



PERÚ

Ministerio  
de la Producción



# **“EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS Y ACCIONES DE REPOBLAMIENTO”**



**Ing. Juan Canturín García**

**DIRECCION DE ACUICULTURA**

**DIRECCION GENERAL DE EXTRACCIÓN Y PRODUCCIÓN  
PESQUERA PARA CONSUMO HUMANO DIRECTO**

# EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS

✓ ***PORQUE LA IMPORTANCIA DE EVALUAR UN RECURSO HIDROICO***



*Para la utilización de cualquier agua, sea de pozo o superficial, deberá contarse con los respectivos análisis que aseguren su calidad para la especie y tener en cuenta que el caudal disponible sea suficiente y continuo para la producción proyectada y su posible ampliación.*



# CAPACIDAD BIOGENICA O DE CARGA ???



## ✓ **CAPACIDAD BIOGENICA**

- ✓ *El valor nutritivo del agua para un pez (Ichiodo, 1998)*

- ✓ Disponibilidad o posibilidad de suministro, de alimento de un curso de agua. La capacidad biogénica que posee en un momento dado un agua determinada se llama CAPACIDAD BIOGÉNICA ACTUAL y la CAPACIDAD BIOGÉNICA POTENCIAL es la que se podría tener un curso de agua si se dieran las mejores condiciones físicas y mecánicas (Diccionario Forestal - Sociedad Española de Ciencias Forestales)

## ✓ **CAPACIDAD CARGA**

### **CAPACIDAD DE CARGA ACUICULTURA**

Se entiende como la máxima biomasa o cantidad de materia viva ) que es capaz de ser sustentada en la unidad de producción seleccionada (sea estanque, tanque, raceway, jaulas o cualquier otro sistema), ya que el crecimiento de los peces bajo cultivo se detendrá cuando dicha capacidad alcance su máximo y cualquier tentativa de superar este límite

### **ESTANQUES**

**CUANTO DE PRODUCCION ( KG PEZ/LITRO/MINUTO PUEDEN SOPORTAR LOS ESTANQUES DE NUESTRO CENTRO DE CULTIVO**



## **CAPACIDAD DE CARGA AMBIENTES NATURALES**

✓ Número ó peso de organismos de una determinada especie y calidad que pueden sobrevivir en un ecosistema dado sin deteriorarlo en las condiciones ambientales menos favorables que se presentan en un período de tiempo determinado (Diccionario Forestal - Sociedad Española de Ciencias Forestales)

### **LAGOS Y LAGUNAS**

**CUANTO DE PRODUCCION (KG O TM ) PUEDEN SOPORTAR UNA LAGUNA O LAGO BAJO CONDICIONES DE CULTIVO**





## ✓ **CAPACIDAD CARGA**

**POBLAMIENTO O REPOBLAMIENTO**  
**CUANTO DE PRODUCCION (KG O TM ) PUEDEN**  
**SOPORTAR UNA LAGUNA O LAGO EN CONDICIONES**  
**NORMALES USANDO SU CAPACIDAD BIOGENICA**



# MODELOS PARA CALCULAR CAPACIDAD DE CARGA PARA ACTIVIDADES DE POBLAMIENTO O REPOBLAMIENTO – ACUICULTUR EXTENSIVA

## PARA DETERMINACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LAGUNA

El método Leguer y Huet, se puede aplicar para todo tipo de peces, este método desarrollado sin bien da valores aproximativos es útil si se tiene en cuenta que es rápido y barato, de hecho su merito principal es que empuja a la observación de un ambiente para percibir sus características y definirlo como pobre, moderado o productivo, este método se utiliza sobre todo para la evaluación de lagunas que van a ser manejadas con trucha.

La formula a utilizar es :

$$K = (Na/10) \times B \times k$$

Donde :

**K** : Productividad natural de la laguna en Kilogramos

**Na** : Superficie en áreas de la laguna ( 1 área = 100 <sup>2</sup>)

**B** : Capacidad Biogénica

**k** : Coeficiente de Productividad



$$K = (Na/10) \times B \times k$$

DETERMINACIÓN DE SUPERFICIE EN ÁREAS DE LA LAGUNA ( 1 ÁREA = 100 m<sup>2</sup>)

