

1. Caso Técnico — Clase 3

Sistema: Hidráulico de recirculación, filtración y control de calidad de agua

Instalación: Centro Acuático Municipal

Asignatura: Laboratorio de Máquinas y Equipos Industriales (14362-0-L-1) — USACH

Versión: 1.0 — Mayo 2026

Destinatario: Estudiante (documento para entregar impreso)

1.1 Contexto

Han pasado tres semanas desde el incidente de la Clase 2. El Centro Acuático ha operado sin parada de mantenimiento. El sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) ha estado registrando datos de 6 sensores cada 10 minutos.

El operador titular Sr. Muñoz reporta en su bitácora: **“Todo normal, sistema estable, he mantenido el cloro al día.”**

La bomba de recirculación (15 HP, sobredimensionada para el sistema) entrega caudal constante.

El SCADA registró las siguientes 60 lecturas durante el turno de hoy.

Su trabajo: analizar los datos de monitoreo y evaluar si el sistema realmente está “normal.”

1.2 Dataset SCADA — 10 horas de operación (06:00–15:50)

#	Hora	pH	ORP (mV)	Temp (°C)	Caudal (L/min)	ΔP (kPa)	Turbidez (NTU)	Alarma
1	06:00	7.37	728	19.8	298	12.1	0.4	—
2	06:10	7.36	731	19.9	299	11.9	0.3	—
3	06:20	7.38	726	20.0	297	12.3	0.5	—
4	06:30	7.37	729	20.1	300	12.0	0.4	—
5	06:40	7.39	724	20.2	298	12.2	0.4	—
6	06:50	7.38	727	20.3	299	12.4	0.5	—
7	07:00	7.40	722	20.5	297	12.6	0.4	—
8	07:10	7.39	725	20.7	298	12.5	0.5	—
9	07:20	7.41	720	21.0	296	12.8	0.5	—

#	Hora	pH	ORP (mV)	Temp (°C)	Caudal (L/min)	ΔP (kPa)	Turbidez (NTU)	Alarma
10	07:30	7.40	723	21.2	297	12.7	0.4	—
11	07:40	7.42	718	21.5	296	13.0	0.5	—
12	07:50	7.41	721	21.8	295	13.1	0.5	—
13	08:00	7.43	715	22.0	295	13.4	0.6	—
14	08:10	7.44	712	22.3	294	13.6	0.6	—
15	08:20	7.45	709	22.5	293	14.0	0.6	—
16	08:30	7.46	706	22.8	292	14.3	0.7	—
17	08:40	7.48	702	23.0	291	14.7	0.7	—
18	08:50	7.49	698	23.3	290	15.1	0.7	—
19	09:00	7.51	694	23.5	289	15.5	0.8	—
20	09:10	7.52	690	23.8	288	16.0	0.8	—
21	09:20	7.54	685	24.0	286	16.5	0.9	—
22	09:30	7.56	680	24.3	284	17.1	0.9	—
23	09:40	7.58	674	24.5	282	17.8	1.0	—
24	09:50	7.60	668	24.8	280	18.5	1.1	—
25	10:00	7.62	662	25.0	278	19.2	1.2	—
26	10:10	7.64	655	25.3	275	20.0	1.3	—
27	10:20	7.66	648	25.5	273	20.8	1.4	⚠ ORP < 650
28	10:30	7.63	702	25.7	271	21.5	1.3	—
29	10:40	7.68	641	25.9	269	22.3	1.5	⚠ ORP < 650
30	10:50	7.70	635	26.2	266	23.1	1.6	⚠ ORP < 650
31	11:00	7.72	628	26.4	264	24.0	1.7	⚠ ORP < 650
32	11:10	7.74	621	26.7	261	24.9	1.8	⚠ ORP < 650

