



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

"MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN
RESTAURANTES DE COMIDA RÁPIDA (HAMBURGUESAS)"

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MEXICO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:
ALEJANDRO CERVANTES OLVERA

ASESOR: ING. ENRIQUE HERAS HERRERA



México D. F.,

2005.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias y agradecimientos:

Este trabajo, se lo dedico a mi hija Alexandra Michelle, que es el regalo mas grande que Dios me ha dado.

A mis padres, por guíarme y apoyarme en todo momento de la vida siempre incondicionalmente.

A mi tía Chela por el gran amor y cariño que siempre me brindó.

Al Doc, por ser un ejemplo de razón y corazón.

A mis hermanos y amigos por soportarme y sobre todo por recordarme que los círculos de la vida se deben de cerrar.

Finalmente le doy las gracias al Ing. Enrique Heras Herrera por haber aceptado ser el director de este trabajo.

Alejandro Cervantes Olvera, Noviembre de 2005.

	INTRODUCCIÓN	1
I.	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.	4
I.1	Calidad. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.	4
I.2	Cantidad suficiente. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.	4
I.3	Presión necesaria. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.	5
I.4	Comentarios relativos al caso del restaurante en estudio.	6
I.4.1	Comentarios sobre la calidad.	6
I.4.2	Comentarios sobre la cantidad suficiente.	7
I.4.3	Comentarios sobre la presión necesaria.	8
I.5	Esquema de la instalación hidráulica del restaurante.	8
I.6	Sistema contraincendio.	9
II.	USOS DEL AGUA POTABLE EN RESTAURANTES DE COMIDA RÁPIDA (HAMBURGUESAS).	11
II.1	Esquema general de la edificación.	12
II.2	Usos del agua potable.	12
II.2.1	Operación del restaurante.	12
II.2.2	Usos del agua durante la operación del restaurante.	12
II.2.3	Usos del agua potable para la preparación de bebidas.	14
II.2.4	Usos del agua potable para servicios diversos.	15
III.	CANTIDAD Y CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES.	18
III.1	Identificación de las corrientes.	19
III.2	Aforos, muestreos, análisis y resultados de cada una de las corrientes.	24
III.2.1	Consideraciones generales.	24
III.2.1.1	Consideraciones por descarga.	25
III.2.1.2	NORMA MEXICANA NMX-AA-003 Aguas residuales-Muestreo.	27
III.2.2	Aforos.	29
III.2.3	Muestreos.	30
III.2.3.1	Material y equipo para los muestreos.	32
III.2.4	Memoria de cálculo.	32
III.2.5	Análisis y resultados.	38
III.2.6	Evaluación de los resultados.	39
III.2.7	Eficiencias de remoción.	42
IV.	LEGISLACIÓN NACIONAL RELATIVA A LAS AGUAS RESIDUALES.	43
IV.1	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales	43
IV.2	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	45
IV.2.1	Sustento legal de la aplicación de la Norma 002 en el D. F.	45
IV.2.2	Relación de la Norma 002 con este estudio.	46
IV.3	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.	50
IV.4	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-SEMARNAT-2002, protección ambiental, lodos y biosólidos, especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.	51
V.	RECOMENDACIONES PARA AHORRAR AGUA Y MEJORAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES.	53
V.1	Recomendaciones para ahorrar agua potable.	53
V.2	Recomendaciones para mejorar la calidad de las aguas residuales producidas.	55
V.2.1	Recomendaciones generales para toda la instalación.	55

V.2.2	Recomendaciones particulares para mejorar la calidad de las aguas residuales en las descargas en cuanto al parámetro de materia flotante (MF).	57
VI.	RECOMENDACIONES DE PROCESOS DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES.	59
VI.1	Solución teórica para el sistema de tratamiento de las aguas residuales.	59
VI.2	Implantación del sistema de tratamiento propuesto.	62
VI.2.1	Floculante comercial, pruebas de tratabilidad.	62
VI.2.2	Pasos a seguir para hacer el diseño y construcción del sistema de la solución propuesta.	62
VI.2.3	Manejo de lodos.	62
VII.	Conclusiones.	63
	ANEXO A	i
	BIBLIOGRAFÍA	

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso muy importante, por lo tanto se debe reforzar la conciencia del ahorro del agua y al mismo tiempo promover la cultura del reuso de la misma.

El motivo de seleccionar este tipo de restaurantes de comida rápida de hamburguesas se debe a que quien elaboró este trabajo ha prestado y presta actualmente servicios de mantenimiento preventivo y correctivo en las instalaciones sanitarias de algunos de ellos, y en la práctica profesional ha comprobado que las aguas residuales que producen estos restaurantes no cumplen con la legislación mexicana aplicable.

Por lo que este trabajo intenta hacer recomendaciones en el manejo integral del agua en restaurantes de comida rápida de hamburguesas con el fin de lograr 2 objetivos: primero generar una menor cantidad de aguas residuales y, segundo, que estas aguas residuales se descarguen al drenaje municipal con la calidad que se especifica en la legislación mexicana aplicable en el Distrito Federal (D. F.). Se especifica para el D. F. ya que el restaurante que se estudiará se encuentra en esta demarcación.

Entonces se debe comentar que este trabajo es un estudio en particular de un restaurante predeterminado, ya que en la Ciudad de México hay una gran variedad de restaurantes y a la vez hay una gran variedad de restaurantes de comida rápida y como el título lo indica, este estudio es para un restaurante en específico de una cadena de restaurantes de comida rápida de hamburguesas.

Por lo que se le planteó al dueño de una franquicia de una cadena conocida de restaurantes de hamburguesas, la intención de realizar esta tesis, lo cual le pareció interesante, así en conjunto con él se seleccionó la unidad de Municipio Libre por ser una unidad estándar en relación a todas las demás de su propiedad, esta unidad será el caso particular en estudio y como ya se dijo anteriormente se encuentra localizada en el Distrito Federal.

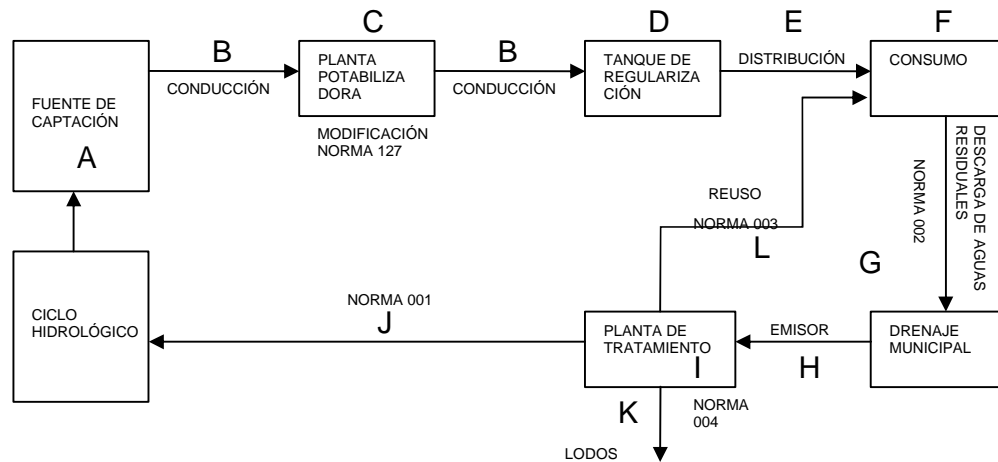
En el capítulo I de esta tesis se explica la normatividad mexicana aplicable a dos aspectos del uso del agua: primero es la calidad que debe cumplir el agua para ser considerada como agua potable para uso y consumo humano y, segundo, es el diseño y construcción de las instalaciones hidráulicas para que el agua potable se entregue con la cantidad y presión mínimas requeridas en los muebles y equipos de la instalación en donde se usa en una edificación. En el primer punto se cita la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, y en el segundo punto se describen y explican los artículos y especificaciones técnicas del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Para finalizar este capítulo, se van a describir de manera general las instalaciones que actualmente utiliza el restaurante en estudio para el acondicionamiento y uso del agua.

En el capítulo II se describen las características de los usos del agua potable en el restaurante en estudio con el objeto de conocer el origen de las aguas residuales y explicar el tipo de contaminación que sufre el agua potable en cada uno de ellos. Estos usos como se verá en este capítulo pueden ser de dos tipos principalmente, uno para la producción de bebidas y otro, para los servicios de limpieza y servicios sanitarios.

En el capítulo III se estudian las descargas de las aguas residuales producidas a partir de los usos descritos en el capítulo anterior y se explican los procedimientos de aforo, muestreo y análisis que se utilizaron para conocer sus características, propiedades y condiciones de descarga utilizando como marco legal de referencia la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996 que se describe en el capítulo IV. Al estudiar esta norma se explicará porque se aplica en el Distrito Federal.

En el capítulo IV se estudian en primer lugar dos normas oficiales mexicanas relativas a las aguas residuales producidas por usuarios de la red de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, la norma NOM-001-SEMARNAT-1996 (Norma 001), NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales y la NOM-002-SEMARNAT-1996 (Norma 002) NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. En segundo lugar se estudian otras dos normas oficiales mexicanas, una relativa al reuso del agua tratada, la norma NOM-003-SEMARNAT-1996 (Norma 003) NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. y otra relativa a los lodos producto del tratamiento de aguas residuales, la norma NOM-004-SEMARNAT-2002 (Norma 004) NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-SEMARNAT-2002, protección ambiental, lodos y biosólidos,

especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Como el tema de la tesis lo indica, se va a tratar el tema de aguas residuales, por lo que estas 4 normas son fundamentales para realizar dicho estudio. Para entender el campo de aplicación de estas normas se presenta el siguiente diagrama de flujo denominado "Ciclo del aprovechamiento del agua y normatividad por cumplir" que muestra los puntos donde se deben revisar éstas normas, además de la Norma 127 que se presenta en el capítulo I, así como los pasos que sigue el agua desde su captación del ciclo hidrológico, su aprovechamiento, la generación de aguas residuales y su tratamiento y disposición final.



CICLO DEL APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y NORMATIVIDAD POR CUMPLIR.

Explicación del diagrama anterior:

- A. Fuente de captación.- Es el lugar de donde se obtiene agua del ciclo hidrológico para ser aprovechada por el hombre.
- B. Conducción.- Es la obra civil necesaria para poder llevar el agua de la fuente de captación a la planta potabilizadora y al tanque de regularización.
- C. Planta potabilizadora.- Es la obra civil donde se realizan las operaciones y los procesos para proporcionar al agua la calidad de potable, esa calidad se establece en la Modificación a la Norma 127 Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización., que se presenta en el capítulo I.
- D. Tanque de regularización.- Es la obra que contiene el volumen de agua necesario para satisfacer las variaciones que existen en la demanda de agua por parte de los usuarios de la red.
- E. Distribución.- Es la obra civil necesaria para poder entregar el agua potable a los usuarios.
- F. Consumo.- En este punto ocurre el consumo de agua potable, el cual se cuantifica en el medidor de todos los cuadros de toma de la red.
- G. Descarga de aguas residuales al alcantarillado municipal.- Una vez que el agua ha sido utilizada se vierte al sistema de alcantarillado público. En este punto, ciertos usuarios de la red deben cumplir con la Norma 002 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal., que se presenta en el capítulo IV.
- H. Emisor.- Es la obra civil destinada al desalojo de las aguas residuales del sistema de alcantarillado municipal para dirigirlo a la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).
- I. En la PTAR se encuentran las operaciones y los procesos que mejoran la calidad del agua residual.
- J. Si el efluente de la planta de tratamiento se descarga al ciclo hidrológico su calidad debe cumplir la Norma 001 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales, que se describe en el capítulo IV.
- K. El manejo de los lodos resultantes del tratamiento del agua residual debe cumplir con la Norma 004 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-SEMARNAT-2002, protección ambiental, lodos y biosólidos, especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final., capítulo IV.

- L. Para el caso de que el agua residual tratada se reuse , su calidad debe cumplir con la Norma 003 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, capítulo IV.

En el capítulo V se hacen las recomendaciones relativas al ahorro del agua en los usos y a continuación las recomendaciones relativas al mejoramiento de la calidad de las aguas residuales producidas antes de que éstas lleguen a los sistemas de drenaje e instalaciones sanitarias existentes en el restaurante.

En el capítulo VI se hacen las recomendaciones necesarias para las operaciones y los procesos de tratamiento que se les pueden aplicar a las aguas residuales producidas que llegan a los sistemas de drenaje e instalaciones sanitarias del restaurante, para finalmente descargar al alcantarillado público.

Por último en el capítulo VII se explican las conclusiones obtenidas de la realización de este trabajo.

I. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

Introducción.

En toda edificación se debe prever el uso y consumo de agua. Cualquier edificación ya sea destinada para casa habitación, industria, comercio, para uso público o privado debe cumplir con la legislación mexicana aplicable relativa al abastecimiento de dicho recurso. Para nuestro caso en particular esta legislación es la correspondiente a aquella que aplica para el Distrito Federal, ya que el restaurante en estudio se encuentra en este ámbito. Por lo que en la primera parte de este capítulo se estudian los tres principales requisitos que por ley se deben cumplir para el abastecimiento de agua potable en una edificación: la calidad, cantidad y presión suficientes. En la segunda parte se describen los equipos e instalaciones que existen actualmente en el restaurante en estudio utilizados para cumplir con éstos 3 requisitos.

I.1 Calidad: Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Es importante conocer esta norma relativa a la calidad del agua para uso y consumo humano, porque en ella se establecen los requisitos para garantizar que este líquido no genere en la población, problemas gastrointestinales, focos infecciosos o de intoxicación durante su aprovechamiento.

La calidad con la que debe llegar el agua a cualquier edificación, debe cumplir con los requerimientos que se especifican en esta norma, fue modificada por última vez en el año de 1999 volviéndose más estricta, ahí se describen los tratamientos a que debe someterse el agua para mejorar su calidad y los valores de los parámetros que debe cumplir para ser considerada como potable para uso y consumo humano. Es de carácter federal por lo que cada municipio debe verificar su cumplimiento.

I.2 Cantidad suficiente.

Para proveer con la cantidad suficiente de agua a una edificación se debe cumplir cuando menos con lo establecido en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF).

Lo que se estipula en el RCDF, es lo siguiente:

“ART. 82 .- Las edificaciones deben estar provistas de servicio de agua potable, suficiente para cubrir los requerimientos y condiciones a que se refieren las Normas y/o Normas Oficiales Mexicanas”

En el artículo 2º del mismo reglamento, inciso XI dice que: *“XI: Normas, son las Normas Técnicas Complementarias para el Distrito Federal (NTCDF)”*. A su vez en éstas en la sección de *“Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje”*, en el capítulo 2, inciso 2.2.1. se indica lo siguiente:

“2.2.1. Dotación de agua potable.

La determinación de la dotación de agua potable para cada tipo de edificación según se trate, está fundamentada en base a las dotaciones mínimas que establece el artículo (sic) 82 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal; las cuales se indican de manera específica en la TABLAS T-1 y T-2 que se incluyen en la parte de ANEXOS de las presentes normas.”

Al dirigirse a la parte de anexos de dichas normas, se especifica lo siguiente en la parte que se extrae de la TABLA T-1:

TABLA T1 DOTACIÓN DE AGUA POTABLE PARA CUALQUIER EDIFICACIÓN POR CONSTRUIRSE EN EL D.F.

Tipología	Subgénero	Dotación	Observaciones
II.5 RECREACIÓN Alimentos y Bebidas		12 lt/comida	Nota No. 3

En donde la nota No. 3 dice que:

“3.- En términos generales las necesidades de agua potable demandadas por empleados o trabajadores se considerarán por separado a razón de 100lt/trabajador/día.”

Por otro lado en el capítulo 2, inciso 2.2.5. se indica que:

“Las edificaciones de 5 niveles o más y las edificaciones ubicadas en zonas cuya red pública de agua potable tenga una presión inferior a 10 metros de columna de agua, deberán contar con cisterna y depósitos elevados cuya capacidad en suma sea igual a 2 veces la demanda diaria.”

Entonces de acuerdo a lo que se ha visto del RCDF y de las NTCDF, para el caso del restaurante que se está estudiando, la cantidad mínima requerida de agua potable es la siguiente:

Comidas al día =	200 de acuerdo a información proporcionada por el gerente del restaurante, este número es un promedio de las comidas servidas en un día normal de operación.	
Trabajadores =	25 (5 administrativos y 20 operativos)	
Demanda diaria =	$200 \times 12 + 25 \times 100 =$	4900
Reserva =	$2 \times 4900 =$	9800 lt

I.3 Presión necesaria.

Para suministrar la presión necesaria a una instalación hidráulica de una edificación se debe cumplir cuando menos con lo establecido en el RCDF.

Lo que se estipula en él, es lo siguiente:

“ART. 82 .- Las edificaciones deben estar provistas de servicio de agua potable, suficiente para cubrir los requerimientos y condiciones a que se refieren las Normas y/o Normas Oficiales Mexicanas”

“Art. 151.- Los tinacos deberán colocarse cuando menos a una altura de dos metros arriba del mueble sanitario más alto.....”

En las NTCDF, en la sección de *“Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje”*, en el capítulo 2, apartado 2.2.5 se especifica lo siguiente:

“.....Cuando se trate de tanques elevados ya sea de concreto, acero o cualquier otro material, su altura a nivel de plantilla deberá corresponder a la carga dinámica total del punto más desfavorable en la red.”

El esquema de la FIG. 1 representa lo establecido en el artículo 151 del RCDF y en el apartado 2.2.5. de las NTCDF para un sistema típico de dotación de agua por gravedad en una edificación de la ciudad de México.

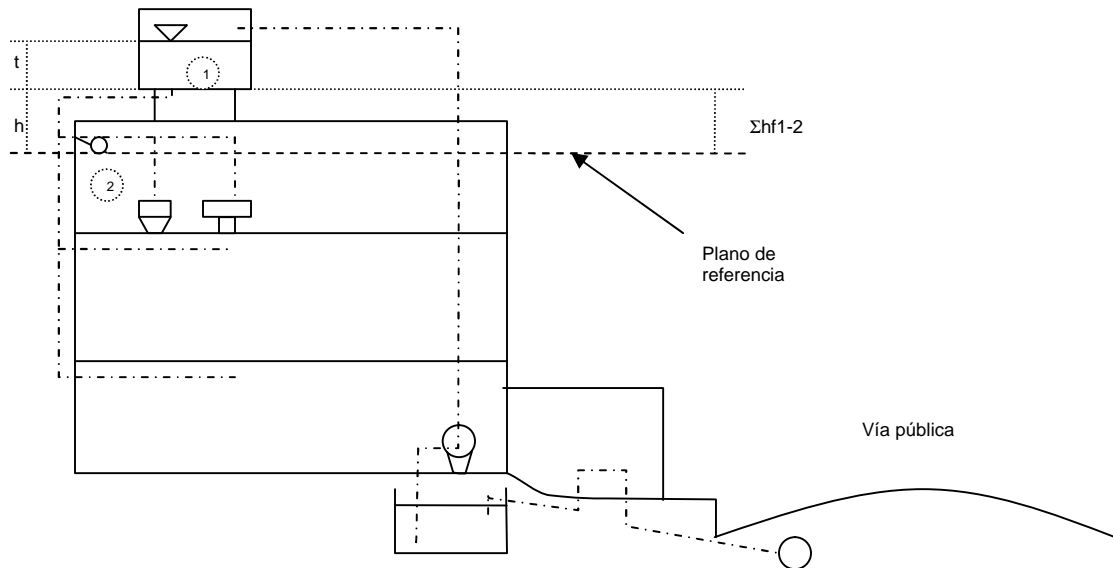


FIG. 1. ESQUEMA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN UNA INSTALACIÓN QUE FUNCIONA POR GRAVEDAD EN UNA EDIFICACIÓN, DE ACUERDO AL ARTÍCULO 151 DEL RCDF Y AL APARTADO 2.2.5 DE LAS NTCDF.

En la figura anterior se muestra una edificación cuya instalación hidráulica trabaja por gravedad, en ella se aprecian: la toma domiciliar de la red pública de abastecimiento, la cisterna, el tanque elevado y el mueble más desfavorable de la instalación. Como se indica en el apartado 2.2.5 de las NTCDF la instalación debe contar con cisterna y tanque elevado cuya suma de volúmenes sea cuando menos el volumen correspondiente a la demanda diaria. También se muestra que la altura “h” de acuerdo al artículo 151 del RCDF debe ser mayor a 2 m, pero también mayor a la suma de las pérdidas entre la sección 1 y 2 de acuerdo al apartado 2.2.5 de las NTCDF, ésta altura es la que corresponde a la carga dinámica total del punto más desfavorable en la red.

La distancia “t” es el tirante de agua sobre la plantilla en el tanque elevado, este tirante cuando se encuentra en su punto más alto ayuda a que la presión en el mueble más desfavorable sea mayor, pero conforme se aproxima al nivel de plantilla la presión disminuye, por esta razón en el reglamento se pide revisar el cálculo a la altura de la plantilla.

I.4 Comentarios relativos al caso del restaurante en estudio.

I.4.1 Comentarios sobre la calidad.

Como se ha visto, la calidad con la que debe de llegar el agua potable proveniente de los sistemas de abastecimiento para su uso en la instalación de una edificación, debe cumplir con la calidad que se especifica en la Modificación a la Norma 127, sin embargo en muchas ocasiones esto no es así debido a los siguientes factores, que entre otros, afectan dicha calidad:

- Fallas y fisuras en las tuberías y conexiones debido a la antigüedad de los materiales o a movimientos del suelo, lo que provoca la introducción de tierra, arena, microorganismos, compuestos químicos.
- Filtraciones de viejas tuberías de alcantarillado que se encuentran cercanas a las tuberías de agua potable.
- Mal mantenimiento en la red de distribución.
- Tinacos y cisternas mal sellados o que no se limpian frecuentemente.
- Falta del necesario mejoramiento de la calidad del agua de la fuente de abastecimiento.

En vista de que la autoridad, en este caso la del Distrito Federal, indica que la calidad del agua que se entrega por parte de la red de abastecimiento municipal es potable, el dueño del restaurante toma las medidas necesarias para garantizar que el agua que él entrega cumpla con la calidad de potable, esto para evitar que se entregue agua de mala calidad por alguna de las razones antes mencionadas.

Por lo que, para mejorar la calidad del agua potable en el restaurante en estudio se cuenta con un sistema de desinfección a base de hipoclorito de sodio para todos los usos, más un sistema de filtrado para los usos en las bebidas. Los usos del agua se pueden clasificar principalmente en dos tipos: bebidas y servicios, los cuales serán descritos en el capítulo II.

El diagrama de flujo de la FIG. 2 representa el sistema de acondicionamiento del agua para el restaurante en estudio.

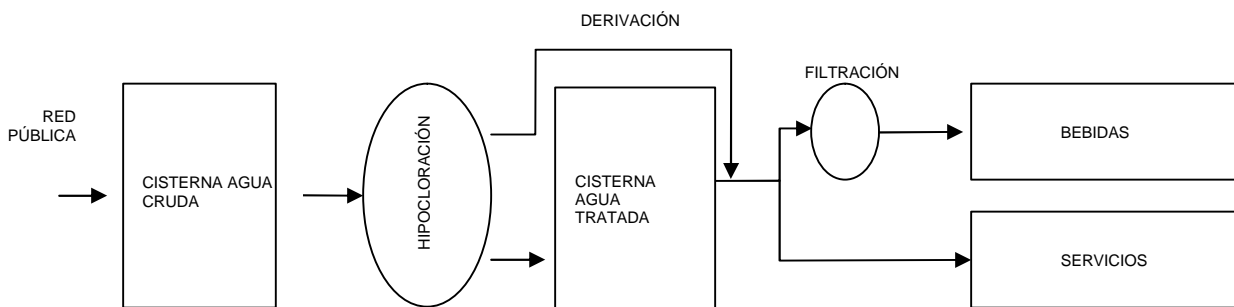


FIG. 2. SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

I.4.2 Comentarios sobre la cantidad suficiente.

La cantidad de agua potable que se recibe por parte del sistema de abastecimiento público para el caso del restaurante en estudio cumple con la cantidad mínima requerida por normatividad, ya que cuenta con 2 cisternas, una para agua cruda que es donde se almacena la que llega de la red de abastecimiento y otra para agua el agua clorada. Tienen una capacidad de 10.00 m³ cada una lo que es mayor a lo calculado en el ejemplo del inciso I.2, sin embargo, se puede dar el caso de que se requiera servicio de pipas de agua, no en el caso en particular en estudio, pero si en alguna tienda de la misma cadena.

En las FIGS. 2, 3 y 4 se representan estas 2 cisternas para la dotación de agua de la edificación.

I.4.3 Comentarios sobre la presión necesaria.

La presión necesaria se proporciona con un sistema hidroneumático formado por una bomba de 2 hp y dos tanques alternos de 600.00 lts de capacidad, cada uno da una presión de 10.00 a 20.00 m.c.a., suficiente para que las máquinas y las instalaciones de los procesos de producción y servicios donde se usa agua funcionen eficientemente.

En las FIGS. 3 y 4 se representan estos equipos para suministrar presión independiente a la instalación hidráulica de la edificación.

I.5 Esquema de la instalación hidráulica del restaurante en estudio.

Una vez que el agua de la red pública de abastecimiento ha pasado por el cuadro de toma como se ilustra en la FIG. 4, llega a la cisterna de agua cruda en A en la FIG. 3; (a partir de aquí seguir FIG. 3) posteriormente se le aplica una dosis de hipoclorito de sodio en C y se almacena en una cisterna de agua tratada en E. En caso de falla de la bomba F se cuenta con una derivación en D posterior al hipoclorador. El sistema de bombeo en B tiene 2 bombas (B1 y B2), B1 de 1 hp y B2 de 2.0 hp por lo que tiene 100% de reserva, es decir si falla la bomba B1 se usa B2 y la primera se manda reparar. La bomba en F (B3) de 2.0 hp y los tanques en G forman el sistema hidroneumático con el que se presuriza la instalación, este sistema funciona con 2 tanques trabajando alternadamente. Después el agua toma dos caminos, el primero pasa por filtración, luego a la máquina múltiplex que se describe adelante y finalmente a las bebidas, y el segundo va a los servicios. Estos usos del agua: bebidas y servicios, serán descritos en el inciso II.2. A continuación se describe lo que es la máquina múltiplex para bebidas.

