



**9611- DESEMPENHO E A CHAVE /ENERGIA E DESINFECÃO COMO  
OBJETIVO PARA SISTEMAS DE DESINFECÃO ULTRAVIOLETA DE AGUAS  
RESIDUAIS**

**Eng. Ind. Alvaro Irigoyen<sup>(1)</sup>**

Eng Industrial (UDELAR 1990 .Uruguay) Especializado em operação e manutenção de sistemas de tratamento (28 años) há trabalhado no Start up e posta a ponto dos maiores sistemas do país ( Montevideo e Maldonado), mais de 10 plantas de tratamento y 40 estacoes de bombeio. Desde 2013 membro ativo de IUVA (International Ultraviolet Association com trabalhos apresentados nas conferencias especializadas de USA e Woord congress da IUVA –set 2017 Croacia.. Atualmente consultor externo em projetos no Uruguai e Argentina

**Eng. Julieta López**

Eng. Civil Hidráulico Ambiental Docente Grado 3 de la Facultad de Ingenieria de la UDELAR (Uruguay). Responsable de los cursos de tratamento de efluentes, sistema de conducción y tratamiento .Fue ingeniera de CIEMSA y CSI Ingenieros durante 13 años dirigiendo proyectos de abastecimientos de agua potable y saneamiento y gestionando contratos de operacióny mantenimiento y participando em el arranque del sistema de Saneamiento de Maldonado

*1 linha em branco, fonte Times New Roman, corpo 10*

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Buenos Aires 618.501 Montevideo Uruguai 11100. Tel 509894643804/ 59829157299

Email [irigoyen@netgate.com.uy](mailto:irigoyen@netgate.com.uy)

*1 linha em branco, fonte Times New Roman, corpo 10*

**RESUMO**

As cidades de Maldonado e Punta del Este estão localizadas no sudeste do Uruguai, na América do Sul.

Em 2012 se iniciou la operação de um Novo sistema de tratamento de esgotos. O sistema inclui sete estações elevatórias e uma planta de tratamento primário melhorado, floculação-sedimentação com sulfato de alumínio com desinfecção por UV e um emissário offshore de 1.100 metros. A capacidade do sistema é de 4.960 metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/h).

O presente estudo examina dois projetos de sistemas de desinfecção ultravioleta (UV) e sugere recomendações sobre a otimização do projeto do sistema para a desinfecção UV com baixo afluente UVT. O estudo ilustra a importância da compreensão dos parâmetros afluentes antes da especificação de um sistema de desinfecção UV, a fim de obter níveis ótimos de eficiência. Fornecendo águas residuais tratadas e limpas, do mais alto padrão, usando uma quantidade mínima de energia.

Por ultimo realizaram-se estudos de eficiência energética em operação de equipes transversais e paralelos Estes deram resultados que levam a uma grande melhora no uso de UV para desinfecção de águas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desinfecção de águas. Energia. Ultravioleta .

**INTRODUÇÃO**

As cidades de Maldonado e Punta del Este estão localizadas no sudeste do Uruguai, na América do Sul. Essas cidades abrigam o balneário mais exclusivo do país e se situam entre os destinos turísticos mais populares da América do Sul.

Em 2010, Obras Sanitárias do Estado (OSE), a Companhia uruguaia de Água e Saneamento, assinou um contrato para a construção de um novo sistema de tratamento dos efluentes dos residentes de Maldonado e Punta del Este. A empresa Ciemsa foi a encargada do inicio da operação do sistema. Terminado em 2012, o sistema inclui sete estações elevatórias e uma planta de tratamento primário melhorada, floculação-sedimentação com sulfato de alumínio - Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> - bem como agente floculante com um emissário offshore de 1.100 metros. As lamas geradas no processo são tratadas por digestão anaerobia e desidratação. A capacidade máxima do sistema é de 4.960 metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/h) e o fluxo médio é de 2.200 m<sup>3</sup>/h. A transmitância ultravioleta (UVT) do afluente para os sistemas finais de desinfecção é inferior a 40 por cento, o nível total de sólidos suspensos é tipicamente inferior a 30 mg/l. Esse valor baixo foi o objetivo projetado para o tratamento. Para alcançar melhores valores de UVT, é necessário usar doses mais elevadas do que as projetadas [120mg/L de - Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>] com o risco de inibição da digestão anaeróbia das lamas residuais.

