

Operação de Estações de Tratamento de Esgotos

por *W. A. Hardenbergh e outros*

Tradução de um artigo publicado na Revista "Public Works" de Setembro de 1938.

Braulio Borges

Eng.º Chefe da 2.ª T. S.

II

Disposição da lama

A lama que é retirada de um tanque de digestão ou de um compartimento de lama do tanque Imhoff, contém sómente uma pequena percentagem de solidos, geralmente de 4% a 10%.

A quantidade de agua em excesso deve ser removida, o que é feito normalmente em um leito de areia, preferivelmente coberto com um telhado de vidro, ou por meio de filtros especiaes.

Si a humidade da lama puder ser reduzida de 92 % ou mais a 65 % ou 75 %, a lama pode ser finalmente usada como fertilizante para parques, gramados, fazendas, etc., amontoada ou queimada em incineradores.

Deve-se notar que a lama com 5% de solidos e 95% de agua tem um volume 6 vezes maior, para a mesma quantidade de solidos, que uma lama que contenha 30 % de solidos e 70 % de humidade.

No caso de uma humidade de 98%, que é a media para as lamas de tanques de digestão, uma redução para uma humidade de 70% significa uma redução em volume para 1/15 do volume original.

Depois de uma digestão bem feita, a lama têm cheiro pouco desagradavel ou mesmo nenhum e quando satisfatoriamente deshidratada não apresenta qualquer inconveniente.

A remoção do excesso de agua é necessaria para facilitar a diposição final.

N. d. R. — A primeira parte da presente tradução saíu publicada no Boletim n.º 8 — Dezembro de 1939.

Camaras de secagem. — Uma camara ou leito de secagem consiste de uma camada de 6 a 18 polegadas de areia, colocada sobre 6 a 12 polegadas de cascalho graduado, sob o qual são colocados drenos com juntas sêcas.

A agua é drenada e evaporada, sendo ambas as ações importantes.

A parte da humidade que é drenada, passa atravez da areia e do cascalho para os drenos, podendo ser descarregada no coletor de descarga da estação, depois de clorada, ou, melhor, no poço da bomba, de onde é recalçada para o tanque de sedimentação, sendo preferivel este ultimo processo.

As camaras de secagem da lama podem ser abertas ou cobertas. Usam-se geralmente estruturas semelhantes a estufas para a cobertura das camaras.

As camaras abertas ou descobertas devem geralmente ter um pé quadrado de área para cada pessoa servida pela estação. Isto é, para 10.000 pessoas servidas pela rêde de esgotos, deve haver, no mínimo, 10.000 pés quadrados. As camaras cobertas precisam somente da metade, isto é, meio pé quadrado per capita. As camaras cobertas são mais efficientes porque elas evitam a chuva e tambem porque a temperatura no interior [delas é normalmente mais alta, mesmo quando existe uma ventilação adequada, como sempre deve haver.

