

Unidad Temática N° 8

CARACTERÍSTICAS DE LOS LIQUIDOS RESIDUALES**Introducción**

La caracterización de los líquidos residuales es una tarea muy importante, ya que a partir de los resultados de la misma, podemos diseñar los tratamientos necesarios para el efluente residual.

Cabe aclarar que también esta caracterización nos sirve también para verificar si los efluentes, se encuentran dentro de las normas de volcado, si estas existieran, tal como ocurre en la Provincia de Santa Fe.

La gran diversidad de tipos de efluentes que existen en la actualidad, los cuales van de los efluentes domiciliarios, hasta los industriales de todo tipo, pasando por los comerciales y de instituciones públicas.

Los efluentes contienen una gran variedad de componentes en función de la actividad que los genere, pero podemos indicar que debemos determinar para los mismos los siguientes parámetros:

- Sustancias orgánicas
- Sustancias inorgánicas
- Sólidos en suspensión
- Bacterias
- pH
- Temperatura
- Oxígeno disuelto
- DBO
- DQO

La distinta proporción y valores de los componentes citados da la caracterización de los efluentes.

Una vez conocidos estos valores y proporciones, podemos determinar en un efluente de origen desconocido, la posible fuente del mismo. Esto es muy útil, ya que nos permite identificar probables fuentes de contaminación de aguas receptoras.

Con respecto a este tema hay que tener en cuenta que los líquidos residuales son inestables en el transcurso del tiempo. Sus complejos componentes químicos tanto orgánicos como inorgánicos son afectados por el accionar de las bacterias en busca de alimento y se opera una descomposición en complejos mas simples, con abundante desprendimiento de gases.

El proceso de descomposición es favorecido por los medios alcalinos y por temperaturas templadas y es retardado por los medios ácidos y temperaturas bajas.

Cabe aclarar que la inestabilidad es directamente proporcional a la concentración de los efluentes ya que al aumentar la dilución por el agregado de agua, se disminuye la actividad bacteriana, pues le es mas difícil encontrar sustancias que la alimenten.

A continuación veremos las características de las aguas residuales domésticas y las de las distintas industrias.

Efluentes domiciliarios

Debido a que en las ciudades se aglutinan diversas actividades comerciales e industriales, además de las viviendas, como así también edificios públicos, tales como escuelas, hospitales, etc., la composición de los efluentes domiciliarios es muy variable y en general está constituida por:

- Aguas domiciliarias
- Aguas comerciales: restaurantes, garajes, supermercados, etc.
- Aguas industriales: siempre que no sean tóxicas o necesiten tratamiento previo al volcado
- Aguas de infiltración, percolado, lluvia

Hay que considerar que alrededor del 85 al 90 % del agua provista como consumo domiciliario, llega a las redes de desagües cloacales.

Si bien el volumen es variable y depende de las características de la región, hábitos y costumbres de la población, cultura, industrialización, clima y características de la urbanización entre otras.

Los constituyentes de los efluentes cloacales son sólidos, líquidos y gases.

En general los efluentes cloacales contienen una proporción inferior al 0,1 % o 1.000 p.p.m. de sólidos totales, correspondientes a las sales originalmente presentes en el agua, mas las sustancias orgánicas e inorgánicas derivadas del uso de ella y de los residuos comerciales e industriales.

Los gases tienen el mismo origen, pero se incrementan apreciablemente por la descomposición anaerobia de los efluentes domiciliarios.

La arena, el cascajo y otros componentes sólidos provienen del lavado de vegetales, calles, patios, etc. La mayor parte de estas sustancias son de origen inorgánico, pero incluyen además algunas sustancias orgánicas, tales como granos de café, semillas de frutas, etc.

La materia fácilmente degradable es de mayor interés, por cuando tiene una fuerte demanda de oxígeno, tales como el jabón, grasa, celulosa, proteínas, bacterias, etc.

Desde el punto de vista físico, los efluentes domiciliarios, tienen aproximadamente el 99,9 % de agua y el 0,1 % de sólidos totales como indicamos mas arriba. Los sólidos totales se clasifican en:

- **Sólidos suspendidos:** son aquellos que quedan retenidos en un papel de filtro.
- **Sólidos filtrables:** son aquellos que pasan a través del papel de filtro.

A su vez los sólidos suspendidos se clasifican en:

- Sólidos sedimentables
- Sólidos coloidales

Además los sólidos filtrables se clasifican en:

- Sólidos coloidales
- Sólidos disueltos

En la tabla 8-1 se aprecian las condiciones físicas principales de los efluentes domiciliarios.

