

MODELIZACION DE INFORMACION EN BIODIVERSIDAD PARA LA TOMA DE DECISIONES.

METOLOGIA RANA PARA LA DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE COMPENSACIÓN

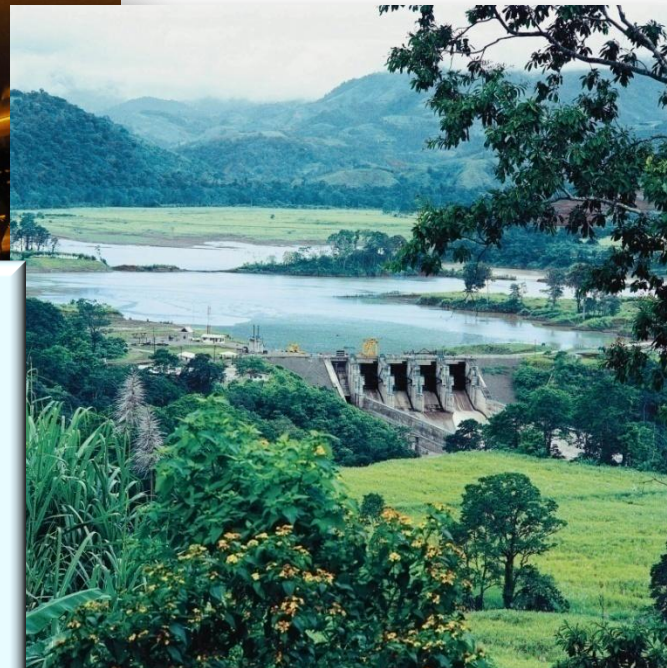
Anny Chaves Quirós

Instituto Costarricense de Electricidad

Achaves@ice.go.cr



Instituto Costarricense de Electricidad



***Ley No.449 de
1949***

***Desarrollo
Racional de
fuentes
productoras de
Energía***



Telecomunicaciones



PROPUESTA DE UNA METODOLOGIA



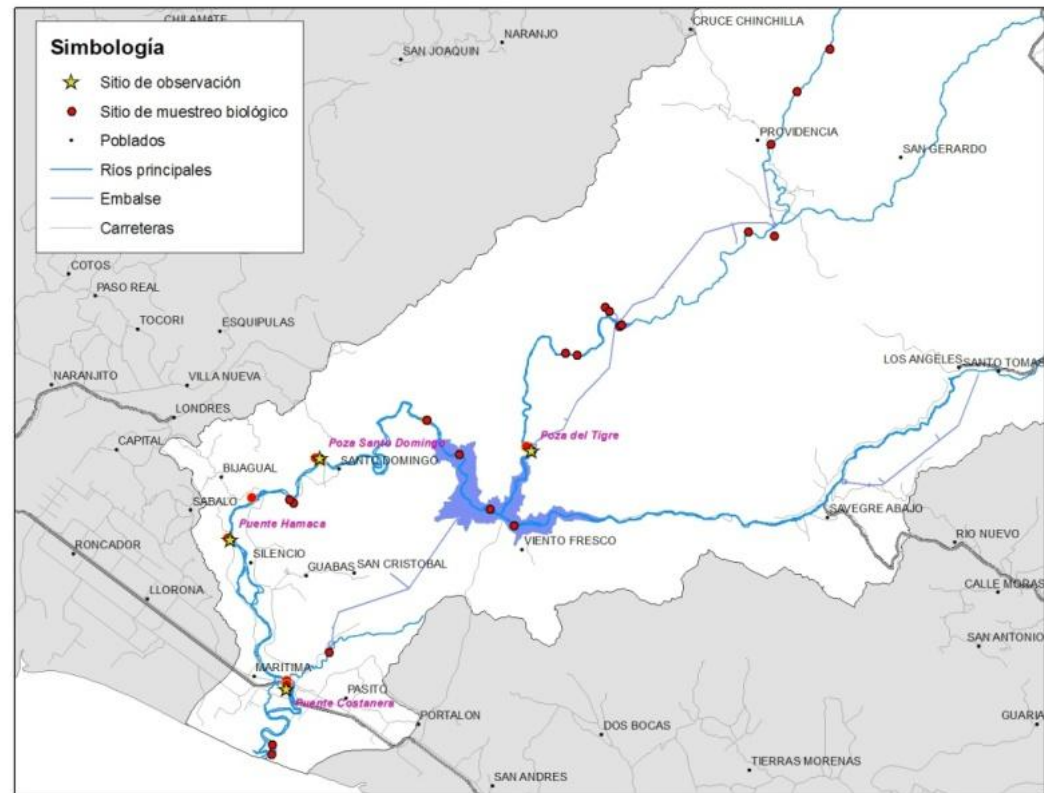
Desarrollar una metodología para la determinación del caudal de compensación basada en la estimación del “caudal mínimo aceptable” (CMA) para optimizar el uso de los recursos hídricos en Costa Rica.



Información de campo

Identificación de sitios de estudio

- Tramo Crítico
- Tramo de Regulación
- Secciones
- Sectores
- Sitios críticos



Componentes de la metodología



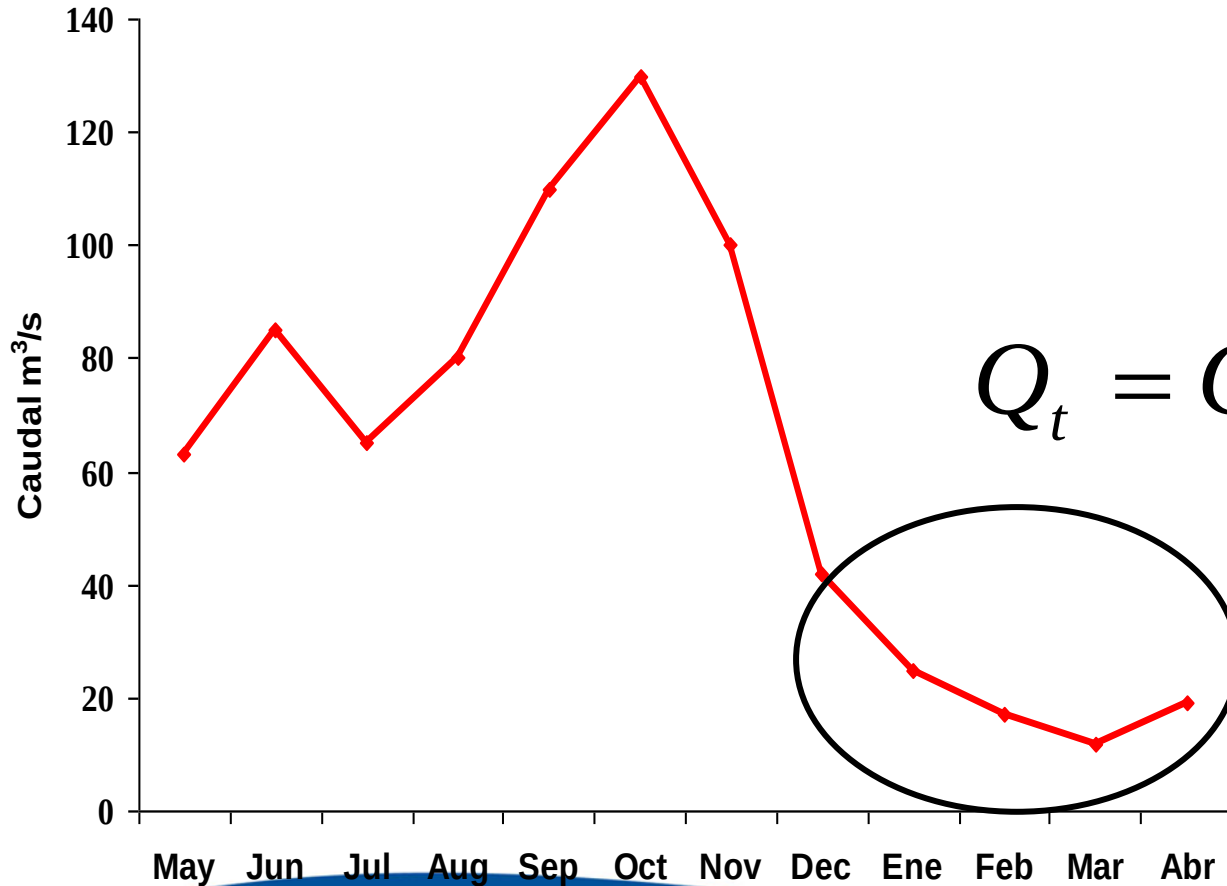
Caudal natural



Caudal Natural



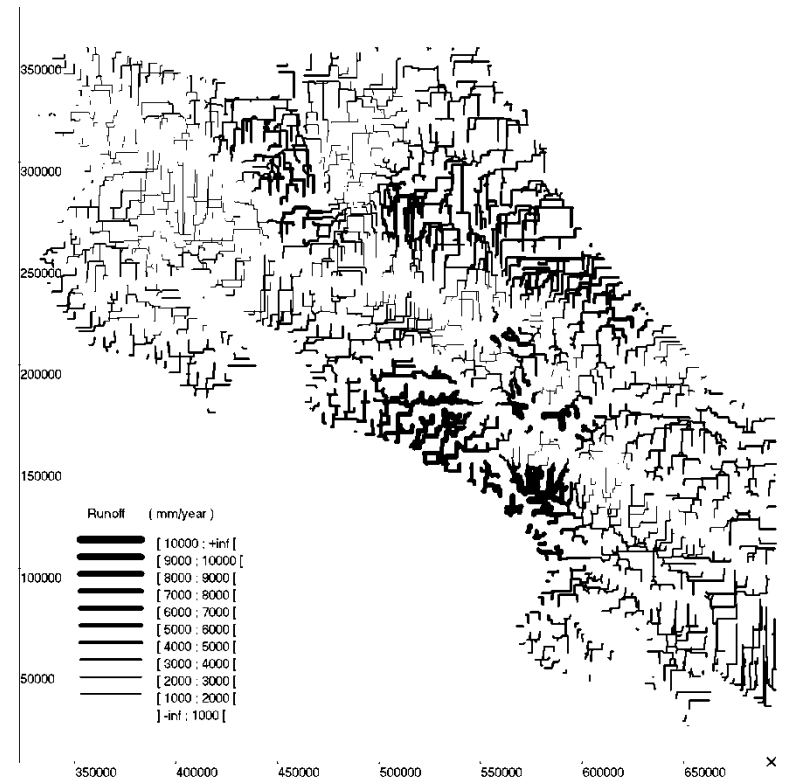
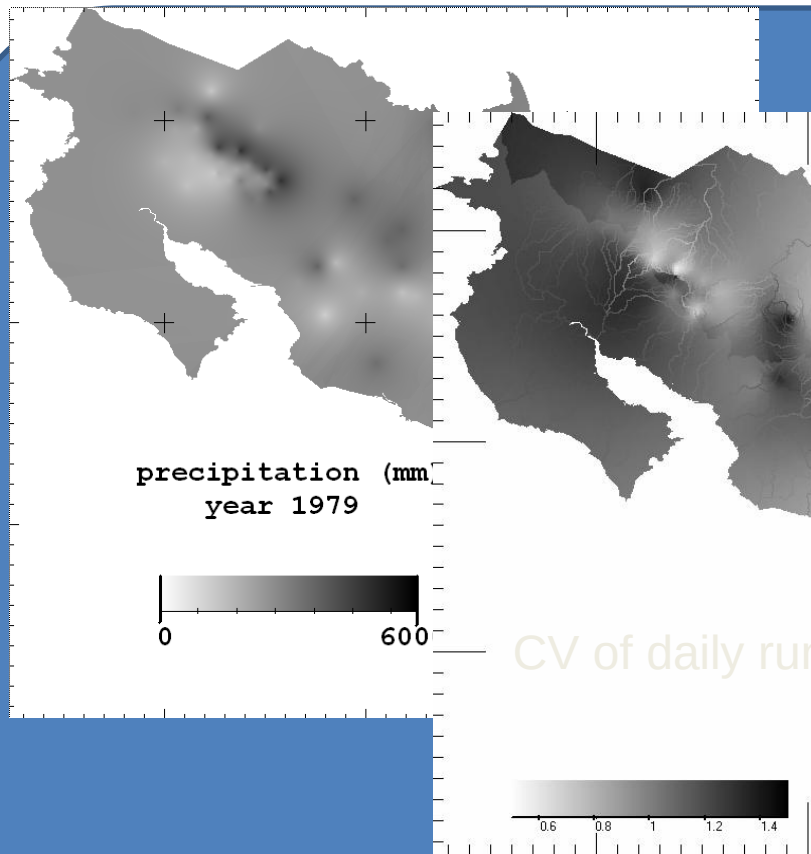
Variación temporal del caudal