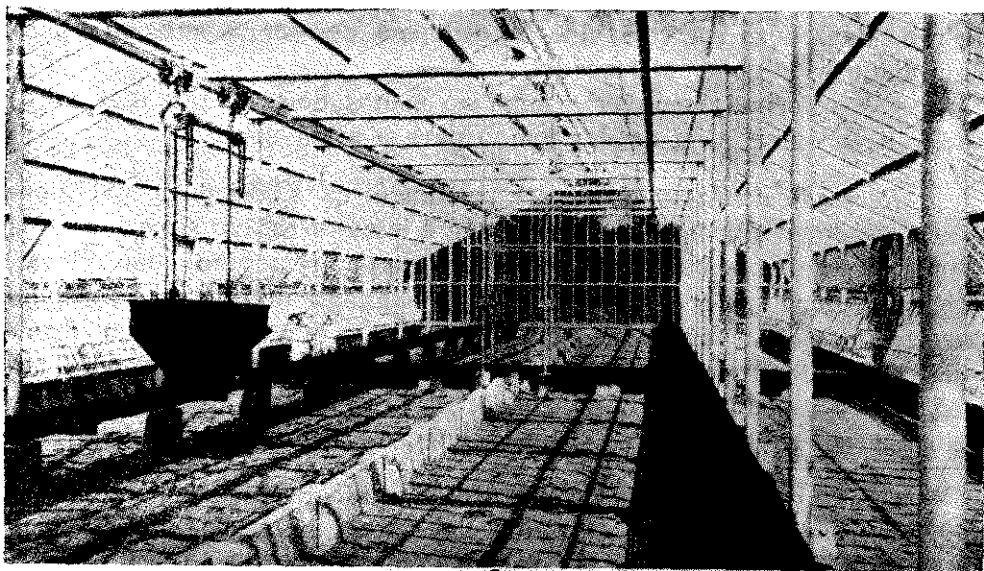


Fig. 17 — Camara de secagem coberta

Espessura da camada. — A espessura da camada de lama humida nas camaras de secagem depende principalmente da condição ou qualidade da lama. A profundidade media, na pratica comum, é de 8 a 12 polegadas de lama humida. Com lama bem digerida, lama que seca rapidamente, é permmissivel uma espessura maior.

Ha na maioria das estações uma espessura critica, na qual se processa a melhor secagem e o operador deve determinar isto o mais cedo possivel. Si uma camada de 10 polegadas seca em 10 dias, e uma de 12 polegadas em 14 dias, a primeira é melhor.

Uma lama bem digerida é talvez o requisito mais importante na operação das camaras de secagem, de maneira que o contróle do tanque de digestão afeta materialmente a operação da camara de secagem.

Cuidado das camaras. — Depois de remover cada camada de lama seca, o leito deve ser raspado e nivelado.

Algumas camaras têm uma inclinação do cano de descarga da lama até a extremidade oposta. A declividade varia com a qualidade da lama.

A lama do tanque Imhoff é muitas vezes mais espessa que a lama do tanque de digestão. Para esta um leito praticamente em nivel é melhor.

Nunca se deve descarregar lama sobre um leito com lama sêca ou parcialmente sêca. Tal material deve ser removido antes de outra aplicação de lama.

Quando se dispõem de grandes áreas de camaras, a lama pôde ser deixada até que fique completamente sêca.

Na maioria das estações não ha excesso de área e a lama pôde ser e talvez deva ser removida logo depois de secar o suficiente para ser manuseada com um forcado.

E' preferivel remover a lama ao menos dois ou tres dias antes de aplicar outra, afim de dar tempo para a areia secar.

Remoção da lama dos leitos. — Um forcado com 6 ou mais dentes é usado geralmente para remover a lama seca da superficie dos leitos. O mínimo possivel de areia deveria ser removido com a lama, porem alguma sempre adere á lama, de maneira que ha uma perda de areia com cada camada de lama removida, o que requer uma eventual adição de areia. Quando a camada de areia se reduz a 3 ou 4 polegadas de espessura, deve-se adicionar mais areia. Ocasionalmente a camada superior da areia se torna impermeavel, impedindo a drenagem.

Quando se notar que o leito está secando demasiadamente devagar, deve-se examinar a areia e si ela estiver impermeabilizada com materia organica, as 2 ou 3 polegadas superiores devem ser removidas e substituidas por areia limpa e grossa.

Os leitos devem ser providos com trilhos superpostos ou outro dispositivo para transporte da lama.

Em camaras pequenas, depois de remover a lama mais proxima da entrada, pode-se colocar umas pranchas apoiadas sobre a areia, para servirem de caminho para trucks leves, podendo assim a lama ser carregada diretamente nos trucks.

Para evitar a quebra dos drenos, podem ser colocadas duas camadas de pranchas, em dois sentidos.