O presente estudo examina dois projetos de sistemas de desinfecção ultravioleta (UV) e sugere recomendações sobre a otimização do projeto do sistema para a desinfecção UV com baixo afluente UVT. O estudo ilustra a



importância da compreensão dos parâmetros afluentes antes da especificação de um sistema de desinfecção UV, a fim de obter níveis ótimos de eficiência. Por último, um sistema de desinfecção UV de canal aberto é a solução ótima para a desinfecção por UV com baixos afluentes UVT - fornecendo águas residuais tratadas e limpas, do mais alto padrão, usando uma quantidade mínima de energia.

Por último realizaram-se estudos de eficiência energética em operação de equipes transversais e paralelos. Estes deram resultados que levam a uma grande melhora no uso de UV para desinfecção de águas

### FALHA INICIAL

Seguindo o comissionamento do sistema de desinfecção UV, os operadores descobriram que a tecnologia originalmente selecionada não funcionou de acordo com as expectativas de uma redução de 3 log (99,9%) no número de coliformes fecais para menos de 1.000 CFU / 100 mL de coliformes fecais.

O equipamento original selecionado foi o sistema Wedeco TAK55 UV da Xylem com dois bancos em séries de 11 módulos com 18 lâmpadas em cada módulo. As especificações do projeto supuseram que um único banco deveria ser suficiente para desinfetar um fluxo de 3.600 m<sup>3</sup>/h. Porém, com taxas de fluxo de 1.800 m<sup>3</sup>/h ou menos, o equipamento não atingiu esse objetivo. Em seu primeiro ano de operação, com um fluxo médio de 1.300 m<sup>3</sup>/h (30% da capacidade máxima do sistema), o equipamento somente atingiu a meta de redução esperada de 3 log em 28% dos testes. Todos estes valores foram testados com valores UVT e TSS sob especificação.

Para resolver isso, era necessário dispor de mais energia para executar as lâmpadas e, além disso, os bancos de reposição também foram colocados em operação.

Trabalhando em estreita colaboração, Ciemsa e Xylem fizeram mudanças nos parâmetros operacionais do sistema UV (potência, número de lâmpadas e bancos, frequência de limpeza, etc.) visando aumentar a redução do log. Isso levou a que os objetivos fossem alcançados em 70% dos casos. A melhor configuração para a planta de Maldonado era 2 bancos em 90 por cento de poder e 4 limpezas por hora.

### POSSÍVEIS RAZÕES PARA A DETERIORAÇÃO NO DESEMPENHO DO SISTEMA ORIGINAL DE DESINFECÇÃO UV SELECIONADO

Confiando que o sistema foi instalado corretamente, os engenheiros e os operadores do sistema, juntos, investigaram todos os parâmetros possíveis e seu impacto no desempenho do sistema.

Parâmetros da água

A especificação de projeto incluiu os seguintes parâmetros: (com um fluxo máximo de 4.936m<sup>3</sup>/h)

Transmitância UV  $\geq 40\%$

Total de sólidos em suspensão  $\leq 30$  mg/L (média de 10 mg/L)

Tamanho das partículas  $\leq 30$   $\mu$ m

Temperatura do efluente 5 - 30 ° C

Embora houvesse amostras ocasionais demonstrando um UVT de  $<40\%$ , por si só isso não explicaria as falhas de desempenho do sistema UV.

### Incumprimento dos parâmetros( UVT, SST).

Em relação à UVT, observa-se que a penetração dos raios é altamente sensível às variações de transmitância. Como dado importante para a operação de um UV, devemos considerar que se um equipamento é desenhado para um valor de UVT, os resultados não serão aplicáveis a UVT menores ( pode decair até 50% a penetração dos raios para quedas de UVT próximas a 5%) em relação à dose, as quedas registradas são maiores a 10%.

Avg. Fluence Rate				
		Average	Fluence	
	%T	Fluence Rate	(UV Dose)	%
		mW/cm <sup>2</sup>	mJ/cm <sup>2</sup>	
Lamp Power		240,0 Watts		FRD Value UnitsFlow Rate
Lamp Efficiency	30,0 %			Min. 30,0 %T
Lamp Arc Length	140,0 cm			Max. 70,0 %T
Reactor Length	200,0 cm			Step Value 5,000 %T
Lamp Sleeve Diameter	2,00 cm			Experimental M 1,516
Maximum Cylinder Diameter	20,00 cm			Lamp Sleeve Re 1,372
Lamp Pressure	low			Flow Rate 200,0 l/min
	30,000	3,985	18,027	0,88
	35,000	4,548	20,572	0,88
	40,000	5,167	23,376	0,88
	45,000	5,853	26,480	0,88
	50,000	6,616	29,929	0,89
	55,000	7,464	33,767	0,89
	65,000	9,462	42,804	0,89
	70,000	10,633	48,103	



