



**ANEXO**

**DETERMINACIÓN COEFICIENTES DE CONSUMO AS**

**Y CAUDAL DE INFILTRACIÓN**

## INDICE

### INTRODUCCIÓN

1.	COEFICIENTES DE CONSUMO. ....	3
1.1.	Determinación Factor Máximo de Aguas Servidas (FMAS) .....	3
1.2.	Determinación Caudal de Infiltración. ....	6
1.3.	Variación coeficiente de recuperación de 0,9 Plan de Desarrollo 2020 a 0,8 Plan de Desarrollo 2025. ....	9

## INTRODUCCIÓN

Las determinaciones de los coeficientes fueron calculadas en base a los registros del afluente en la planta de tratamiento de aguas servidas. Lo anterior basado en el comportamiento de nuestros clientes, los cuales son 100% industriales.

### 1. COEFICIENTES DE CONSUMO.

#### 1.1. Determinación Factor Máximo de Aguas Servidas (FMAS)

Se determinó en cada periodo el Mes de máxima medición, y para dicho mes el día de máxima medición y para el día detectado la Hora de máxima medición.

El Factor Máximo de AS se determinó como:

$$FMAS = Q_{Max\ Hrs} / Q_{Medio\ Periodo}$$

Dónde:

- FMAS : Factor Máximo de AS
- $Q_{Medio\ Periodo}$  : Caudal medio de AS periodo ( $m^3/hrs$ ), corresponde a los  $m^3$  totales del periodo dividido por 365 (días) y dividido por 24 (horas) – PR023.
- $Q_{Max\ Hrs}$  : Caudal en ( $m^3/hrs$ ), correspondiente al máximo caudal horario medido en el día de mayor medición en el mes de mayor medición del periodo.

A continuación, se presentan los datos utilizados para la determinación del factor FMAS:

**Cuadro N° 1: Caudales diarios afluente Planta de Tratamiento de Aguas Servidas**  
**Año 2024 ( $m^3$ )**

Dia	Caudal Afluente ( $m^3$ )											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5.682	10.209	10.305	5.990	6.283	8.729	10.653	10.232	7.694	7.338	7.201	6.774
2	9.145	9.973	8.275	9.535	9.745	8.381	11.092	11.063	10.334	10.790	6.568	9.270
3	10.492	7.678	7.687	10.513	10.447	9.666	10.443	6.988	11.328	10.614	7.194	9.624
4	10.446	6.793	10.366	10.211	8.389	9.912	11.463	8.239	11.319	9.600	9.589	10.290
5	10.300	9.674	11.111	10.715	7.176	9.174	10.457	9.200	11.460	6.748	10.725	10.501
6	7.357	10.588	10.841	9.631	9.468	11.055	7.685	13.030	10.806	8.727	10.329	9.908
7	7.093	10.789	10.712	7.205	11.064	10.751	6.209	10.480	8.787	10.674	10.853	7.702
8	9.173	10.930	10.707	6.306	9.676	9.562	10.204	11.900	7.795	11.498	10.408	6.510
9	9.951	10.468	7.630	8.536	11.606	12.631	10.606	10.593	10.074	11.790	8.464	9.022
10	9.634	8.330	7.921	10.604	10.683	11.259	9.536	8.206	10.347	11.453	7.588	10.309
11	10.196	7.195	10.135	10.485	8.544	11.422	9.713	7.712	10.584	10.009	9.919	9.788
12	10.197	9.858	10.441	10.852	7.350	11.299	9.496	9.948	11.294	7.392	10.709	9.885
13	7.422	10.969	10.588	8.851	9.724	17.747	8.789	10.284	10.881	8.336	10.169	9.885
14	6.568	11.010	10.657	6.230	10.629	18.075	7.503	9.878	8.254	10.969	10.435	8.173
15	9.367	10.894	10.672	6.476	10.657	13.135	9.019	8.380	7.530	10.824	5.156	6.098
16	10.375	10.139	8.548	9.352	10.620	9.854	7.911	9.594	9.501	11.029	s/d	9.000
17	10.417	8.810	8.588	9.550	10.115	12.485	10.409	8.100	9.121	10.552	s/d	10.183
18	10.483	8.111	10.175	11.560	8.047	15.254	11.343	7.005	6.427	10.300	s/d	10.071
19	10.464	10.192	10.759	10.620	6.727	13.639	10.894	10.366	6.894	7.318	s/d	10.102
20	7.747	9.496	10.838	9.450	12.725	10.628	8.528	10.844	6.283	8.676	s/d	9.497
21	6.877	10.167	11.240	6.802	13.474	17.356	6.804	10.919	6.259	10.599	s/d	7.948
22	9.756	10.712	10.580	6.160	14.742	18.522	9.423	10.740	6.890	10.608	s/d	6.713
23	10.726	9.781	8.557	8.888	14.678	14.429	10.174	10.529	10.101	10.808	s/d	8.696
24	10.609	8.553	7.808	10.992	12.176	13.877	10.410	7.933	10.288	11.952	s/d	8.291
25	10.917	7.360	9.628	11.419	10.813	13.124	10.811	7.655	9.656	10.596	s/d	5.328
26	10.493	9.604	10.594	10.927	9.178	13.050	9.964	10.193	10.345	7.543	s/d	8.468



