

PERFILAGEM ÓTICA EM POÇOS TUBULARES

POR

Antonio Camargo Junior*

Rogério Arruda Penteado*

Werner Goebel*

RESUMO- O termo "perfilagem ótica" é tão pioneiro quanto esta técnica de preciosa utilidade nos trabalhos de manutenção de poços tubulares. Até pouco tempo atrás, os técnicos envolvidos com programas de manutenção deparavam-se com angustiantes obstáculos de visualização dos problemas operacionais de um poço. Através desta nova metodologia, inúmeras características podem ser filmadas e diagnosticadas, de forma a tornar mais eficaz e econômica a limpeza ou recuperação do poço tubular. Abre-se portanto uma nova perspectiva no campo da manutenção de poços e um potencial ainda intocado na área de estudos geológicos, biológicos, hidroquímicos e ambientais. Casos históricos demonstram a utilidade do método no dia-a-dia da operação de poços.

INTRODUÇÃO

A aplicação da perfilagem ótica em poços tubulares configura-se como uma metodologia recém-introduzida no mercado brasileiro de águas subterrâneas. Apesar dos percalços inerentes a todo projeto pioneiro, o método surpreendeu em seus resultados e foi rapidamente assimilado pelo perfurador de poços e consultores da área, acostumados a se depararem com inúmeras incógnitas quando da execução de programas de manutenção preventiva ou não e em planejamento de novos poços.

Portanto, o presente trabalho tem por objetivo apresentar à comunidade técnica o estado de arte da metodologia, algumas situações reais enfrentadas, usos mais frequentes, bem como aspectos teóricos e práticos.

* Geólogos da HIDROPESQUISA-Consultoria de Recursos Hídricos Ltda
R. Guimarães de Almeida nº 07 - Jaguaré - São Paulo - SP - Brasil
Tel: (011) 869-7053 - CEP 05330

NOMENCLATURA

As terminologias que têm sido empregadas na tentativa de caracterizar esse tipo de trabalho, apesar de representarem um importante apelo de compreensão e propaganda, não são satisfatórias para definir a metodologia em uso. Algumas delas, tais como: ENDOSCOPIA, MONITORAGEM, FILMAGEM, TELEVISIONAMENTO e TELEDIAGNÓSTICO são as mais comumente empregadas.

O termo "ENDOSCOPIA" é utilizado mormente na nomenclatura médica, significando a exploração visual por meio de um endoscópio. A "MONITORAGEM" tem sua origem relacionada ao termo técnico usualmente empregado nos países de língua inglesa "TV MONITORING". Essa terminologia associa-se a apenas um segmento da unidade completa, qual seja o conjunto de controles de superfície. A "FILMAGEM" é o ato de filmar, função essa desempenhada pela câmera independente de qualquer outro instrumento do conjunto. O "TELEVISIONAMENTO" é o efeito de televisionar, ou seja transmitir sinais eletromagnéticos por televisão. A televisão por sua vez transmite e recebe sinais visuais, sendo que a transmissão é função da emissora e a recepção é feita através do aparelho televisor.

O termo "TELEDIAGNÓSTICO" pode ser entendido como a interpretação visual, por meio do televisor, dos resultados obtidos na execução do trabalho.

À luz da definição destes termos, podemos dizer que um poço é filmado através da monitoragem da sonda. O televisionamento é o produto da filmagem e é memorizado em fita de videocassete, para posterior telediagnóstico.

Por se tratar de uma sonda que é introduzida no poço para se obter dados contínuos do mesmo, o método empregado é uma perfilagem. Esta, investiga o poço tratando com fenômenos de produção, transmissão e detecção de radiações eletromagnéticas, ou seja, parte da física denominada ótica. Assim sendo, os autores compreendem que o termo correto para tal metodologia é perfilagem ótica, que não deixa de ser uma perfilagem geofísica.

INSTRUMENTAÇÃO

A unidade móvel de perfilagem ótica foi montada pela equipe da HIDROPESQUISA em seu laboratório em São Paulo. O primeiro protótipo, artesanal e rudimentar, data do final de 1985 sendo que desde então tem sido aprimorado. Do final de 1987 até a presente data, o seu incremento tecnológico foi verticalizado.