Máquina múltiplex.- La múltiplex es una máquina que dosifica las cantidades del concentrado de refresco, dióxido de carbono y agua para la elaboración de los refrescos, proporciona agua a presión para la máquina que entrega el jugo de naranja, también entrega agua a la cafetera y envía agua a la máquina de hielo. A cada máquina que entrega bebida terminada en el área de mostrador (FIG. 4) se llama "torre", así se tienen 3 torres de refresco, cada torre entrega 5 sabores diferentes, 1 torre de jugo de naranja y 1 torre de café o cafetera; estos usos serán descritos en el inciso II.2.1.

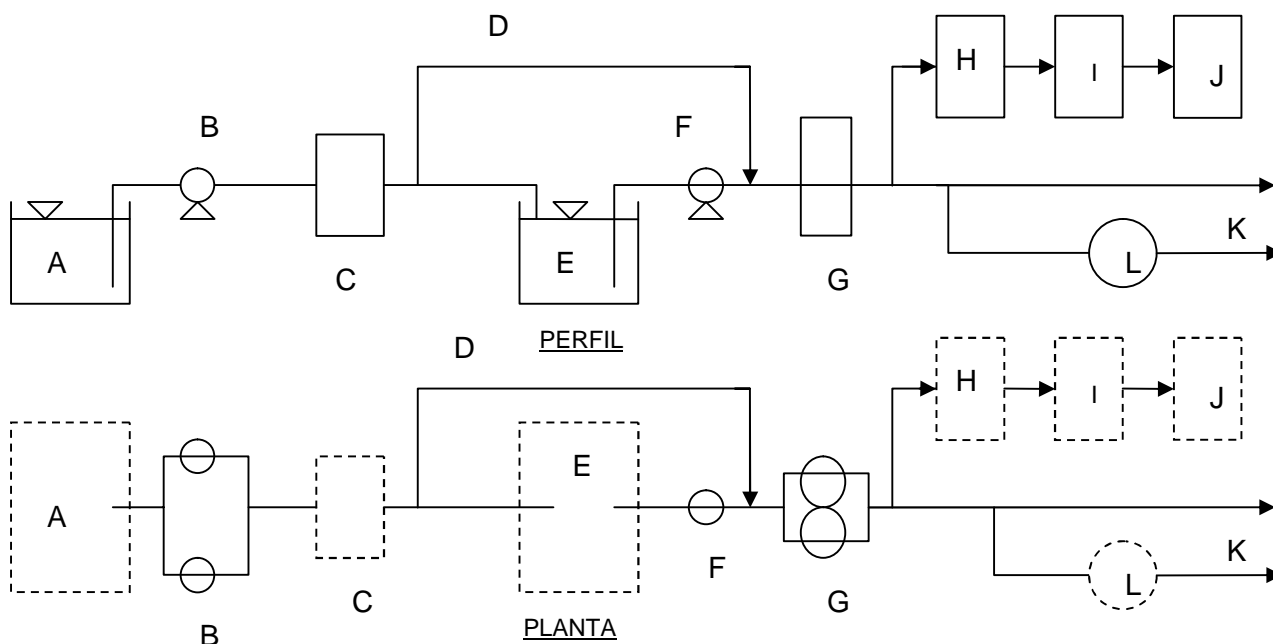


FIG. 3. PERFIL Y PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA.

- A. CISTERNA DE AGUA CRUDA.
- B. BOMBAS EN PARALELO. B1 Y B2.

- C. HIPOCLORADOR.
- D. DERIVACIÓN PARA EMERGENCIA FALLO BOMBA F.
- E. CISTERNA DE AGUA CLORADA.
- F. BOMBA DE SISTEMA HIDRONEUMÁTICO.
- G. TANQUES DEL SISTEMA HIDRONEUMÁTICO.
- H. FILTRACIÓN.
- I. MÚLTIPLEX.
- J. BEBIDAS.
- K. SERVICIOS, descritos en el inciso II.2.2.
- L. CALENTADOR, para los usos descritos en el inciso II.2.

I.6 Sistema contraincendio.

Para finalizar este capítulo y tomando en cuenta que en toda edificación debe existir algún tipo de protección o sistema contra incendio se va a revisar la reglamentación correspondiente al respecto.

En el RCDF, capítulo 4, sección segunda, *“Previsiones contra incendio”*, se establece lo siguiente:

“Art. 117.- Para efectos de esta sección, la tipología de edificaciones establecida en el artículo 5 de este reglamento, se agrupa de la siguiente manera:

- I. De riesgo menor son las edificaciones de hasta 25 m de altura, hasta 250 ocupantes y hasta 3000 m², y*
- II. De riesgo mayor son las edificaciones de mas de 25 m de altura o más de 250 ocupantes o mas de 3000 m² y, además, las bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud, que manejen madera, pinturas, plásticos, algodón y combustibles o explosivos de cualquier tipo.*

El análisis para determinar los casos de excepción a esta clasificación y los riesgos correspondientes se establecerán en las Normas Técnicas Complementarias.”

Sin embargo para el caso del restaurante en estudio y dado que la capacidad máxima de ocupación es de 225 personas incluyendo empleados como se vio en el inciso I.2, se observa que es de riesgo menor por lo que entonces sólo aplica el siguiente artículo:

“Art. 121.- Las edificaciones de riesgo menor con excepción de los edificios destinados a habitación, de hasta cinco niveles, deberán contar en cada piso con extintores contra incendio adecuados al tipo de incendio que pueda producirse en la construcción ,colocados en lugares fácilmente accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación de tal manera que su acceso, desde cualquier punto del edificio no se encuentre a mayor distancia de 30 m.”

El restaurante en estudio cuenta con 4 extinguidores a menos de 30 metros de distancia uno del otro, por lo que cumple con la normatividad relativa al sistema contraincendio.

II. USOS DEL AGUA POTABLE EN RESTAURANTES DE COMIDA RÁPIDA (HAMBURGUESAS).

Introducción

El uso del agua potable es la utilización de la misma para un fin determinado. Por ejemplo en una casa los usos del agua son principalmente: limpieza personal, lavado de trastes y ropa, limpieza de la misma casa y preparación de alimentos.

Los usos del agua en el restaurante en estudio son aquellos procesos de producción y servicios durante la operación de éste en los que se utiliza agua para la preparación de bebidas y alimentos, para el uso en los servicios de limpieza y para el uso de los servicios sanitarios, principalmente.

En este capítulo se presenta en primer lugar el esquema general de la edificación, es un esquema simple, pero ubica los aspectos mas importantes relativos al uso del agua potable. En segundo lugar se explica como es la operación de este restaurante y la relación que guarda con el uso del agua.

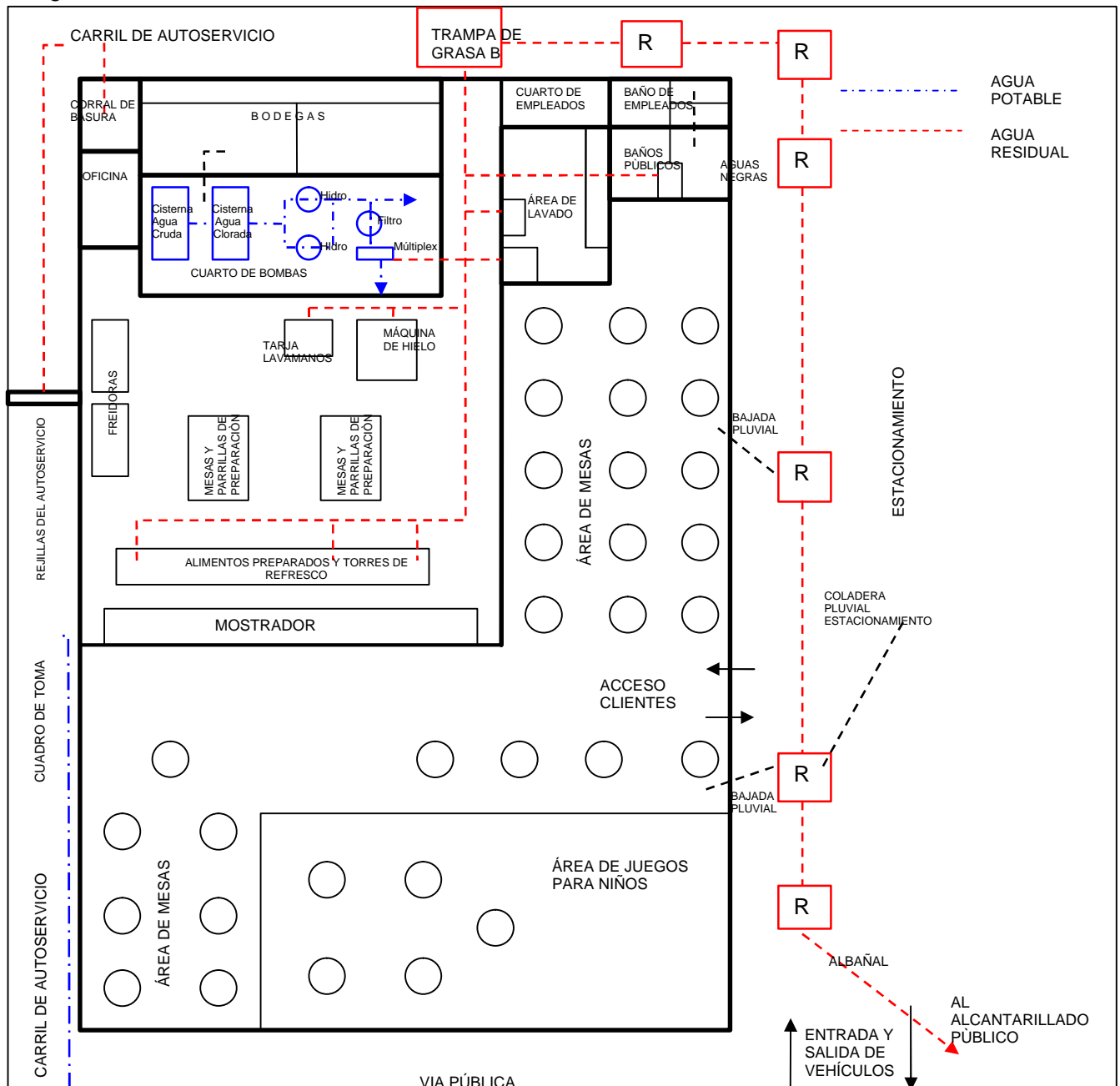


FIG. 4. ESQUEMA GENERAL DE LA EDIFICACIÓN.

II.1 Esquema general de la edificación.

Entonces se presenta el esquema general de la edificación FIG. 4, donde se identifican: la toma domiciliaria, los recorridos de agua potable y de agua residual, las áreas de cocina y de mesas, estacionamiento, accesos y equipos que conforman la instalación general del restaurante en estudio.

II.2 Usos del agua potable.

Para saber como es el uso del agua potable en el restaurante en estudio es necesario conocer la operación de éste, así se sabrá en que forma y en que momentos se utiliza agua potable. La operación del restaurante en estudio es el conjunto de actividades dirigidas a cumplir dos objetivos principalmente: la elaboración y venta de bebidas y alimentos y el cuidado de su propia imagen como un restaurante limpio.

II.2.1 Operación del restaurante.

De forma muy general se va a describir la operación del restaurante. Ésta comienza a las 7:00 a.m. que es la hora de entrada de empleados, a esa hora inician los preparativos para la elaboración y venta de los desayunos. A partir de las 8:00 a.m., hora que se abre al público comienza la venta. A las 12:00 a.m. se dejan de vender desayunos y se prepara todo para la elaboración y venta de los diferentes paquetes de comida, se venden desde esta hora hasta las 10:00 p.m., que es la hora del cierre al público, finalmente después de la hora del cierre se lava toda la instalación y se deja completamente limpia para que el siguiente turno que llega a las 7:00 a.m. del otro día, comience una nueva operación. El turno vespertino sale de las instalaciones del restaurante aproximadamente a las 12:00 p.m.

Es importante mencionar que la operación tiene un momento de mayor afluencia de público y este es a partir de las 2:00 p.m. y hasta las 4:00 p.m. conocido como hora pico.

En el cuadro siguiente se presenta a manera de resumen el programa de operación antes descrito.

CUADRO 1. PROGRAMA GENERAL DE OPERACIÓN DEL RESTAURANTE EN ESTUDIO.

HORARIO	ACTIVIDADES DE LA OPERACIÓN
07:00 am	Entrada de empleados.
08:00 am	Apertura al público para venta de desayunos.
12:00 am	Se dejan de vender desayunos y se comienzan a vender los diferentes paquetes de comida.
2:00 – 4:00 pm	Hora pico, de mayor afluencia de público.
4:00 – 10:00 pm	Se siguen vendiendo los diferentes paquetes de comida
10:00 pm	Cierre de la operación y lavado general de las instalaciones para entregar limpio al siguiente turno de la mañana.

Ahora que se conoce de forma general la operación del restaurante en estudio, se conocerá la relación que guarda el uso del agua con dicha operación.

II.2.2 Uso del agua durante la operación del restaurante en estudio.

Con relación a la FIG. 5, a continuación se presenta el uso del agua durante la operación.

Se debe mencionar que esta descripción es solo para el uso de agua potable en procesos propios de la operación del restaurante, estos son principalmente: lavado de alimentos, elaboración de bebidas, lavado de equipo y limpieza de áreas de cocina y mesas, por lo que los usos de agua potable para servicios sanitarios, para equipos de aire acondicionado y para riego,

que se describirán en el inciso II.2.4, no se incluyen en el hidrograma de la FIG. 5. En el capítulo V se explicará porqué es importante manejar por separado estas tres corrientes de agua.

El agua comienza a usarse a las 7:00 a.m. hora que llega el primer turno de trabajo y momento en el cual los empleados se lavan las manos y lavan alimentos con que se prepararán los desayunos, a esta misma hora se hace la limpieza del área de entrega del carril de autoservicio. A partir de las 8:00 a.m. hora que se abre al público, empieza a funcionar la máquina múltiplex descrita en el inciso I.5 para suministrar agua a la cafetera y a la torre de jugo de naranja principalmente. A las 11:00 a.m. se realiza el primer lavado preventivo de pisos de cocina y de área de mesas y al mismo tiempo se comienzan a lavar los utensilios y equipo utilizados para los desayunos así mismo se hace el primer lavado de trapos.

A partir de las 12:00 a.m. la múltiplex empieza a suministrar mayor cantidad de agua a las torres de refresco, se siguen lavando los utensilios del desayuno y algunas zonas de los pisos de cocina y área de mesas, por lo que en el lapso que va de las 12:00 a.m. a la 1:00 p.m. se presenta un gran consumo de agua, un pico en el hidrograma de uso del agua, de la FIG.5.

Después de la 1:00 p.m. y hasta las 4:00 p.m., que termina la hora pico el consumo se mantiene constante alrededor del pico antes mencionado.

A partir de ésta última hora se hace el segundo lavado preventivo de pisos, se reúne el equipo utilizado en la preparación de los paquetes de comida para disponerlo a lavar y se hace otro lavado de trapos utilizados hasta el momento, por lo que en el lapso que va de las 4:00 p.m. a las 5:00 p.m. se presenta otro pico de consumo de agua similar al que se presenta de las 12:00 a.m. a la 1:00 p.m.

Finalmente desde las 5:00 p.m. y hasta las 10:00 p.m. baja el consumo de agua para que después de las 10:00 p.m. que es el momento del cierre, se haga el lavado general de los equipos, pisos, utensilios, trapos, corral de basura, mostrador, mesas, en suma toda la instalación, para entregarla limpia al turno de la mañana siguiente, por lo tanto después de ésta hora se presenta el último pico de consumo de agua similar a los dos anteriores.

En el cuadro siguiente se presenta el programa de uso del agua antes descrito.

CUADRO 2. PROGRAMA DE USO DE AGUA POTABLE EN PROCESOS EN EL RESTAURANTE EN ESTUDIO.

HORARIO	ACTIVIDADES DE LA OPERACIÓN EN LAS QUE SE USA AGUA POTABLE
07:00 – 08:00 am	Lavado de manos de los empleados y lavado de alimentos para desayunos.
08:00 – 12:00 am	Limpieza carril de autoservicio, funcionamiento de máquina múltiplex principalmente para cafetera y torre de jugo de naranja, lavado preventivo de áreas de cocina, mesas y accesos.
12:00 am – 1:00 pm	Lavado de alimentos para paquetes de comida, lavado de equipo usado en desayunos, continua la limpieza preventiva de diversas áreas de cocina y mesas, la máquina múltiplex comienza a suministrar mas agua para las torres de bebidas, se hace lavado de trapos.
1:00 – 4:00 pm	Uso constante y abundante de agua en torres de refresco, se continua lavando el equipo del desayuno, se lavan trapos y se hace otra limpieza preventiva de pisos de cocina y mesas.
4.00 – 5:00 pm	Uso constante de agua en torres de refresco, se continúan lavando trapos y utensilios, pisos de cocina y mesas.
5:00 – 10.00 pm	Comienza a bajar el consumo de agua en general en todos los usos.
10.00 – 12:00 pm	Lavado de toda la instalación, equipo y utensilios, trapos, mostrador, pisos de cocina, pisos de área de mesas, corral de basura, baños públicos, cuarto de empleados, para entregar completamente limpio al siguiente turno que llega a la mañana siguiente.

De acuerdo a este programa se presenta la FIG. 5, que es una estimación promedio de la forma que tiene el hidrograma de uso del agua en procesos propios de la operación para el restaurante en estudio.

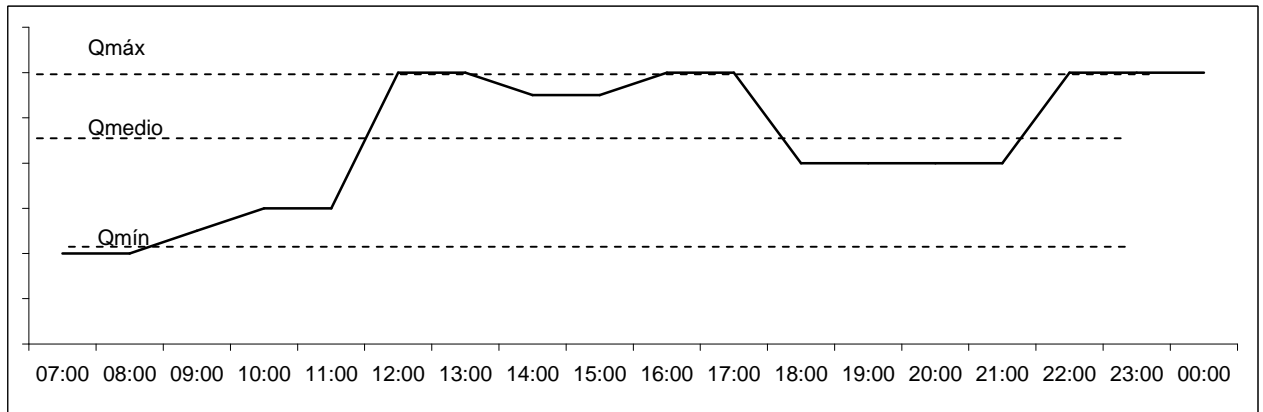


FIG. 5. ESTIMACIÓN PROMEDIO DEL HIDROGRAMA DE USO DEL AGUA, EN PROCESOS PROPIOS DE LA OPERACIÓN DEL RESTAURANTE EN ESTUDIO.

A continuación se presenta el siguiente cuadro en el que se hace un resumen de los

(A) Operación del restaurante:	ACTIVIDAD 1/USOS 1	ACTIVIDAD 2/USOS 2
Actividades principales	Vender alimentos preparados	Limpieza e imagen general de la instalación
(B) Usos del agua durante la operación:		
Usos	Bebidas	Servicios generales

os vistos anteriormente.

CUADRO 3. LA OPERACIÓN DEL RESTAURANTE EN ESTUDIO Y EL USO DEL AGUA POTABLE DURANTE LA MISMA.

Entonces los usos del agua potable que se hacen en el restaurante en estudio se dividen en 2 principalmente: bebidas y servicios, los cuales se describen a continuación en los incisos II.2.3. y II.2.4.

II.2.3 Usos del agua potable para la preparación de bebidas.

Para llevar a cabo la preparación de bebidas y poder entregarlas al cliente, se debe acondicionar el agua con que se elaboran. De acuerdo a lo visto en el capítulo I, una vez que se aplicó cloro al agua, ésta pasa por el sistema hidroneumático y por filtración, luego se hace llegar a la máquina múltiplex para que proporcione el agua con refresco a cada una de las torres de bebidas. Así tenemos los siguientes usos del agua para la preparación de bebidas.

USO 1: TORRE DE REFRESCO 1.

El agua después de pasar por filtración pasa a la múltiplex en donde se combina con dióxido de carbono y se manda a la torre, por otro lado de la misma múltiplex se manda el concentrado de refresco para que se combinen en la torre. Hay que mencionar que en dicha torre se encuentra una tina con hielo para añadirsele al refresco, esta tina se llena constantemente durante el día.

USO 2: TORRE DE REFRESCO 2.

Idem USO 1.

- USO 3: TORRE DE REFRESCO 3.
Idem USO 1.
- USO 4: MÁQUINA PARA HIELOS.
El agua después de pasar por filtración y por la múltiplex se manda a la máquina de hielo. Aquí se utiliza para la elaboración del mismo. Aquí es importante mencionar que en este uso del agua se debe además revisar la Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones Sanitarias.
- USO 5: CAFETERA.
El agua después de pasar por la múltiplex se manda a la máquina cafetera, donde se calienta en un serpentín y se pasa a través del grano de café.
- USO 6: TORRE DE JUGO DE NARANJA.
El agua después de pasar por la múltiplex se manda a la máquina del jugo y se mezcla con el concentrado de la misma fruta que se encuentra en esta torre.

II.2.4 Usos del agua potable para servicios diversos.

El resto del agua que no es utilizada para bebidas es usada para llevar a cabo la limpieza de las instalaciones y los equipos, el suministro en servicios sanitarios públicos y de empleados, para los equipos de aire acondicionado y para riego de áreas verdes.

- USO 7: TARJA LAVAMANOS.
En esta tarja de acero inoxidable se lavan las manos los empleados, utilizan un jabón desinfectante y jabón de tocador, funciona con una llave de rodilla.
- USO 8: TARJAS DE ÁREA DE LAVADO.
En estos equipos de acero inoxidable se lavan todos los utensilios de trabajo, por ejemplo canastillas donde se fríen las papas, espátulas con que se limpian las planchas de cocción, recipientes donde se mantienen calientes los alimentos, entre otros. Para lavar estos equipos se usa jabón desengrasante y requiere agua caliente. El uso consiste en 3 pasos: primero enjuagar con agua a presión los equipos, llenando las tarjas y agregando el jabón, segundo se deja remojando y se vacían para finalmente hacer el tercero que es el enjuague. Funciona con llave mezcladora de resorte para agua fría y caliente.
- USO 9: LAVADORA DE TRAJOS DE COCINA Y ÁREA DE MESAS.
En este equipo se lavan los trapos con que se limpian diversas superficies que se encuentran en el área de cocina como en el área de mesas, se usa jabón detergente.
- USO 10: CUARTO DE LAVADO PARA ÁREAS DE COCINA.
En este cuarto se llenan cubetas con agua y se les agrega jabón desengrasante y jabón perfumado para el lavado de pisos de cocina, cuarto de empleados, baños

de empleados, área de lavado de equipo, bodegas y cuarto de bombas. Para el lavado se utilizan mechudos que se enjuagan y remojan en estas mismas cubetas, se requiere agua caliente. Funciona con llave mezcladora de compuerta para agua fría y caliente. Estas cubetas tienen una marca que indica 8 gal.

USO 11: CUARTO DE LAVADO PARA ÁREAS DE MESAS.

En este cuarto se llenan cubetas con agua y se les agrega jabón desengrasante y jabón perfumado para el lavado de pisos del área de mesas, área de niños y accesos. Para el lavado se utilizan mechudos que se enjuagan y remojan en estas mismas cubetas, se requiere agua caliente. Funciona con llave mezcladora de compuerta para agua fría y caliente. Estas cubetas tienen una marca que indica 8 gal.

USO 12: LIMPIEZA DEL ÁREA DE ENTREGA DEL CARRIL DE AUTOSERVICIO.

En esta área se encuentra una llave nariz con la que se llenan las cubetas con agua y se les agrega jabón desengrasante para el lavado del piso de esta área. Este lavado se hace con escoba y utiliza sólo agua caliente.

USO 13: LIMPIEZA DEL CORRAL DE BASURA.

En esta área se encuentra una llave nariz con la que se llenan cubetas con agua y se les agrega jabón desengrasante para el lavado del piso de esta área. Este lavado se hace con escoba y utiliza sólo agua caliente.

USO 14: AGUA PARA SERVICIOS SANITARIOS PÚBLICOS Y DE EMPLEADOS.

Se utiliza agua en excusados, mingitorios, lavabos para el uso de clientes y empleados.

USO 15: AGUA PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO. Esta agua se requiere para el sistema de enfriamiento y el de condensación de los equipos de aire acondicionado.

USO 16: AGUA PARA RIEGO. Esta agua se requiere para el riego de áreas verdes, que se hace dependiendo de la época del año con menor o mayor frecuencia.

