

ANEXOS

ANEXO 1

SECUENCIA DE LA PARTE EXPERIMENTAL EN LABORATORIO DE OPERACIONES UNITARIAS DE INGENIERIA QUIMICA



MEDICIONES DE LOS PARAMETROS FISICOS



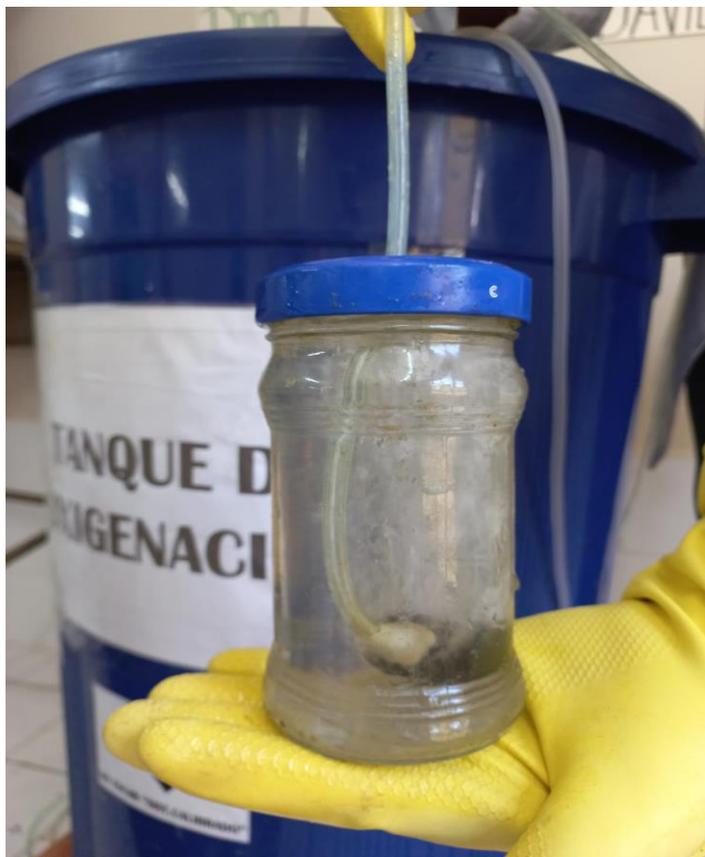


MUESTRAS PARA EL SISTEMA DE BIOFILTRO EXPERIMENTAL



COLOCADO DE 2 BOMBAS CON LAS PIEDRAS DIFUSORAS EN FRASCOS PARA MEJORAR LA DISTRIBUCION DE OXIGENO