Disposição da lama. — A lama tem algum valor fertilizante e em alguns casos os fazendeiros fazem seu transporte, porem raramente pagam alguma cousa pela lama. Em algumas cidades, o departamento de jardins usa a lama em gramados e plantas. Para tal uso, ela deve ser geralmente moída, porque os pedaços de lama não moída levam algum tempo para quebrar.

Alguna lama produzida pode ser usada na propria estação de tratamento para fertilizar as áreas gramadas e as plantas.

Este é o melhor método de patentear o valor da lama e a qualidade de operação da estação.

Uso de substancias quimicas. — Varias substancias quimicas têm a propriedade de apressar a secagem da lama, melhorando as suas condições de drenagem. As principais, usadas para esse fim, são cloreto de ferro e o sulfato de aluminio.

Aplica-se 5% e 6% por peso do material solido seco da lama.

O calculo para determinar a quantidade de substancia quimica é feito do modo seguinte: Suponha-se um leito de 20 pés por 20 pés, a ser coberto com 12 polegadas de lama com 2% de solidos e 98% de água.

O peso da lama é o mesmo da água, ou 8,3 libras por galão ou 62,5 libras por pé cubico.

Um leito de 20×20 contém 400 pés quadrados e para uma camada de 12 polegadas contem 400 pés cubicos de lama.

A 62,5 libras por pé cubico, esta lama pesa 25.000 libras.

Si 2% da lama é matéria sólida, o seu peso é 2% de 25.000 ou 500 libras. Si fôr aplicada 5% de substancia quimica, a quantidade requerida será $500 \times 0,05 = 25$ libras.

As substancias quimicas são geralmente adicionadas como solução justamente quando a lama está entrando nas camaras, pois a reação é muito rapida.

Registro da operação. — Na ocasião em que a lama é retirada, deve-se fazer um registro da data, do numero ou designação do leito no qual a lama é lançada, a espessura da lama humida e o numero de pés cubicos.

Quando a lama é removida do leito, devem ser indicados a data e o numero do leito que está sendo limpo, assim como a espessura da lama seca, o espaço de tempo que levou para secar e o numero de pés cubicos removidos.

Quando a lama é lançada nos leitos, deve ser feito um exame para determinar o conteúdo de sólidos, os sólidos volateis e o pH. Do mesmo modo, deve ser determinada a umidade da lama seca.

Todos estes elementos devem ser anotados no registro da operação.

A desidratação por meio de filtros de vácuo e centrifugação será discutida mais adiante.

Operação dos filtros percoladores

Um filtro percolador consiste de uma camada de pedra britada de 1½ a 3 polegadas, usualmente de 6 a 8 pés de espessura. O esgoto é aplicado intermitentemente, aspergido ou em pequenas laminas na superficie do leito e filtra atravez da pedra, sendo coletado pelos drenos do fundo.

O filtro é geralmente construido com um fundo de concreto e com paredes de pedra ou concreto para reter a pedra britada.

A aplicação do esgoto é feita por meio de bocais de aspersão ou por distribuidores rotativos, que têm sido usados nas instalações mais modernas.

A aplicação é feita na razão de 300.000 galões por dia, por acre (4046.87 m²), por pé de espessura, baseado na vazão média. Isto é, para um leito de 6 pés de espessura, a razão por dia e por acre seria de 300.000×6 ou 1.800.000 galões.

Esta razão de aplicação tem sido excedida em algumas instalações recentes.

Somente o esgoto decantado, isto é, o que já passou por um tanque de decantação ou Imhoff, é que deve ser aplicado nos filtros percoladores.

O esgoto bruto, do qual os corpos solidos não foram removidos, obstruirá os leitos de pedra.

A pedra britada é naturalmente muito grande para filtrar a materia em suspensão do esgoto. A purificação é efetuada pela lamina organica que se fórma na superficie da pedra.

