

Fosas Sépticas

Introducción

EN vista de la creciente necesidad de ilustrar a los constructores de casas y poblaciones, donde no hay servicio de alcantarillado, entrego a la benevolencia de mis colegas este pequeño trabajo sobre las Fosas Sépticas que lo dedico a la memoria de mi hermano Juan, quien fué víctima de un Tifus contraído por la falta de una legislación que ordenara un régimen higiénico más racional que impidiera el regadío con aguas infestadas.

Por fortuna de hoy en adelante las cosas se irán modificando con la rapidez que las condiciones financieras de la nación lo permitan ya que ahora existe un reglamento sanitario para todo el país que prohíbe vaciar aguas usadas en los cursos de aguas sin previa depuración.

FOSAS SÉPTICAS (1)

Capítulo I

CONSIDERACIONES GENERALES

El principio básico de todo régimen de evacuación de aguas servidas consiste en el alejamiento rápido de los desperdicios humanos; en Santiago, gracias a las condiciones naturales del terreno, este alejamiento en el caso más desfavorable, se hace antes de las tres horas. Es esta una de las ciudades en

(1) Séptico. Del griego σηπτικός que produce putrefacción.

que este alejamiento es el más rápido.

Pero esto no basta, los desperdicios humanos una vez alejados se llevan a cursos de aguas superficiales, subterráneas, o al mar, etc., y muchas veces estas aguas, antes de que se produzca una depuración natural. (Llamo depuración el proceso de transformación de aguas peligrosas para el organismo humano en aguas no peligrosas) son utilizadas, ya para el riego de legumbres, (lechugas, rábanos, acelgas, etc.), comestibles o bien para la bebida y aún para el lavado de ropa o de pisos con los consiguientes efectos en la salud de los que las utilizan. Otras veces las aguas subterráneas infestadas por los llamados *Pozos Absorbentes o Negros* son extraídas para usos domésticos y como sucede en Valparaíso los peces alimentados por aguas de mar infestadas, se enferman y comunican ellos mismos diferentes enfermedades a los habitantes que se alimentan con ellos, tal como sucede con las ostras.

Se ve pues, por estas someras consideraciones, que no basta alejar rápidamente las materias peligrosas, es menester también que, una vez alejadas, se evite todo contacto con ellas, antes de que estén transformadas en inócuas.

No trataré aquí el caso complicado de las aguas servidas de una ciudad, ni los diferentes métodos de depuración, regadío, aeración, métodos químicos etc., sólo me referiré únicamente al caso restringido de la Fosa Séptica.

Ha sido costumbre hasta ahora llevar las aguas usadas de las habitaciones a *Pozos Absorbentes o Negros*, Hoy en día esto se considera inaceptable; pues, este pozo, bota sus aguas a las corrientes subterráneas de donde muchas veces alguna noria las recoge para la bebida o también suelen aparecer superficialmente como si se tratara de una vertiente. Para evitar este peligro es pues necesario que, antes de echar las aguas servidas a las corrientes subterráneas o superficiales estas aguas sean transformadas de modo que no sean peligrosas para la salud de los que las utilicen. Es inaceptable botar las aguas servidas a alguna corriente de agua pequeña que más abajo puede ser utilizada como agua de baño o de bebida. Es pues absolutamente indispensable que estas aguas residuales lleguen ya a los diferentes cursos de agua suficientemente saneadas.

La fosa séptica, sin ser una solución completa, es un espléndido medio para conseguir este resultado cuando se trata de pequeñas cantidades de aguas servidas.

Capítulo II

BREVE RESEÑA HISTÓRICA

El descubrimiento de la posteriormente llamada Fosa Séptica se debió a la casualidad. El señor Mouras, propietario de Visoul (Haute Saone) reunió en un estanque cerrado las aguas usadas con las de lluvias y para evitar frecuentes limpiezas proveyó el estanque de un tubo de salida a un pozo absorbente. Durante doce años no necesitó limpiar el depósito y en compañía del abate Moyrno, director de el periódico «Les Mondes» atribuyeron la disolución de las materias fecales a una acción especial del sulfidrato de amoníaco.

En colaboración hicieron experiencias en vasos cerrados de paredes de cristal, en los que pusieron orines y materias

fecales con muy poco de agua; al cabo de 20 días, la disolución era completa exceptuando las sustancias no digeribles en el estómago; como las pepitas de uva etc. los pedazos de zanahoria, coles, cebollas y otros residuos de cocina que después de flotar por algún tiempo descendían al fondo formando un depósito que acababa por disolverse también. El papel se desmenuzaba. El líquido que resultaba podía considerarse como un compuesto de orines y materias fecales, su color era ligeramente parduzco parecido a una infusión ligera de café y con olor a sulfidrato de amoníaco.

Una disolución al 10% de este líquido daba una mezcla muy poco coloreada e inodora y diluido al 1% el líquido resultante no tenía color ni olor.

Colocando una vejiga, de modo que si se desarrollaban gases, esta se inflara, se constató que, no había desarrollo de gases. Después se quitó la vejiga y se dejó penetrar el aire; inmediatamente empezó la descompostura ordinaria con desarrollo de gases mal olientes y al reponer la vejiga esta se hinchó.

Otras experiencias les probaron que la abundancia de agua favorecía el proceso de descomposición de las deyecciones y la falta de agua llegaba hasta paralizar este proceso.

En Venecia donde se sustituyeron los pozos negros por los de Mouras no se notó ningún olor en los retreteos y el líquido resultante, aún cuando se le agitara, tampoco daba olor malo. La compañía de los ferrocarriles del Mediterráneo también empleó los pozos Mouras en lugar de los antiguos pozos negros.

Posteriormente la fosa séptica se fué generalizando hasta el extremo de que en la ciudad de Leipzig cada casa tiene su fosa Séptica y por lo tanto a las cloacas sólo llegan aguas depuradas afluentes sendas de fosas sépticas. Parece que en Leipzig se adoptó esta solución debido a que en la ciudad y alrededores los ríos tienen poca corriente y la depuración

conjunta de las aguas cloacales no era prácticamente posible.

Capítulo III

PROCESO DE DEPURACIÓN EN LA FOSA SÉPTICA

1.º *Reseña Microbiana*.—Se comprende que dada la pequeñez increíble de los microbios, es bastante difícil su clasificación y reconocimiento ya que muchos de ellos por esta misma razón de pequeñez no ha sido posible averiguar si son animales o son plantas.

Sin embargo los *Protozoos* pueden ser considerados francamente animales y se componen de una sola célula y no ha sido posible mantener largo tiempo su cultivo en medios artificiales. A estos animales pertenecen la ameba de la disenteria, los microbios del paludismo, de la enfermedad del sueño, etc. . . .