Atualmente o equipamento é constituído de uma unidade de vídeo e monitoragem (monitor ou caixa de comando, videocassete, microfone, televisão, gerador de caracteres), um guincho eletromagnético com 500 metros de cabo coaxial e uma sonda que contém o conjunto de filmagem. A unidade completa pode ser instalada em qual-

quer tipo de veículo utilitário e é operada por um técnico eletrônico devidamente treinado para tanto.

A sonda tem um diâmetro externo de 4 polegadas e 70 centímetros de comprimento. Está dimensionada para a inspeção de poços com diâmetros mínimos de 6 polegadas e demonstrou suportar pressões da ordem de 32 Kgf/cm² em condições bem abaixo do ponto supostamente crítico. Possui um potente sistema de iluminação e uma câmera giratória que executa filmagens através de um visor frontal que inspeciona o poço verticalmente ou através de um visor lateral para a inspeção das paredes do mesmo num giro de 360°.

A transmissão dos sinais eletromagnéticos é feita através de um circuito fechado de televisão até a unidade móvel situada na superfície. Ali encontram-se os controles de monitoragem onde o televisionamento é gravado em fita magnética do tipo VHS através de um videocassete e com o incremento de um gerador de caracteres que imprime informações básicas e complementares na mesma. Através deste é possível registrar na fita de vídeo o nome, data, local de uma obra, a executora do serviço e as diversas profundidades pelas quais a sonda passa, com precisão centimétrica.

Os comandos são operados e supervisionados pelo técnico através de um televisor que lhe permite controlar a subida ou descida da câmera, seu sistema giratório, foco de imagem, ajuste de imagem preto e branco ou colorido, etc.. Normalmente a filmagem é feita durante a descida da sonda no poço, sendo que a operação de subida tem por função o recolhimento do conjunto de filmagem e o esclarecimento de dúvidas em pontos previamente filmados.

METODOLOGIA

A execução da perfilagem ótica de um poço está intimamente ligada á sua manutenção. Por conseguinte, a grande maioria dos resultados observados fornecem subsídios para que se teçam considerações a respeito dos diversos processos que se desencadeiam no interior do poço. Por outro lado, a complexa variedade destes processos, conjugados ou não, tem sido um problema angustiante nos programas de manutenção devido à falta de visualização das feições do problema, sua localização, extensão e peculiaridades. Desse modo, este obstáculo colabora para que se colham resultados nem sempre satisfatórios ao final dos trabalhos de limpeza ou reabilitação de poços. Apesar de alguns destes processos serem indiretamente conhecidos pelos hidrogeólogos, a perfilagem ótica, aliada a informações pré-existentes do poço, aquífero e análises de água, permite auxiliar na definição, classificação e sistematização das características hidroquímicas e hidrodinâmi-