O esgoto, aplicado em pequena quantidade, filtra, passando o liquido sobre a lamina organica. Esta lamina contém bacterias aerobias que oxidam e estabilizam a materia organica do esgoto. Ha uma consideravel redução de bacterias, materia organica e B.O. D. Contudo,

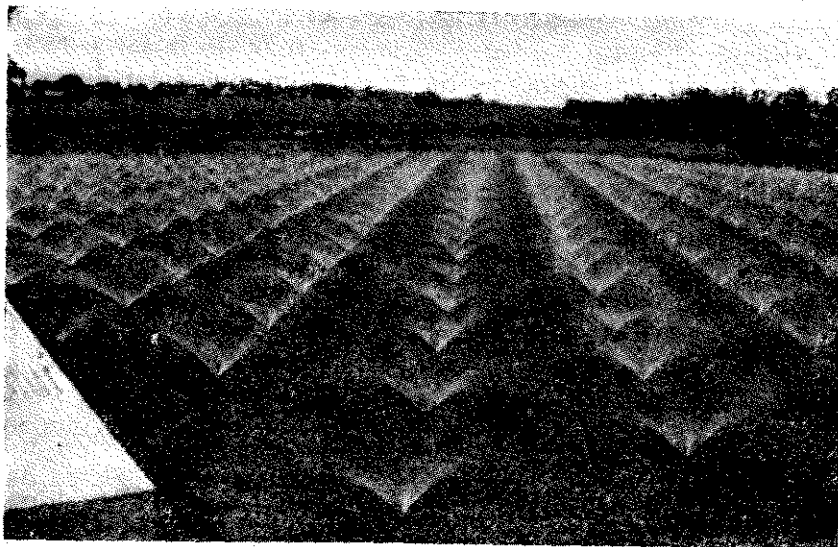


Fig. 13 - Filtros percoladores com bocais de aspersão.

o efluente do filtro percolador contém certa quantidade de bacteria e é portanto perigoso e requer um lançamento cuidadoso.

As illustrações juntas mostram ambos os processos de filtração do esgoto.

Limpeza de bocais e orificios. — Todos os bocais e orificios nos distribuidores rotativos devem ser limpos logo que seja notada sua obstrução. A obstrução é provavelmente devida a palitos de fosforo ou outros pequenos solidos ou gordura. Para reduzir o inconveniente da primeira causa, deve-se colocar uma peneira fina no canal de descarga do tanque de sedimentação; para evitar o inconveniente da gordura deve-se conservar o tanque fluxivel livre de accumulações e depósitos.

Tanque fluxivel. — O tanque fluxivel recebe o efluente do tanque de decantação ou Imhoff, retém-no temporariamente e depois descarrega-o atravez do sifão para bocais ou orificios sobre o leito filtrante.

O interior do tanque fluxivel tem um ou mais lados inclinados. Onde são empregados bocais de aspersão, isto assegura que toda a porção da área ao redor do bocal recebe uma dosagem igual de esgoto. Assim, quando o tanque fluxivel está cheio e começa a descarregar, ha uma carga maior e os bocais irrigam uma área maior; porém, á medida que a carga diminue no tanque fluxivel, os bocais irrigam área menor. Portanto o tanque é feito menor no fundo afim de que as áreas menores com menor carga recebam a mesma dosagem por pé quadrado.

Um sifão controla a vazão do tanque fluxivel. Quando o tanque fica vazio, o sifão corta o fluxo para os bocais, permitindo ao tanque encher novamente e repetir o ciclo. A operação é controlada pelo ar comprimido sob a campanula do sifão pela elevação do esgoto.

Provavelmente as dificuldades mais comuns na operação dos tanques fluxiveis são devidas ao escapamento de ar nos escorvadores. Isto pôde provocar a descarga do sifão antes do tanque encher e neste caso somente a porção do filtro mais proxima do bocal será dosada. Ou o tanque não se encherá e um fluxo contínuo e pequeno passará por ele, demasiado pequeno para produzir um espargimento pelo bocal.