$$Q_t = Q_0 e^{-kt}$$

Análisis de la
variación de los
caudales para la
época seca

Algunos ejemplos de mapas generados



Componentes de la metodología



Restricciones por usos socioeconómicos del caudal



Estudio de
la Literatura

Estudio de
Campo

Validación
Focus Group

Indicadores Socio-económicos

Sostenibilidad con respecto a los requerimientos
socio-económicos

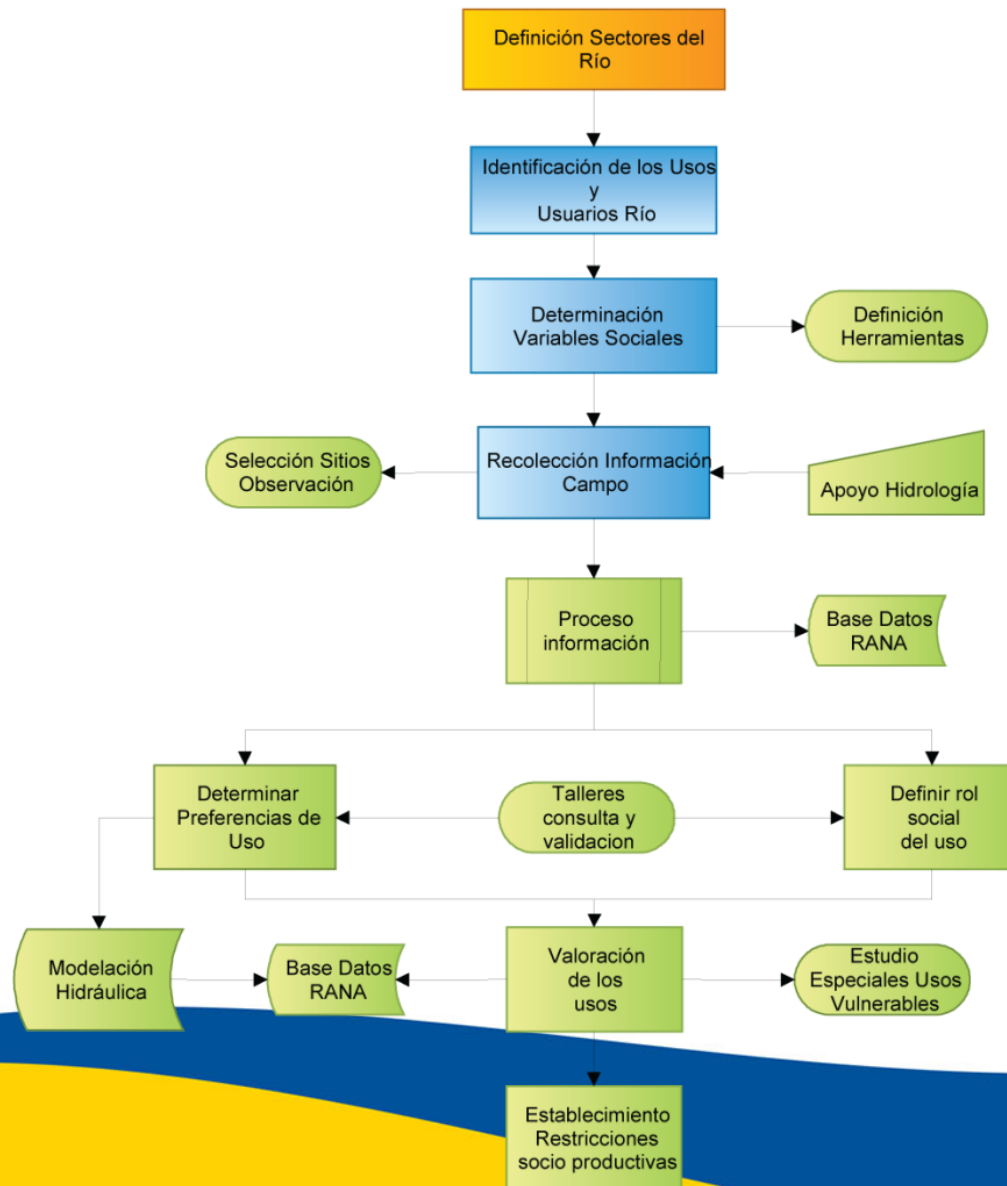
Caudal

Profundidad

Ancho

Velocidad

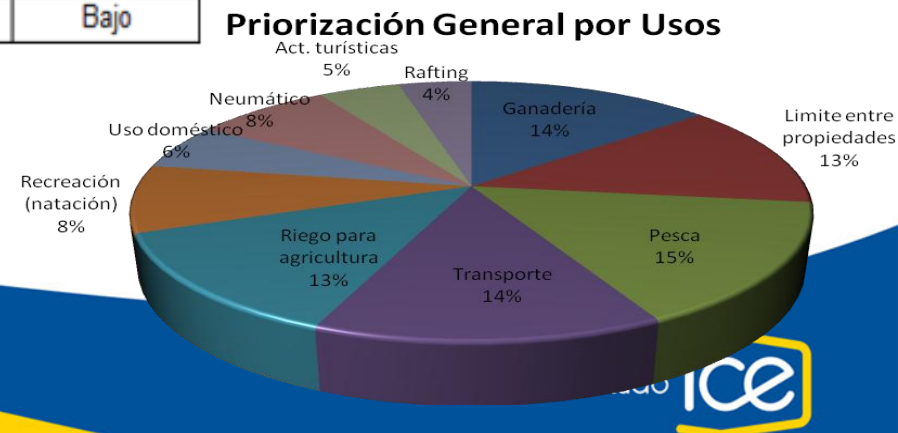
Proceso de análisis socio económico



Prioridades Usos en Cuenca del Térraba

Cuadro 29. Priorización general por usos (ZGS). ICE-PHED, 2009.

Uso	IUR				Σ IUR	Jerarquización	valores
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4			
Ganadería	6	9	6	9	30	Alto	$IUA \leq 9$
Limite entre propiedades	9	9	1	9	28	Alto	$Si\ 9 < IUA \leq 18$
Pesca	9	6	9	9	33	Alto	$Si\ 18 < IUA \leq 27$
Transporte	6	9	9	6	30	Alto	$Si\ IUA > 27$
Recreación (natación)	9	6	9	4	28	Alto	
Riego para agricultura	3	3	3	9	18	Moderado	
Uso doméstico	1	1	9	1	12	Medio	
Neumático	9	2	3	3	17	Medio	
Actividades turísticas	4	1	1	4	10	Medio	
Rafting	6	1	1	1	9	Bajo	



Demandas o restricciones ecológicas



Estudio de
la Literatura

Estudio de
Campo

Panel de Expertos

Indicadores Biológicos

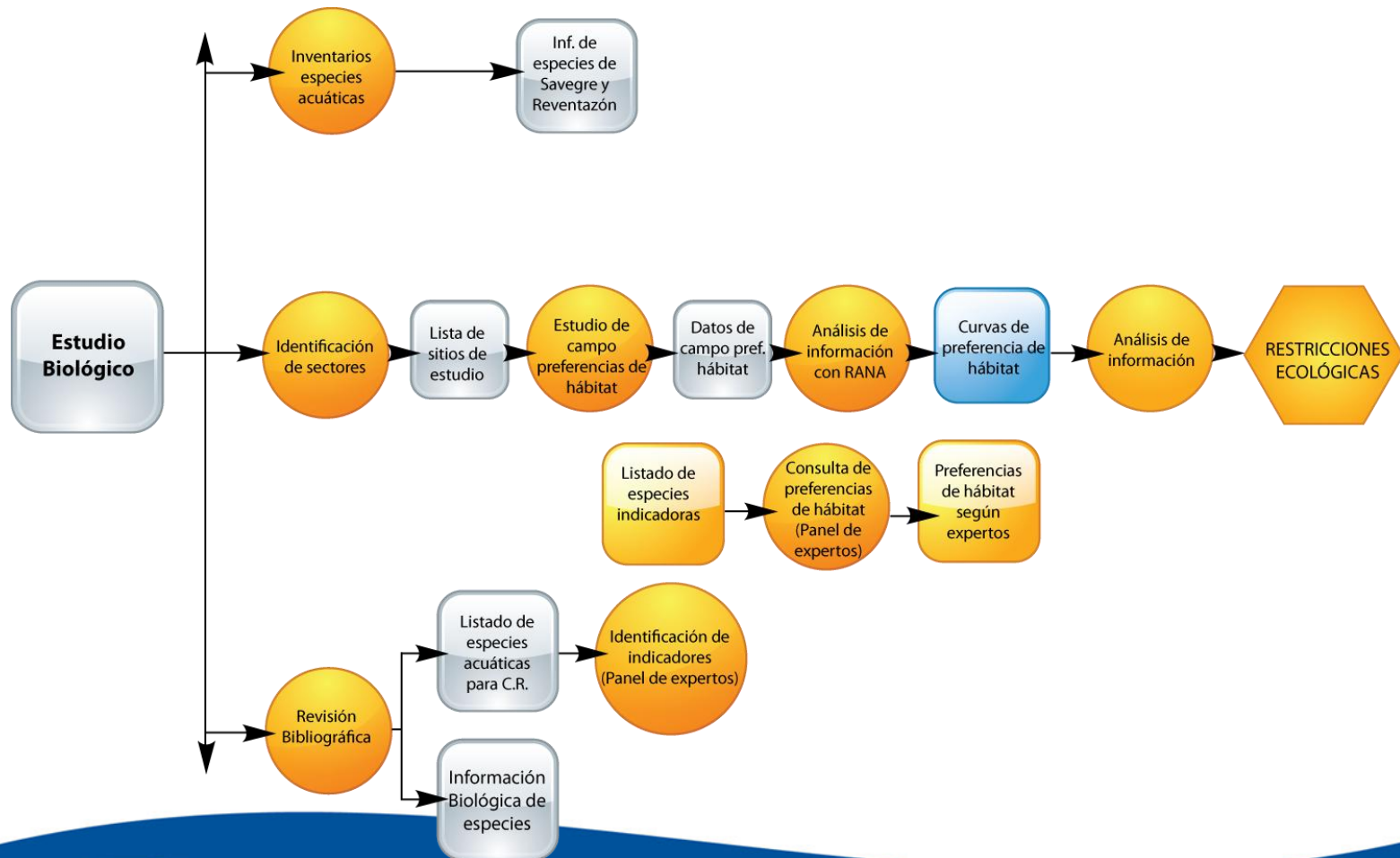
Sostenibilidad con respecto a los requerimientos biológicos

Sustrato

Profundidad

Velocidad

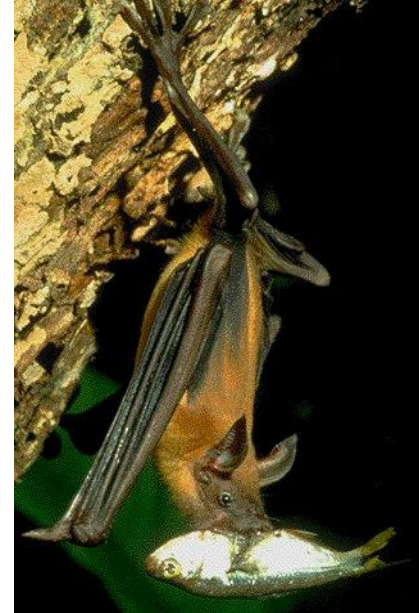
Restricciones ecológicas



Indicadores de caudal



Selección de
indicadores
biológicos
sensibles a
cambios en el
caudal



Definición de
preferencias
de hábitat



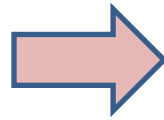
Preferencias teóricas según expertos

Especies	Categoría	Velocidad	Profundidad m	Sustrato
<i>Agonostomus monticola</i> tepemechin	Inadecuado Regular Optimo	muy lento moderado, m. rápido rápido	< 0.25 0.25- 0.35, 2-3 0.35 - 2	arcilloso, limoso arenoso, grava pedregoso, rocoso
<i>Parachromis dovii</i> Guapote	Inadecuado Regular Optimo	rápido, muy rápido muy lento, lento moderado	<0.5 0.5- 1, 4-15 1-4	arcilloso limoso, arenoso grava, pedregoso, rocoso
<i>Joturus pichardi</i> Bobo	Inadecuado Regular Optimo	lento moderado, m. rápido rápido	<0.30; > 2.0 0.3-0.5; 1.5-2.0 0.5 – 1.5	arcilloso, limoso, arenoso grava pedregoso, rocoso
<i>Brycon sp</i> Machaca	Inadecuado Regular Optimo	rápido, muy rápido muy lento, lento moderado	<0.25 0.25-0.5, >10 0.5 -10	no sensible
<i>Poecilia gilli</i> Olomina	Inadecuado Regular Optimo	muy lento lento, rápido moderado	<0.05, >5 0.05-0.1, 2-5 1-2	no sensible
<i>Sicydium sp.</i> Chupapiedras	Inadecuado Regular Optimo	m. lento, muy rápido lento, rápido moderado	<0.1 0.1-0.25, 1-3 0.25-1	arcilloso, limoso, arenoso grava pedregoso, rocoso

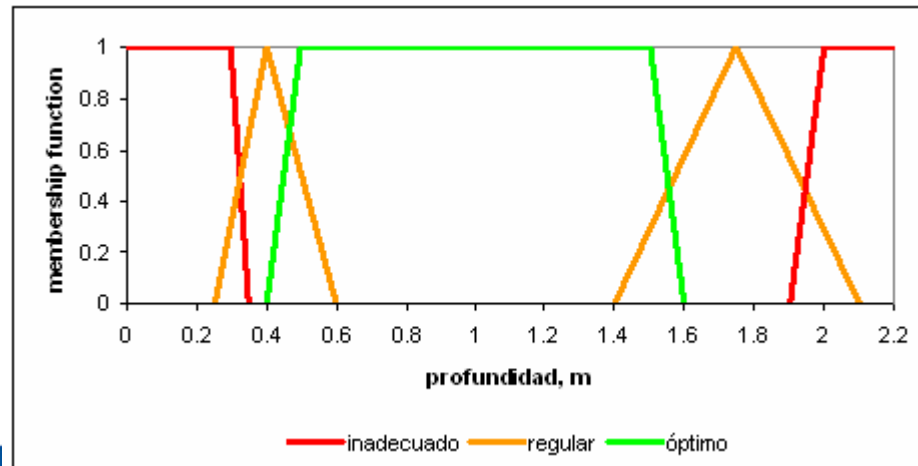
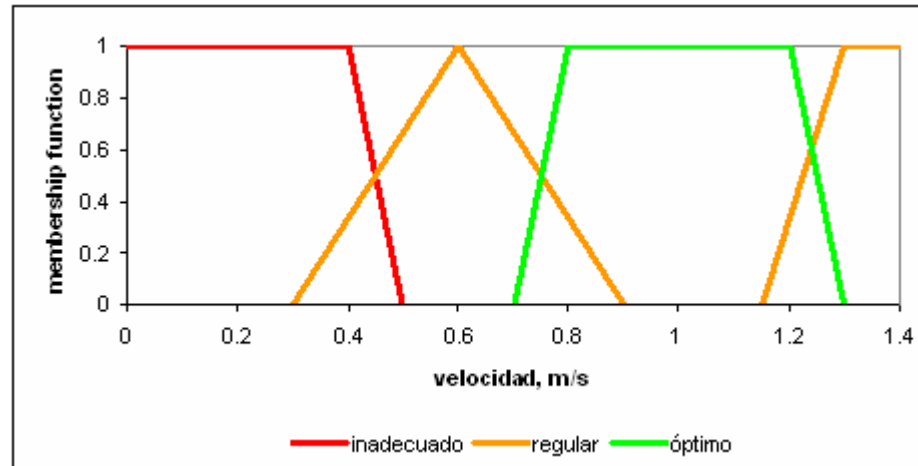
RESTRICCIONES ECOLOGICAS PARA ESPECIES INDICADORAS SEGÚN PANEL DE EXPERTOS