TOMA DE MUESTRA PARA ANALISIS DE LABORATORIO





MUESTRAS RESULTANTES DEL BIOFILTRO

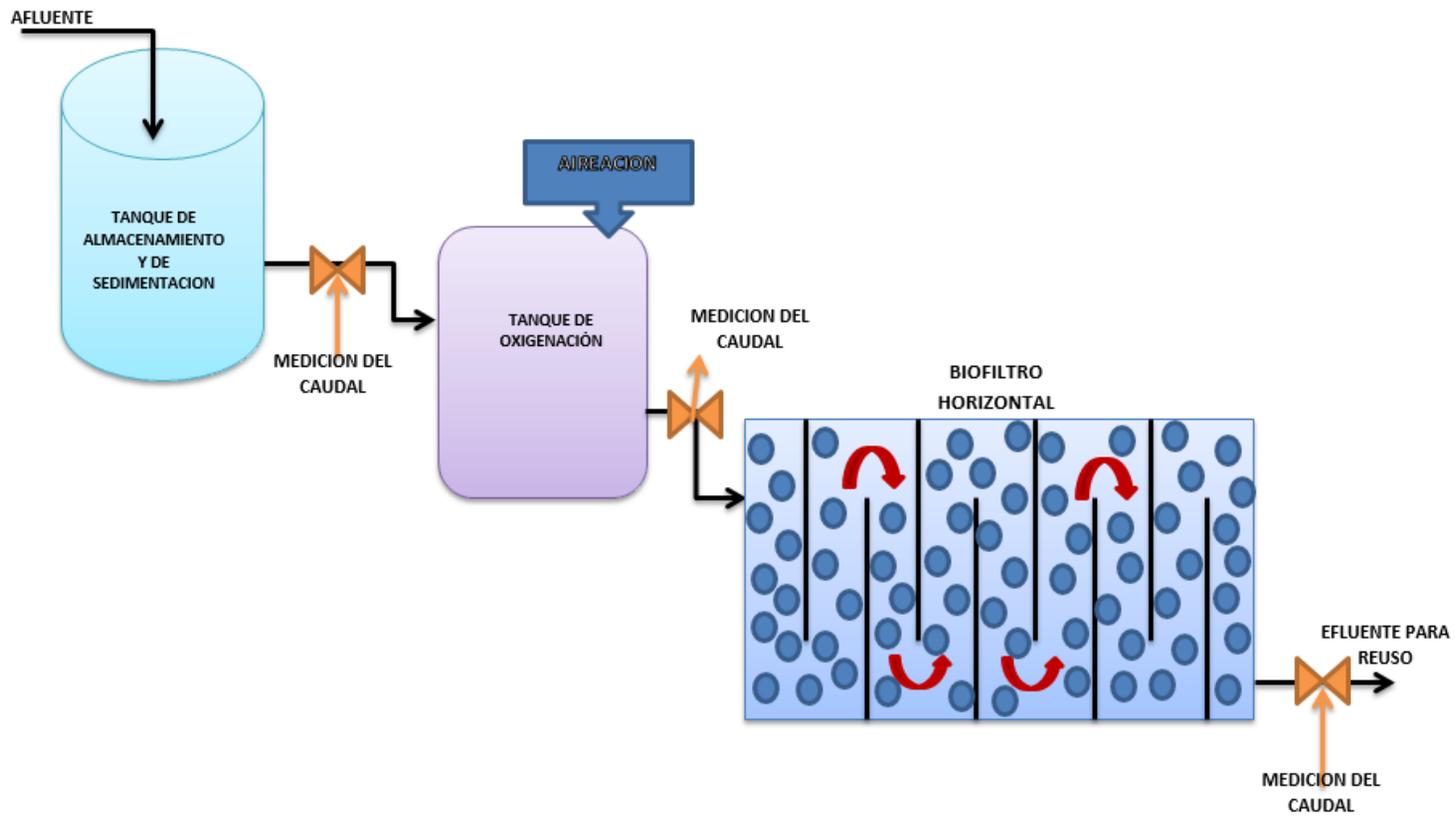


REGULACIÓN DEL CAUDAL PERIODICAMENTE



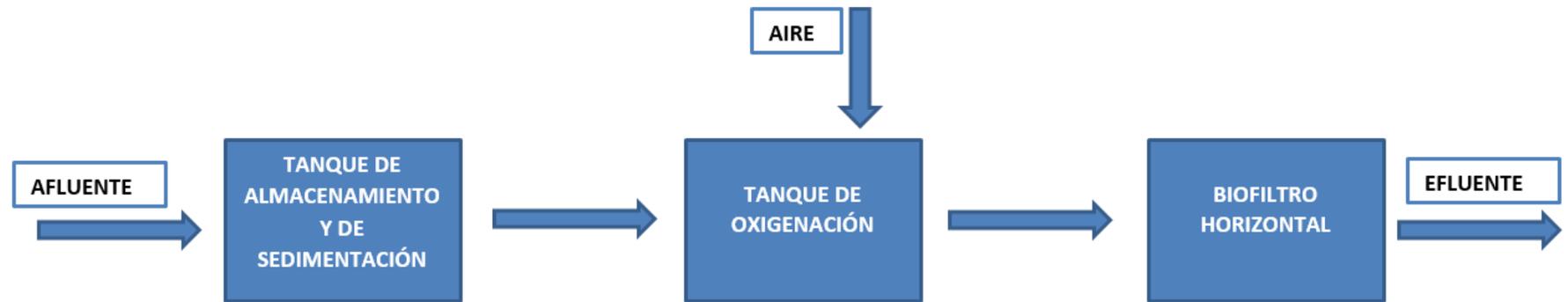
ANEXO 2

SISTEMA DEL BIOFILTRO EXPERIMENTAL



Fuente: Elaboración propia, 2022.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL BIOFILTRO EXPERIMENTAL



Fuente: Elaboración propia, 2022.