E' aconselhavel uma limpeza de vez em quando dos tubos de água e de ar, devendo ser tomado cuidado especial com as juntas dos canos de ar para evitar escapamento. O escapamento de ar é difficil de ser localizado, e em caso de contínuos defeitos é mais barato substituir todos os escorvadores por novos canos.

A gordura e outros solidos accumulam-se nos tanques fluxiveis e podem aderir ás paredes, especialmente na linha da agua superior.

Este material solta-se e pode passar pelo sifão e obstruir os bocais. Deve ser removido regularmente para evitar tais accumulações.

Poças. — Ás vezes formam-se poças na superficie dos filtros, geralmente devido ao crescimento de organismos ou á retenção de materia organica de esgoto mal decantado. Ás vezes é devido á falta de

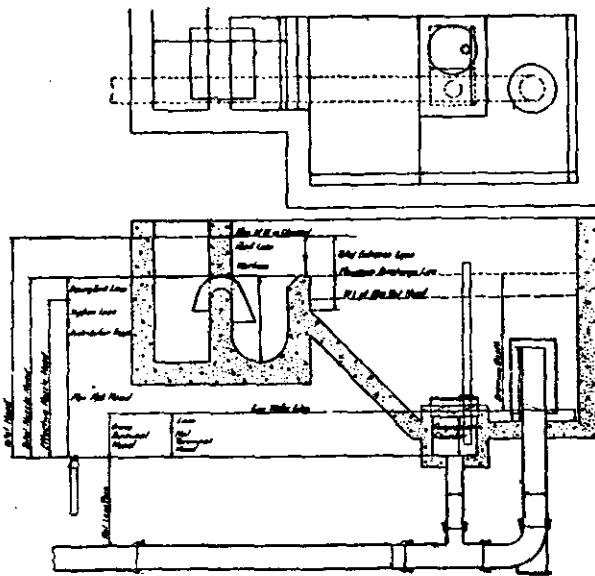


Fig. 19 — Planta e secção de tanques fluxíveis geminados.

cuidado no acumulo de material fino durante a construção do filtro. Quando este é o caso, o material fino deve ser removido e substituído por pedra adequada. Na maioria dos casos o defeito reside na camada superior da pedra e uma raspagem na espessura de 8 a 12 polegadas mais ou menos será eficaz. Outros métodos incluem a lavagem da superfície do leito com um forte jacto de uma mangueira; pôr o leito fóra de serviço por 24 a 48 horas, si isto puder ser feito sem detrimento da qualidade do efluente; inundação do leito pelo mesmo periodo, si tiver sido construído de maneira que possa ser inundado; ou pela aplicação anterior de forte dose de cloro ao esgoto antes de chegar ao leito.

A aplicação de 3 a 5 p. p. m. de cloro tem se mostrado util, e em alguns casos a dosagem de 10 p. p. m. tem sido usada. A soda caustica na dosagem de cerca de 10 p. p. m. também tem dado bom resultado. Quando se usar substancia quimica, como o cloro, o tratamento deve ser feito por periodos de 8 horas em dias alternados.

Moscas dos filtros. — As larvas da mosca dos filtros (*Psychoda alternata*) podem causar a obstrução ou a diminuição da eficiencia do filtro. As moscas adultas podem apresentar-se em tal numero que se tornem um aborrecimento para a estação e para as casas na vizinhança de 500 a 1000 metros. As moscas depositam seus ovos na pelicula das pedras; o periodo de incubação e desenvolvimento depende da temperatura, porém é de cerca de 9 dias. As larvas podem ser afogadas, inundando-se o filtro por um periodo de 24 horas com intervalos de 9 a 10 dias. A cloração, conforme indicação do artigo precedente, usando-se 3 a 5 p. p. m. de cloro parece ser eficiente, si a aplicação for feita cada 7 a 10 dias.

As moscas adultas podem ser exterminadas pelo uso de inseticidas vendidos no comércio ou por outros métodos, porém somente depois de já se ter sofrido seus inconvenientes. Prevenir é muito melhor.

