

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL – ESPOL  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA - FICT  
EXAMEN MEJORAMIENTO – ITRMINO 2022  
MATERIA: POTABILIZACIÓN Y TRATAMIENTO DEL AGUA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: Gustavo Rojas  
NÚMERO DE CÉDULA: 0952843662 NÚMERO DE MATRÍCULA: 201909322  
FECHA: 8/2/2023 RESULTADO: \_\_\_\_\_  
Profesores: Ing. Cristian Salas, M.Sc. e Ing. Pablo Daza, M.Sc.

**INSTRUCCIONES:**

1. Lea cada pregunta atentamente hasta el final.
2. Cuando explique un tema, desarrolle sus respuestas con frases cortas y completas, si es muy largo, debe realizar una síntesis, no puede exceder de 4 líneas en cada caso.
3. Recuerde que el examen es individual, y que estamos enmarcados en la cultura de la excelencia académica; por tanto: No mire el examen de ninguno de sus compañeros, no hable durante el examen con sus compañeros, apague todos los equipos electrónicos que posea, déjelos al frente y no copie ni deje copiar.
4. Si tiene dudas o preguntas respecto del examen, levante la mano y el profesor se acercará, pregúntele en voz baja.

**EXAMEN SOLO CON CALCULADORA SENCILLA.**

**EJERCICIO 1 (60%):** Usted ha sido seleccionado para participar en el diseño COMPLETO de los procesos de una planta de potabilización de poblado rural de la sierra, donde existe un consumo doméstico (CD) de 150 l/hab-día, un consumo industrial (CI) de 0.80l/hab-día, un consumo público (CP) o institucional de 0.50l/hab-día, un consumo comercial (CC) de 0.25 l/hab-día y se tiene una pérdida P del 25%, para una población futura de 62650 habitantes y una variación de temperatura entre los 19°C y 21°C.

Diseñe la mezcla rápida, lenta y la sedimentación, considerando que se agregan sulfato de Aluminio Hidratado ( $14H_2O$ ), según la reacción abajo mostrada, en la mezcla rápida. Debe considerar los resultados de los ensayos de la prueba de jarras se conoce que la remoción es del 89% en el sedimentador. La concentración de sólidos que sale del floculador es de 826mg/l y el lodo producido tiene una densidad determinada experimentalmente de 1016 kg/m<sup>3</sup>.

KMD=1.55

KMH=2.17

$$P = \frac{g}{K r n^3 D^5} \rho$$

$$G = \sqrt{\frac{P}{\rho}}$$

$\mu_{19^\circ C} = 0,001028 \text{ kg / (m}\cdot\text{s)}$   
 $\mu_{21^\circ C} = 0,000979 \text{ kg / (m}\cdot\text{s)}$   
 $\rho (19^\circ C) = 998,49 \text{ kg/m}^3$   
 $\rho (21^\circ C) = 998,29 \text{ kg/m}^3$

MODELO	VELOCIDAD ROTACIONAL (rpm)	POTENCIA (KW)
JTQ50	27.58	0.30
JTQ75	39.70	0.48
JTQ100	41.74	0.61
JTQ150	41.74	0.98
JTQ200	61.29	1.45
JTQ300	97.90	1.96
JTQ500	147.05	3.17

Para la determinación de las características del equipo de mezclado considere una eficiencia del 80%, según los equipos disponibles en la región, mostrados en la tabla de abajo. Recuerde que resultados de los ensayos de la prueba de jarras, arrojaron que para la mezcla rápida se debe utilizar al menos  $900 \text{ s}^{-1}$  y 20s como tiempo de retención, mientras que para la mezcla lenta se debe alcanzar un número de camp (Gt<sub>0</sub>) correspondiente al gradiente de velocidad de raíz media óptimos presentado en las gráficas, con sus tiempos medios de residencia teórico t<sub>0</sub>. **IMPONGASE CUALQUIER OTRO DATO FALTANTE.**

Aluminio: 27  
 Azufre: 32  
 Oxígeno: 16  
 Hidrógeno: 1



Para el modelo del equipo se usará el modelo JTG 35 con una velocidad superficial de 39.20 rpm, al saber que el equipo trabaja con un 80% load nos da unos 31.8 rpm reales