Las plantas o vegetales pequeños se llaman *Protofitos*. Se puede decir que los Protofitos son a las plantas lo que los Protozoos son a los animales. Son pues microbios unicelulares.

Tanto los Protozoos como los Protofitos pueden ser *parásitos* o sea viven a expensas de otro ser vivo o *saprophytes* que viven alimentándose de materias muertas y ocasionando en estas materias una putrefacción o fermentación. Las enfermedades son producidas por la acción de microbios parásitos.

Entre los Protofitos los más temibles son una clase bastante mal definida que se llaman *Bacterios*. El bacilo de Ebert que causa el tifus es un bacterio.

Los bacterios son en general, vegetales unicelulares, desprovistos de clorofilo. (Así se llama la materia colorante de los vegetales). Algunos autores los clasifican entre las algas, otros entre las cañampas.

Los bacterios abundan en todas partes, aire, agua y suelo; la más mínima

partícula de materia orgánica se puebla de infinidad de bacterios.

Cada día se descubren nuevas clases de bacterios, por lo tanto cada día su clasificación se dificulta más. Atendiendo a su forma, se les clasifica en; cocci, de forma esferoidal; bacilos, de forma de bastón; espirilos, de forma encorvada, de coma, de paréntesis o de espirales; los leptothrix en forma de filamentos largos rectos, si los filamentos son ramificados se llaman entonces cladotrix. Algunos bacterios pueden presentarse en dos formas según los casos. Por la pequeñez no se puede atender a sus estructuras internas para clasificarlos.

La vida de estos como la de todos los seres no puede existir sin el oxígeno; unos necesitan tomarlo, ya sea de una mezcla de gases como es el aire o ya sea del disuelto en el agua y se les llame *Aerobios*; otros no pueden resistir el poder oxidante del oxígeno libre o mezclado y sólo pueden vivir en medios sin oxígeno al estado libre, sacando el oxígeno indispensable para su vida, en pequeñas proporciones, de cuerpos en los cuales está combinado, provocando reacciones químicas que producen la descomposición del cuerpo y dejan libre el oxígeno que necesitan; a estos se les llama *Anaerobios*. Hay una tercera clase, los *Aeroanrobios* que se acomodan al medio ambiente.

Además del oxígeno, los bacterios, necesitan para su vida de carbono azoe y diferentes otras sustancias, en menor proporción, que las toman del aire, de sustancias orgánicas muertas y otros de combinaciones orgánicas anexas a seres vivos.

Relacionados con el hombre este mundo de la vida pequeña puede clasificarse en dos categorías: la de los *Patógenos* o sea los que viviendo en el hombre le producen las enfermedades y aquellos que aún cuando viven en el hombre no le producen enfermedades.

Se comprende que habrá microbios

que producen enfermedades en el hombre y otros que no produciendo enfermedades en el hombre las produzcan en otros seres vivos. También existen microbios en el hombre que de ordinario no son patógenos pero que a favor de la acción de otros microbios patógenos se convierten ellos también en patógenos; entre éstos se puede citar a los que producen la pulmonía, que viven constantemente en nuestro organismo y sólo producen la enfermedad ya sea favorecidos por una congestión, o aprovechando lo que se llama un resfrío que es también la consecuencia de otros microbios, que se desarrollan dentro de nuestro organismo favorecidos por una baja temperatura cuando el organismo no está provisto de venenos que dificultan su desarrollo y lo defienden de la acción patógena.

Se comprende también que entre los bacterios patógenos los habrá aerobios, anaerobios y aeroanaerobios. Para la finalidad de este trabajo llamo la atención a que muchas especies de bacterios anaerobios son los que producen las caries dentarias. Anaerobio es el microbio del tétanos que vive constantemente en la tierra.

El mundo de los infinitamente pequeños no se detiene sólo aquí, hay además lo que se llama ultramicrobios; seres invisibles al microscopio, que no se puede saber si son animales o vegetales y se conoce su existencia, ya sea por su acción patógena como el caso del microbio de la influenza o gripe, o bien en el caso de los bacteriófagos, que viven parásitos de otros microbios y que ya han sido aprovechados para luchar contra los microbios patógenos. Se les ha podido cultivar y con estos cultivos producir enfermedades análogas a las microbianas.

Los microbios se desarrollan y multiplican con una rapidez espantosa cuando se encuentran en un medio favorable. El modo de reproducción es por simple división o partición por lo que se llama

este modo de multiplicación *Partenogenesis*. Un protozoo (que se divide más de una vez al día) suponiendo que sólo se divida una vez por día en treinta días daría 1,073.741,824 protozoos. En dos meses su número ya no se puede expresar en cifras, es más cómodo expresarlo en el volumen que ocupa.

Suponiendo que un milímetro cúbico contenga 1,000 protozoos. (En realidad contiene menos). Se tendría en cuarenta días un metro cúbico de materia viva y en cuatro meses el volumen de materia viva producido por un protozoo microscópico sería sensiblemente más grande que el globo terrestre.

2.º *Composición elemental de las materias Orgánicas.*—Tanto los microbios como las materias en que ellos viven, son materias orgánicas que pueden agruparse principalmente en dos categorías: *Ternaria y Cuaternaria*.

Las materias *ternarias* son sustancias compuestas principalmente de cuerpos simples, el carbono, el oxígeno, el hidrógeno, como ser la celulosa de papeles y vegetales, *almidón*, grasas, jabones, ácidos orgánicos, dextrina, azúcar, alcoholes, granos, materias colorantes, etc., . . . y las *cuaternarias* son también principalmente compuestos de carbono oxígeno hidrógeno, pero tienen además *azoe*, estos es, están formados por *cuatro* cuerpos principales. Son cuerpos cuaternarios fibrina glutern las materias fecales, albúmina, orines, cadáveres, etc.

3.º *Proceso de depuración.*—La destrucción de los microbios, se confunden con la destrucción de las materias ternarias y cuaternarias de que están formados o de que se alimentan, que en el caso de los cuerpos ternarios da origen a la formación de carburos, hidrógeno, ácido carbónico, y agua, mientras que en el caso de los cuerpos cuaternarios, después de descomponerse en una serie de productos diversos, se convierten finalmente en amoníaco. Se ve pues que todas las materias orgánicas insolubles,

microbios inclusive, se transforman por descomposición en cuerpos solubles. Inmediatamente que la materia orgánica deja de estar sometida a las llamadas fuerzas vitales, cesa la resistencia que todo cuerpo vivo opone a los otros cuerpos vivos que se desarrollan alrededor de ellos y a menudo a expensas de ellos; estos últimos cuerpos vivos son microorganismo que abundan en todas partes y que constantemente están transformando las sustancias orgánicas. Estos organismos que como vimos tienen un poder asombroso de multiplicación necesitan para su vida, de las materias orgánicas, descomponiéndolas en los cuerpos gaseosos o solubles, en el agua, de que ya se ha hablado.