Drenos e tubos. — Na maioria das estações ha um arranjo para a inspeção do sistema de drenos ; si isto não foi feito, é sempre possível uma inspeção na vazão de cada dreno. A vazão deve ser notada e, si a redução da vazão de algum dreno acusar obstrução, este deve ser lavado ou limpo com uma taquara. Os drenos devem ser lavados regularmente, especialmente durante o primeiro ou segundo ano de operação.

Tambem, na maioria das estações cada linha de cano distribuidor é provida de um plug ou valvula de modo a poder ser lavada. Onde esta providencia não foi tomada, o ultimo bocal de cada linha pode ser removido durante o periodo de intermitencia, o que usualmente dá velocidade suficiente para lavar o cano.

Mau cheiro. — Si o esgoto for setico, quando borrifado no ar, livra o gaz de hidrogenio sulfuretado, provocando mau cheiro. Isto tambem ocorre com o tipo de distribuidor rotativo, não porem com a mesma intensidade.

O mau cheiro deve ser controlado pela eliminação das causas antes do esgoto alcançar os bocais.

A precloração é provavelmente o meio mais eficaz e economico. Este assunto será tratado mais amplamente na secção sobre cloração.

Registro de operação. — O registro de operação deve mostrar as unidades de filtros em serviço cada dia, o numero de bocais limpos, as datas da limpeza dos tubos distribuidores e dos drenos e dados sobre detalhes semelhantes; tambem a razão na qual os filtros foram operados.

Os métodos de tratamento e as datas das medidas tomadas para a correção das poças e contrôle das psychodas e para outras ocorrências usuais devem ser registrados nos dados de operação da estação.

Os resultados do tratamento são registrados por meio dos tests de B.O.D. no influente e no efluente. Ou, onde os tests de B.O.D. não são feitos, os resultados dos tests de azul de metileno devem ser registrados. Os solidos decantaveis do efluente do filtro são tambem registrados normalmente por meio de tests com o cone do Imhoff.

Decantação secundaria. — De vez em quando, porem mais geralmente na primavera e no outono, os filtros percoladores “descarregam”. O material acumulado nos intersticios do leito se destacam e são levados pelo esgoto. Costuma-se preparar um tanque de decantação secundaria para o efluente do leito do filtro percolador ; o periodo usual de detenção é de 1 a 1½ horas. A operação deste tanque de decantação secundaria não difere materialmente da operação dos tanques primarios.

Carga nos filtros percoladores. — Para verificar a carga em um filtro percolador, determina-se o B.O.D. do esgoto aplicado no filtro, em partes por milhão. A vazão em milhões de galões por dia \times o B.O.D em p.p.m. \times 8,33, dá o numero de libras em B.O.D.-5 dias aplicado por dia. Divide-se isto pela área do filtro em acres. Isto dá a carga do filtro. Uma carga de 1800 a 2200 libras por dia é mais ou menos normal.

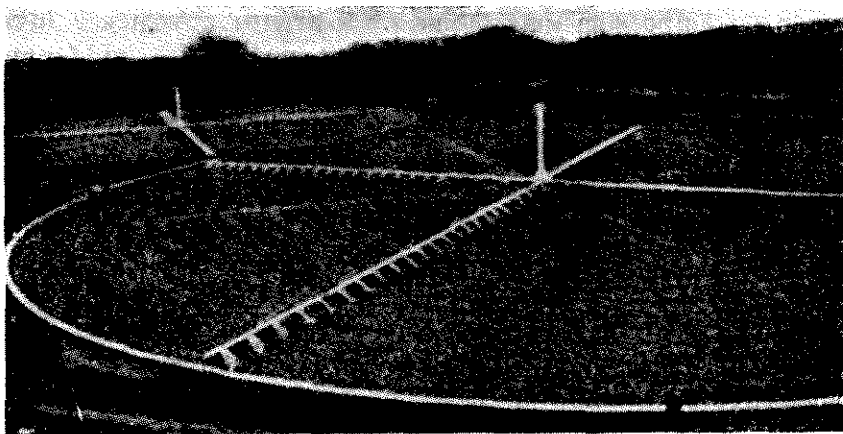


Fig. 20 — Dois distribuidores «Dorr».