Tabla 8-1 Condiciones físicas de los principales constituyentes de los efluentes domiciliarios						
Total sólidos, 800 ppm	Sólidos suspendidos, 300 ppm	Sólidos sedimentables (2 hs), 150 ppm	Orgánico, 100 ppm	Sólidos coloidales, mas o menos 200 ppm	Totales sólidos, 800 ppm	
		Sólidos coloidales, 150 ppm	Mineral, 50 ppm			
	Sólidos filtrables, 300 ppm	Sólidos coloidales, mas o menos, 50 ppm	Orgánico, 100 ppm			Sólidos coloidales, mas o menos 200 ppm
		Sólidos disueltos, 430 ppm	Mineral, 50 ppm			
			Orgánico, 40 ppm			
			Mineral, 10 ppm			
		Orgánico, 160 ppm				
		Mineral, 290 ppm				

Normalmente para conocer mejor las características de los efluentes domiciliarios se hacen análisis de laboratorio y se toman en el sitio parámetros tales como la temperatura, color y olor. En esos análisis se determinan los siguientes datos:

- **Temperatura:** si bien el líquido cloacal doméstico tiene una temperatura un poco mas elevada que el agua suministrada, encontrar líquidos con temperaturas muy elevadas nos indica que se está produciendo una descarga industrial o comercial. El líquido en tales condiciones produce el deterioro de la red cloacal y en caso de llegar sin modificación al sitio de disposición final, provocaría alteraciones en el medio ambiente.
- **Color y olor:** los efluentes domiciliarios tienen color gris cuando es fresco y al envejecer tomo un color negro brillante. Cualquier variante indica la presencia de residuos industriales y su color nos puede indicar de que producto se trata. El color interfiere con la transmisión de la luz, por lo que de volcarse a un curso de agua disminuirá la acción fotosintética. El olor de un efluente doméstico es indicativo de su vejez, pues cuando es fresco es ligeramente pútrido, pero cuando es viejo se septiza y produce hidrógeno sulfurado que le confiere un olor fuertemente pútrido.
- **pH:** en un efluente doméstico alcanza un valor aproximado de 7 u 8. Cuando es mas bajo indica la existencia de volcamientos ácidos y si es alto, estos son alcalinos y ambos provienen de comercios o industrias. En cualquier caso son perjudiciales para las cañerías, equipos de bombeo e impactan en los sitios de disposición final.
- **Alcalinidad:** normalmente los efluentes son alcalinos y esto favorece, dentro de ciertos límites, los procesos bacterianos.
- **Cloruros:** la cantidad de cloruros por habitante es constante y aproximadamente de 15 gr./día, por lo que son un indicio de la concentración del efluente. Cuando encontramos mayores concentración en el efluente, esto puede deberse a volcados no domiciliarios y si esta es mucho menos, es indicativo de infiltraciones provenientes de la capa freática.
- **Sulfuros totales:** pueden encontrarse disueltos, en estado coloidal o en suspensión, en un estado de equilibrio dinámico que dependerá del valor del pH. Un efluente doméstico fresco no lo contiene, apareciendo al envejecer y septizarse.
- **Oxígeno disuelto:** en un efluente cloacal fresco existe una pequeña cantidad de oxígeno disuelto, el que desaparece rápidamente cuando comienza a septizarse.
- **Residuos sólidos:** es el residuo total por evaporación, sólidos fijos y volátiles. Se mide la suma de las sustancias que existen en el líquido cloacal, en suspensión y en solución, estables a 100 °C. También incluye a los sólidos en suspensión, totales, fijos y volátiles, que son retenidos por un filtro de amianto.
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno:** se define como la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar por acción bacteriana aeróbica, la materia orgánica degradable en un lapso de 5 días, a la temperatura de 20 °C. El

ensayo de DBO, es el que mejor permite apreciar cual será la cantidad de oxígeno que probablemente consumirán las bacterias de un curso de agua al recibir la descarga contaminante.

Si bien los procesos de descomposición de los efluentes, los veremos en el capítulo correspondiente a el tratamiento de los efluentes, aunque vamos a extendernos en los componentes de los efluentes domiciliarios sin poner énfasis en sus procesos de descomposición y bioreducción.

Como ya hemos comentado, mediante ensayos de laboratorio podemos determinar los parámetros mas arriba mencionados.

Químicamente los efluentes contienen sustancias de origen vegetal, animal y mineral. Las dos primeras constituyen la materia orgánica, que corresponde aproximadamente al 50% de los sólidos. Son sustancias complejas las que se desdoblán y estabilizan en materia y/o compuestos mas simples y estables.

Biológicamente, los efluentes contienen un gran número de organismos, entre los cuales predominan las bacterias, la mayor parte de las cuales son beneficiosas e imprescindibles para la transformación y estabilización de la materia orgánica. Por otra parte, puede incluir organismos patógenos, lo que las hacen potencialmente peligrosas para la salud de la comunidad.

Los sólidos pueden encontrarse, en suspensión, estado coloidal o disueltos. Una suspensión es una mezcla en la cual las partes sólidas o semisólidas pueden ser separadas del líquido por medio de la sedimentación o filtración, en cambio no es posible, por medios físicos, separar de la solución los sólidos disueltos. Una solución coloidal puede ser definida como una muy fina subdivisión de materias suspendidas en un líquido. En la práctica, al referirse a los efluentes, no solo se incluyen las materias en estado coloidal, sino también aquellas sustancias en suspensión, que por su pequeño tamaño no sedimentan con relativa rapidez.