Especies	Categoría	Velocidad	Profundidad m	Sustrato
<i>Anfibios, Fam. Centrolenidae</i> ranas de vidrio	<u>Inadecuado</u> <u>Regular</u> <u>Optimo</u>	muy lento lento, rápido moderado	<0.01 0.01-0.05, 1-1.5 0.05-1	- arcilloso, limoso, arenoso grava, pedregoso, rocoso
<i>Anfibios</i> <i>Bufo.sp</i> sapos	<u>Inadecuado</u> <u>Regular</u> <u>Optimo</u>	rápido m. lento, moderado lento	<0.01 0.01-0.10, 1-1.5 0.10-1	no sensible
<i>Anfibios</i> <i>Smilisca sordida</i> sapo túngara	<u>Inadecuado</u> <u>Regular</u> <u>Optimo</u>	muy lento lento, rápido moderado	<0.01 0.01-0.05, 1-1.5 0.05-1	- arcilloso, limoso, arenoso grava, pedregoso, rocoso
<i>Crustaceos, fam. palaemonidae</i> camarones de río	<u>Inadecuado</u> <u>Regular</u> <u>Optimo</u>	- m. lento, lento, rápido muy rápido	- - 0.05-5	no sensible
<i>Ephemenoptera, trichoptera</i>	<u>Inadecuado</u> <u>Regular</u> <u>Optimo</u>	m. lento, m. rápido lento, rápido moderado	<0.05 0.05-0.20, 1-2.0 0.20-1.0	arcilloso, limoso, arenoso Grava pedregoso, rocoso, hojarasca
<i>Corydalidae</i> (<i>megaloptera</i>) insectos acuaticos	<u>Inadecuado</u> <u>Regular</u> <u>Optimo</u>	m. lento, m. rápido lento, rápido moderado	<0.10, >3.0 0.10-0.20, 1.5-3 0.20-1.5	arcilloso, limoso, arenoso grava pedregoso, rocoso
<i>Anacroneuria sp.</i> (<i>Plecoptera, fam Perlidae</i>) Pececillos de plata	<u>Inadecuado</u> <u>Regular</u> <u>Optimo</u>	lento moderado, rápido muy rápido	- >0.05, 1.5-3.0 0.05-1.5	arcilloso, limoso, arenoso grava pedregoso, rocoso, hojarasca

Preferencias teóricas



Reglas difusas



Cuáles son las preferencias de hábitat?



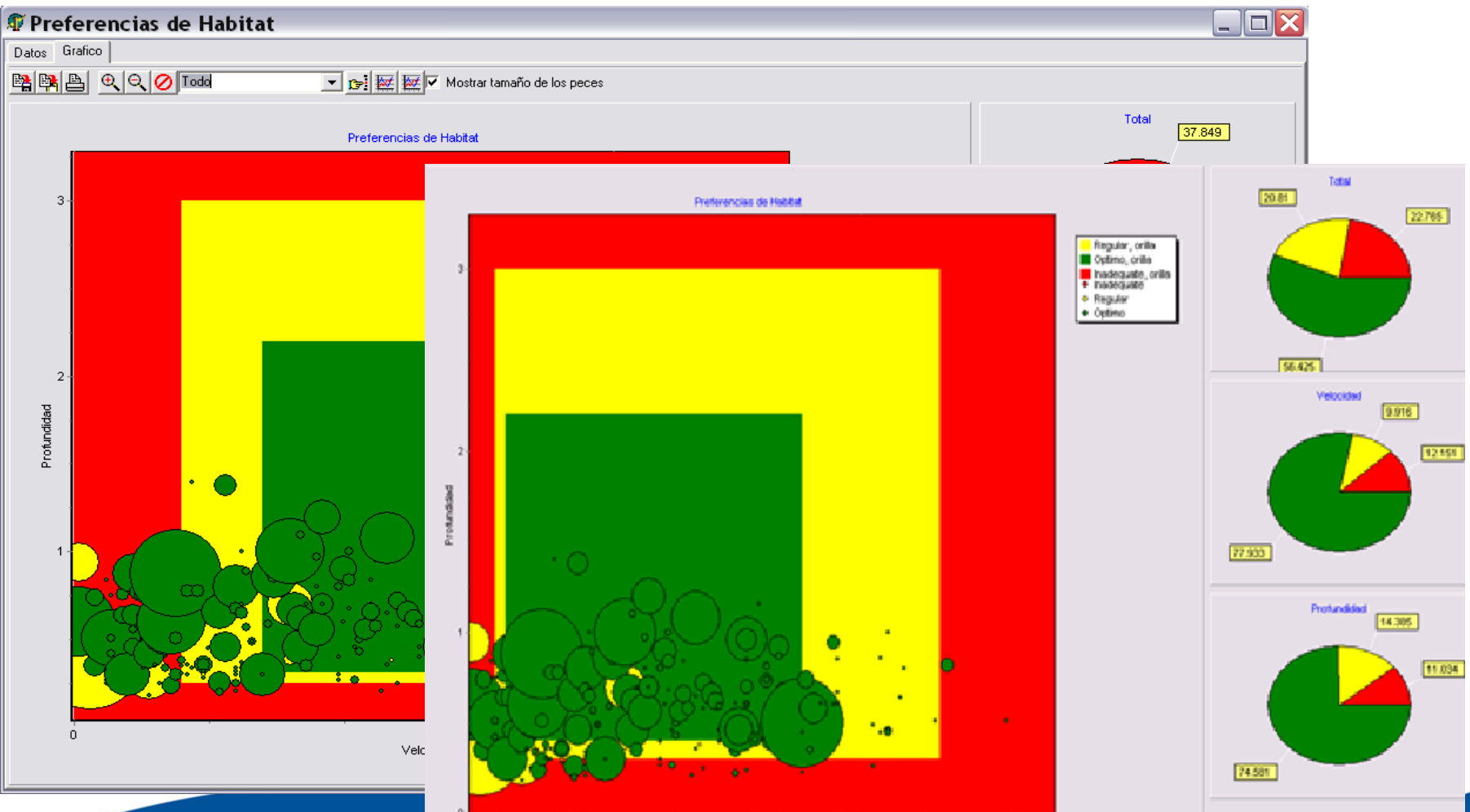
Obtención en el campo de las preferencias de hábitat



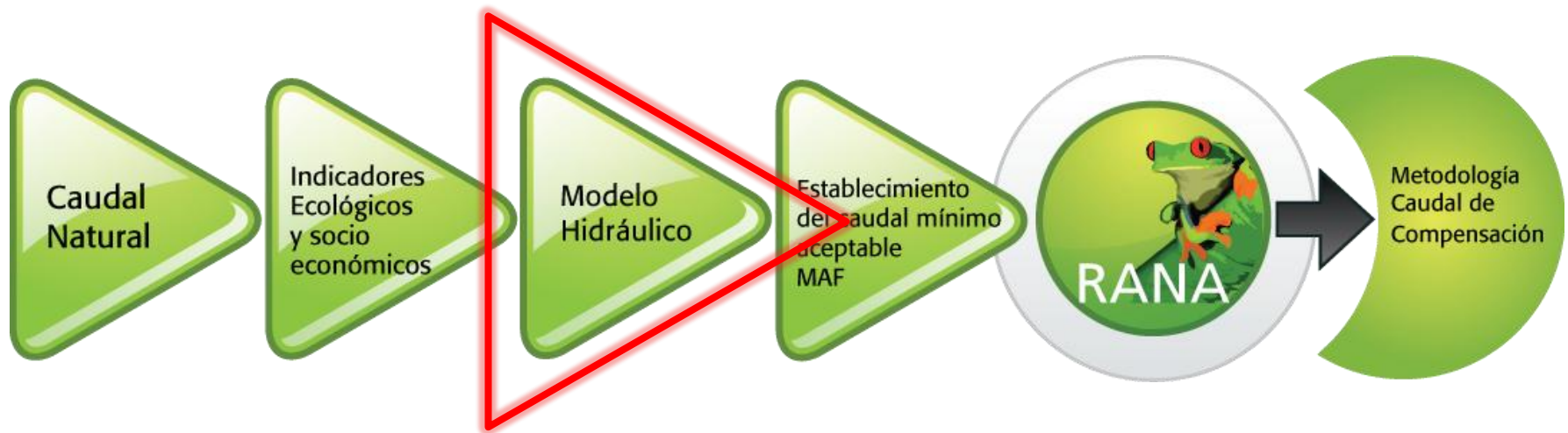
Estudio de campo



Datos de campo vrs restricciones ecológicas según panel de expertos



Componentes de la metodología



Elaboración de un modelo hidráulico

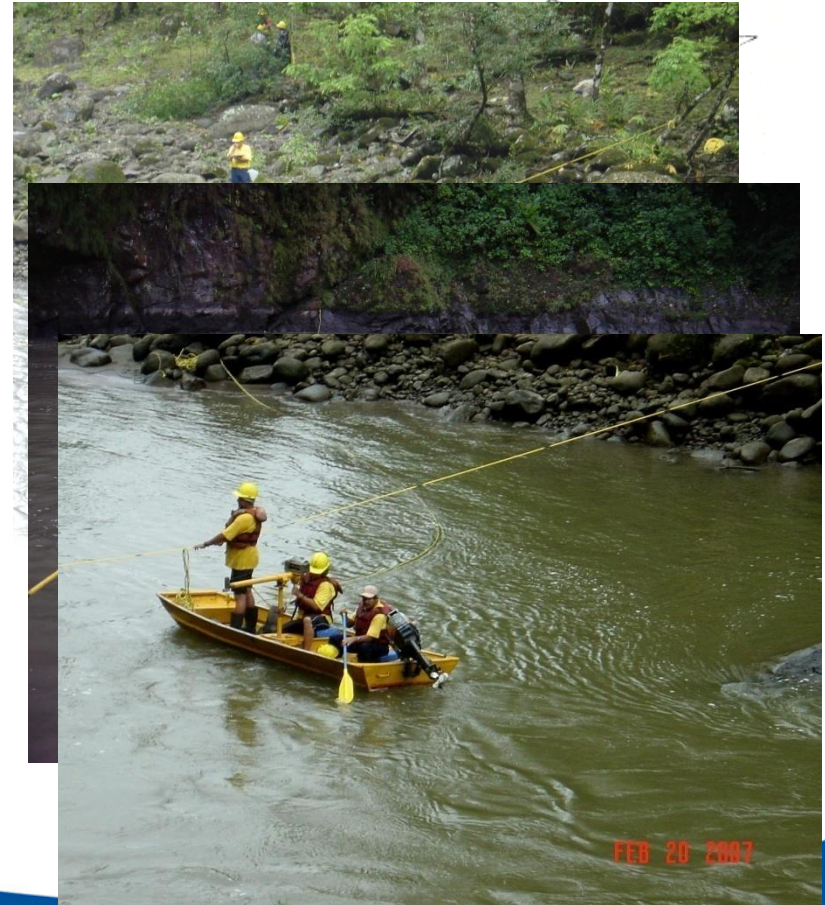


**Levantamiento Hidrográfico
Relaciones nivel-caudal**

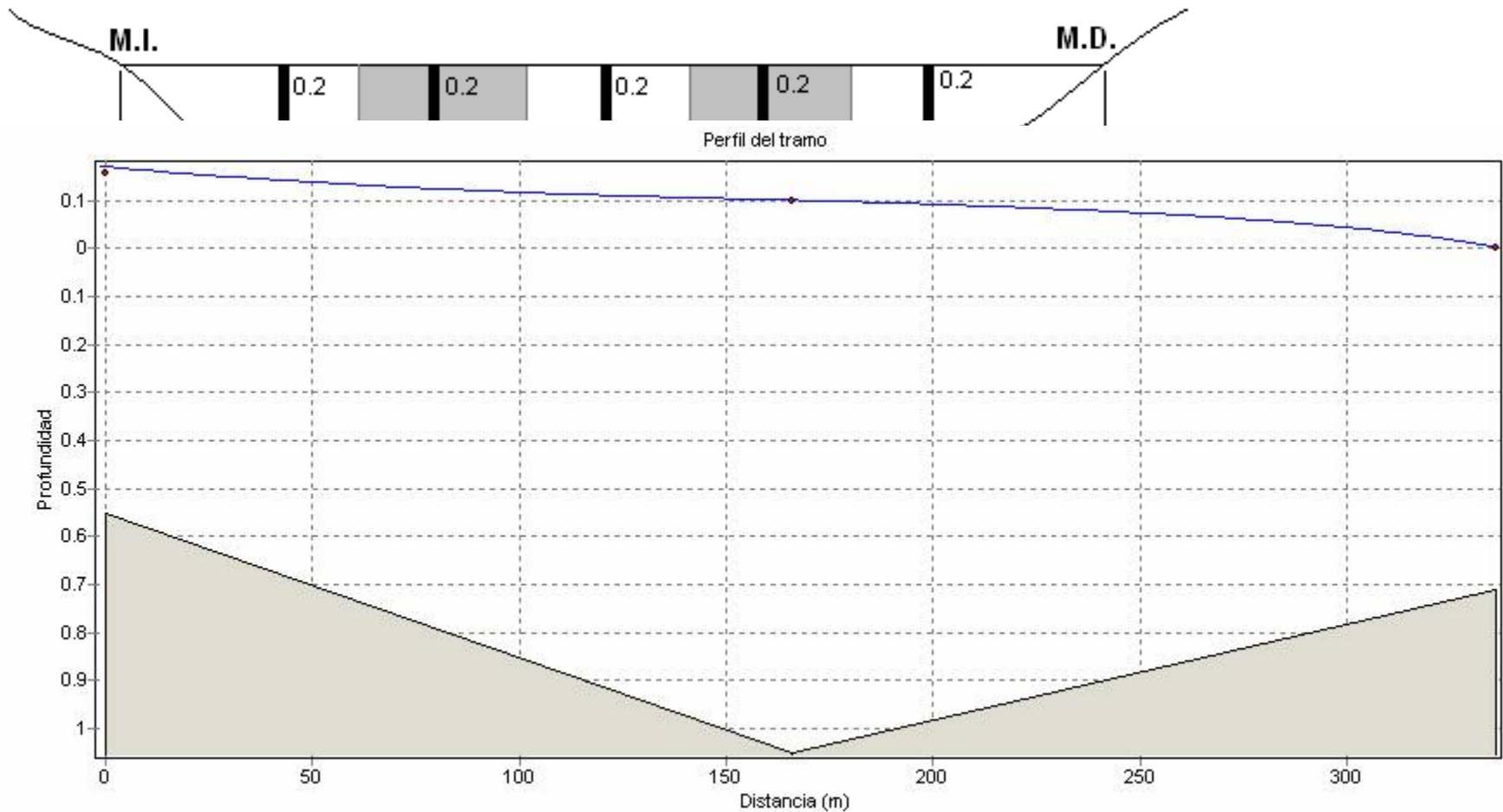
**Clasificación de los tipos
de sectores**

