

XXIII EVENTO NACIONAL ESTUDIANTIL DE CIENCIAS BÁSICAS 2016
PROBLEMA INTEGRAL DE CONTEXTO
EVALUACIÓN PRESENCIAL DE LA ETAPA REGIONAL (ESTUDIANTE)

1. Nombre del reactivo: Sistema de Generación de Energía
2. Área de conocimiento: Ciencias Básicas
3. Tiempo establecido: 180 minutos

4. Evidencias esperadas:
<ul style="list-style-type: none"> • Documento escrito o impreso donde los participantes describan los procedimientos y las respuestas de las actividades del reactivo, el cual debe incluir: <ol style="list-style-type: none"> 1. Portada (Nombre del instituto que representan, área del conocimiento, nombre completo de los integrantes del equipo, nombre del reactivo, sede y fecha). 2. Las actividades enumeradas en orden ascendente. 3. El documento escrito debe de estar perfectamente legible y ordenado. <i>Tendrá igual puntaje entregar un documento escrito o impreso.</i> • Archivo de hoja de cálculo (digital) con las simulaciones de las actividades, el cual debe incluir: <ol style="list-style-type: none"> 1. Portada (Nombre del instituto que representan, área del conocimiento, nombre completo de los integrantes del equipo, nombre del reactivo, sede y fecha). 2. Las actividades enumeradas en orden ascendente. 3. <i>Nombrar el archivo como: IT_Instituto de procedencia</i>

5. Apoyos didácticos:
<ul style="list-style-type: none"> • Un equipo de cómputo con un software de hoja de cálculo instalado. • Calculadoras científicas. • Formularios del ENECB 2016. • Tablas de Propiedades del vapor saturado y del agua (tablas de vapor).

6. Competencia del reactivo:	
<p align="center">Específicas</p> <p>Evalúa el desempeño del generador de vapor a través del análisis de las variables que intervienen en su operación para determinar su nivel de desempeño que permita tomar decisiones.</p> <p>Modela y compara la variación en los cambios de nivel en el tanque de almacenamiento de agua suavizada a través del tiempo que permita determinar la función óptima de entrada para el llenado del tanque y mejorar el proceso de automatización del sistema de generación de vapor.</p>	<p align="center">Genéricas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Toma de decisiones. • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

7. Competencias y contenidos a aplicar:		
Específicas de asignatura y/o temas	Aplicadas al reactivo	Temas y/o subtemas
Modela problemas con aplicación en ingeniería que puedan representarse mediante una ecuación diferencial o un sistema de ecuaciones diferenciales.	Determina un modelo lineal de variación de nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos para obtener la expresión de llenado en términos de una entrada variable.	5.1 Aplicaciones de las ecuaciones diferenciales de primer orden.
Resuelve problemas con aplicación en ingeniería que puedan representarse mediante una ecuación diferencial o un sistema de ecuaciones diferenciales.	Resuelve el modelo lineal de variación de nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos para obtener la expresión de llenado en términos de tres tipos de entrada.	5.3 Solución de ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales mediante la Transformada de Laplace.
Analiza utilizando cálculo integral, problemas con aplicación en ingeniería.	Utiliza la integral como herramienta de solución del modelo lineal de variación de un tanque.	2.1 Integrales propias e impropias.
Aplica los conceptos básicos, leyes y principios fundamentales del electromagnetismo en el modelado y la solución de problemas.	Utiliza las expresiones de capacitancia para capacitores planos y cilíndricos para comparar mediante esquemas la variación de la capacitancia con respecto al cambio de nivel del agua suavizada. Compara los valores de capacitancia del agua suavizada con respecto a otros dos fluidos para identificar la influencia del coeficiente dieléctrico en la medición de nivel suponiendo al tanque como un sensor capacitivo.	4.3.1 Capacitores planos y cilíndricos. 4.3.2 Coeficiente dieléctrico.
Aplica los conceptos teóricos fundamentales, leyes y principios de la termodinámica en el modelado y solución de problemas.	Realiza balances de energía asociado a la primera ley de la termodinámica para obtener la expresión de masa de combustible y productos de combustión. Identifica valores específicos de tablas termodinámicas: calores específicos y entalpías de diversos compuestos y vapor saturado para el cálculo de las entalpías. Calcula entalpías y flujos másicos utilizando los conceptos de capacidad calorífica, calor específico y diferencias de temperatura como datos de entrada para las expresiones de los balances de energía.	5.1.1 Calor y temperatura. 5.3 Primera ley de la termodinámica. 5.3.3.a Cálculo de trabajo y de variables de estado en procesos termodinámicos. 5.3.4 Capacidad calorífica y calor específico. 5.4 Segunda ley de la termodinámica. 5.4.1 Entropía.