Para la mezcla rápida  $G = 900 \text{ s}^{-1}$  y  $T_R = 20 \text{ s}$

Para la mezcla lenta

Para la mezcla rápida de unos 18 UTM se aplican unos datos de 30 mg/L con un tiempo de retención de unos 20 min según los datos de la tabla

$$Q_{\text{pop}} = 62650 \cdot \text{dot} = 62650 \cdot 150 = 86400$$

$$Q_{\text{ind}} = 62650 \cdot 0.8 = 50120$$

$$Q_{\text{mixt}} = 62650 \cdot 0.5 = 31325$$

$$Q_{\text{med}} = (Q_{\text{p}} + Q_{\text{m}}) \cdot 1.2 = 82912 = 995 \text{ l/s}$$

$$1 \cdot Q_{\text{MH}} = Q_{\text{M}} \cdot 2.12 = 2.16 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{HD}} = Q_{\text{H}} \cdot 1.55 = 159 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{acc}} = 62650 \cdot 0.25 = 15662.5$$

$$Q_{\text{acc}} = 81.8 \text{ l/s}$$

$$\text{Generación} = 826 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ recuperación} = 89\%$$

$$\text{Fluido} = 1016 \text{ kg/m}^3$$

$$P = kT \frac{Q}{V} = 1.18 \text{ kW}$$

$$D_1 = 3 \text{ m}$$

$$P_1 = 998.29 \text{ kg/m}^3$$

$$n = 39.20$$

$$kt = 2.5$$

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu V}} = 900 \text{ s}^{-1}$$

$$P = 3.42 \times 10^4 \text{ W} = 3.9 \text{ kW}$$

$$R_f = 2.72 \text{ kW}$$

$$Q = V \cdot A$$

$$216 = V \cdot A$$

$$V = 4.32 \times 10^3 \text{ L}$$

$$V = 6.83 \times 10^4 \text{ L/h}$$

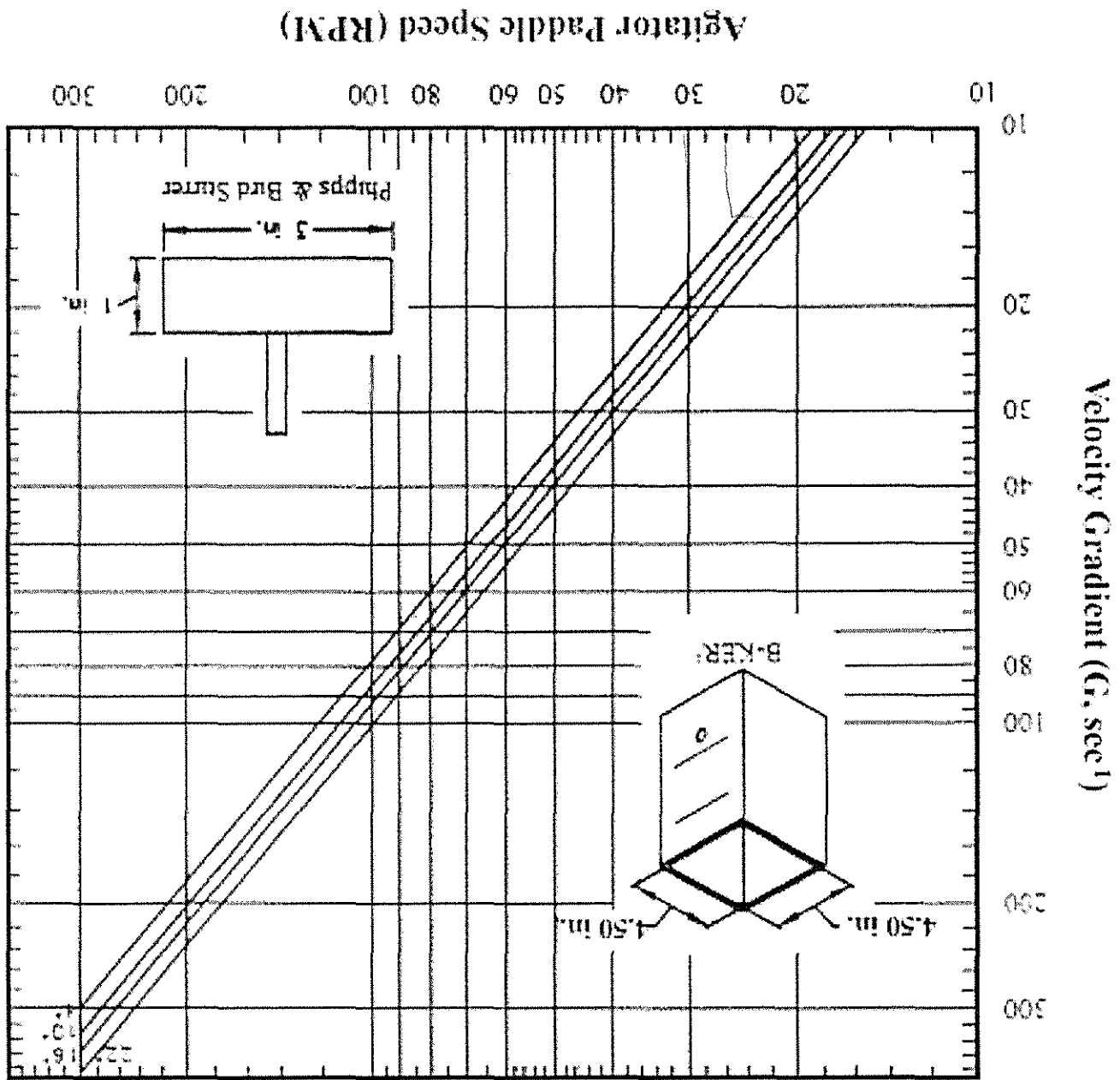
$$A_{\text{area}} = 4.5 \text{ m}^2 \cdot 2 = 3.16 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