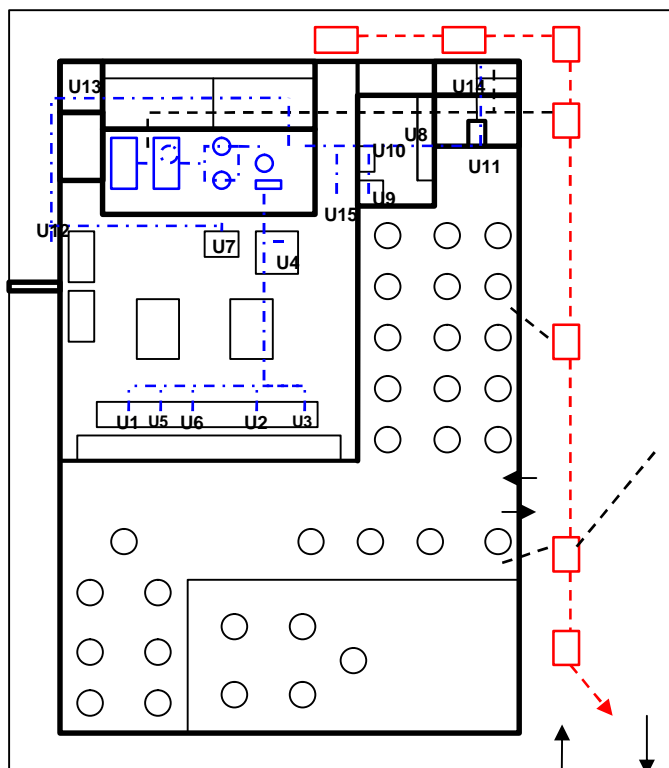
A continuación en la TABLA 1 se presenta un cuadro a manera de resumen de los incisos II.2.1 y II.2.2 de este capítulo, y en la FIG. 6 se indican las ubicaciones dentro del restaurante para los usos del agua potable antes descritos.

TABLA 1. USOS DEL AGUA POTABLE.

USOS	BEBIDAS O SERVICIOS	A	B	A.F	A.C	CARACTERÍSTICAS DEL USO
	BEBIDAS					
USO 1	U1 TORRE DE REFRESCO 1	SI	SI	SI	NO	EL AGUA MEZCLADA CON BIÓXIDO DE CARBONO SE MEZCLA CON EL CONCENTRADO DE REFRESCO.
USO 2	U2 TORRE DE REFRESCO 2	SI	SI	SI	NO	IDEM USO 1.
USO 3	U3 TORRE DE REFRESCO 3	SI	SI	SI	NO	IDEM USO 1.
USO 4	U4 MÁQUINA DE HIELO	SI	SI	SI	NO	EL AGUA SE USA PARA LA ELABORACIÓN DE HIELO.
USO 5	U5 CAFETERA	SI	SI	NO	SI	EL AGUA SE CALIENTA Y SE MEZCLA CON GRANO DE CAFÉ
USO 6	U6 TORRE DE JUGO DE NARANJA	SI	SI	SI	NO	EL AGUA SE MEZCLA CON CONCENTRADO DE LA MISMA FRUTA
	SERVICIOS					
USO 7	U7 TARJA LAVAMANOS	SI	NO	SI	NO	EL AGUA SE UTILIZA PARA EL LAVADO DE MANOS
USO 8	U8 TARJAS DE ÁREA DE LAVADO	SI	NO	SI	SI	EL AGUA SE UTILIZA PARA LAVADO DE EQUIPO Y UTENSILIOS
USO 9	U9 LAVADORA TRAJOS DE COCINA Y MESAS	SI	NO	SI	NO	EL AGUA SE UTILIZA PARA LAVADO DE TRAJOS
USO 10	U10 CUARTO DE LAVADO ÁREAS DE COCINA	SI	NO	SI	SI	EL AGUA SE UTILIZA PARA EL LAVADO DE ÁREAS DE COCINA
USO 11	U11 CUARTO DE LAVADO ÁREAS DE MESAS	SI	NO	SI	SI	EL AGUA SE UTILIZA PARA EL LAVADO DE ÁREAS DE MESAS, DE JUEGOS DE NIÑOS Y ACCESOS
USO 12	U12 LIMPIEZA CARRIL DE AUTOSERVICIO	SI	NO	NO	SI	EL AGUA SE UTILIZA PARA EL LAVADO DEL ÁREA DE ENTREGA EN EL CARRIL DE AUTOSERVICIO
USO 13	U13 LIMPIEZA CORRAL DE BASURA	SI	NO	NO	SI	EL AGUA SE UTILIZA PARA EL LAVADO DE L CORRAL
USO 14	U14 AGUA PARA SERVICIOS SANITARIOS PÚBLICOS Y DE EMPLEADOS	SI	NO	SI	NO	EL AGUA SE UTILIZA EN EXCUSADOS, MINGITORIOS Y LAVABOS DE BAÑOS PÚBLICOS Y DE EMPLEADOS
USO 15	U15 AGUA PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	SI	NO	SI	NO	EL AGUA SE UTILIZA EN LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO
USO 16	U16 RIEGO	SI	NO	SI	NO	EL AGUA SE UTILIZA PARA RIEGO DE ÁREAS VERDES.

A = DESINFECCIÓN
A.F. = AGUA FRÍA

B = FILTRACIÓN
A.C. = AGUA CALIENTE



III. CANTIDAD Y CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Introducción.

Para poder hacer recomendaciones encaminadas a mejorar la calidad de las aguas residuales producidas, es importante conocer la cantidad y la calidad de las mismas. A continuación se definen estos dos conceptos:

Cantidad: La cantidad de aguas residuales es el volumen de agua residual generada en los procesos de producción y servicios durante un tiempo determinado.

Calidad: Es la composición física, química y biológica de dichas aguas residuales.

Por un lado se pueden conocer las características de la descarga general de la edificación, que es la suma de todas las corrientes de agua residual generadas, y por el otro, se pueden conocer las características de cada una de las corrientes. Para tratar de lograr de mejor manera los objetivos establecidos en la introducción de esta tesis se va a realizar el estudio de acuerdo al segundo caso, que consiste en conocer cada una de las corrientes por separado desde su origen para poder hacer recomendaciones desde este punto en cada una ellas.

Entonces para conocer de forma integral la cantidad y calidad de las aguas residuales producidas en el caso en estudio, se propone seguir el orden que se establece en el siguiente diagrama de flujo de la FIG. 7, cada punto del proceso se describe a continuación.

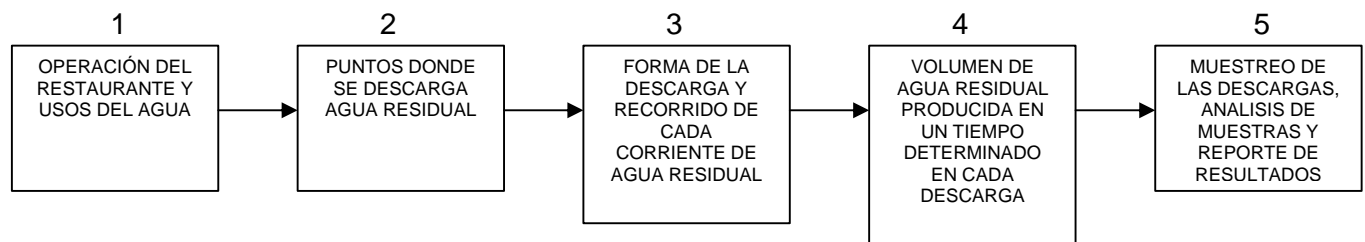


FIG. 7. DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCEDIMIENTO DE ESTUDIO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL RESTAURANTE EN ESTUDIO.

Explicación del diagrama de flujo.

1.- La operación de este tipo de restaurantes y los usos del agua (lo cual se describió en el inciso II.2.) es importante para 2 cuestiones: primero para saber en que forma y en que momentos se consume agua potable, y segundo, para conocer el origen de las aguas residuales producidas.

2.- Los puntos donde se descargan aguas residuales; es necesario conocer la ubicación física de cada una de las descargas, éstas se representan en la FIG. 8.

3.- La forma en que se genera cada una de las corrientes de agua residual y el recorrido de éstas. Se debe conocer como descarga cada una de las corrientes y el recorrido que tienen dentro de las instalaciones de drenaje interno del restaurante en estudio (inciso III.1).

4.- La cantidad de agua residual generada en cada una de las descargas (inciso III.2) y por último,

5.- La calidad de agua residual generada, lo cual se logra con el muestreo y análisis de cada una de las corrientes (inciso III.2) de las descargas de aguas residuales utilizando como marco legal de referencia la Norma 002 que se describe en el capítulo IV.

Las aguas residuales del restaurante en estudio se pueden dividir en 2 grupos: en aguas residuales de procesos de operación del restaurante y en aguas residuales de los servicios sanitarios y

aguas pluviales; en el capítulo V se explicará porque es conveniente manejar por separado estas 2 últimas corrientes.

A continuación en el inciso III.1 se describe el punto 3 de este diagrama de flujo, que incluye de forma general lo siguiente: la identificación de las corrientes, la descripción de la forma en que descarga cada una de ellas y el recorrido o escurrimiento que sigue cada una. Posteriormente en el inciso III.2, se explica la metodología para conocer la cantidad y calidad de las aguas residuales del restaurante en estudio.

III.1 Identificación de las corrientes.

La identificación de las corrientes se hará asignando como descarga “n” a cada lugar donde se vierta agua residual tomando en cuenta la ubicación de las descargas que se ha mostrado en la FIG. 8.

DESCARGA 1: TORRE DE REFRESCO 1.

El agua residual de esta descarga es producto de los derrames de refresco que entrega; estos derrames se colectan en una charola de acero inoxidable que tiene un dren hacia una coladera de piso, también en esta coladera descarga agua un dren de la tina de hielo situada en la misma máquina. Estas 2 corrientes descargan por goteo a la coladera, la cual se conecta al drenaje interior del restaurante para llegar a la trampa de grasa B que se muestra en las FIG. 4 y 8.

DESCARGA 2: TORRE DE REFRESCO 2.

Idem DESCARGA 1.

DESCARGA 3: TORRE DE REFRESCO 3.

Idem DESCARGA 1.

DESCARGA 4: MÁQUINA DE HIELO.

El agua residual de esta descarga es del dren de la batea de hielo terminado de la misma, descarga por goteo a una coladera de piso la cual se conecta al drenaje interior del restaurante para llegar a la trampa de grasa B, la cual se muestra en las FIG. 4 y 8.

DESCARGA 5: CAFETERA.

El agua residual de esta descarga proviene de los derrames de café que entrega; estos se colectan en una charola de plástico y posteriormente esta charola se lleva al área de lavado y se vierte en las tarjas de la misma.

DESCARGA 6: TORRE DE JUGO DE NARANJA.

Idem DESCARGA 5.

DESCARGA 7: TARJA LAVAMANOS.

El agua residual de esta descarga proviene del lavado de manos que hacen los empleados constantemente. Esta corriente descarga con cespól a la pared y posteriormente al drenaje interior del restaurante pasando por una coladera de piso para llegar a la trampa de grasa B antes citada.

DESCARGA 8: TARJAS DE ÁREA DE LAVADO.

El agua residual de esta descarga proviene del vaciado de las tarjas de acero inoxidable donde se lavan los equipos y utensilios, éstas descargan a una derivación de tubo de cobre de 2" de diámetro que se conecta a una trampa de grasa A (FIG. 8) de 45 l de capacidad, posteriormente pasa por un sello hidráulico de la misma tubería y se conecta al drenaje interior del restaurante pasando por una coladera de piso para llegar finalmente a la trampa de grasa B antes citada.

DESCARGA 9: LAVADORA DE TRAJOS DE COCINA Y ÁREA DE MESAS.

Esta agua residual proviene del lavado de trapos de cocina utilizados para limpiar diversas áreas. También se conecta al drenaje interior del restaurante a través de su manguera de descarga en un tubo de pvc de 2" que se conecta al drenaje para llegar a la misma trampa de grasa B antes mencionada.

DESCARGA 10: COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREAS DE COCINA.

El agua residual que capta esta coladera proviene del vertido de las cubetas utilizadas para el aseo de pisos de la cocina como se mencionó en el USO 10, inciso II.2.4, esta coladera se conecta al drenaje interior del restaurante para dirigirse a la trampa de grasa B ya citada.

DESCARGA 11: COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREAS DE MESAS.

El agua residual que capta esta coladera proviene del vertido de las cubetas utilizadas para el aseo de pisos del área de mesas como se mencionó en el USO 11, inciso II.2.4, esta coladera se conecta al drenaje interior del restaurante para dirigirse a la misma trampa de grasa B.

DESCARGA 12: REJILLAS DEL CARRIL DE AUTOSERVICIO.

El agua que captan dichas rejillas proviene del derrame de agua utilizada para lavar los pisos del área de entrega del carril de autoservicio como se describió en el USO 12, inciso II.2.4, estas rejillas de fierro se conectan a una línea de 20 cm. de diámetro que corre por el carril de autoservicio (FIG. 4 y 8) pasando por 2 registros de 60x40 cm para llegar a la trampa de grasa B ya citada.

DESCARGA 13: COLADERA EN CORRAL DE BASURA.

El agua que capta esta coladera proviene del derrame de agua utilizada para lavar los pisos de ésta área como se describió en el USO 13, inciso II.2.4, esta coladera se conecta a la línea de drenaje que proviene de las rejillas del carril de autoservicio para dirigirse a la misma trampa de grasa B antes mencionada.

DESCARGA 14: COLADERA EN MÁQUINA MULTIPLEX.

El agua residual de esta corriente es producto de las purgas de agua y concentrado de refresco que realiza automática y constantemente la misma máquina. Descarga a través de mangueras por goteo a una coladera de piso para llegar finalmente a la trampa de grasa B ya citada.

DESCARGA 15: COLADERA EN CUARTO DE BOMBAS.

Esta descarga es del bombeo de mantenimiento y limpieza de las cisternas de agua cruda y agua clorada indicadas en el inciso I.4.2. Esta coladera de piso se

conecta al drenaje interno del restaurante, pero no pasa por la trampa de grasa B antes citada, se conecta al drenaje de los servicios sanitarios (FIG. 8).

DESCARGA 16: DESCARGA DE LOS SERVICIOS SANITARIOS, EXCUSADOS, MINGITORIOS, LAVABOS DE BAÑOS PÚBLICOS Y DE EMPLEADOS.

El agua de estas descargas proviene del uso de la misma en los servicios sanitarios arriba mencionados, descargan al drenaje interior del restaurante y no pasan por la trampa de grasa B antes citada, en dichos baños hay coladeras de piso, pero normalmente no se descarga en ellas agua residual, ya que el lavado como se vio en el USO 11, inciso II.2.4, es a base de trapeado de pisos.

DESCARGA 17: COLADERAS PLUVIALES Y PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO.

Estas coladeras captan el agua pluvial en azoteas y estacionamientos en bajadas y derivaciones, y sirven a su vez para las descargas de agua de los equipos de aire acondicionado, de igual manera se conectan al drenaje interno del restaurante, pero no se conectan a la trampa de grasa B, FIG. 4 y 8.

En referencia al USO 16, del capítulo II, dado que el agua con que se riegan los jardines se infiltra al subsuelo, no se considera descarga alguna para este uso.

A continuación en la TABLA 2 se presenta un cuadro a manera de resumen de este inciso III.1; luego en la FIG. 8 se indican las ubicaciones dentro del restaurante para las descargas de las aguas residuales producidas y el recorrido de las mismas hasta el albañal de la edificación, y en la FIG. 9 se presenta un diagrama de flujo en donde se ilustra el recorrido del agua a partir de la cisterna de agua cruda, los recorridos en los procesos y la descarga final de las aguas residuales al albañal de la edificación y al alcantarillado público.

TABLA 2. DESCARGAS DE LAS AGUAS RESIDUALES PRODUCIDAS.

No.	DESCARGAS	A*	CARACTERÍSTICAS DE LAS DESCARGAS
D1	TORRE DE REFRESCO 1	SI	DERRAME DE REFRESCO Y AGUA DE HIELO, DESCARGA POR GOTEO
D2	TORRE DE REFRESCO 2	SI	IDEM DESCARGA 1
D3	TORRE DE REFRESCO 3	SI	IDEM DESCARGA 1
D4	MÁQUINA DE HIELO	SI	DESCARGA DE AGUA DE HIELO
D5	CAFETERA	NO	DERRAMES DE JUGO DE NARANJA QUE SE COLECTA Y SE VIERTE EN TARJAS DE LAVADO
D6	TORRE DE JUGO DE NARANJA	NO	DERRAMES DE CAFÉ QUE SE COLECTA Y SE VIERTE EN TARJAS DE LAVADO
D7	TARJA LAVAMANOS	SI	AGUA RESIDUAL PRODUCTO DEL LAVADO DE MANOS, DESCARGA PASANDO POR UNA COLADERA DE PISO
D8	TARJA DE ÁREA DE LAVADO	SI	AGUA RESIDUAL PRODUCTO DEL LAVADO DE EQUIPO Y UTENSILIOS, DESCARGA PASANDO POR UNA TRAMPA HELVEX Y POSTERIORMENTE POR UNA COLADERA DE PISO
D9	LAVADORA DE TROPOS DE ÁREA DE COCINA Y ÁREA DE MESAS	SI	AGUA RESIDUAL PRODUCTO DEL LAVADO DE TROPOS DE ÁREA DE COCINA Y ÁREA DE MESAS
D10	COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREAS DE COCINA	SI	AGUA RESIDUAL DEL VERTIDO DE CUBETAS EN LAS CUALES SE REMOJAN Y ENJUAGAN MECHUDOS PARA EL LAVADO DE PISOS DE LAS ÁREAS DE COCINA
D11	COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREA DE MESAS	SI	AGUA RESIDUAL DEL VERTIDO DE CUBETAS EN LAS CUALES SE REMOJAN Y ENJUAGAN MECHUDOS PARA EL LAVADO DE PISOS DEL ÁREA DE MESAS
D12	REJILLAS DEL CARRIL DE AUTOSERVICIO	SI	AGUA RESIDUAL DEL LAVADO DE PISOS DE ESTA ÁREA
D13	COLADERA CORRAL DE BASURA	SI	AGUA RESIDUAL DEL LAVADO DE PISOS DE ESTA ÁREA
D14	COLADERA EN MULTIPLEX	SI	DERRAME DE MEZCLA DE AGUA Y CONCENTRADO DE REFRESCO DE LAS PURGAS DE LA MISMA MÁQUINA
D15	COLADERA EN CUARTO DE BOMBAS	NO	AGUA CRUDA Y CLORADA PRODUCTO DEL DESALOJO PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS CISTERNAS
D16	SERVICIOS SANITARIOS PÚBLICOS Y PARA EMPLEADOS	NO	AGUA USADA EN LOS SERVICIOS SANITARIOS
D17	COLADERAS PLUVIALES Y PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	NO	AGUA PLUVIAL Y DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

A* = DESCARGAN A LA TRAMPA DE GRASA EXISTENTE B FIG. 4, ÉSTA TIENE UN VOLUMEN APROXIMADO DE 6 m³.

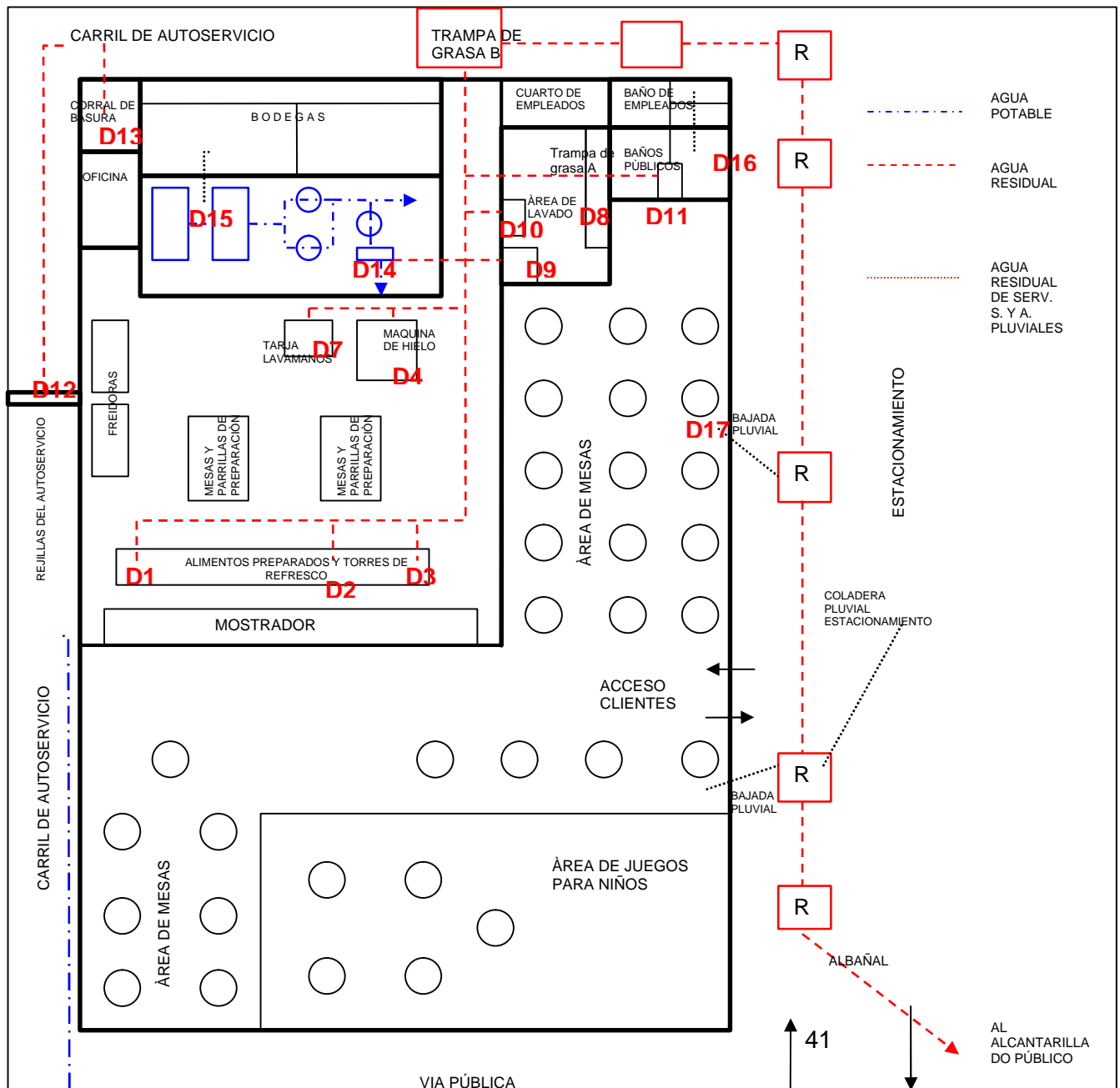


FIG. 8. UBICACIÓN DE LAS DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL Y SU RECORRIDO HASTA SU DESCARGA FINAL AL DRENAJE MUNICIPAL.

LAS DESCARGAS D1 A D14 LLEGAN A LA TRAMPA DE GRASA B FIG. 4, LAS DEMÁS DESCARGAS D15, D16 Y D17 NO LLEGAN A ESA TRAMPA DE GRASA NI SE JUNTAN CON LAS DERIVACIONES DE ÉSTAS CORRIENTES. COMO SE OBSERVA ESTAS TRES DESCARGAS SE CONECTAN POR SEPARADO AL DRENAJE PRINCIPAL DEL RESTAURANTE QUE CORRE POR EL COSTADO DEL EDIFICIO PARA DESCARGAR AL ALCANTARILLADO PÚBLICO.

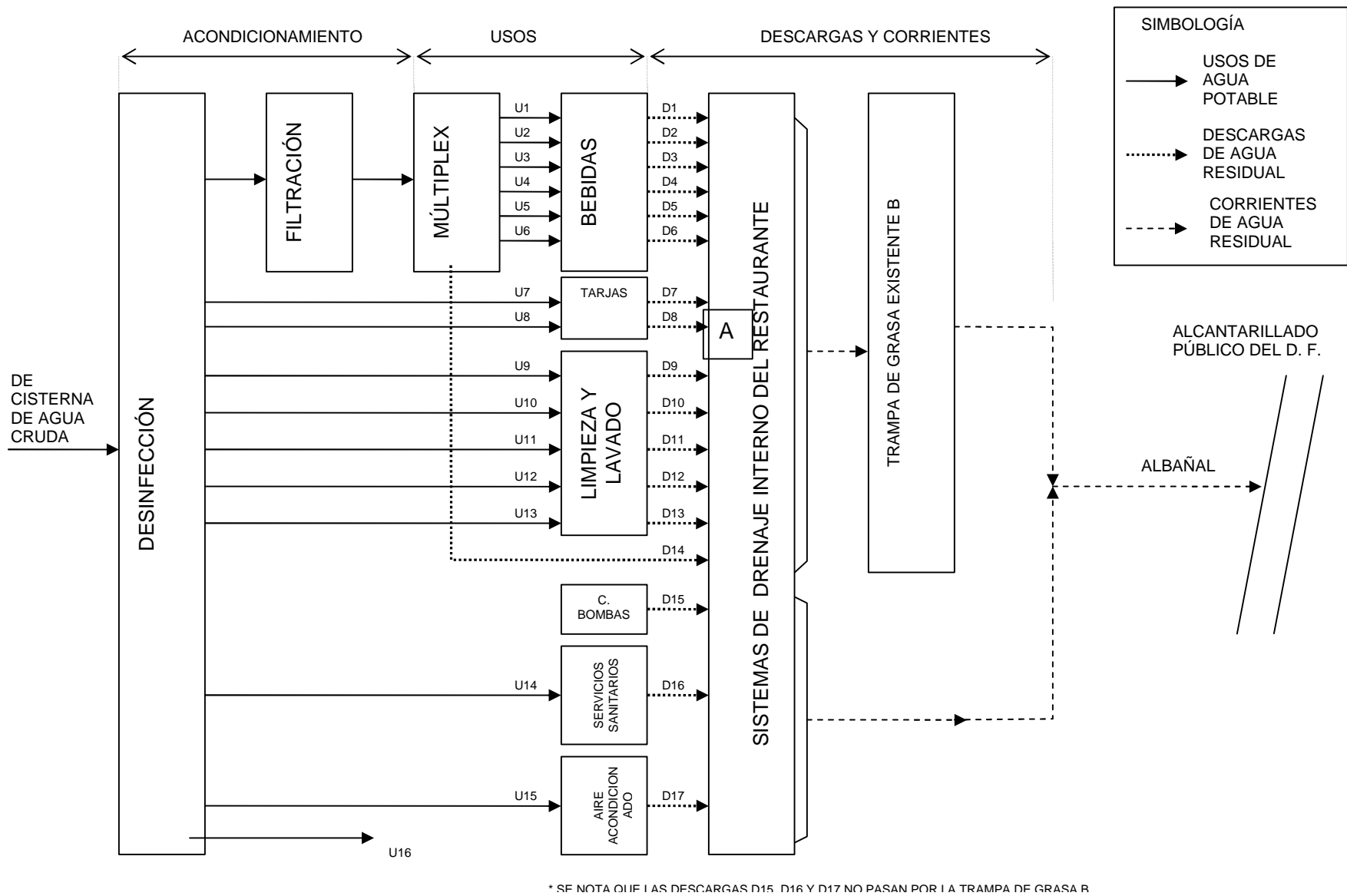


FIG. 9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL RECORRIDO DEL AGUA EN LOS USOS Y DESCARGAS DEL RESTAURANTE EN ESTUDIO.