#	Hora	pH	ORP (mV)	Temp (°C)	Caudal (L/min)	ΔP (kPa)	Turbidez (NTU)	Alarma
33	11:20	7.76	614	26.9	258	25.8	2.0	⚠ ORP < 650
34	11:30	7.78	607	27.1	255	26.7	2.1	⚠ ORP < 650
35	11:40	7.80	600	27.3	252	27.5	8.4	—
36	11:50	7.82	593	27.5	249	28.4	2.4	⚠ ORP < 650
37	12:00	7.84	586	27.7	246	29.2	2.6	⚠ ORP < 650
38	12:10	7.86	579	27.9	243	29.9	2.8	⚠ ORP < 650
39	12:20	7.88	572	28.1	240	30.6	3.0	⚠ ΔP > 30
40	12:30	7.90	565	28.2	237	31.4	3.2	⚠ ΔP > 30
41	12:40	7.92	558	28.4	234	32.1	3.5	⚠ ΔP > 30
42	12:50	7.94	551	28.5	231	32.9	3.8	ALAR- MA
43	13:00	7.96	544	28.7	228	33.6	4.1	Crí- tico
44	13:10	7.98	537	28.8	225	34.4	4.5	Crí- tico
45	13:20	8.00	530	28.9	222	35.1	4.9	Crí- tico
46	13:30	8.02	523	29.0	219	35.9	5.3	Crí- tico
47	13:40	8.04	516	29.1	216	36.6	5.8	Crí- tico
48	13:50	8.06	509	29.2	213	37.4	6.3	Crí- tico

#	Hora	pH	ORP (mV)	Temp (°C)	Caudal (L/min)	ΔP (kPa)	Turbidez (NTU)	Alarma
49	14:00	8.08	502	29.3	210	38.1	6.9	Crítico
50	14:10	8.10	495	29.3	207	38.8	7.5	Crítico
51	14:20	8.12	488	29.4	204	39.5	8.1	Crítico
52	14:30	8.14	481	29.4	201	40.2	8.8	Crítico
53	14:40	8.16	474	29.5	198	40.9	9.5	EMER- GEN- CIA
54	14:50	8.18	467	29.5	195	41.6	10.2	Emer- gencia
55	15:00	8.20	460	29.5	192	42.3	11.0	Emer- gencia
56	15:10	8.22	453	29.5	189	43.0	11.9	Emer- gencia
57	15:20	8.24	446	29.6	186	43.7	12.8	SHUT- DOWN
58	15:30	8.26	439	29.6	183	44.3	13.7	Shut- down
59	15:40	8.28	432	29.6	180	45.0	14.7	Shut- down
60	15:50	8.30	425	29.6	177	45.7	15.8	Shut- down

Umbrales de alarma del SCADA:

Variable	Umbral	Tipo
ORP	< 650 mV	Advertencia
ΔP	> 30 kPa	Advertencia
ORP	< 450 mV	Emergencia (auto-shutdown)
Turbidez	> 5 NTU	Advertencia

1.3 Bitácora del operador Muñoz (último mes)

Fecha	Entrada
Hace 3 semanas	“Retrolavado de mantención. Sistema OK.”
Hace 2 semanas	“Todo normal. Cloro al día. Sin novedades.”
Hace 1 semana	“Normal. Ajusté dosificación levemente.”
Hoy (06:00)	“Turno sin novedad. Sistema estable.”

1.4 Consigna

Con los 60 datos disponibles, analice el estado del sistema de monitoreo.

1. Identifique las tendencias principales.
2. Distinga entre alarmas que requieren intervención y eventos transitorios.
3. Evalúe si la bitácora del operador es coherente con los datos.
4. Proponga su diagnóstico del estado real del sistema.

Usa la **Ficha Pre-AI** que te entrega el docente para estructurar tu respuesta.

Reglas de esta fase: - Trabaja solo con lápiz y papel. - No uses celular, computador, internet ni ninguna herramienta de IA. - Si puedes dibujar un gráfico a mano (variable vs. hora), hazlo. Un gráfico dice más que una tabla. - El tachado no se borra: forma parte de tu rastro de pensamiento.