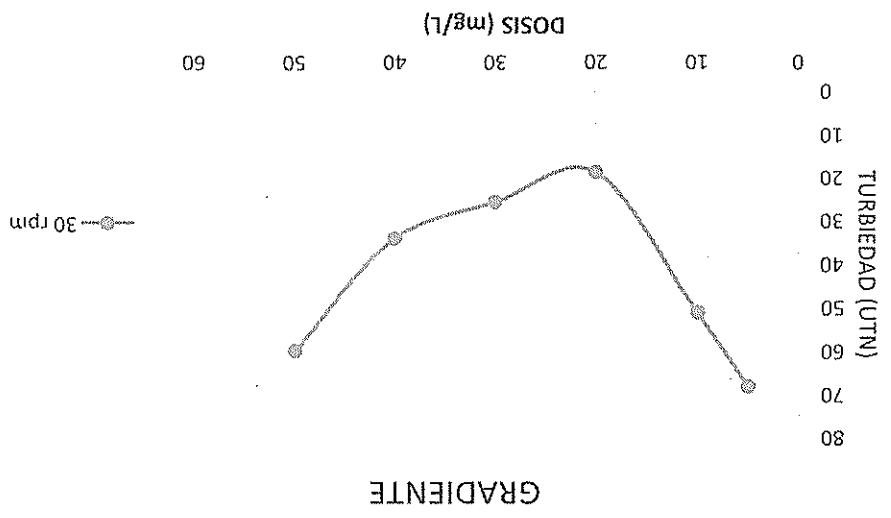
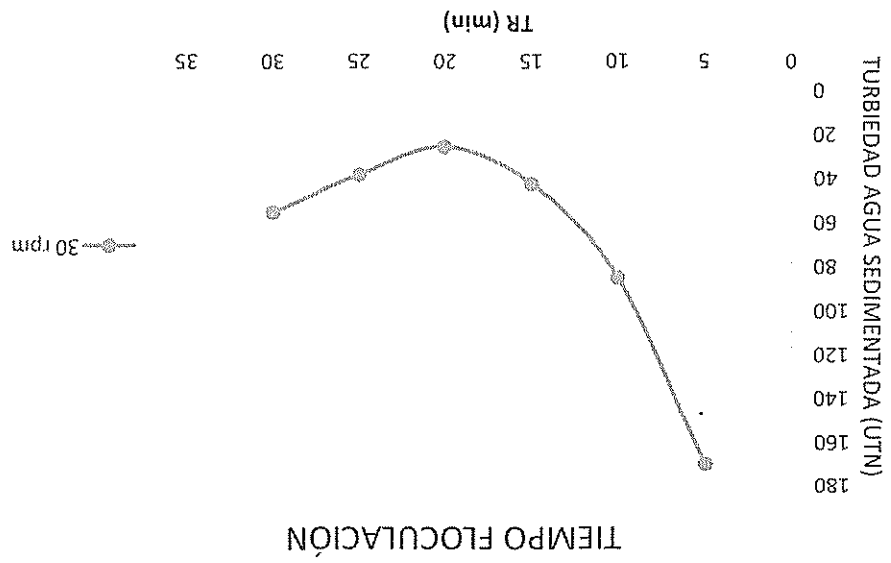
$$G = 1.33$$

tiempo de retención de unos 20 min según los datos de la tabla

para mezclar  
 función  
 de la función de  $G = \sqrt{\frac{P}{\mu V}}$   
 comencé a seguir tabla

para mezclar rápida y lenta  
 modelo JTG 35





$$Vd = 10^{-3} (650) \cdot 0.97 \cdot 10^{-4} = 6.205 \times 10^{-8} \text{ m}^3$$

$$Vscd = 4.20 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$Vse = 10^{-3} (650 \cdot 1.13) \cdot 0.69 = 5.85 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$Vd = 1.6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Remoción de fósforo  
 $2.6 \times 10^{-4} \text{ kg/año} = 40 \text{ g/hab} \cdot 650 \text{ hab} = 26 \times 10^{-4} \text{ kg/año}$

$$PR = 1.5 - 0.3 \log(P \cdot q)$$

$$PR = 6.40 \times 10^{-1} = 0.64$$

$$Q_{m} = \frac{650 \cdot 1.50}{86400} = 1.13 \text{ l/s}$$

Frio	50
Calido	40
Clima	Aporte de lodos (l/ha/año)