Se define por sólidos dispersos a aquellas que no pueden ser desplazadas por gravedad, y comprenden alrededor de 50% de sólidos solubles y 50% de sólidos insolubles. Los sólidos dispersos no solubles son a veces llamados fracción coloidal, de los cuales alrededor de 1/3 corresponde a coloides y 2/3 a tamaños mayores o pseudocoloidales. No mas de 10% de las materias orgánicas de agua residual domésticas es coloidal. Generalmente los pseudocoloidales son removidos por floculación mecánica, preaireación o por cambio de pH en un ambiente muy ácido o muy alcalino. Se cree que muchos de estos son jabones. Los verdaderos coloides están cargados con carga negativa, y pueden ser removidos, por floculación química o biológica. Los coloides de las aguas efluentes tienen su origen principalmente en precipitados de jabón, materias fecales, sustancias orgánica finamente dividida proveniente del suelo, desperdicios, aceite, grasas, arcillas y residuos industriales. La cantidad de coloides se incrementa con el tiempo junto con la descomposición progresiva del efluente. Durante el envejecimiento del efluente, los sólidos se van procesando y se forman ácidos orgánicos con aumento de los coloides originados por dispersión de algunos constituyentes, especialmente de materia carbonácea, lo que hace mas difícil separar los sólidos del medio líquido. Sin embargo cuando los coloides han sido destruidos por la acción bacteriana, la eliminación del agua se hace mas difícil. Los sólidos sedimentables corresponden a un porcentaje de los sólidos suspendidos. Están compuestos de materias orgánicas y mineral, y comprenden aquellos que sedimentan en un período determinado, generalmente en dos horas. Estos sólidos están constituidos por arena, cascajo, papel, trapo, cáscaras de frutas, materias fecales y otros detritos orgánicos, junto con cierta proporción de materias finas que han sido arrastradas, adheridas en forma mecánica. Estos sólidos producen depósitos en los cursos de aguas receptoras, reducen la profundidad de los canales y contribuyen en gran parte al incremento de materia degradable. En las plantas de tratamiento son retirados por rejillas, rejillas o estanques de sedimentación y por filtros.

De acuerdo con la tabla 8-1, alrededor del 67% de los sólidos suspendidos y el 40% de los sólidos filtrables corresponden a materia orgánica. Los grupos principales de materia orgánica presentes efluentes son las proteínas, carbohidratos, grasas y productos de su descomposición.

Las proteínas son los constituyentes principales del organismo animal. Se encuentran también en las plantas. Son complejas en su estructura química e inestables, sujetas a muchas formas de descomposición. Algunas son solubles en agua. Todas ellas tienen carbono, el cual es común para la sustancia orgánica, lo mismo que el hidrógeno y el oxígeno. Contienen además nitrógeno en una proporción mas o menos constante, alrededor de 16%, y en muchos casos azufre, fósforo y hierro. La urea y las proteínas son las principales fuentes de nitrógeno en los efluentes domiciliarios. La descomposición bacteriana de las proteínas puede dar origen a amoníaco, anhídrido carbónico, ácidos grasos, aminas e hidrocarburos.

Los carbohidratos o hidratos de carbono, incluyen el azúcar, almidón, celulosa y fibra de madera. Los carbohidratos comunes contienen 6 o un múltiplo de 6 átomos de carbono en la molécula e hidrógeno y oxígeno en la proporción en que estos elementos se encuentran en el agua. Algunos carbohidratos, tales como el azúcar, son muy solubles en el agua, en cambio, otros, como el almidón, son insolubles. Los azúcares son más fáciles de descomponerse. Las enzimas de ciertas bacterias y levaduras, producen la fermentación con producción de alcohol y anhídrido carbónico. Los almidones son muy estables y mas difícilmente atacados, aunque en ciertas circunstancias pueden ser convertidos en azúcares por fermentos microbianos o por ácidos minerales diluidos. Desde el punto de vista de la resistencia a la descomposición, la celulosa es el carbohidrato mas importante encontrados en los efluentes domésticos.