III.2 Aforos, muestreos, análisis y resultados de cada una de las corrientes.

III.2.1 Consideraciones generales.

Para realizar los aforos, muestreos, análisis y resultados de cada una de las corrientes de agua residual, se va a utilizar como marco legal de referencia la Norma 002. En esta norma se establecen los valores de los parámetros de calidad que debe cumplir el agua residual para ser descargada a los sistemas de alcantarillado público o municipal. Dentro de ésta norma se hace referencia a la NMX-AA-003 Aguas residuales-Muestreo, relativa a métodos y procedimientos para muestreo y aforo de descargas de aguas residuales. En el capítulo IV se explicará porque se aplica la Norma 002 para el Distrito Federal que es el ámbito del restaurante en estudio.

Una vez que se conocen los puntos 1, 2 y 3 del diagrama de flujo de la FIG. 7, entonces se debe conocer primero la cantidad de las aguas residuales producidas en cada descarga, aforando cada una de ellas; segundo se debe conocer la calidad de cada corriente de agua residual producida muestreando cada descarga, llevando las muestras a un laboratorio que esté autorizado para realizar los análisis establecidos en la Norma 002 y entregue los resultados con los cuales se conocerán las características físicas, químicas y biológicas de su composición.

La cantidad de agua residual se puede conocer aforando las descargas con métodos tales como el método de volumen-tiempo y el método de manning, o con estimaciones prácticas en función del uso del agua. Para la calidad, como se dijo anteriormente, se deben tomar muestras y llevarlas a un laboratorio que tenga el equipo y esté autorizado a aplicar los métodos de análisis que se indican en la Norma 002.

Sin embargo, para conocer la calidad de todas y cada una de las corrientes, se debería aforar y muestrear cada una de ellas llevando las muestras al laboratorio, el cual cobra los análisis por parámetro. Para fines de un trabajo profesional esto es lo que se debe de hacer, pero para efectos de esta tesis, sería muy costoso. A continuación se analiza cuanto costaría llevar a cabo un estudio así.

En la Norma 002 se establecen 16 parámetros de calidad y en el caso en estudio se tienen 17 descargas, la cantidad de parámetros por analizar sería de $16 \times 17 = 272$ parámetros. Si cada parámetro se cobra alrededor de \$250.00 (Noviembre 2005), el presupuesto necesario para realizar dicho estudio sería de $272 \times \$250.00 = \$68,000.00$.

Por lo que para llevar a cabo un muestreo representativo de la calidad del agua y de bajo costo para efectos de esta tesis conviene hacer la siguiente recomendación: dado que se conocen los usos del agua, se puede deducir la calidad resultante de agua residual producida y analizar sólo aquellos parámetros que de acuerdo a esto y a la experiencia conviene analizar. Con esta consideración se reduce el costo del presupuesto y se conocen las calidades mas representativas de las aguas residuales producidas. A continuación se presentan en la TABLA 3 los 16 parámetros de calidad que se especifican en la Norma 002: potencial de hidrógeno, grasas y aceites, sólidos sedimentables, arsénico, cadmio, cianuro, cobre, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plomo, zinc, temperatura, materia flotante, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales.

Otra consideración importante es que de manera categórica se puede afirmar que los parámetros del arsénico al zinc no se presentan en las descargas de agua residual del restaurante en estudio, porque no se utilizan estos elementos en los usos del agua, descritos en el capítulo II. Estos elementos pueden aparecer en mayor cantidad principalmente en aguas residuales de usos industriales donde en sus procesos o en parte de ellos son utilizados.

TABLA 3. PARÁMETROS DE LA NOM-002-1996-SEMARNAT Y SUS ABREVIATURAS O SÍMBOLOS

PARÁMETRO	ABREVIATURA / SÍMBOLO
Potencial de hidrógeno	pH
Grasas y aceites	GyA
Sólidos sedimentables	SSed
Arsénico	As
Cadmio	Cd
Cianuro	Cn ⁻
Cobre	Cu
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶
Mercurio	Hg
Níquel	Ni
Plomo	Pb
Zinc	Zn
Temperatura	TEMP
Materia flotante	MF
Demanda bioquímica de oxígeno ₅	DBO ₅
Sólidos suspendidos totales	SST

Con esta consideración se reduce la cantidad de parámetros por analizar, estos se reducen a 7: pH, GyA, SSed, TEMP, MF, DBO₅ y SST.

Antes de continuar se deben definir estos parámetros, para que una vez conocidos, se propongan los que se van a analizar y cuales no para cada descarga:

TEMP.- Temperatura.

pH.- El potencial de hidrógeno indica el grado de acidez o alcalinidad de una sustancia.

GyA.- Cualquier tipo de grasa animal, vegetal o mineral.

SSed.- Son aquellos sólidos que se sedimentan en un determinado tiempo.

SST.- Todo el material que se encuentra en suspensión en el agua, es decir no disuelto.

MATERIA FLOTANTE.- Es parte de los SST y es el material que no pasa la malla de claros libres de 3x3 mm.

DBO₅.- La demanda bioquímica de oxígeno indica indirectamente la cantidad de materia orgánica biodegradable presente en el agua residual.

Hay que mencionar que los valores permisibles de estos parámetros se encuentran establecidos en la Norma 002 con excepción de la DBO₅ y los SST, en relación a éstos parámetros la norma dice lo siguiente en su punto 4.6:

“4.6 Los límites máximos permisibles para los parámetros demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, que debe cumplir el responsable de la descarga a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, son los establecidos en la Tabla 2 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 referida en el punto 2 de esta Norma, o a las condiciones particulares de descarga que corresponde cumplir a la descarga municipal.”

Ahora que se han definido los 7 parámetros de interés, se hacen a continuación las consideraciones por descarga para decidir cual parámetro muestrear y cual no para cada una de las descargas.

III.2.1.1 Consideraciones por descarga:

DESCARGA 1: TORRE DE REFRESCO 1.

Se va a muestrear para analizar los parámetros pH y DBO₅. Para grasas y aceites no se estudia ya que en este proceso el agua entra en contacto con grasa. Para sólidos sedimentables y sólidos suspendidos totales se

considera que el concentrado de refresco va disuelto con el agua, el gas carbónico desaparece al estar en contacto con el aire, por lo tanto en el agua sólo existen sólidos disueltos que afectan otros parámetros como la DBO₅ y el pH. Finalmente la temperatura también se elimina ya que en la Norma 002 se considera como máxima 40° Celsius, el agua residual de esta descarga incluso tiene un aporte del dren de la tina de hielo.

- DESCARGA 2: TORRE DE REFRESCO 2.
Idem DESCARGA 1.
- DESCARGA 3: TORRE DE REFRESCO 3.
Idem DESCARGA 1.
- DESCARGA 4: MÁQUINA DE HIELO.
Dado que el agua que se descarga en esta coladera es agua simple, como se vio en el inciso III.1 no se analiza ningún parámetro de los 7 que se tienen.
- DESCARGA 5: CAFETERA.
Dado que el agua residual de esta descarga se vierte en la tarja del área de lavado (inciso III.1), no se analiza ningún parámetro de los 7 que se tienen.
- DESCARGA 6: TORRE DE JUGO DE NARANJA.
Idem DESCARGA 5.
- DESCARGA 7: TARJA LAVAMANOS.
Se analizan los 7 parámetros en cuestión.
- DESCARGA 8: TARJAS DE ÁREA DE LAVADO.
Se analizan los 7 parámetros en cuestión.
- DESCARGA 9: LAVADORA DE TROPOS DE COCINA Y ÁREA DE MESAS.
Se analizan los 7 parámetros en cuestión.
- DESCARGA 10: COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREAS DE COCINA.
Idem DESCARGA 9.
- DESCARGA 11: COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREAS DE MESAS.
Idem DESCARGA 9.
- DESCARGA 12: REJILLAS DEL CARRIL DE AUTOSERVICIO.
Idem DESCARGA 9.
- DESCARGA 13: COLADERA EN CORRAL DE BASURA.
Idem DESCARGA 9.
- DESCARGA 14: COLADERA EN MÁQUINA MÚLTIPLEX.
Idem DESCARGA 1.
- DESCARGA 15: COLADERA EN CUARTO DE BOMBAS.
Como se vio en el inciso III.1, esta coladera recibe agua solo de forma extraordinaria para el mantenimiento de las cisternas, por lo que no se analiza ningún parámetro.
- DESCARGA 16: DESCARGA DE LOS SERVICIOS SANITARIOS, EXCUSADOS, MINGITORIOS, LAVABOS DE BAÑOS PÚBLICOS Y DE EMPLEADOS.

No se analiza ningún parámetro ya que esta agua residual se puede considerar de tipo doméstico como se verá en el capítulo IV en la Norma 002. Esto también se comentará en el capítulo V, ya que de hecho es una de las recomendaciones que debe hacerse al caso en estudio, la cual consiste en separar los drenajes de servicios sanitarios y pluviales de los drenajes de las aguas residuales de los procesos de operación.

DESCARGA 17: COLADERAS PLUVIALES Y PARA DRENES DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO.

Idem DESCARGA 16.

Con estas consideraciones se obtienen 57 parámetros por muestrear, con lo que el presupuesto para esta tesis quedó de la siguiente manera: $57 \times \$150.00 = \$8,550.00$ (Noviembre 2004).

A continuación en la TABLA 4 se presentan las consideraciones de este inciso III.2.1 y los parámetros por muestrear para cada descarga

TABLA 4. CONSIDERACIONES GENERALES PARA LOS AFOROS Y MUESTREOS EN CADA DESCARGA.

No.	DESCARGA	PARÁMETROS POR MUESTREAR
D1	TORRE DE REFRESCO 1	pH, DBO ₅
D2	TORRE DE REFRESCO 2	pH, DBO ₅
D3	TORRE DE REFRESCO 3	pH, DBO ₅
D4	MÁQUINA DE HIELO	NO APLICA YA QUE SE DESCARGA AGUA SIMPLE
D5	CAFETERA	NO APLICA YA QUE LA DESCARGA SE HACE VERTIENDO LA CHAROLA CON EL AGUA RESIDUAL A LA TARJA DEL ÁREA DE LAVADO
D6	TORRE DE JUGO DE NARANJA	NO APLICA YA QUE LA DESCARGA SE HACE VERTIENDO LA CHAROLA CON EL AGUA RESIDUAL A LA TARJA DEL ÁREA DE LAVADO
D7	TARJA LAVAMANOS	pH, GyA, SSed, TEMP, MF, DBO ₅ , SST
D8	TARJA DE ÁREA DE LAVADO	pH, GyA, SSed, TEMP, MF, DBO ₅ , SST
D9	LAVADORA DE TROPOS DE COCINA Y ÁREA DE MESAS	pH, GyA, SSed, TEMP, MF, DBO ₅ , SST
D10	COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREAS DE COCINA	pH, GyA, SSed, TEMP, MF, DBO ₅ , SST
D11	COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREA DE MESAS	pH, GyA, SSed, TEMP, MF, DBO ₅ , SST
D12	REJILLAS DEL CARRIL DE AUTOSERVICIO	pH, GyA, SSed, TEMP, MF, DBO ₅ , SST
D13	COLADERA CORRAL DE BASURA	pH, GyA, SSed, TEMP, MF, DBO ₅ , SST
D14	COLADERA EN MULTIPLEX	pH, DBO ₅
D15	COLADERA EN CUARTO DE BOMBAS	NO APLICA YA QUE SE DESCARGA AGUA DE LAS CISTERNAS Y DE FORMA EXTRAORDINARIA
D16	SERVICIOS SANITARIOS PÚBLICOS Y PARA EMPLEADOS	NO APLICA DE ACUERDO A LA Norma 002 y capítulo V de ésta tesis
D17	COLADERAS PLUVIALES Y PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	NO APLICA DE ACUERDO A LA Norma 002 y capítulo V de ésta tesis

III.2.1.2 NORMA MEXICANA NMX-AA-003 Aguas residuales-Muestreo

En este inciso se presentan los puntos más importantes de ésta norma, que sirven como base y referencia para la realización de la campaña de aforos y muestreos.

“1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los lineamientos generales y recomendaciones para muestrear las descargas de aguas residuales, con el fin de determinar sus características físicas y químicas, debiéndose observar las modalidades indicadas en las normas de métodos de prueba correspondientes.

3.1 Recipientes para el transporte y conservación de las muestras

Los recipientes para las muestras deben ser de materiales inertes al contenido de las aguas residuales. Se recomiendan los recipientes de polietileno o vidrio.

Las tapas deben proporcionar un cierre hermético en los recipientes y se recomienda que sean de material afín al del recipiente.

Se recomienda que los recipientes tengan una capacidad mínima de 2 dm³ (litros)

3.4 *Hielera o refrigerador.*

3.5 *Material común de laboratorio.*

4 IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

4.1 *Se deben tomar las precauciones necesarias para que en cualquier momento sea posible identificar las muestras. Se deben emplear etiquetas pegadas o colgadas, o numerar los frascos anotándose la información en una hoja de registro. Estas etiquetas deben contener como mínimo la siguiente información:*

Identificación de la descarga.

Número de muestra.

Fecha y hora de muestreo

Punto de muestreo.

Temperatura de la muestra.

Profundidad de muestreo.

Nombre y firma de la persona que efectúa el muestreo.

4.2 *Hoja de registro*

4.2.1 *Se debe llevar una hoja de registro con la información que permita identificar el origen de la muestra y todos los datos que en un momento dado permitan repetir el muestreo.*

4.2.2 *Se recomienda que la hoja de registro contenga la siguiente información:*

Los datos citados en el incisos 4.1

Resultados de pruebas de campo practicados en la descarga muestreada.

Cuando proceda, el gasto o flujo de la descarga de aguas residuales que se muestreó.

Descripción detallada del punto de muestreo de manera que cualquier perronas pueda tomar otras muestras en el mismo lugar.

Descripción cualitativa del olor y el color de las aguas residuales muestreadas.

5 PROCEDIMIENTO

5.1 *Cualquiera que sea el método de muestreo específico que se aplique a cada caso, debe cumplir con los siguientes requisitos.*

5.1.1 *Las muestras deben ser representativas de las condiciones que existan en el punto y hora de muestreo y tener el volumen suficiente para efectuar en él las determinaciones correspondientes.*

5.1.2 *Las muestras deben representar lo mejor posible las características del efluente total que se descarga por el conducto que se muestrea.*

5.3.1.3 *La muestra se transfiere del recipiente muestreador al recipiente de muestreo cuidando que ésta siga siendo significativa.”*

Una vez que se conocen estos requisitos y disposiciones a continuación se pasa a los siguientes incisos relativos al aforo y muestreo de cada una de las descargas en estudio.

III.2.2 Aforos

Los aforos son indispensables para conocer la cantidad de agua residual de cada una de las descargas estudiadas, como se dijo anteriormente se utiliza como referencia la norma NMX-AA-003 Aguas residuales-Muestreo, que esta referida en la Norma 002.

Se deberá medir el volumen de agua residual en el sitio mismo donde se descarga o acceder a la tubería por donde escurre cada corriente o en su caso hacer consideraciones prácticas para la estimación del volumen de agua en función del uso que se hace de ésta para cada descarga.

Por ejemplo la descarga de las torres de refresco se presenta por goteo por lo que se puede usar el método de volumen-tiempo para aforarla; así mismo otro ejemplo es el lavado de pisos, dado que se descargan cubetas con agua residual del lavado de pisos a la coladera, se cuentan la cantidad de cubetas que se llenan y utilizan en un día normal de operación, se miden sus volúmenes con un matraz graduado, se suman estos y la suma se divide entre el tiempo de operación.

Por lo que en la TABLA 5 se presenta un resumen de como se determinó el aforo de cada una de las corrientes de cada descarga de agua residual del restaurante en estudio.

TABLA 5. CONSIDERACIONES PARA LOS AFOROS DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES

CORRIENTE	DESCARGA	AFORO DE CADA DESCARGA (NMX-AA-003)
D1	TORRE DE REFRESCO 1	COMO EL AGUA RESIDUAL SE DESCARGA POR GOTEO, ENTONCES SE UTILIZÓ EL MÉTODO DE VOLUMEN-TIEMPO COLOCANDO UNA BOLSA DE PLÁSTICO COMO RECIPIENTE MUESTREADOR EN LA COLADERA DE PISO Y VERTIENDO EL VOLUMEN CAPTADO A UN RECIPIENTE DE MUESTREO, ÉSTE VOLUMEN SE MIDió CON UN MATRAZ GRADUADO PARA UN DETERMINADO TIEMPO.
D2	TORRE DE REFRESCO 2	IDEM D1.
D3	TORRE DE REFRESCO 3	IDEM D1.
D4	MÁQUINA DE HIELO	IDEM D1.
D5	CAFETERA	ESTE VOLUMEN NO SE MIDió YA QUE SE VIERTI DE LA CHAROLA DE LA MÁQUINA DONDE SE CAPTA A LA TARJA DEL ÁREA DE LAVADO.
D6	TORRE DE JUGO DE NARANJA	IDEM D5
D7	TARJA LAVAMANOS	DURANTE EL LAVADO DE MANOS DE LOS EMPLEADOS SE COLOCÓ UNA BOLSA DE PLÁSTICO COMO RECIPIENTE MUESTREADOR EN LA COLADERA DE PISO QUE ESTÁ BAJO EL MUEBLE Y SE VERTIÓ EL VOLUMEN CAPTADO A UN RECIPIENTE DE MUESTREO MIDIENDO DICHO VOLUMEN CON UN MATRAZ GRADUADO PARA UN DETERMINADO TIEMPO.
D8	TARJA DE ÁREA DE LAVADO	COMO SE VIO EN EL INCISO II.2.4, USO 8, EL LAVADO SE HACE EN TRES PASOS, POR LO QUE EL AFORO SE HIZO EN LOS PASOS 2 Y 3, YA QUE REPRESENTA UN MAYOR VOLUMEN DE AGUA. SE COLOCÓ UNA BOLSA DE PLÁSTICO COMO RECIPIENTE MUESTREADOR EN LA COLADERA DE PISO QUE HAY EN ESTA ÁREA Y POR LA CUAL PASA ESTA CORRIENTE, VACIANDO EL VOLUMEN A UN RECIPIENTE DE MUESTREO Y MIDIÉNDOLO CON UN MATRAZ GRADUADO PARA UN DETERMINADO TIEMPO.
D9	LAVADORA DE TRAJOS DE COCINA Y ÁREA DE MESAS	DESPUES DE CADA LAVADO DE TRAJOS, SE CAPTÓ EL AGUA RESIDUAL DIRECTAMENTE DE LA MANGUERA DE DESCARGA DE LA MISMA MÁQUINA AL FRASCO DE MUESTREO DURANTE LA DESCARGA, SE MIDió ESTE VOLUMEN CON EL MATRAZ GRADUADO PARA UN DETERMINADO TIEMPO.
D10	COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREAS DE COCINA	EN ESTE PUNTO SE HIZO UNA ESTIMACIÓN DEL GASTO, COMO SE VIO EN EL INCISO II.2.4 USO 10, SE UTILIZAN CUBETAS PARA EL LAVADO DE PISOS DE LAS ÁREAS DE COCINA ENTONCES, PRIMERO SE MIDió EL VOLUMEN DE AGUA DE UNA CUBETA, ESTAS CUBETAS SON IDÉNTICAS Y TIENEN UNA MARCA QUE INDICA 8 GAL., ES DECIR 30.3 LTS, LO QUE SE VERIFICÓ CON EL MATRAZ GRADUADO. LUEGO, SE CONTARON CUANTAS CUBETAS SE UTILIZARON AL DÍA QUE FUERON DESCARGADAS A LA COLADERA EN CUESTIÓN. CON ESTO SE OBTUVO EL VOLUMEN, EL CUAL SE DIVIDIÓ ENTRE EL TIEMPO DE OPERACIÓN DEL RESTAURANTE VISTO EN EL INCISO II.2.1.
D11	COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREA DE MESAS	IDEM DESCARGA 10.
D12	REJILLAS DEL CARRIL DE AUTOSERVICIO	IDEM DESCARGA 10.
D13	COLADERA CORRAL DE BASURA	IDEM DESCARGA 10.
D14	COLADERA EN MULTIPLEX	IDEM DESCARGA 1.
D15	COLADERA EN CUARTO DE BOMBAS	NO SE AFORÓ DEBIDO A LO VISTO EN LA TABLA 4 PARA ESTA DESCARGA.
D16	SERVICIOS SANITARIOS PÚBLICOS Y PARA EMPLEADOS	NO SE AFORÓ DEBIDO A LO VISTO EN LA TABLA 4 PARA ESTA DESCARGA.
D17	COLADERAS PLUVIALES Y PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	IDEM DESCARGA 16.

TODAS LAS MEDICIONES DE VOLÚMENES Y TIEMPOS QUE SE HICIERON SE ANOTARON EN LA HOJA DE CAMPO 1 ANEXO A.

III.2.3 Muestreos

Un muestreo consiste en la obtención de agua de una fuente, por ejemplo se puede hacer un muestreo de una fuente de captación o de la red de abastecimiento de agua potable. Para el caso en estudio se trata de descargas de agua residual, que como se vio en las FIG. 8 y 9, todas estas corrientes concurren a un mismo punto de descarga general que es el albañal de la edificación para descargar finalmente al alcantarillado público.

De acuerdo a la Norma 002, para conocer la calidad de las aguas residuales de una descarga se deben tomar en consideración los siguientes incisos de la misma:

“3.12 Muestra simple

La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, el volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo.”

4.10 Los valores de los parámetros en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal a que se refiere esta Norma, se obtendrán de análisis de muestras compuestas, que resulten de la mezcla de las muestras simples, tomadas éstas en volúmenes proporcionales al caudal medido en el sitio y en el momento del muestreo, de acuerdo con la TABLA 2.

TABLA 2

FRECUENCIA DE MUESTREO			
HORAS POR DIA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA DESCARGA	NUMERO DE MUESTRAS SIMPLES	INTERVALO MAXIMO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS)	
		MINIMO	MAXIMO
Menor que 4	Mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

Entonces en función de esto se consideró lo siguiente:

Con relación al hidrograma de la FIG. 5 presentado en el inciso II.2.2 relativo al uso del agua potable, se consideró que éste es similar al hidrograma de descarga de agua residual. Entonces se tuvo un hidrograma sobre el cual plantear los puntos en los cuales se tomarían las muestras. De acuerdo a la Norma 002 se deben tomar 6 muestras simples ya que el período de operación del restaurante es de 14.0 horas. Así mismo como se vio en el párrafo anterior el muestreo se debe realizar en los momentos que el proceso generador de la descarga refleje los momentos mas representativos de las actividades en las que se use el agua. Por lo que en la FIG. 10 se presentan los horarios en los que se decidió hacer los 6 muestreos indicados por normatividad sobre la base del hidrograma de uso del agua potable del capítulo II.

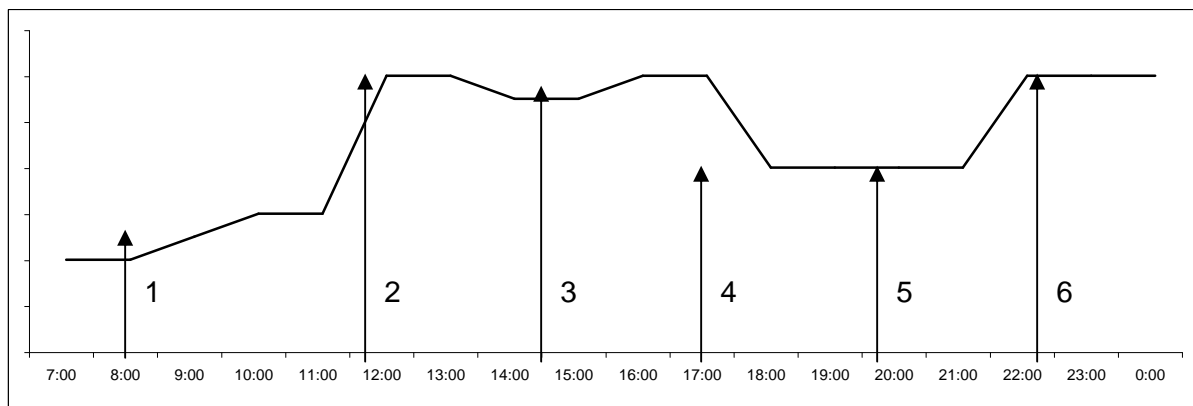


FIG. 10. HIDROGRAMA DE DESCARGA DE AGUA Y PROPUESTA DE MUESTREOS.

Entonces los muestreos que se realizaron fueron en los siguientes horarios:

TABLA 6. HORARIOS DE MUESTREOS.

MUESTREO	HORA
1	09:00
2	12:30
3	15:00
4	17:30
5	20:00
6	22:30

De acuerdo a las consideraciones hechas hasta ahora y una vez que se conocieron cada una de las descargas de agua residual, los parámetros por analizar y los horarios para los muestreos, solo falta describir como fue la campaña de aforos y muestreos.