Fuente: CPE INEN 5 9-1

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5000	Frio Templado Calido	120 - 150 130 - 160 170 - 200
5000 a 50000	Frio Templado Calido	180 - 200 190 - 220 200 - 230
Más de 50000	Frio Templado Calido	> 200 > 220 > 230

TABLA 3. Dotaciones recomendadas

Frecuencia de limpieza: trimestral

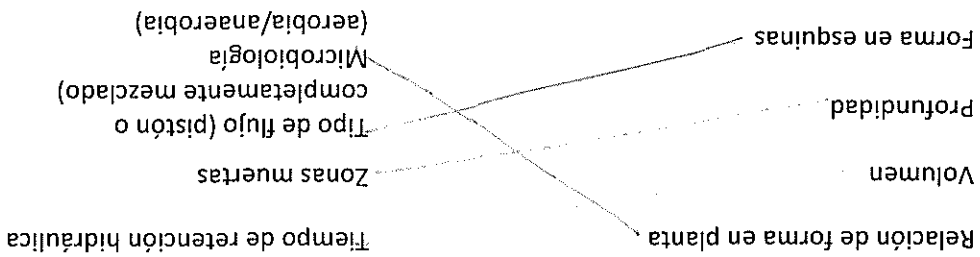
Coefficiente de retorno: 0,8

Unidad de medida	Fórmula
día	$TRH \text{ o } PR = 1,5 - 0,3 \log (P * q)$
m <sup>3</sup>	$Vse = 10^{-3} * (P * q) * PR$
m <sup>3</sup>	$Vd = 10^{-3} * P * N * G$

**EJERCICIO 2 (20%):** Calcule el volumen de sedimentación y de acumulación de lodos que deberá tener un tanque séptico que se diseñará para una población futura de 650 habitantes en un asentamiento humano en el Oriente ecuatoriano. Se ofrecen fórmulas y datos abajo.

**SECCION PREGUNTAS TEORICAS (20%)**

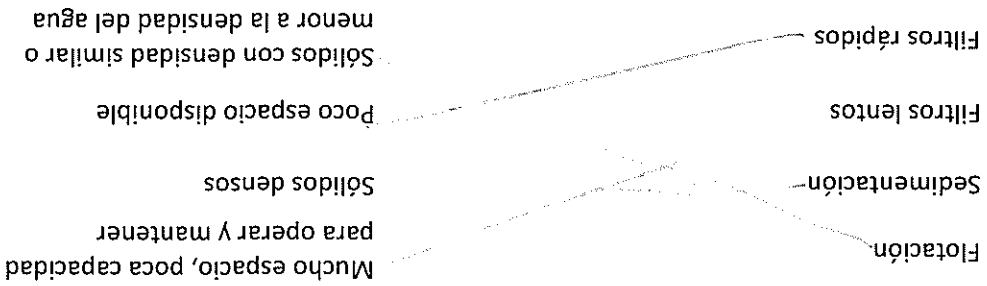
1. En el diseño de lagunas de estabilización, se debe dimensionar cada laguna según la hidráulica y microbiología particular que se va a emplear. En este sentido, empareje los conceptos a continuación:



2. Describa brevemente los mecanismos de eliminación de patógenos que se emplean en un sistema de lagunas de estabilización, indicando los tipos de lagunas donde ocurren tales mecanismos.

*Se pueden utilizar lagunas aerobias, anaerobias, aerobias y anaerobias. En lagunas aerobias se eliminan los patógenos por competencia y depredación. En lagunas anaerobias se eliminan los patógenos por competencia y depredación. En lagunas de estabilización se eliminan los patógenos por competencia y depredación. En lagunas de estabilización se eliminan los patógenos por competencia y depredación.*

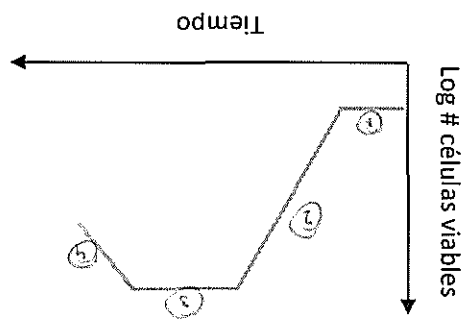
3. La elección de operaciones unitarias para una PTAP depende de las circunstancias reales. Empareje la operación unitaria con la circunstancia en la que resulta conveniente emplearla.



4. Explique brevemente qué es el carbón activado granular, en qué sistema de tratamiento se usa, cómo se obtiene, qué tipo de contaminantes es capaz de remover y cómo los remueve.