Figura 1. Relação UVT fluence rate. UVCALC Bolton R

#### - **Qualidade da água.**

No caso dos SST, os equipamentos solicitam que sejam menos de 30 mg/l e com tamanho máximo 16micras. Isso responde ao fenômeno da refração e do escurecimento de áreas dentro do fluido onde as bactérias não seriam alcançadas pelos raios UV

- **Fluxo máximo**

O fluxo de afluentes é medido por um canal Parshall e é registrado em um sistema de Controle, Supervisionamento e Aquisição de Dados (SCADA) em intervalos de um minuto. O caudal não excedeu a capacidade máxima do sistema. Como o medidor de FLUXO do sistema Wedeco TAK apresentou valores

semelhantes aos do canal Parshall (desvio máximo de 5 por cento), a equipe concluiu que o fluxo de afluentes não era o problema.

- **Equipamento**

A investigação também se concentrou em problemas percebidos enquanto o sistema estava em operação, como algumas lâmpadas queimando antes do fim de sua vida útil e visível escurecimento de algumas lâmpadas. Foi examinado o impacto de uma única lâmpada queimada sobre os resultados de desinfecção UV.

- **Ageing**

Os parâmetros da lâmpada, incluindo parâmetros elétricos e ambientais, foram estudados para determinar por que algumas lâmpadas falharam antes do fim de sua vida útil esperada.

- **Manutenção/Fouling**

A fraca qualidade do efluente provou ser um desafio para a limpeza do canal e do sleeve de quartzo. Embora esteja equipado com um sistema de limpeza automática, o sistema UV ainda requer manutenção adicional (por exemplo, substituição regular do anel de limpeza). Efluentes secundários fatores fouling > 0,9 são comumente observados, mas o fator fouling nesse local foi inicialmente 0,5. Com limpeza química adicional com ácido cítrico a 15 por cento o fator fouling atingiu 0,8.

Os parâmetros operacionais foram corrigidos e uma investigação mais detalhada sobre o projeto da tecnologia foi realizada.

- **Linha central da lâmpada**

Um dos parâmetros estudados mais detalhadamente foi a distância entre as lâmpadas (linha central da lâmpada).

O Wedeco TAK55 instalado tem uma linha central da lâmpada de 120 mm, o que resulta em uma distância livre de 7 centímetros (cm) entre as mangas da lâmpada, em ambas as direções.

Em um UVT de 50% (e às vezes mais baixo), uma inativação de 99,9% de coliformes fecais não foi atingida consistentemente devido à transmitância e tempo de residência distribuição. O método de dimensionamento original baseado na soma de fontes pontuais superestimou os efeitos da turbulência para a mistura completa. Com mistura incompleta, a linha central da lâmpada larga proibiu a exposição das bactérias à dose de UV relevante para uma inativação de 3 log.

- **Desenho da dose UV**

No momento em que o sistema TAK foi projetado para esse local, o desenho comum de abordagem para sistemas UV de canal aberto foi baseado em uma dose calculada. A proposta requeria uma dose UV > 30 mJ/cm<sup>2</sup> sob os parâmetros operacionais descritos.

Utilizando os resultados do software UVCalc®1, calculou-se que para um caudal de 400 m<sup>3</sup>/h em um módulo de 18 lâmpadas a um UVT = 40% a dose de UV administrada seria próxima a 38 mJ/cm<sup>2</sup>. No entanto, como é



possível observar na Fig. 1 abaixo, a distribuição da taxa de fluência no módulo é muito heterogênea sob um UVT baixo. Algumas partes do fluxo recebem apenas uma dose UV de 20 mJ/cm<sup>2</sup>, causando um desempenho biológico inferior ao esperado.

É por isso que o teste de validação do sistema UV ganhou maior importância inclusive para projetos de sistemas de águas residuais UV ao longo dos últimos anos. Se um sistema UV foi testado, o desempenho pode ser melhor previsto para o conjunto das condições testadas. Se as condições validadas incluem qualidades de água baixas comparáveis, aplica-se mesmo para as qualidades de água baixa encontradas nesse local.