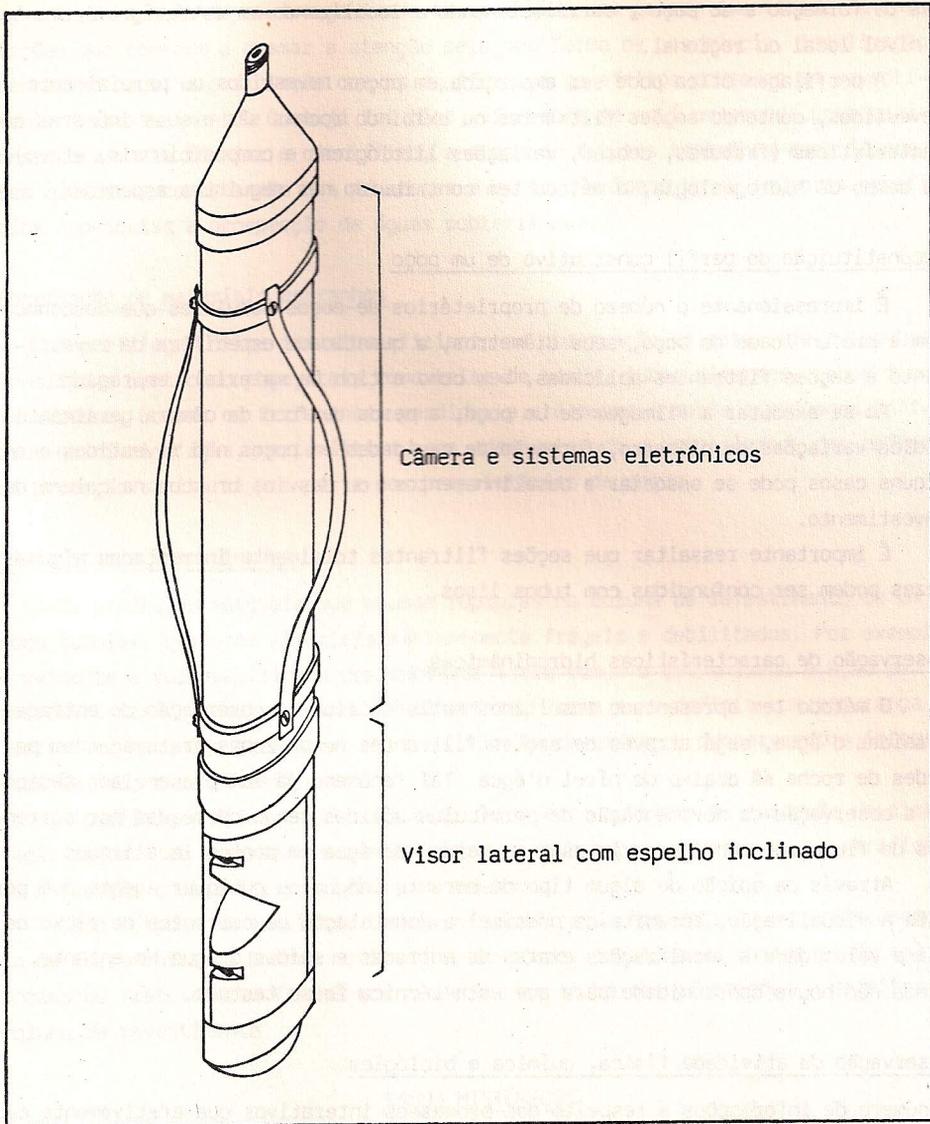


Figura 1 - Esboço do conjunto de monitoragem

cas da formação e do poço , correlacionando e localizando-as estratigraficamente a nível local ou regional.

A perfilagem ótica pode ser empregada em poços revestidos ou parcialmente revestidos, contendo seções filtrantes ou exibindo rochas sãs e suas inúmeras características (fraturas, dobras, variações litológicas e composicionais, etc..). No campo da hidrogeologia, o método tem contribuído nos seguintes aspectos:

Reconstituição do perfil construtivo de um poço

É impressionante o número de proprietários de poços tubulares que desconhecem a profundidade do poço, seus diâmetros, a quantidade específica de revestimento e seções filtrantes aplicadas, bem como o tipo de material empregado.

Ao se executar a filmagem de um poço, a perda de foco da câmera geralmente indica variações de diâmetro, formação de cavidades em poços não revestidos e em alguns casos pode se associar a desalinhamentos ou desvios bruscos na coluna de revestimento.

É importante ressaltar que seções filtrantes totalmente incrustadas algumas vezes podem ser confundidas com tubos lisos.

Observação de características hidrodinâmicas

O método tem apresentado resultados satisfatórios na observação de entradas e saídas d'água, seja através de seções filtrantes ou de zonas fraturadas em paredes de rocha sã abaixo do nível d'água. Tal fenômeno já foi presenciado mediante a observação da movimentação de partículas sólidas sendo carregadas por correntes de fluxo que configuram invasão ou perda de água em pontos localizados.

Através da adição de algum tipo de corante inócuo ou qualquer agente que permita a visualização, acredita-se possível a constatação de correntes de fluxo de baixa velocidade e localizações exatas de entradas e saídas d'água. No entanto, ainda não houve oportunidade para que esta técnica fosse testada.

Observação da atividade física, química e biológica

O número de informações a respeito dos processos interativos que efetivamente causam danos ao poço é muito grande e carecem de um tratamento sistemático a nível de pesquisa. As diversas origens dos problemas, causas e motivos de inspeção, pelo menos a nível do que se observou até o momento, encontram-se tabeladas no quadro 1. Os objetivos da perfilagem ótica têm sido o de identificar "in loco" o resultado dos processos interativos, ou parte deles, determinando o grau de colmatação de filtros, pontos de ruptura e desgaste de lamelas por corrosão, abrasão, colapso, etc., apontando pontos críticos de infiltração de águas contaminadas, locais de penetração de areia ou pré-filtro, etc.