Es importante repetir que para llevar a cabo un trabajo profesional lo recomendable era hacer una campaña de aforos y muestreos cuando menos durante un año de operación, con esto se conocería con mayor exactitud la cantidad y calidad de agua residual generada, sin embargo, se hace hincapié nuevamente que para efectos de la tesis ésto resulta incosteable. Entonces en conjunto con el gerente de la unidad se estudió cuándo sería un día normal de operación para llevar a cabo dicha campaña, el gerente comentó que conforme avanza la semana, es decir de lunes a viernes, va incrementando la cantidad de público que visita el restaurante, y de viernes a domingo se presenta la mayor afluencia del mismo. Por lo que se tomó la decisión de realizar el muestreo en un día viernes que no cayera dentro de días de asueto o en período de vacaciones, por ser un día promedio representativo de la operación del restaurante.

III.2.3.1 Material y equipo para los muestreos:

Nuevamente con base en la norma NMX-AA-003 a continuación se especifica el material y equipo que se utilizaron para llevar a cabo la campaña de aforos y muestreos, así como la descripción de la misma.

MATERIAL NECESARIO.-

- Envases de vidrio y plástico de cierre hermético de cuando menos un litro de capacidad, esterilizados por dentro para la recolección de las muestras, estos envases se llaman recipientes de muestreo. Se llevaron 6 frascos de 1 litro por descarga, es decir, 6 frascos x 12 descargas igual a 72 frascos en total.

- Etiquetas adheribles para la identificación de cada recipiente de muestreo, en estas etiquetas se anotó la identificación de la descarga, el número de la muestra, fecha y hora de muestreo y punto del mismo.
- Bolsas y vasos de plástico, de cuando menos un litro, enjuagados por dentro para la obtención de las muestras, estas bolsas y vasos se llaman recipientes muestreadores.
- 6 Hieleras para contener los recipientes de muestreo con hielo.
- Termómetro para la medición de la temperatura en sitio.
- Potenciómetro digital para la medición del pH en sitio.
- 1 m² de malla de alambre de acero de cuadros de 3x3 mm.
- Cronómetro, bata y guantes de latex.

DESCRIPCIÓN DE LA CAMPAÑA DE AFOROS Y MUESTREOS.-

El aforo y muestreo de las diversas corrientes se realizó el 12 de Noviembre del 2004, de la siguiente manera:

Se elaboró una hoja de campo que se adjunta en el Anexo A, donde se indicaron las descargas, el número de muestra, punto de la descarga, hora de aforo, métodos de aforo, tiempos de aforo, volúmenes de aforo, observaciones; se etiquetaron los recipientes de muestreo, se tomaron las muestras de acuerdo a lo establecido en la TABLA 5 y en la FIG. 10, midiendo y anotando en sitio la temperatura, el pH y la presencia de materia flotante, estas muestras se sellaron y se preservaron en una hielera con hielo, se transportaron y se entregaron al laboratorio Multiassay S. A. de C. V., que estaba autorizado para realizar los análisis correspondientes a los parámetros predeterminados de la TABLA 3.

Finalmente hay que comentar que el encargado del laboratorio pidió cuando menos de 2 a 4 litros de volumen de agua residual de cada una de las descargas para los análisis de las muestras, lo cual coincide con la normatividad aplicable.

III.2.4 Memoria de cálculo

A.- MUESTREO Y AFORO DE GASTOS EN TORRES DE REFRESCOS, MÁQUINA DE HIELO Y MÁQUINA MÚLTIPLEX, DESCARGAS D1, D2, D3, D4, D14.

EN LAS SALIDAS DE ESTAS MÁQUINAS, EL AGUA RESIDUAL DESCARGA POR GOTEO, SE AFORÓ CON EL MÉTODO DE VOLUMEN-TIEMPO COLOCANDO UNA BOLSA DE PLÁSTICO COMO RECIPIENTE MUESTREADOR BAJO LA DESCARGA DE PVC DE CADA MÁQUINA DURANTE UN TIEMPO DE 40 min., Y VACIANDO EL CONTENIDO AL RECIPIENTE DE MUESTREO, LOS VOLÚMENES SE MIDIERON CON UN MATRAZ GRADUADO. ESTOS PUNTOS DE MUESTREO SE ESPECIFICAN EN LA FIGURA 11.

LA OBTENCIÓN DE LOS GASTOS SE REALIZÓ EN MILILITROS POR MINUTO Y A CONTINUACIÓN SE TRANSFORMARON A LITROS POR SEGUNDO.

UNIDADES:

1 l = 1000 ml, 1 min. = 60 seg., factor de transformación: Ft = 0.0000166666

EN LA TABLA 7 SE PRESENTAN LOS GASTOS AFORADOS PARA LOS 6 MUESTREOS EFECTUADOS EN ESTA DESCARGA.

TABLA 7. VOLÚMENES Y GASTOS PARA LOS MUESTREOS DE LAS DESCARGAS D1, D2, D3, D4 Y D14.

MUESTREO	HORA	VOL D1	VOL D2	VOL D3	VOL D14	GASTO D1	GASTO D2	GASTO D3	GASTO D14
		ml	ml	ml	ml	l/s	l/s	l/s	l/s
1	09:00	0.00	0.00	296.00	144.00	0.000000	0.000000	0.000123	0.000060
2	12:30	356.00	466.00	434.00	264.00	0.000148	0.000194	0.000181	0.000110
3	15:00	1072.00	1572.00	1394.00	570.00	0.000447	0.000655	0.000581	0.000237
4	17:30	516.00	592.00	904.00	300.00	0.000215	0.000247	0.000377	0.000125
5	20:00	448.00	378.00	510.00	330.00	0.000187	0.000157	0.000212	0.000137
6	22:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

EJEMPLO DE CÁLCULO:

Vol. = 1072 ml, tiempo = 40 min., por lo tanto $Q = (1072/40) * Ft = 0.000447$ l/s

B.- MUESTREO Y AFORO DE GASTO EN TARJA LAVAMANOS, DESCARGA D7.

DURANTE EL LAVADO DE MANOS DE LOS EMPLEADOS, SE AFORÓ CON EL MÉTODO VOLUMEN-TIEMPO EN LA COLADERA QUE ESTÁ EN EL PISO BAJO LA TARJA LLENANDO UNA BOLSA DE PLÁSTICO COMO RECIPIENTE MUESTREADOR, SE LLENÓ DURANTE LA DESCARGA POR 1 min., POR LAVADO VACIANDO AL RECIPIENTE DE MUESTREO. EL VOLÚMEN SE MIDió CON UN MATRAZ GRADUADO. ESTE PUNTO DE MUESTREO SE ESPECIFICA EN LA FIGURA 11.

LA OBTENCIÓN DE LOS GASTOS SE REALIZÓ EN MILILITROS POR MINUTO Y A CONTINUACIÓN SE TRANSFORMARON A LITROS POR SEGUNDO.

UNIDADES:

1 l = 1000 ml, 1 min. = 60 seg., factor de transformación: $Ft = 0.0000166666$

EN LA TABLA 8 SE PRESENTAN LOS GASTOS AFORADOS PARA LOS 6 MUESTREOS EFECTUADOS EN ESTA DESCARGA.

TABLA 8. VOLÚMENES Y GASTOS PARA EL MUESTREO DE LA DESCARGAS D7.

MUESTREO	HORA	VOL D7	GASTO D7
		ml	l/s
1	09:00	450.00	0.007500
2	12:30	588.00	0.009800
3	15:00	492.00	0.008200
4	17:30	665.00	0.011083
5	20:00	538.00	0.008966
6	22:30	466.00	0.007766

EJEMPLO DE CÁLCULO:

Vol. = 450 ml, tiempo = 1 min., por lo tanto $Q = (450/1) * Ft = 0.000747$ l/s

C.- MUESTREO Y AFORO DE GASTO EN TARJA DE ÁREA DE LAVADO, DESCARGA D8.

DURANTE EL LAVADO DE EQUIPOS Y UTENSILIOS, SE AFORÓ CON EL MÉTODO VOLUMEN-TIEMPO EN LA COLADERA QUE ESTÁ EN EL PISO BAJO LA TARJA LLENANDO UNA BOLSA DE PLÁSTICO, SE LLENÓ DURANTE LA DESCARGA DE LAS TARJAS, SE TOMÓ UN TIEMPO DE 10 seg., VACIANDO AL RECIPIENTE DE MUESTREO. EL VOLÚMEN SE MIDió CON UN MATRAZ GRADUADO. ESTE PUNTO DE MUESTREO SE ESPECIFICA EN LA FIGURA 11.

LA OBTENCIÓN DE LOS GASTOS SE REALIZÓ EN MILILITROS POR SEGUNDO Y A CONTINUACIÓN SE TRANSFORMARON A LITROS POR SEGUNDO.

UNIDADES:

1 l = 1000 ml, factor de transformación: $Ft = 0.001$

EN LA TABLA 9 SE PRESENTAN LOS GASTOS AFORADOS PARA LOS 6 MUESTREOS EFECTUADOS EN ESTA DESCARGA.

TABLA 9. VOLÚMENES Y GASTOS PARA EL MUESTREO DE LA DESCARGAS D8.

MUESTREO	HORA	VOL D8	GASTO D8
		ml	l/s
1	9:00	770,00	0,077000
2	12:30	1626,00	0,162600
3	15:00	0,00	0,000000
4	17:30	480,00	0,048000
5	20:00	0,00	0,000000
6	22:30	1974,00	0,197400

EJEMPLO DE CÁLCULO:

Vol. = 813 ml, tiempo = 5 seg., por lo tanto $Q = (813/5) * Ft = 0.1626$ l/s

D.- MUESTREO Y AFORO DE GASTO EN LAVADORA DE TRAJOS DE COCINA, DESCARGA 9.

EN LA DESCARGA DE ESTE LAVADO, SE VERTIÓ DIRECTAMENTE DE LA MANGUERA DE DESCARGA DE LA LAVADORA AL RECIPIENTE DE MUESTREO UTILIZANDO EL MÉTODO DE VOLUMEN-TIEMPO, TIEMPO DE

MUESTREO 3 seg EL VOLÚMEN SE MIDió CON UN MATRAZ GRADUADO. ESTE PUNTO DE MUESTREO SE ESPECIFICA EN LA FIGURA 11.

LA OBTENCIÓN DE LOS GASTOS SE REALIZó EN MILILITROS POR SEGUNDO Y A CONTINUACIÓN SE TRANSFORMARON A LITROS POR SEGUNDO.

UNIDADES:

1 l = 1000 ml, factor de transformación: Ft = 0.001

EN LA TABLA 10 SE PRESENTAN LOS GASTOS AFORADOS PARA LOS 6 MUESTREOS EFECTUADOS EN ESTA DESCARGA.

TABLA 10. VOLÚMENES Y GASTOS PARA EL MUESTREO DE LA DESCARGAS D9.

MUESTREO	HORA	VOL D9	GASTO D9
		ml	l/s
1	9:00	0,00	0,000000
2	12:30	905,00	0,301666
3	15:00	0,00	0,000000
4	17:30	962,00	0,320660
5	20:00	0,00	0,000000
6	22:30	855,00	0,285000

EJEMPLO DE CÁLCULO:

$$\text{Vol.} = 905 \text{ ml, tiempo} = 3 \text{ seg., por lo tanto } Q = (905/3) * Ft = 0.1131 \text{ l/s}$$

E.- MUESTREO Y ESTIMACIÓN DE GASTO EN COLADERA EN CUARTO DE LAVADO ÁREAS DE COCINA, DESCARGA 10.

COMO SE INDICA EN LA TABLA 5 SE CONTARON LA CANTIDAD DE CUBETAS AL DÍA UTILIZADAS PARA LAVAR LOS PISOS DE ESTAS ÁREAS. ESTAS CUBETAS TIENEN UNA MARCA QUE INDICA 8 GALONES, LO CUAL SE VERIFICó CON EL MATRAZ GRADUADO. CON ESTO SE PROCEDE A LA ESTIMACIÓN DEL GASTO:

LAVADOS DURANTE EL DÍA =	3
CUBETAS USADAS EN CADA LAVADO =	4
CUBETAS USADAS DURANTE EL DÍA =	12
VOLUMEN DE CADA CUBETA =	30.3 l (8 gal)
VOLUMEN DE AGUA USADA DURANTE EL DÍA =	363.60 l
TIEMPO DE OPERACIÓN (8:00 – 22:00 HRS) =	14 horas (50400 seg)
GASTO ESTIMADO =	0.0072 l/s

LAS MUESTRAS SE TOMARON CON EL FRASCO DE MUESTREO DIRECTAMENTE DE LAS CUBETAS AL FINAL DE CADA LAVADO ANTES DE VACIARLAS. ESTE PUNTO DE MUESTREO SE ESPECIFICA EN LA FIGURA 11.

F.- MUESTREO Y ESTIMACIÓN DE GASTO EN COLADERA EN CUARTO DE LAVADO ÁREAS DE MESAS, DESCARGA 11.

COMO SE INDICA EN LA TABLA 5 SE CONTARON LA CANTIDAD DE CUBETAS AL DÍA UTILIZADAS PARA LAVAR LOS PISOS DE ESTAS ÁREAS. ESTAS CUBETAS TIENEN UNA MARCA QUE INDICA 8 GALONES, LO CUAL SE VERIFICó CON EL MATRAZ GRADUADO. CON ESTO SE PROCEDE A LA ESTIMACIÓN DEL GASTO:

LAVADOS DURANTE EL DÍA =	3
CUBETAS USADAS EN CADA LAVADO =	6
CUBETAS USADAS DURANTE EL DÍA =	18
VOLUMEN DE CADA CUBETA =	30.3 l (8 gal)
VOLUMEN DE AGUA USADA DURANTE EL DÍA =	545.4 l
TIEMPO DE OPERACIÓN (8:00 – 22:00 HRS) =	14 horas (50400 seg)
GASTO ESTIMADO =	0.01082 l/s

LAS MUESTRAS SE TOMARON CON EL FRASCO DE MUESTREO DIRECTAMENTE DE LAS CUBETAS AL FINAL DE CADA LAVADO ANTES DE VACIARLAS. ESTE PUNTO DE MUESTREO SE ESPECIFICA EN LA FIGURA 11.

G.- MUESTREO Y ESTIMACIÓN DEL GASTO EN REJILLAS AUTOSERVICIO, DESCARGA 12.

COMO SE INDICA EN LA TABLA 5 SE CONTARON LA CANTIDAD DE CUBETAS AL DÍA UTILIZADAS PARA LAVAR LOS PISOS DE ESTAS ÁREAS. COMO SE VIO, ESTAS CUBETAS TIENEN UNA MARCA QUE INDICA 8

GALONES, LO CUAL SE VERIFICÓ CON EL MATRAZ GRADUADO. LAS MUESTRAS SE TOMARON DE LA LÍNEA DE 20 CM. EN UNO DE LOS REGISTROS A LOS QUE SE TIENE ACCESO, SE TOMARON CON UN VASO DE PLÁSTICO COMO RECIPIENTE MUESTRADOR Y SE VERTIERON AL RECIPIENTE DE MUESTREO, SE TOMÓ UNA MUESTRA DEL LAVADO Y OTRA DEL ENJUAGUE. CON ESTOS DATOS SE PROCEDE A LA ESTIMACIÓN DEL GASTO:

LAVADOS DURANTE EL DÍA =	1
CUBETAS USADAS EN CADA LAVADO =	4
CUBETAS USADAS DURANTE EL DÍA =	4
VOLUMEN DE CADA CUBETA =	30.3 l (8 gal)
VOLUMEN DE AGUA USADA DURANTE EL DÍA =	121.20 l
TIEMPO DE OPERACIÓN (8:00 – 22:00 HRS) =	14 horas (50400 seg)
GASTO ESTIMADO =	0.0025 l/s

ESTE PUNTO DE MUESTREO SE ESPECIFICA EN LA FIGURA 11.

H.- MUESTREO Y ESTIMACIÓN DEL GASTO EN COLADERA CORRAL DE BASURA.

COMO SE INDICA EN LA TABLA 5 SE CONTARON LA CANTIDAD DE CUBETAS AL DÍA UTILIZADAS PARA LAVAR LOS PISOS DE ESTAS ÁREAS. COMO SE VIO, ESTAS CUBETAS TIENEN UNA MARCA QUE INDICA 8 GALONES, LO CUAL SE VERIFICÓ CON EL MATRAZ GRADUADO. CONSIDERANDO QUE ESTE LAVADO SÓLO SE HACE UNA VEZ AL DÍA, SE TOMÓ UNA MUESTREO DEL LAVADO Y OTRA DEL ENJUAGUE COLOCANDO UNA BOLSA DE PLÁSTICO COMO RECIPIENTE MUESTRADOR EN LA COLADERA DE PISO Y VERTIENDO EL VOLUMEN AL RECIPIENTE DE MUESTREO. FINALMENTE SE PROCEDE A LA ESTIMACIÓN DEL GASTO:

LAVADOS DURANTE EL DÍA =	1
CUBETAS USADAS EN CADA LAVADO =	4
CUBETAS USADAS DURANTE EL DÍA =	4
VOLUMEN DE CADA CUBETA =	30.3 l (8 gal)
VOLUMEN DE AGUA USADA DURANTE EL DÍA =	121.20 l
TIEMPO DE OPERACIÓN (8:00 – 22:00 HRS) =	14 horas (50400 seg)
GASTO ESTIMADO =	0.0025 l/s

ESTE PUNTO DE MUESTREO SE ESPECIFICA EN LA FIGURA 11.

POR ÚLTIMO EN LA TABLA 11 SE PRESENTAN LOS VOLÚMENES DE LAS MUESTRAS TOMADAS POR DESCARGA Y LOS HORARIOS DE MUESTREO EN CADA DESCARGA.

TABLA 11. VOLÚMENES Y HORARIOS DE LAS MUESTRAS TOMADAS.

CORRIENTE	DESCARGA	MUESTRA 1 HORA: 9:00 VOL. (litros)	MUESTRA 2 HORA: 12:30 VOL. (litros)	MUESTRA 3 HORA: 15:00 VOL. (litros)	MUESTRA 4 HORA: 17:30 VOL. (litros)	MUESTRA 5 HORA: 20:00 VOL. (litros)	MUESTRA 6 HORA: 22:30 VOL. (litros)
D1	TORRE DE REFRESCO 1	0.000	0.356	1.072	0.516	0.448	0.000
D2	TORRE DE REFRESCO 2	0.000	0.466	1.572	0.592	0.378	0.000
D3	TORRE DE REFRESCO 3	0.296	0.434	1.394	0.904	0.510	0.000
D4	MÁQUINA DE HIELO	0.170	0.236	0.690	0.394	0.376	0.000
D5	CAFETERA*	---	---	---	---	---	---
D6	TORRE DE JUGO DE NARANJA*	---	---	---	---	---	---
D7	TARJA LAVAMANOS	0.450	0.588	0.492	0.665	0.538	0.466
D8	TARJA DE ÁREA DE LAVADO	0.770	1.626	0.000	0.480	0.000	1.974
D9	LAVADORA DE TPAPOS DE COCINA Y ÁREA DE MESAS	0.000	0.905	0.000	0.962	0.000	0.855
D10	COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREAS DE COCINA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
D11	COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREA DE MESAS	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
D12	REJILLAS DEL CARRIL DE AUTOSERVICIO ¹	1.000 1.000	---	---	---	---	---
D13	COLADERA CORRAL DE BASURA ¹	---	---	---	---	---	1.000 1.000
D14	COLADERA EN MULTIPLEX	0.144	0.264	0.570	0.300	0.330	0.000
D15	COLADERA EN CUARTO DE BOMBAS ²	---	---	---	---	---	---
D16	SERVICIOS SANITARIOS PÚBLICOS Y PARA EMPLEADOS*	---	---	---	---	---	---
D17	COLADERAS PLUVIALES Y PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO*	---	---	---	---	---	---

* NO SE MUESTREARON DE ACUERDO A LO VISTOS EN LAS TABLAS 4 Y 5.

¹ SE TOMARON DOS VOLUMENES: 1 DEL LAVADO, Y OTRO DEL ENJUAGUE, YA QUE ESTOS PROCESOS NO SE REPITEN DURANTE LA OPERACIÓN.

A CONTINUACIÓN EN LA TABLA 12 SE PRESENTAN LOS GASTOS PARA CADA MOMENTO DE MUESTREO EN CADA DESCARGA.

TABLA 12. GASTOS PARA CADA MUESTRA TOMADA.

CORRIENTE	DESCARGA	MUESTRA 1 HORA: 9:00 GASTO (litros/seg)	MUESTRA 2 HORA: 12:30 GASTO (litros/seg)	MUESTRA 3 HORA: 15:00 GASTO (litros/seg)	MUESTRA 4 HORA: 17:30 GASTO (litros/seg)	MUESTRA 5 HORA: 20:00 GASTO (litros/seg)	MUESTRA 6 HORA: 22:30 GASTO (litros/seg)
D1	TORRE DE REFRESCO 1	0.000000	0.000148	0.000447	0.000215	0.000187	0.000000
D2	TORRE DE REFRESCO 2	0.000000	0.000194	0.000655	0.000247	0.000157	0.000000
D3	TORRE DE REFRESCO 3	0.000123	0.000181	0.000581	0.000377	0.000212	0.000000
D4	MÁQUINA DE HIELO	0.000071	0.000098	0.000287	0.000164	0.000157	0.000000
D5	CAFETERA*	---	---	---	---	---	---
D6	TORRE DE JUGO DE NARANJA*	---	---	---	---	---	---
D7	TARJA LAVAMANOS	0.007500	0.009800	0.008200	0.011083	0.008966	0.007766
D8	TARJA DE ÁREA DE LAVADO	0.007700	0.162600	0.000000	0.048000	0.000000	0.197400
D9	LAVADORA DE TPAPOS DE COCINA Y ÁREA DE MESAS	0.000000	0.301666	0.000000	0.3206600	0.000000	0.285000
D10	COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREAS DE COCINA	0.007200	0.007200	0.007200	0.007200	0.007200	0.007200
D11	COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREA DE MESAS	0.010820	0.010820	0.010820	0.010820	0.010820	0.010820
D12	REJILLAS DEL CARRIL DE AUTOSERVICIO	0.002500 0.002500	---	---	---	---	---
D13	COLADERA CORRAL DE BASURA	---	---	---	---	---	0.002500 0.002500
D14	COLADERA EN MULTIPLEX	0.000060	0.000110	0.000237	0.000125	0.000137	0.000000
D15	COLADERA EN CUARTO DE BOMBAS	---	---	---	---	---	---
D16	SERVICIOS SANITARIOS PÚBLICOS Y PARA EMPLEADOS	---	---	---	---	---	---
D17	COLADERAS PLUVIALES Y PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	---	---	---	---	---	---

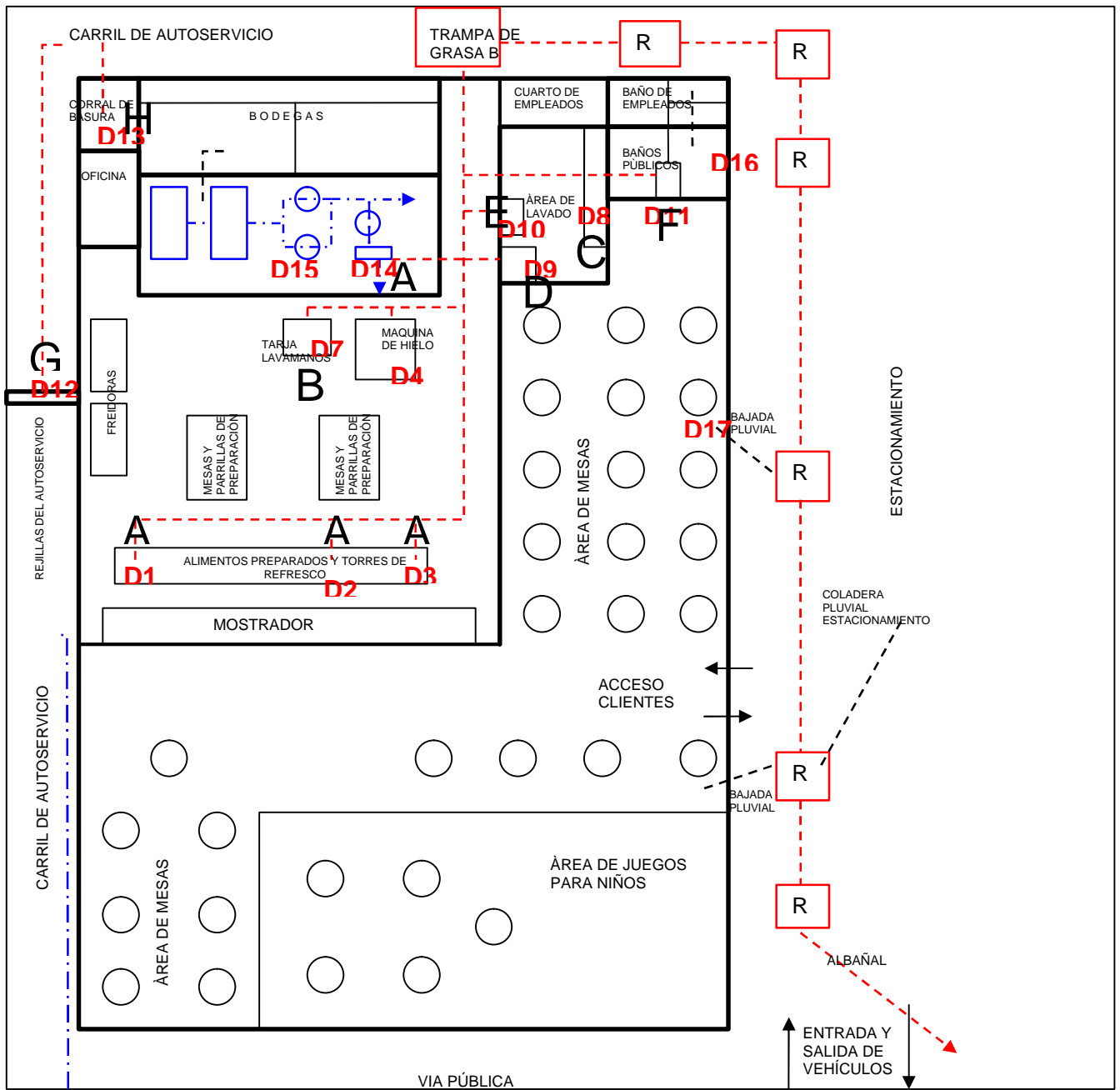


FIG. 11. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.