**Modelo hidráulico para
estimar área utilizable (AU)**

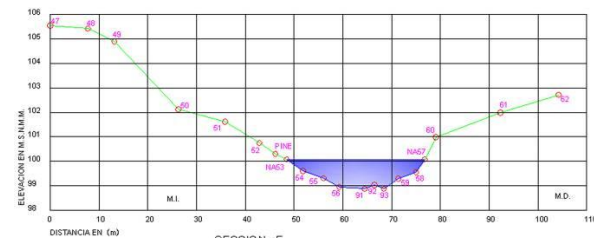
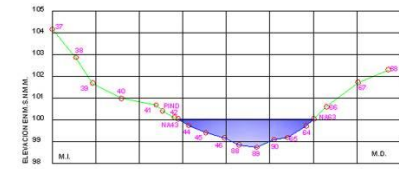
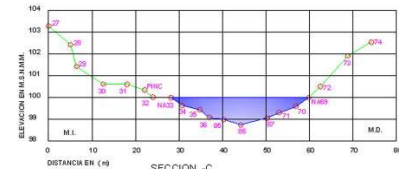
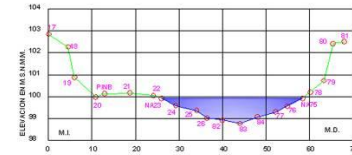
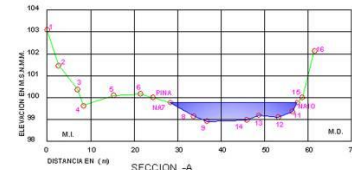
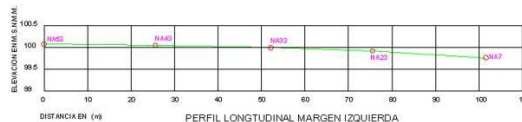
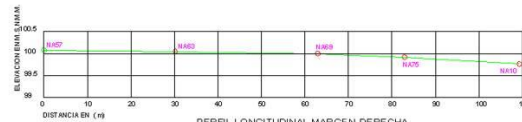
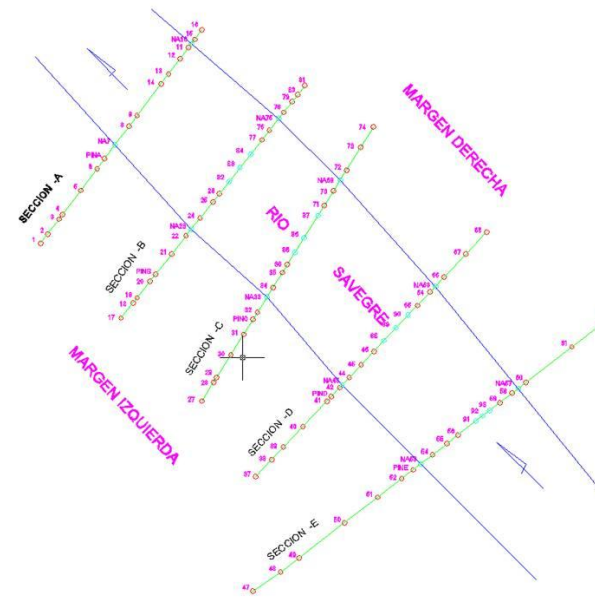
AU/Relaciones de Caudal



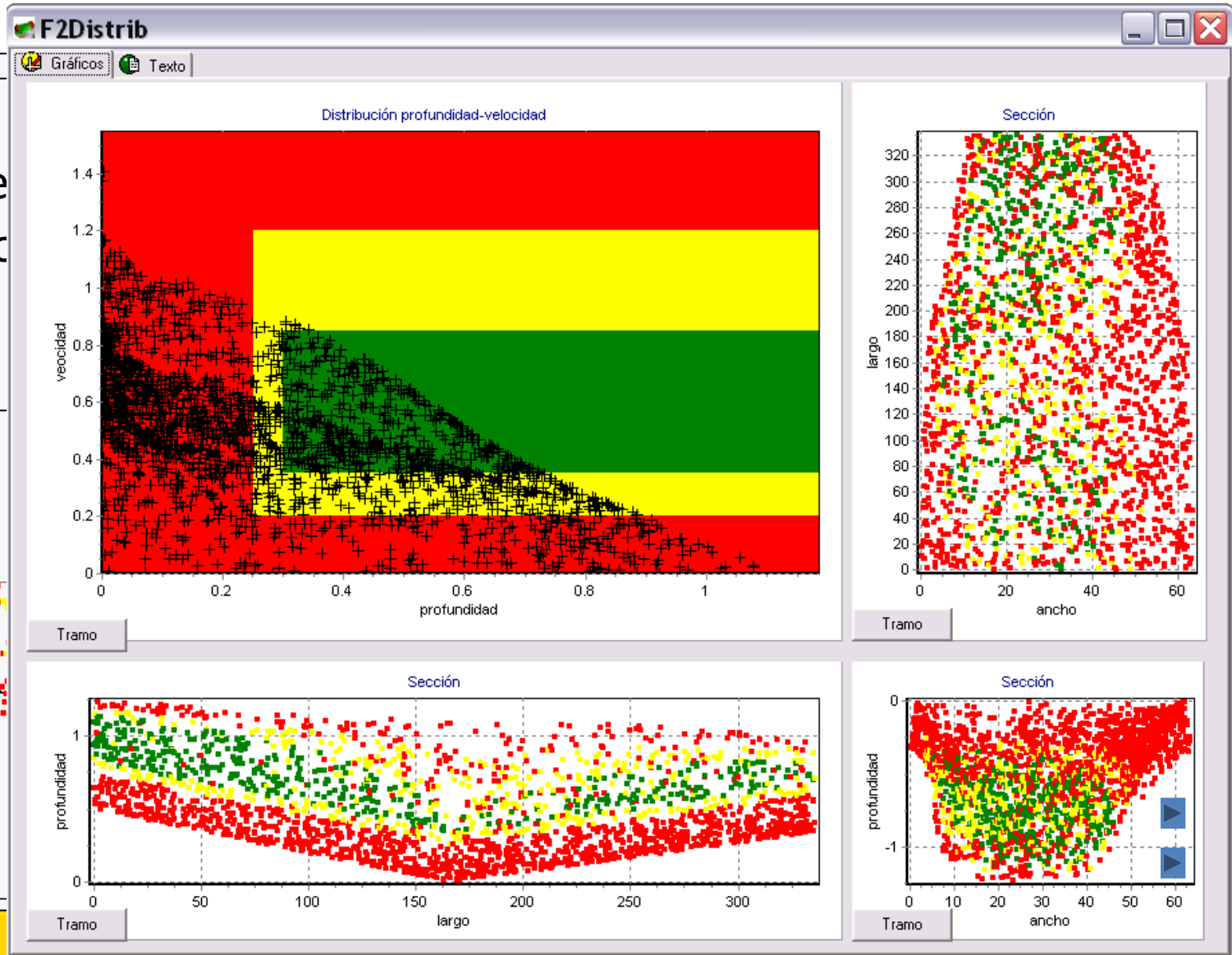
Elaboración de un modelo hidráulico



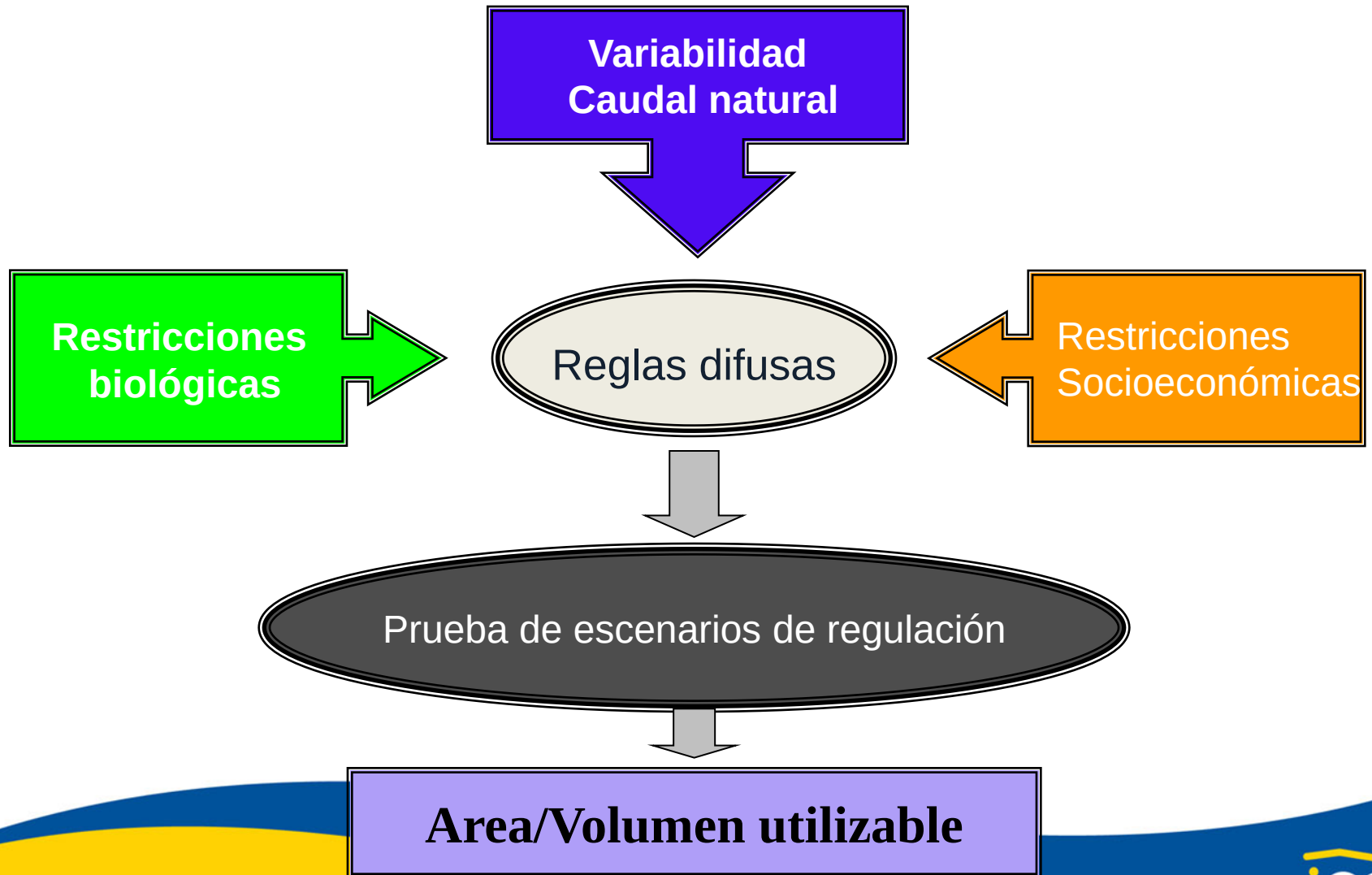
Sección



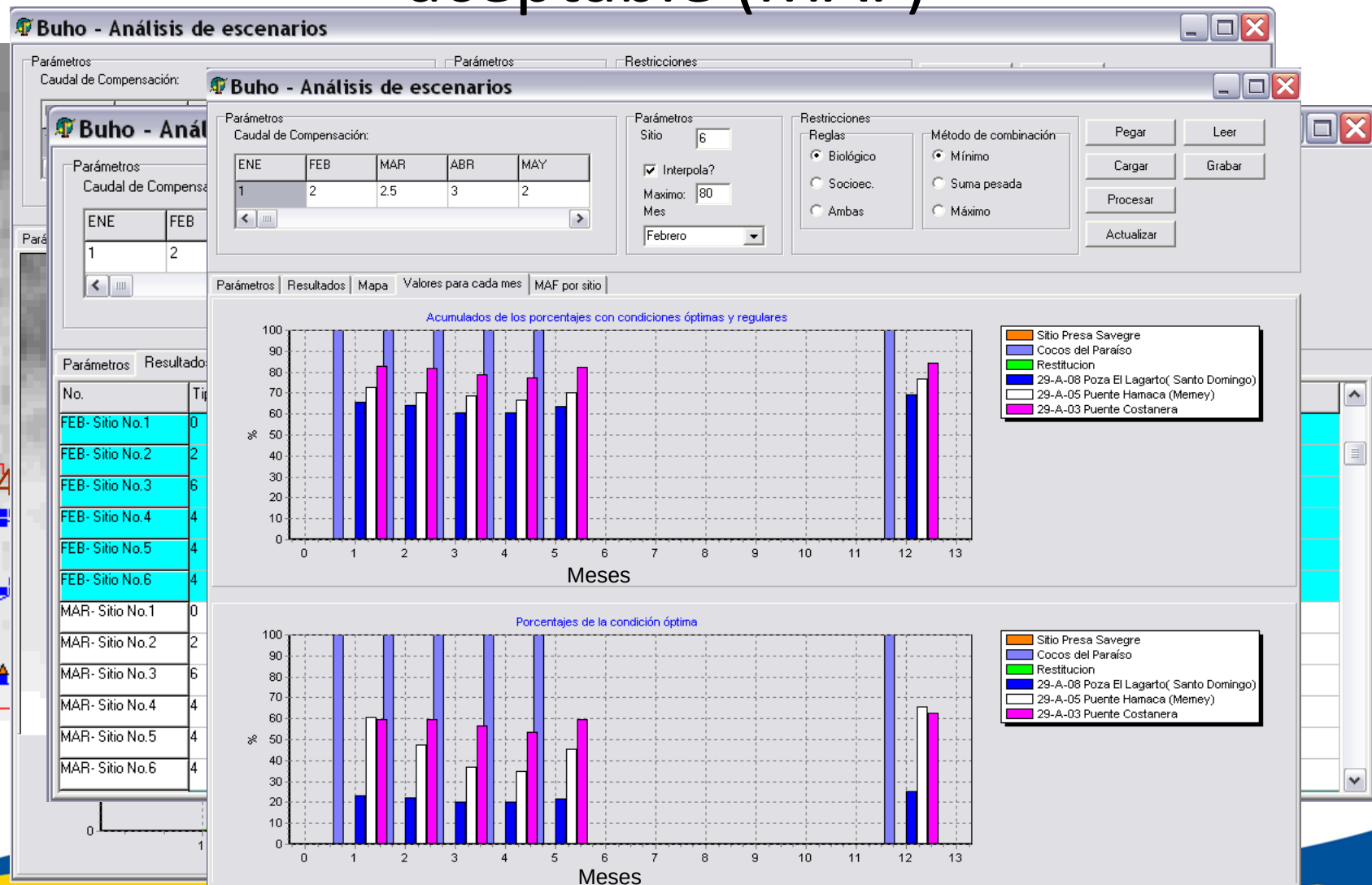
Elaboración de un modelo hidráulico



Establecimiento del caudal mínimo aceptable (MAF)