Los desechos humanos están naturalmente sujetos a estas descomposición por la acción de fermentaciones producidas por microorganismos que en estos desechos encuentran condiciones de vida bastante favorables.

Se comprende que haya infinidad de microbios o microorganismos que tengan una acción destructora de las materias orgánicas, unos de una manera y otros de otra, unos tomando del aire el oxígeno y de las materias orgánicas las otras sustancias que necesitan para sus vidas aún atacando las materias orgánicas provistas de vida hasta producirles la muerte, como acontece con los parásitos y los microbios patógenos que causan la muerte de los seres humanos.

Cuando las materias orgánicas y microorganismos destruidos por la acción de otros microorganismos son los nocivas al hombre, entonces se llama *depuración biológica*, porque es la vida misma la que produce la destrucción de la vida pero la vida destruida es principalmente aquella que es nociva al hombre.

El proceso de destrucción de la vida por la vida se produce constantemente en la naturaleza, desde el hombre que asesina a otro hombre, hasta el bacteriófago que mata a un microbio, pero esta

destrucción es relativamente lenta, y cuando se disponen medios para que esto se produzca más rápidamente por algún artificio, se llama entonces *depuración biológica artificial*.

Entre todos los organismos que realizan este proceso de depuración hay algunos que lo hacen de una manera más útil para el hombre y estos son principalmente los microbios anaerobios y es por esto que ahora en la fosa séptica se trata de favorecer la acción de estos microorganismos privando en lo posible de aire las materias que se quiere descomponer.

Estos microbios anaerobios al extraer de las materias ternarias y cuaternarias el oxígeno y demás sustancias que necesitan para sus vidas los descomponen y los destruyen. Los microbios de las caries dentales por ejemplo, que son en su gran mayoría anaerobios, para poder vivir se defienden por una parte por medio de mucosidades, de la acción del aire que hay en la boca y por otra parte empiezan por destruir el esmalte y continúan la destrucción del marfil hasta llegar a la desorganización del nervio, vulgo dolor de muelas.

Sobre el detalle del proceso químico que se desarrolla durante esta destrucción, no se ha llegado a ninguna conclusión satisfactoria; todo el proceso de esta descomposición, aparte de que es muy variado según los casos, está todavía en la región de lo simplemente probable.

Sin embargo daré aquí una pequeña reseña de una teoría pues de ella puede sacarse enseñanza para la disposición de la cámara séptica.

Los microbios anaerobios no pueden actuar en presencia del oxígeno libre, pues es verosímil que este gas actúe sobre las diastasas, que son cuerpos cuaternarios que rigen la vida de los anaerobios, oxidándolas, pues estas sustancias son fácilmente oxidable en presencia del oxígeno libre y esto explica

que los anaerobios no puedan desarrollarse en presencia del aire.

Por el contrario, cuando no hay oxígeno libre, las diastasas de los anaerobios, ayudadas de su gran proporción de impureza como ser sales de manganeso, en el caso de las diastasas oxidantes, y de otras impurezas, no bien conocidas, en el caso de la diastasa de descomposición, transforman las sustancias orgánicas. La llamada *Zymose* de la levadura, desdobra la glucosa en alcohol y en ácido carbónico ejecutando de este modo una oxidación y una descomposición.

Las diastasas tienen diferentes particularidades comunes, una es que, a cetero grado, no actúan y su acción va aumentando con la temperatura, para ser máxima a los 40 grados, disminuyendo después su poder hasta desaparecer a la temperatura de ebullición que las destruye.

Otra particularidad muy interesante para este caso es que pequeñas cantidades de diastasas son capaces de descomponer cantidades de sustancias con un volumen hasta de un millón de veces mayor que el de ellas. Actúan pues de una manera análoga a la de los llamados calizadores; de los cuales es tan conocida la esponja de platino.

La acción de las diastasas se atenúa cuando actúa en un medio muy cargado de materia descompuesta.

Los microbios anaerobios pues para extraer el oxígeno necesario para vivir, descomponen las materias orgánicas, alimento de otros microbios, coartándoles de esa manera la vida y también destruyen los otros microbios a unos con más facilidad que a otros, (los microbios del cólera, por ejemplo, son destruídos más rápidamente que otros), y por último cuando ya no quedan más materias orgánicas que la de los propios microbios anaerobios se atacan unos con otros y se destruyen mutuamente terminando así de convertir las sustancias

orgánicas insolubles en cuerpos soluble minerales y dejando por obra de este proceso, el agua libre prácticamente de microorganismos nocivos al hombre.

El proceso que se desarrollaba en los pozos Mouras no era pues un proceso químico como creyó ver el Abate, sino que era el proceso biológico que acabamos de describir.

En la realidad práctica, las cosas no pasan de una manera tan simple y esquemática como lo acabamos de explicar sino que se desarrollan en un conjunto de procesos químicos y biológicos y de acciones, entrecruzadas de microbios aerobios y anaerobios. Son los microbios aerobios patógenos o no patógenos los que son destruídos en presencia de partículas de aire por otros microbios parásitos o no parásitos que viven en presencia del aire y suprimida la presencia del aire por la acción de estos mismos microbios que absorben el oxígeno se desarrollan los anaerobios que atacan a los aerobios. En este proceso no debemos olvidar que tienen su parte en el trabajo, los vermes y larvas. Los bacteriófagos también tienen su actuación, y en la mayoría de los casos esta actuación no es conocida todavía. El Sr. Calmette, ha estudiado durante gran parte de su vida este proceso depurador con ilimitados elementos que le proporcionaba el Gobierno Francés y a pesar de su gran versación y de una amplia experimentación no ha obtenido ninguna conclusión clara.

Una fosa séptica o recipiente que favorezca esta acción de asepsia, bien organizada y dispuesta debe ayudar estas acciones para que la depuración biológica artificial se produzca lo más completamente posible y lo más rápidamente posible.

Con tal objeto teniendo en vista las experiencias de Mouras y otros se ha ideado principalmente la fosa abierta y la fosa cerrada.

Pero, por bien dispuesta que sea una

fosa séptica es imposible obtener en la práctica una gran asepsia y para obtener un máximo de depuración es indispensable llevar el líquido que sale de la fosa séptica muy cargado de microbios anaerobios a un proceso de oxidación de las diastasas que los constituyen para destruir también estos microbios anaerobios. Se comprende que en una fosa séptica llegue un momento en que los microbios estén en una dilución tal que ya no estén en contacto y que por lo tanto no se encuentren los unos al alcance de los otros para destruirlos.