Las grasas son compuestos de alcohol glicérico, comúnmente llamado glicerina, con los ácidos grasos tales como el oleico, palmítico y esteárico, dando origen a glicéricos designados como oleína, palmitina y estearina. Estos se encuentran en las grasas animales, siendo el primero líquido y los dos últimos sólidos. Las grasas se hallan comúnmente en las carnes, en el área germinal de los cereales y semillas, en ciertas frutas y nueces. Contienen carbono, oxígeno e hidrógeno en determinadas proporciones, siendo la estructura molecular relativamente simple. La grasa es uno de los compuestos orgánicos mas estables, y por lo tanto mas difícil su descomposición bacteriana. Los ácidos minerales la atacan, resultando glicerina y ácidos grasos. En presencia de álcalis, tal como hidróxido de sodio, se libera glicerina y se forman sales alcalinas de ácidos grasos que constituyen el jabón y, como las grasas, son de carácter estable. Los jabones son elaborados por saponificación de grasas, con hidróxido de sodio. Son solubles en agua, pero en presencia de aguas duras, las sales de sodio son reemplazados por sales de

calcio y manganeso de los ácidos grasos respectivos, lo que constituye el jabón mineral, insoluble y que precipita. Las grasas generalmente se refieren a materias solubles en éter. Hay otras sustancias también solubles en éter, las cuales comprenden a los aceites minerales, talos como keroseno o aquellos empleados como lubricantes y para pavimento de caminos, que son productos derivados del petróleo o breas, los cuales contienen esencialmente carbono e hidrógeno y que muchas veces alcanzan las aguas efluentes domiciliarios en cantidades importantes.

Las materias minerales de los efluentes domésticos son de menor importancia que las materias orgánicas. Las propiedades fertilizantes de los efluentes domésticos se deben a las sustancias inorgánicas, tales como el nitrógeno, potasio y fosfatos, aunque estos se encuentren combinados con otros elementos en sustancias orgánicas en mayor o menor concentración. Las materias pétreas, tales como grasa, arena y otras sustancias, producen dificultades en la operación o mantenimiento de la planta, o terminan depositándose en los cursos de agua en donde se descargan los efluentes.

Los efluentes domésticos no solo tienen en solución los gases comunes de la atmósfera, sino también pequeñas cantidades de otros gases, producto de la descomposición de los componentes, tales como metano, derivado de los procesos anaeróbicos, nitrógeno, producido en forma gaseosa por la materia orgánica nitrogenada, anhídrido carbónico, generado en el desdoblamiento de las materias carbonáceas, ácido sulfhídrico, producido por la desintegración de materia orgánica que contiene azufre, o por la reducción de sulfatos o sulfitos minerales, el cual en un gas incoloro, pero de los más importantes desde el punto de vista de la producción de olores. No se forma en presencia de fuertes concentraciones de oxígeno. El color negrusco de los efluentes envejecidos, se debe comúnmente a la formación de ácido sulfhídrico, que se combina con el hierro para formar sulfuro ferroso.

Efluentes no domiciliarios

Incluimos aquí todos los efluentes no domiciliarios, es decir todos aquellos efluentes comprendidos, los industriales, los comerciales, los institucionales, etc.

Es fácil notar que dichos efluentes también pueden tener parte de efluentes calificados como domiciliarios y provienen de los servicios sanitarios del personal que trabaja en esos lugares.

Así también es comprensible que tendremos tantas clases de efluentes como tipos de industrias, comercio o instituciones que existan.

Por supuesto que es prácticamente imposible hacer una clasificación de todos los efluentes por lo que se los agrupa por los contenidos de los mismos que se determinan mediante los respectivos análisis.

Cabe recordar que una clasificación posible es agruparlos por tipos de industrias, actividad comercial o institucional. Por ejemplo industria frigorífica, metalúrgica, centros comerciales, etc. Si bien esta clasificación es más fácil de realizar, no contempla los distintos rubros que pueden estar incluidos por ejemplo, un centro comercial puede o no tener servicio de expendio de comidas, lo cual cambia la composición de los efluentes. Una industria metalúrgica puede o no realizar tratamiento superficial de metales, en los cuales se utilizan componentes muy contaminantes, lo cual cambia drásticamente el contenido del efluente. Estas consideraciones nos llevan entonces a tener que realizar el análisis de los efluentes a los fines de determinar lo más certeramente posible el contenido de los mismos.

Conocer los componentes y cantidades de los mismos en el efluente tienen por objeto compararlos con los parámetros de volcado ya sea en las redes cloacales, aguas de superficie, pozos absorbentes o plantas de tratamiento.

Podemos inferir que el mejor conocimiento de los componentes del efluente nos permitirá diseñar con eficiencia la planta de tratamiento y sus procesos y procedimientos, que estudiaremos más adelante.

Características del muestreo para los análisis de efluentes

Hemos insistido en la necesidad de realizar los análisis del efluente a los fines de obtener su composición y esto nos lleva a tratar los principios básicos de la toma de muestras o muestreo de los efluentes, para poder realizar la determinación con la necesaria rigurosidad.

Los aspectos a destacar en el muestreo son:

- Lugares de muestreo
- Duración del muestreo
- Tipo de muestras
- Preservación de las muestras
- Volumen de las muestras

Lugares de muestreo

Es de gran importancia la elección del lugar o lugares de extracción de las muestras de manera tal que las mismas sean representativas del efluente que deseamos estudiar.