<p>Evalúa la estructura atómica y cuántica de la materia, así como su periodicidad, para la resolución de problemas relacionados con las propiedades de la materia.</p>	<p>Utiliza la tabla periódica para calcular pesos moleculares</p>	<p>1.7.2 Tabla periódica.</p>
<p>Maneja el lenguaje de la química inorgánica, como la clasificación de los compuestos, nomenclatura, tipos de reacciones, balanceo y otros, para la interpretación de la trascendencia de las reacciones químicas.</p>	<p>Representa compuestos químicos mediante fórmulas para expresar reacciones químicas balanceadas</p>	<p>3. Nomenclatura y reacciones químicas de compuestos inorgánicos. 3.4 Balanceo de reacciones químicas.</p>
<p>Distingue los conceptos de la estequiometría para la resolución de problemas de reacciones químicas con base en la ley de la conservación de la materia.</p>	<p>Aplica la ley de la conservación de la materia en el balanceo de ecuaciones y el balance materia-energía</p>	<p>6.2 Leyes estequiométricas.</p>

8. Problema integral de contexto:

La empresa S.H. Inc. requiere hacer las modificaciones necesarias en su planta de producción en la sección de generación de vapor, así como en el manejo y control del agua suavizada para el generador.

Se considera, por necesidades de ahorro de consumo de energía, la adquisición de un generador de vapor. Para lo cual se le solicita al departamento de proyectos elaborar una evaluación de un equipo de segunda mano ofrecido por la empresa Sanders, con la finalidad de cumplir con las normas ambientales vigentes.

Para ello se requiere determinar el consumo, producciones y localización de pérdidas de masa y energía en el proceso. La interpretación del balance de materia y energía permitirá identificar las acciones que deberán llevarse a cabo para comprobar el funcionamiento esperado del equipo.

Por otra parte, dado que los equipos de generación de vapor requieren de suministro de agua con condiciones y/o características necesarias que eviten el desarrollo de incrustaciones de minerales debido a las altas temperaturas. Dado que la empresa tiene como proyecto mejorar y automatizar integralmente este proceso se solicitó al mismo departamento, que se realice un análisis alrededor del tanque de almacenamiento de agua suavizada para suministro del generador de vapor en diferentes condiciones de entrada y diferentes condiciones de medición de variación de nivel.