ANEXO 3

RESULTADOS DE LOS ANALISIS

RIMH Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Monitoreo Ambiental. <small>Laboratorio Acreditado (pH; Turb.)-Cert. Ensayo Aptitud IBMETRO-DTA-CI-2021-Cel. 72990143 Tarija/Bolivia</small>				
INFORME DE ENSAYO		C(21)	466	Análisis N° 10498
Fuente/Código Int.	G-45	Responsable del muestreo:		Cintia Dávila Aguirre
Ubicación:	Agua Residual Doméstica Unidad Educativa Yesera Norte Salida de Baños Tarija/Cercado/Tarija	Institución:		Bote PET; 3 l
Dep./Prov./Mun.		Recipiente y volúmen:		Bueno
RESULTADOS DE ANALISIS		Estado de la muestra:		17/12/2021; 10:00 am
		Fecha y hora de muestreo:		17/12/21
		Fecha de análisis:		
NUMERO	TIPO DE ANALISIS	UNIDADES	Valores Guías	RESULTADOS
Análisis Organolépticos				
1	Aspecto			Pardo oscuro
2	Olor			Fétido
Análisis Físicos				
1	Temperatura	°C		23,00
2	pH			7,20
3	Sólidos suspendidos totales	mg/l		63,81
4	Sólidos totales disueltos	mg/l		397,00
5	Sólidos totales	mg/l		527,23
6	Conductividad	µS/cm		779,00
7	Turbiedad	NTU		54,10
Análisis Químicos				
8	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l		39,95
9	Demanda Química de Oxígeno	mg/l		75,50
10	Accites y grasas	mg/l		No detectado
11	Fósforo total (como P)	mg/l		3,80
12	Amoniaco (como N)	mg/l		1,63
13	Nitratos (como N)	mg/l		3,59
14	Nitritos (como N)	mg/l		0,01
15	Nitrógeno total (como N)	mg/l		5,22
16	Compuestos fenólicos	mg/l		No determinado
17	Sulfuros (S ²⁻)	mg/l		No determinado
18	Cromo +3	mg/l		No determinado
19	Cromo +6	mg/l		No determinado
20	Antimonio	mg/l		No determinado
21	Hierro	mg/l		No determinado
22	Cobre	mg/l		No determinado
23	Arsénico	mg/l		No determinado
24	Estaño	mg/l		No determinado
25	Cadmio	mg/l		No determinado
26	Cianuro Libre	mg/l		No determinado
27	Mercurio	mg/l		No determinado
28	Plomo	mg/l		No determinado
29	Zinc	mg/l		No determinado
Análisis Bacteriológicos				
30	Coliformes Totales	NMP/100 ml		1,80E+06
31	Coliformes Fecales	NMP/100 ml		2,00E+05



LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LA MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE.

RIMH Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Monitoreo Ambiental.

Laboratorio Acreditado (pH, Turb.) - Cert. Ensayo Aptitud IBMETRO-DTA-CJ-2021 - Cel. 72990143 Tarija Bolivia

INFORME DE ENSAYO		C(22)	7	Análisis N°	10555
Fuente/Código Int.	G-1	Responsable del muestreo:		Cintia Dávila Aguirre	
Ubicación:	Agua Residual Doméstica Unidad Educativa Yeseña Norte Salida de Biofiltro Experimental Tarija/Cercado/Tarija	Institución		Bote PET, 3 l	
Dep./Prov./Mun.		Recipiente y volúmen:		Bueno	
RESULTADOS DE ANALISIS		Estado de la muestra		4/01/2022; 9:45 am	
		Fecha y hora de muestreo		4/01/22	
		Fecha de análisis			