En general debemos seleccionar un punto en donde se produzca la menor separación posible de los sólidos en suspensión que contenga el efluente. Para ello suelen elegirse puntos debajo de vertederos, aforadores de caudal, etc. Si ellos no existieran, se buscará el punto en donde se produzca la menor sedimentación posible, generalmente a la salida más cercana al generador del efluente.

Duración del muestreo

Para determinar la duración de la extracción de muestras debemos tener en cuenta la complejidad del proceso industrial o comercial.

Cuando las variaciones de caudal, concentración o composición del mismo, sean muy altas, para poder tener resultados confiables, es necesario extender la extracción de muestras a por lo menos 2 semanas, mientras que en otros casos puede ser suficiente una semana.

Se deberá considerar también la existencia de procesos o cambios de procesos estacionales, por lo que la duración de la extracción de muestras puede ser aún mas extensa a los fines de incorporar dichos procesos.

Tipo de muestras

Hay que tener en cuenta que las muestras siempre representan la composición del efluente en el momento que se toman. Si se desea realizar un control mas preciso se deberá establecer un plan de monitoreo extendido en el tiempo.

En general las muestras son de tres tipos a saber:

- **Puntuales:** La representatividad de una muestra puntual es de valor muy limitado, pero puede ser usada en el seguimiento de las características rápidamente cambiantes del efluente. Las series de muestras puntuales son útiles para apreciar las variaciones de parámetros tales como pH, gases disueltos, etc. Las muestras puntuales analizadas in situ son esenciales para las determinaciones de oxígeno disuelto, temperatura, demanda de cloro y cloro residual. Asimismo, las concentraciones debidas a descargas intermitentes de tanques o piletas, pueden determinarse usando muestras puntuales.
- **Compuestos:** Estas muestras indican las condiciones medias y dan resultados que son útiles para estimar las cantidades de materiales descargados a lo largo de un periodo prolongado, como por ejemplo 24 horas o por turnos de trabajo. Si el caudal del efluente es constante, la muestra compuesta está formada por un número adecuado de porciones uniformes recogidas frecuentemente a intervalos regulares. En cambio si el caudal varía, como ocurre en general, en los efluentes industriales, es aconsejable tomar una muestra compuesta compensada.
- **Compuesta compensada:** Esta muestra es similar a la anterior, pero en este caso el volumen de la muestra será proporcional al caudal del efluente que circula en el momento de la extracción. Si las muestras son extraídas y compensadas en forma manual, es necesario determinar en forma instantánea, el caudal para el momento de la extracción de la muestra. En la tabla 8-2 (De volúmenes para muestra compuesta), se indica el volumen de la muestra en función del caudal del efluente. Si el caudal varía rápidamente las muestras deberán ser tomadas mas frecuentemente. Cuando mas corto sea el intervalo de muestreo, mas representativa será la muestra. En general los intervalos varían entre 10 y 30 minutos, siendo el tiempo de 15 minutos un buen intervalo.

Preservación de las muestras

De igual importancia que la extracción de muestras, es la conservación de las mismas desde el momento que son tomadas hasta el momento de su análisis.

Esto se funda en el carácter heterogéneo de los efluentes industriales y comerciales que los transforman en relativamente inestables cambiando rápidamente su composición en función de las sustancias que contienen, su concentración y reacciones químicas posible entre ellas.

La velocidad de los cambios se ve afectada por la temperatura, pH, concentración y la acción bacteriana. De la misma manera, sustancia fácilmente oxidables o reducibles, temperatura y color son susceptibles de cambiar muy rápidamente por lo que la determinación de tales elementos deben practicarse in situ, porque son casi inevitables los cambios de la muestra para cuando llega al laboratorio.

La actividad bacteriana puede ser responsable de alteraciones en el balance de nitratos, nitritos y amoníaco, de cambio en el contenido de fenoles, de variaciones en la DBO y de la reducción de sulfatos o sulfuros.

Los sólidos en suspensión tienden a coagularse y separarse afectando el tenor de los sólidos suspendidos.

Los problemas de conservación de las muestras son complicados por el hecho de que el tratamiento para fijar un componente puede liberar o modificar el contenido de otro.

Esto significa la extracción de muestras múltiples en cada estación de muestreo para ser estabilizadas por diferentes métodos.

Si la naturaleza del efluente es tal que pudiera descomponerse rápidamente, la muestra deberá ser mantenida a baja temperatura para inhibir la acción bacteriana y evitar en lo posible el cambio de sus características. El control de temperatura de aproximadamente 4 °C retarda la acción bacteriana y suprime la volatilización de los gases disueltos, los cuales afectan las características físico-químicas de las muestras. La refrigeración es particularmente importante para la determinación de la DBO, donde no pueden realizarse pretratamientos químicos.

En la tabla 8-2 se indican los requerimientos del agente conservador, el tipo de envase recomendado, teniendo en cuenta el parámetro a determinar. Asimismo se indica el tiempo de validez de las muestras con el preservador indicado.