*El carbón activado es la forma más pura de tratamiento químico. El proceso de activación se recomienda en carbón que puede ser usado para tratar aguas residuales. Se recomienda el uso de carbón para el tratamiento de aguas residuales de tipo BOD y COD.*

5. Interprete la siguiente curva etiquetando y explicando brevemente las distintas fases de crecimiento biológico que ocurre en la depuración biológica de aguas residuales:



La primera fase es el tiempo en el cual se integra al agua a ser tratada, y se realiza un muestreo de las células viables, esto hay un crecimiento de las células viables, esto que empieza al pasar el agua por la laguna, luego estabilizarse un periodo 3 que es una fase estacionaria, periodo 4 que ha sido después de agua y el estado estacionario. Este dato es importante de saberlo, que se da a la depuración biológica, los cuales son los que afectan al crecimiento de las bacterias.



KMH=2.17

KMD=1.55

Diseñe la mezcla rápida, lenta y la sedimentación, considerando que se agregan sulfato de Aluminio Hidratado ( $14H_2O$ ), según la reacción abajo mostrada, en la mezcla rápida. Debe considerar los resultados de los ensayos de la prueba de jarras se conoce que la remoción es del 89% en el sedimentador. La concentración de sólidos que sale del floculador es de 826mg/l y el lodo producido tiene una densidad determinada experimentalmente de 1016 kg/m<sup>3</sup>.

19°C y 21°C.

para una población futura de 62650 habitantes y una variación de temperatura entre los

**EJERCICIO 1 (60%):** Usted ha sido seleccionado para participar en el diseño COMPLETO de los procesos de una planta de potabilización de poblado rural de la sierra, donde existe un consumo doméstico (CD) de 150 l/hab-día, un consumo industrial (CI) de 0.80l/hab-día, un consumo público (CP) o institucional de 0.50l/hab-día, un consumo comercial (CC) de 0.25 l/hab-día y se tiene una pérdida P del 25%,

**EXAMEN SOLO CON CALCULADORA SENCILLA.**

1. Lea cada pregunta atentamente hasta el final.
2. Cuando explique un tema, desarrolle sus respuestas con frases cortas y completas, si es muy largo, debe realizar una síntesis, no puede exceder de 4 líneas en cada caso.
3. Recuerde que el examen es individual, y que estamos enmarcados en la cultura de la excelencia académica; por tanto: No mire el examen de ninguno de sus compañeros, no hable durante el examen con sus compañeros, apague todos los equipos electrónicos que posea, déjelos al frente y no copie ni deje copiar.
4. Si tiene dudas o preguntas respecto del examen, levante la mano y el profesor se acercará, pregúntele en voz baja.

**INSTRUCCIONES:**

Profesores: Ing. Cristian Salas, M.Sc. e Ing. Pablo Daza, M.Sc.

FECHA: 08/02/23 RESULTADO: \_\_\_\_\_

NÚMERO DE CÉDULA: 1311471161 NÚMERO DE MATRÍCULA: 201712916

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: *Isses Galarraga Lucdos*

MATERIA: POTABILIZACIÓN Y TRATAMIENTO DEL AGUA

EXAMEN MEJORAMIENTO – II TÉRMINO 2022

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA - FICT

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL – ESPOL



$\rho$  (21°C) = 998.29 kg/m<sup>3</sup>  
 $\rho$  (19°C) = 998.49 kg/m<sup>3</sup>  
 $\mu$  21°C = 0,000979 kg / (m.s)  
 $\mu$  19°C = 0,001028 kg / (m.s)

$$G = \sqrt{\frac{H \cdot V}{P}}$$

$P = \frac{g}{K \cdot m^3 \cdot D^5 \cdot \rho}$   
 del impulsor

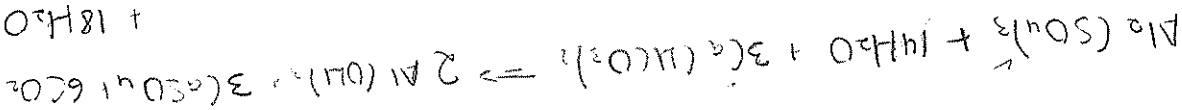
MODELO	VELOCIDAD ROTACIONAL (rpm)	POTENCIA (KW)
JTQ500	147.05	3.17
JTQ300	97.90	1.96
JTQ200	61.29	1.45
JTQ150	41.74	0.98
JTQ100	41.74	0.61
JTQ75	39.70	0.48
JTQ50	27.58	0.30