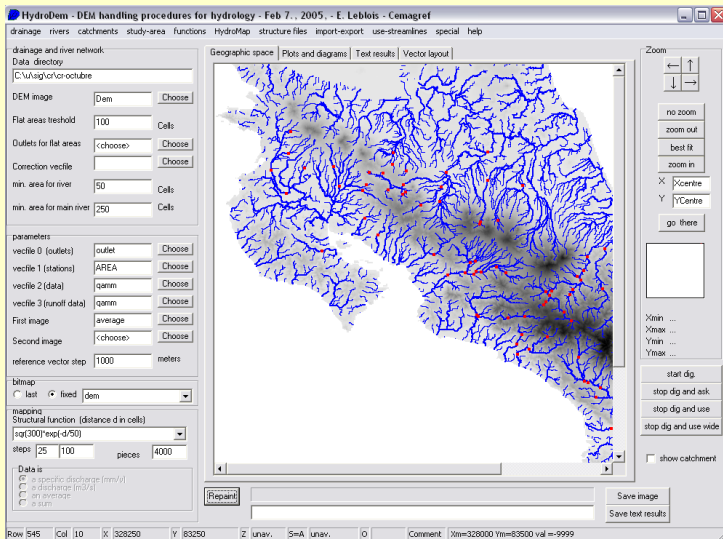


Establecimiento del caudal mínimo aceptable (MAF)



Herramientas utilizadas

HydroDEM



Componentes del Software



- **Abeja** (Info. bio, socio e hidrológica)
- **Túngara** (Módulo Hidrológico)
- **Fregata** (Regionalización y mapeo)
- **Martín Pescador** (Módulo Hidráulico)
- **Machaca** (Hábitat y Pref. de Uso)
- **Búho** (Escenarios)

Esquema de funcionamiento

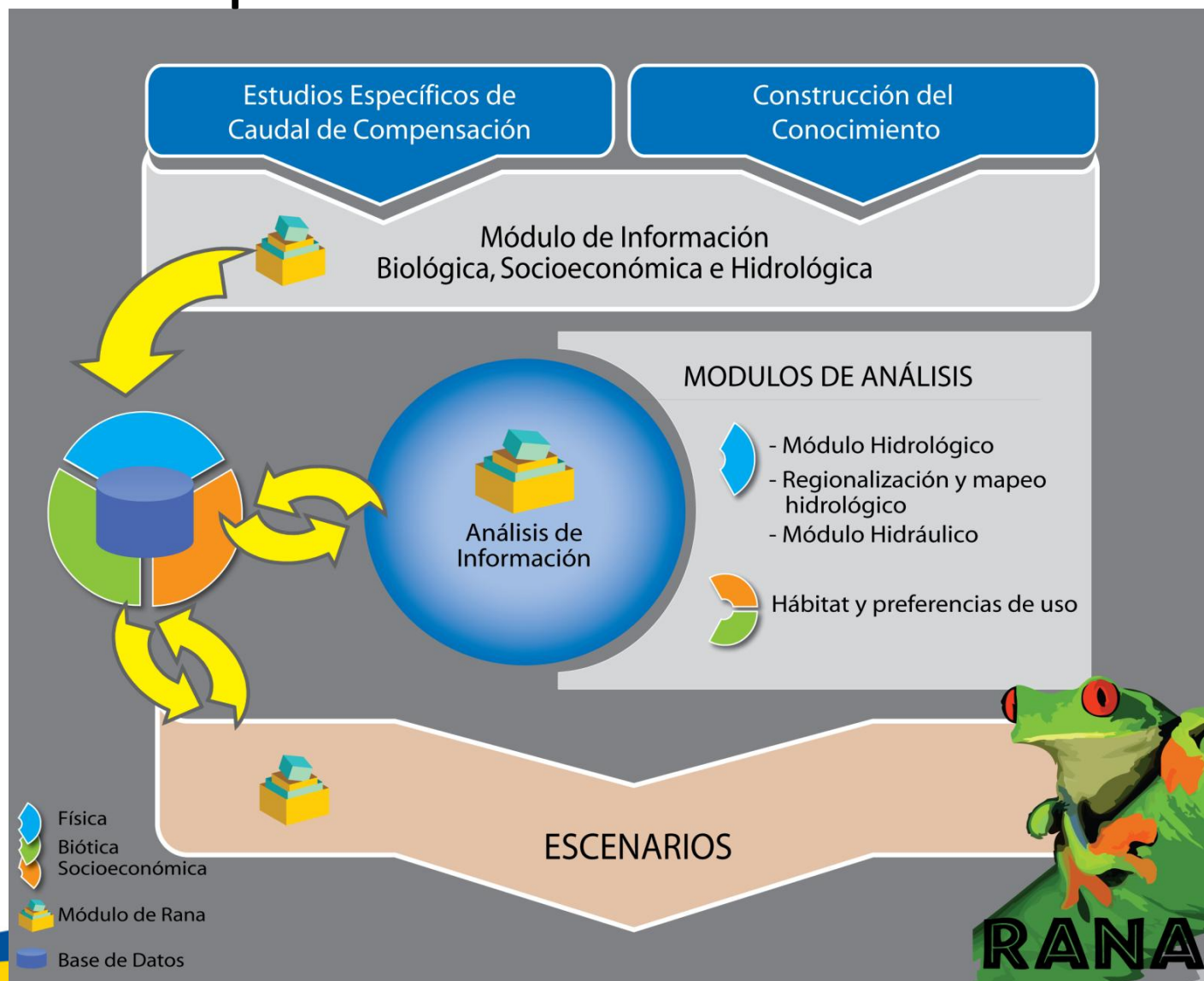
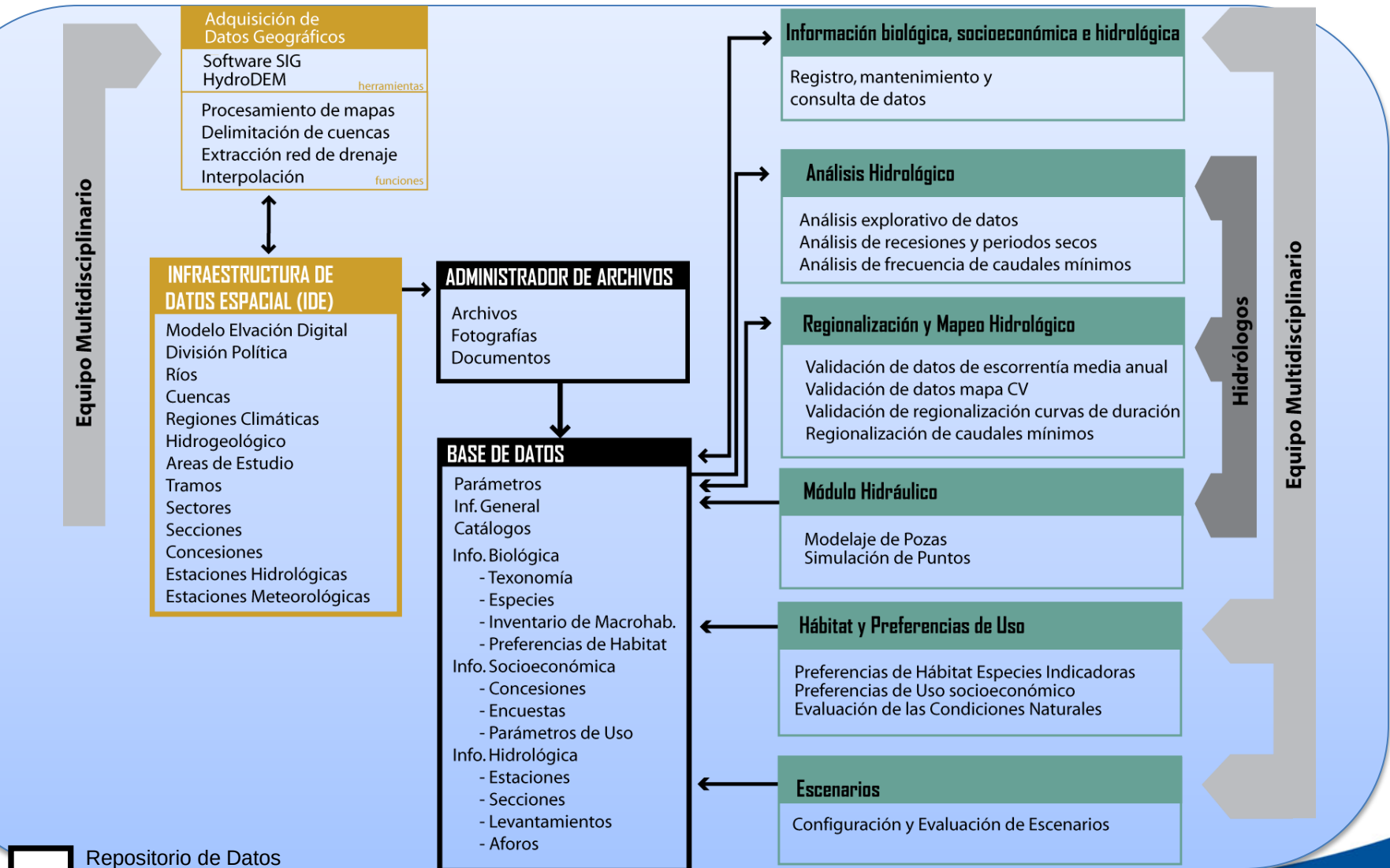


Diagrama del sistema



Repositorio de Datos

Usuarios

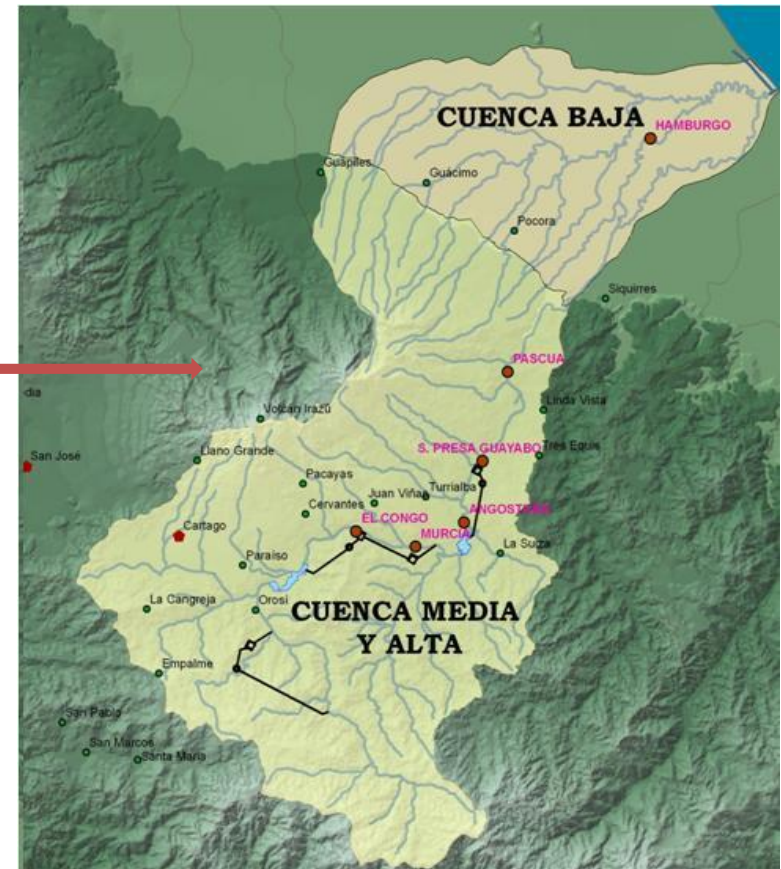
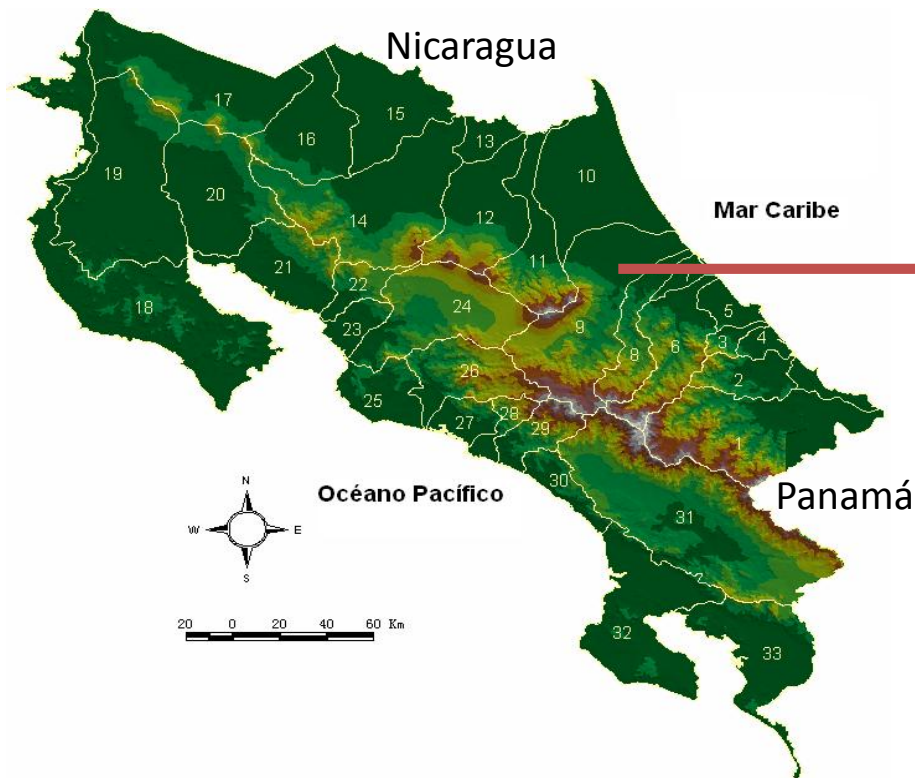
Subsistemas