III.2.5 Análisis y resultados.

Como se comentó en el inciso III.2.1 las muestras colectadas se llevaron a un laboratorio autorizado.

Finalmente a las dos semanas del muestreo, es decir el 26 de Noviembre de 2004, el laboratorio entregó los resultados, los cuales se transcriben a continuación en la TABLA 13.

TABLA 13. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS PRACTICADOS A LAS MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES DEL RESTAURANTE EN ESTUDIO

CORRIENTE	DESCARGA	pH (unidades)	TEMPERATURA (°C)	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO ₅ (mg/l)	GRASAS Y ACEITES (mg/l)	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/l)	SÓLIDOS SEDIMENTABLES (ml/l)	MATERIA FLOTANTE
	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES FIJADOS EN LA NORMA 002	5.5-10	40	150	75	125	7.5	AUSENTE
D1	TORRE DE REFRESCO 1	6.80	N.A.	785	N.A.	N.A.	N.A.	AUSENTE
D2	TORRE DE REFRESCO 2	6.65	N.A.	770	N.A.	N.A.	N.A.	AUSENTE
D3	TORRE DE REFRESCO 3	6.82	N.A.	780	N.A.	N.A.	N.A.	AUSENTE
D4	MÁQUINA DE HIELO	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	AUSENTE
D5	CAFETERA	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	AUSENTE
D6	TORRE DE JUGO DE NARANJA	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	AUSENTE
D7	TARJA LAVAMANOS	8.19	N.A.	115	35.60	76.30	0.5	AUSENTE
D8	TARJA DE ÁREA DE LAVADO	8.85	42.10	590	184.70	320.80	5.0	PRESENTE
D9	LAVADORA DE TPAPOS DE COCINA Y ÁREA DE MESAS	7.74	N.A.	320	165.50	109.50	0.2	AUSENTE
D10	COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREAS DE COCINA	8.35	38.40	1400	140.80	420.80	4.5	AUSENTE
D11	COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREA DE MESAS	8.49	34.20	980	120.30	285.70	3.5	AUSENTE
D12	REJILLAS DEL CARRIL DE AUTOSERVICIO	8.95	25.60	550	26.50	148.20	1.5	AUSENTE
D13	COLADERA CORRAL DE BASURA	8.80	28.50	1265	158.40	358.60	3.5	PRESENTE
D14	COLADERA EN MULTIPLEX	6.21	N.A.	658	N.A.	N.A.	N.A.	AUSENTE
D15	COLADERA EN CUARTO DE BOMBAS	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	AUSENTE
D16	SERVICIOS SANITARIOS PÚBLICOS Y PARA EMPLEADOS	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	AUSENTE
D17	COLADERAS PLUVIALES Y PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	AUSENTE

N.A. NO APLICA DE ACUERDO A LO VISTO EN LAS TABLAS 4 Y 5.

LOS PARÁMETROS pH Y TEMPERATURA SE MIDIERON EN SITIO Y LOS VALORES DE LA TABLA SON EL PROMEDIO DE LOS MUESTREOS INSTANTÁNEOS, EL pH CUMPLIÓ CON LA NORMA 002 NO ASÍ LA TEMPERATURA COMO SE MUESTRA EN LA HOJA DE CAMPO ANEXO A.

LOS DEMAS PARÁMETROS SE ANALIZARON DE MUESTRAS COMPUESTAS DE ACUERDO AL PUNTO No. 4.10 DE LA NORMA 002: "4.10 Los valores de los parámetros en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.....se obtendrán de análisis de muestras compuestas que resulten de la mezcla de las muestras simples, tomadas éstas en volúmenes proporcionales al caudal medido en el sitio y en el momento del muestreo...."

LOS VALORES PERMISIBLES DE LA NORMA PARA LA DBO₅ Y LOS SST SE OBTUVIERON DE LA TABLA 2 DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996, CONSIDERANDO USO PÚBLICO URBANO SEGÚN REQUERIMIENTO DE LA DIRECCIÓN DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL.

PARA LAS GRASAS Y ACEITES ES EL PROMEDIO PONDERADO EN FUNCIÓN DEL CAUDAL RESULTANTES DE LOS ANÁLISIS PRACTICADOS A CADA UNA DE LAS MUESTRAS SIMPLES, PUNTO 4.1 DE LA NORMA 002.

LA HOJA DE CAMPO DE LOS AFOROS Y MUESTREOS SE PRESENTA EN EL ANEXO A.

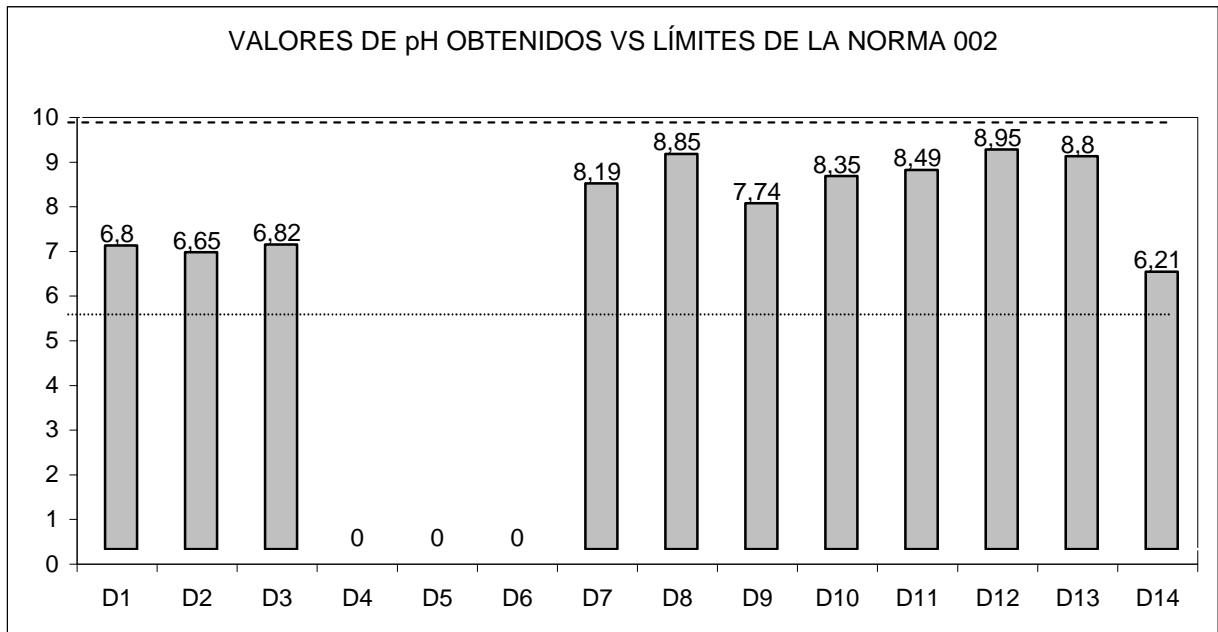
III.2.6 Evaluación de los resultados.

Para evaluar los resultados se presenta a continuación la TABLA 14.

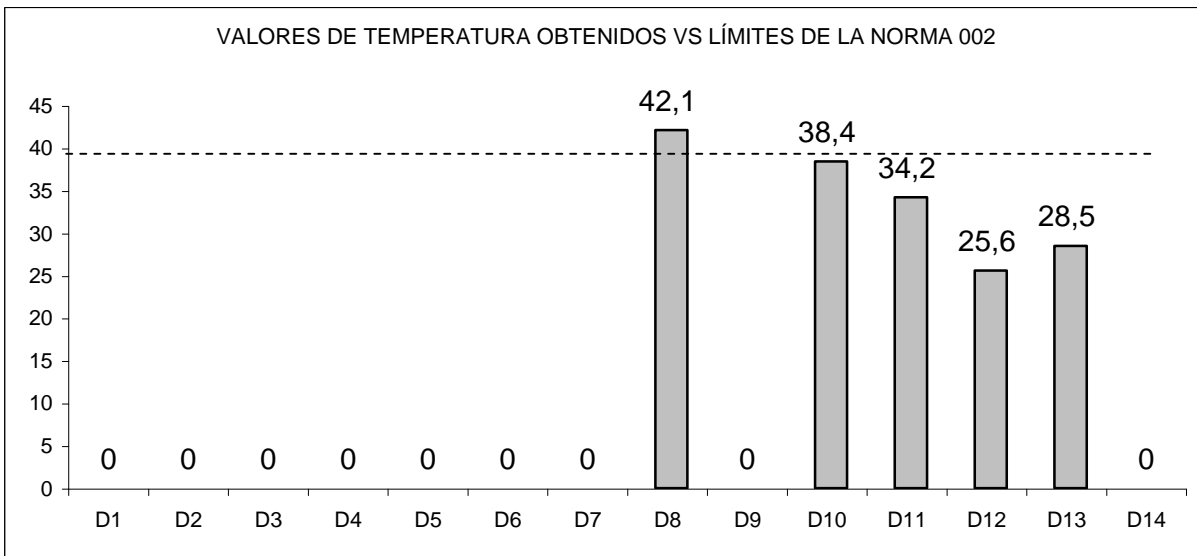
TABLA 14. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS.

PARAMETRO	EVALUACIÓN
pH	En todas las descargas muestreadas, el valor del pH medido se encuentra dentro del ámbito establecido en la Norma 002.
Temperatura	Solo en la tarja de lavado DESCARGA 8, se presenta agua residual a mayor temperatura que lo indicado en la Norma 002.
DBO ₅	En las descargas muestreadas se superan los valores de la Norma 002, con excepción de la tarja lavamanos DESCARGA 7.
Grasas y Aceites	En las descargas muestreadas se superan los valores de la Norma 002, con excepción de la tarja lavamanos DESCARGA 7 y las rejillas de carril de autoservicio DESCARGA 12.
SST	En las descargas muestreadas se superan los valores de la Norma 002, con excepción de la tarja lavamanos DESCARGA 7 y la descarga de la lavadora DESCARGA 9.
Sólidos Sedimentables	En las descargas muestreadas se cumple con el límite establecido en la Norma 002.
Materia Flotante	No se encontró materia flotante en las descargas muestreadas con excepción de la tarja de lavado DESCARGA 8 y el corral de basura DESCARGA 13.

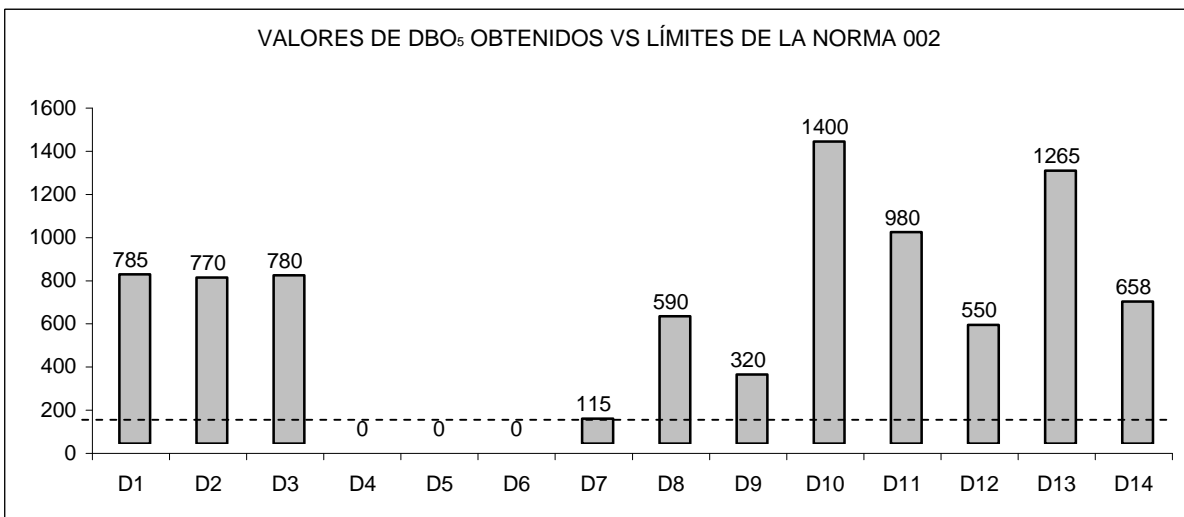
A continuación se presentan las gráficas de los valores obtenidos mediante los análisis para cada descarga, contra los valores de los límites permisibles que establece la Norma 002 en cada uno de los 7 parámetros propuestos y para cada una de las 14 descargas estudiadas.



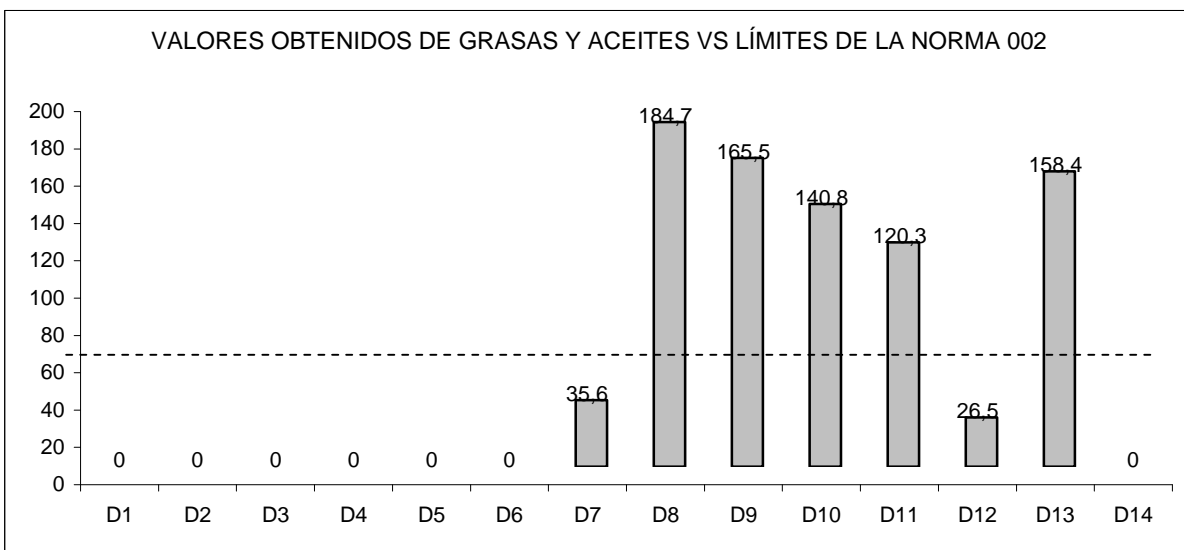
LÍMITE MÍNIMO PERMITIDO EN LA NORMA 002, 5.50, unidades de pH
 LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO EN LA NORMA 002, 10.0, unidades de pH



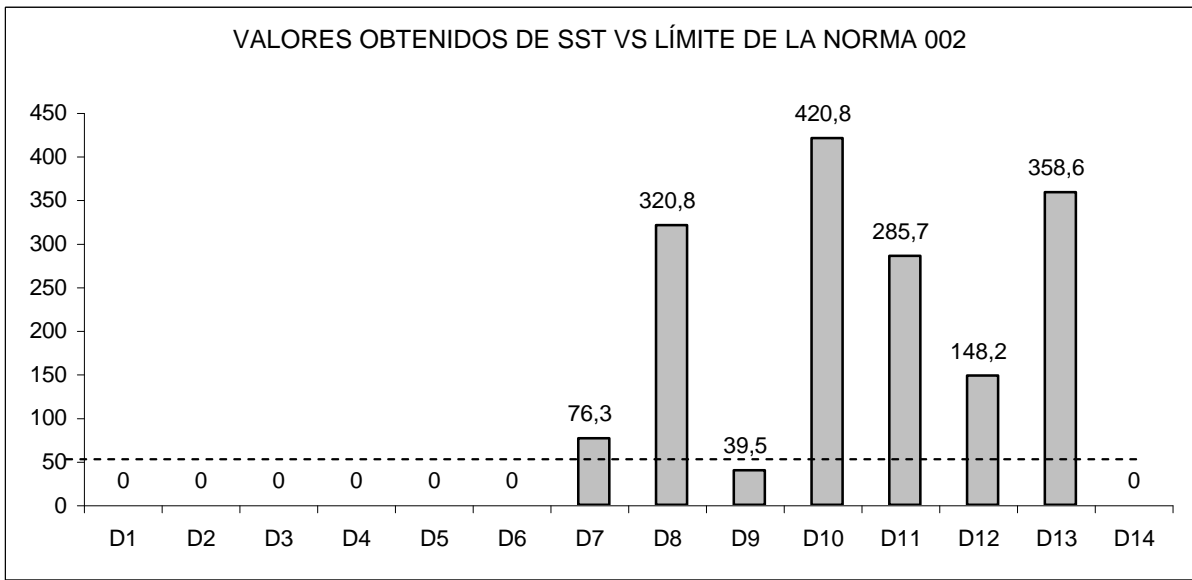
LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO EN LA NORMA 002, 40 ° C



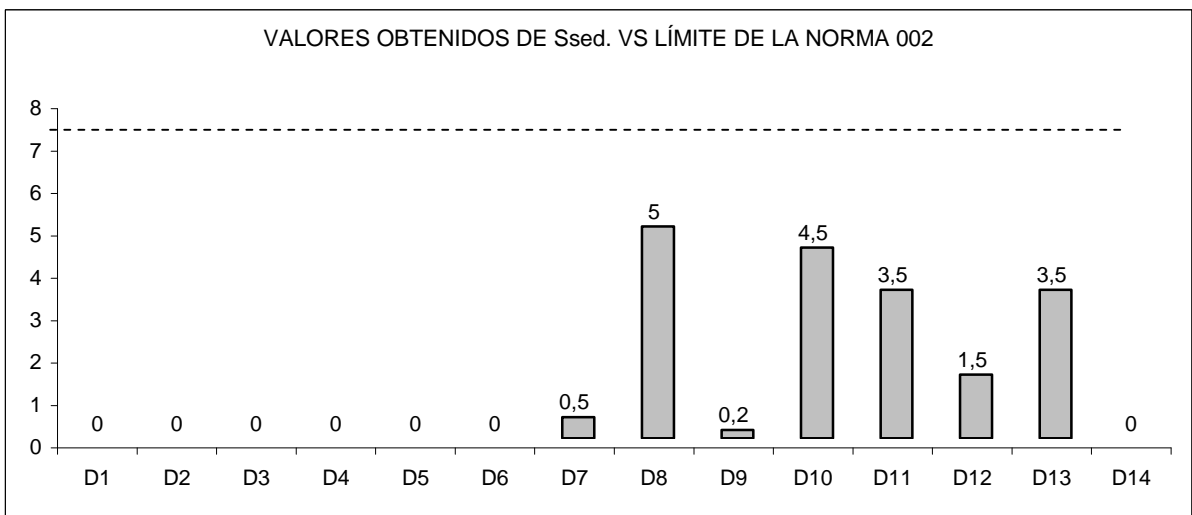
LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO EN LA NORMA 002, 150 mg/l



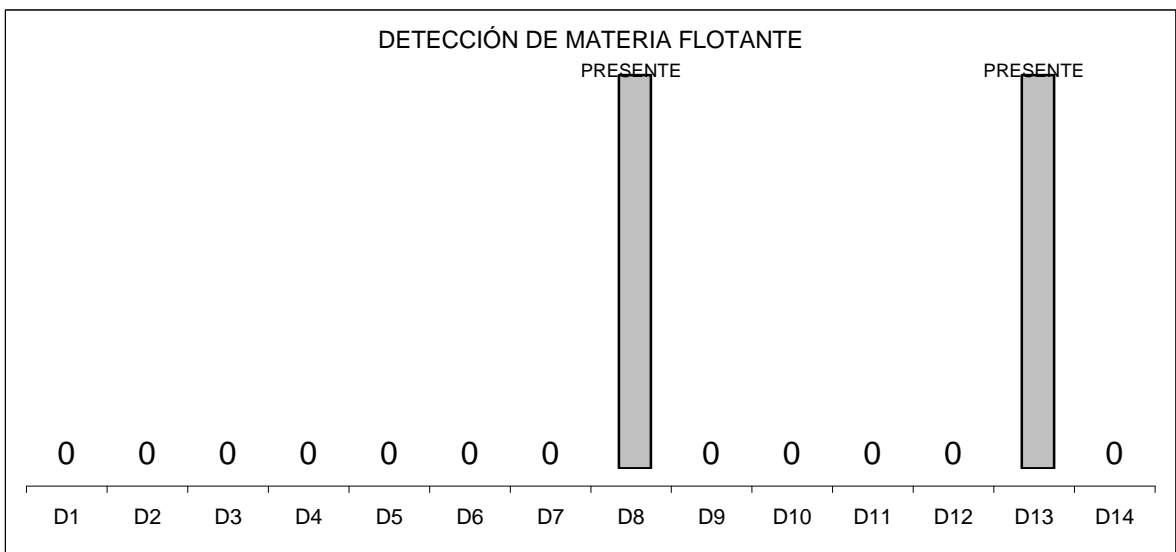
LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO EN LA NORMA 002, 75 mg/l



LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO EN LA NORMA 002, 125 mg/l



LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO EN LA NORMA 002, 7.5 mg/l



SEGÚN LA NORMA 002 LA MATERIA FLOTANTE DEBE ESTAR AUSENTE EN LAS DESCARGAS DE A.R.

III.2.7 Eficiencias de remoción.

Para finalizar este capítulo se presenta a continuación la TABLA 15 en donde se obtuvieron las eficiencias mínimas requeridas para remover el exceso de contaminantes de los parámetros que no cumplen la Norma 002 para cada descarga de agua residual del restaurante en estudio.

TABLA 15. EFICIENCIAS DE REMOCIÓN

DESCARGA	VALORES OBTENIDOS				EFICIENCIA DE REMOCIÓN			
	TEMPERATURA (°C)	DBO ₅	GRASAS Y ACEITES	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	TEMPERATURA %	DBO ₅	GRASAS Y ACEITES	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES
		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)		%	%	%
NOM-002- SEMARNAT- 1996	40	150	75	125				
D1*	0,00	785,00	0,00	0,00	CUMPLE	80,89	CUMPLE	CUMPLE
D2	0,00	770,00	0,00	0,00	CUMPLE	80,52	CUMPLE	CUMPLE
D3	0,00	780,00	0,00	0,00	CUMPLE	80,77	CUMPLE	CUMPLE
D4	0,00	0,00	0,00	0,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
D5	0,00	0,00	0,00	0,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
D6	0,00	0,00	0,00	0,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
D7	0,00	115,00	35,60	76,30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
D8	42,10	590,00	184,70	320,80	4,99	74,58	59,39	61,03
D9	0,00	320,00	165,50	109,50	CUMPLE	53,13	54,68	
D10	38,40	1400,00	140,80	420,80	CUMPLE	89,29	46,73	70,29
D11	34,20	980,00	120,30	285,70	CUMPLE	84,69	37,66	56,25
D12	25,60	550,00	26,50	148,20	CUMPLE	72,73	CUMPLE	15,65
D13	28,50	1265,00	158,40	358,60	CUMPLE	88,14	52,65	65,14
D14	0,00	658,00	0,00	0,00	CUMPLE	77,20	CUMPLE	CUMPLE

1 EL pH Y LOS SÓLIDOS SEDIMENTABLES NO SE INCLUYEN YA QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DE NORMA

2 LA MATERIA FLOTANTE SE DEBE REMOVER AL 100% EN LAS 2 DESCARGAS DONDE SE ENCONTRÓ

* Ejemplo de cálculo:

$$\text{Eficiencia de remoción} = ((785-150)/785) \times 100 = \underline{80.89\%}$$

Estas eficiencias de remoción son la base para la propuesta de mejoramiento de la calidad de las aguas residuales que se verá en los capítulos V y VI.

IV. LEGISLACIÓN NACIONAL RELATIVA A LAS AGUAS RESIDUALES.

Introducción.

En este capítulo se presentan las normas oficiales mexicanas relativas a las descargas de aguas residuales producidas.

Desde el momento que se usa agua potable para algún propósito, ésta sufre cambios en su composición física, química y biológica, se convierte en agua residual. Para todo lo relacionado a las aguas residuales se deberá cumplir cuando menos con lo establecido en la legislación mexicana aplicable y dado que el restaurante en estudio es un generador de agua residual es importante conocer las cuatro normas que aquí se describen. Sin embargo sólo se van a comentar los aspectos mas importantes y relativos de ellas a éste trabajo.

IV.1 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Esta norma tiene el siguiente objetivo y campo de aplicación de acuerdo al punto número 1 de la misma:

“1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.”

Entonces hay que definir que son las aguas y bienes nacionales, de acuerdo a la norma en cuestión, en su inciso 3.2 se especifica lo siguiente:

“3.2 Aguas Nacionales

Las aguas propiedad de la Nación, en los términos del párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.”

Al dirigirse al párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se lee lo siguiente:

“Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales, en la extensión y términos que fije el derecho internacional; las aguas marinas interiores; la de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos e indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquellas, en toda su extensión o en parte de ellas sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; las de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzados por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno; pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aun establecer zonas vedadas al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte

integrante de la propiedad de los terrenos por lo que corran o en los que se encuentren sus depósitos; pero si se localizaren en dos o mas predios, el aprovechamiento de esta agua se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten los estados.”

Por otro lado se tiene el siguiente punto de la misma norma:

“3.5. Bienes Nacionales

Son los bienes cuya administración está a cargo de la Comisión Nacional del Agua en términos del artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales.”