EMPLEO DE IMÁGENES SATELITALES Y MAPAS DIGITALIZADOS



GOOGLE EARTH –  
GEOREFERENCIACION Y  
VECTORIZACION

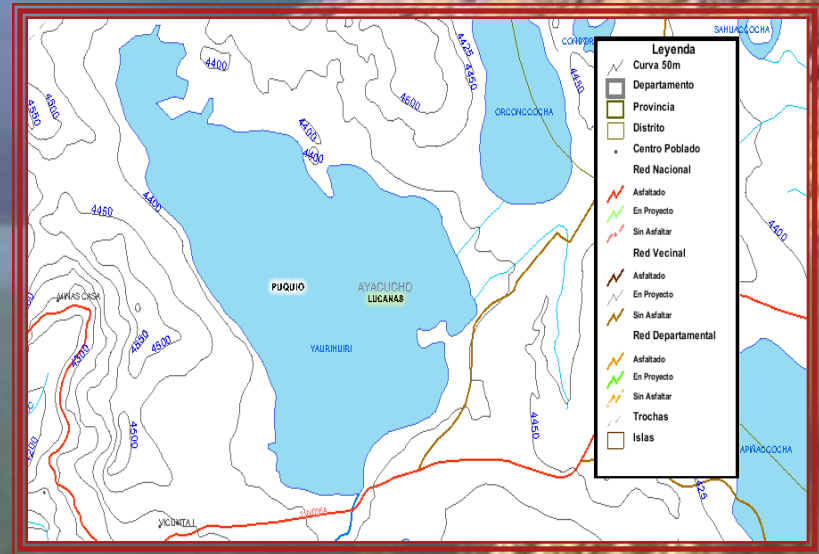


IMAGEN DIGITALIZADAS

$$K = (Na/10) \times B \times k$$

**DETERMINACION DE B : Capacidad Biogénica**

VALOR PARA FORMULAS	CARACTERISTICAS DE "B" (CAPACIDAD BIOGENICA DEL AMBIENTE)		
	AGUAS RICAS	AGUAS MEDIAS	AGUAS POBRES
	10, 9, 8, 7	6, 5, 4	3, 2, 1
<b>BIOLOGICAS</b>			
1. Hidrofitas	Abundante	Poco Abundante	Escasa, nula
2. Macrofitas	Franja perimetral cubierta totalmente	Franja perimetral cubierta parcialmente	Franja perimetral cubierta con distribución rala
3. Palustres	15 - 20%	5 - 15%	1 - 5 %
4. Vegetación flotante	Abundante	Poco Abundante	Escasa, nula
5. Plancton	Abundante	Poco Abundante	Escasa, nula
6. Fauna nativa	Presente	Presente	Escaso
7. Detritus	Suficientemente abundante	Suficientemente abundante	Escasos o excesivos
<b>FISICAS</b>			
8. T°	70%	30 - 70%	0 - 30%
9. Luz (sobre el ambiente)	100%	50%	Sombreado
10. Transparencia	Media	Total	Turbidez total o parcial
11. Disco de Secchi	0.5 m	Hasta el fondo	Hasta el fondo
12. Color	Verdoso	Azulado	Barroso
13. Fondo	Estable	Medio	Inestabl
14. Profundidad	Escasa	Media	Alta
15. Cieno	Organico de calidad	Organico Pobre	Inorganico
<b>QUIMICAS</b>			
16. Sales minerales disueltas	Mas que suficientes	Apenas suficientes	Insuficientes
17. Sustancias Tóxicas	No	No	Presentes
<b>MECANICAS</b>			
18. Recambio de agua	Equilibrado	Mas que suficientes	Excesivo

**E  
V  
A  
L  
U  
A  
C  
I  
O  
N  
  
E  
N  
  
C  
A  
M  
P  
O**




$$K = (Na/10) \times B \times k$$

DETERMINACION DE  $k$  : Coeficiente de Productividad

$$k = k1 \times k2 \times k3 \times k4$$

$k1 = T^{\circ}$ anual media	$k2 =$ Acidez o alcalinidad del agua	$k3 =$ Especie	$k4 =$ Edad de los peces
$10^{\circ} C = 1$	Aguas ácidas = 1	Peces de agua Fría = 1	Mas de 6 meses = 1
$16^{\circ} C = 2$	Aguas alcalinas = 1.5		Menos de 6 meses = 1.5