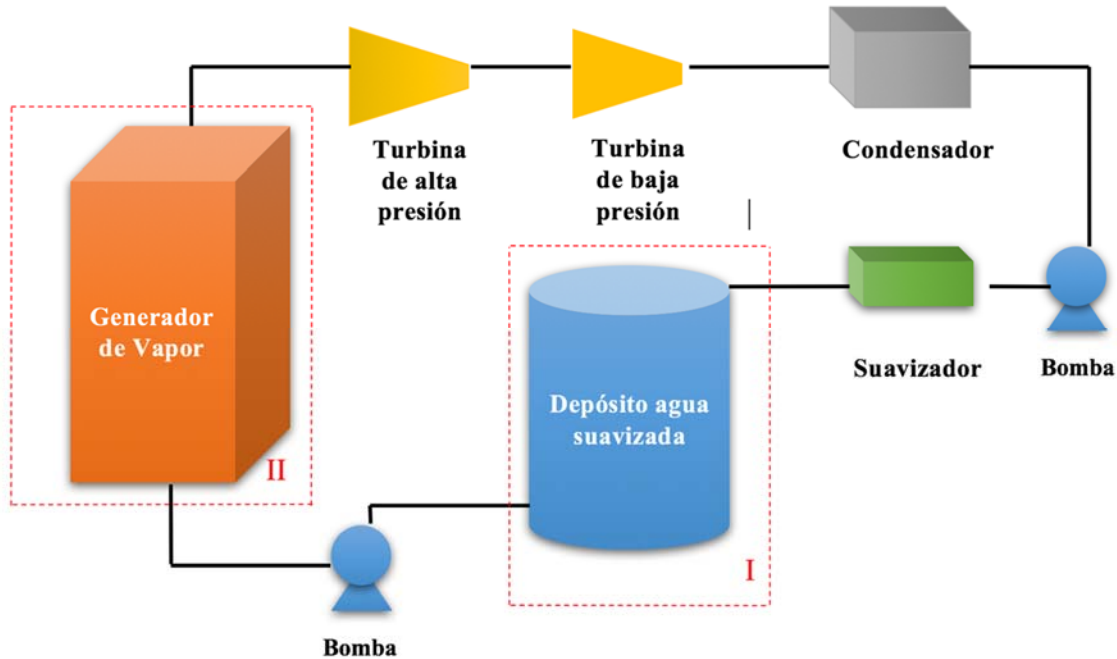
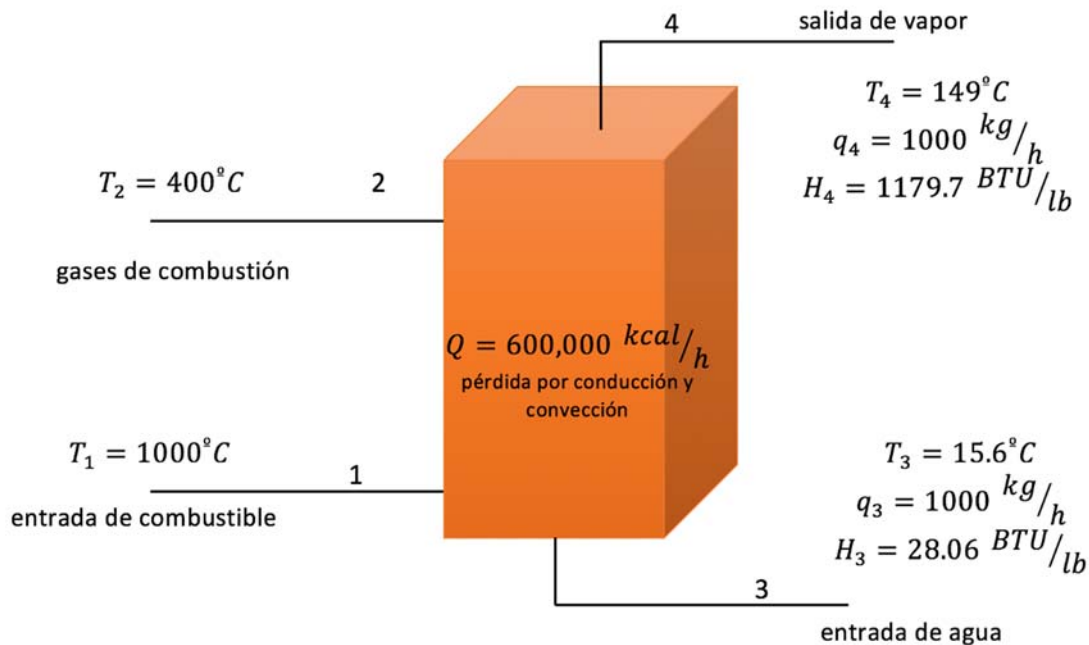


Figura 1. Sistema de generación de energía

El método indirecto para calcular el rendimiento de un generador de vapor se basa en razonar que el calor que introducimos con el combustible y que no haya escapado habrá sido captado por el agua. Este es el procedimiento que se utiliza en forma práctica y se considera que un rendimiento indirecto mayor al 70% es aceptable.