$\Delta L = 2$   
 $0 = 12.14 + 18 - 44$

**OTRO DATO FALTANTE.**

Para la determinación de las características del equipo de mezclado considere una eficiencia del 80%, según los equipos disponibles en la región, mostrados en la tabla de abajo. Recuerde que resultados de los ensayos de la prueba de jarras, arrojaron que para la mezcla rápida se debe utilizar al menos 900 s<sup>-1</sup> y 20s como tiempo de retención, mientras que para la mezcla lenta se debe alcanzar un número de camp (Gt<sub>0</sub>) correspondiente al gradiente de velocidad de raíz media óptimos presentado en las gráficas, con sus tiempos medios de residencia teórico t<sub>0</sub>. **IMPONGASE CUALQUIER**

- Aluminio: 27
- Azufre: 32
- Oxígeno: 16
- Hidrógeno: 1



① Consumo Doméstico : 150 l/hab-día

Consumo Industrial : 0.80 l/hab-día

Consumo Público : 0.50 l/hab-día

Consumo Comercial : 0.25 l/hab-día

Reserva F del 25% : 62650

RMD: 1.55 KMH. 217

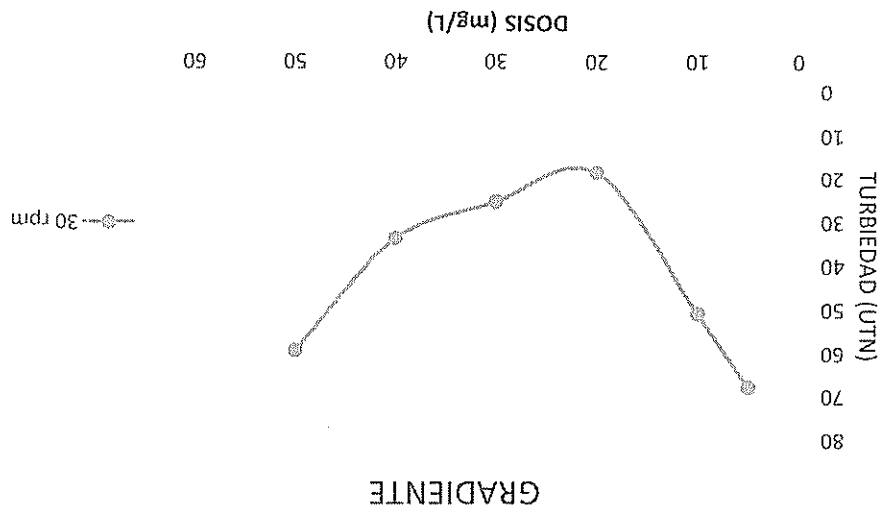
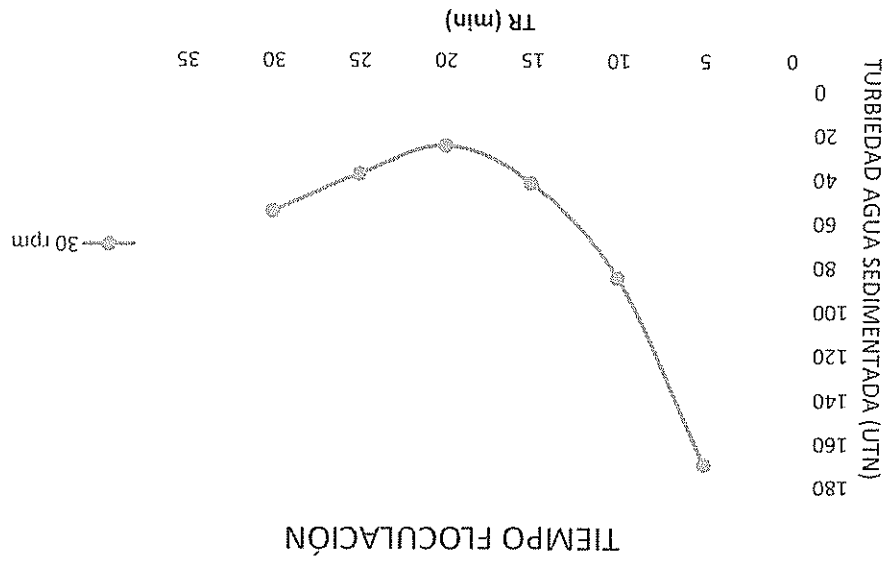
CD → 9397500 l/día