TABLAS ESTABLECIDAS

# ALGUNAS LAGUNAS EVALUADAS



## PACHAYA – PUQUIO AYACUCHO

A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>CARACTERÍSTICAS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD BIOGENICA EN LAGUNAS (LEGER Y HUET)</b>								
	Nombre de laguna	Pachaya						
	Ubicación	Distrito de Puquio, Provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho						
	Coordenadas (WGS 84)	14° 39' 18.3" latitud sur						
		74° 05' 24.1" longitud oeste						
	Altitud	3590 msnm						
	<b>VALOR PARA LA FORM</b>	<b>Evaluación</b>						
	<b>Biológicas</b>							
1	Hidrofitas	6			$K = (Na/10) * B * k$			
2	Macrofitas	5						
3	Palustres (superficie)	3		Na	22.83	hectáreas	2283	área
4	Vegetación flotante	3		B	5.94			
5	Plancton	7						
6	Fauna Nutritiva	7		k1	1	Temperatura media		
7	Detritus	5		k2	1.5	acidez o alcalinidad		
	<b>Físicas</b>			k3	1	Especie		
8	Temperatura (ITC)			k4	1	edad peces		
9	Luz (sobre el ambiente)	7						
10	Transparencia del agua	7		k	1.5			
11	Disco de Secchi	7						
12	Color	8						
13	Fondo	5						
14	Profundidad	4						
15	Cieno	5						
	<b>Químicas</b>							
16	Sales Minerales Disueltas	7			Siembra de truchas	5,086	ejemplares	
17	Sustancias tóxicas	8			N° truchas/Ha	223		
	<b>Mecánicas</b>							
18	recambio de agua	7						
	Media	5.9						
	<b>Análisis Físico Químicos</b>							
	Temperatura	10°C						
	CO2	< 5 ppm						
	Dureza	136.8						
	Alcalinidad	119.7						
	Oxígeno	7 mg/l						
	pH	7.6						
	Considerandos							
	Obtener ejemplares de 350 - 500 g por año							
	Soportabilidad de carga al 100% de su capacidad biogénica							
	Análisis físico Químicos promedios							
Nota : La determinación del espejo de agua se realizó a través de la vectorización y georeferenciación de imágenes satelitales								

Página 1



# ALGUNAS LAGUNAS EVALUADAS



## YAURIHUIRI - AYACUCHO

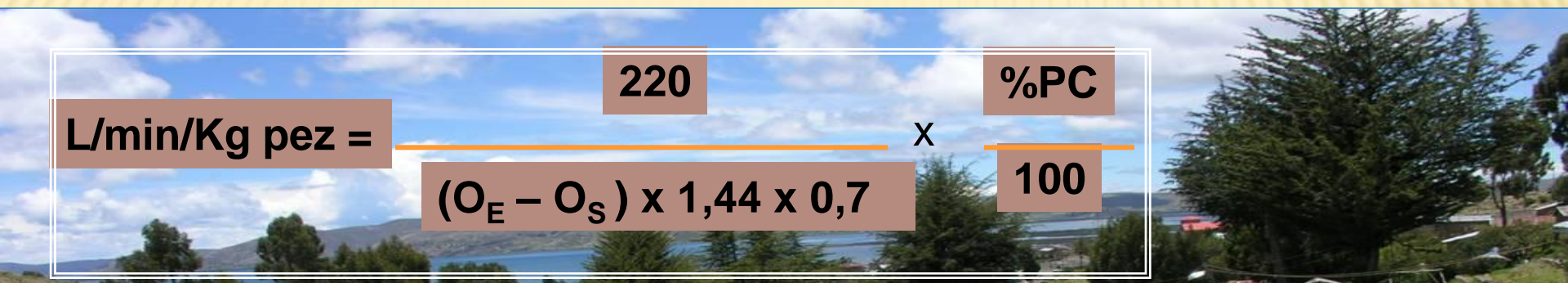
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	CARACTERISTICAS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD BIOGENICA EN LAGUNAS (LEGER Y HUET)								
2									
3	Nombre de laguna	Yaurihuiri							
4	Ubicación	Distrito de Puquio, Provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho							
5	Coordenadas (WGS 84)	14° 37' 34.1" latitud sur							
6		73° 57' 48.3" longitud oeste							
7	Altitud	4412 msnm							
8									
9	VALOR PARA LA FOF	Evaluación							
10									
11	Biológicas								
12	1 Hidrofitas	2	K = (Na/10) * B * k						
13	2 Macrofitas	2							
14	3 Palustres (superficie)	2	Na	884	hectáreas	88400	área		
15	4 Vegetación flotante	2	B	4.44					
16	5 Plancton	3							
17	6 Fauna Nutritiva	3	k1	1	Temperatura media				
18	7 Detritus	2	k2	1.5	acidez o alcalinidad				
19	Físicas		k3	1	Especie				
20	8 Temperatura (ITC)	3	k4	1	edad peces				
21	9 Luz (sobre el ambiente)	9							
22	10 Transparencia del agua	8	k	1.5					
23	11 Disco de Secchi	8							
24	12 Color	6							
25	13 Fondo	7							
26	14 Profundidad	4	K 58933 Kg. Capacidad Biogénica						
27	15 Cieno	4							
28	Químicas								
29	16 Sales Minerales Disueltas	4	Siembra de truchas		69,333	ejemplares			
30	17 Sustancias tóxicas	6	Nº truchas/Ha		78				
31	Mecánicas								
32	18 recambio de agua	5							
33									
34	Media	4.4							
35									
36	Análisis Físico Químicos								
37	Temperatura	9°C							
38	CO2	< 5 ppm							
39	Dureza	85.5							
40	Alcalinidad	51.3							
41	Oxígeno	6 -7 mg/l							
42	pH	8							
43	Considerandos								
44	Obtener ejemplares de 350 - 500 q por año								
45	Solo se aplica para la siembra el 50% de la capacidad biogénica								
46	Análisis físico Químicos promedios								
47	Nota : La determinación del espesor de agua se realizó a través de la vectorización y georeferenciación de imágenes satelitales								