Módulos

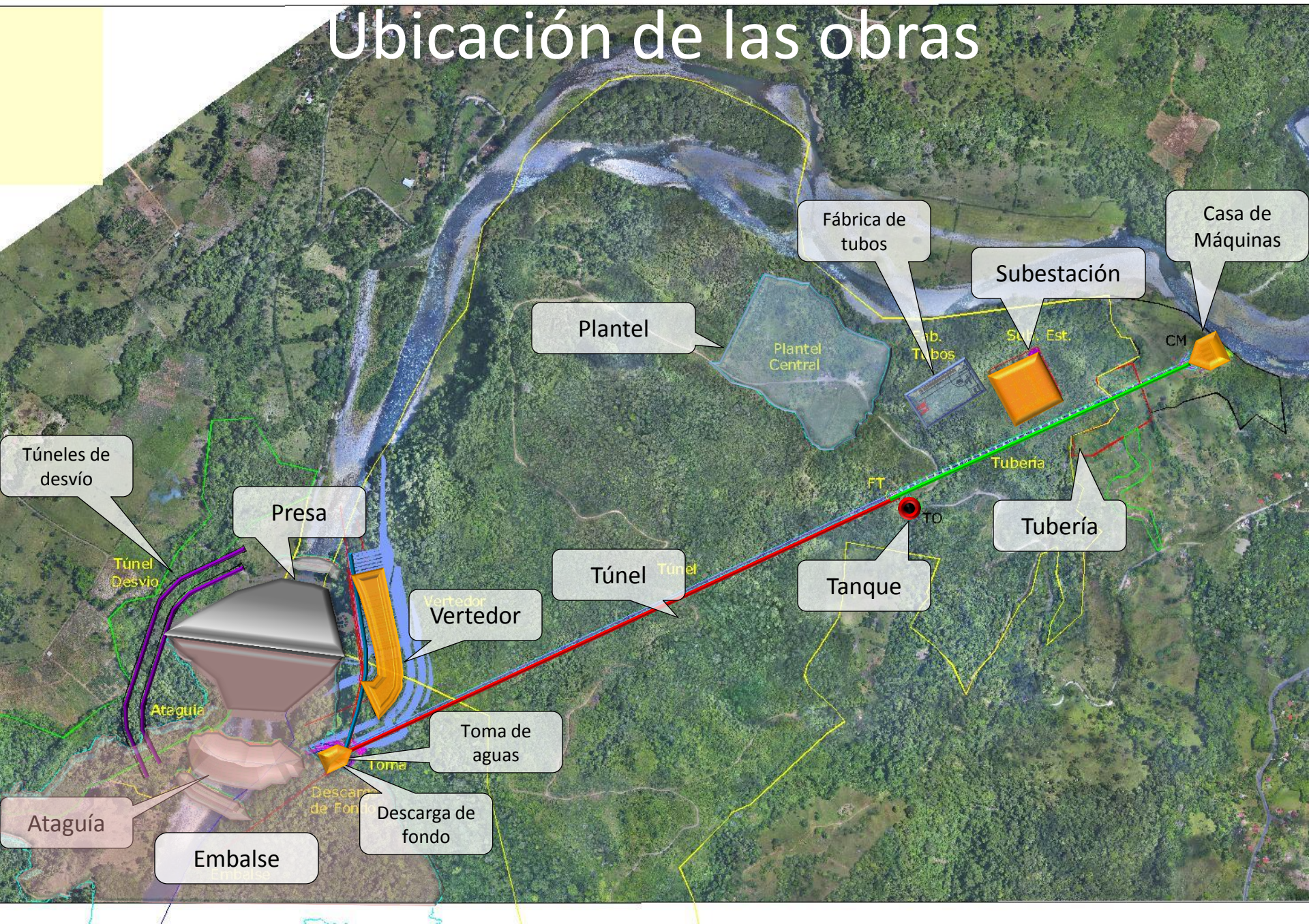
Aplicación de la metodología PH Reventazón



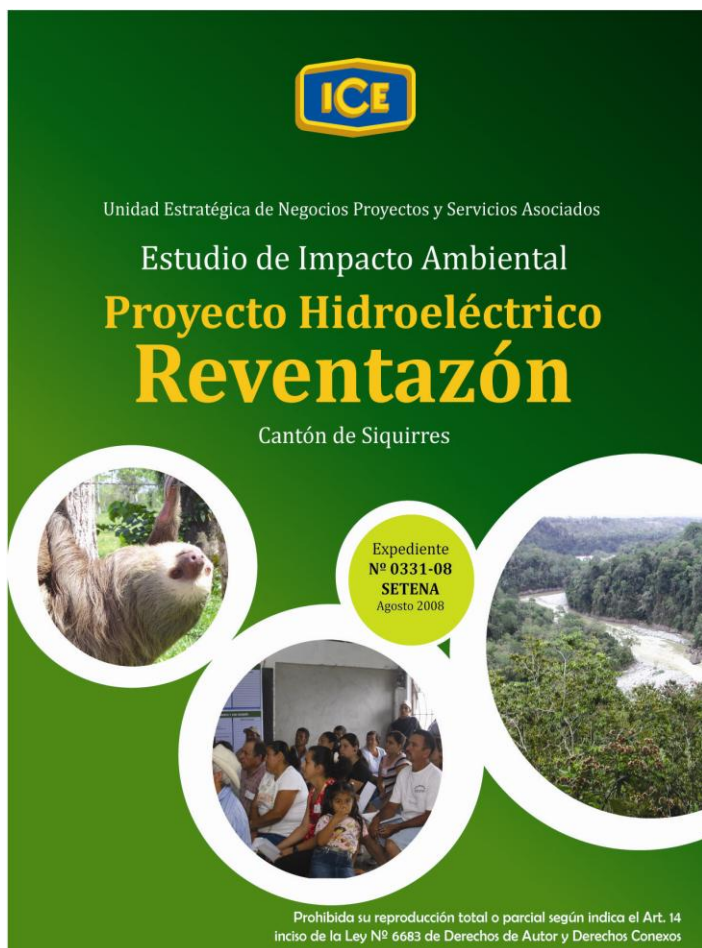
Cuenca Río Reventazón, Costa Rica



Ubicación de las obras



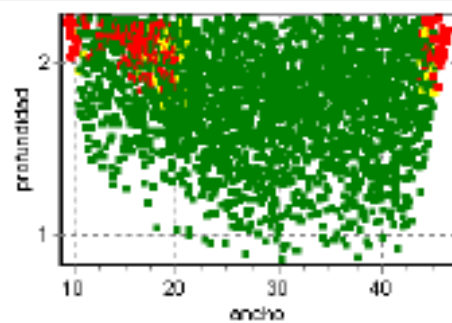
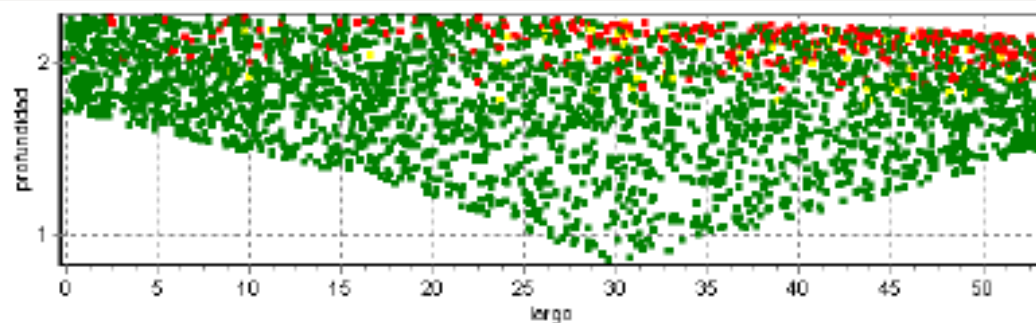
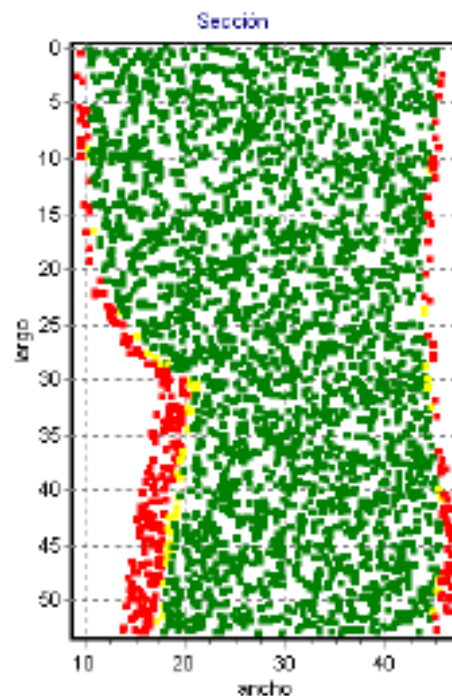
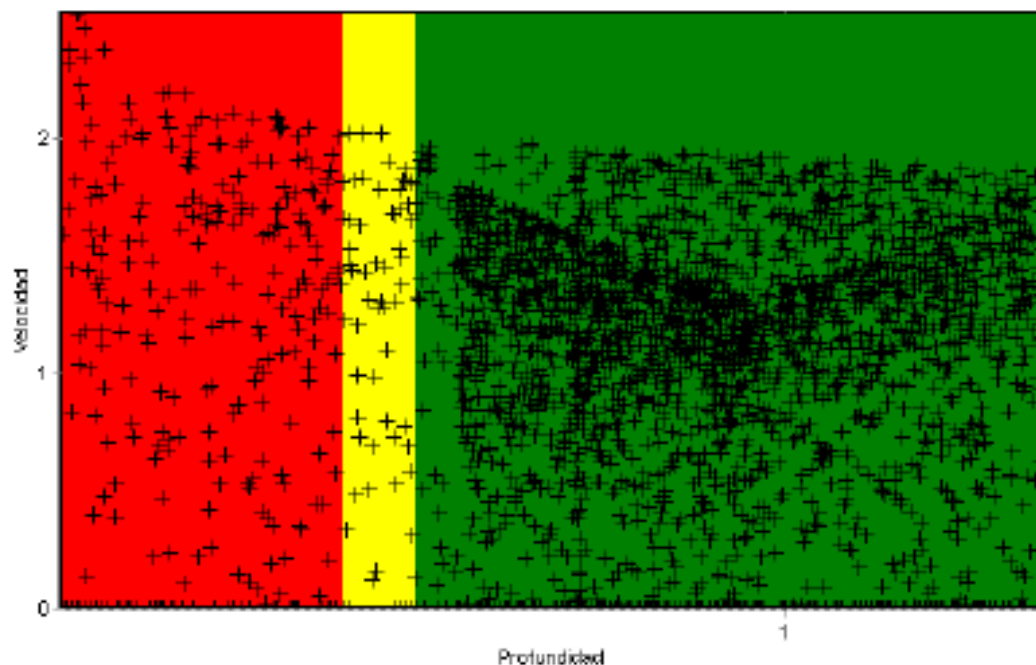
Estudio de Impacto Ambiental



Diagnóstico
Identificación y
valoración de impactos

Componente Biológico
Componente
Socioeconómico
Estrategia de Comunicación
Plan de Gestión Ambiental

Distribución bi-variada de profundidad-velocidad para un estado de flujo en la sección de la Florida, vistas principales (lateral, superior y frontal). Los colores representan las condiciones de preferencia para el balseo en un escenario con $14 \text{ m}^3/\text{s}$ de caudal.