Un análisis de aguas cloacales dió 415,000 bacterios por centímetro cúbico, al salir estas aguas de la fosa séptica esta población había bajado a 67,000 bacterios por centímetro cúbico y a la salida de el proceso de oxidación sólo tenía 47,000 bacterios por centímetro cúbico. Se ve pues, que, como lo dijimos al principio, la fosa séptica es un dispositivo muy útil pero no es suficiente, es necesario acompañarla con un proceso de oxidación que complete la acción de la fosa séptica.

Aún cuando en esta pequeña monografía no me he propuesto el estudio de este proceso de oxidación; con lo expuesto se comprende que el efluente de la fosa séptica es un líquido cargado de microbios, en su enorme mayoría anaerobios, entre los cuales, como ya lo hemos visto hay también muchos que son patógenos y es pues indispensable destruirlos y hemos visto que la destrucción de los anaerobios se consigue en gran parte poniéndolos en contacto con el oxígeno del aire que oxida las diastasas que vimos son compuestos químicos que forman principalmente el cuerpo de los anaerobios.

Este contacto se puede obtener tratando de exponer los líquidos cargados de microbios y divididos en láminas delgadas en contacto con el aire. El modo más práctico de hacer esta división en láminas delgadas es, verter el

agua sobre un montón de piedras para que el agua al mojarlas y al escurrir por la superficie de todas y de cada una, se divida en laminillas delgaditas que aumentan la superficie de contacto entre el agua y el aire. Este procedimiento se llama el de lechos de contacto o cámaras de contacto o de oxidación.

También se puede conseguir quitarle al agua cargada de microbios estos microorganismos por medio de una filtración que retenga los microbios en el filtro que deja pasar un agua relativamente aséptica. Este es el método de la cámara filtrante.

Tanto en la cámara de oxidación como en la cámara filtrante el escurrimiento de líquidos no es constante, sino con la relativa intermitencia con que se consumen las aguas domésticas; es por esto que, en el intervalo entre una y otra descarga de aguas; tanto la arena que ha retenido los microbios en la cámara filtrante, como las piedras que se han mojado; se medio secan y el aire penetra oxidando los organismos que se han adherido y de esta manera se prepara el dispositivo para que otra descarga de aguas sufra el correspondiente proceso de oxidación.

Capítulo IV

FOSA SÉPTICA PROPIAMENTE TAL

Fosa abierta.—La fosa abierta es un recipiente en el cual se depositan los líquidos mezclados con las materias líquidas o sólidas de las que hay que depurarlos porque son nocivas para la salud del hombre ya sea directamente o no.

En estos recipientes, algunas de las materias de que van impregnados estos líquidos son más livianas que el agua, o llevan gases incluidos que las alivianan y se van a la superficie, otras sustancias al descomponerse quedan impregnadas de gases que las arrastran a juntarse

con las anteriores, formándose así una capa flotante de materias orgánicas más livianas que el agua, mezcla de gases y de productos de descomposición que a menudo se la llama galleta. En fosas profundas esta galleta llega a tener 0.50 m. de espesor.

Otras sustancias más pesadas que el agua, van al fondo; de éstas, algunas al descomponerse se impregnan de gases que las alivianan y las llevan del fondo a la superficie.

En la fosa abierta se forma pues en el fondo una capa de sustancia principalmente orgánicas y en la superficie se forma además una capa de materias flotantes, donde se produce principalmente el proceso depurador y es por esto que se trata de favorecer la formación de esta capa.

La parte de la capa flotante que está encima en contacto con el aire, sufre una descomposición a base de aerobios con gran desarrollo de gases mal olientes y la parte inferior de esta capa la que está en contacto con el agua y a la cual no alcanza a llegar el aire, porque el espesor de esta misma capa lo impide, sufre una descomposición principalmente anaeróbica.

La fosa abierta por medio de esta capa superficial que llega a tener la consistencia del cuero y que es impermeable al oxígeno del aire se convierte en poco tiempo en una fosa cerrada de proceso depurador anaeróbico que se tratará a continuación.

Fosa cerrada.—La fosa cerrada es casi exactamente igual a la fosa abierta, la diferencia está en que como a ella no penetra el aire, la capa de melma flotante o galleta, es de poca consistencia y de menor espesor y en la superficie de esta melma flotante no se produce casi la fermentación aeróbica y por lo tanto se parece mucho a las experiencias del Señor Mouras, en las que vimos que no se desarrollaban gases de ninguna especie, pues la membrana no se había

inflado mientras duró la fermentación anaeróbica.

Al fondo de la fosa cerrada van como en la fosa abierta, sustancias que son más pesadas que el agua y que en general no son rápidamente descomponibles y también aquellas sustancias más pesadas que el agua y que no son susceptibles de ninguna descomposición, como arenas, piedrecillas, fierros etc. Este depósito, al cabo de dos años tiene un espesor de más o menos veinticinco centímetros; a los siete años esta capa es de 0.30 y se necesitan de 15 a 20 años para que esta capa alcance a 0.60. Los primeros depósitos contienen materias orgánicas que los bacterios desagregan lentamente y van disminuyendo poco a poco. Es por esto que después de los primeros años el aumento de esta capa no es proporcional. La limpieza de la fosa séptica se ve que no es indispensable en general, sino cada 15 a 20 años.

En la fosa séptica, cerrada la acción bacteriológica, se produce en la parte cercana a la superficie y en la parte del fondo. Los análisis de líquido tomados a diferentes alturas en pozos de experimentación han dejado bien claro ésto y además que la acción anaeróbica se produce principalmente en la parte superior y, a medida que nos alejamos de la superficie, menos microbios se encuentran en el líquido. Esta es la razón porque en el caso de pozos de dos compartimentos contiguos, la comunicación se hace por medio de un agujero ubicado lo más al fondo posible, pero siempre un poco encima de la zona donde, con el tiempo se va a formar la capa de materias pesadas insolubles.

Aun cuando en la fosa cerrada no es tan indispensable como en la abierta, no perturbar la capa flotante, se debe de cuidar de que esta capa no se rompa o se descalabre y por lo tanto debe de disponerse que, los tubos de entrada de nuevos líquidos tengan su boca lejos de

esta capa flotante alrededor de 1,40 m., del fondo; de esta manera los nuevos líquidos perturbarán lo menos posible el proceso depurador que se está efectuando cerca de la superficie. En cuanto al tubo de evacuación, debe de tomar el líquido en aquella región donde el agua tiene menos microbios o sea a unas 0.80 m, del fondo de la fosa. Esta última disposición es especialmente útil cuando se trata de una fosa de un solo compartimento.