Leitos de contactos e filtros de areia

Leitos de contacto. — Leitos de contacto, agora não usados em novas estações municipais, são compostos de pedra britada do mesmo tamanho e qualidade que as usadas nos filtros percoladores; porem a pedra é colocada em um tanque estanque. Em vez de filtrar através da pedra, como nos filtros percoladores, o esgoto é conservado em contacto com pedra por uma ou mais horas, donde o nome de leitos de contacto.

O mesmo tipo de pelicula organica forma-se sobre a pedra como no caso do filtro percolador, e tem lugar a mesma ação oxidante. A porcentagem de operação é mais baixa do que nos filtros percoladores, sendo usualmente de cerca de 125.000 galões por dia por acre e por pé de espessura; a espessura media é de 3 pés.

O ciclo de operação é aproximadamente o seguinte:

Enchimento do leito, dependendo o tempo da vazão do esgoto; repouso durante 1 hora ou mesmo 2 ou 3 horas; descarga em 30 a 45 minutos, dependendo da dimensão e projeto do leito; descanso de 3 a 4 horas.

O periodo de descanso é importante, pois é durante este tempo que as bacterias da pelicula das paredes reduzem a materia organica que foi depositada.

O contrôlle da operação é usualmente feito por meio de fechos pneumaticos e sifões.

Estes enchem o leito e desviam a descarga para outro leito quando o primeiro está cheio; regulam o periodo de repouso; e, quando os outros leitões têm sido dosados em rotação, enche mais uma vez o primeiro leito. Um dispositivo tipico é mostrado na fig. 21.

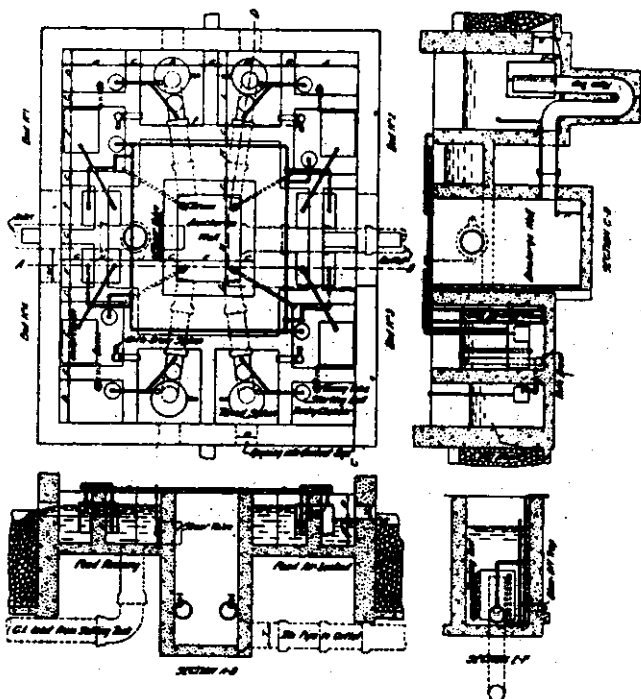


Fig. 21 — Sifões alimentadores e reguladores para leitões de contacto.

Fatores de operação. — A superfície dos leitões deve ser conservada limpa, o aparelho de dosagem deve ser inspecionado e regulado diariamente para verificar si está trabalhando em ordem e afim de determinar o ciclo de operação.

Escapamento de ar ou tubos obstruidos prejudicam a boa operação dos controles. Os canos devem ser conservados limpos e as juntas devem ser impermeáveis.