9. Actividades:

1. Realizar el balance general del sistema para determinar la expresión que calcula la masa de entrada del combustible y la masa de salida de gases de combustión. Considerar la ley de la conservación de la materia y la energía.



2. Determinar el calor específico promedio para el cálculo de las entalpías del combustible de entrada H_1 y del gas de salida H_2 .

Fracción de corriente de gases de combustión:

Componentes	Fracción molar
N_2	0.766
CO_2	0.04
H_2O	0.06
O_2	0.134

Tabla de Cp

(capacidad calorífica para sustancias) cal/g-mol°C

T °C	N_2	CO_2	H_2O	O_2
18	6.966	8.7	7.99	7
100	6.97	9.5	8.04	7.06
200	7	9.73	8.13	7.16
300	7.04	10.14	8.23	7.28
400	7.09	10.48	8.35	7.4
500	7.15	10.83	8.47	7.51
600	7.21	11.11	8.62	7.61
700	7.28	11.35	8.76	7.7
800	7.36	11.57	8.91	7.79
900	7.43	11.76	9.06	7.87
1000	7.5	11.94	9.2	7.94

FUENTE: HOUGEN & WATSON, CHEMICALPROCESS PRINCIPLES, VOL 1, 1974

3. Obtener las masas de entrada de combustible y la masa de salida de gases de combustión en kg/h.

$$H = \int_{T_b}^T \bar{c}_p dT$$

$$\bar{c}_p = \sum_n c_{p_i} X_i$$

$$\overline{PM} = \sum_{i=1} PM_i \cdot X_i$$

4. Expresar la ecuación que representa la reacción química de combustión utilizando el flujo de combustible (etano) usado en el generador de vapor. Considerar la composición del aire: $N_2 - 79\%$ y $O_2 - 21\%$
5. Evaluar la factibilidad de comprar o no del generador de vapor mediante el análisis de potencia y rendimiento del generador de vapor.

Dato: PCI del combustible = $2,388 \text{ kcal/kg}$

Rendimiento Indirecto RI determina la eficiencia de un generador de vapor relacionando la potencia generada del vapor versus la potencia suministrada por el combustible.

$$RI = \frac{P}{\text{consumo de combustible} \cdot PCI} \times 100$$

Propiedades del vapor saturado y del agua (tablas de vapor)