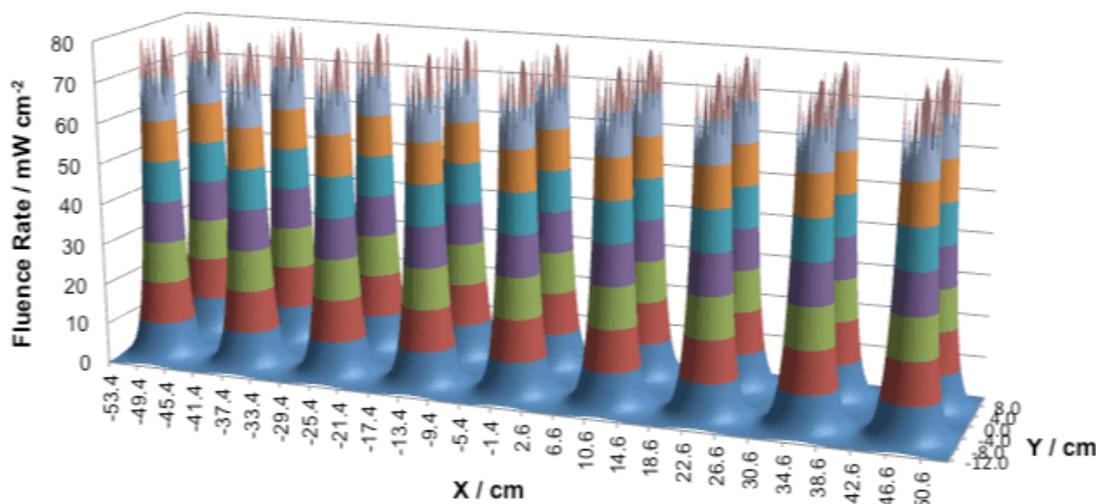


Figura 2. Distribuição da taxa de fluência no plano central para o sistema UV Xylem Wedeco TAK55. X está sobre o comprimento do módulo e Y está sobre a largura.

### REVISÃO DO DESENHO BASEADO NA VALIDAÇÃO DA DOSE UV

Tendo estabelecido uma compreensão clara dos parâmetros do sistema, a equipe da Xylem foi capaz de recomendar uma solução "mais bem ajustada" que garanta níveis ótimos de eficiência e confiabilidade. O sistema UV Wedeco Duron da Xylem está composto por 216 lâmpadas UV em um único canal (18 módulos com 12 lâmpadas cada um deles, instalados em seis bancos). Os engenheiros de aplicação da Xylem trabalharam em estreita colaboração com os operadores do sistema para fornecer a solução UV alternativa em um tempo apropriado, com interrupção mínima das operações.

O sistema UV Wedeco Duron (novo no mercado em 2012) com lâmpadas UV de 600 W foi instalado com uma inclinação de 45 graus. O sistema também tem:

Arranjo de lâmpadas escalonadas para alto desempenho de desinfecção

Troca rápida e fácil da lâmpada com módulos UV remanescentes no canal

Profundidade de canal reduzida para custos de construção mais baixos

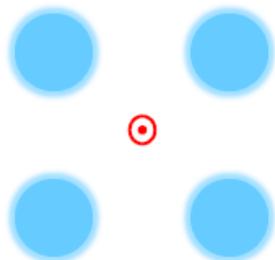
Todas as ligações elétricas estão fora da água

O sistema UV Wedeco Duron foi validado de acordo com o Manual de Orientação de Desinfecção UV (UVDGM) da Agência Americana de Proteção Ambiental (EPA, por suas siglas em inglês); o Instituto Nacional de Investigação da Água (NWRI, por suas siglas em inglês), 2012 Orientações para Água Potável e Reúso de Água; e o Protocolo Uniforme da Associação Internacional UV (IUVA, por suas siglas em inglês) para aplicações de validação UV de águas residuais. Sendo validado até as condições encontradas nesse local, o projeto do sistema Duron foi baseado em um bioensaio.

Fig. 2 explica a diferença no percurso de partículas críticas para o arranjo de lâmpadas do sistema Duron em comparação com um sistema de lâmpada horizontal, tal como o sistema TAK55.