Página 1

**K 58933 Kg. Capacidad Biogénica**

Siembra de truchas **69,333** ejemplares  
N° truchas/Ha **78**


# MODELOS PARA CALCULAR CAPACIDAD DE CARGA EN ESTANQUES


$$\text{L/min/Kg pez} = \frac{220}{(O_E - O_S) \times 1,44 \times 0,7} \times \frac{\%PC}{100}$$

## INFORMACION E.P. CHUCUITO

Flujo = 245,6L/min	Media
T° = 12,5°C	8-12°C
O <sub>2</sub> = 6,0mg/L	9-10mg/L
pH = 7,0	7,0

L/min/Kg pez =


$$\frac{220}{(7 - 5) \times 1,44 \times 0,7} \times \frac{1}{100}$$

**X = 225,11 Kg de pez**

L/min/Kg pez = 1,091

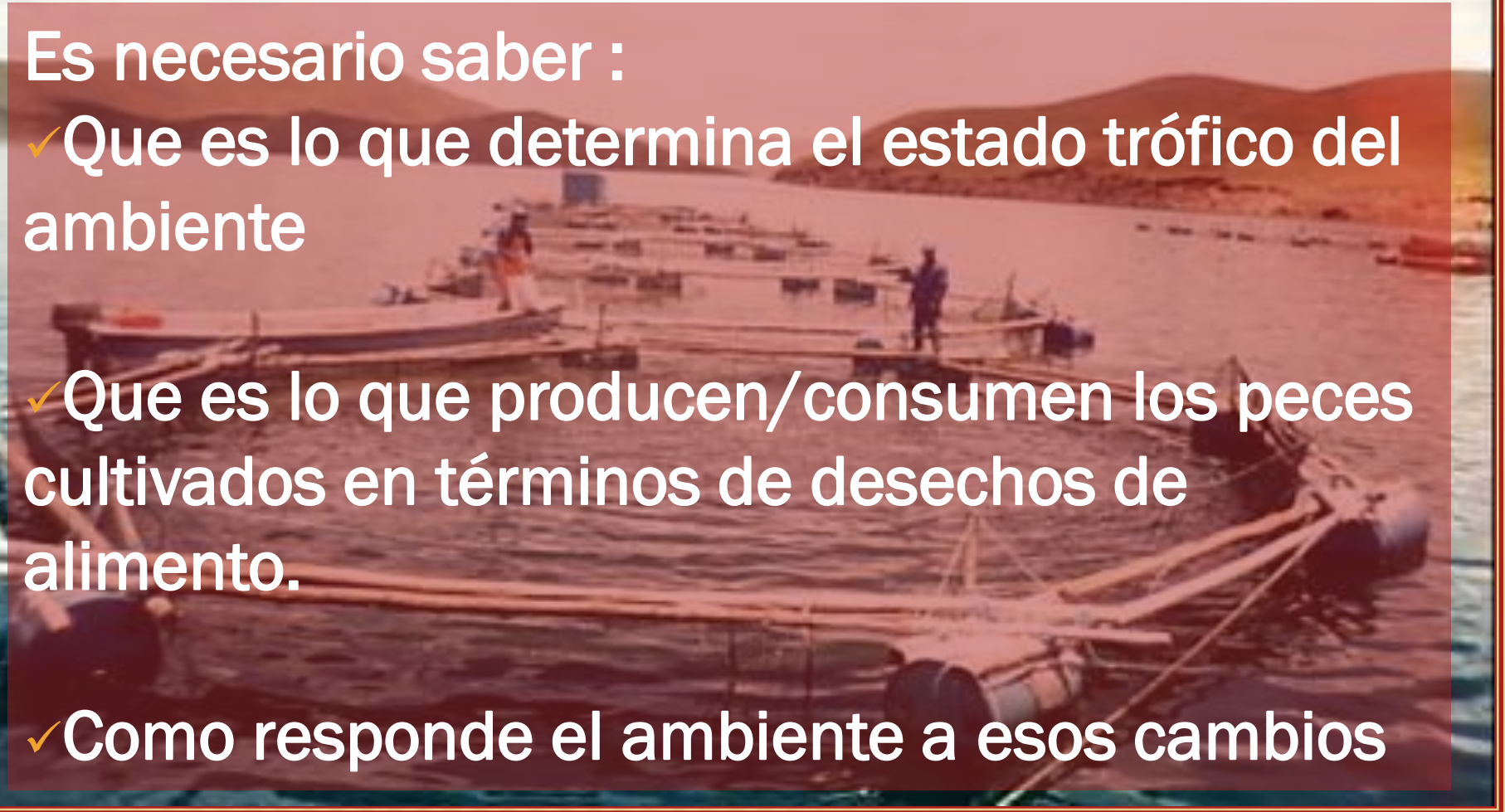
Fuente : Fondapes visita de  
especialista chileno a Puno



# METODOLOGIA PARA DETERMINAR CAPACIDAD DE CARGA EN LAGUNAS

Es necesario saber :

- ✓ Que es lo que determina el estado trófico del ambiente
- ✓ Que es lo que producen/consumen los peces cultivados en términos de desechos de alimento.
- ✓ Como responde el ambiente a esos cambios