Tabla 8-2 Preservación y plazo máximo de análisis según el parámetro a determinar				
Parámetro	Envase	Preservativo	Volumen mínimo necesario (ml)	Plazo máximo de análisis
Acidez	P ó V (B)	4 °C	100	14 días
Alcalinidad	P ó V	4 °C	200	14 días
Amonio	P ó V	SO ₂ H ₂ - pH 2 - 4 °C	1000	28 días
Arsénico	P	NO ₃ H - pH 2	100	6 meses
Boro	P (A) ó V (A)	No requiere	100	6 meses
Calcio	P (A) ó V (A)	NO ₃ H - pH 2	250	6 meses
Cianuro	P ó V	NaOH - pH 12 - 4 °C	1000	14 días
Cloro residual	V	No exponer a luz solar - 4 °C	500	2 hs
Clorofila	P ó V	Oscuridad congelador	500	30 días
Cloruro	P ó V	No requiere	100	28 días
Coliformes	P (E) ó V (E)	4 °C	100	6 hs
Color	P ó V	4 °C	500	2 días
Conductividad	P ó V	4 °C	250	28 días
Cromo (VI)	P (A) ó V (A)	4 °C	300	2 días
Cromo total	P (A) ó V (A)	4 °C	300	6 meses
DBO	P ó V	4 °C	1000	2 días
DQO	P ó V	SO ₂ H ₂ - pH 2 - 4 °C	200	28 días
Detergentes	P (A) ó V (A)	4 °C	1000	2 días
Dureza	P ó V	NO ₃ H - pH 2	100	6 meses
Fenoles	V	PO ₄ H ₂ - pH 2 - 4 °C	1000	28 días
Flúor	P	No requiere	500	28 días
Fósforo hidrolizable	V	SO ₄ H ₂ - pH 1,5 - 4 °C	200	7 días
Fósforo total	V	SO ₄ H ₂ - pH 1,5 - 4 °C	200	7 días
Grasas y aceites	V	ClH - pH 2 - 4 °C	1000	28 días
Hierro	P (A) ó V (A)	NO ₃ H - pH 2	250	6 meses
Magnesio	P (A) ó V (A)	NO ₃ H - pH 2	250	6 meses
Hidrocarburos	V (C)	ClH - pH 2 - 4 °C	1000	6 meses
Manganeso	P (A) ó V (A)	NO ₃ H - pH 2	500	6 meses
Nitrato	P ó V	SO ₄ H ₂ - pH 2 - 4 °C	200	2 días
Nitrito	P ó V	4 °C	250	2 días
Nitrógeno	P ó V	SO ₄ H ₂ - pH 2 - 4 °C	800	28 días
Ortofosfato soluble	V (A)	Refrigerar a 4 °C	200	2 días
Oxígeno disuelto	P ó V		300	Inmediato
pH	P ó V	4 °C	100	2 hs.
Potasio	P	NO ₃ H - pH 2	100	6 meses
Residuos	P ó V	4 °C	1000	7 días
Sílice	P	4 °C	200	28 días
Sodio	P (A) ó V (A)	NO ₃ H - pH 2	100	6 meses
Sulfato	P ó V	4 °C	500	28 días
Sulfuro	P ó V	(AcO) ₂ Zn - 4 °C	250	28 días
Turbidez	P ó V	4 °C	100	7 días

P = Plástico (polietileno o similar)
 P (E) = Plástico esterilizado
 P (A) = Plástico enjuagado con ácido
 P (S) = Plástico enjuagado con solventes orgánicos
 V = Vidrio
 V (E) = Vidrio esterilizado
 V (A) = Vidrio enjuagado con ácido
 V (S) = Vidrio enjuagado con solventes orgánicos
 V (C) = Vidrio color caramelo
 V (B) = Vidrio borosilicato

Por su parte, la tabla 8-3 presenta algunos criterios para agrupar parámetros a medir de acuerdo con el tipo de envase y método de preservación a emplear.

Tabla 8-3 Agrupamiento de parámetros por envase y preservativo			
Envase	Preservativo	Parámetro	Volumen necesario
P	4 °C	Acidez Alcalinidad Color Conductividad DBO Detergentes Dureza (Ca-Mg) Nitrito Fósforo total pH Residuos Sílice Sulfato	2 - 3 L

V	SO ₄ H ₂ - pH 2 – 4 °C	Turbidez Amonio Carbono orgánico total DQO Fenoles Fósforo hidrolizable Grasas y aceites Nitrato	3 L
P (A) ó V (A)	NO ₃ H – pH 2	Metales en general	Variable, dependiendo del número de parámetro a analizar, aproximadamente 100 ml, por cada metal

Nunca se debe intentar utilizar una misma muestra para exámenes químicos, bacteriológicos y/o microscópicos, puesto que difieren los métodos de recolección, preservación y manejo. Por ejemplo, si se utiliza el método químico para la determinación del oxígeno disuelto (OD), las muestras se toman en frascos de boca angosta, de tapón esmerilado, de 250 a 300 ml de capacidad. Es necesario la aplicación de precauciones especiales para evitar el desprendimiento de oxígeno de la muestra o la disolución del gas en ella. Deberán tenerse otras precauciones como: llenar totalmente el frasco, desbordando y sin aprisionar burbujas de aire al cerrarlo, no demorar la determinación, etc. La determinación de OD deberá realizarse sobre muestras puntuales.