CI → 50120 l/día

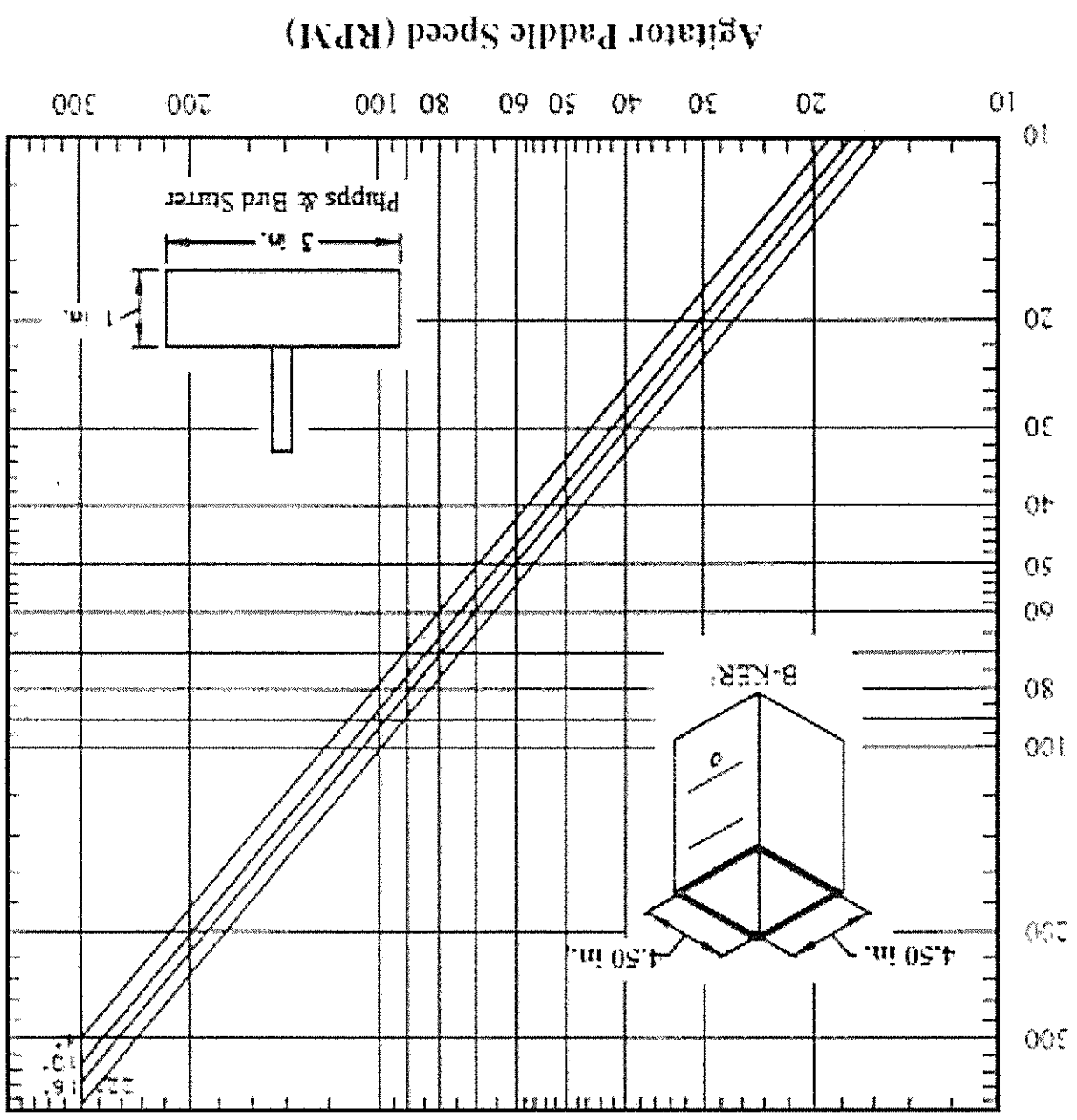
CP → 31325 l/día

CC → 15663 l/día

$$9494607.5 \text{ l/día} + 0.25(9494607.5) = 11868260 \text{ l/día}$$



Velocity Gradient (G, sec<sup>-1</sup>)



Agitator Paddle Speed (RPM)

$VD = 10^{-3} \cdot P \cdot N \cdot G$   
 $Vse = 10^{-3} \cdot (P \cdot q) \cdot PR$   
 $TRH \text{ o } PR = 1,5 - 0,3 \log(P \cdot q)$

*Handwritten notes:*  
 Dotación = 150 l/hab/día  
 650 hab x 150 l/hab/día = 97500 l/día  
 $PR = 1,5 - 0,3 \log(P \cdot q)$   
 $PR = 1,5 - 0,3 \log(150 \cdot 150)$   
 $PR = 0,032 \text{ días}$   
 $Vse = 2,49 \text{ m}^3$

Clima	Aporte de lodos (l/ha/año)
Cálido	40
Frío	50

Fuente: CPE INEN 5 9-1

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Más de 50000	Frío Templado Cálido	> 230 > 220 > 200
5000 a 50000	Frío Templado Cálido	180 - 200 190 - 220 200 - 230
Hasta 5000	Frío Templado Cálido	120 - 150 130 - 160 170 - 200