# ESTADO TROFICO Y PRODUCTIVIDAD



## EL FOSFORO Y LA DIETA DE LOS PECES

**ELEMENTO ESENCIAL QUE TODOS LOS PECES NECESITAN PARA CRECER**

**ALIMENTO**

La introducción de Fosforo total en el ambiente varía según el contenido de Fosforo y la digeribilidad de los piensos utilizados



# PREPARACION DE MODELOS A LA RESPUESTA DEL ECOSISTEMA ACUATICO

## MODELOS DINAMICOS

Representaciones matemáticas de procesos físicos, químicos y biológicos fundamentales que regulan el crecimiento de las algas (Jones y Lee 1982)

## MODELOS ESTADISTICOS

Reconocimientos de gran escala de lagos y embalses

A partir de la información recolectada, se ha realizado el modelo para la predicción de P a partir de la formula de Dillon – Rigler donde **R** ha sido tomada del modelo para lagunas represadas (mayoría de lagunas de gran extensión son represadas).

$$[\Delta P] = \frac{L_{pez} (1 - R_{pez})}{Z_p}$$

[P] : Fosforo total en g/m<sup>3</sup>

L : Aportación de Fosforo total en g/m<sup>2</sup> año

z : Profundidad media en metros

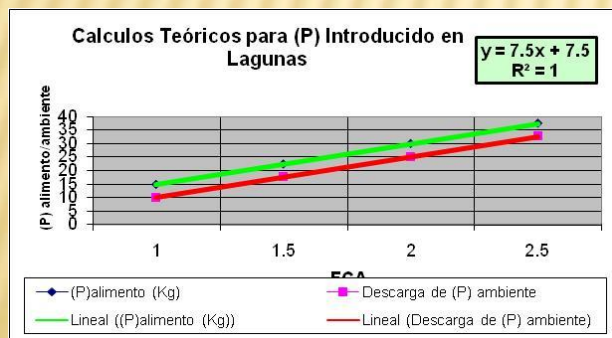
R: La fracción de Fosforo retenido por los sedimentos