Horizontal Lamp System



DURON

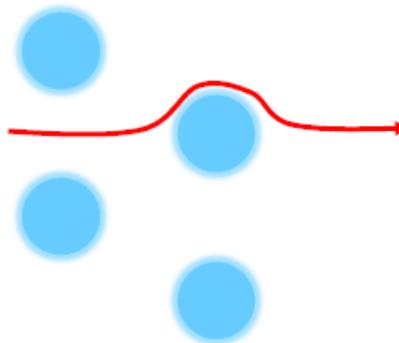
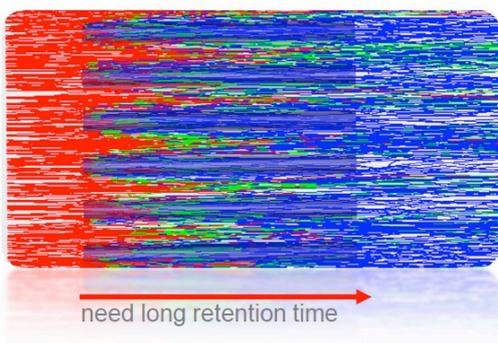


Figura 3. Seguimento de partículas no sistema de lâmpadas UV horizontal (TAK 55) versus o sistema de lâmpadas UV escalonadas (Duron).

Enquanto - assumindo zero efeitos de mistura - a partícula no centro de 4 lâmpadas de um sistema de lâmpada horizontal receberá somente uma dose mínima de UV (e em UVTs baixos isso poderia ser zero), o arranjo escalonado do sistema Duron força a partícula para altas zonas de irradiância (e, portanto, de dose UV). Isto é ainda de maior destaque na apresentação visual das simulações DFC mostradas na Fig. 3.

▪ Horizontal, parallel



▪ Inclined, staggered

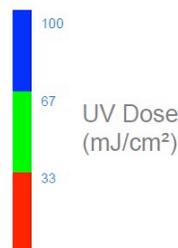
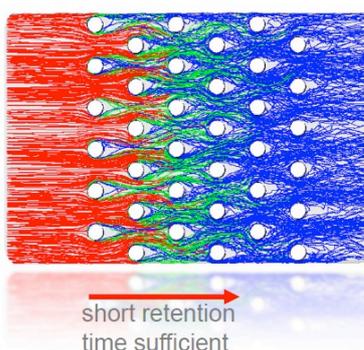


Figura 4. Dinâmica de fluidos computacional (DFC) Distribuições de dose UV para o sistema horizontal (TAK55) versus o sistema escalonado (Duron).

O sistema Wedeco Duron superou exitosamente a fase de comissionamento e está cumprindo os objetivos do projeto e superando o sistema TAK55 sob condições semelhantes.

A desinfecção alcançada estava na faixa de 4 log de inativação (3 log de inativação é o objetivo do projeto), conforme apresentado na Fig. 4.

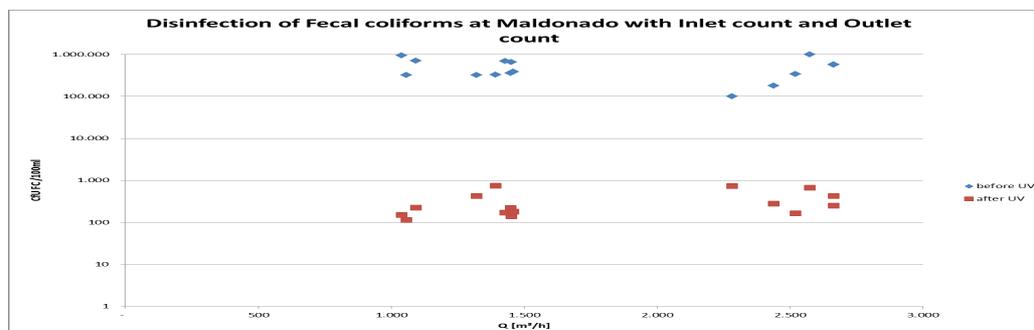


Figura 5. Desinfecção de coliformes fecais - os pontos azuis representam valores de afluentes e os pontos vermelhos representam valores de efluentes.



Devido à má qualidade da água, ainda se observa um elevado potencial de fouling. Com a finalidade de evitar um aumento do atendimento operacional, a Xylem está testando um projeto especial de anel de limpador não-químico para efluentes tão desafiantes.