27	8.305	10.840	10.241	10.170	11.425	11.634	8.481	10.690	10.226	8.127	s/d	9.373
28	6.925	10.656	10.896	7.353	11.322	11.291	6.373	10.582	8.294	10.081	s/d	8.221
29	9.608	10.943	6.932	7.067	10.086	6.007	9.589	10.719	7.633	10.302	s/d	6.091
30	10.533		7.464	9.282	11.186	8.086	10.528	10.614	10.237	10.401	s/d	8.720
31	9.951		6.766		11.114	0	10.526	8.405		10.471		6.621
Max	10.917	11.010	11.240	11.560	14.742	18.522	11.463	13.030	11.460	11.952	10.853	10.501

### Caudales horarios afluente Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

**Cuadro N° 2**  
**22 de junio de 2024 (m³)**

Hora	m3
0	843
1	836
2	834
3	798
4	789
5	762
6	748
7	746
8	758
9	743
10	754
11	749
12	767
13	769
14	774
15	755
16	752
17	748
18	743
19	779
20	786
21	790
22	755
23	744
Total	18.522
QMax <sub>Hrs</sub>	843

Caudal afluente a planta de acuerdo con PR023, Variable VT (m3) mensual. Se tiene los siguientes datos.

**Cuadro N° 3**  
**Caudales Afluente Planta Año 2024, PR023**

Mes	m3
1	287.207
2	280.720
3	297.664
4	291.308
5	319.867
6	343.933
7	280.284
8	301.019
9	276.642
10	306.123
11	276.546
12	267.062
Total	3.550.029
QMedio <sub>Periodo</sub>	405



Del análisis de los datos del periodo 2019 se obtienen los siguientes valores:

$$Q_{\text{Medio Periodo}} = 405 \text{ m}^3/\text{hrs}$$

$$Q_{\text{Max Hrs}} = 843 \text{ m}^3/\text{hrs}$$

$$\text{FMAS} = 2,08$$

## 1.2. Determinación Caudal de Infiltración.

Para el cálculo de la infiltración se realizó el análisis de facturación de aguas que ingresa a la planta de aguas servidas correspondiente a año 2020 a 2024. De acuerdo con el análisis realizado el caudal de infiltración incluye el caudal de aguas lluvias, por lo que se consideró un valor nulo para esta variable.

Para la determinación de la infiltración se consideró el PR023, en cuanto a que en dicho protocolo se cuenta con la información del afluente que llega a la PTAS.

Los datos registrados se muestran a continuación.