**p**: Tasa de descarga en volumen por año

# ALGUNAS LAGUNAS EVALUADAS

## CHUCHON – LIMA

Laguna Chuchon- Cordillera de la Viuda



A	B	C	D	E	F
Nombre	Laguna Chuchón				
Ubicación	Distrito de Huaros, provincia de Canta, departamento de Lima				
Latitud		sur			
Longitud		oeste			
Espejo de agua	63.51	Hectáreas			
Volumen	9.300.000.00	m³			
Profundidad Media	14.64	m			
Caudal de salida media	0.80	m³/seg			
Tasa de descarga	2.71	/año			
Fosfatos	0.80	mg/l			
Fosforo	26.67	mg/m³			
Máximo de P aceptable trucha	60.00				
Δ[P]	33.33	mg/m³			
Coeficiente de Retención (Rpez)	0.30	Ambientes Naturales			
	0.35	Embalses			
Aportaciones de P procedentes de los recintos de Peces					
Lpez	1.89	g/año	Ambientes Naturales		
	2.03	g/año	Embalses		
FCA 1 :	1.10				Tabla
Aportación de Fosforo en alimento	10.95	Kg/Tonelada de producción		16.5	Tabla
Capacidad de Carga	109.62	Toneladas	Ambientes Naturales		
	117.61	Toneladas	Embalses		

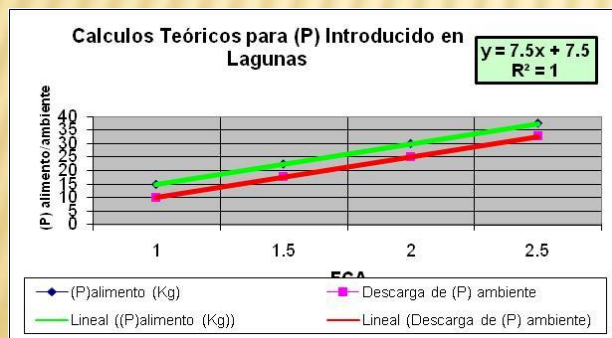


# ALGUNAS LAGUNAS EVALUADAS

## CHOCLOCOCHA – HVCA



Nombre	Laguna Choclococha		
Ubicación	Distrito de Santa Ana, provincia de Castrovirreyna, departamento de Huancavelica		
Latitud	13° 11' 07.2" latitud sur		
Longitud	75° 04' 48.8" longitud oeste		
Espejo de agua	1,616.00	Hectáreas	
Volumen	138,000,000.00	m³	
Profundidad Media	8.54	m	
Caudal de salida media	6.00	m³/seg	
Tasa de descarga	1.37	/año	
Fosfatos	0.01	mg/l	
Fosforo	0.37	mg/m³	
Máximo de P aceptable trucha	60.00		
Δ[P]	59.63	mg/m³	
Coeficiente de Retención (Rpez)	0.46	Ambientes Naturales	
	0.51	Embalses	
Aportaciones de P procedentes de los recintos de Peces			
Lpez	1.29	g/año	Ambientes Naturales
	1.43	g/año	Embalses
FCA 1 :	1.10		Tabla
Aportación de Fosforo en alimento	10.95	Kg/Tonelada de producción	16.5 Tabla
Capacidad de Carga	1,901.79	Toneladas	Ambientes Naturales
	2,113.76	Toneladas	Embalses
Resultados obtenidos en base a una salida de campo y a una determinada epoca del año, no es relevante			



PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PISCÍCOLA DE TRUCHAS/AÑO SE APLICO EL MODELO PREDICTIVO INDICE MORFOEDAFICO (MEI) DE RYDER ET AL., (1974) Y HENDERSON & WELCOMME (1974):

$$MEI = \frac{CE}{Z}$$

MEI = INDICE MORFOEDAFICO

C.E = CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ( $\mu$ S/cm)

Z = PROFUNDIDAD MEDIA (m)

$$MEI = \frac{TSD}{Z}$$

MEI = INDICE MORFOEDAFICO

TSD = TOTAL DE SÓLIDOS DISUELTOS (mg/l)

Z = PROFUNDIDAD MEDIA (m)

