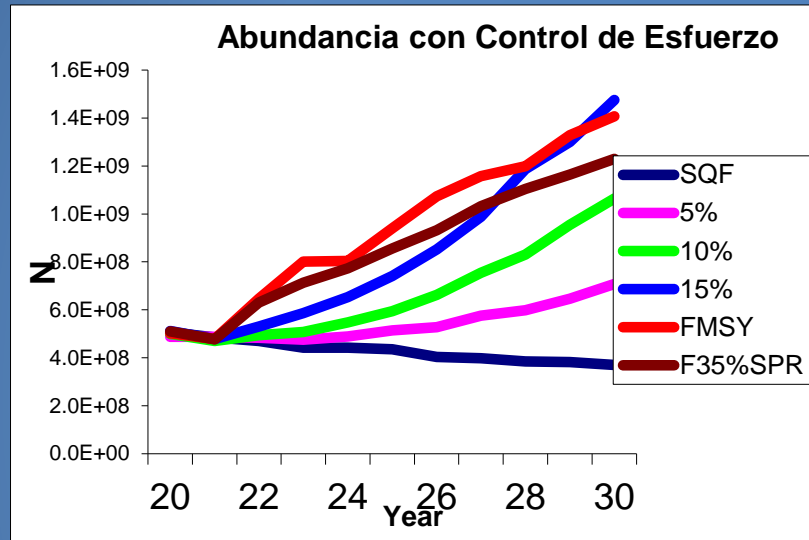
2. Modelo Pesquero

- Flotas/ Artes de pesca
- Captura/Esfuerzo
- Selectividad
- Capturabilidad
- Temporada de pesca/ vedas