Figura 7 novo sistema de limpeza e tubos com flouling

As seguinte foto mostram a atual instalação Duron em Maldonado:

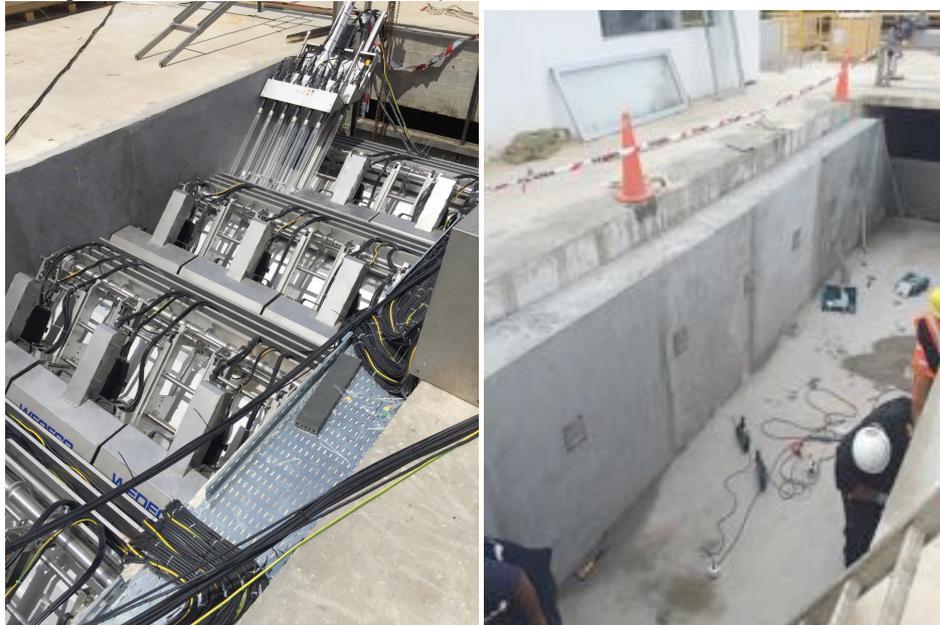


Figura 7 novo sistema DURON instalado

### **RECOMENDAÇÕES PARA ESPECIFICAÇÕES DE DESINFECÇÃO DE BAIXA UVT POR ULTAVIOLETA**

Com base nesses estudos, podem ser feitas algumas recomendações sobre a especificação, operação e manutenção de equipamentos UV quando usados em estações de tratamento de águas residuais com afluentes de baixa transmitância UV.



Os projetos de sistemas UV para efluentes de baixa qualidade baseados em uma aproximação de dose UV calculada (PSS) podem conduzir a uma superestimação do desempenho do sistema UV. Portanto, o projeto do sistema UV deveria se basear em sistemas UV validados.

O sistema selecionado deveria ser testado independentemente para fornecer a dose UV necessária, especialmente a baixas taxas UVT.

Caso o efluente apresente um elevado potencial de fouling (por exemplo, devido a níveis elevados de ferro ou manganês), deve ser estabelecido um fator fouling específico do local. Não é possível simplesmente usar um fator fouling de um efluente de qualidade diferente, independentemente do sistema de limpeza. O fator fouling nessa situação foi de 0,85. Um fator de envelhecimento da lâmpada ajustado em 0,9 ou menos é aceitável para os cálculos de projeto, caso não se disponha de estudos no local.

Em operação, a potência e a intensidade da lâmpada devem ser controladas diariamente para monitorar e controlar o fouling.

O fator de envelhecimento da lâmpada deve ser controlado e as lâmpadas devem ser substituídas quando atingirem valores do fator de envelhecimento inferiores aos valores calculados - todas as lâmpadas de um banco (ou fileira) devem estar em funcionamento.

O equipamento deve ter limpezas mecânicas ou químicas.

A cada seis meses, todo o equipamento deve ser limpo fora do canal com o equipamento e os produtos adequados.

## COMPARAÇÃO DE CUSTOS

O autor fez estudos e comparação de: custos de instalação, tempo e custos para startup e encarregando, custos e tempo de manutenção, e custos da desinfecção que inclui energia e partes de sobressalentes. Tudo destes é relativo ao rendimento de desinfecção e está expressar em valores absolutos

- **Tempo de substituição**

O gráfico abaixo mostra o tempo desde o início do desarme do paralelo até o comissionamento do sistema transversal.

Concluimos todos os trabalhos, mecânicos civis e elétricos em um mês. A força de trabalho foi: 1 técnico da WEDECO e 3 técnicos do construtor. O total de homens-horas envolvidas foi de 1500.