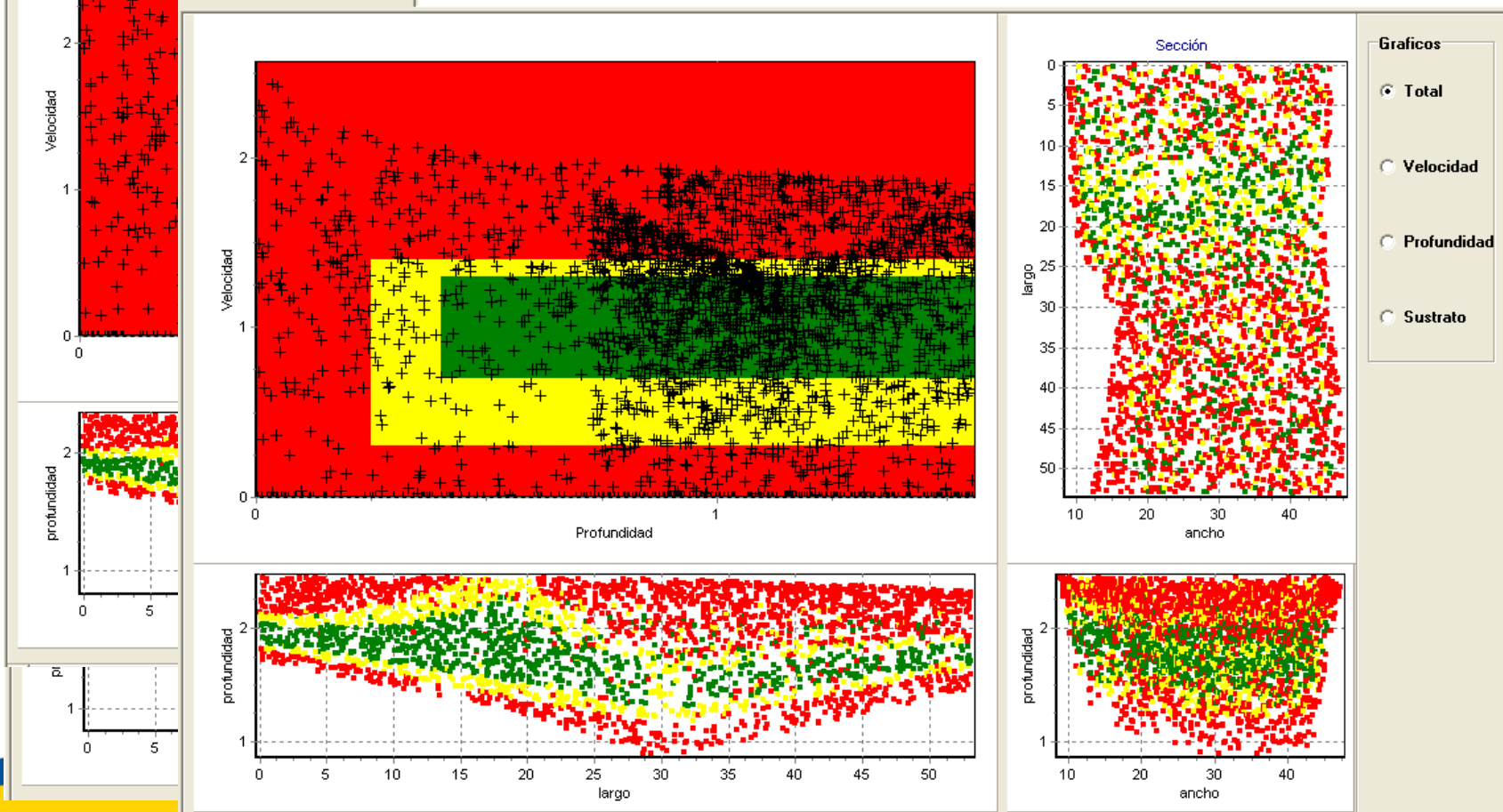


Hábitat para pez Bobo, La Florida

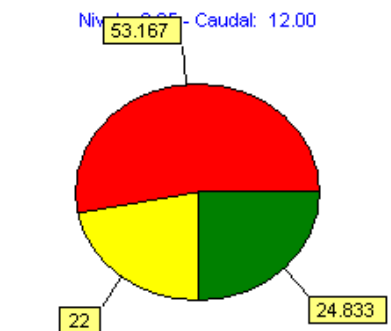
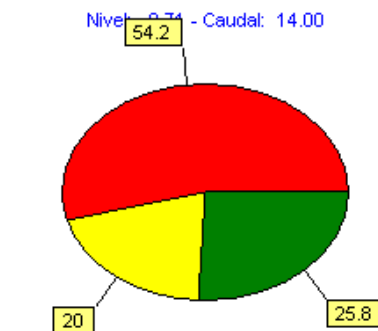
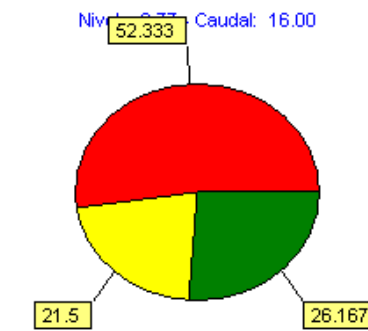
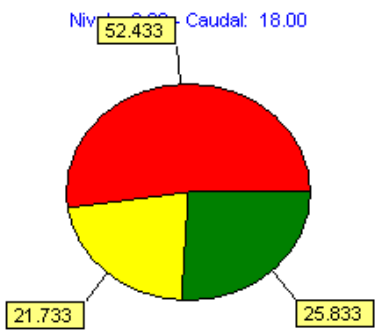
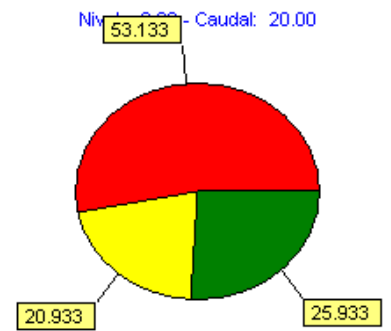
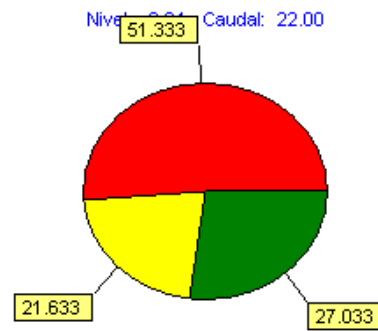
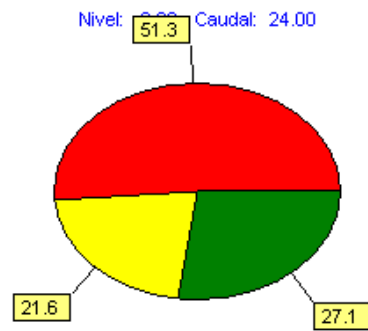
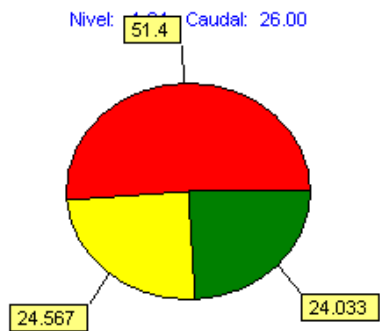
Nivel: 0.77 - Caudal: 16.00



Nivel: 0.89 - Caudal: 20.00



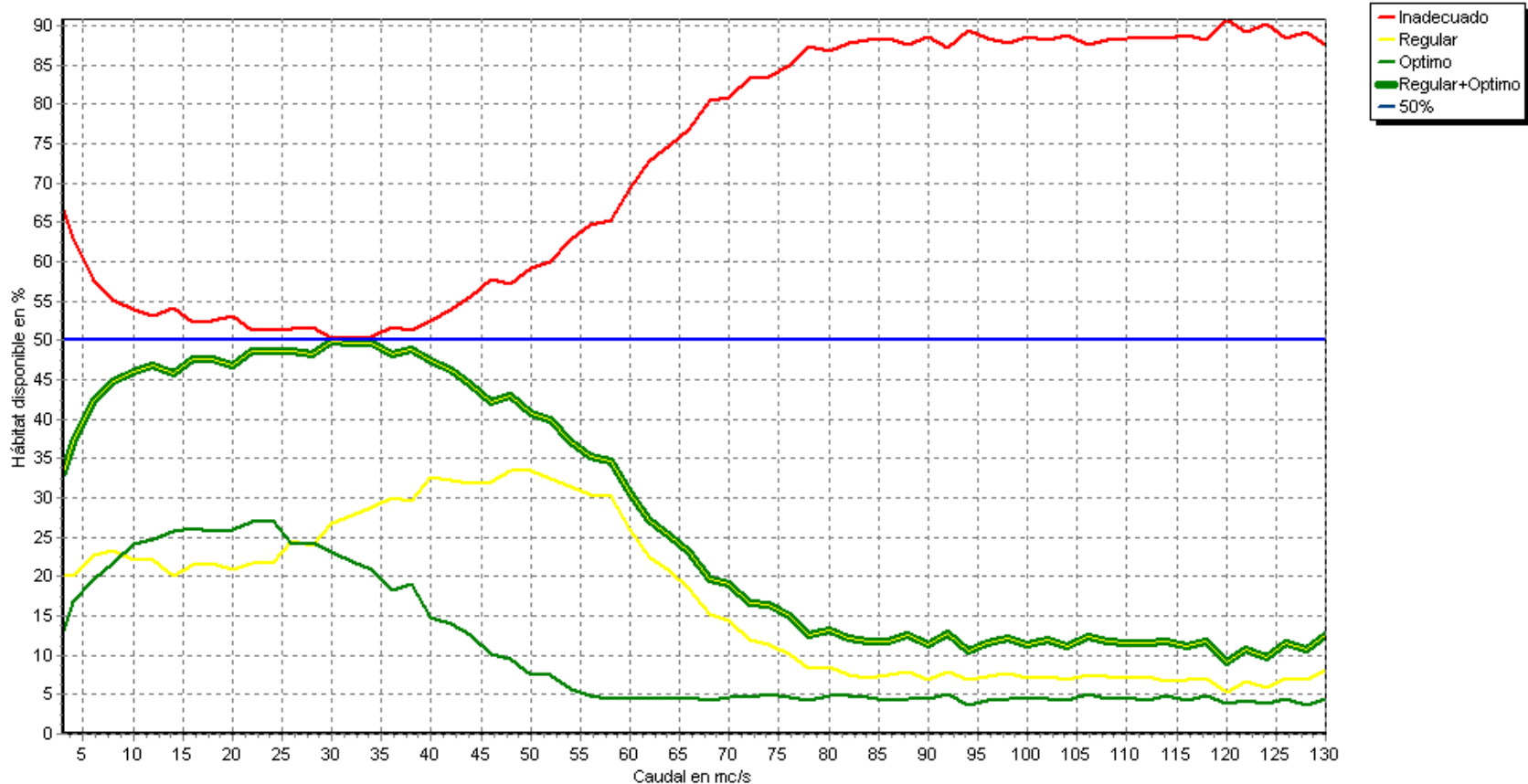
Cumplimiento de preferencias de hábitat a diferentes condiciones de caudal



Hábitat disponible a nivel de la Florida según diferentes caudales



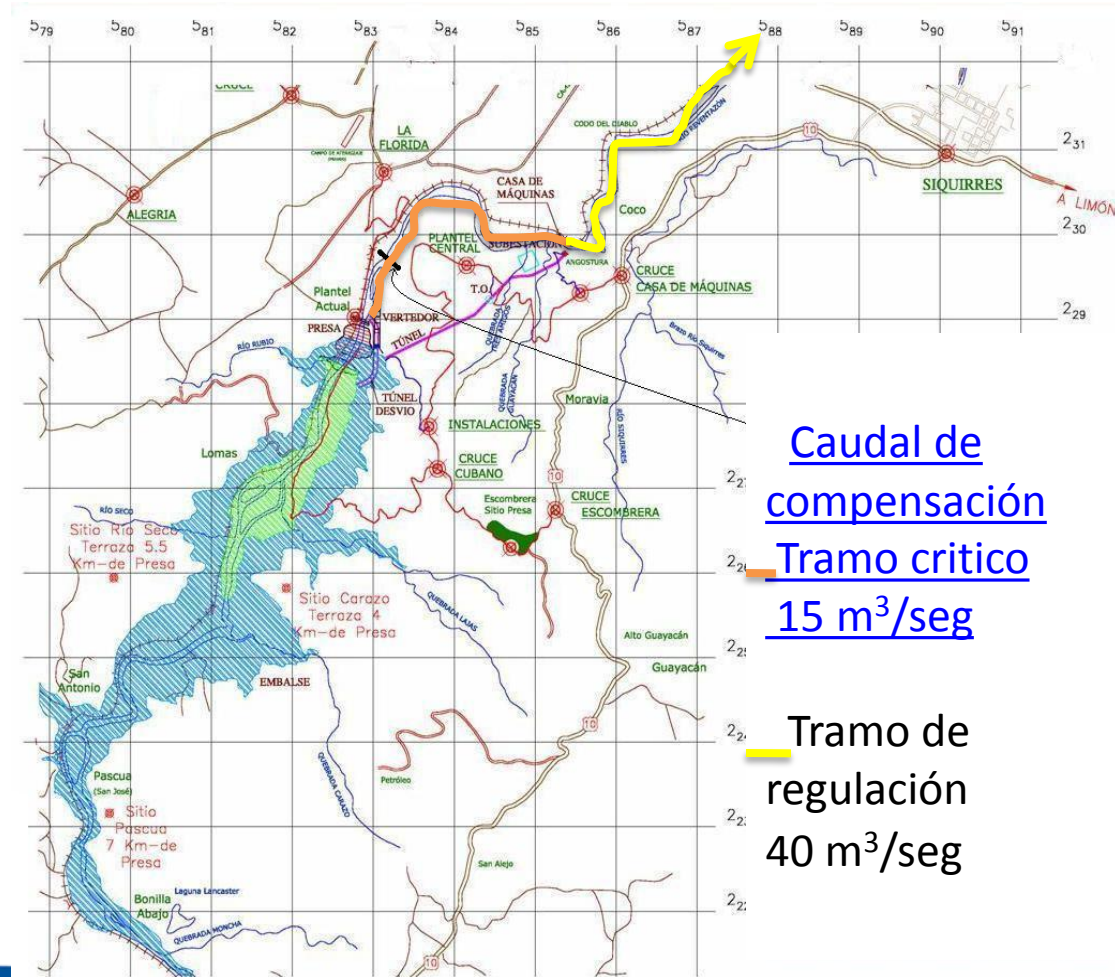
Hábitat disponible por categoría dado en %



Caudal Ambiental

Sistema hidrológico regulado.