3. Modelo de proyección y escenarios de manejo

Proyección de indicadores bajo distintos escenarios de manejo

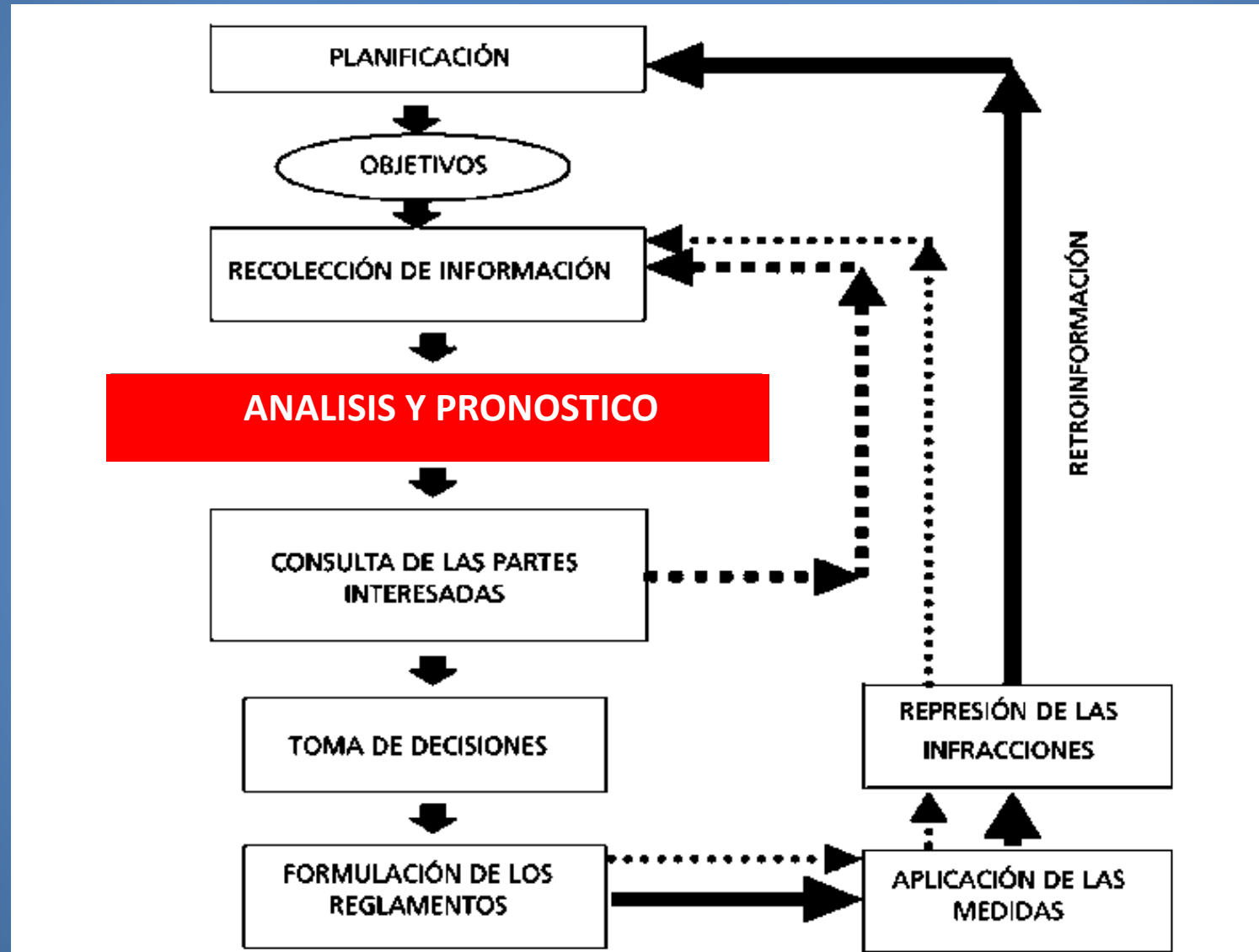


Componentes ideales en el proceso de modelación

- **Objetivos de administración** bien definidos
- **Indicadores** de desempeño relacionados con esos objetivos
- **Puntos de referencia** objetivos (a lograr) o límites (a evitar)
- **Herramientas de manejo**
- Medición de **incertidumbre y riesgo**



Toma de decisiones para el manejo pesquero



REFLEXIÓN

El uso de modelos para lograr la sustentabilidad en las pesquerías deriva de la naturaleza del objeto de estudio **(baja observabilidad y alta incertidumbre)**.

Su uso como **herramienta en el manejo pesquero** ayuda a:

- Simplificar y comprender sistemas y procesos complejos .
- Considerar la incertidumbre y el riesgo asociado a dicha incertidumbre.
- A sistematizar la información y el proceso de toma de decisiones.
- A brindar mayor claridad y transparencia al proceso.

****Modelos pesqueros NO son la realidad, pero ayudan a representarla, entenderla y tratar de manejarla.**



¡Gracias!

Dra. Mónica Valle Esquivel

monica.valle@mragamericas.com

**M. en C. José Ignacio
Fernández Méndez**

wecsg20@yahoo.com.mx



Y si hay tiempo
para un estudio de
caso simplificado,
con datos reales...

**Pesquería de altamar de camarón en
un puerto del Pacífico Mexicano.**

Proceso de modelación

- 1) Objetivos de administración. **Rentabilidad positiva** en la pesquería.
- 2) Indicadores de desempeño : **Captura promedio por barco**.
- 3) Punto de referencia límite (PRL) : Captura mínima promedio para operación rentable: **11 ton/barco**
- 4) Instrumento de administración: **Número de barcos en operación**.
- 5) Criterio de decisión: Que la **captura promedio** este **arriba del punto de referencia** .
- 6) Medición de incertidumbre y riesgo: Distribución de probabilidad de reclutamiento y **probabilidad de que captura promedio por debajo de PRL**.

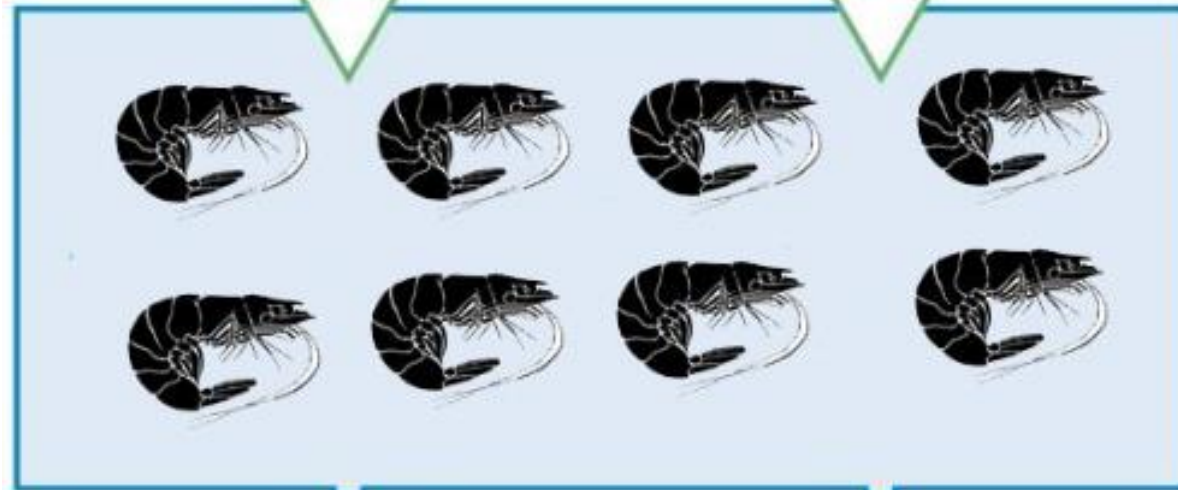
Estructura del modelo

Reclutamiento:

Número de individuos en semana 0



Peso individual promedio



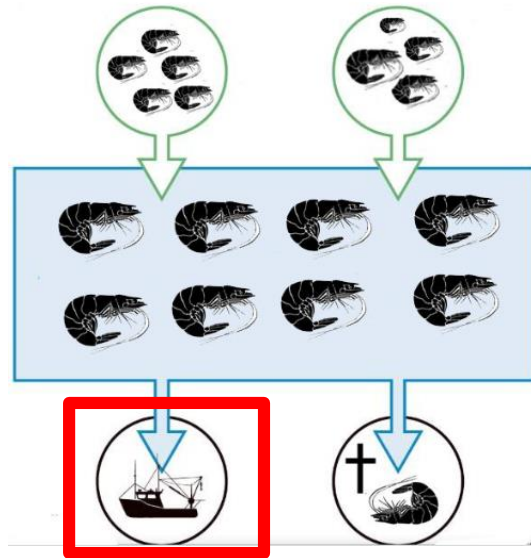
Muertes por pesca (F)



Muertes por causas naturales (M)

Buscamos valores de los **parámetros** que hagan que **la predicción del modelo** reconstruya el comportamiento de los **datos**

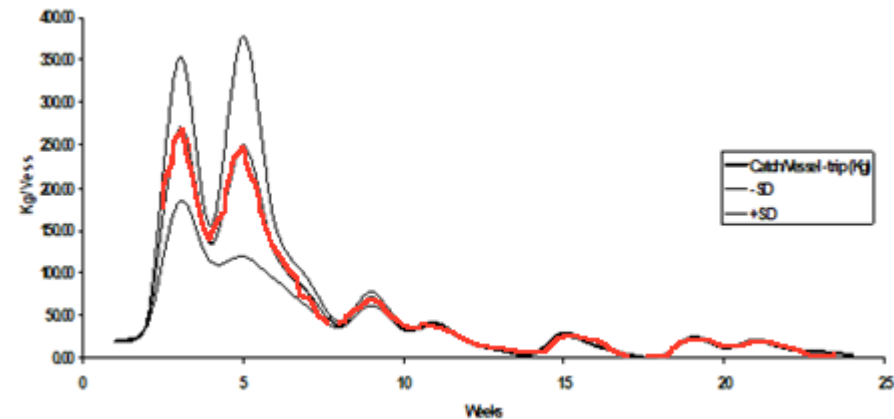
MODELO



**Captura
predicha**

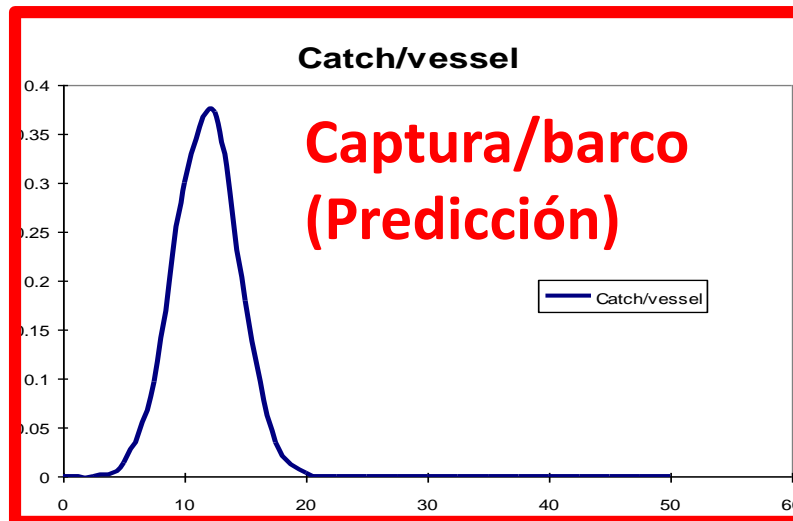
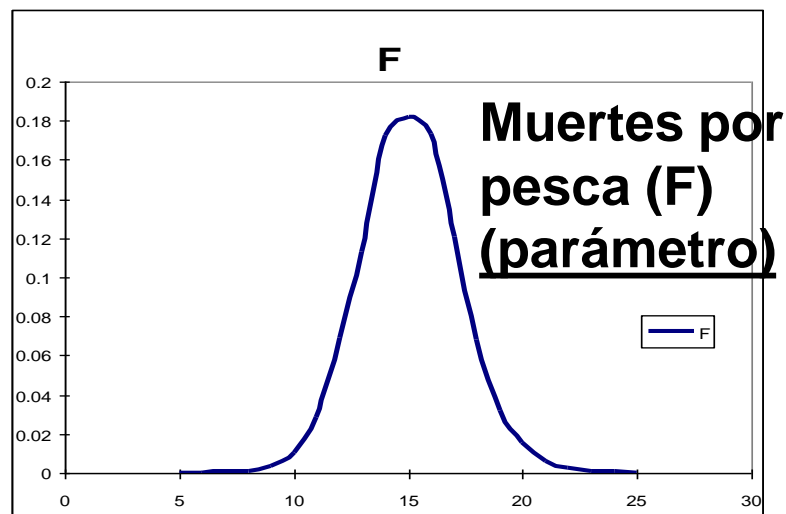
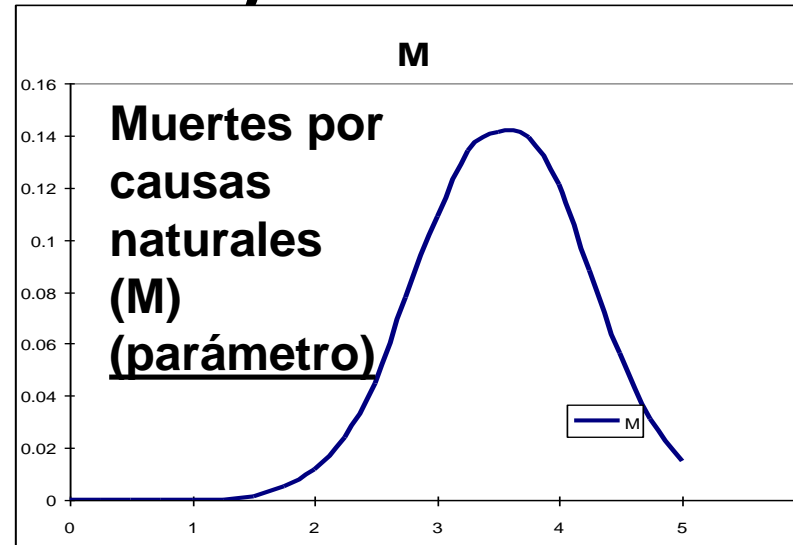
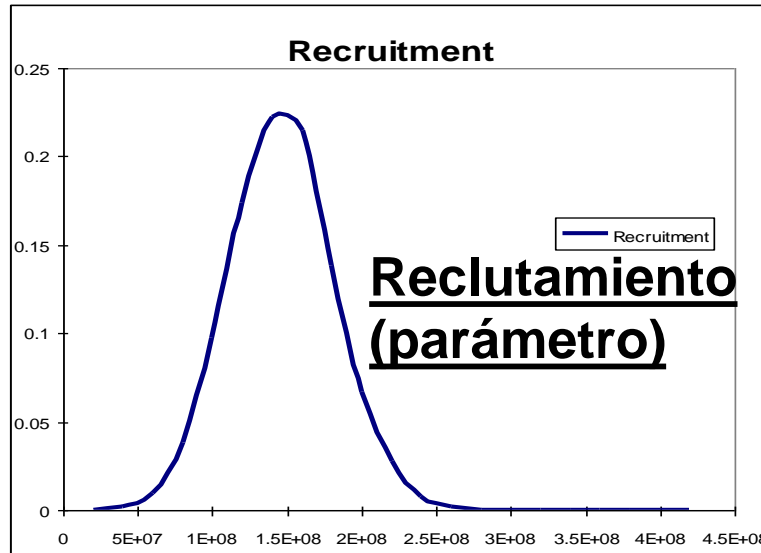