NUMERO	TIPO DE ANALISIS	UNIDADES	Valores Guías	RESULTADOS
Análisis Organolépticos				
1	Aspecto			Cristalino
2	Olor			Fétido
Análisis Físicos				
1	Temperatura	°C		27,30
2	pH			6,33
3	Sólidos suspendidos totales	mg/l		2,35
4	Sólidos totales disueltos	mg/l		238,00
5	Sólidos totales	mg/l		527,23
6	Conductividad	µS/cm		467,00
7	Turbiedad	NTU		1,95
Análisis Químicos				
8	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l		36,63
9	Demanda Química de Oxígeno	mg/l		73,62
10	Aceites y grasas	mg/l		No detectado
11	Fósforo total (como P)	mg/l		3,52
12	Amoniaco (como N)	mg/l		1,59
13	Nitratos (como N)	mg/l		12,60
14	Nitritos (como N)	mg/l		1,68
15	Nitrógeno total (como N)	mg/l		15,87
16	Compuestos fenólicos	mg/l		No determinado
17	Sulfuros (S ²⁻)	mg/l		No determinado
18	Cromo +3	mg/l		No determinado
19	Cromo +6	mg/l		No determinado
20	Antimonio	mg/l		No determinado
21	Hierro	mg/l		No determinado
22	Cobre	mg/l		No determinado
23	Arsénico	mg/l		No determinado
24	Estaño	mg/l		No determinado
25	Cadmio	mg/l		No determinado
26	Cianuro Libre	mg/l		No determinado
27	Mercurio	mg/l		No determinado
28	Plomo	mg/l		No determinado
29	Zinc	mg/l		No determinado
Análisis Bacteriológicos				
30	Coliformes Totales	NMP/100 ml		1,05E+02
31	Coliformes Fecales	NMP/100 ml		1,50E+01

Ing. R. Iván Medina Hoyos Ph. D.
 INGENIERO QUÍMICO
 R. N. 1.6616
 SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LA MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE

RIMH Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Monitoreo Ambiental.
 Laboratorio Acreditado (pH, Turb.) - Cert. Ensayo Aptitud IBMETRO-DTA-CI-2021 - Cel. 72990143 Tarija/Bolivia

INFORME DE ENSAYO		C(22)	28	Análisis N°	10576
Fuente/Código Int.	G-8	Agua Residual Doméstica	Responsable del muestreo:	Cintia Dávila Aguirre	
Ubicación:	Unidad Educativa Yescera Norte	Salida de Biofiltro Experimental	Institución	Bote PET, 3 l	
Dep./Prov./Mun.	Tarija/Cercado/Tarija		Recipiente y volúmen:	Bueno	
			Estado de la muestra	12/01/2022; 10:00 am	
			Fecha y hora de muestreo	12/01/22	
			Fecha de análisis	12/01/22	

RESULTADOS DE ANALISIS					
NUMERO	TIPO DE ANALISIS	UNIDADES	Valores Guías	RESULTADOS	
Análisis Organolépticos					
1	Aspecto			Cristalino	
2	Olor			Fétido	
Análisis Físicos					
1	Temperatura	°C		23,70	
2	pH			6,35	
3	Sólidos suspendidos totales	mg/l		2,48	
4	Sólidos totales disueltos	mg/l		201,00	
5	Sólidos totales	mg/l		317,43	
6	Conductividad	µS/cm		395,00	
7	Turbiedad	NTU		2,06	
Análisis Químicos					
8	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l		11,76	
9	Demanda Química de Oxígeno	mg/l		23,00	
10	Aceites y grasas	mg/l		No detectado	
11	Fósforo total (como P)	mg/l		2,68	
12	Amoniaco (como N)	mg/l		0,58	
13	Nitratos (como N)	mg/l		27,09	
14	Nitritos (como N)	mg/l		6,36	
15	Nitrógeno total (como N)	mg/l		34,02	
16	Compuestos fenólicos	mg/l		No determinado	
17	Sulfuros (S ²⁻)	mg/l		No determinado	
18	Cromo +3	mg/l		No determinado	
19	Cromo +6	mg/l		No determinado	
20	Antimonio	mg/l		No determinado	
21	Hierro	mg/l		No determinado	
22	Cobre	mg/l		No determinado	
23	Arsénico	mg/l		No determinado	
24	Estaño	mg/l		No determinado	
25	Cadmio	mg/l		No determinado	
26	Cianuro Libre	mg/l		No determinado	
27	Mercurio	mg/l		No determinado	
28	Plomo	mg/l		No determinado	
29	Zinc	mg/l		No determinado	
Análisis Bacteriológicos					
30	Coliformes Totales	NMP/100 ml		1,10E+01	
31	Coliformes Fecales	NMP/100 ml		4,00E+00	

Ing. R. Vera Medina Hoyos Ph. D.
 INGENIERO QUÍMICO
 SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LA MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE

RIMH Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Monitoreo Ambiental.