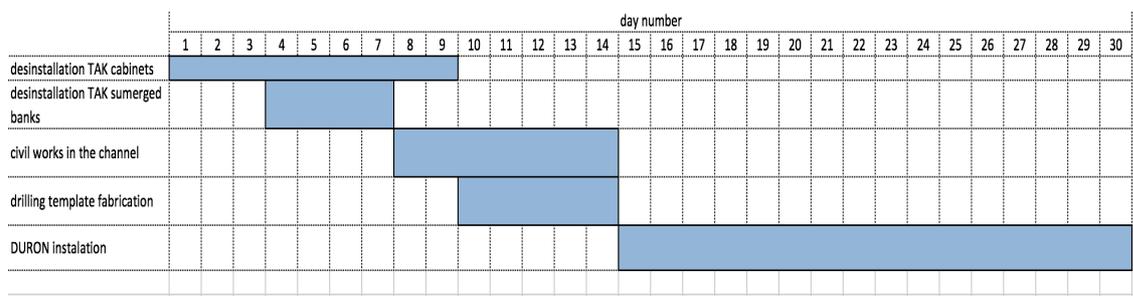


Figura 5 Cronograma de obra de substituição

- **Análise de custo de substituição:**

O custo total de substituição foi de 75.000 dólares americano se a distribuição foi como mostrado no gráfico. Para comparação está incluído o custo de DURON equipamento

- **Análise de custos de operação e economia**

Continuando com a comparação dos dois sistemas, analisamos os custos de energia e manutenção da instalação.

Concluimos que os custos de construção são similares considerando as modificações que fizemos no canal para instalar o DURON, para o mesmo fluxo o Duron precisa de um canal 10% mais fino. Outras vantagens da construção são: o Duron não precisa de um guindaste para manutenção e toda a instalação elétrica pode ser feita de fora do canal.

O novo sistema de controle do Duron, incluindo seu melhor desempenho, dá ao operador a possibilidade de controlar melhor o consumo de energia.



Os custos de manutenção do DURON são menores que os do TAK. O fato de o design do Duron ter todos os contatos fora do fluxo permite a substituição de todas as lâmpadas e mangas sem tirá-las do canal. Isso facilita a manutenção. Por exemplo, para uma limpeza química, o TAK requer 70 horas / homem, enquanto o Duron requer apenas 20 horas / homem

- **Custos operacionais**

Após operar dois anos com o sistema paralelo e dois anos operando o Novo transversal, estamos em uma boa posição para comparar os custos operacionais de ambos os sistemas.

- **Filosofia de Controle**

Uma das maiores diferenças entre os sistemas paralelo e transversal é a Filosofia de Controle de cada equipamento.

O TAK 55 tem um sensor instalado em cada banco, dois neste caso. O Duron tem um em cada banco, mas seu design (6 bancos para o mesmo fluxo) resulta em 6 sensores para o mesmo equipamento.

O sistema de controle controla a potência de cada banco e o número de bancos simultaneamente

Por essas razões, o controle da DOSE E DO POWER é contínuo e efetivo.

- **Consumo de energia**

A filosofia de controle e o design do novo equipamento transversal permitem que o sistema de controle minimize o consumo de energia.

Para o sistema paralelo (que estudamos instalado no Uruguai), o consumo mínimo de energia (para fluxos mínimos ou abaixo e boa desinfecção) era de 70% da potência total de um banco (normalmente o controle aciona outros bancos quando a potência do primeiro banco excede 90 por cento)

No caso de bancos escalonados baseados no design físico, o design normalmente usa mais bancos. Isso permite que o controle divida a energia entre mais bancos e atenda aos fluxos mínimos, exigindo menos energia. No caso em que estudamos em profundidade, uma estação de tratamento de águas residuais de uma cidade balneária, o fluxo de inverno é inferior a 20% do máximo e 40% do fluxo de verão. Isso exige o uso da potência mínima do equipamento por mais de 8 meses. O sistema escalonado usa apenas 2 bancos 50 por cento. do tempo .

Por este motivo, o consumo de energia foi reduzido de 35% da potência total para os 15%.

Isso representou uma economia de mais de 120 Mwh apenas no inverno.

Outras economias ocorrem durante a operação normal no verão. No caso do TAK 55 para conseguir a desinfecção ótima, precisávamos usar 90 PCT do poder de desinfetar apenas 40% do fluxo. (130 KW)

Com um transversal (DURON), precisávamos apenas de 60 KW para garantir a mesma taxa de desinfecção.