Al dirigirse al artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales, se lee lo siguiente:

“ARTICULO 113.- La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "La Comisión":

I. Las playas y zonas federales, en la parte correspondiente a los cauces de corrientes en los términos de la presente ley;

II. Los terrenos ocupados por los vasos de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales cuyas aguas sean de propiedad nacional;

III. Los cauces de las corrientes de aguas nacionales;

IV. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el artículo 3o. de esta ley;

V. Los terrenos de los cauces y los de los vasos de lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, descubiertos por causas naturales o por obras artificiales;

VI. Las islas que existen o que se formen en los vasos de lagos, lagunas, esteros, presas y depósitos o en los cauces de corrientes de propiedad nacional, excepto las que se formen cuando una corriente segregue terrenos de propiedad particular, ejidal o comunal; y

VII. Las obras de infraestructura hidráulica financiadas por el gobierno federal, como presas, diques, vasos, canales, drenes, bordos, zanjas, acueductos, distritos o unidades de riego y demás construidas para la explotación, uso, aprovechamiento, control de inundaciones y manejo de las aguas nacionales, con los terrenos que ocupen y con la zonas de protección, en la extensión que en cada caso fije "La Comisión".

En los casos de las fracciones IV, V y VII la administración de los bienes, cuando corresponda, se llevará a cabo en coordinación con la Comisión Federal de Electricidad.”

Como ejemplos de este tipo de descargas a cuerpos receptores pertenecientes a las aguas y bienes nacionales, tenemos los siguientes:

- 1) Un restaurante, de la misma cadena de hamburguesas a la que pertenece el restaurante en estudio, se encuentra ubicado en la zona del Pedregal del Ajusco de la Ciudad de México. En esta zona no se cuenta con alcantarillado público, por lo que sus aguas residuales son vertidas a una grieta de absorción ya que el subsuelo es de origen volcánico. Posteriormente estas aguas llegan a los mantos freáticos de la zona.
- 2) Una industria que descargue sus aguas residuales en algún río; por ejemplo en la zona industrial de Lerma en Toluca, varias industrias descargan sus aguas residuales al río Lerma.
- 3) La descarga de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), que vierta sus aguas tratadas a un río, una presa, un lago, al suelo o al subsuelo. Aquí es importante mencionar que

en una PTAR, el agua tratada se puede descargar al ambiente, pero también puede ser reutilizada, el reuso corresponde a la Norma 003 que se verá mas adelante.

- 4) En los puertos marítimos del país se tienen operaciones propias del puerto en las que se genera agua residual, la cual es descargada al mar. Esta descarga como las anteriores debe cumplir con la norma en cuestión.

Por lo tanto cuando se hace un estudio de una descarga de aguas residuales es muy importante conocer el punto final de estas. Por ejemplo para el caso del restaurante no se aplica esta norma porque se comprobó que sus aguas residuales descargan al alcantarillado público del D. F., como se muestra en las FIG. 4 y 8.

IV.2 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Esta norma se usa como marco legal de referencia para el estudio en cuestión, por lo que en este inciso, primero se presenta el sustento por el cual se aplica en el D. F. y segundo se hace un resumen de los puntos mas importantes de la misma relacionados a este estudio.

IV.2.1 Sustento legal de aplicación de la Norma 002 en el D. F.

Esta norma tiene el siguiente objetivo y campo de aplicación de acuerdo al punto número 1 de la misma:

“1. Objetivo y campo de aplicación:

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado.”

Entonces es obligación del restaurante cumplir esta norma porque descarga sus aguas residuales al alcantarillado público del Distrito Federal. Sin embargo, esta norma es de orden federal, por lo que a continuación se describe el procedimiento por el cual, a través de la autoridad local del D. F. (Dirección de Ecología y Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal) se aplica dicha norma en este ámbito.

La aplicación de esta norma está sustentada en la Ley Ambiental para el Distrito Federal en su artículo 157 que dice lo siguiente:

“Artículo 157. Las fuentes que descarguen aguas residuales distintas a las domésticas, deberán tramitar la Licencia Ambiental Única para el Distrito Federal.”

Esta Licencia Ambiental Única para el Distrito Federal (LAUDF) se define en la misma ley en el siguiente artículo:

“Artículo 61-bis. La Licencia Ambiental Única para el Distrito Federal es el instrumento de política ambiental por el que se concentran diversas obligaciones ambientales de los responsables de fuentes fijas que están sujetos a las disposiciones de esta Ley, mediante la tramitación de un solo procedimiento que ampare los permisos y autorizaciones referidos en la normatividad ambiental.”

El instructivo para la obtención de la LAUDF se publicó en la Gaceta Oficial del Distrito Federal (GODF) el día 10 de Febrero del 2004 y en el *“Anexo B Descarga de aguas residuales”* del mismo, se especifica que la norma que se debe aplicar para presentar la caracterización de la descarga de aguas residuales es la NOM-002-SEMARNAT-1996.

IV.2.2 Relación de la Norma 002 en este estudio.

Volviendo al punto 1 de la norma, que se transcribió en el inciso anterior, en específico en los últimos 3 renglones del párrafo: *"Esta Norma no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado."* Como se ha venido diciendo en los capítulos anteriores, conviene manejar por separado algunas corrientes de agua residual, la separación de los drenajes es una de las recomendaciones que se llevan a cabo en este estudio, la cual se estudiará a detalle en los capítulos V y VI.

Por otro lado, en el punto 2 de la norma, se hace referencia a 17 normas mexicanas, 15 de ellas son importantes para los métodos de prueba para la determinación de valores y concentraciones de parámetros en el laboratorio y las otras 2 son importantes para el desarrollo de la tesis.

"2. Referencias

Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.

Norma Mexicana NMX-AA-003 Aguas residuales-Muestreo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980."

En primer lugar se utilizó la NMX-AA-003 para tener todos los elementos necesarios para realizar la campaña de aforos y muestreos, sus puntos importantes se transcribieron en el inciso III.2.1.2

En segundo lugar se utilizó la Norma 001 para obtener los valores de los parámetros de DBO₅ y SST que figuran en la TABLA 13 de esta tesis como lo establece el punto 4.6 de la Norma 002:

"4.6 Los límites máximos permisibles para los parámetros demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, que debe cumplir el responsable de la descarga a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, son los establecidos en la TABLA 2 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 referida en el punto 2 de esta Norma, o a las condiciones particulares de descarga que corresponde cumplir a la descarga municipal."

Los siguientes puntos son importantes porque se aplicaron directamente para la elaboración de este trabajo, principalmente en el capítulo III.

"3.12 Muestra simple

La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, el volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo."

4.10 Los valores de los parámetros en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal a que se refiere esta Norma, se obtendrán de análisis de muestras compuestas, que resulten de la mezcla de las muestras simples, tomadas éstas en volúmenes proporcionales al caudal medido en el sitio y en el momento del muestreo, de acuerdo con la TABLA 2.

TABLA 2

FRECUENCIA DE MUESTREO			
HORAS POR DIA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA DESCARGA	NUMERO DE MUESTRAS SIMPLES	INTERVALO MAXIMO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS)	
		MINIMO	MAXIMO
Menor que 4	Mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples debe ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma y se determina mediante la siguiente ecuación:

Donde:

$VMS_i =$ volumen de cada una de las muestras simples "i", litros.

$VMC =$ volumen de la muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, litros.

$Q_i =$ caudal medido en la descarga en el momento de tomar la muestra simple, litros por segundo.

$Q_t =$ $\sum Q_i$ hasta Q_n , litros por segundo.

En el caso de que en el periodo de operación del proceso o realización de la actividad generadora de la descarga, ésta no se presente en forma continua, el responsable de dicha descarga deberá presentar a consideración de la autoridad competente la información en la que se describa su régimen de operación y el programa de muestreo para la medición de los contaminantes."

"4. ESPECIFICACIONES

- 4.1 Los límites máximos permisibles para contaminantes de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, no deben ser superiores a los indicados en la Tabla 1. Para las grasas y aceites es el promedio ponderado en función del caudal, resultante de los análisis practicados a cada una de las muestras simples.

TABLA 1

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES			
PARAMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)	Promedio Mensual	Promedio Diario	Instantáneo
Grasas y aceites	50	75	100
Sólidos sedimentables (mililitros por litro)	5	7.5	10

<i>Arsénico total</i>	<i>0.5</i>	<i>0.75</i>	<i>1</i>
<i>Cadmio total</i>	<i>0.5</i>	<i>0.75</i>	<i>1</i>
<i>Cianuro total</i>	<i>1</i>	<i>1.5</i>	<i>2</i>
<i>Cobre total</i>	<i>10</i>	<i>15</i>	<i>20</i>
<i>Cromo hexavalente</i>	<i>0.5</i>	<i>0.75</i>	<i>1</i>
<i>Mercurio total</i>	<i>0.01</i>	<i>0.015</i>	<i>0.02</i>
<i>Níquel total</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>
<i>Plomo total</i>	<i>1</i>	<i>1.5</i>	<i>2</i>
<i>Zinc total</i>	<i>6</i>	<i>9</i>	<i>12</i>

4.2 Los límites máximos permisibles establecidos en la columna instantáneo, son únicamente valores de referencia, en el caso de que el valor de cualquier análisis exceda el instantáneo, el responsable de la descarga queda obligado a presentar a la autoridad competente en el tiempo y forma que establezcan los ordenamientos legales locales, los promedios diario y mensual, así como los resultados de laboratorio de los análisis que los respaldan.

4.3 El rango permisible de pH (potencial hidrógeno) en las descargas de aguas residuales es de 10 (diez) y 5.5 (cinco punto cinco) unidades, determinando para cada una de las muestras simples. Las unidades de pH no deberán estar fuera del intervalo permisible, en ninguna de las muestras simples.

4.4 El límite máximo permisible de la temperatura es de 40°C. (cuarenta grados Celsius), medida en forma instantánea a cada una de las muestras simples. Se permitirá descargar con temperaturas mayores, siempre y cuando se demuestre a la autoridad competente por medio de un estudio sustentado, que no daña al sistema del mismo.

4.5 La materia flotante debe estar ausente en las descargas de aguas residuales, de acuerdo al método de prueba establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-006, referida en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

Por último se presentan los siguientes puntos de la misma norma que aunque no se apliquen directamente a esta tesis tienen relación con ella, pero además, es importante conocerlos para manejarla correctamente.

“3. DEFINICIONES

3.1 Aguas pluviales

Aquellas que provienen de las lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y el granizo.

3.2 Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

3.3 Aguas residuales de proceso

Las resultantes de la producción de un bien o servicio comercializable.

3.4 Aguas residuales domésticas

Las provenientes del uso particular de las personas y del hogar.

3.6 Condiciones particulares para descargas al alcantarillado urbano o municipal

El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permisibles en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, establecidos por la autoridad competente, previo estudio técnico correspondiente, con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas.

3.7 Contaminantes

Son aquellos parámetros o compuestos que, en determinadas concentraciones, pueden producir efectos negativos en la salud humana y en el medio ambiente, dañar la infraestructura hidráulica o inhibir los procesos de tratamiento de las aguas residuales.

3.9 Instantáneo

Es el valor que resulta del análisis de laboratorio a una muestra de agua residual tomada de manera aleatoria o al azar en la descarga.

3.10 Límite Máximo Permisible

Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.

3.11 Muestra Compuesta

La que resulta de mezclar el número de muestras simples, según lo indicado en la especificación 4.10 de esta Norma Oficial Mexicana.

3.12 Muestra simple

La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, el volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo.

3.13 Parámetro

Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad física, química y biológica del agua.

3.14 Promedio diario (P.D.)

Es el valor que resulta del análisis de una muestra compuesta, tomada en un día representativo del proceso generador de la descarga.

3.15 Promedio mensual (P.M.)

Es el valor que resulte de calcular el promedio ponderado en función del caudal de los valores que resulten del análisis de laboratorio practicados al menos a dos muestras compuestas, tomadas en días representativos de la descarga en un periodo de un mes.

3.16 Punto de descarga

Es el sitio seleccionado para la toma de muestras, en el que se garantiza que fluye la totalidad de las aguas residuales de la descarga.

3.17 Sistema de alcantarillado urbano o municipal

Es el conjunto de obras y acciones que permiten la prestación de un servicio público de alcantarillado, incluyendo el saneamiento, entendiéndose como tal la conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de las aguas residuales.

4. ESPECIFICACIONES

4.8 No se deben descargar o depositar en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, conforme a la regulación vigente en la materia.

4.14 Los responsables de las descargas tienen la obligación de realizar los análisis técnicos de las descargas de aguas residuales, con la finalidad de determinar el promedio diario o el promedio mensual, analizando los parámetros señalados en la Tabla 1 de la presente Norma Oficial Mexicana. Asimismo, deben conservar sus registros de análisis técnicos por lo menos durante tres años posteriores a la toma de muestras.

4.18 *En el caso de que el agua de abastecimiento registre alguna concentración promedio diario o mensual de los parámetros referidos en el punto 4.1 de esta Norma, la suma de esta concentración al límite máximo permisible correspondiente, es el valor que el responsable de la descarga está obligado a cumplir, siempre y cuando lo demuestre y notifique por escrito a la autoridad competente.*

5. METODOS DE PRUEBA

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma, se pueden aplicar los métodos de prueba referidos en las normas mexicanas señaladas en el punto 2 de esta Norma. El responsable de la descarga puede solicitar a la autoridad competente, la aprobación de métodos alternos. En caso de aprobarse, dichos métodos quedarán autorizados para otros responsables de descarga en situaciones similares.”

IV.3 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.

Esta norma tiene el siguiente objetivo y campo de aplicación de acuerdo al punto número 1 de la misma:

“1. Objetivo y campo de aplicación:

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reuso.

En el caso de que el servicio al público se realice por terceros, éstos serán responsables del cumplimiento de la presente Norma, desde la producción del agua tratada hasta su reuso o entrega, incluyendo conducción o transporte de la misma.”

Esta norma establece fundamentalmente dos criterios para la calidad del agua residual tratada, y estos son los puntos 3.11 y 3.12, que se transcriben a continuación:

“3.11 Reuso en servicios al público con contacto directo

Es el que se destina a actividades donde el público usuario esté expuesto directamente o en contacto físico. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana se consideran los siguientes reusos: llenado de lagos y canales artificiales recreativos con paseos en lancha, remo, canotaje y esquí; fuentes de ornato, lavado de vehículos, riego de parques y jardines.

3.12 Reuso en servicios al público con contacto indirecto u ocasional

Es el que se destina a actividades donde el público en general esté expuesto indirectamente o en contacto físico incidental y que su acceso es restringido, ya sea por barreras físicas o personal de vigilancia. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana se consideran los siguientes reusos: riego de jardines y camellones en autopistas, camellones en avenidas, fuentes de ornato, campos de golf, abastecimiento de hidrantes de sistemas contra incendio, lagos artificiales no recreativos, barreras hidráulicas de seguridad y panteones.”

Por otro lado, esta norma también hace referencia a la Norma 001, de acuerdo al punto 4.3 de ésta, y que dice así:

“4.3 *El agua residual tratada reusada en servicios al público, no deberá contener concentraciones de metales pesados y cianuros mayores a los límites máximos permisibles establecidos en la columna que corresponde a embalses naturales y artificiales con uso en riego agrícola de la TABLA 3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, referida en el punto 2 de esta Norma.”*

IV.4 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-SEMARNAT-2002, protección ambiental, lodos y biosólidos, especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

Esta norma tiene el siguiente objetivo y campo de aplicación de acuerdo al punto número 1 de la misma:

“1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y los límites máximos permisibles de contaminantes en los lodos y biosólidos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, con el fin de posibilitar su aprovechamiento o disposición final y proteger al medio ambiente y la salud humana.

1.2 Campo de aplicación

Es de observancia obligatoria para todas las personas físicas y morales que generen lodos y biosólidos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales.”

En el capítulo V de este trabajo se van a hacer recomendaciones para los tratamientos que son necesarios para mejorar la calidad del agua residual y cumplir con la Norma 002, en los procesos que se recomienden se generarán lodos, entonces, de acuerdo a esta norma se deberán hacer recomendaciones también para el manejo de los mismos.

Por otro lado hay que definir que son lodos y que son biosólidos, según la misma norma:

“3.5 Biosólidos

Lodos que han sido sometidos a procesos de estabilización y que por su contenido de materia orgánica, nutrientes y características adquiridas después de su estabilización, puedan ser susceptibles de aprovechamiento.

3.18 Lodos

Son sólidos con un contenido variable de humedad, provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, que no han sido sometidos a procesos de estabilización.”

Así mismo, estos lodos y biosólidos deben ser depositados o aprovechados de acuerdo a los siguientes puntos de la norma:

“3.2 Almacenamiento

Acción de mantener en un sitio los lodos y biosólidos, hasta su aprovechamiento o disposición final.

3.3 Aprovechamiento

Es el uso de los biosólidos como mejoradores o acondicionadores de los suelos por su contenido de materia orgánica y nutrientes, o en cualquier actividad que represente un beneficio.”

También es importante señalar los siguientes puntos de ésta norma relativos a la disposición y aprovechamiento final de los lodos:

“3.10 Disposición final

La acción de depositar de manera permanente lodos y biosólidos en sitios autorizados.

3.11 Estabilización

Son los procesos físicos, químicos o biológicos a los que se someten los lodos para acondicionarlos para su aprovechamiento o disposición final para evitar o reducir sus efectos contaminantes al medio ambiente.

3.19 Mejoramiento de suelos

Es la aplicación de los biosólidos en terrenos para mejorar sus características físicas, químicas o microbiológicas.”

Finalmente esta norma establece que la calidad de estos lodos debe ser tal que los mismos deben ser considerados como residuos no peligrosos, es decir, se debe cumplir con lo que se estipula en el punto 4.1 de la misma:

“4.1 Las personas físicas o morales interesadas en llevar a cabo el aprovechamiento o disposición final de los lodos y biosólidos a que se refiere esta Norma Oficial Mexicana, deberán de recabar la “constancia de no peligrosidad de los mismos” en términos del trámite SEMARNAT-07-007.”

V.2 Recomendaciones para mejorar la calidad de las aguas residuales producidas.

En este inciso se van a hacer las recomendaciones necesarias para mejorar la calidad de las aguas residuales producidas. Primero se van a hacer algunas recomendaciones generales para toda la instalación sanitaria del restaurante en estudio, y segundo se van a hacer recomendaciones en particular para cada una de las descargas antes estudiadas.

V.2.1 Recomendaciones generales para toda la instalación.

Primera recomendación general.

De acuerdo a lo que se ha venido comentando en capítulos anteriores relativo a la separación de los drenajes aprovechando lo que dice la Norma 002, se hace la primer recomendación para mejorar la calidad de las aguas residuales producidas: descargar de forma separada al alcantarillado público las aguas residuales de procesos previo su tratamiento, de las aguas residuales de servicios sanitarios y pluviales.

Esta recomendación consiste en separar la descarga general de la edificación existente (FIG. 4) en dos descargas nuevas (FIG. 12), una de agua residual de procesos y otra de aguas residuales de servicios sanitarios más aguas pluviales, es decir, se tendrán dos descargas conectadas al alcantarillado público del D. F. Para esto se debe primero construir e instalar una línea nueva de tubería y segundo adecuar la línea existente (FIG. 8), de tal forma que la instalación quede de la siguiente manera: la tubería nueva descargará la suma de las corrientes de las DESCARGAS 1-15, es decir aguas residuales de procesos, y la tubería existente descargará la suma de las corrientes de las DESCARGAS 16 y 17, aguas residuales tipo domésticas y aguas pluviales (FIG. 12).

Justificación de la primera recomendación general.

En el artículo 59 del Reglamento de la Ley Ambiental del Distrito Federal, se estipula que:

“Artículo 59. Los propietarios o poseedores de fuentes fijas cuyas aguas residuales se descarguen al sistema de drenaje y alcantarillado o demás cuerpos receptores del Distrito Federal mediante drenajes separados para el agua pluvial, para el agua residual de tipo doméstico y de sus procesos productivos, podrán solicitar a la Dirección de Ecología ser eximidos del muestreo y aforo del agua residual del tipo doméstico y pluvial, mediante escrito que cumpla los requisitos del Artículo 44 de la Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal, así como los siguientes puntos:

- I. Ubicación precisa de la fuente fija y de su instalación hidráulica, detallando la red separada de drenaje con que cuente y acompañando croquis de localización.*
- II. Caudales de las descargas de sus procesos productivos y de tipo doméstico, determinando la concentración de contaminantes de cada una de ellas.*
- III. Tipo de proceso productivo y uso que se le da al agua, y*
- IV. Último inventario de emisiones contaminantes en la parte relativa a las descargas de aguas residuales conforme a la Ley y el presente Reglamento.”*

Ventajas de la primera recomendación general.

- Es posible tener varias descargas al drenaje municipal y presentar solamente la caracterización de la descarga de aguas residuales de procesos a la autoridad correspondiente, en este caso a la del D. F.
- Se tendrá un volumen menor de agua residual por tratar para darle cumplimiento a la Norma 002.
- Otra ventaja es que actualmente el restaurante en estudio debe muestrear una vez al año su descarga. De seguir la recomendación no tendrá que muestrear las 2 descargas, solo muestreará 1, la de aguas residuales de procesos, pero con un menor volumen de agua y además con una carga contaminante menor.
- Por último, cabe mencionar que esta nueva disposición de drenajes ayudará a que el mantenimiento preventivo y correctivo de los mismos sea mas eficiente.

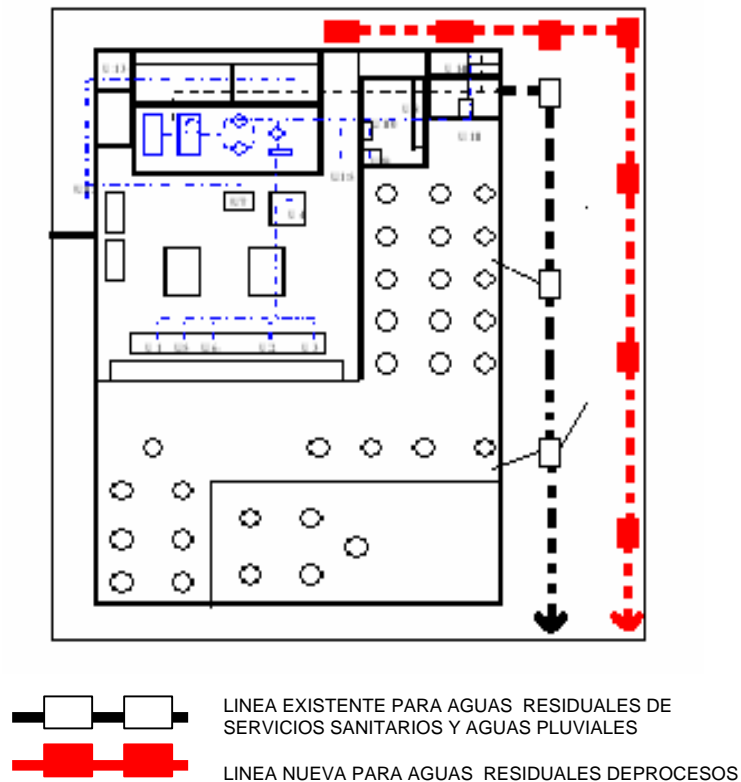


FIG. 12. NUEVA PROPUESTA DE SEPARACIÓN DE DRENAJES.

Segunda recomendación general.

La segunda recomendación es relativa al factor humano. Para evitar que los empleados hagan mal uso de los sistemas de drenaje del restaurante se recomienda darles cursos de capacitación e información para que sepan en que consisten los drenajes, como se deben usar y las consecuencias económicas y ambientales por no darles el uso correcto. Otras medidas pueden ser: premios o incentivos, y sanciones o castigos a los empleados, letreros de advertencia o sugerencia colocados en muros, cerca de los equipos de trabajo y próximos a las instalaciones sanitarias, además de la supervisión del gerente del uso que hacen los empleados de éstas instalaciones.

Justificación y ventajas de la segunda recomendación general.

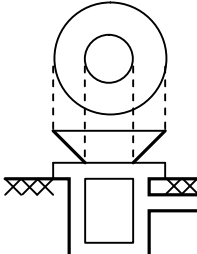
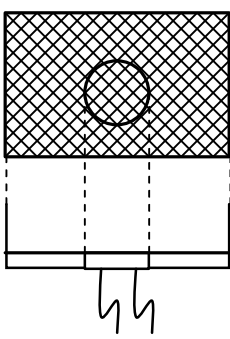
La justificación y ventajas de esta recomendación van de la mano ya que ambas son de índole económico. Si los empleados no le dan un buen uso a las instalaciones sanitarias se pueden presentar problemas por taponamientos que por un lado afectan la operación del restaurante, ocasionan malos olores y dan una mala imagen y por el otro se genera un gasto para remediar esta situación que no estaba considerado.

V.2.2 Recomendaciones particulares para mejorar la calidad de las aguas residuales en las descargas en cuanto al parámetro de materia flotante (MF).

Hay que recordar que para cumplir este parámetro es necesario que el agua residual este libre de materiales que sean de tamaño mayor a la malla de claros libres de 3x3 mm. Por otro lado en la hoja de campo, columna de observaciones, se hace notar que en todas las descargas faltan elementos de protección en los conductos donde se vierten las aguas residuales, como son tornillos, rejillas, conos, tapas ciegas, a pesar de que en el muestreo solo se detectó MF en dos descargas, es razonable pensar que en dichos conductos, al no estar bien protegidos se introduzca cualquier objeto mayor a 3x3mm de dimensiones, con esto ya no se está cumpliendo la Norma 002.

Entonces a continuación se presenta la TABLA 17 en donde se especifican los elementos necesarios para proteger los conductos de cada descarga donde se vierten aguas residuales.