**Profundidad media = Volumen del lago (m<sup>3</sup>) / Área superficial( m<sup>2</sup>)**

LAS DOS CORRELACIONES

$$Y = 14,314 MEI^{0,4681}$$

$$\text{Log } Y = 0,04T^{\circ}\text{m} + 0,08\text{Log } MEI + 0,236$$



## EVALUACION DE LA LAGUNA TRANCA GRANDE - JUNIN

- La correlación con el factor de conductividad es:

$$Y = 14,314 (2,5)^{0,4681} \text{ ----- } (61/24,4 = 2,5)$$

$$Y = 21,98 \text{Kg/Ha/año}$$

$$Y = 3,604,72 \text{Kg/laguna/año}$$

- La correlación con el valor promedio del total de sólidos disueltos

$$\text{Log } Y = 0,05(11) + 0,08 \text{Log } 1,311 + 0,236 \text{ ----- } (32 / 24,4 = 1,311)$$

$$Y = 6,2432 \text{Kg/Ha/año}$$

$$Y = 1\,023,88 \text{Kg/laguna/año}$$

Datos tomados en cuenta :

C.E = CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ( $\mu\text{S/cm}$ ) = 61

Z = PROFUNDIDAD MEDIA (m) = 24,4

TSD = TOTAL DE SÓLIDOS DISUELTOS (mg/l) = 32

Z = PROFUNDIDAD MEDIA (m) = 24,4

Profundidad media = Volumen del lago  
( $\text{m}^3$ ) / Área superficial ( $\text{m}^2$ )  
= 40 016 000 / 1 640  
000

# MODELOS PARA CALCULAR CAPACIDAD DE CARGA PARA ACTIVIDADES DE REPOBLAMIENTOS EN RIOS

Para el cálculo se considera la biomasa bentónica como *capacidad biogénica* del río, ésta corresponde al valor nutritivo que tiene el cuerpo de agua para sustentar una determinada cantidad de peces. La productividad íctica es calculada de acuerdo con la fórmula de Leger & Huet (1964):

La formula a utilizar es :

$$K = B * L * k$$

Donde :

**K** : Productividad natural de la laguna en Kilogramos

**B** : Capacidad Biogénica (g/m<sup>2</sup>), calculada de acuerdo a la fórmula de Welcomme (1980)

**L** = Ancho promedio del río (m)

**k** : Coeficiente de Productividad como producto de  $k_1 * k_2 * k_3$

**k<sub>1</sub>** = coeficiente de Temperatura (10°C = 1.0 y 16°C = 2.0 )

**k<sub>2</sub>** = coeficiente del pH (aguas ácidas = 1,0 y básicas = 1,5)

**k<sub>3</sub>** = valor de adaptación de las especies a la temperatura (especies de aguas frías = 1,5 y especies de aguas tropicales = 2,0)



## MODELOS PARA CALCULAR CAPACIDAD DE CARGA PARA ACTIVIDADES DE REPOBLAMIENTOS EN RIOS

Biomasa del bentos (Bb)	Categoría Fórmula de cálculo de la (g/m2)	capacidad Biogénica (B)
Menos de 0,6	Pobres	$B = 0,001 + 0,05 Bb$
0,6 - 30	Medianos	$B = 0,35158 + 0,45469 \text{ Log } Bb$
30 - 70	Ricos	$B = 0,35158 + 0,45469 \text{ Log } Bb$

Siembras entre 5 y 20 Kg/Km

## TOMAR EN CUENTA:

- ✗ Para el caso de lagunas altoandinas se requiere de grandes extensiones de espejo de agua para realizar esta actividad (Se recomienda siembras entre 150 y 500 animales por hectárea para el caso de lagunas a fin de garantizar la sostenibilidad y sustentabilidad del recurso hídrico a utilizar).
- ✗ Para el caso de repoblamiento e ríos es recomendable siembras entre 5 y 20 Kg/Km.
- ✗ La Actividad de repoblamiento es la mejor opción para cuerpos de aguas de gran extensión que no cuentan con profundidad adecuada para cultivo en jaulas flotantes (menores de 15 m de profundidad)
- ✗ La inversión es mínima tomando en consideración que no se le suministra alimento balanceado durante la fase de engorde (el pez se alimenta se inserta en el ecosistema de la laguna)
- ✗ El crecimiento del pez es mucho mayor que en condiciones de cultivo (para el caso de trucha puede obtener pesos promedios entre 300 y 600 gramos en una año)