También con el objeto de no perturbar el proceso biológico, aun cuando se ha constatado que bajo la galleta la temperatura varía muy poco de 15°, es preferible que la fosa séptica se construya bajo tierra para que no esté sujeta a la influencia de las variaciones de temperatura y enfriamientos, puesto que las diastases trabajan con mayor actividad a temperaturas vecinas a los 40 grados y si esta temperatura no se puede obtener en la práctica, es por lo menos mejor evitar que se acerque a 0 grado que suspen- de el funcionamiento de las diastases.

Aun cuando se ha tenido buenos resultados con fosas sépticas cerradas de un solo compartimento, es preferible que consten de dos compartimentos, de esta manera en el primer compartimento se podría producir, debido al oxígeno disuelto en el agua y al aire que arrastran las diferentes materias, una mezcla de acciones aeróbicas y anaeróbicas, sin olvidar también las acciones químicas y la barbacana del tabique que pone en comunicación los dos compartimentos ubicada a 0,80 m, del fondo, tomaría únicamente líquidos sin oxígeno libre, produciéndose en el segundo compartimento un proceso mucho más anaeróbico.

Después de todo lo expuesto se comprende que la introducción en la fosa séptica de un desinfectante cualquiera sería contraproducente. Si la vida nociva es destruída allí por medio de otra vida un agente destructor de la vida

entorpecería este proceso que se vendría indfectiblemente a producir en esos líquidos cuando éstos hayan salido de la fosa o estén al alcance de la vida humana y de este modo no se habría conseguido el objeto de proteger la vida del hombre.

Con lo dicho se tiene ya la disposición de una fosa séptica, para determinar la capacidad, la experiencia ha indicado que debe ser tal que las sustancias y líquidos que van a allá permanezcan en ella por lo menos 24 horas y no mucho más de estas 24 horas.

A primera vista pareciera que este tiempo fuera muy exiguo y se podría temer que en tan corto lapso de tiempo no se alcanzara a producir la depuración; pero si recordamos el enorme poder de multiplicación de los microbios y que una porción de diastasa puede llegar a descomponer un volumen hasta de un millón de veces mayor que su propio volumen, se puede concebir que en las veinte y cuatro horas se alcance a producir la depuración deseada de la mayor parte de las materias de fácil descomposición, quedando en la capa superficial y en el fondo aquellas sustancias cuya desorganización es más lenta un tiempo suficientemente largo hasta que se produzca su destrucción (1).

Con el objeto de disminuir el tamaño de la fosa séptica, alguien podría tentarse de no echarle más que las aguas

(1) De cien gramos de clara de huevo coagulada, después de seis semanas no queda más que un gramo mientras que en aguas cloacales estancadas quedan 76 gramos y en aguas corrientes 83. La carne pierde en tres semanas casi 50% de su peso y el 96% en seis semanas: Un cuerpo animal sumergido en la fosa séptica se conserva protegido durante mucho tiempo por la grasa que aforra la piel, pero cartílagos y tendones desnudos pierden en cinco semanas de 99 a 65% de sus pesos; la lana y las plumas también se descomponen:

En cuanto a sustancias ternarias; las grasas se desdoblan lentamente en ácidos grasos y glicerina: Una cuerda de cáñamo que después de cin-

de excusados, excluyendo las de baños y lavado de platos, esto sería un error pues vimos en las experiencias de Mouras que, cuando no se cambiaba el agua del recipiente de vidrio la depuración se retardaba, y también vimos que cuando un líquido estaba muy recargado de los productos de la descomposición, las diastasas perdían una parte de su poder; es pues necesario favorecer las acciones de las diastasas con una apropiada cantidad de líquidos.

Por otra parte si nos fijamos en que el proceso de depuración llega a un cierto límite en que la disminución de la población microbiana se va haciendo cada vez menos rápida, se ve que en tal situación ya no es práctico prolongar el proceso depurador porque ello exigiría darle a la fosa una capacidad mucho mayor sin ningún resultado práctico proporcional, mayor capacidad que encarceraría la obra inútilmente.

Capítulo V

CAPACIDAD Y DISPOSICIÓN

Con todo lo expuesto anteriormente, un Ingeniero puede proyectar una fosa séptica adecuada para las necesidades que tenga que llenar pero, como las presentes líneas no están dedicadas únicamente para los ingenieros me extenderé todavía en algunos puntos.

El punto principal es darle a la fosa la capacidad para que las aguas permanezcan en ella las 24 horas que la experiencia ha indicado como más adecuada para que se produzca la transformación anaerobia.

El Señor Filippo Laccetti en su

co semanas de inmersión en aguas estancadas de cloaca o en aguas corrientes soportaba todavía un peso de 12 kilos, no resistió a una tracción de 15 gramos después del mismo tiempo de inmersión en la fosa séptica. El papel de diarios al cabo de tres semanas empieza a disolverse desprendiéndose burbujas de gas.

Fognatura Biológica dice: «Si L es el «número de litros diarios del líquido por «tratar, la capacidad de la fosa debería «ser tal de contener el líquido de las precedentes 24 horas y de las en curso, «esto es 2 L y si la altura interior útil «es de 2,00 m., lo que corresponde a «menudo a la práctica, la sección hori- «zontal de la fosa, quedaría determinada, en metros cuadrados, por $L/1000$ ».

El señor Paul Razous da la fórmula, « $V=1+N/16$ que cuando el número de «personas es 10 o sea N se tiene $V=1,624$ ».

Otros autores toman por base 150 litros por habitante.

Se ve pues que esto del volumen no tiene nada de riguroso. Mi parecer es que la norma siguiente sería más ajustada a la realidad.

1.º Dado que en el fondo se deposita una cantidad de materias, como la celulosa que no se descomponen en las 24 horas sino después de varios días y que también en la superficie se forma una costra cuya descomposición dura algo más de 24 horas, estimo que debe considerarse además del volumen para el líquido diario, el volumen de una capa de 0.15 m. de espesor para la melma del fondo y además otros 0.30 m. para la costra superficial.

2.º El resto del volumen comprendido entre estas dos capas podría determinarse con la fórmula dada por el señor Razous, o sea, $V=1+N/16$.

La Dirección de Sanidad de Chile, recomienda las 5 normas siguientes:

1.º Tomar como base un gasto de 150 litros por día y por habitante, considerando dos personas por habitación y un minimum de cuatro personas por casa. Para tomar en cuenta el sedimento séptico recomienda incrementar el volumen de aguas correspondientes a las 24 horas en un 20 a un 30 por ciento, dando a la fosa la capacidad resultante. Así para 8 personas correspondería, a razón de 150 litros por persona, 1,200

litros más un 30% para los sedimentos, o sea, 360 litros, o sea una fosa de 1,560 litros de capacidad.