TABLA 17. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PARA CADA UNA DE LAS DESCARGAS

CORRIENTE	DESCARGA	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN
D1	TORRE DE REFRESCO 1 	SE RECOMIENDA COLOCAR UN CONO INVERTIDO EN LA COLADERA DONDE DESCARGUEN LAS MANGUERAS DE LA MISMA MÁQUINA A MANERA DE EMBUDO Y DE ESTA FORMA SE EVITARÁ QUE ALGÚN OBJETO DEL PISO SE INTRODUZCA EN LA COLADERA, ADEMÁS SE RECOMIENDA PONER MALLA DE CUADROS DE 3X3 mm EN TODA EL ÁREA SUPERIOR DEL EMBUDO DESCONTANDO UN ÁREA CENTRAL PARA EL ACOMODO DE LAS MANGUERAS, ASÍ SE EVITA QUE CAIGA DENTRO ALGÚN OBJETO, EL CONO SE DEBE FIJAR A LA REJILLA Y ÉSTA A SU VEZ AL PISO CON TORNILLOS.
D2	TORRE DE REFRESCO 2	IDEM D1
D3	TORRE DE REFRESCO 3	IDEM D1
D4	MÁQUINA DE HIELO	IDEM D1
D5	CAFETERA	N.A.
D6	TORRE DE JUGO DE NARANJA	N.A.
D7	TARJA LAVAMANOS 	EN LA COLADERA DE LA MISMA TARJA SE DEBE COLOCAR MALLA DE 3X3 mm. YA QUE LA ABERTURA DE LA TRAMPA DE LA MISMA ES MAYOR A ESTE ANCHO. ESTA MALLA SE PUEDE FIJAR A LA TARJA CON TORNILLOS DE CABEZA PLANA Y EMPAQUES, AUNQUE EL FABRICANTE PODRÍA INTEGRAR ESTA MALLA PROTECTORA EN SUS EQUIPOS, TAMBIÉN SE PUEDE PONER UNA MALLA EN TODO LO ANCHO Y LARGO DE LA TARJA. ASÍ MISMO SE RECOMIENDA QUE LA REJILLA DE LA COLADERA DE PISO QUE SE ENCUENTRA DEBAJO DE ESTE MUEBLE SE CAMBIE POR UNA TAPA CIEGA PARA EVITAR LA ENTRADA DE OBJETOS EXTRAÑOS Y DE AGUA DEL LAVADO DE PISOS DE COCINA.
D8	TARJA DE ÁREA DE LAVADO	IDEM D7
D9	LAVADORA DE TROPOS DE COCINA Y ÁREA DE MESAS	N.R.
D10	COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREAS DE COCINA	EN ESTA COLADERA SE RECOMIENDA COLOCAR MALLA DE 3X3 mm EN LA REJILLA Y FIJAR CON TORNILLOS.
D11	COLADERA EN CUARTO DE LAVADO PARA ÁREA DE MESAS	IDEM D10
D12	REJILLAS DEL CARRIL DE AUTOSERVICIO	SE RECOMIENDA QUE EN TODAS LAS REJILLAS SE COLOQUE MALLA DE 3X3 mm AMARRADA CON ALAMBRE A LAS MISMAS.
D13	COLADERA CORRAL DE	IDEM D10

	BASURA	
D14	COLADERA EN MULTIPLEX	IDEM D1
D15	COLADERA EN CUARTO DE BOMBAS	SE RECOMIENDA CAMBIAR LA REJILLA EXISTENTE EN ESTA COLADERA POR UNA TAPA CIEGA, PARA EVITAR QUE CAIGA EN EL CONDUCTO ALGÚN OBJETO O AGUA DEL LAVADO DE PISOS.
D16	SERVICIOS SANITARIOS PÚBLICOS Y PARA EMPLEADOS	IDEM D15
D17	COLADERAS PLUVIALES Y PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	IDEM D10 PARA TODAS LAS COLADERAS

N. A. DE ACUERDO A LO VISTO EN LAS TABLAS 4 Y 5.

N. R. NO EXISTE RECOMENDACIÓN , ES DECIR, ASÍ COMO FUNCIONA CUMPLE CON LA NORMA 002.

Se recomienda hacer la remoción de todo el material retenido en las mallas y disponerlo con los residuos sólidos del restaurante, así como limpiar dichos elementos y dispositivos de protección frecuentemente y limpiarlos de acuerdo a un programa establecido en función de la cantidad de material que se acumula.

VI. RECOMENDACIONES DE PROCESOS DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES.

Introducción

Una vez que se han estudiado las aguas residuales del restaurante en cuestión, desde su origen en los usos del agua potable hasta su descarga final, y que mediante este estudio, se han conocido sus características de cantidad, composición física, química y biológica, se propondrá una posible solución para un sistema de tratamiento con el fin de lograr el segundo objetivo que se ha planteado en la tesis: hacer que las aguas residuales que se descarguen al alcantarillado municipal cumplan con la legislación mexicana aplicable de acuerdo a lo visto en el capítulo IV, es decir, cumplir las Normas aplicables.

En la primera parte de este capítulo se planteará y explicará la solución teórica que se propone para el sistema de tratamiento y en la segunda parte se explicará la metodología para llevar a la práctica dicha solución.

VI.1 SOLUCIÓN TEÓRICA PARA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Con base en la FIG. 9 y en la siguiente FIG. 13, se presenta una posible solución teórica para el sistema de tratamiento de las aguas residuales del restaurante en estudio, teniendo en cuenta que de acuerdo con la tecnología de tratamiento existente a la fecha, puede haber otros tipos de soluciones.

Un paso previo y necesario para aplicar la solución propuesta consiste en realizar la separación física de los drenajes del restaurante tal como se explicó en el capítulo anterior, o sea se tendrá una red de drenaje que colectará sólo las aguas residuales sanitarias junto con las aguas pluviales (descargas D16 y D17) y las descargará directamente en la red de alcantarillado público del D. F.

Las 17 descargas que se presentan en la FIG. 13 serán protegidas con malla de claros libres de 3x3 mm para remover la materia flotante como se vio en el último inciso del capítulo anterior, con excepción de las descargas D5 y D6 de acuerdo a lo visto en la tabla 17 del mismo inciso, y a las tablas 4 y 5 del capítulo III.

Las aguas residuales generadas en las diversas actividades comerciales que se realizan en el restaurante explicadas en el capítulo III, se recolectarán mediante otra red de drenaje integrada por tres grupos de corrientes: A, B y C, que se muestran en la FIG. 13. Este agrupamiento se propone en función de las características de calidad similares de las aguas residuales que se generan, así el grupo A comprende las descargas D1, D2, D3 y D14 (capítulo III), el grupo B incluye las descargas D7 y D10, D11, D12 y D13 y finalmente el grupo C comprende los descargas D8 y D9. A estos tres grupos de corrientes se les aplicará la propuesta de solución teórica de tratamiento, por lo que hay que mencionar que las corrientes de las descargas faltantes D4 y D15 por sus características no serán sujetas de tratamiento.

La solución propuesta del sistema de tratamiento para cada una de las 3 corrientes o grupos, consistirá en primero hacer la remoción de la materia flotante mediante el paso del agua residual a través de una malla con limpieza manual según se necesite y de acuerdo a lo visto en el capítulo anterior, inciso V.2.2. Después se aplicará al agua residual un sistema físico-químico consistente en dosificar un coagulante químico comercial que mediante mezcla rápida, floculación y sedimentación, permitirá la remoción del material suspendido fino y del material disuelto para que el agua residual cumpla con la calidad estipulada en la Norma 002. En el caso de los grupos B y C, dado el contenido de grasas y aceites de cada una de sus descargas, antes del sistema físico-químico, se hará la remoción de las grasas y aceites mediante un separador por diferencia de densidades.

A continuación en la TABLA 18 se presentan las operaciones y los procesos unitarios que podrán utilizarse para mejorar la calidad de las aguas residuales de las actividades comerciales realizadas por el restaurante con relación a los parámetros indicados en la Norma 002.

TABLA 18. OPERACIONES Y PROCESOS DE TRATAMIENTO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL EN EL RESTAURANTE EN ESTUDIO.

DESCARGA	MATERIA FLOTANTE	GRASAS Y ACEITES (mg/l)	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO ₅	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/l)	SÓLIDOS SEDIMENTABLES (ml/l)	TEMPERATURA	pH
D1	F1	N. A.1	FQ	N. A.1	F2	N. A.1	N. A.1
D2	F1	N. A.1	FQ	N. A.1	F2	N. A.1	N. A.1
D3	F1	N. A.1	FQ	N. A.1	F2	N. A.1	N. A.1
D4	F1	N. A.1	N. A.1	N. A.1	N. A.1	N. A.1	N. A.1
D5	N. A.2	N. A.2	N. A.2	N. A.2	N. A.2	N. A.2	N. A.2
D6	N. A.2	N. A.2	N. A.2	N. A.2	N. A.2	N. A.2	N. A.2
D7	F1	SG/FQ	FQ	FQ	F2	N. A.1	N. A.1
D8	F1	SG/FQ	FQ	FQ	F2	F3	N. A.1
D9	F1	SG/FQ	FQ	FQ	F2	N. A.1	N. A.1
D10	F1	SG/FQ	FQ	FQ	F2	N. A.1	N. A.1
D11	F1	SG/FQ	FQ	FQ	F2	N. A.1	N. A.1
D12	F1	SG/FQ	FQ	FQ	F2	N. A.1	N. A.1
D13	F1	SG/FQ	FQ	FQ	F2	N. A.1	N. A.1
D14	F1	N. A.1	FQ	N. A.1	F2	N. A.1	N. A.1
D15	F1	N. A.1	N. A.1	N. A.1	N. A.1	N. A.1	N. A.1
D16	F1	N. A.1	N. A.1	N. A.1	N. A.1	N. A.1	N. A.1
D17	F1	N. A.1	N. A.1	N. A.1	N. A.1	N. A.1	N. A.1

N. A.1 NO APLICA YA QUE CUMPLE CON LA NORMA 002

N. A.2 NO APLICA POR LO VISTO EN LAS TABLAS 4 Y 5

F1 OPERACIÓN FÍSICA DE REMOCIÓN DE MATERIA FLOTANTE CON MALLA DE CUADROS DE 3X3 MM

SG OPERACIÓN FÍSICA DE SEPARACIÓN DE GRASAS Y ACEITES

FQ PROCESO FÍSICO-QUÍMICO DE MEZCLA DE AGUA RESIDUAL CON AGENTE QUÍMICO Y FLOCULACIÓN

F2 OPERACIÓN FÍSICA DE SEDIMENTACIÓN POSTERIOR ALA FLOCULACIÓN

F3 OPERACIÓN FÍSICA DE ENFRIAMIENTO DE LA CORRIENTE EN LOS SEDIMENTADORES

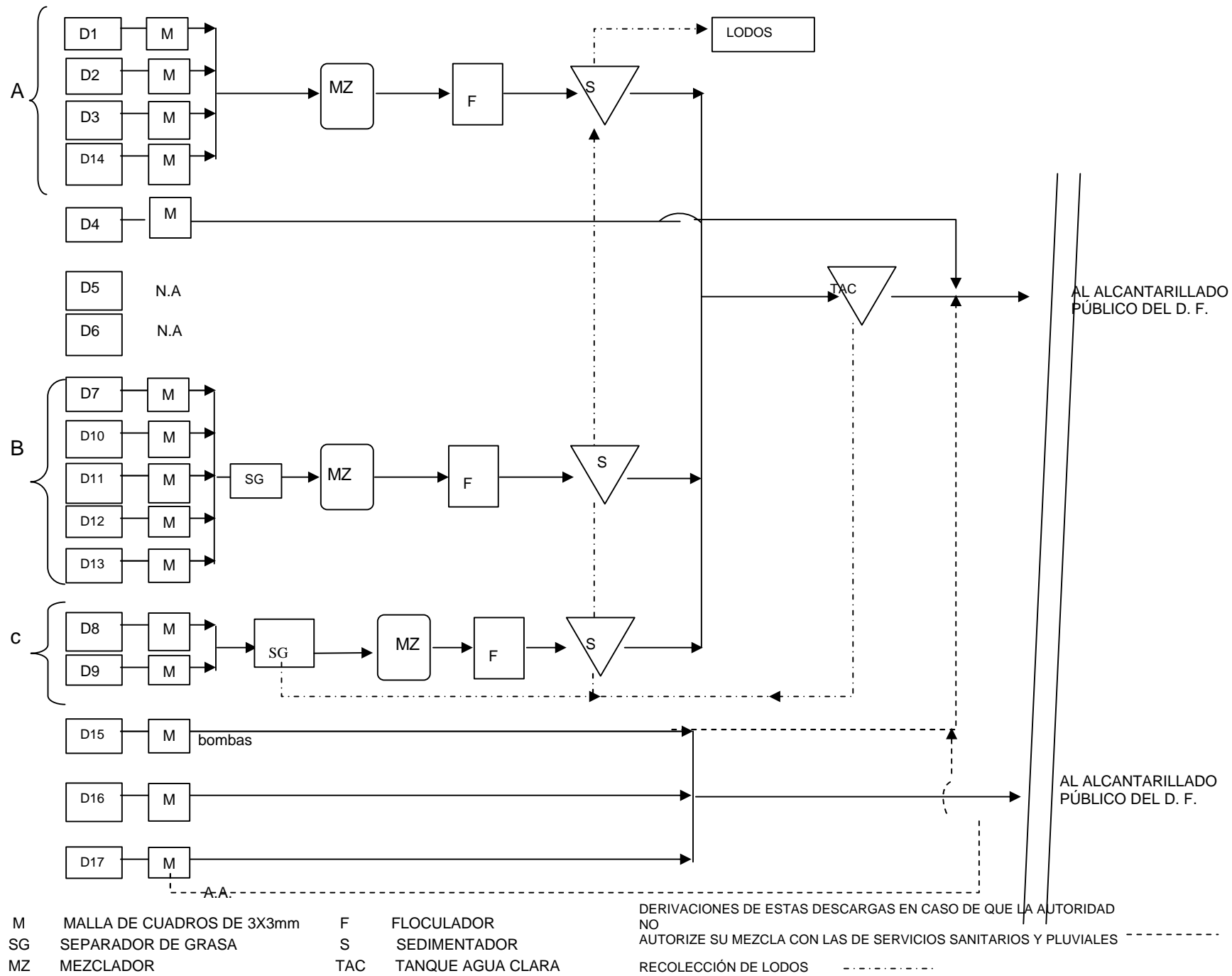


FIG. 13. RECOMENDACIÓN DE UN POSIBLE SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA QUE LAS AGUAS RESIDUALES DEL RESTAURANTE EN ESTUDIO CUMPLAN CON LA LEGISLACIÓN MEXICANA APLICABLE PARA SU DESCARGA EN LA RED DE ALCANTARILLADO DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL.

VI.2 IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO PROPUESTO.

VI.2.1 FLOCULANTE COMERCIAL, PRUEBAS DE TRATABILIDAD.

Las consideraciones que deben hacerse con relación al floculante comercial son las siguientes:

1. El floculante debe ser de características tales que al aplicarse para el tratamiento de las aguas residuales de los grupos A, B y C, no genere agua residual tratada que no cumpla con alguno de los valores permisibles para los parámetros estipulados por la legislación aplicable.
2. El floculante debe ser de características tales que al aplicarse para el tratamientos de las aguas residuales del restaurante, los precipitados de la reacción química no generen lodos que sean considerados como peligrosos, de acuerdo con lo indicado en el punto 4.1 de la Norma 004 presentada en el capítulo IV.

La selección del floculante químico comercial mas conveniente para lograr el tratamiento de las aguas residuales producidas por el restaurante (agrupadas en las corrientes o grupos A, B y C), debe hacerse mediante la realización de las necesarias "Pruebas de Tratabilidad" , aplicadas a muestras de cada una de las tres corrientes de aguas residuales y con los diversos floculantes comerciales que por disponibilidad y costo se puedan obtener en la Cd. de México.

VI.2.2 PASOS A SEGUIR PARA HACER EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

1.- Proceso.- Es la aplicación de las pruebas de tratabilidad para determinar tipo, dosis y cantidades de coagulante o floculante comercial. Con estos datos se determinan la forma geométrica y las dimensiones de las unidades y características de los equipos de tratamiento.

2.- Diseño hidráulico.- Consiste en calcular las dimensiones y forma de escurrimiento de los conductos de interconexión entre las unidades del sistema de tratamiento.

3.- Obra electromecánica.- Consiste en determinar las características de los tableros y dispositivos eléctricos para los equipos electromecánicos del sistema de tratamiento propuesto.

VI.2.3 MANEJO DE LODOS

Es importante enfatizar que al realizar el tratamiento de cualquier agua residual se producirán lodos resultantes del tratamiento, los cuales consisten en los materiales disueltos o suspendidos que se removieron o quitaron del agua residual, junto con, si es el caso, los materiales que se hayan agregado al agua residual (productos químicos comerciales generalmente) para lograr el grado necesario de tratamiento.

Como se planteó brevemente en el capítulo IV, los lodos mencionados deben cumplir con lo que estipula la Norma 004 en cuanto a su calidad, manejo y disposición final.

Para el caso del restaurante en estudio, al realizar las pruebas de tratabilidad habrá que estudiar (mediante muestreos y análisis de laboratorio) la manera más conveniente para que los lodos que se obtengan cumplan con lo indicado por la norma mencionada.

VII. CONCLUSIONES

- Con relación a la elaboración y ejecución de este trabajo, se pueden sacar las siguientes conclusiones:
 1. La realización de este trabajo me ha dejado una mayor comprensión y un mejor conocimiento del manejo integral del agua potable y de las aguas residuales para un cierto tipo de uso comercial, además me ha enseñado la manera en la que se debe estudiar y resolver el problema del manejo de las aguas residuales en este tipo de restaurantes para poder cumplir con la normatividad mexicana aplicable. Por lo que constituye una base para futuros proyectos de manejo integral del agua y de aguas residuales que se me presenten durante mi ejercicio profesional.
 2. Cada vez son más los problemas de ingeniería civil relacionados con el medio ambiente, éstos pueden ser estudiados y resueltos con los conocimientos adquiridos en la licenciatura y en la práctica profesional como lo demuestra este trabajo.

- Con relación a los 2 objetivos planteados en la introducción de este trabajo se pueden presentar las siguientes conclusiones:
 1. Generar una menor cantidad de agua residual implicará ahorrar agua potable, y esto se traducirá por un lado, en pagar menos por el suministro de la misma y por el otro se tendrán menores costos en los sistemas de tratamiento del agua residual ya que se estará trabajando con una cantidad menor de agua.
 2. Además de lo anterior, hay que decir que ahorrar agua potable es un beneficio directo para el restaurante o para el dueño del restaurante, sin embargo aquí hay que hacer la siguiente observación: este tipo de estudios se pueden aplicar a otros restaurantes de la misma cadena o a otro tipo de usos comerciales o industriales del agua, es decir, toda el agua potable que se pueda ahorrar en estos usos puede ser de gran importancia para otros usuarios o consumidores de la misma.
 3. En cuanto al segundo objetivo de la tesis que es el de mejorar la calidad de las aguas residuales para cumplir con la normatividad mexicana aplicable, se puede considerar que con el sistema de tratamiento propuesto y con las pruebas de tratabilidad se logrará obtener la calidad de agua residual que se desea obtener, la cual en este caso en particular es la que se pide en la normatividad mexicana aplicable.

- Por último con relación a la metodología desarrollada en este trabajo se puede concluir lo siguiente:
 1. Se puede sugerir la aplicación de esta metodología para el estudio del uso integral del agua y el manejo de las aguas residuales en otros giros o usos comerciales.

BIBLIOGRAFÍA

- MODIFICACION A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 20 DE OCTUBRE DEL 2000.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 6 DE ENERO DE 1997
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 3 DE JUNIO DE 1998
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL PÚBLICO. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 21 DE SEPTIEMBRE DE 1998.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-SEMARNAT-2002, PROTECCIÓN AMBIENTAL, LODOS Y BIOSÓLIDOS, ESPECIFICACIONES Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA SU APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 15 DE AGOSTO DEL 2003.
- NORMA MEXICANA NMX-AA-003 AGUAS RESIDUALES-MUESTREO. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 25 DE MARZO DE 1980.
- REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL. GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL, 2 DE AGOSTO DE 1993.
- NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DRENAJE. GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL, 7 DE NOVIEMBRE DE 1994.
- "INGENIERÍA DE AGUAS RESIDUALES: TRATAMIENTO, VERTIDO Y REUSO", METCALF AND EDDY, MCGRAW HILL, MÉXICO 1996.
- "INDUSTRIAL WATER POLLUTION CONTROL", ECKENFELDER W.W.JR., MCGRAW HILL, NEW YORK 1966.
- "WATER AND WASTEWATER ENGINEERING, VOL. II", FAIR, GEYER AND OKUN, WILEY AND SONS, NEW YORK 1966.
- "DESPERDICIOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES: TEORÍAS, PRÁCTICAS, TRATAMIENTO", NEMEROW N.L., LIMUSA, MÉXICO 1971.
- www.economia-noms.gob.mx/
- www.sma.df.gob.mx/

i) ANEXO A

HOJA DE CAMPO DE LA CAMPAÑA DE AFOROS Y MUESTREOS EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DEL RESTAURANTE EN ESTUDIO.

DESCARGA	PUNTO DE LA DESCARGA*	M1 9:00 AM (litros)	M2 12:30 PM (litros)	M3 3:00 PM (litros)	M4 5:30 PM (litros)	M5 8:00 PM (litros)	M6 10:30 PM (litros)	MÉTODO DE AFORO	TIEMPO DE AFORO/ DATOS DE ESTIMACIÓN DE GASTO DEL	OBSERVACIONES
D1	A	0.00	0.356	1.072	0.516	0.448	0.00	VOLUMEN-TIEMPO	40 min	COLADERA SIN REJILLAS, CONOS, TORNILLOS
D2	A	0.00	0.466	1.572	0.592	0.378	0.00	VOLUMEN-TIEMPO	40 min	COLADERA SIN REJILLAS, CONOS, TORNILLOS
D3	A	0.296	0.434	1.394	0.904	0.510	0.00	VOLUMEN-TIEMPO	40 min	COLADERA SIN REJILLAS, CONOS, TORNILLOS
D4	N.A.	--	--	--	--	--	--	--	--	--
D5	N.A.	--	--	--	--	--	--	--	--	--
D6	N.A.	--	--	--	--	--	--	--	--	--
D7	B	0.450	0.588	0.492	0.665	0.538	0.466	VOLUMEN-TIEMPO	1 min	REJILLA DE PISO Y REJILLA DEL MUEBLE EN BUEN ESTADO
D8	C	0.770	1.626	0.00	0.480	0.00	1.974	VOLUMEN-TIEMPO	10 seg	REJILLA DE PISO Y REJILLA DEL MUEBLE EN BUEN ESTADO
D9	D	0.00	0.905	0.00	0.962	0.00	0.855	VOLUMEN-TIEMPO	3 seg	DESCARGA DE MANGUERA A TUBO DE PVC EN BUEN ESTADO
D10	E	**	**	**	**	**	**	ESTIMACIÓN DEL GASTO	12 cubetas	COLADERA SIN REJILLAS, CONOS, TORNILLOS
D11	F	**	**	**	**	**	**	ESTIMACIÓN DEL GASTO	18 cubetas	COLADERA SIN REJILLAS, CONOS, TORNILLOS
D12	G	**	**	**	**	**	**	ESTIMACIÓN DEL GASTO	4 cubetas	REJILLAS EN BUEN ESTADO
D13	H	**	**	**	**	**	**	ESTIMACIÓN DEL GASTO	4 cubetas	COLADERA SIN REJILLAS, CONOS, TORNILLOS
D14	A	0.144	0.264	0.570	0.300	0.330	0.00	VOLUMEN TIEMPO	40 min	COLADERA EN BUEN ESTADO
D15	N.A.	--	--	--	--	--	--	--	--	--
D16	N.A.	--	--	--	--	--	--	--	--	--
D17	N.A.	--	--	--	--	--	--	--	--	--

DESCARGA	PUNTO DE LA DESCARGA*	pH M1 9:00 AM (litros)	pH M2 12:30 PM (litros)	pH M3 3:00 PM (litros)	pH M4 5:30 PM (litros)	pH M5 8:00 PM (litros)	pH M6 10:30 PM (litros)	Temp M1 9:00 AM (litros)	Temp M2 12:30 PM (litros)	Temp M3 3:00 PM (litros)	Temp M4 5:30 PM (litros)	Temp M5 8:00 PM (litros)	Temp M6 10:30 PM (litros)	MATERIA FLOTANTE	OBSERVACIONES
D1	A	6.5	6.9	7.2	6.7	6.6	6.9	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Ausente	
D2	A	6.25	6.8	7	6.15	6.5	7.2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Ausente	
D3	A	6.3	7.35	6.2	6.7	7.1	7.25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Ausente	
D4	N.A.	--	--	--	--	--	--	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Ausente	
D5	N.A.	--	--	--	--	--	--	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Ausente	
D6	N.A.	--	--	--	--	--	--	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Ausente	
D7	B	7.6	8.2	8.8	8.4	7.5	8.7	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Ausente	
D8	C	8.9	8.4	9.4	9.3	8.5	8.6	40.2	43.2	43.5	39.5	43.1	43.2	Presente	
D9	D	7.1	7.8	8.2	7.9	7.2	8.3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Ausente	
D10	E	8.1	8.5	8.4	7.8	9.1	8.25	38.1	39.5	37.5	38.5	37.2	39.6	Ausente	
D11	F	7.9	8.5	8.9	9	8.4	8.3	33.8	33.9	34.2	32.1	34.5	36.5	Ausente	
D12	G	8.5	9.1	9.4	8.8	8.5	9.4	24.8	25.9	26.2	26.4	26.3	24.2	Ausente	
D13	H	8.3	9.5	8.7	8.5	8.3	9.2	26.8	27.5	28.9	28.5	30.2	28.8	Presente	
D14	A	6.3	5.8	5.7	6.8	6.5	6.2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Ausente	
D15	N.A.	--	--	--	--	--	--	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Ausente	
D16	N.A.	--	--	--	--	--	--	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Ausente	
D17	N.A.	--	--	--	--	--	--	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Ausente	

* VER FIGURA 11.

** ESTIMACIÓN DEL GASTO: CUBETAS USADAS AL DÍA PARA LAVADO DE PISOS

N.A. NO APLICA DE ACUERDO A LO VISTO EN LAS TABLAS 4 Y 5.