A observação de microorganismos tem revelado uma grande quantidade de informações que começam a chamar a atenção pela sua forma de ocorrência, localização dentro do poço, a correlação com os aquíferos e os efeitos causados ao revestimento e abastecimento. Como já foi dito, vislumbra-se aqui um grande potencial de desenvolvimento técnico e científico, assunto de futuros trabalhos específicos. Sem dúvida, a compreensão dos processos e de suas origens trará inúmeros benefícios à pesquisa e prospecção de águas subterrâneas.

Observação de materiais estranhos

A perfilagem ótica tem sido eficiente na observação de materiais estranhos e inusitados dentro do poço, tais como telas de bomba, tubos diversos, cabos, fios retorcidos, bombas ou ferramentas perdidas e até mesmo insetos e pequenos anfíbios no nível d'água, neste último caso, demonstrando a precariedade das medidas de proteção sanitária por parte dos proprietários de poços.

Diagnósticos subordinados

Os processos naturais que causam rupturas na coluna de revestimento de um poço tubular, produzem materiais extremamente frágeis e debilitados. Por exemplo, é evidente a vulnerabilidade dos tubos de ferro comum e galvanizado à ação da corrosão. Assim sendo, o método é aplicado de forma a se definir com segurança a ferramenta adequada para promover a manutenção de um poço, preservando a integridade da coluna de revestimento.

A perfilagem ótica é aplicada como ferramenta auxiliar na inspeção da cimentação da base de trechos a serem reencamisados num poço de forma a se verificar se a vedação anelar foi concluída com sucesso.

Esse método tem auxiliado também na verificação dos motivos de aprisionamento de ferramentas ou bombas no interior de poços, localizando com precisão saliências ou fraturas com fragmentos pendentes na rocha ou deformações e defeitos na coluna de revestimento.

CASOS HISTÓRICOS

Poço no município de Marília-SP

O motivo da inspeção foi a queda de vazão do poço. Com 122 metros de profundidade, o poço apresentava revestimento de 8 polegadas até 46 metros e 10 polegadas até a base, sem revestimento. No entanto, a perfilagem ótica revelou que a parte não revestida também encontrava-se intensamente incrustada, formando uma crosta carbonática perfurada.