Unidades SI

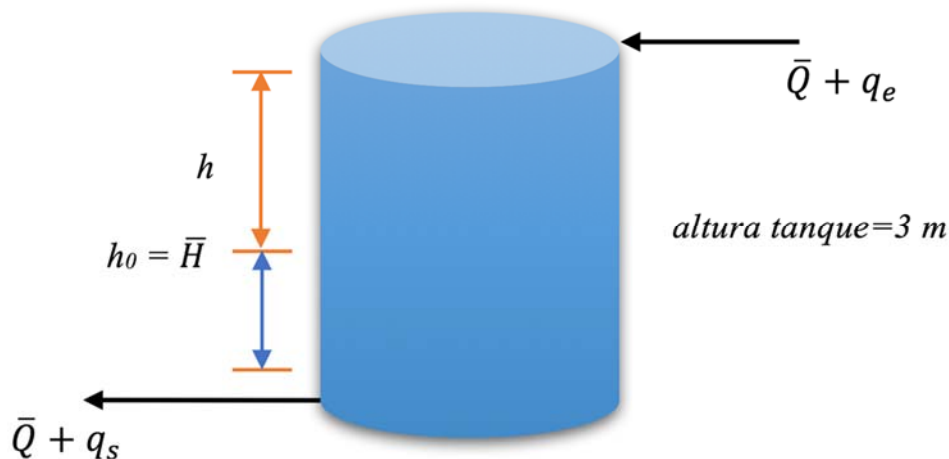
Temperatura (°C)	Presión de vapor (kPa)	Volumen específico (m ³ /kg)		Entalpía (kJ/kg)		Entropía (kJ/kg · K)	
		Líquido	Vapor saturado	Líquido	Vapor saturado	Líquido	Vapor saturado
0.01	0.6113	0.0010002	206.136	0.00	2501.4	0.0000	9.1562
3	0.7577	0.0010001	168.132	12.57	2506.9	0.0457	9.0773
6	0.9349	0.0010001	137.734	25.20	2512.4	0.0912	9.0003
9	1.1477	0.0010003	113.386	37.80	2517.9	0.1362	8.9253
12	1.4022	0.0010005	93.784	50.41	2523.4	0.1806	8.8524
15	1.7051	0.0010009	77.926	62.99	2528.9	0.2245	8.7814
18	2.0640	0.0010014	65.038	75.58	2534.4	0.2679	8.7123
21	2.487	0.0010020	54.514	88.14	2539.9	0.3109	8.6450
24	2.985	0.0010027	45.883	100.70	2545.4	0.3534	8.5794
25	3.169	0.0010029	43.360	140.89	2547.2	0.3674	8.5580
27	3.567	0.0010035	38.774	113.25	2550.8	0.3954	8.5156
30	4.246	0.0010043	32.894	125.79	2556.3	0.4369	8.4533
33	5.034	0.0010053	28.011	138.33	2561.7	0.4781	8.3927
36	5.947	0.0010063	23.940	150.86	2567.1	0.5188	8.3336
40	7.384	0.0010078	19.523	167.57	2574.3	0.5725	8.2570
45	9.593	0.0010099	15.258	188.45	2583.2	0.6387	8.1648
50	12.349	0.0010121	12.032	209.33	2592.1	0.7038	8.0763
55	15.758	0.0010146	9.568	230.23	2600.9	0.7679	7.9913
60	19.940	0.0010172	7.671	251.13	2609.6	0.8312	7.9096
65	25.03	0.0010199	6.197	272.06	2618.3	0.8935	7.8310
70	31.19	0.0010228	5.042	292.98	2626.8	0.9549	7.7553
75	38.58	0.0010259	4.131	313.93	2635.3	1.0155	7.6824
80	47.39	0.0010291	3.407	334.91	2643.7	1.0753	7.6122
85	57.83	0.0010325	2.828	355.90	2651.9	1.1343	7.5445
90	70.14	0.0010360	2.361	376.92	2660.1	1.1925	7.4791
95	84.55	0.0010397	1.9819	397.96	2668.1	1.2500	7.4159
100	101.35	0.0010435	1.6729	419.04	2676.1	1.3069	7.3549