2.º Darle el espacio libre entre el nivel de aguas y la losa de tapa, una altura de 30 centímetros.

3.º La salida debe estar 10 centímetros más baja que la entrada, preferiblemente 20 centímetros.

4.º El codo o T de acceso debe a lo menos ser de 5" si es de cemento y de 4" si es de fierro fundido. Es preferible el fierro fundido para estas piezas, su superficie más lisa y no absorbente evita adherencias que pueden formar tacos y obstruir el acceso de las aguas.

5.º La T de evacuación que también es preferible que sea de fierro fundido, debe captar las aguas de la fosa en la zona de licuación, que es el tercio central de la profundidad útil.

En otras partes se recomienda que la salida de los líquidos debe de tomarse, como ya lo hemos dicho, a unos 0,60 m. del fondo que es la zona donde el líquido está más depurado y la llegada de los líquidos debe ser a una profundidad tal que la costra flotante no sea perturbada y si suponemos esta costra de un espesor de 0,30 m., debemos llegar con el agua unos 0,30 m. más abajo que esta costra, o sea a 0,60 m. bajo el nivel superior. La diferencia de nivel entre la llegada y la salida debe ser unos 0,80 m. De todo lo anterior resulta que la altura de líquidos y costras más convenientes, es de 2,00 m. Algunos textos simplifican las cifras anteriores e indican que la entrada y salida de las aguas debe estar comprendida sensiblemente dentro del tercio central de los líquidos.

La fosa séptica debe ser ampliamente visitable, para un caso extraordinario, y para las limpias eventuales.

Es posible que no exista ninguna comunicación entre el gas que hay en el interior de la fosa séptica y el que llena las cañerías del interior de las habitaciones, pues un descuido cualquiera en la

existencia de sifones obturadores puede llevar los gases de la fosa al interior de las habitaciones. La falta de un sifón en un baño no es tan grave peligro en el caso de que exista una canalización pública, porque los gases de esta canalización no son tan nocivos como los gases de la fosa séptica.

Respecto al material se recomienda especialmente la greda vidriada.

El fierro es atacable y destruido fácilmente por el hidrógeno sulfurado. El cemento también es lentamente atacable por el ácido carbónico libre y aún por el hidrógeno sulfurado.

A pesar de lo dicho en el párrafo precedente, no hay inconveniente en usar el cemento o el concreto, en la construcción de la fosa séptica, por cuanto la acción de estos gases, es sumamente lenta. Preferible es usar el cemento de endurecimiento rápido que es mucho menos atacable por los ácidos orgánicos que el cemento común.

La albañilería de ladrillos y la de piedras son bastante recomendables.

Con las salvedades que ya hemos hecho anteriormente deberá de usarse el concreto armado.

Cualquiera que sea el material que se emplee, deberá tenerse siempre en vista que la fosa séptica no debe contaminar el subsuelo, y por lo tanto debe cuidarse especialmente su impermeabilidad, para lo cual un enlucido de uno de cemento y uno de arena, a pesar de su atacabilidad que ya se ha mencionado, es muy recomendable. En el caso de que la pared de fondo, sea de concreto, es muy conveniente que este vaya ligeramente armado, con el objeto de que durante la fragua no se vayan a producir fisuras por la contracción del concreto si no se ha tenido el suficiente cuidado de conservarlo mojado o por defecto del cemento o por falta de práctica en el manejo de este material.

Para facilitar la confección de proyectos de fosas sépticas daré tres ejemplos

empezando por la construída cerca de la ciudad de Trento en el cuartel de Zapadores que es un conjunto de edificios situados lejos de la ciudad, donde no se disponía de canalización general por lo que se recurrió a la fosa séptica combinada con pozo absorbente construído en un terreno ripioso (Lám. I).

Se adoptó un dispositivo tal que en caso de limpia de la fosa las aguas pudieran desviarse momentáneamente y vaciarse directamente al pozo absorbente.

La fosa tiene 11,60 de largo, 5,20 de ancho, 4,60 de alto; consta de tres compartimentos de hormigón provistos de diafragmas de cemento armado para obligar a que los líquidos recorran un camino tortuoso. Cada compartimento está dotado de una chimenea de visita.

El nivel de las aguas se dispuso de 2,60 de altura y la salida se dispuso también al mismo nivel de 2,60 y habría sido preferible que se hubiera hecho con un tubo sumergido para que no pudiera salir por este conducto parte de las costras que pudiera formarse en el último compartimento aún cuando se crea que en este compartimento terminal ya las aguas estén completamente claras.

Las láminas II y III representan el tipo de la fosa séptica usada en Chile antes de la vigencia del Código Sanitario

para el desagüe de las escuelas rurales y que ha sido calculado según la fórmula del Señor Razous. Como se ve en la figura, consta de dos compartimentos, uno más grande destinado principalmente a la fermentación anaeróbica y uno más pequeño del cual el tubo de salida toma ya el líquido en un estado bastante clarificado. El radier es de concreto, las paredes son de ladrillos estucadas con mezcla de uno por uno de cemento y la cubierta es una loza de concreto armado.