Isso representou uma economia de 200 Mwhr

A redução total do consumo de energia foi de 320 Mwhr por ano (40.000USD)

- **Lâmpadas**

Baseado no mesmo estudo de tempo que fizemos acima. Os resultados para a vida útil da lâmpada e o custo da lâmpada são:

Para o sistema paralelo: precisamos de um banco ligado o tempo todo e dois bancos ligam em 120 dias. Isso resulta em 8500 horas para o primeiro banco e 3000 para o segundo.

Considerando que a vida útil da lâmpada é de 12.000 horas, usamos 70% da vida útil da lâmpada do primeiro banco e 25% do segundo banco

Se fizermos uma operação equilibrada, usamos 50% do tempo de vida útil das lâmpadas por ano. Precisamos substituir as lâmpadas a cada dois anos.

Para o sistema escalonado, usamos apenas 2 bancos no inverno e 4 bancos no horário de verão. Por esse motivo, usamos apenas 30% da vida útil da lâmpada por ano. Então, precisamos substituir as lâmpadas a cada 3 anos.

Isso resulta em economia de 30% dos custos da substituição da lâmpada.

- **Manutenção**

A manutenção dos sistemas escalonados é mais fácil que os paralelos,

Primeiro todas as conexões elétricas estão fora do fluxo. Esta é uma característica do design de todos os sistemas similares que estudamos. Como as águas residuais possuem características altamente corrosivas, o projeto de sistemas transversais com todas as conexões fora do fluxo resulta em menos corrosão dos conectores elétricos e eletrônicos.



Outra vantagem deste design é a possibilidade de trocar a luva e as lâmpadas sem tirar todo o banco. Em alguns casos, é possível, para um operador experiente e treinado, trocar as lâmpadas com o funcionamento do banco.

Nos últimos dois anos, isso nos proporcionou uma economia de mais de 100 horas / homem, apenas para manutenção e, estimamos, isso representará uma economia de mais de 200 horas / homem para a troca de lam de todas as lâmpadas da EOLL.

- **Limpeza / incrustação**

A má qualidade do efluente que tratamos gera grandes problemas com a incrustação, como dissemos no parágrafo acima de Fouling.

Os diferentes construtores têm projetos de seus sistemas de limpeza / limpeza com TEFLON, aço inoxidável ou químico.

Para os sistemas que usamos (sistemas de limpeza sem limpeza química), a economia do design transversal é importante.

Você pode limpar um módulo, parte de um banco, sem desligar o sistema e sem tirar o módulo (apenas retirando uma lâmpada de cada vez).

Para o sistema que usamos e comparamos com o paralelo, tivemos economias por 200 horas

## CONCLUSÕES

- A substituição de um sistema paralelo por um escalonado resultou em uma desinfecção mais eficaz. Com a análise de custos acabada podemos concluir: as economias obtidas durante o primeiro ano pagaram os custos das obras de substituição.

- O custo do equipamento pode ser pago em menos de 10 anos.

Finalmente, os resultados da desinfecção são ideais, sem risco de resultados baixos de desinfecção.

- Todos os parâmetros influenciados devem ser cuidadosamente investigados antes da especificação de um sistema de desinfecção UV para garantir a eficiência ideal do sistema.

- Os fornecedores de tecnologia devem se engajar em seus próprios estudos contínuos desses parâmetros para informar sobre o equipamento final projetado para instalação

- O operador do sistema e o provedor de manutenção também devem ter um conhecimento profundo da tecnologia. As novas especificações e orientação para o design (UVDGM) devem ser usadas quando o pré-projeto e as especificações estiverem sendo elaborados.

- Por último, devem ser realizados testes regulares durante o primeiro mês após a colocação em funcionamento do sistema para garantir um desempenho ótimo do sistema de desinfecção UV e que o processo seja alcançado

- Boa operação do equipamento reduce custos de energia.

## Bibliografia

NYSERDA 2004 Evaluation of ultraviolet disinfection

- Dr. Jim Bolton 2014 Ultraviolet application handbook

- USEPA UVDGM ( 2006)

- EPA Water technologies fact sheets 2010

-WEDECO Duron manuals 2015

.Alex Ryer Light measure Handbook

- EPA UV guidelines 3rd edition 2012

## Agradecimentos

-Pessoal UGD/OSE

-Pessoal de Operação CIEMSA

-Pessoal XYLEM ( Uruguai e Argentina)

-Dr Jim Bolton



**Encontro Técnico  
AESABESP**  
29º Congresso Nacional  
de Saneamento e  
Meio Ambiente



**FENASAN**

parceiro **IFAT**

2018