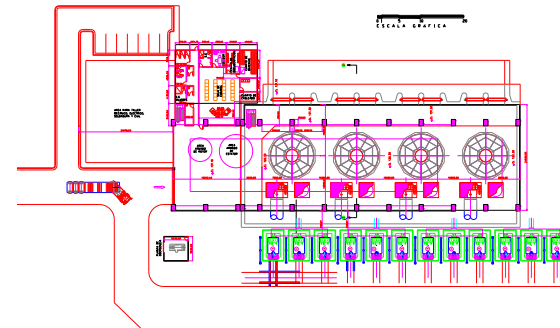
El sistema natural ha sido modificado por la presencia de embalses y la operación en cadena de plantas hidroeléctricas



Modificación en planta y modo de operación



	Propuesta original	Modificación por caudal ambiental
Caudal utilizado	3 unidades Francis utilizan 80 m ³ /seg (c.u.) + mini central 15 m ³ /seg	4 unidades Francis utilizan 60 m ³ /seg (c.u.) + mini central 15 m ³ /seg
Operación diaria	De 16 a 21 horas	Al menos una unidad 24 horas



DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE CASA DE MÁQUINAS

Fase 2- Incorporación del régimen hídrico anual

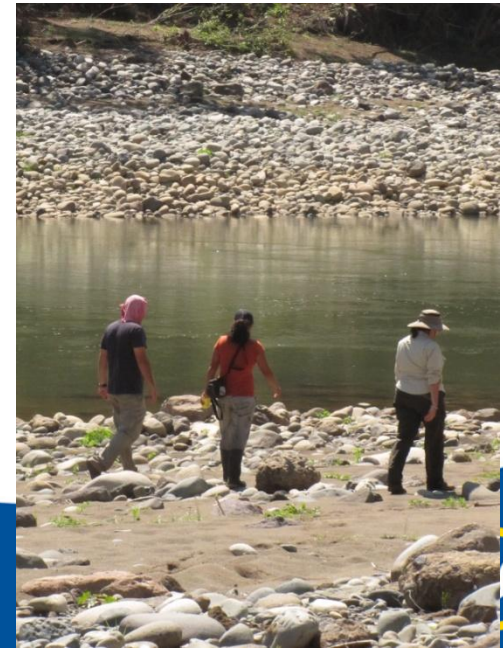
- Análisis espacial y temporal de precipitaciones y caudales extremos (máximos y mínimos)
- Diseño o adaptación de métodos para definir preferencias de hábitat y usos socioeconómicos asociados al ciclo anual
- Mapas de caudales extremos, regionalización y otros
- Módulos RANA para ciclo completo



Preferencias de hábitat para macro invertebrados

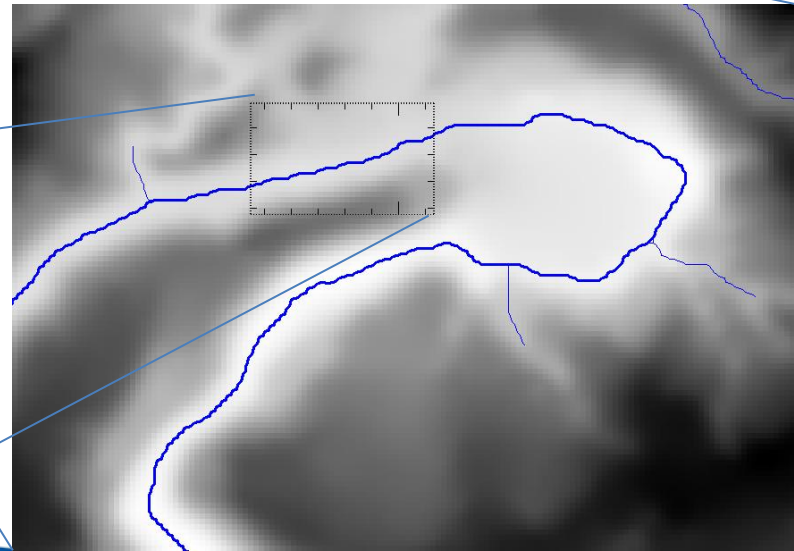
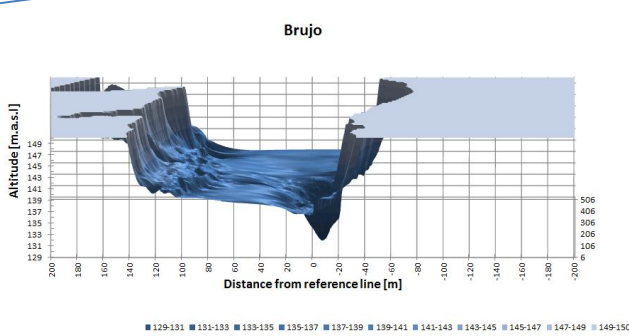
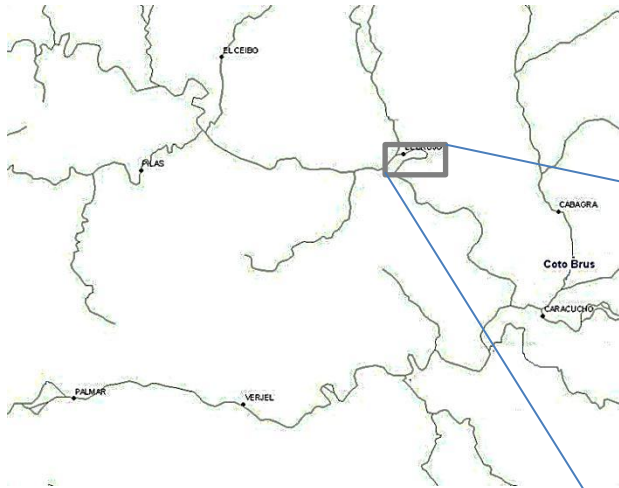


Preferencias de hábitat de anfibios

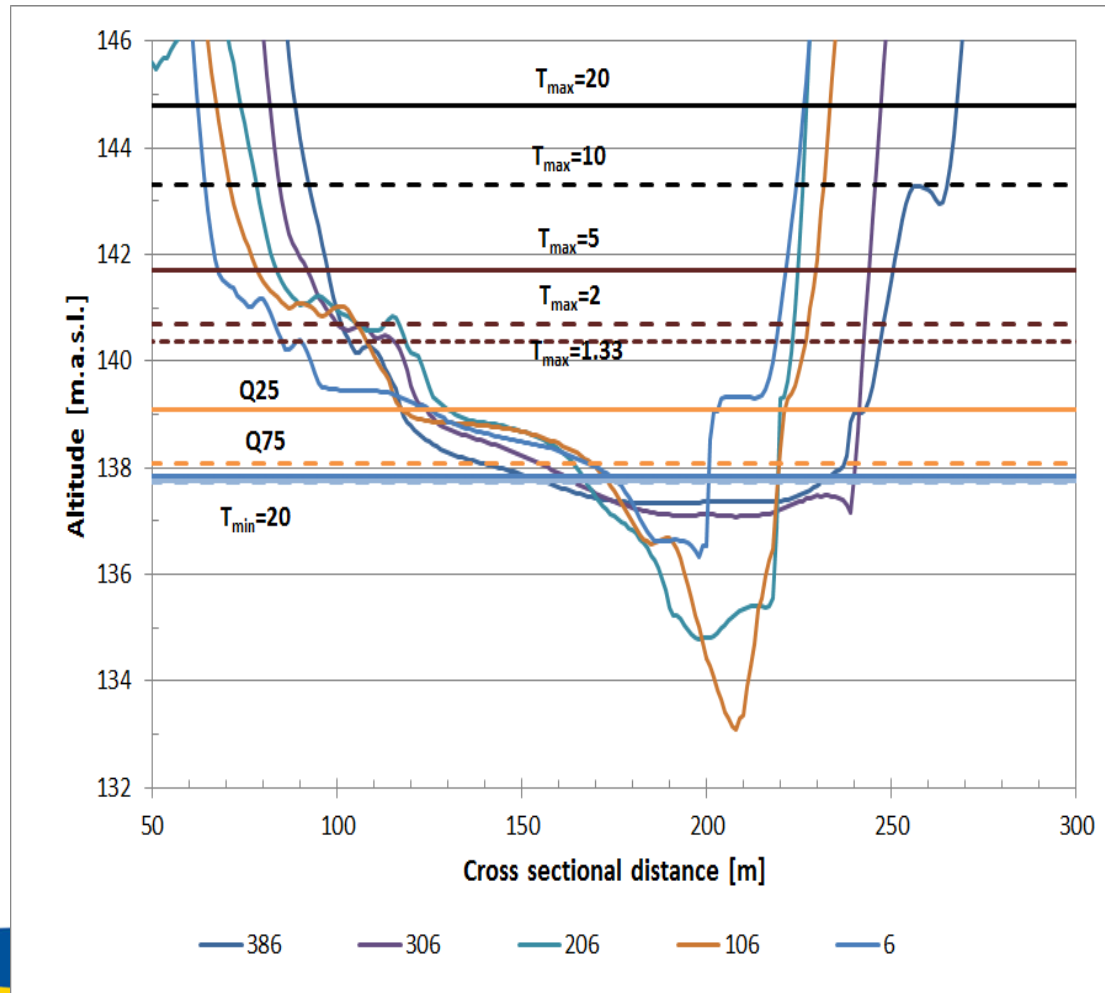


Modelación de sitios de estudio

Utilizando tecnología Lidar para generar modelos de elevación digital para el cauce de inundación y ecosonda para la zona inundada. Modelación del sitio El Brujo en el Térraba.



Caudales máximos y período de retorno

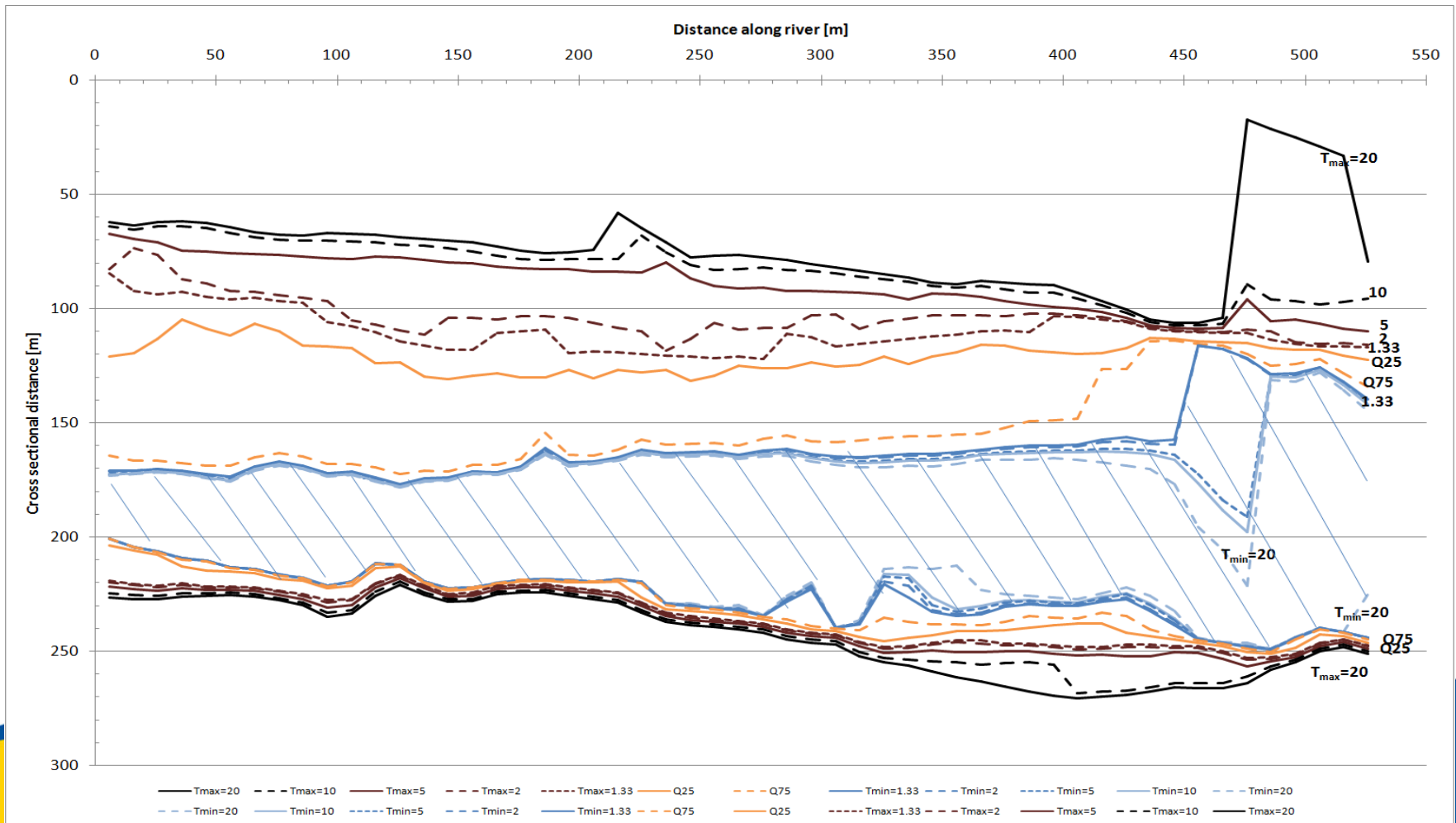


Pulsos y caudales máximos

EL BRUJO Tipo de Pulso	Magnitud [m ³ /s]	Ancho [m]	Profundidad promedio [m]	Velocidad promedio (vel max.) [m/s]
Pulso de Activación	46 - 242	68 - 109	1.4 -1.7	0.6 – 1.4 (0.8 – 1.7)
Pulso de Mantenimiento	880	136	2.7	2.4 (2.9)
Pulso de Re- establecimiento	4800	164	6.1	4.8 (5.6)

Fluctuaciones en la zona de inundación

Zona inundable según diferentes condiciones de caudal



La experiencia como proyecto: lecciones aprendidas

- **Valor de la información**
- **Trabajo equipo Interdisciplinario**
- **Enfoque sistémico**
- **Visión holística:**
 - Física (hidro)
 - Biótica
 - Socioeconómica



La experiencia como proyecto: lecciones aprendidas

- Metodología para abordar el problema- No una varita mágica
- Cada proyecto es un caso particular de análisis
- Aspectos teóricos se traducen en herramientas para resolver situaciones reales

Muchas gracias