## A TOMAR EN CUENTA :

- ✓ EVALUACION DEBE REALIZARSE EN VARIAS EPOCAS DEL AÑO (CRECIDA Y ESTIAJE)
- ✓ UN LIMITANTE DE LA EVALUACION ES QUE SE OBTIENE INFORMACION DE LAGUNAS DEL INVENTARIO NACIONAL DE LAGUNAS REALIZADAS POR LA ONER (INRENA AÑOS 80)
- ✓ DETERMINACION DE ESPEJOS DE AGUA DEBE REALIZARSE A TRAVEZ DE IMÁGENES SATELITALES O CARTOGRAFIA ACTUALIZADA, VOLUMEN A TRAVES DE INFORMACION DE LA AUTORIDAD DE RIEGO CORRESPONDIENTE
- ✓ ES DIFICIL DE CONSEGUIR ANALISIS DE ALIMENTO BALANCEADO ACTUAL (EXTRUIDO) SOBRE TODO FOSFORO

## REQUERIMIENTOS MEDIOAMBIENTALES PARA EL ÓPTIMO DESARROLLO DE LA TRUCHA

	Rango Optimo
Temperatura del agua	10 – 16°C
Oxígeno Disuelto	6,5 – 9 ppm
PH	6,5 – 8,5
CO <sub>2</sub>	< 7ppm
Alcalinidad	20 – 200 mg/lit CaCO <sub>3</sub>
Dureza	60 – 300 mg/lit CaCO <sub>3</sub>
NH <sub>3</sub>	No mayor de 0,02 mg/lit
H <sub>2</sub> S	Máximo aceptado de 0,002 mg/lit
Nitratos	No mayor de 100 mg/lit
Nitritos	No mayor de 0,055 mg/lit
Nitrógeno amoniacal	No mayor de 0,012 mg/lit
Fosfatos	Mayores de 500 mg/lit
Sulfatos	Mayor de 45 mg/lit
Fierro	Menores de 0,1 mg/lit
Cobre	Menores de 0.05 mg/lit
Plomo	0,03mg/lit
Mercurio	0,05mg/lit



## PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AGUA PARA ESPECIES TROPICALES:

- a. Temperatura óptima :** 24-29 °C. Puede tolerar temporalmente temperaturas menores a 22 °C o mayores a 34°C. Sin embargo si permanecen mucho tiempo en bajo estas condiciones los peces se estresan, reducen el consumo de alimento, se tornan susceptibles a enfermedades y mueren en poco tiempo.
- b. pH:** 6.5 — 8.5. Optimo pH es de 7.0 para que haya buena producción de plancton.
- c. Oxígeno disuelto:** mayor de 4 ppm en el agua para el normal desarrollo del cultivo. Resisten concentraciones menores a 2 ppm pero se afectan mucho los peces (disminuyen el consumo de alimento y se hacen más susceptibles a enfermedades).
- d. Alcalinidad:** mayor de 20, ideal 60 mg/litro equivalentes a Carbonato de Calcio, importantes en la regulación del pH, producción de fitoplancton, producción de oxígeno y turbidez adecuada para el cultivo.
- e. Dureza:** mayor de 20 mg/litro.
- f. Compuestos nitrogenados** (nitritos, nitratos y amonio). Son productos de la excreción metabólica y tóxicos para los peces. Valores de 0.1 mg/lit para nitritos y 0.01 mg/lit de amonio indican perturbación del ciclo normal. Los nitratos son poco tóxicos pero en condiciones anaerobias pueden transformarse en nitritos.

# SELECCIÓN DE SITIOS

## ✗ Abastecimiento de Agua

- + Seleccione sitios con grandes cantidades de agua
- + Abastecimiento por gravedad es económico

## ✗ Instalación

- + Cercana de la fuente de abastecimiento

## ✗ Topografía

- + 3 - 10 % pendiente
- + 45 - 60 cm caída del agua







# GRACIAS

[juancanturin@produce.gob.pe](mailto:juancanturin@produce.gob.pe)

Image © 2008 GeoEye  
Image © 2006 TerraMetrics  
Image © 2008 DigitalGlobe

Google



Lat: -15.849574° Long: -69.538922°

elev: 3828 m

Alt: 271.97 km