Volumen de las muestras

Deberá tenerse en cuenta que el volumen de muestra extraídas sea suficiente como para realizar todas las determinaciones que sean necesarias. Es común extraer una mayor cantidad de muestras por si eventualmente se desea realizar determinaciones analíticas que inicialmente no fueron previstas o para control de análisis. Un litro es el volumen mínimo práctico de muestra. En términos generales puede decirse que es aconsejable la extracción de 2 a 4 litros de muestra.

Extracción manual de muestras

Este método es práctico y razonable en trabajos previos o de reconocimiento y para estudios de corta duración. Además permite que se registren situaciones anormales que pueden afectar a las muestras. El método de extracción manual de muestras suministra también la información básica requerida para la preparación de las especificaciones necesarias para la adquisición de equipos automáticos de extracción de muestras que pueden ser recomendables para un estudio mas complejos, de mayor duración y para los controles o monitoreos posteriores. En general un solo hombre por turno puede tomar todas las muestras programadas y recoger los datos esenciales.

A continuación se enumeran los puntos que se deben considerar en la extracción de muestras:

- **Selección del lugar de extracción:** La muestra debe ser extraída donde el desagüe sea homogéneo. Estas condiciones existen normalmente aguas debajo de las inmediaciones de un vertedero, aforador por resalto, canaleta Parshall, etc. Deben tomarse precauciones en la extracción próxima a un vertedero, como consecuencia de la sedimentación que puede existir aguas arriba del mismo y la acumulación de grasas y aceites inmediatamente aguas abajo.
- **Extracción de muestras en colectoras y canales profundos o estrechos:** Deberá evitarse el espumar o barrer la superficie líquida así como dragar el fondo del canal. Se recomienda un punto ubicado a 1/3 de la profundidad medida desde el fondo.
- **Extracción de muestras en conductos grandes:** Cuando se extraigan muestras puntuales en canales anchos el recipiente muestreador debe sumergirse en forma vertical o bien acostado formando un ángulo de 90° respecto de la dirección de la corriente.
- **Distribución de velocidades:** La mayoría de las muestras son extraídas en las cámaras de aforo y tomamuestras, las descargas de las colectoras en cámaras de inspección o en conductos que trabajan parcialmente llenos. En todos los casos tenemos condiciones de escurrimiento con superficie libre, tipo canal abierto. Un perfil de velocidades muestra generalmente la máxima velocidad del líquido cerca del centro del canal, a una profundidad de 2/10 a 3/10 por debajo de la superficie. La velocidad mínima se presenta en las cercanías de las paredes y el fondo. En el lugar de extracción de la muestra y aguas arriba del mismo la velocidad debe ser suficientemente elevada como para impedir la sedimentación de los sólidos.
- **Turbulencia:** La agitación en el momento de aforar, extraer la muestra y manipular las mismas puede modificar el contenido de gases disueltos. Cuando puedan preverse estas perturbaciones es aconsejable realizar determinaciones especiales sobre el terreno.
- **Extracción de muestras en cámaras de inspección profundas:** Debe evitarse la contaminación de la muestra con sustancias extrañas a la misma, por ejemplo adheridas a las paredes de la cámara, y asegurarse al mismo tiempo, adecuada iluminación para los trabajos de rutina e inspección. Deberá considerarse la posibilidad de accidentes por corrosión de las escaleras de acceso a las cámaras así como también por la presencia de gases tóxicos o inflamables. El operario a cargo de la extracción de las muestras deberá estar acompañado y provisto

de un correaje adecuado que permita retirarlo inmediatamente del lugar en caso de emergencia. Es muy importante seguir meticulosamente las medidas de seguridad recomendada para estos casos.