Laboratorio Acreditado (pH, Turb.) - Cert. Ensayo Aptitud IBMETRO-DTA-CI-2021-Cel. 72990143 Tarija/Bolivia



INFORME DE ENSAYO C(22) 64 Análisis N° 10612

Fuente/Código Int.	G-14	Responsable del muestreo:	Cynthia Dávila Aguirre
Ubicación:	Agua Residual Doméstica	Institución	
Dep./Prov./Mun.	Unidad Educativa Yesera Norte	Recipiente y volúmen:	Bote PET; 3 l
	Salida de Biofiltro Experimental	Estado de la muestra	Buena
	Tarja/Cercado/Tarja	Fecha y hora de muestreo	4/02/2022; 11:00 am
		Fecha de análisis	4/02/22

NUMERO	TIPO DE ANALISIS	UNIDADES	Valores Guías	RESULTADOS
	Análisis Organolépticos			
1	Aspecto			Cristalino
2	Olor			Fétido
	Análisis Físicos			
1	Temperatura	°C		22,80
2	pH			7,00
3	Sólidos suspendidos totales	mg/l		3,18
4	Sólidos totales disueltos	mg/l		207,00
5	Sólidos totales	mg/l		527,23
6	Conductividad	µS/cm		403,00
7	Turbiedad	NTU		2,64
	Análisis Químicos			
8	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l		13,20
9	Demanda Química de Oxígeno	mg/l		27,69
10	Aceites y grasas	mg/l		No detectado
11	Fósforo total (como P)	mg/l		3,27
12	Amoniaco (como N)	mg/l		0,59
13	Nitratos (como N)	mg/l		9,66
14	Nitritos (como N)	mg/l		0,02
15	Nitrógeno total (como N)	mg/l		10,27
16	Compuestos fenólicos	mg/l		No determinado
17	Sulfuros (S ²⁻)	mg/l		No determinado
18	Cromo +3	mg/l		No determinado
19	Cromo +6	mg/l		No determinado
20	Antimonio	mg/l		No determinado
21	Hierro	mg/l		No determinado
22	Cobre	mg/l		No determinado
23	Arsénico	mg/l		No determinado
24	Estaño	mg/l		No determinado
25	Cadmio	mg/l		No determinado
26	Cianuro Libre	mg/l		No determinado
27	Mercurio	mg/l		No determinado
28	Plomo	mg/l		No determinado
29	Zinc	mg/l		No determinado
	Análisis Bacteriológicos			
30	Coliformes Totales	NMP/100 ml		9,80E+01
31	Coliformes Fecales	NMP/100 ml		1,00E+01



LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LA MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE

RIMH Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Monitoreo Ambiental.

Laboratorio Acreditado (pH, Turb.) - Cert. Ensayo Aptitud IBMETRO-DTA-CI-2021-Cel. 72990143 Tarija/Bolivia

INFORME DE ENSAYO C(22) 102 Análisis N° 10650

Fuente/Código Int.	G-16	Responsable del muestreo:	Cynthia Dávila Aguirre
Ubicación:	Agua Residual Doméstica	Institución:	
Dep./Prov./Mun.	Unidad Educativa Yescera Norte Salida de Biofiltro Experimental Tarija/Cercado/Tarija	Recipiente y volúmen:	Botc PET; 3 l
		Estado de la muestra:	Buena
		Fecha y hora de muestreo:	18/02/2022; 11:00 am
		Fecha de análisis:	18/02/22