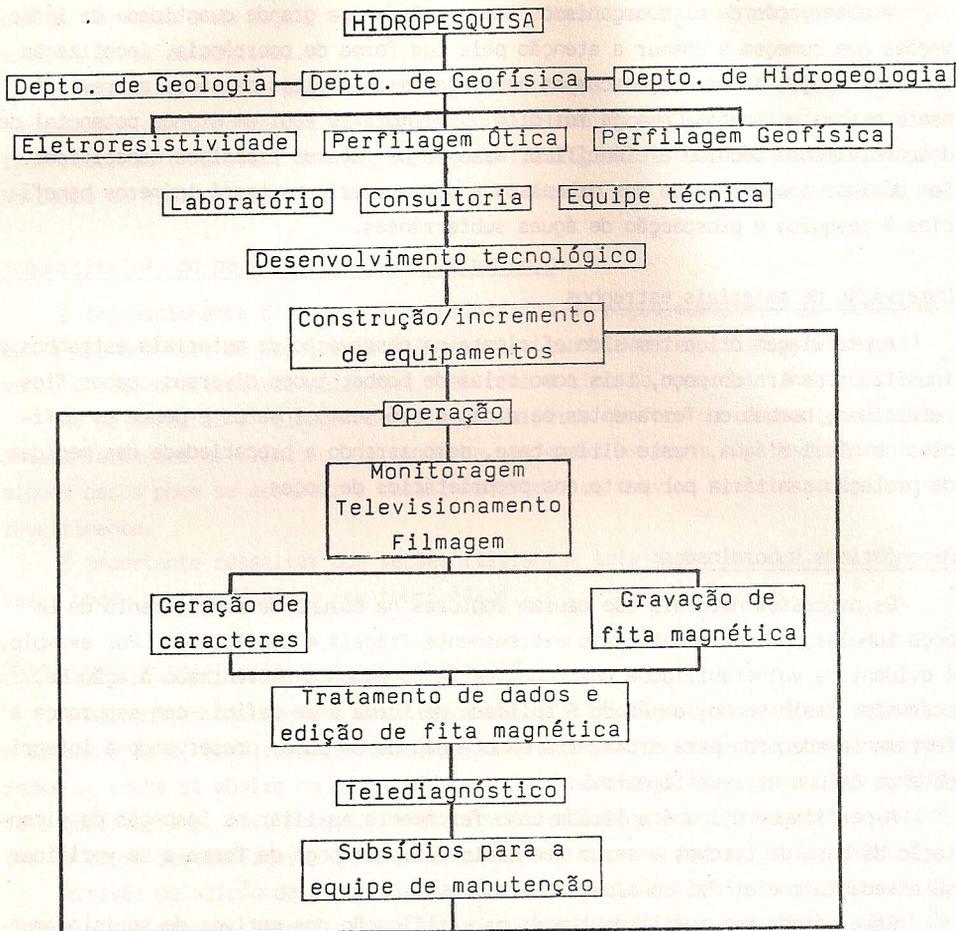


Figura 2 - Fluxograma de operações da unidade de perfilagem ótica.

Poço no bairro da Moóca, município de São Paulo-SP

Em 1985, este poço apresentou produção de pré-filtro, sendo que a equipe de manutenção naquela época, optou pelo reencamisamento total do poço em 6 polegadas com tubos galvanizados e filtros espiralados, apesar do revestimento original de 8 polegadas ser de aço inox.

Em 1987, a HIDROPESQUISA executou uma perfilagem ótica no poço reencamisado devido a nova produção de pré-filtro. Como resultado, observou-se a corrosão praticamente total dos filtros galvanizados. Certamente, se antes do reencamisamento total do poço de aço inox, tivesse sido feita a perfilagem ótica, ter-se-ia observado o estado de conservação da coluna e o eventual trecho danificado, procedendo-se a um reecamisamento parcial e/ou com material apropriado para esse tipo de problema.

Poço no município de Mogi-Mirim- SP.

O poço tinha o seu perfil contrutivo desconhecido, só se conhecendo o diâmetro de 8 polegadas do "tubo de boca" galvanizado. O motivo da inspeção devia-se à observação de intensa contaminação bacteriológica na água produzida pelo poço. O televisionamento exibiu um revestimento no topo de apenas 23,5 metros, visto que o restante do poço não era revestido. Nesta porção observaram-se sedimentos da Formação Itararé. Adotaram-se as medidas necessárias levando-se em consideração que tais características contrutivas eram incompatíveis com a presença de um ribeirão poluído localizado muito próximo do poço.

Poço no município de São Lourenço da Serra - SP

A contaminação bacteriológica foi novamente o motivo de inspeção do poço. Além do poço estar do lado de um ribeirão poluído, a perfilagem ótica identificou apenas 15 metros de revestimento na sua porção superior. Foi constatada ainda a presença de fraturas abertas, de dimensão centimétrica no substrato rochoso na base do revestimento.

A equipe de manutenção promoveu a cimentação do trecho sendo que a mesma foi filmada em seguida pela unidade de perfilagem ótica, indicando uma cimentação perfeita. O problema foi eliminado.

Poço no município de Ribeirão Preto - SP

O motivo da inspeção era a passagem de areia e pré-filtro observada depois da limpeza do poço. Segundo a equipe de manutenção, houve acidente no processo de içamento da ferramenta. Durante o televisionamento, observou-se um rompimento na co-

luna aos 233 metros de profundidade, cujas características mais peculiares eram sua dimensão centimétrica, forma geométrica como que um acento circunflexo e a existência de bordas e rebarbas recurvadas para o interior do poço, denotando o impacto mecânico por ferramenta de limpeza.

Poço no município de São Bernardo do Campo - SP

A perfilagem ótica observou como única ocorrência de entrada d'água contaminada um ponto com trincas no material do revestimento liso, a 49,07 metros de profundidade. Curiosamente, observou-se ainda a formação de uma estalactite a 50,9 metros, denotando um desvio significativo na verticalidade do poço.

Poço no município de Jacareí - SP

Num poço de 6 polegadas e 80 metros de profundidade total, abandonado há vários anos por problemas de contaminação, a perfilagem ótica evidenciou a aplicação inadequada de tubos "rasgados" à base de maçarico entre 21,20 e 31,08 metros de profundidade, facilitando a infiltração de águas contaminadas superficiais.