- **Errores en la extracción de muestras:** Pueden cometerse de magnitud en la extracción de muestras destinadas a medir la concentración de sólidos suspendidos durante la preparación de una muestra compuesta-compensada. Estos errores pueden ser el resultado de no mantener una adecuada mezcla del líquido en el momento de volcarlo al recipiente donde se está preparando la muestra compuesta. Pueden también provenir de una virtual decantación por demora en la medición, u otros descuidos. Esencial a rápida medición de los volúmenes parciales. Los encargados de extraer muestras deben estar alerta para evitar este tipo de errores.
- **Extracción de muestras para determinación de grasas y aceites:** La extracción de una muestra representativa de un desagüe conteniendo aceite es una de las operaciones mas difíciles. Uno de los mayores inconvenientes es la adherencia de los aceites a las paredes de los recipientes, frascos o probetas. Es prácticamente imposible la obtención de una muestra representativa cuando hay aceite libre flotando en forma de lámina delgada. Por otro lado, lógicamente es fácil obtener mezclas compuestas cuando el aceite se encuentra emulsionado en el líquido del desagüe.
- **Extracción de muestras para determinar acidez:** La descarga irregular de desagües ácidos tales como los de un proceso de decapado, hace que se aconsejable determinar individualmente el pH de cada muestra extraída. En una primer aproximación, el pH puede ser medido mediante cintas de papel reactivo, pero existen en el mercado una variedad de peachímetros portátiles de exactitud razonable. Se recomienda realizar esta determinación en el terreno.
- **Mantenimiento de los depósitos de extracción de muestras:** Los recipientes utilizados deberán ser tratados como elementos de laboratorio. Deben ser lavados antes de iniciar cada período de extracción de muestras y los frascos deben protegerse con tapones.
- **Identificación de las muestras:** Debe prepararse una etiqueta de identificación prototipo por el encargado de la extracción de las muestras para cada frasco. El etiquetado se realizará en forma previa a la extracción de las muestras o bien a medida que se van llenando los frascos con el propósito de disminuir las posibilidades de confusión. La etiqueta debe estar adherida al recipiente antes de que este sea realizado del punto de extracción de muestras. En la etiqueta debe indicarse claramente, el día y hora de la extracción, identificación de la muestra mediante un número correlativo o código, etc. ; origen de la misma, parámetros a medir, nombre del operario y toda otra observación puntual de importancia. Asimismo es imprescindible un cuidadoso embalaje para protegerlas contra golpes y roturas. Generalmente las muestras deberán refrigerarse a 4 °C para su traslado al laboratorio.

En la tabla 8-4 vemos condensada la información de los efluentes característicos y sus principales componentes.

Generador	Fibras	Caolín	Almidón	Sulfuros	DBO	Sólidos en suspensión	Grasas	Bacterias	pH	Cromo	Tanninos	Fenoles	Estercol	Orina	Sangre	Materia Orgánica	DQO	Plomo	Niquel	Mercurio	Subs. Alcalinas	Subs. Ácidas	Subs. Tóxicas
Fab. Papel y carton	X	X	X	X	X	X																	
Industria láctea				X	X	X	X	X															
Curtiembre			X	X	X	X	X	8/11	X	X	X					X					X		X
Frigorífico con faena				X	X	X						X	X	X	X								
Destilería alcohol y melaza																X							
Lavadero lana						X										X							
Fab. Pulpa frutas y jugos					X											X							
Aceiteras						X																	
Fab. Desinfectantes											X												
Ind. Automotriz				X					7/8	X							X	X	X				
Ref. Azucar																X							
Fab. Resinas												X											
Fab. Acumuladores																	X						
Fab. Armamentos																	X						
Fab. Pintura										X								X		X			
Rectificadoras																	X						
Fab. Mosaicos y marmolería																					X		
Vinagreras																						X	
Fab. Hierro y acero																						X	
Gelatinerias						X															X		
Dest. Petroleo y petroquímicas					X						X						X	X				X	X
Fab. Anilinas y colorantes					X				X	X							X	X				X	X
Lav. Vehiculos						X																	X
Fab. Productos químicos																	X	X	X	X	X	X	X
Lab. Farmaceuticos																							X
Fab. Galvanoplastia									X								X			X	X	X	X

En la tabla 8-5 se presentan los metales pesados presentes en los efluentes industriales, que deben tenerse en cuenta para la caracterización de la peligrosidad de las aguas residuales y su influencia en el medio ambiente.

Tabla 8-5 Metales pesados presentes en efluentes industriales

Generador	A L U M I N I O	P L A T I N I C O	A R S E N I C O	C R O M O	C O B R E	F L U O R	H I E R R O	M E R C U R I O	M A N G A N E S O	P L O M O	N I Q U E L	A N T I M O N I O	E S T A Ñ O	Z I N C
Pulpa y papel				X	X			X		X	X			X
Químicos orgánicos y petroquímica	X		X	X		X	X	X		X			X	X
Químicos inorgánicos	X		X	X		X	X	X		X			X	X
Fertilizantes	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Refinerías de petróleo	X		X	X	X	X	X			X	X			X
Siderúrgicas de hierro			X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Siderúrgicas de otros metales	X	X	X	X	X	X		X		X		X		X
Galvanoplastías	X	X		X	X			X			X			
Vidrio, cementos, etc				X										
Textiles				X										
Curtiembres				X										

Una vez tomadas las muestras y realizados los análisis podemos estar en condiciones de establecer las características esenciales del efluente analizado.

Recordemos que una vez caracterizado el mismo, este puede tener variaciones muy importantes en función de las caracterizaciones propias del generador del efluente, por lo que en dichos casos, se debe plantear la necesidad de realizar monitoreos del efluente a los fines de poder tomar las medidas y precauciones necesarias en función de dichos cambios.