DATOS



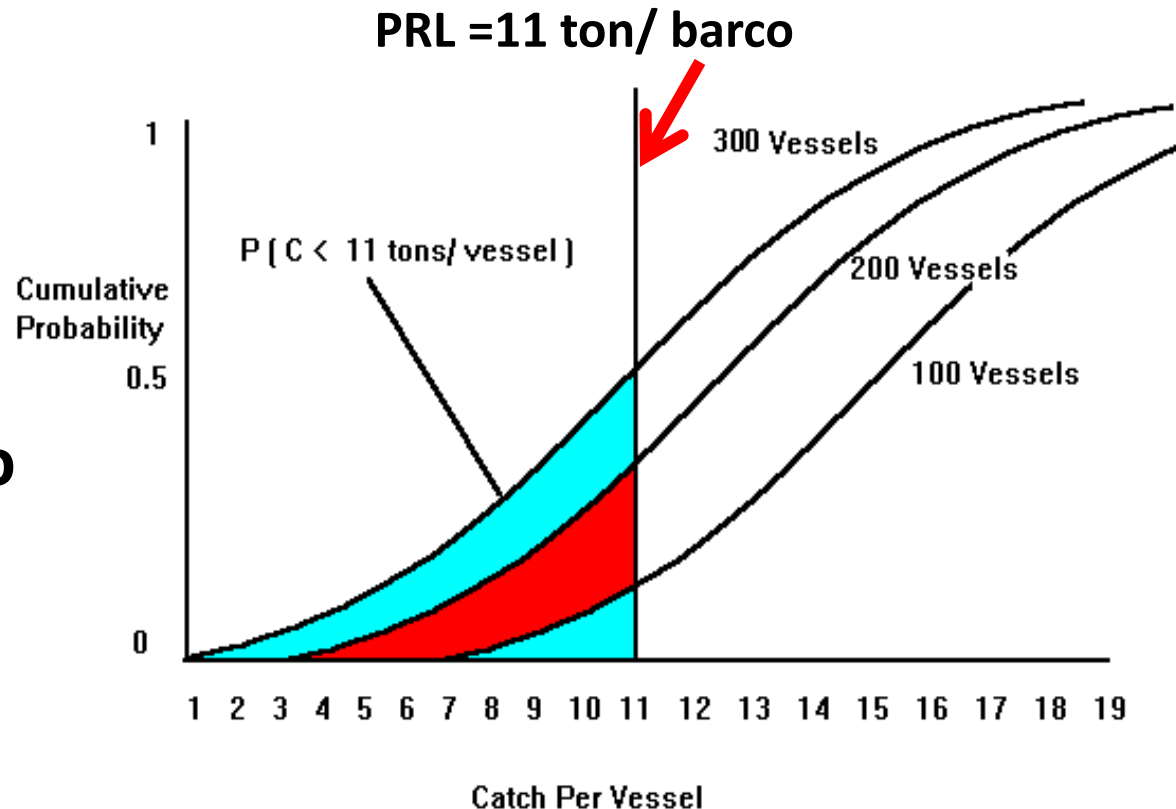
**Captura promedio por
semana de 20 años después
del inicio de la temporada
de pesca**

Cada parámetro y predicción del modelo tiene una **distribución de probabilidad** (como medida de la **incertidumbre**)



Ya estimados los parámetros del modelo, se **simulan escenarios** con diferentes números de barcos operando en la pesquería (100, 200, 300..).

La medida del **riesgo** es la **probabilidad** de que la captura promedio por barco sea menor al punto de referencia (PRL) en cada escenario.



**PRESENTACIÓN DE
RESULTADOS:
ANÁLISIS DE ESCENARIOS Y
ANÁLISIS DE RIESGO**

**ESTO SE PRESENTA A TOMADOR
DE DECISIONES Y A USUARIOS Y
OTROS INTERESADOS
(STAKEHOLDERS) PARA LOGRAR
TRANSPARENCIA Y
CORRESPONSABILIDAD EN
EL PROCESO DE TOMA DE
DECISIONES**

Análisis de Escenarios: Captura promedio por barco en cada escenario (diferente reclutamiento y números de barcos**).**

		Reclutamiento (millones de individuos)						
		80	100	125	140	150	180	200
Probabilidad de los valores de reclutamiento		0.03	0.10	0.19	0.23	0.21	0.14	0.08
Número de barcos	100	18.7	21.2	23.8	31.2	36.2	41.3	45.25
	200	8.8	11.3	14.1	16.6	20.2	21.5	21.7
	300	5.1	6.3	8.4	10.1	11.2	13.3	14.1
	400	3.2	3.7	6	6.3	6.75	8.7	10
	500	1.25	1.6	3.5	3.7	4.1	6.05	6.5

Número real de barcos = 300

Análisis de Riesgo: Probabilidad de la captura promedio por barco sea **menor** al Punto de referencia Límite (PRL) **11 ton/barco**.

Reclutamiento (millones de individuos)

Probabilidad de los valores de reclutamiento		80	100	125	140	150	180	200
		0.03	0.10	0.19	0.23	0.18	0.14	0.08
Número de barcos	100	0	0	0	0	0	0	0
	200	93	38	0	0	0	0	0
	300	100	100	100	63	43	10	0
	400	100	100	100	100	100	97	70
	500	100	100	100	100	100	100	100

Número real de barcos = 300

¡Gracias!