RESULTADOS DE ANALISIS

NUMERO	TIPO DE ANALISIS	UNIDADES	Valores Guías	RESULTADOS
Análisis Organolepticos				
1	Aspecto			Cristalino
2	Olor			Fétido
Análisis Físicos				
1	Temperatura	°C		22,80
2	pH			6,38
3	Sólidos suspendidos totales	mg/l		2,54
4	Sólidos totales disueltos	mg/l		187,00
5	Sólidos totales	mg/l		525,26
6	Conductividad	µS/cm		367,00
7	Turbiedad	NTU		2,11
Análisis Químicos				
8	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l		12,14
9	Demanda Química de Oxígeno	mg/l		24,23
10	Aceites y grasas	mg/l		No detectado
11	Fósforo total (como P)	mg/l		3,11
12	Amoniaco (como N)	mg/l		0,58
13	Nitratos (como N)	mg/l		19,74
14	Nitritos (como N)	mg/l		0,02
15	Nitrógeno total (como N)	mg/l		20,34
16	Compuestos fenólicos	mg/l		No determinado
17	Sulfuros (S ²⁻)	mg/l		No determinado
18	Cromo +3	mg/l		No determinado
19	Cromo +6	mg/l		No determinado
20	Antimonio	mg/l		No determinado
21	Hierro	mg/l		No determinado
22	Cobre	mg/l		No determinado
23	Arsénico	mg/l		No determinado
24	Estaño	mg/l		No determinado
25	Cadmio	mg/l		No determinado
26	Cianuro Libre	mg/l		No determinado
27	Mercurio	mg/l		No determinado
28	Plomo	mg/l		No determinado
29	Zinc	mg/l		No determinado
Análisis Bacteriológicos				
30	Coliformes Totales	NMP/100 ml		1,00E+01
31	Coliformes Fecales	NMP/100 ml		2,00E+00


Ing. R. Iván Medina Hoyos Ph. D.
INGENIERO QUIMICO
 R N 1 68 3
 SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LA MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE

ANEXO 4

VALORES MAXIMOS ADMISIBLES DE PARAMETROS EN CUERPOS DE AGUA RECEPTORES

No.	Parámetros	Unidad	Cancer- genos	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"
1	2	3	4	5	6	7	8
1	pH		NO	6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0
2	Temperatura	°C		+/-3°C de C. receptor	+/-3°C de C. receptor	+/-3°C de C. receptor	+/-3°C de C. receptor
3	Sólidos disueltos totales	mg/l		1000	1000	1500	1500
4	Aceites y Grasas	mg/l	NO	Ausentes	Ausentes	0.3	1
5	DBO5	mg/l	NO	< 2	< 5	< 20	< 30
6	DQO	mg/l	NO	< 5	< 10	< 40	< 60
7	NMP Coliformes NMP	N/100ml	NO	< 50 y < 5 en 80% en muestras	< 1000 y < 200 en 80% en muestras	< 5000 y < 1000 en 80% en muestras	< 50000 y < 5000 en muestras
8	Parásitos	N/l		< 1	< 1	< 1	< 1
9	Color mg Pt/l	mg/l	NO	< 10	< 50	< 100	< 200
10	Oxígeno disuelto	mg/l	NO	> 80% sal.	> 70% sal.	> 60% sal.	> 50% sal.
11	Turbidez	UNT	NO	< 10	< 50	< 100 < 2000***	< 200 • 10000***
12	Sólidos sedimentables	mg/l - ml/l	NO	< 10 mg/l	< 30 mg/l - 0 ml/l	< 50 mg/l • < 1 ml/l	100 • < 1 ml/l
13	Aluminio	mg/l		0.2 c. Al	0.5 c. Al	1.0 c. Al	1.0 c. Al
14	Amoníaco	mg/l	NO	0.05 c. Sb	1.0 c. NH3	2 c. NH3	4 c. NH3
15	Antimonio	mg/l	NO	0.01 c. Sb	0.01 c. Sb	0.01 c. Sb	0.01 c. Sb
16	Arsénico total	mg/l	SI	0.05 c. As	0.05 c. As	0.05 c. As	0.1 c. As
17	Bario	ug/l	SI	2.0 c. Ba	8.0 c. Ba	10.0 c. Ba	10.0
18	Bario	mg/l	NO	1.0 0.05 c. Ba	1.0 c. Ba	2.0 c. Ba	5.0 c. Ba
19	Berilio	mg/l	SI	0.001 c. Be	0.001 c. Be	0.001 c. Be	0.001 c. Be
20	Boro	mg/l		1.0 c. B	1.0 c. B	1.0 c. B	1.0 c. B
21	Calcio	mg/l	NO	200	300	300	400
22	Cadmio	mg/l	NO	0.005	0.005	0.005	0.005
23	Cianuros	mg/l	NO	0.02	0.1	0.2	0.2
24	Cloruros	mg/l	NO	250 c. Cl	300 c. Cl	400 c. Cl	500 c. Cl
25	Cobre	mg/l	NO	0.05 c. Cu	1.0 c. Cu	1.0 c. Cu	1.0 c. Cu
26	Cobalto	mg/l		0.1 c. Co	0.2 c. Co	0.2 c. Co	0.2 c. Co
27	Cromo Hexavalente	mg/l	SI	0.05 c. Cr Total	0.05 c. Cr+5	0.05 c. Cr+5	0.05 c. Cr+5
28	Cromo Trivalente	mg/l	NO		0.6 c. Cr+3	0.6 c. Cr+3	1.1 c. Cr+3
29	1.2 Diclorostano	ug/l	SI	10.0	10.0	10.0	10.0
30	1.1 Diclorostano	ug/l	SI	0.3	0.3	0.3	0.3
31	Estaño	mg/l	NO	2.0 c. Sn	2.0 c. Sn	2.0 c. Sn	2.0 c. Sn
32	Fenoles	ug/l	NO	1 c. C6H5OH	1 c. C6H5OH	2 c. C6H5OH	10 c. C6H5OH
33	Hierro Soluble	mg/l	NO	0.3 c. Fe	0.3 c. Fe	1.0 c. Fe	1.0 c. Fe
34	Fluoruros	mg/l	NO	0.6 - 1.7 c. F	0.6 - 1.7 c. F	0.6 - 1.7 c. F	0.6 - 1.7 c. F
35	Fosfato Total	mg/l	NO	0.4 c. Orthofosf.	0.5 c. Orthofosf.	1.0 c. Orthofosf.	1.0 c. Orthofosf.
36	Magnesio	mg/l	NO	100 c. Mg	100 c. Mg	150 c. Mg	150 c. Mg
37	Manganeso	mg/l	NO	0.5 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn
38	Mercurio	mg/l	NO	0.001 Hg	0.001 Hg	0.001 Hg	0.001 Hg
39	Libio	mg/l		2.5 c. U	2.5 c. U	2.5 c. U	5 c. U
40	Niquel	mg/l	SI	0.05 c. Ni	0.05 c. Ni	0.5 c. Ni	0.5 c. Ni