Poço no município de Jundiá - SP

A inspeção foi solicitada à HIDROPESQUISA devido a uma obstrução no poço aos 37 metros, impedindo a passagem da bomba. Após ter sido filmado um revestimento de "boca" de 36,88 metros, observou-se um nível desmoronante logo abaixo da base do mesmo. Foi possível observar através do televisionamento que o trecho apresentava vários fragmentos soltos e deslocados para o interior do poço.

Sendo um poço perfurado em rochas cristalinas, a perfilagem ótica exibiu um maciço rochoso constituído por migmatitos ricos em paleossomas gnáissicos. Concluiu-se, ainda, ser um maciço bastante fraturado exibindo fraturas milimétricas e centimétricas; estruturas schöllén, ptigmática e bandada.

Poço no município de Carmópolis - SE

A HIDROPESQUISA foi acionada para filmar um poço que apresentava dificuldades para se proceder à descida do conjunto de bomba submersa. O televisionamento exibiu uma coluna de hastes de ferro "perdida" dentro do poço a partir de 66 metros de profundidade.

BIBLIOGRAFIA

- AURÉLIO B. de H. F. - Novo Dicionário da Língua Portuguesa, 1ª edição, 14ª impressão. Editora Nova Fronteira - Rio de Janeiro/RJ - 1984.
- SCHOBENHAUS, C. et alii - Geologia do Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM - Brasília/DF - 1984.

OBJETIVOS DE INSPEÇÃO	OBJETIVOS	CAUSAS	ORIGENS DOS PROBLEMAS
Queda de vazão e níveis	Determinação do grau de colmatão de filtros	Interferência entre peças Acervo insuficiente Formação de precipitados químicos Ostruções físicas Ostruções orgânicas	Proximidade entre peças Desmontagem, escoamento de água, infiltração, crescimento urbano, etc. Alteração de equilíbrios químicos de sais Argila mineral Substratos de esgoto Microorganismos
Produção de areia ou gró-filtro	Localização de pontos de ruptura Desgaste de lavas Verificação da elevação e/ou cimentação da base do revestimento	Corrosão Falhas construtivas e operacionais Defeitos de fabricação Colapso Corrosão Abração Falhas construtivas	Alteração de equilíbrios químicos Águas naturalmente corrosivas Fermentações Estruturas Sedimentos Impactos mecânicos Materiais defeituosos Pressões hidráulicas Alteração de equilíbrios químicos Águas naturalmente corrosivas Atrito de partículas sólidas Defeitos na construção e/ou cimentação Construção em posição inclinadas e/ou cimentação não adequada
Águas contaminadas ou poluídas	Observação de locais de infiltração	Revestimento rasgado Filtros captam água superficial Alteração dos padrões de permeabilidade	Corrosão Sedimentos Impactos mecânicos No construção ? Impactos ambientais
Sabor e odor desagradáveis	Observação de presença de microorganismos (p.ex. fermentações)	Proliferação de microorganismos.	Ocorrência natural Contaminação pela introdução de fermentos não esterilizados Agulhas intercomunicantes
Perfil construtivo desconhecido Perigo	Levantamento qualitativo e quantitativo dos materiais empregados na construção do poço	Dificuldade de manutenção Quedas construtivas	Falha técnica de não perfuração Falta de documentação Divergências entre cartilhas e contratos
Aparelhamento de bombas e/ou ferramentas	Verificação de irregularidades nos padrões do revestimento ou rasco	Saltérios do rasco Deformação de filtros ou tubos Adesões de sedos Desalinhamentos Peças arfias	Faturas ou cavidades com fragmentos perdidos No construção Impactos mecânicos Pressões hidráulicas Falhas construtivas e/ou operacionais
Rotina	Inspeção de unidades, estado de conservação de tubos e filtros, verificação de cimentação basal e fixação de tubos, etc.	Otimização de vida útil de peças e equipamentos.	Planejamento futuro Programas de manutenção preventiva
Pesquisa Científica	Estudos de correlação entre condições e formação geológicas Estudos hidrogeológicos Estudos biológicos Estudos de poluição e contaminação ambiental Etc.		

Quadro 1 - Perfilagem ótica em poços tubulares