**Cuadro N° 4**  
**Ingreso de Aguas Servidas a PTAS, PR023. (m3)**

Mes	Año				
	2020	2021	2022	2023	2024
1	259.122	224.530	266.535	256.498	287.207
2	222.258	203.779	251.147	239.087	280.720
3	248.288	250.114	290.169	275.896	297.664
4	285.196	255.695	279.910	261.879	291.308
5	221.353	251.130	277.771	281.176	319.867
6	230.409	246.506	262.947	275.350	343.933
7	234.258	264.739	278.704	281.621	280.284
8	207.835	266.604	204.397	304.786	301.019
9	212.746	249.978	245.461	291.019	276.642
10	236.296	266.535	255.896	267.877	306.123
11		259.127	252.131	274.347	276.546
12		278.437	262.348	273.771	267.062
Total	2.357.761	3.017.175	3.127.416	3.283.307	3.528.375

En base a la facturación de los años 2019 a 2024 se construyó un consumo facturado, desfazado, de manera de poder comparar lo ingresado mensualmente a la PTAS con la Facturación.

**Cuadro N° 5**  
**Facturación de Agua Potable SIFAC II, desfazada. (m3)**

Mes	Año				
	2020	2021	2022	2023	2024
1	251.275	227.911	234.510	231.165	197.854
2	214.028	288.631	237.029	231.805	241.314
3	276.775	218.399	249.044	250.236	274.939
4	237.923	226.054	236.348	223.467	227.267
5	256.224	232.930	234.968	246.292	236.159
6	202.771	195.183	223.956	216.579	256.177
7	179.316	203.480	205.849	203.784	190.059
8	142.580	178.855	250.807	195.605	183.999
9	153.258	201.674	186.130	186.086	198.998
10	171.307	196.397	187.541	176.588	204.763
11	182.513	224.063	209.749	172.831	198.436
12	228.530	215.124	205.656	208.327	222.862
Total	2.496.502	2.608.701	2.661.587	2.542.765	2.632.828

A esta facturación de agua potable, considerando el coeficiente de recuperación, se debe incorporar caudales que van directo a la PTAS, como son los caudales registrados de fuentes propias y el convenio de Riles que se mantiene con la Cervecera, y el cual es facturado en forma directa en el convenio.

**Cuadro N° 6**  
**Facturación de Aguas servidas clientes Fuentes Propias, desfazada. (m3)**

Mes	Año				
	2020	2021	2022	2023	2024
1	33.328	30.720	34.154	33.729	35.743
2	27.270	47.784	34.646	34.038	38.925
3	29.499	32.410	40.894	33.194	52.384
4	28.510	30.498	31.187	47.501	43.692
5	32.971	42.685	38.414	44.237	44.207
6	26.484	51.176	31.924	44.470	47.695
7	23.391	29.755	40.195	38.935	48.646
8	25.780	31.190	56.660	36.799	36.728
9	26.466	34.057	34.926	43.727	47.595
10	31.993	34.590	28.445	42.540	42.027
11	34.458	30.046	33.912	40.982	46.924
12	28.342	33.105	33.704	40.568	41.628
Total	348.491	428.015	439.060	480.719	526.193

**Cuadro N° 7**  
**Facturación de Aguas servidas Cervecera, desfazada. (m3)**

Mes	Año				
	2020	2021	2022	2023	2024
1	32.265	36.271	48.667	49.250	55.917
2	37.031	39.856	48.667	51.540	61.608
3	35.478	32.856	46.790	62.608	59.976
4	32.722	39.674	45.358	53.355	54.401
5	27.100	44.767	47.121	60.754	55.590
6	28.975	39.049	47.834	55.423	52.590
7	31.034	37.322	44.009	60.058	52.232
8	31.358	49.262	33.906	56.680	55.546
9	27.820	44.630	25.906	56.230	50.341
10	31.362	43.468	27.395	60.655	48.730
11	33.899	46.729	36.439	58.130	51.468
12	34.130	44.087	47.320	61.952	56.250
Total	383.174	497.971	499.412	686.635	654.649

Si consideramos un coeficiente de recuperación de 0,8, el caudal de aguas servidas proveniente de la facturación de agua potable se refleja en la siguiente tabla.