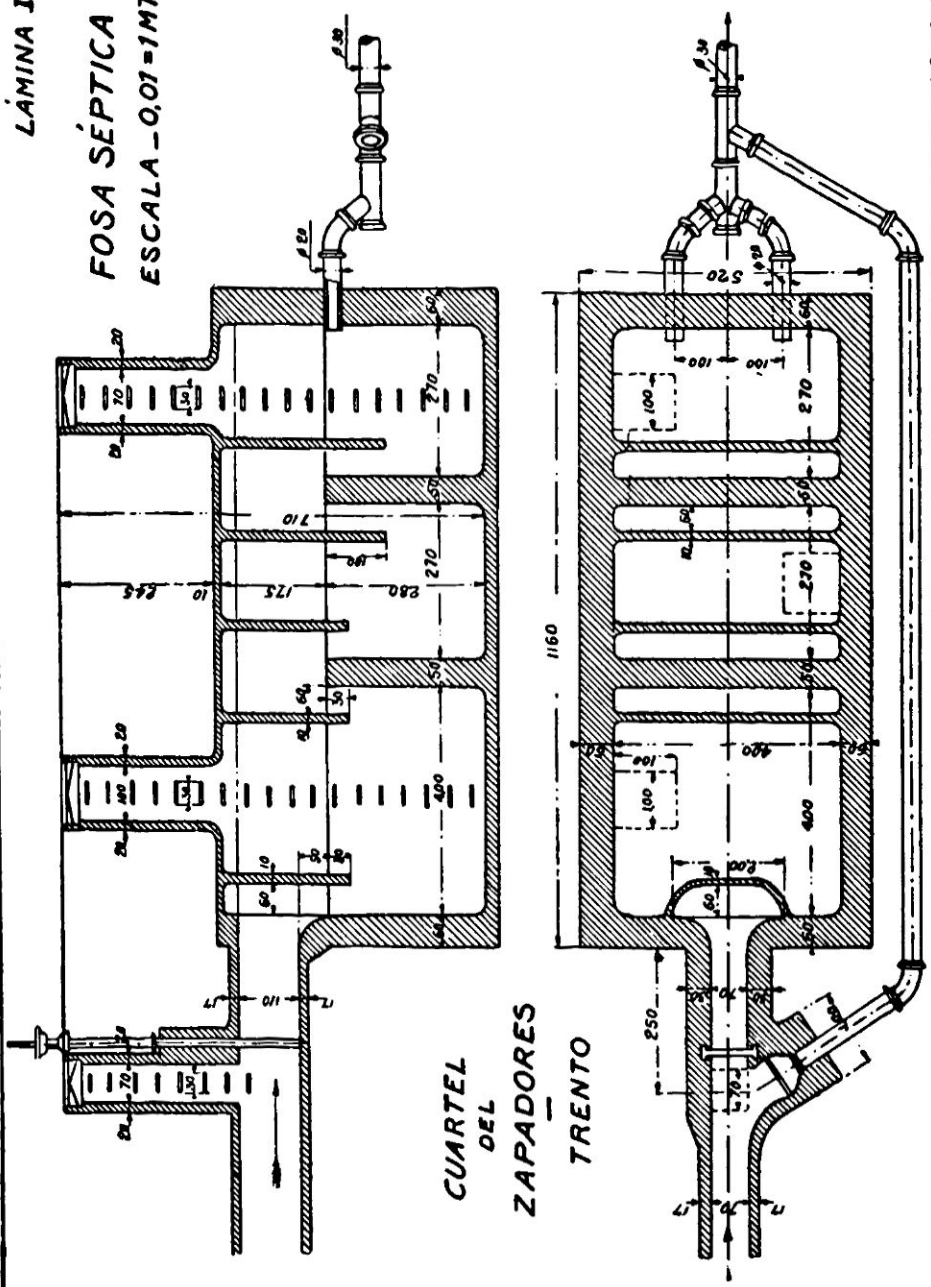
Finalmente la lámina IV representa el tipo de fosa séptica indicada en el Reglamento General de Alcantarillados Particulares, Fosas Sépticas, etc. publicado por la Dirección General de Sanidad en Abril de 1926.

Bibliografía

Assainissement des villes, F. Putxeys et P. Questienne.—*Eaux d'égout et eaux résiduaires industrielles*, Paul Razous.—*Le conseiller médical des familles*, Dr. Siebert.—*Microbes et Toxines*, Dr. Etienne Burnet.—*Les Défenses de l'organisme*, E. D'Hereèle.—*L. Higiène Moderne*, Dr. J. Hericourt.—*Immortalité et rajeunissement*, S. Metalnicov.—*Fognatura Biologica*, F. Lacetti.—*Fognatura Cittadina*, D. Spataro.—*Fognatura Domestica*, A. Cerutti.

LÁMINA I

FOSA SÉPTICA
ESCALA - 0,01 = 1 MT.

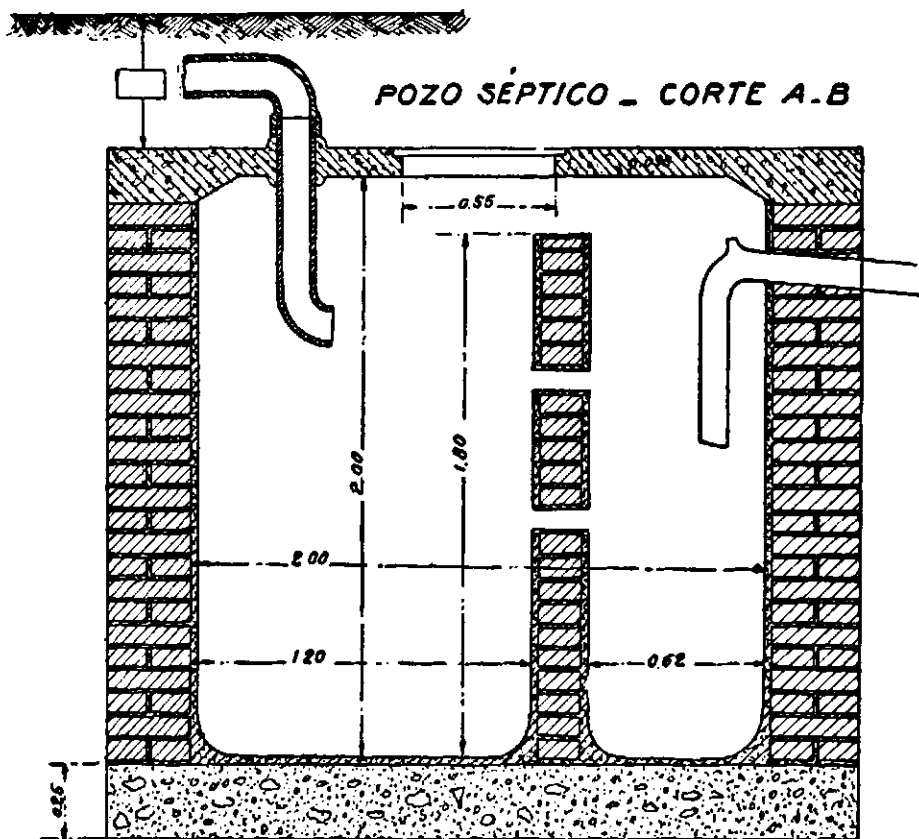
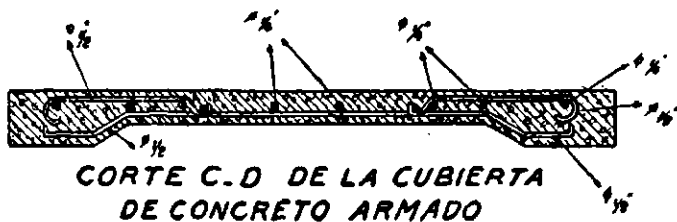