Tempe- ratura (°C)	Presión de vapor (kPa)	Volumen específico (m ³ /kg)		Entalpía (kJ/kg)		Entropía (kJ/kg · K)	
		Líquido	Vapor saturado	Líquido	Vapor saturado	Líquido	Vapor saturado
105	120.82	0.0010475	1.4194	440.15	2683.8	1.3630	7.2958
110	143.27	0.0010516	1.2102	461.30	2691.5	1.4185	7.2387
115	169.06	0.0010559	1.0366	482.48	2699.0	1.4734	7.1833
120	198.53	0.0010603	0.8919	503.71	2706.3	1.5276	7.1296
125	232.1	0.0010649	0.7706	524.99	2713.5	1.5813	7.0775
130	270.1	0.0010697	0.6685	546.31	2720.5	1.6344	7.0269
135	313.0	0.0010746	0.5822	567.69	2727.3	1.6870	6.9777
140	316.3	0.0010797	0.5089	589.13	2733.9	1.7391	6.9299
145	415.4	0.0010850	0.4463	610.63	2740.3	1.7907	6.8833
150	475.8	0.0010905	0.3928	632.20	2746.5	1.8418	6.8379
155	543.1	0.0010961	0.3468	653.84	2752.4	1.8925	6.7935
160	617.8	0.0011020	0.3071	675.55	2758.1	1.9427	6.7502
165	700.5	0.0011080	0.2727	697.34	2763.5	1.9925	6.7078
170	791.7	0.0011143	0.2428	719.21	2768.7	2.0419	6.6663
175	892.0	0.0011207	0.2168	741.17	2773.6	2.0909	6.6256
180	1002.1	0.0011274	0.19405	763.22	2778.2	2.1396	6.5857
190	1254.4	0.0011414	0.15654	807.62	2786.4	2.2359	6.5079
200	1553.8	0.0011565	0.12736	852.45	2793.2	2.3309	6.4323
225	2548	0.0011992	0.07849	966.78	2803.3	2.5639	6.2503
250	3973	0.0012512	0.05013	1085.36	2801.5	2.7927	6.0730
275	5942	0.0013168	0.03279	1210.07	2785.0	3.0208	5.8938
300	8581	0.0010436	0.02167	1344.0	2749.0	3.2534	5.7045

Referencia: Resumido de J. H. Keenan, F. G. Keyes, P.G. Hill y J. G. Moore, *Steam Tables-Metric Units*. Nueva York: John Wiley & Sons, Inc. 1969. Reimpreso con autorización de los editores.

6. Obtener la ecuación diferencial que relacione la variación de altura del tanque h en función de un caudal de entrada q_1 y obtener la función $h(q_1)$.

Datos: $\bar{H} = 1m$, $\bar{Q} = 0.025 \text{ m}^3/s$, $A = \pi \text{ m}^2$, $R = \frac{2\bar{H}}{\bar{Q}}$



Donde:

q_e desviación pequeña de la velocidad de entrada de su valor en estado estable, m^3/s

q_s desviación pequeña de la velocidad de salida de su valor en estado estable, m^3/s

\bar{H} altura en estado estable, antes de que haya ocurrido un cambio, m

h desviación pequeña de la altura a partir de su estado estable, m

\bar{Q} es la velocidad de flujo en estado estable, antes de cualquier cambio, m^3/s

q velocidad de flujo, m^3/s

$A = C$ capacitancia, m^2 , $A = \frac{\text{cambio en el líquido almacenado, } m^3}{\text{cambio en la altura, } m}$

7. Sustituye para cada caso de entrada $q_1(t)$ proporcionado, y resuelve cada ecuación diferencial para obtener las relaciones de $h(t)$ con la entrada:

a) Caso I: $q_1(t) = 1$

b) Caso II: $q_1(t) = t$

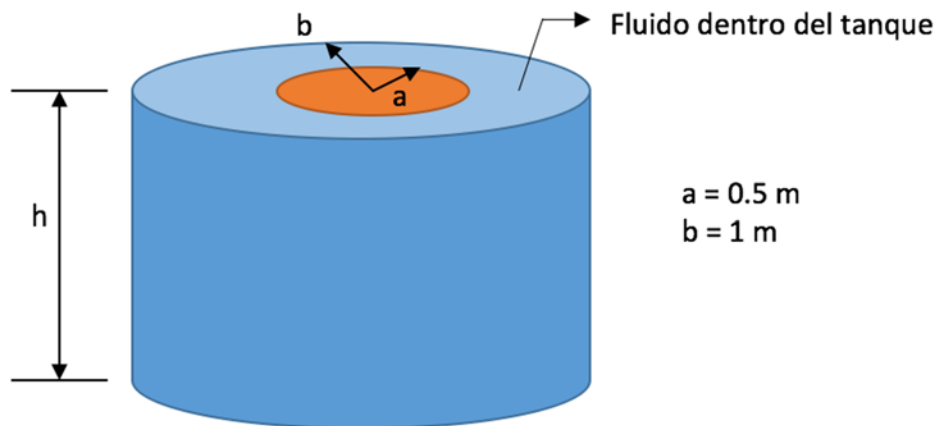
c) Caso III: $q_1(t) = e^{-k_1 t}$

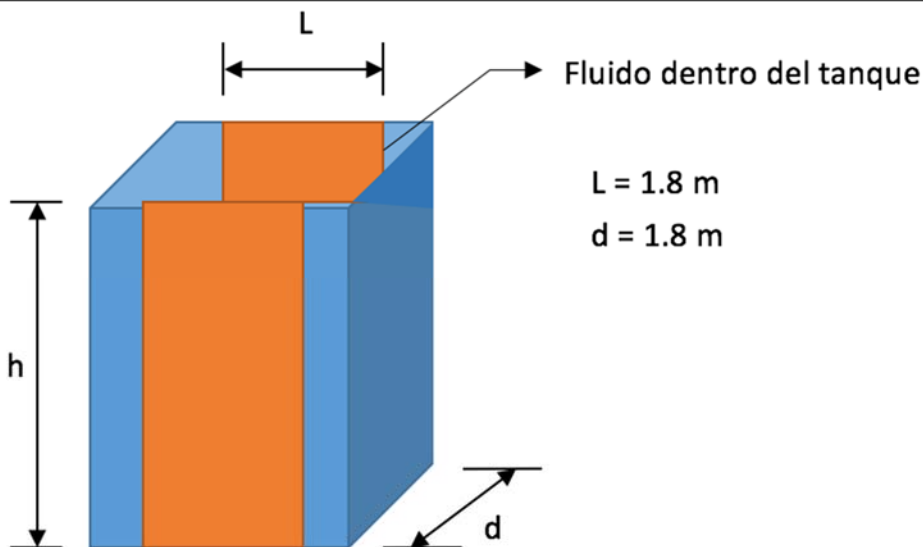
8. Elaborar los gráficos de la relación de la variación de altura $h(t)$ de la actividad 7 a partir de una tabulación en hoja de cálculo, para observar la variación de capacitancia en *faradios* considerando el tanque de almacenamiento de agua suavizada como un sistema de medición de altura:

a) Como un capacitor cilíndrico.

b) Como un capacitor de placas paralelas.

Datos: $k = \epsilon_r = \text{constante dieléctrica}$, $\epsilon_r = 80.5$ agua suavizada





9. Elaborar un gráfico de relación de la variación de altura $h(t)$ que permita verificar la capacitancia en *faradios* para el Caso II de la actividad 7 a partir de una tabulación en una hoja de cálculo, para:
- Una constante dieléctrica del alcohol etílico $\epsilon_r = 25$
 - Una constante dieléctrica del agua suavizada $\epsilon_r = 80.5$
 - Una constante dieléctrica de formamida (solvente) $\epsilon_r = 111$

Para el Caso II explicar cuál es la influencia del dieléctrico en el comportamiento de la variación de la capacitancia con base en los gráficos obtenidos.

10. Simulación:

Para realizar las actividades se propone el uso de una hoja de cálculo:

No. Actividad	Recomendación
8	De acuerdo a las soluciones de la actividad 9, considerar los intervalos de tiempo para elaborar los gráficos. En todos los casos recordar que $h_0 = \bar{H}$. Es importante recordar que el gasto de salida q_2 está acotado a una salida gravitatoria. Presentar los gráficos de una manera ordenada e identificar a qué caso pertenece.
9	Realizar un gráfico comparativo de los tres fluidos para observar las diferencias.

11. Implementación:

No aplica para este reactivo construir o implementar un prototipo para el reactivo.

12. Comentarios generales:

Los participantes deberán entregar las tablas realizadas en hoja de cálculo en archivos digitales, para que de esta manera el jurado tenga la capacidad de verificar los procedimientos revisando las fórmulas utilizadas, dado que podrían incluirse los resultados de forma manual, llevando a cabo los procedimientos únicamente en calculadora científica.