**Cuadro N° 8**  
**Facturación de Aguas de Potable x coeficiente de recuperación 0,8. (m3)**

Mes	Año				
	2020	2021	2022	2023	2024
1	201.020	182.328	187.608	184.932	158.283
2	171.222	230.905	189.623	185.444	193.052
3	221.420	174.720	199.235	200.189	219.951
4	190.339	180.843	189.079	178.774	181.813
5	204.979	186.344	187.975	197.033	188.927
6	162.217	156.146	179.165	173.263	204.942
7	143.453	162.784	164.679	163.027	152.048
8	114.064	143.084	200.645	156.484	147.199
9	122.607	161.339	148.904	148.869	159.199
10	137.046	157.117	150.033	141.271	163.810
11	146.010	179.251	167.799	138.265	158.749

Mes	Año				
	2020	2021	2022	2023	2024
12	182.824	172.099	164.524	166.661	178.290
Total	1.997.201	2.086.961	2.129.270	2.034.212	2.106.263

Si adicionamos los caudales de Fuentes Propias y de Cervecera, los que teóricamente llegan directo a la PTAS, se tendría un caudal mensualizado mostrado en la siguiente tabla.

**Cuadro N° 9**  
**Caudal Afluyente a PTAS, proveniente del consumo de agua potable, considerando el coeficiente de recuperación, las Fuentes Propias y caudal de la Cervecera.**

Mes	Año				
	2020	2021	2022	2023	2024
1	266.613	249.319	270.429	267.911	249.943
2	235.524	318.545	272.936	271.022	293.584
3	286.397	239.985	286.919	295.991	332.311
4	251.571	251.015	265.623	279.630	279.906
5	265.050	273.796	273.509	302.024	288.724
6	217.675	246.371	258.923	273.156	305.226
7	197.878	229.861	248.883	262.020	252.925
8	171.202	223.536	291.211	249.963	239.473
9	176.892	240.026	209.736	248.826	257.135
10	200.401	235.175	205.873	244.466	254.567
11		256.026	238.150	237.377	257.141
12		249.291	245.548	269.181	276.168
Total	2.269.203	3.012.947	3.067.742	3.201.566	3.287.104

Al realizar la diferencia de lo que realmente fue registrado en la PTAS y lo que teóricamente debió llegar se tiene la siguiente diferencia en m<sup>3</sup>, lo que nos permite determinar el caudal de infiltración.

**Cuadro N° 10**  
**Determinación de caudal de Infiltración. (l/s)**

Afluyente a PTAS	Año				
	2020	2021	2022	2023	2024
Teórico m <sup>3</sup>	2.269.203	3.012.947	3.067.742	3.201.566	3.287.104
PR013 m <sup>3</sup>	2.357.761	3.017.175	3.127.416	3.283.307	3.528.375
Diferencia m <sup>3</sup>	88.557	4.228	59.674	81.741	241.271
Infiltración l/s	2,8	0,1	1,9	2,6	7,7

$$Q \text{ Infiltración} = 7,7 \text{ l/s}$$



### 1.3. Variación coeficiente de recuperación de 0,9 Plan de Desarrollo 2020 a 0,8 Plan de Desarrollo 2025.

Para la determinación del caudal de infiltración, tal como se indica en el punto 1.2. del presente documento se procedió a determinar los caudales tanto domésticos, los que están sujetos al coeficiente de recuperación, es decir clientes que consumen AP y su consumo AS es definido por el consumo de AP. Junto a ellos también los consumos directos que son recolectados, es decir los clientes con consumo adicional de AS.