CUARTEL
DEL
ZAPADORES
TRENTO

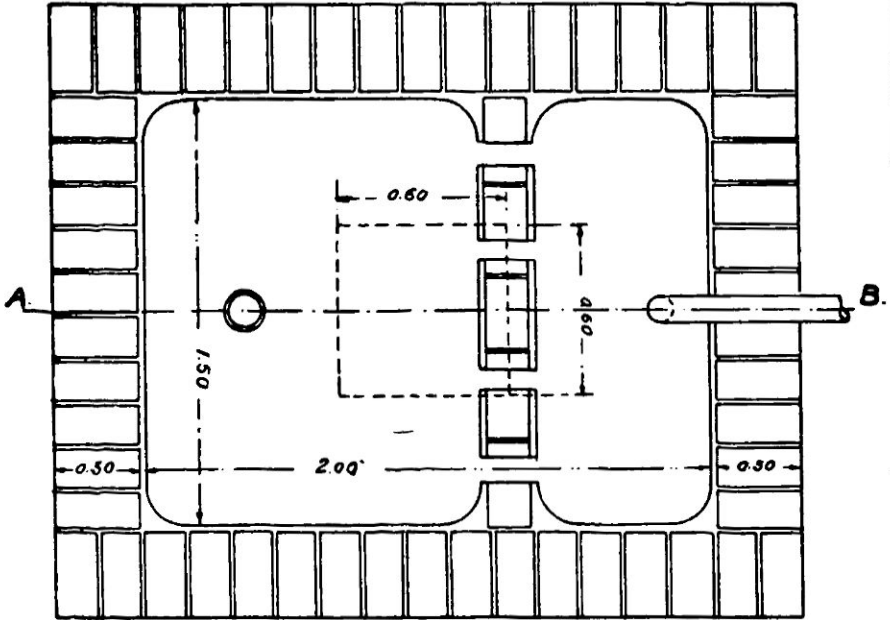
POZO SÉPTICO

LÁMINA II

ESCALA - 0,05=1MT.



POZO SÉPTICO LÁMINA III
PLANO HORIZONTAL - ESCALA - 0,05=1MT.



C. LOZA DE CONCRETO ARMADO

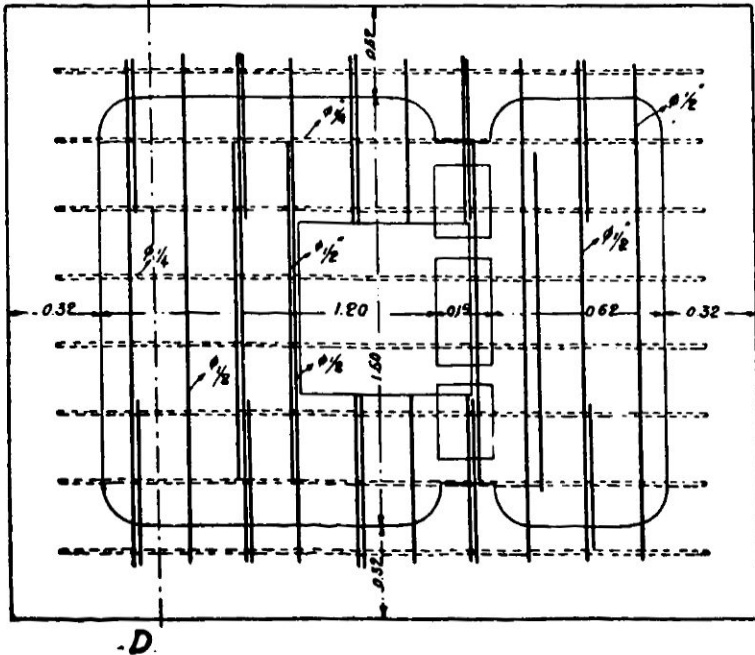
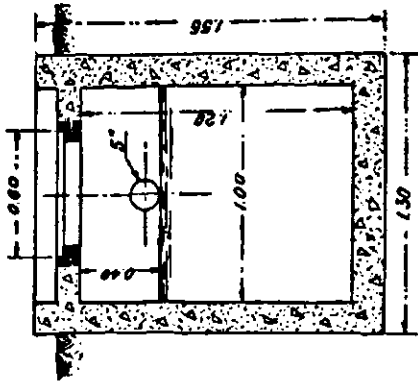


LÁMINA II

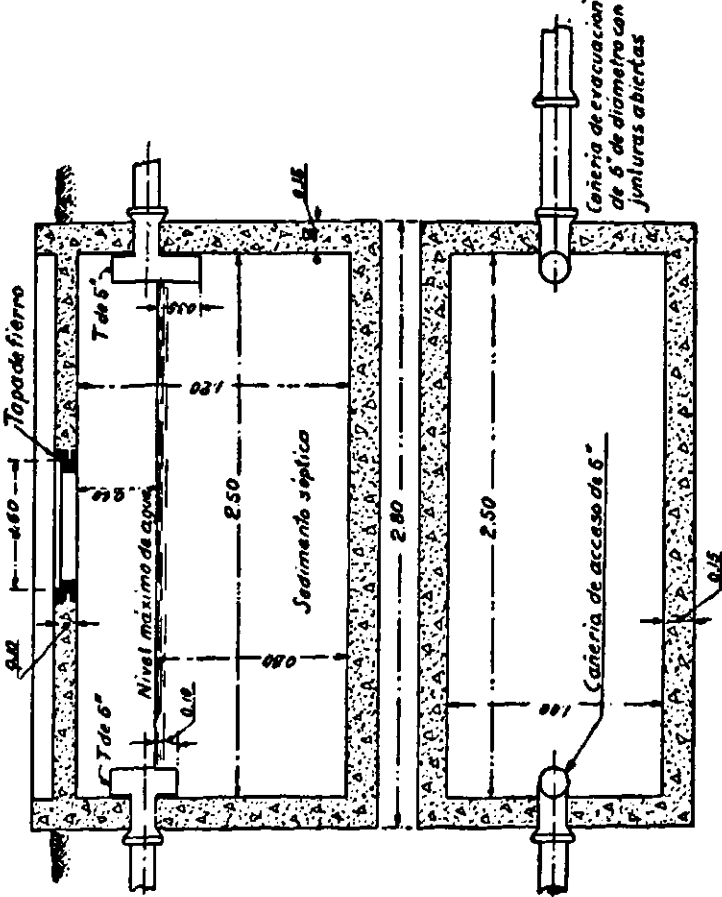


FOSA SÉPTICA

Capacidad útil 2000 litros
 Remoción del sedimento séptico cada
 dos años

El material de construcción podrá ser
 concreto armado 4:3:6, albanilería de
 ladrillo sobre mortero de cemento, o
 fierro fundido
 Las tuberías serán de arcilla vitrifi-
 cada, cemento comprimido o fierro
 fundido.

Dimensiones en metros



Cañería de evacuación
 de 6" de diámetro con
 juntas abiertas