Quando novos, os leitões de contacto devem ter vasilios de cerca de 40% a 45% da capacidade do tanque, e o leito conterá um volume de esgoto igual a 40% ou 45% da capacidade do tanque. Com o uso, esta capacidade diminui, e, depois de alguns anos, pode reduzir-se somente á metade ou mesmo menos de sua capacidade original. Isto é devido aos solidos que são depositados pelo esgoto no leito.

Quando a capacidade fica excessivamente reduzida, as pedras podem ser lavadas e recolocadas, ou as pedras velhas podem ser removidas e pedras novas postas no leito.

Afim de que a capacidade possa ser conhecida, o tempo necessario para encher e a vazão do esgoto devem ser também conhecidos. A capacidade pode então ser calculada.

Os registros de operação devem mostrar o numero de leitos em serviço, o numero total de enchimento por dia de cada leito, e a qualidade do efluente do leito, determinado pelo B.O.D. ou pelo azul de metileno.

Tais tests devem ser feitos uma ou duas vezes por semana, nas pequenas estações, e diariamente nas grandes instalações.

Leitos de areia. — Um filtro de areia consiste de um leito de cerca de 30 polegadas de areia, com sub-drenos, e com dispositivos para a aplicação do esgoto na superficie.

A ação mecanica da filtração pela areia remove parte da impureza do esgoto e um tratamento adicional é feito pela pelicula organica que se fórma na superficie dos grãos de areia.

Esta pelicula organica é da mesma natureza da que se fórma na superficie da pedra do filtro percolador, e age da mesma maneira.

A taxa de operação de um filtro de areia é cerca de 75.000 a 100.000 galões por acre por dia, sem referencia á espessura.

Os resultados do tratamento são melhores que os obtidos pelos filtros percoladores e leitos de contacto. Porém a grande área de filtros necessaria, mesmo para uma cidade de tamanho moderado, e a possibilidade de mau cheiro elevar-se dos leitos, fazem o uso deste método de tratamento inadequado a não ser para algumas pequenas comunidades.

Operação dos filtros de areia. — O esgoto é aplicado aos leitos intermitentemente. Um acre contem 43.560 pés quadrados. A taxa de aplicação depende da qualidade do esgoto, si bruto ou decantado. Si a taxa de operação for 87.000 galões por dia, a taxa por pé quadrado é de 2 galões por dia. Um pé cubico de agua contem 7,5 galões.

Portanto, para uma taxa de 87.000 galões por acre por dia, a espessura da camada de esgoto a ser aplicada por dia é de $2 \div 7,5$, ou 0,22 pés, ou um pouco mais de $2\frac{1}{2}$ polegadas. Isto é aplicado de uma vez, e durante 24 horas não se aplica mais esgoto.

Em alguns casos aplica-se uma camada superior a $2\frac{1}{2}$ polegadas com aumento correspondente ao periodo de repouso; e algumas estações aplicam o esgoto continuamente durante 24 horas e depois deixam o leito repousar por diversos dias.

Os leitos devem ser retirados de serviço em certo intervalo e deixados em repouso para secar, raspando-se a superficie para remover a crosta que ás vezes se fórma. A areia não deve ser revolvida ou cavada com pá, pois isto faz com que a areia já suja fique por baixo da superficie. O leito deve ser raspado levemente quando haja alguma indicação de que a superficie está se tornando impermeavel, devendo então ser removida uma fina camada de $\frac{1}{4}$, a $\frac{1}{2}$ polegada.

A superficie dos leitos deve ser mantida em nivel, de maneira que todas as partes recebam a mesma dosagem, e não deve ser permitido o crescimento de vegetais.

Cerca de uma vez por ano, os leitos devem ser inteiramente raspados e adicionada areia nova para conservá-los com sua espessura original.

Registros das operações. — Os registros devem mostrar o numero de leitos em serviço, com a taxa de aplicação; o numero de leitos limpos e a quantidade de material removido; e o B.O.D. ou a putrecibilidade do efluente do leito de areia pelo test do azul de metileno.

(*Continúa*)