ANEXO 5

CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA SEGÚN SU APTITUD DE USO

Orden		Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"
1	Para abastecimiento doméstico de agua potable después de: a) Sólo una desinfección y ningún tratamiento. b) Tratamiento solamente físico y desinfección. c) Tratamiento físico-químico completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección. d) Almacenamiento prolongado o presedimentación, seguidos de tratamiento, al igual que c).	SI No necesario No necesario No necesario	NO SI No necesario No necesario	NO NO SI No necesario	NO NO NO SI
2	Para recreación de contacto primario: natación, esquí, inmersión	SI	SI	SI	NO
3	Para protección de los recursos hidrobiológicos	SI	SI	SI	NO
4	Para riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada, que sean ingeridas crudas sin remoción de ella	SI	SI	NO	NO
5	Para abastecimiento industrial	SI	SI	SI	SI
6	Para la cría natural y/o intensiva (acuicultura) de especies destinadas a la alimentación humana.	SI	SI	SI	NO
7	Para abrevadero de animales	NO	SI	SI	NO
8	Para la navegación (***)	NO	SI	SI	SI

(SI) Es aplicable, puede tener todos los usos indicados en las clases correspondientes

(*) No en represas usadas para abastecimiento de agua potable

(**) No a navegación a motor

(***) No aplicable a acuíferos

ANEXO 6

COEFICIENTES DE INFILTRACIÓN EN TUBERÍAS- q_{inf} (L/s/m)

Fuente: Manual para Cálculo, Diseño y Proyecto de Redes de Alcantarillado,
Waldo Peñaranda. La Paz, Bolivia. 1993

Nivel freático	Tuberías de hormigón		Tuberías de material plástico	
	Tipo de unión			
	Hormigón	Anillo goma	Hormigón	Anillo goma
Bajo	0,0005	0,0002	0,00010	0,00005
Alto	0,0008	0,0002	0,00015	0,00005