TABLA 3. Dotaciones recomendadas

Frecuencia de limpieza: trimestral  
 Coeficiente de retorno: 0,8

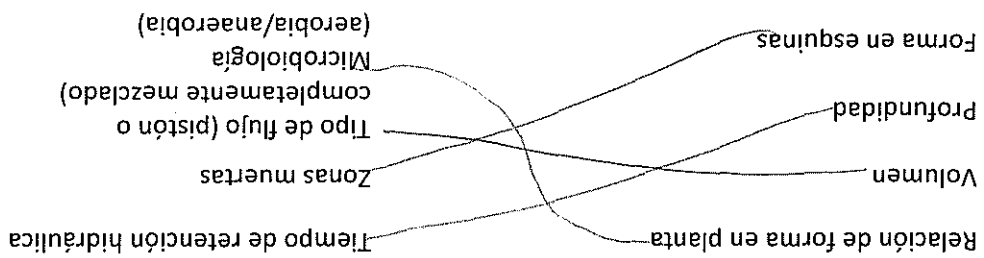
Unidad de medida	Fórmula
m <sup>3</sup>	$VD = 10^{-3} \cdot P \cdot N \cdot G$
m <sup>3</sup>	$Vse = 10^{-3} \cdot (P \cdot q) \cdot PR$
día	$TRH \text{ o } PR = 1,5 - 0,3 \log(P \cdot q)$

DF = 650 hab

**EJERCICIO 2 (20%):** Calcule el volumen de sedimentación y de acumulación de lodos que deberá tener un tanque séptico que se diseñará para una población futura de 650 habitantes en un asentamiento humano en el Oriente ecuatoriano. Se ofrecen fórmulas y datos abajo.

**SECCIÓN PREGUNTAS TEÓRICAS (20%)**

1. En el diseño de lagunas de estabilización, se debe dimensionar cada laguna según la hidráulica y microbiología particular que se va a emplear. En este sentido, empareje los conceptos a continuación:



2. Describa brevemente los mecanismos de eliminación de patógenos que se emplean en un sistema de lagunas de estabilización, indicando los tipos de lagunas donde ocurren tales mecanismos.

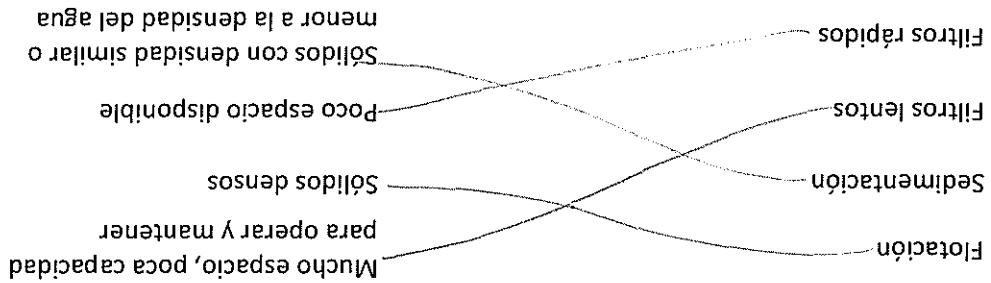
Las lagunas de estabilización son un proceso aplicado en

el tratamiento de aguas residuales en donde se utilizan

microorganismos (bacterias y quimios como plantas quimios)

reacciones químicas / difusión, interacción

3. La elección de operaciones unitarias para una PTA depende de las circunstancias reales. Empareje la operación unitaria con la circunstancia en la que resulta conveniente emplearla.



4. Explique brevemente qué es el carbón activado granular, en qué sistema de tratamiento se usa, cómo se obtiene, qué tipo de contaminantes es capaz de remover y cómo los remueve.

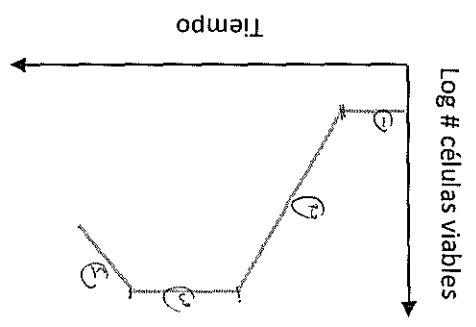
El carbón activado granular se usa en la filtración de

operaciones unitarias, es capaz de remover (orgánicos)

laminante de un cuerpo de agua (retención de sólidos)

de sólidos y en suspensión.

5. Interprete la siguiente curva etiquetando y explicando brevemente las distintas fases de crecimiento biológico que ocurre en la depuración biológica de aguas residuales:



En la primera fase no existe un cambio el número de células viables, por lo que se debe continuar por mayor tiempo para que este número cambie, luego en la fase 2 se llega a un valor máximo que permanece constante temporalmente y finalmente decrecen el número de células en la última fase.