Con los datos indicados y ajustados, es decir se ajustaron los meses de facturación a los meses de realmente se realizó el consumo se compararon con los caudales llegados a la Planta de tratamiento de Aguas Servidas.

Lo anterior se puede observar en las tablas presentadas en el punto 1.2 de este documento.

Si realizamos el ajuste del Cuadro N° 8 considerando un coeficiente de recuperación de 0,9, de acuerdo con el Plan de Desarrollo del año 2020 se tiene los siguientes valores.

**Cuadro N° 11**  
**Facturación de Aguas de Potable x coeficiente de recuperación 0.9 (m3)**

Mes	Año				
	2020	2021	2022	2023	2024
1	226.148	205.119	211.059	208.048	178.069
2	192.625	259.768	213.326	208.625	217.183
3	249.098	196.560	224.140	225.212	247.445
4	214.131	203.449	212.713	201.120	204.540
5	230.602	209.637	211.471	221.662	212.543
6	182.494	175.664	201.560	194.921	230.559
7	161.385	183.132	185.264	183.406	171.053
8	128.322	160.969	225.726	176.045	165.599
9	137.932	181.507	167.517	167.478	179.099
10	154.177	176.757	168.787	158.929	184.287
11	164.261	201.657	188.774	155.548	178.593
12	205.677	193.612	185.090	187.494	200.576
Total	2.246.851	2.347.831	2.395.429	2.288.489	2.369.545

Actualizando el Cuadro N° 9, en cual se adicionan los caudales de Fuentes Propias y de Cervecera, los que teóricamente llegan directo a la PTAS, se tendría un caudal mensualizado mostrado en la siguiente tabla.

**Cuadro N° 12**  
**Caudal Afluyente a PTAS, proveniente del consumo de agua potable, considerando el coeficiente de recuperación de 0,9, las Fuentes Propias y caudal de la Cervecera.**

Mes	Año				
	2020	2021	2022	2023	2024
1	291.741	272.110	293.880	291.027	269.728
2	256.926	347.408	296.639	294.202	317.716
3	314.074	261.825	311.823	321.014	359.805
4	275.363	273.621	289.258	301.976	302.633
5	290.672	297.089	297.006	326.653	312.340
6	237.953	265.889	281.318	294.814	330.844
7	215.810	250.209	269.468	282.399	271.931
8	185.460	241.421	316.292	269.523	257.873

Mes	Año				
	2020	2021	2022	2023	2024
9	192.218	260.194	228.349	267.435	277.034
10	217.531	254.815	224.627	262.124	275.044
11		278.432	259.125	254.660	276.985
12		270.804	266.114	290.014	298.454
Total	2.477.749	3.273.817	3.333.900	3.455.843	3.550.387

Al realizar la diferencia de lo que realmente fue registrado en la PTAS y lo que teóricamente debió llegar se tiene la siguiente diferencia en m3, lo que nos permite determinar el caudal de infiltración considerando un coeficiente de recuperación de 0,9.

A continuación, se actualiza el Cuadro N° 10.

**Cuadro N° 13**  
**Determinación de caudal de Infiltración. (l/s)**

Afluente a PTAS	Año				
	2020	2021	2022	2023	2024
Teórico m3	2.477.749	3.273.817	3.333.900	3.455.843	3.550.387
PR013 m3	2.357.761	3.017.175	3.127.416	3.283.307	3.528.375
Diferencia m3	-119.989	-256.642	-206.485	-172.536	-22.012
Infiltración l/s	-3,8	-8,1	-6,5	-5,5	-0,7

Como se puede apreciar en el Cuadro N° 13, si utilizamos el coeficiente de recuperación de 0,9, la infiltración determinada daría valores negativos, lo que indicaría que a la planta llegaría menores caudales de los registrados.

Dado lo anterior se determinó modificar el coeficiente de recuperación utilizado en la elaboración del Plan de Desarrollo de 2020 de 0,9 a un valor de 0,8.